



Autostrada dei Fiori

Tronco A10: Savona - Ventimiglia (confine francese)

NUOVO SVINCOLO AUTOSTRADALE DI VADO LIGURE

CARREGGIATA SUD / CARREGGIATA NORD
Progr. Km 47+545

PROGETTO DEFINITIVO

IDROLOGIA E IDRAULICA RETICOLO IDROGRAFICO INTERFERITO Relazione idrologica

PROGETTISTA	RESPONSABILE INTEGRAZIONE ATTIVITÀ SPECIALISTICHE	IMPRESA	COMMITTENTE
Dott. Ing. Enrico GHISLANDI Ordine degli Ingegneri Provincia di Milano n° 16993	Dott. Ing. Enrico GHISLANDI Ordine degli Ingegneri Provincia di Milano n° 16993		Autostrada dei Fiori S.p.A. Via della Repubblica, 46 18100 Imperia (IM)

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTR.	APPROV.	RIESAME	DATA	SCALA
							Marzo 2021	-
							N. Progr.	
A	Marzo 2021	RECEPIMENTO PRESCRIZIONI C.S.LL.PP. PARERE N°58/2020 - 19/11/2020	SINA	DT/OC	DT	DT		


CODIFICA	PROGETTO	LIV	TRONCO	DOCUMENTO	REV	WBS
	P280	D	A10	IDR RI 002	A	A10IBT0001
						CUP
						I44E14000810005

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO	VISTO DELLA COMMITTENTE

SINA S.p.A.

**Comune di Vado Ligure
Nuovo Svincolo Autostradale
Progetto Definitivo**

RELAZIONE IDROLOGICA

						
A	Mar.21	Prima Emissione	SINA	DT/OC	DT	
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato	
			Documento: P280_D_IDR_RI_002_A.doc			



INDICE

1.	PREMESSA.....	3
2.	INQUADRAMENTO NORMATIVO	5
2.1	NORMATIVA NAZIONALE	5
2.2	NORMATIVE REGIONALI E LOCALI	6
3.	BASE DI DATI UTILIZZATA	7
3.1	PLUVIOMETRIA.....	7
3.2	IDROMETRIA.....	8
4.	STIMA DELLE CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA (CPP).....	8
4.1	STIMA DELLE CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA – DISTRIBUZIONE GEV (METODOLOGIA VAPI).....	9
4.1.1	STIMA PARAMETRI GEV E DEFINIZIONE DELLE CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA	13
4.2	STIMA DELLE CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA – DISTRIBUZIONE DI GUMBEL	14
4.3	STIMA DELLE CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA – DISTRIBUZIONE TCEV II LIVELLO DI REGIONALIZZAZIONE	17
4.4	SCELTA DELLE CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA PER T=20, 200, 500 ANNI.....	21
4.5	S STIMA DELLE CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA PER DURATE INFERIORI ALL'ORA – FORMULA DI BELL.....	24
5.	STUDIO IDROLOGICO RETICOLO IDROGRAFICO INTERFERITO	25
5.1	RETICOLO IDROGRAFICO INTERFERENTE L'AREA DI INTERVENTO	25
5.2	STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO – METODO DEL CIMA PER PICCOLI BACINI CON DIMENSIONI MINORI DI 2 KM2.....	29
5.3	STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO – METODO RAZIONALE.....	32
5.4	CONFRONTO PORTATE DI PROGETTO METODO CIMA – METODO RAZIONALE	36
6.	ALLEGATI	37
6.1	DISTRIBUZIONI DI PROBABILITA' – CDF TEORICA – CDF CAMPIONARIA SU CARTOGRAMMA PROBABILISTICO.....	37
6.2	TEMPI DI CORRIVAZIONE.....	39
6.3	PORTATE METODO RAZIONALE.....	42

1.PREMESSA

La presente relazione viene redatta nell'ambito del Progetto Definitivo del "Nuovo casello autostradale" e del relativo svincolo da realizzarsi lungo la "Autostrada dei Fiori" A10 in provincia di Savona, nel Comune di Vado Ligure; nel medesimo progetto sono compresi gli interventi di sistemazione della Rotatoria Bossarino, collegata con il Nuovo casello di Vado Ligure.

La nuova infrastruttura, per la sua ubicazione strategica a monte del centro abitato, si pone come obiettivo la connessione delle attigue aree industriali, della "Aurelia bis" e del bacino portuale di Vado Ligure, della Strada di "Scorrimento" per Savona e del tessuto cittadino senza prevedere alcuna modifica alla rete viaria. Il nuovo elemento infrastrutturale non genererà aggravii alle condizioni di percorrenza dell'attuale sistema viario urbano e extraurbano, ma anzi migliorerà le condizioni di percorrenza e di impatto ambientale dell'attuale rete stradale riducendo significativamente i volumi di traffico, specie pesante, proveniente dalle infrastrutture portuali.





Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Relazione Idrologica

La presente relazione descrive le metodologie di calcolo per la caratterizzazione pluviometrica e idrologica del sistema di sottobacini aventi sezioni di chiusura in corrispondenza delle interferenze tra reticolo idrografico esistente e opere.

La caratterizzazione pluviometrica dei sottobacini oggetto di studio è stata condotta mediante l'implementazione di diverse metodologie di analisi statistica delle massime altezze di pioggia di durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore mentre la stima delle portate di progetto è stata condotta mediante metodi afflussi deflussi e metodo CIMA.

2.INQUADRAMENTO NORMATIVO

In questo capitolo vengono descritti i principali riferimenti normativi e gli strumenti di pianificazione e di tutela presenti sul territorio, a scala nazionale e regionale, al fine di fornire un quadro esaustivo della normativa vigente nel campo idrologico-idraulico, ambientale e di difesa del suolo, in modo da verificare la compatibilità degli interventi di progetto previsti con le prescrizioni dei suddetti strumenti di legge.

L'analisi idraulica della viabilità in oggetto è stata condotta nel rispetto dei seguenti riferimenti normativi.

2.1NORMATIVA NAZIONALE

L. 319/76 (Legge Merli)

Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.

L. 431/85 (Legge Galasso)

Conversione in legge con modificazioni del decreto legge 27 giugno 1985, n. 312 concernente disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale.

L. 183/89

Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo.

DL 04-12-1993 n° 496

Disposizioni urgenti sulla riorganizzazione dei controlli ambientali e istituzione della Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente. (Convertito con modificazioni dalla L. 61/94).

L. 36/94 (Legge Galli)

Disposizioni in materia di risorse idriche.

DPCM 4/3/96

Disposizioni in materia di risorse idriche (direttive di attuazione della Legge Galli).

DLgs 152/2006

“Testo Unico Ambiente”



Decreto n. 131 del 16/06/2008

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare - Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo n. 152 del 3/04/2006 recante: "Norme in materia ambientale", predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto. (GU n. 187 del 11/08/2008 - Suppl. Ordinario n. 189)

Decreto n. 56 del 14/04/2009

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare - Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo n. 152 del 3/04/2006 recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo" (GU n.124 del 30/05/2009 - Suppl. Ordinario n. 83)

2.2NORMATIVE REGIONALI E LOCALI

Regolamento Regionale 10 luglio 2009 n. 4

Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di lavaggio di aree esterne (Legge regionale 28 ottobre 2008, n.39)

Deliberazione del Consiglio regionale n.11 del 29 marzo 2016

Piano di Tutela Acque Regione Liguria 2016-2021

Delibera del Consiglio Provinciale di Savona n. 47 del 25/11/2003

Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico – Provincia di Savona – Torrente Segno

3. BASE DI DATI UTILIZZATA

3.1 PLUVIOMETRIA

Sono state utilizzate le serie storiche dei massimi di altezza di pioggia di durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore dal 1961 al 2019 forniti dall'ARPA Liguria per un totale di anni di osservazioni validate pari a 41.

Anno	Max 1h	Max 3h	Max 6h	Max 12h	Max 24h
1961	76.0	144.8	221.0	265.2	265.2
1963	90.0	93.4	98.0	98.2	98.2
1964	17.0	24.4	34.8	59.6	83.0
1965	37.8	49.4	53.0	70.6	124.4
1966	44.2	57.0	70.4	72.8	88.2
1967	39.0	60.0	70.4	87.4	96.8
1968	71.6	75.0	78.0	117.0	118.0
1969	17.2	25.4	42.4	58.0	73.6
1970	16.0	41.0	60.0	99.0	116.2
1971	49.8	84.0	87.6	90.6	161.4
1972	47.0	53.2	56.0	64.8	94.4
1973	50.8	62.0	110.0	131.8	132.0
1989	22.0	26.0	42.0	53.4	73.2
1992	50.0	110.0	113.0	115.8	145.0
1993	38.0	53.6	57.4	57.4	102.8
1994	60.0	67.0	82.8	89.4	108.6
1995	45.6	83.6	116.0	121.2	121.2
1996	25.0	39.6	58.0	86.8	98.4
1997	29.4	34.2	46.4	59.2	78.6
1998	47.2	66.6	100.0	128.6	135.0
1999	42.2	52.0	52.6	52.6	69.8
2000	33.0	62.0	86.8	134.8	151.2
2001	35.4	47.0	50.6	50.6	52.6
2002	26.4	37.8	55.0	67.6	91.6
2003	17.0	35.2	48.0	61.8	84.4
2004	33.2	41.4	44.4	55.4	88.6
2005	63.8	73.6	75.0	82.2	92.4
2006	37.6	60.8	91.0	161.6	201.2
2007	19.6	22.4	27.0	27.0	40.2
2008	29.6	43.4	68.0	103.2	144.6
2009	28.6	44.2	66.4	132.0	156.2
2010	25.4	48.0	56.4	59.2	82.4
2011	39.6	44.4	44.4	74.8	99.8
2012	32.8	37.0	44.2	64.6	86.6

2013	60.4	61.8	61.8	73.2	92.0
2014	51.6	94.0	142.0	201.2	238.4
2015	49.8	70.8	73.2	74.4	87.0
2016	27.2	45.2	55.2	91.4	104.0
2017	47.0	71.4	95.4	118.0	121.0
2018	49.0	85.8	87.0	107.2	145.8
2019	39.6	83.4	108.2	183.6	303.8

3.2 IDROMETRIA

Sono stati utilizzati i dati osservati nelle stazioni di misura idrometriche del SIMN fino al 1986. Dopo uno studio ulteriore ad hoc sono state selezionate 74 stazioni di misura idrometriche (di cui 57 nel bacino Padano) con numerosità variabile da 9 a 60 anni, e valor medio di 23 anni. Sono state poi considerate alcune serie storiche relative a stazioni idrometriche ricadenti in bacini limitrofi all'area di interesse, ubicate in Emilia Romagna e Trentino Alto Adige.

4.STIMA DELLE CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA (CPP)

Le altezze di precipitazione vanno analizzate come una variabile casuale che deve essere stimata in relazione ad un livello di probabilità "P" che essa ha di non essere superata, relazionandola ad un periodo di tempo T (detto tempo di ritorno) che intercorre mediamente tra due eventi nei quali il valore di tale portata è superato.

Nell'ambito del presente studio, al fine di ottimizzare la caratterizzazione pluviometrica dell'area di intervento, si è condotto uno studio statistico dei dati campionari (altezze di pioggia di durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore) mediante la distribuzione di probabilità (CDF) di Gumbel e TCEV al secondo livello di regionalizzazione al fine di verificare l'interpolazione delle curve teoriche rispetto ai dati campionari definiti mediante plotting position di Weibull.

- Stima dei parametri a ed n delle CPP mediante le due CDF teoriche del precedente punto,
- Stima dei parametri a e n delle CPP mediante la distribuzione GEV (metodologia VAPI)
- Scelta della CPP seguendo l'approccio più cautelativo,
- Calcolo delle CPP per $t < 1h$ mediante formula di Bell.

4.1 STIMA DELLE CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA – DISTRIBUZIONE GEV (METODOLOGIA VAPI)

Il metodo prevede la valutazione della distribuzione della probabilità cumulata (DPC) per ogni stazione in relazione all'ipotesi di invarianza di scala [Burlando, Rosso, 1996] utilizzando la distribuzione generalizzata del valore estremo (GEV).

Nel caso in oggetto, si sono esaminati tre tempi di ritorno $T_r=20, 200$ e 500 anni. Per una stazione presa in esame resta univocamente determinata la relazione fra periodo di ritorno T e valore del coefficiente di crescita K_T :

$$T = \frac{1}{1 - F_K(K)} = \frac{1}{1 - \exp \left\{ - \left[1 - \frac{k}{\alpha} (K - \varepsilon) \right]^{1/k} \right\}}$$

dove:

- k è il parametro di forma,
- α è il parametro di scala,
- ε è il parametro di posizione;

dalla quale si deduce quindi che

$$K_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left(1 - e^{-ky_T} \right)$$

Dove y_T indica la variabile ridotta di Gumbel, pari a

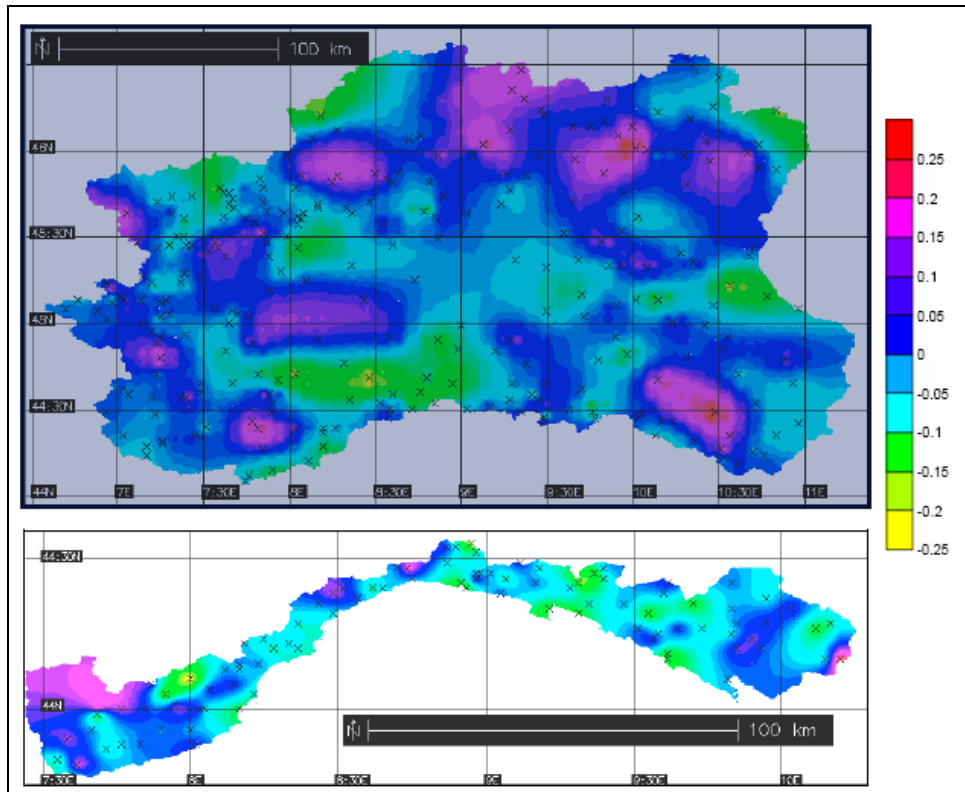
$$y_T = - \ln \left(\ln \frac{T}{T-1} \right)$$

L'altezza di pioggia cumulata con periodo di ritorno T va quindi valutata come:

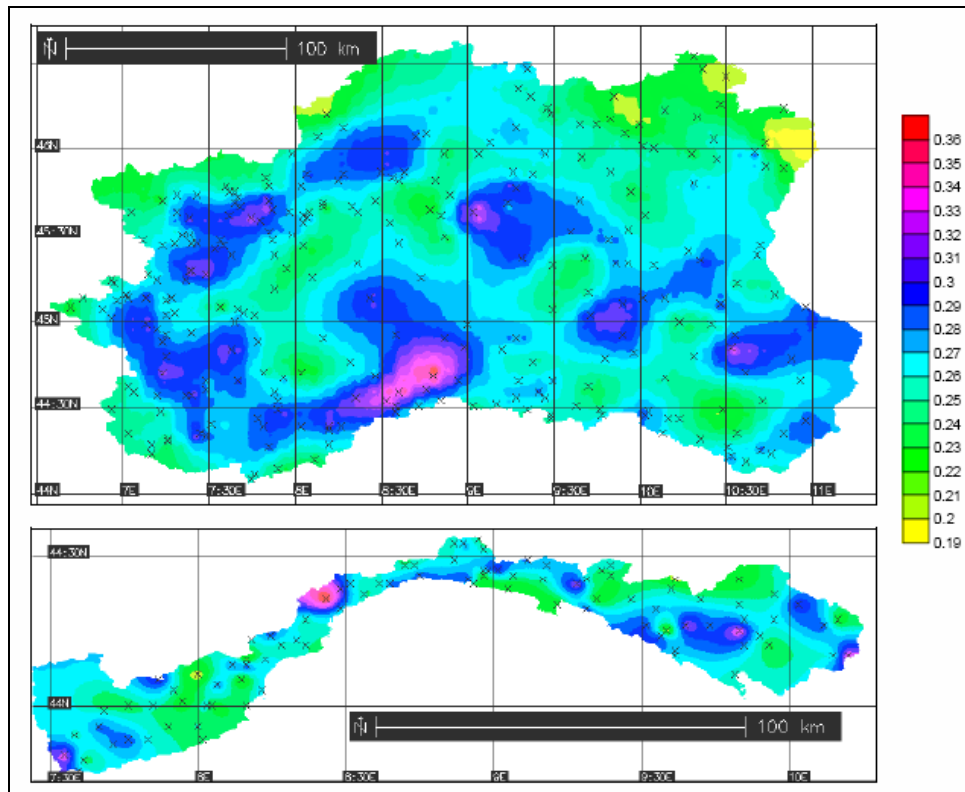
$$h_T(d) = m(d)K_T$$

Dove $m(d)$ è il valore atteso dell'altezza di pioggia massima annuale caduta in d ore consecutive.

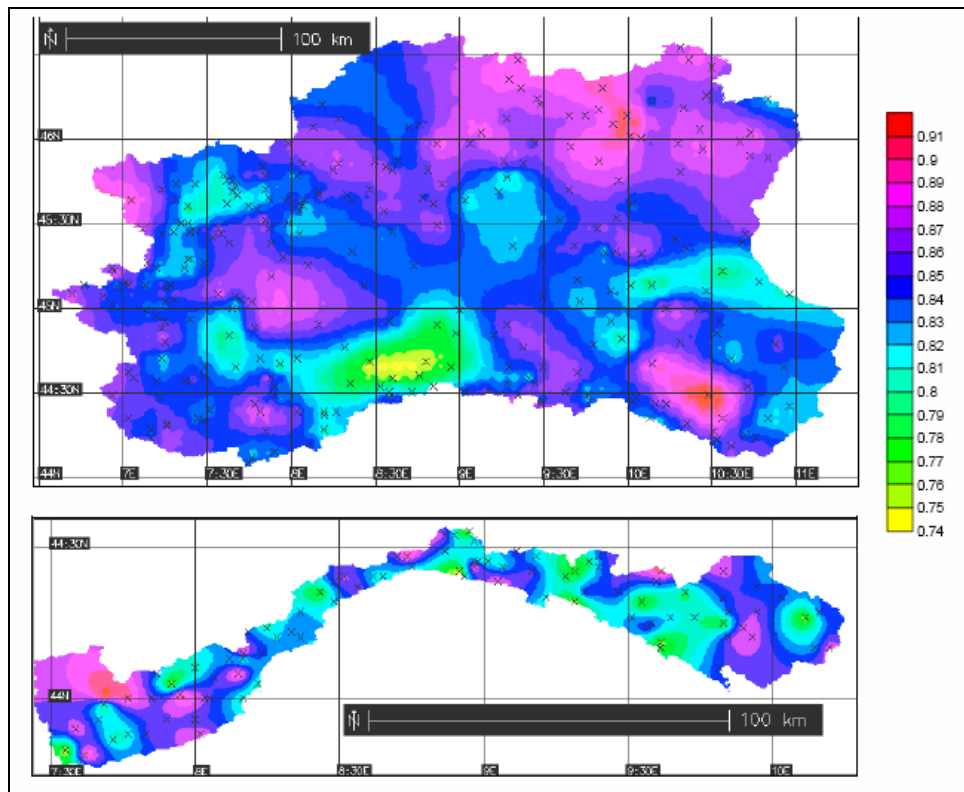
Riportiamo di seguito le mappe relative ai parametri di forma, di scala e di posizione della DPC dei massimi annuali delle piogge da 1 a 24 ore consecutive, con indicazione delle 366 stazioni di misura pluviografiche considerate.



Parametro k di forma



Parametro α di scala

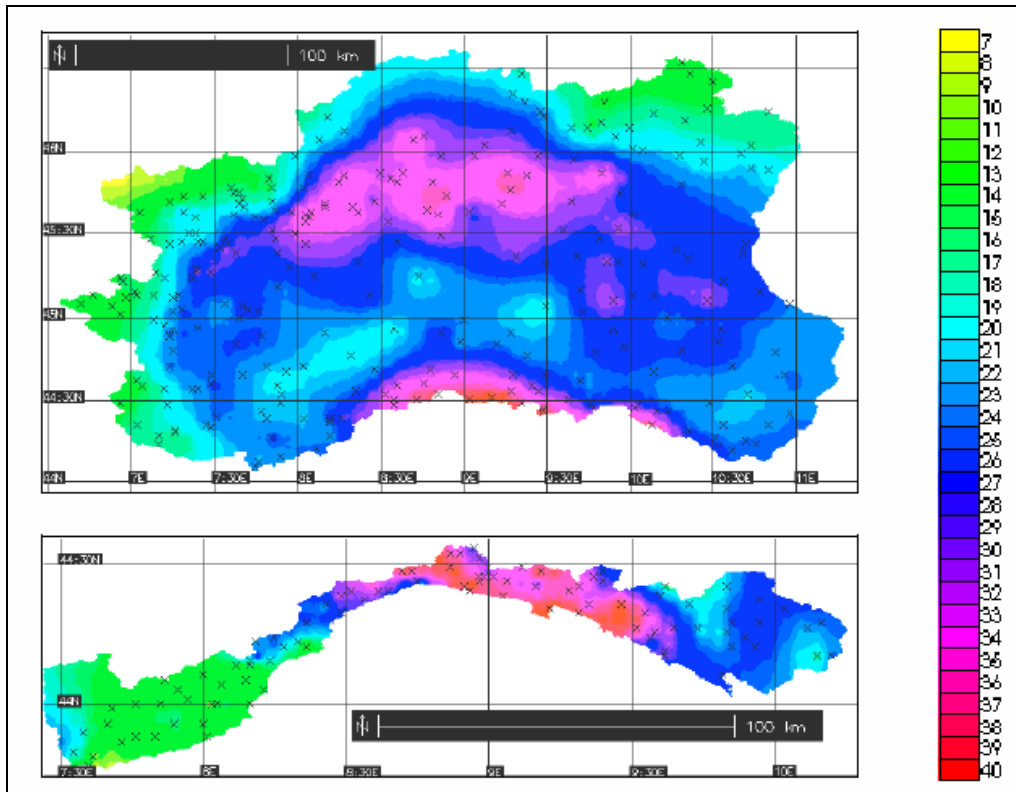


Parametro ϵ di posizione

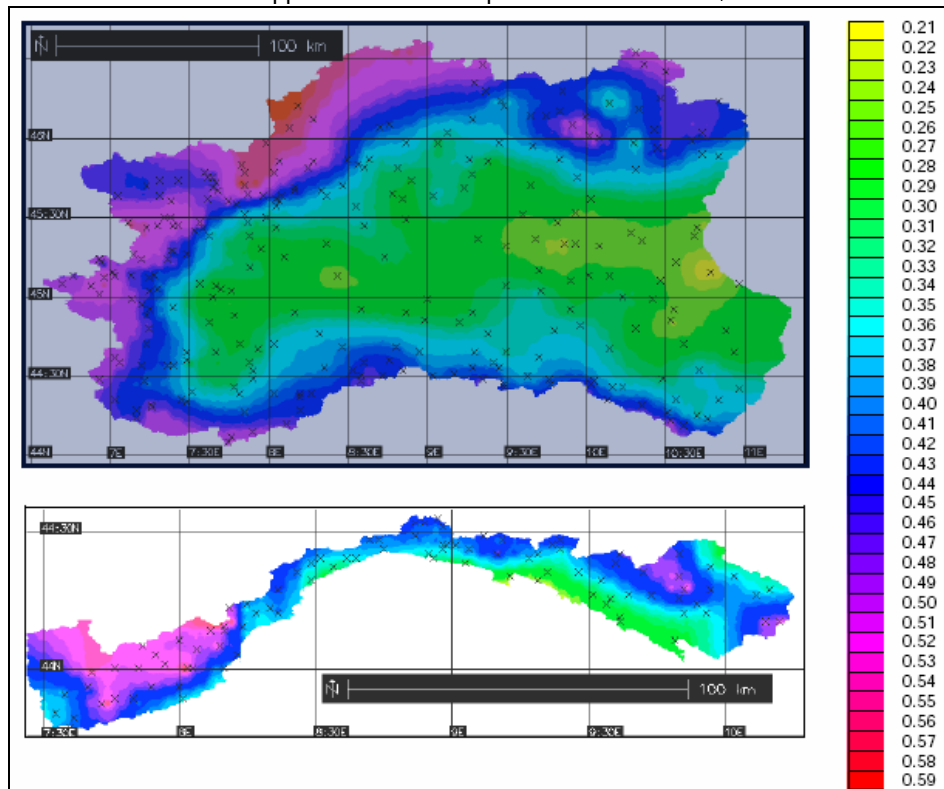
Le leggi di pioggia pluviometriche definiscono come varia la media del massimo annuale dell'altezza di pioggia su una durata d , $m[h(d)]$, con la durata stessa. Per la zona in esame è stata adottata una espressione del tipo:

$$m[h(d)] = a_1 d^n$$

I parametri della precedente espressione sono stati valutati con regressione ai minimi quadrati delle 366 stazioni di misura pluviografiche presenti sul territorio esaminato. Di seguito vengono fornite le mappe iso-parametriche di a_1 ed n per l'intero territorio, con indicazione delle 366 stazioni di misura pluviometro grafiche considerate.



Mappa del coefficiente pluviometrico orario a_1



Mappa dell'esponente di scala n

4.1.1 STIMA PARAMETRI GEV E DEFINIZIONE DELLE CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

Riassumendo quanto esplicitato nella trattazione esposta ai paragrafi precedenti:

$$h_T(d) = m(d)K_T$$

$$m[h(d)] = a_1 d^n$$

$$K_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left(1 - e^{-ky_T} \right)$$

$$y_T = -\ln \left(\ln \frac{T}{T-1} \right)$$

Verificando dalle mappature relative a tutti i coefficienti delle suddette formule, i dati relativi alla zona oggetto di esame si sono calcolati i parametri a e n delle LSPP, utilizzati per le verifiche idrauliche.

La regione omogenea di riferimento è la regione C e i parametri ε , α e k adottati per i calcoli idrologici sono quelli della località Savona, che riassumiamo di seguito.

Zona omogenea/Località	N	α	ε	k
C	753	0.377	0.643	-0.276
SAVONA	36	0.283	0.814	-0.076

Parametri ε , α , k della distribuzione di probabilità del coefficiente di crescita e parametri a1 e n della legge di variabilità della media del massimo annuale dell'altezza di pioggia su una fissata durata d

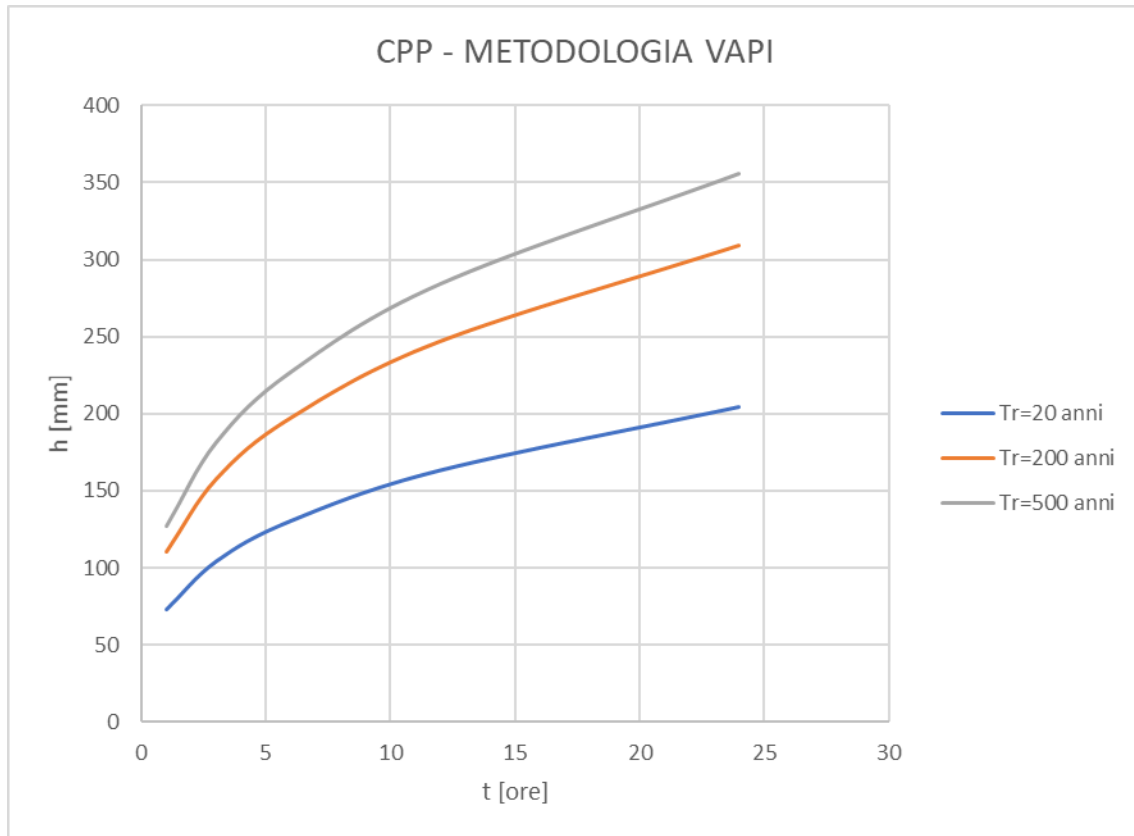
Con riferimento ai tempi di ritorno di 20, 200 e 500 anni si ricavano peranto i seguenti coefficienti, secondo le formule sopraindicate:

TR	20	200	500
yT	2.97	5.30	6.21
a1	41.60	41.60	41.60
n	0.32	0.32	0.32
KT	1.76	2.66	3.06

I parametri della curva di possibilità pluviometrica per eventi di precipitazione con durate superiori all'ora e tempo di ritorno di 20, 200 e 500 anni sono i seguenti:

T_R	20	200	500
a	73.1	110.62	127.36
n	0.32	0.32	0.32

Parametri curva possibilità pluviometrica per durate superiori all'ora – metodo VAPI



4.2 STIMA DELLE CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA – DISTRIBUZIONE DI GUMBEL

L'espressione della probabilità cumulata della legge di Gumbel è

$$F(x) = \exp(-\exp(\alpha(x-\varepsilon)))$$

con α ed ε parametri della distribuzione, che vengono, di norma, stimati attraverso il metodo della massima verosimiglianza definito mediante il seguente sistema di equazioni:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{\hat{\alpha}} = \bar{x} - \frac{\sum_{i=1}^n x_i e^{-\hat{\alpha}x_i}}{\sum_{i=1}^n e^{-\hat{\alpha}x_i}} \\ e^{-\hat{\alpha}\hat{\varepsilon}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e^{-\hat{\alpha}x_i} \end{array} \right.$$

di seguito si riportano i parametri ottenuti per il campione di dati esaminato.

	Max 1h	Max 3h	Max 6h	Max 12h	Max 24h
α	0.074	0.053	0.044	0.032	0.029
ε	32.77	47.68	59.59	75.99	96.29

Parametri curva probabilistica di Gumbel

Si è proceduto al calcolo della distribuzione campionaria mediante la formula di Weibull espressa come:

$$PP(i) = \frac{i}{n+1}$$

$$Y = -LN(-LN(PP))$$

Per riportare opportunamente i valori di x corrispondenti ad una fissata probabilità F (o tempo di ritorno T) si può invertire la legge $F(x)$ ottenendo

$$x_T = \varepsilon \left\{ 1 - (\alpha\varepsilon)^{-1} \ln \ln \left[\frac{T}{T-1} \right] \right\}$$

In allegato si riportano i confronti tra CDF teorica e campionaria su cartogramma di Gumbel.

La rappresentazione di x_T secondo il modello probabilistico di Gumbel si ritiene valida per massimi annui di pioggia in un qualsiasi intervallo di durata inferiore al giorno, considerando che la modalità di 'crescita' del valore indice non cambia con la durata delle precipitazioni. Pertanto, la massima pioggia di generica durata corrispondente ad un tempo di ritorno T , sintetizzata nell'espressione:

$$\mu_{t,T} = \mu_t x_T$$

rappresenta la famiglia di curve di probabilità pluviometrica.

La legge di dipendenza della media dei massimi di precipitazione con la durata può esprimersi, nel caso più semplice, come:

$$\mu_t = a t^n$$

con i coefficienti a ed n da stimarsi tramite un modello di regressione sui dati disponibili, ugli Annali Idrologici, per le durate 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

Trattandosi di una legge di potenza, a ed n possono essere stimati tramite regressione lineare sui logaritmi di μ e t .

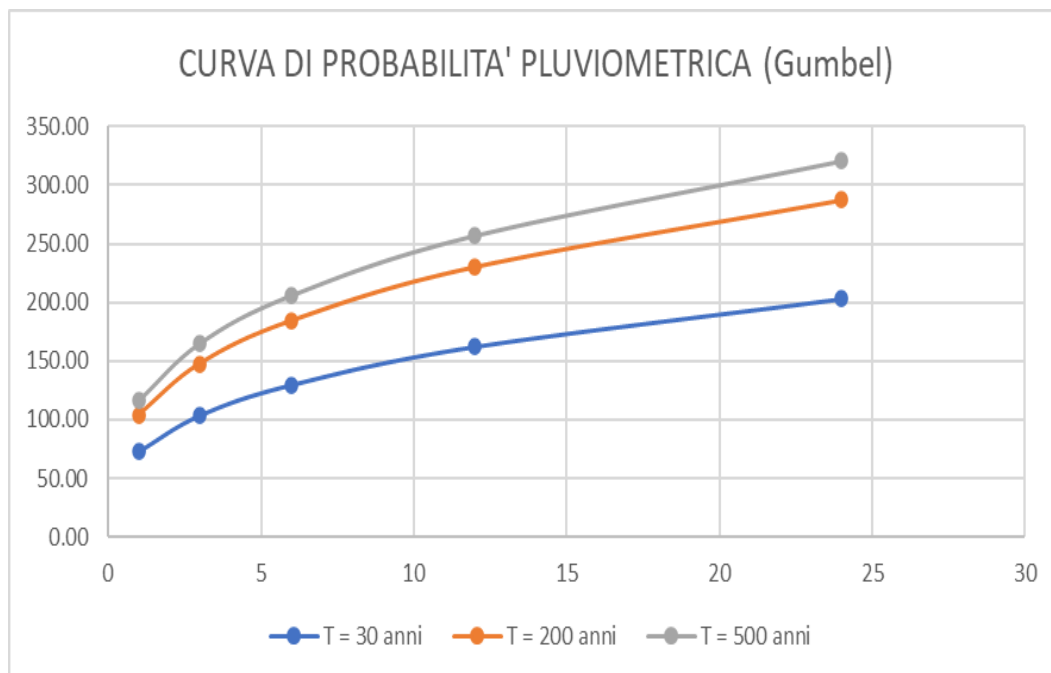
Di seguito si riportano i valori ottenuti per i tempi di ritorno pari a 20, 200 e 500 anni.

T=20 anni	GUMBEL		
DURATA	a	n	h
1	72.70	0.32	72.70
3			103.73
6			129.81
12			162.44
24			203.28

T=200 anni	GUMBEL		
DURATA	a	n	h
1	103.99	0.32	103.99
3			147.75
6			184.40
12			230.14
24			287.23

T=500 anni	GUMBEL		
DURATA	a	n	h
1	116.34	0.32	116.34
3			165.12
6			205.94
12			256.85
24			320.35

Valori CPP per $T_r=20, 200$ e 500 anni – distribuzione probabilistica di Gumbel



CPP per $T_r=20, 200$ e 500 anni – distribuzione probabilistica di Gumbel

4.3 STIMA DELLE CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA – DISTRIBUZIONE TCEV II LIVELLO DI REGIONALIZZAZIONE

Il modello a doppia componente denominato TCEV ipotizza che i massimi annuali delle portate al colmo di piena non provengano tutti dalla stessa popolazione ma da due popolazioni distinte legate a differenti fenomeni meteorologici. Tale ipotesi è peraltro giustificata dalla presenza in quasi tutte le serie storiche delle portate al colmo di uno o più valori (outliers) nettamente maggiori degli altri al punto da sembrare non provenienti dalla stessa popolazione dei rimanenti dati.

La funzione di probabilità cumulata (CDF dall'acronimo inglese Cumulative Distribution Function) del modello TCEV può essere espressa nella forma:

$$F_x(x) = \exp\left\{-\Lambda_1 \exp\left(-\frac{x}{\Theta_1}\right) - \Lambda_2 \exp\left(-\frac{x}{\Theta_2}\right)\right\} \quad x \geq 0$$

La funzione ha quattro parametri, Λ_1 , Θ_1 , Λ_2 e Θ_2 . I parametri contraddistinti dal pedice 1 sono relativi agli eventi più frequenti (componente base) mentre quelli con pedice 2 si riferiscono ad eventi più gravosi e rari (componente straordinaria). Ognuna delle due componenti è, a tutti gli effetti, una legge di Gumbel.

I parametri Λ_1 e Λ_2 esprimono, rispettivamente per le due componenti, il numero medio annuo di eventi indipendenti superiori ad una soglia. I parametri Θ_1 e Θ_2 esprimono invece la media di tali eventi.

Spesso è utile fare riferimento, anziché alla X , alla variabile standardizzata:

$$Y = \frac{X}{\Theta_1} - \ln \Lambda_1$$

caratterizzata dalla CDF:

$$F_Y(y) = \exp\left\{- \exp(-y) - \Lambda_* \exp\left(-\frac{y}{\Theta_*}\right)\right\}$$

nella quale risulta

$$\Theta^* = \Theta_2 / \Theta_1$$

$$\Lambda^* = \Lambda_2 / \Lambda_1^{1/\Theta}$$

L'espressione completa della CDF della TCEV può essere ulteriormente semplificata facendo riferimento alla variabile adimensionale dove con \bar{x} si è indicato il valore indice (la media della variabile). La CDF di questa nuova variabile X' è la cosiddetta curva di crescita la quale dipende dai parametri Λ^* , Θ^* , Λ_1 e Θ_1 l'ultimo dei quali è rappresentabile analiticamente in funzione della media.

Tale curva risulta avere validità nell'ambito di sottozone omogenee, per cui rappresenta uno strumento di uso particolarmente comodo. Infatti, nell'ambito delle suddette sottozone, è sufficiente determinare la media della variabile (\bar{x}) per avere, a partire dalla $F_{X'}(x')$, la distribuzione di probabilità finale

$$F_X(x) = F_{X'}(x')$$

Avendo a disposizione un campione di dimensione $N > 30 - 40$ dati si può adottare il 2° livello di regionalizzazione, utilizzando le stime regionali dei parametri θ_* e Λ_* e Λ_1 procedendo alla stima puntuale del parametro θ_1 .

Sulla base del rapporto VAPI e in merito alla regionalizzazione al secondo livello, la regione Liguria ricade in un'unica sottozona omogenea ovvero la sottozona 3 di cui si riportano i parametri regionalizzati

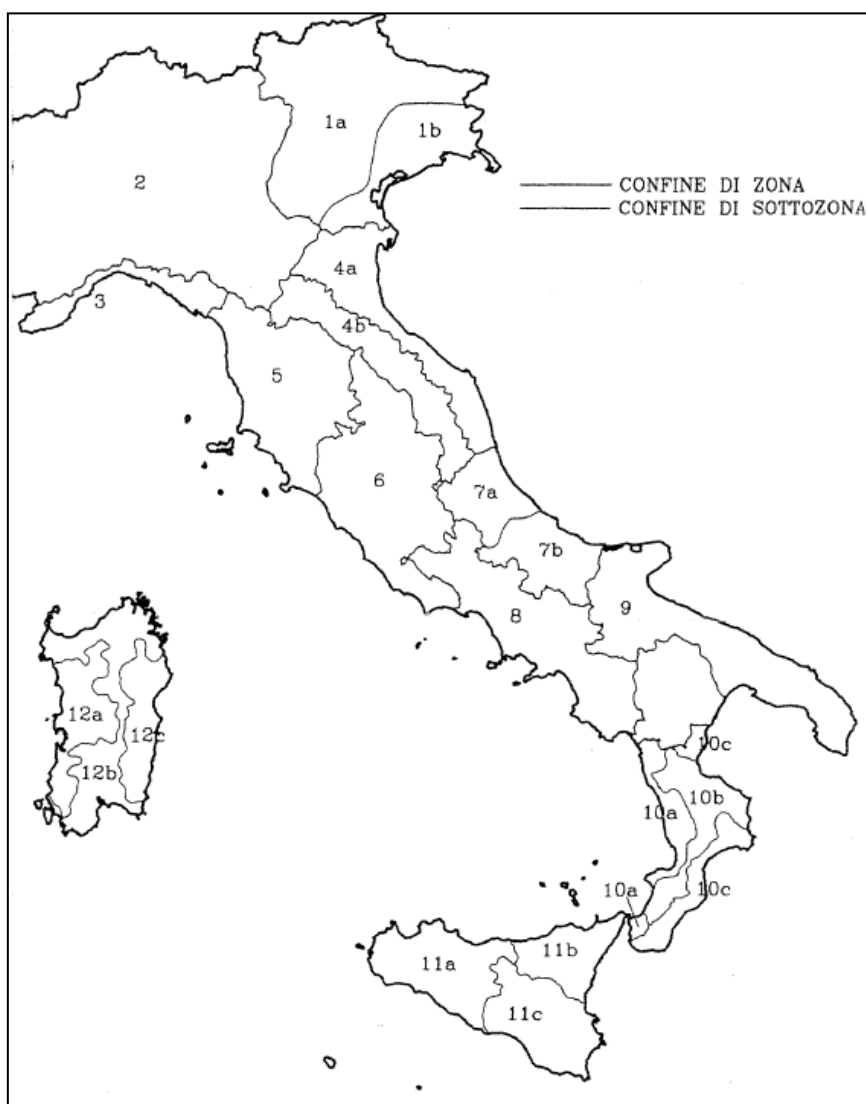
Θ^*	2.231
Λ^*	0.262
Λ_1	35.6

Parametri regionalizzati TCEV II Livello

Per ogni durata di pioggia di 1, 3, 6, 12 e 24 ore si è proceduto alla stima del parametro θ_1 , ottenendo, in funzione dei dati di pioggia a disposizione, i seguenti valori:

STIMA PARAMETRI TCEV 2° LIVELLO DI REGIONALIZZAZIONE					
Durate	1h	3h	6h	12h	24h
Θ^*	2.231	2.231	2.231	2.231	2.231
Λ^*	0.262	0.262	0.262	0.262	0.262
Λ_1	35.6	35.6	35.6	35.6	35.6
Θ_1	8.304	12.078	15.180	19.158	24.544

Parametri legge di distribuzione TCEV al secondo livello di regionalizzazione



Zone pluviometriche omogenee – Rapporto VAPI nazionale

In allegato si riportano, su cartogramma probabilistico, il confronto tra CDF teorica e CDF campionaria.

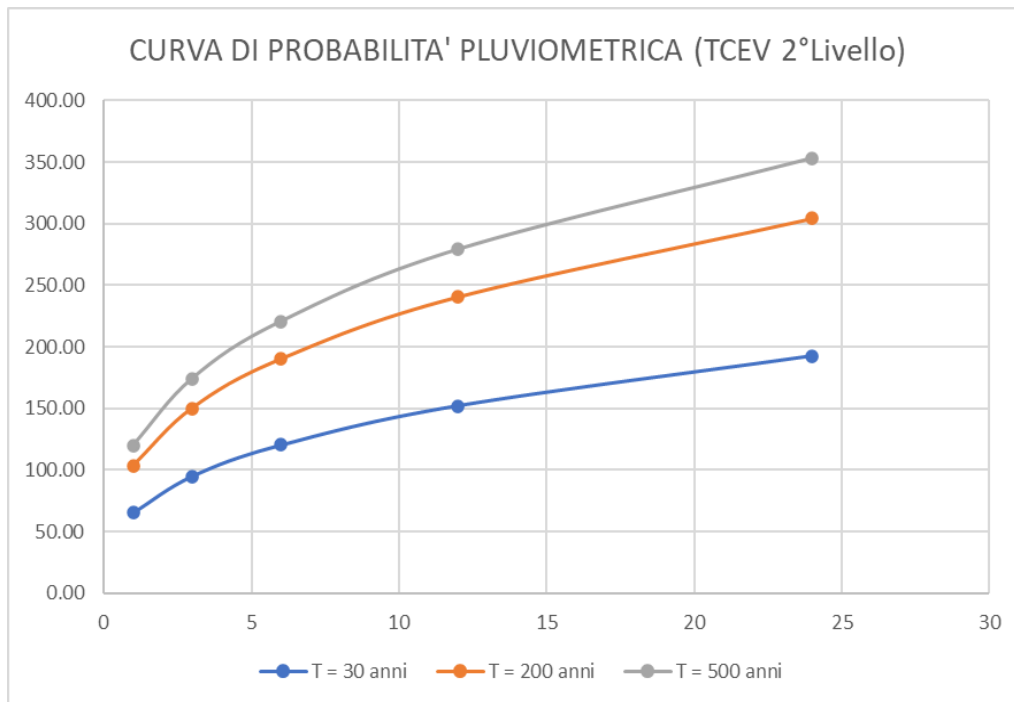
Così come descritto nel paragrafo precedente, si è proceduto alla stima dei parametri a e n delle CPP per i tempi di ritorno $T=20, 200$ e 500 anni sulla base dei dati ottenuti utilizzando la legge TCEV al secondo livello di regionalizzazione ottenendo i seguenti valori:

T=20 anni	TCEV II LIVELLO		
DURATA	a	n	h
1	65.41	0.34	65.41
3			94.98
6			120.17
12			152.05
24			192.38

T=200 anni	TCEV II LIVELLO		
DURATA	a	n	h
1	103.38	0.34	103.38
3			150.10
6			189.91
12			240.27
24			304.00

T=500 anni	TCEV II LIVELLO		
DURATA	a	n	h
1	120.01	0.34	120.01
3			174.25
6			220.48
12			278.97
24			352.98

Valori CPP per $T_r=20, 200$ e 500 anni – distribuzione probabilistica TCEV II Livello



CPP per Tr=20, 200 e 500 anni – distribuzione probabilistica TCEV II Livello

4.4 SCELTA DELLE CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA PER T=20, 200, 500 ANNI

Sulla base dell'analisi statistica condotta sul campione di dati delle massime altezze di pioggia di durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore e sulla base del rapporto VAPI della Liguria, la cui applicazione è prevista nella normativa di piano vigente e nelle linee guida dell'Autorità di Bacino Regionale, si è proceduto alla scelta delle CPP che presenta una legge, e quindi valori di pioggia, più cautelativi. A tale scopo, si è proceduto al confronto, per ogni tempo di ritorno, delle CPP ottenute applicando le tre leggi probabilistiche descritte nei paragrafi precedenti. Di seguito si riportano i confronti sia tabellari e sia grafici.

T=20 anni	GUMBEL			TCEV II LIVELLO			VAPI		
	a	n	h	a	n	h	a	n	h
1	72.70	0.32	72.70	65.41	0.34	65.41	73.09	0.32	73.09
3			103.73			94.98			104.23
6			129.81			120.17			130.38
12			162.44			152.05			163.09
24			203.28			192.38			204.02

Confronto valori CPP per Tr=20 anni



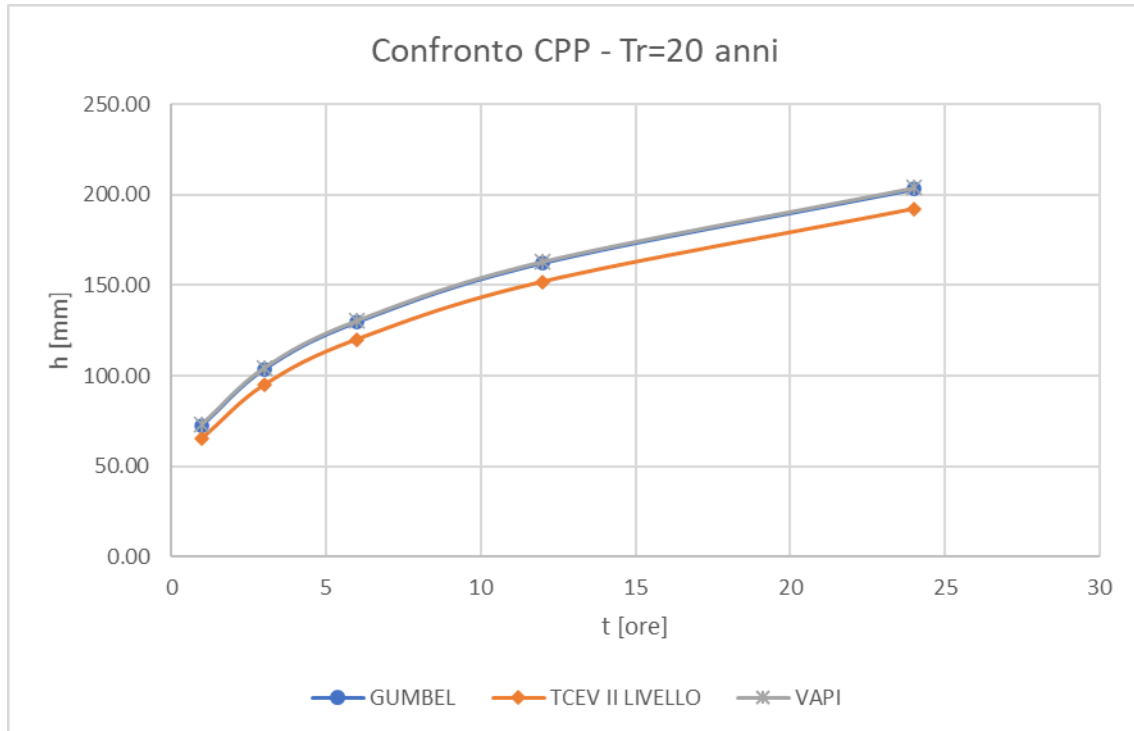
Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Relazione Idrologica

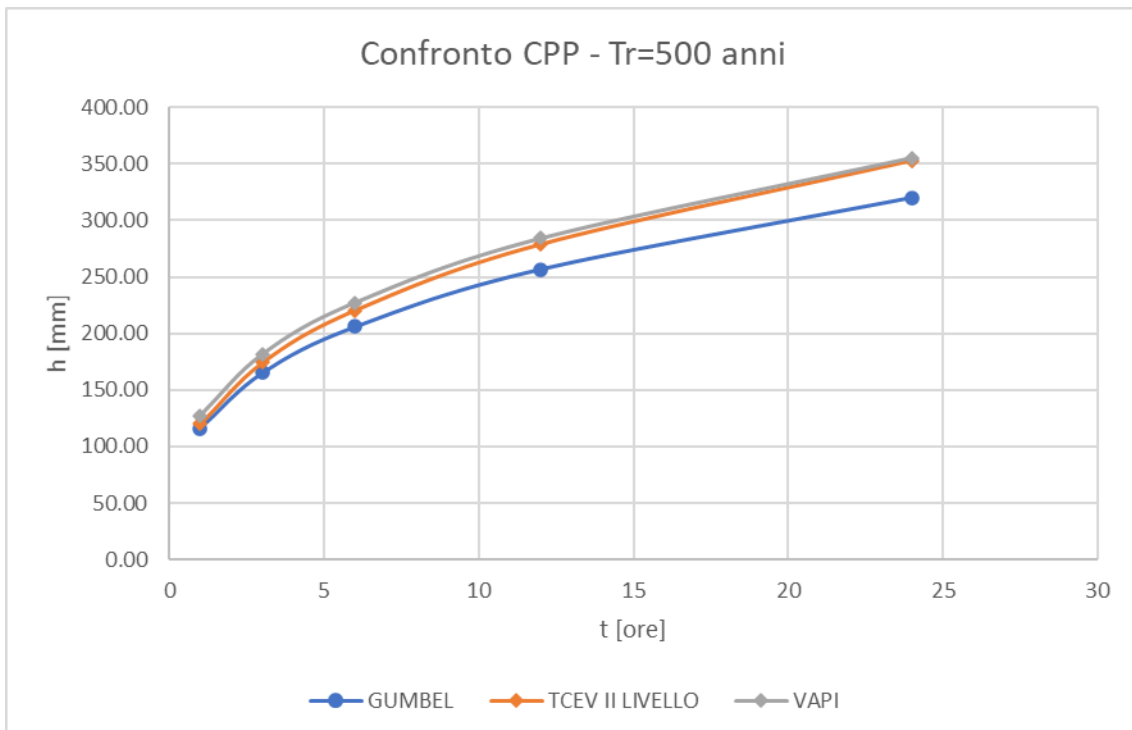
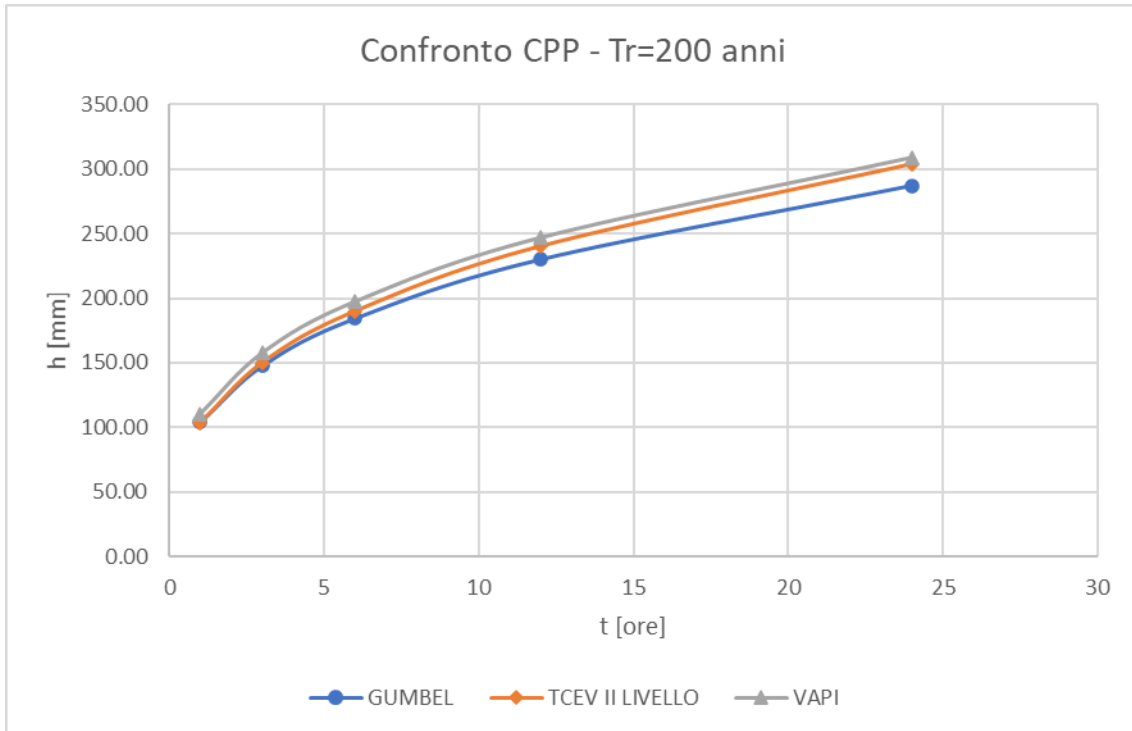
T=200 anni	GUMBEL			TCEV II LIVELLO			VAPI		
DURATA	a	n	h	a	n	h	a	n	h
1	103.99	0.32	103.99	103.38	0.34	103.38	110.62	0.32	110.62
3			147.75			150.10			157.74
6			184.40			189.91			197.33
12			230.14			240.27			246.84
24			287.23			304.00			308.78

Confronto valori CPP per Tr=200 anni

T=500 anni	GUMBEL			TCEV II LIVELLO			VAPI		
DURATA	a	n	h	a	n	h	a	n	h
1	116.34	0.32	116.34	120.01	0.34	120.01	127.36	0.32	127.36
3			165.12			174.25			181.61
6			205.94			220.48			227.18
12			256.85			278.97			284.19
24			320.35			352.98			355.50

Confronto valori CPP per Tr=500 anni





Il confronto mette in evidenza come le CPP definite mediante la procedura VAPI siano più cautelative, di conseguenza saranno prese in esame, per il calcolo delle CPP per $t < 1h$, delle altezze di pioggia e quindi per il calcolo delle portate, i risultati ottenuti applicando il VAPI.

4.5S STIMA DELLE CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA PER DURATE INFERIORI ALL'ORA – FORMULA DI BELL

Il calcolo dei parametri delle curve di possibilità pluviometrica (CPP) per durate inferiori all'ora è stato effettuato mediante la formula di Bell a partire dalle CPP per durate superiori all'ora.

$$\frac{h_{d,T}}{h_{60,T}} = 0.54d^{0.25} - 0.5$$

Con essa è possibile calcolare la pioggia di durata $d < 60$ minuti e tempo di ritorno T , in funzione del valore $h_{60,T}$ fornito dalla CPP relativa allo stesso periodo di ritorno.

I risultati ottenuti sono riportati nella sottostante tabella.

	a	n
Tr 20 anni	75.78	0.47
Tr 200 anni	114.70	0.47
Tr 500 anni	132.05	0.47

Parametri curva possibilità pluviometrica per durate inferiori all'ora

5. STUDIO IDROLOGICO RETICOLO IDROGRAFICO INTERFERITO

Al fine di caratterizzare da un punto di vista idrologico le opere in progetto si è condotta un'analisi idrologica che ha previsto:

- in prima fase l'individuazione del reticolo interferito
- calcolo delle portate mediante il metodo del CIMA
- calcolo delle portate mediante la formula Razionale
- confronto e scelta delle portate di progetto

Nei successivi paragrafi verranno descritte le metodologie e il criterio di confronto e scelta per il calcolo delle portate di progetto per tempi di ritorno T=20, 200 e 500 anni.

5.1 RETICOLO IDROGRAFICO INTERFERENTE L'AREA DI INTERVENTO

L'area oggetto dell'intervento è caratterizzata da un fitto reticolo idrico naturale che percorre il versante naturale soggetto a instabilità.

Il reticolo idrografico che interessa l'area di progetto è costituito da affluenti principali e secondari del Torrente Segno, il cui bacino idrografico fa parte dell'ambito di bacino Regionale n. 11-12 (Ambito Levante della Provincia di Savona) ed è situato interamente nel territorio amministrativo del Comune di Vado Ligure.

I rii minori che interessano l'intervento in progetto sono tutti affluenti in sponda sinistra del Torrente Segno, e sono i seguenti:

- affluente principale: Rio Termini
- affluenti secondari: Rio della Valle, Rio Ballaina, Rio Scuro, Rio Tana e Rio Tovi.

I rii sopra citati presenti nell'area di intervento attraversano il ramo principale esistente dell'autostrada A10 mediante tombinature di differenti dimensioni e forme come riassunto nella seguente tabella.

	<u>Progressiva km asse A10</u>	<u>Tombino esistente</u>
<u>Rio della Valle</u>	<u>Sx 109+947/ Dx 109+908</u>	<u>Ø2.13 m</u>
<u>Rio Ballaina</u>	<u>Sx 110+136.25/ Dx 110+097</u>	<u>2.00 x 2.00 m</u>
<u>Rio Termini</u>	<u>Sx 110+463/ Dx 110+424</u>	<u>4.00 x 4.85 m</u>
<u>Rio Scuro</u>	<u>Sx 110+594.88/ Dx 110+556</u>	<u>Ø3.35 m</u>
<u>Rio Tana</u>	<u>Sx 110+912/ Dx 110+873</u>	<u>2.00 x 2.00 m</u>
<u>Rio Tovi</u>	<u>Sx 111+238/ Dx111+266</u>	<u>2.00 x 2.00 m</u>

I bacini dei rii interessati da interferenze con l'intervento di progetto sono stati perimetrati mediante strumenti gis e sono state definite le aree in corrispondenza delle sezioni di chiusura di interesse, così come illustrato nella seguente tabella. La rappresentazione grafica delle interferenze e dei bacini è riportata nel successivo

TABELLA BACINI IDROGRAFICI			
NOME BACINO	SEZ. DI CHIUSURA	AREA CUMULATA (kmq)	TIPOLOGIA DI INTERFERENZA CON VIABILITÀ DI PROGETTO
RIO TERMINI / BOSSARINO 1	VIADOTTO SVINCOLO	0.902	NUOVO VIADOTTO
RIO TERMINI / BOSSARINO 2	TOMBINO AUTOSTRADALE	0.921	RECAPITO ACQUE METEORICHE PIATTAFORMA
RIO TERMINI / BOSSARINO 3	VALLE AUTOSTRADA	0.924	RECAPITO ACQUE METEORICHE PIATTAFORMA
RIO SCURO 1	TOMBINO AUTOSTRADALE	0.277	RECAPITO ACQUE METEORICHE PIATTAFORMA
RIO SCURO 2	RFI / MOTORIZZAZIONE	0.323	RECAPITO ACQUE METEORICHE PIATTAFORMA
RIO TANA	TOMBINO AUTOSTRADALE	0.089	NUOVO VIADOTTO; RECAPITO ACQUE METEORICHE PIATTAFORMA
RIO TOVI	TOMBINO AUTOSTRADALE	0.133	RECAPITO ACQUE METEORICHE PIATTAFORMA

stralcio planimetrico e nell'elaborato grafico P280_D_IDR_CO_001_A (Corografia dei bacini idrografici

L'interferenza principale è quella legata al Rio Termini. Nel tratto compreso tra il Ponte Bossarino 1, ovvero il viadotto dello svincolo in progetto, e l'imbocco del tombino autostradale esistente l'alveo risulta molto aperto e non inciso, ciò determina la presenza di un'area allagata interferente con le opere di progetto per la quale è prevista la sistemazione idraulica descritta nel seguito della presente relazione.

Nella seguente immagine si riporta una fotografia dell'area appena a monte dell'imbocco del tombino, dalla quale si nota l'assenza di alveo inciso.





Per tutti gli altri corsi d'acqua presenti nelle aree oggetto di intervento del nuovo svincolo autostradale, non sono presenti interferenze con la nuova viabilità che comportano la realizzazione di nuovi attraversamenti, quali tombini e viadotti (ad eccezione del Rio Tana, in cui si evidenzia comunque che il nuovo ponte risulta posizionato molti metri più in alto rispetto al canale U in cls esistente ove transitano le acque del Rio) e quindi la necessità di una modellazione idraulica in moto permanente, come con il Rio Termini.

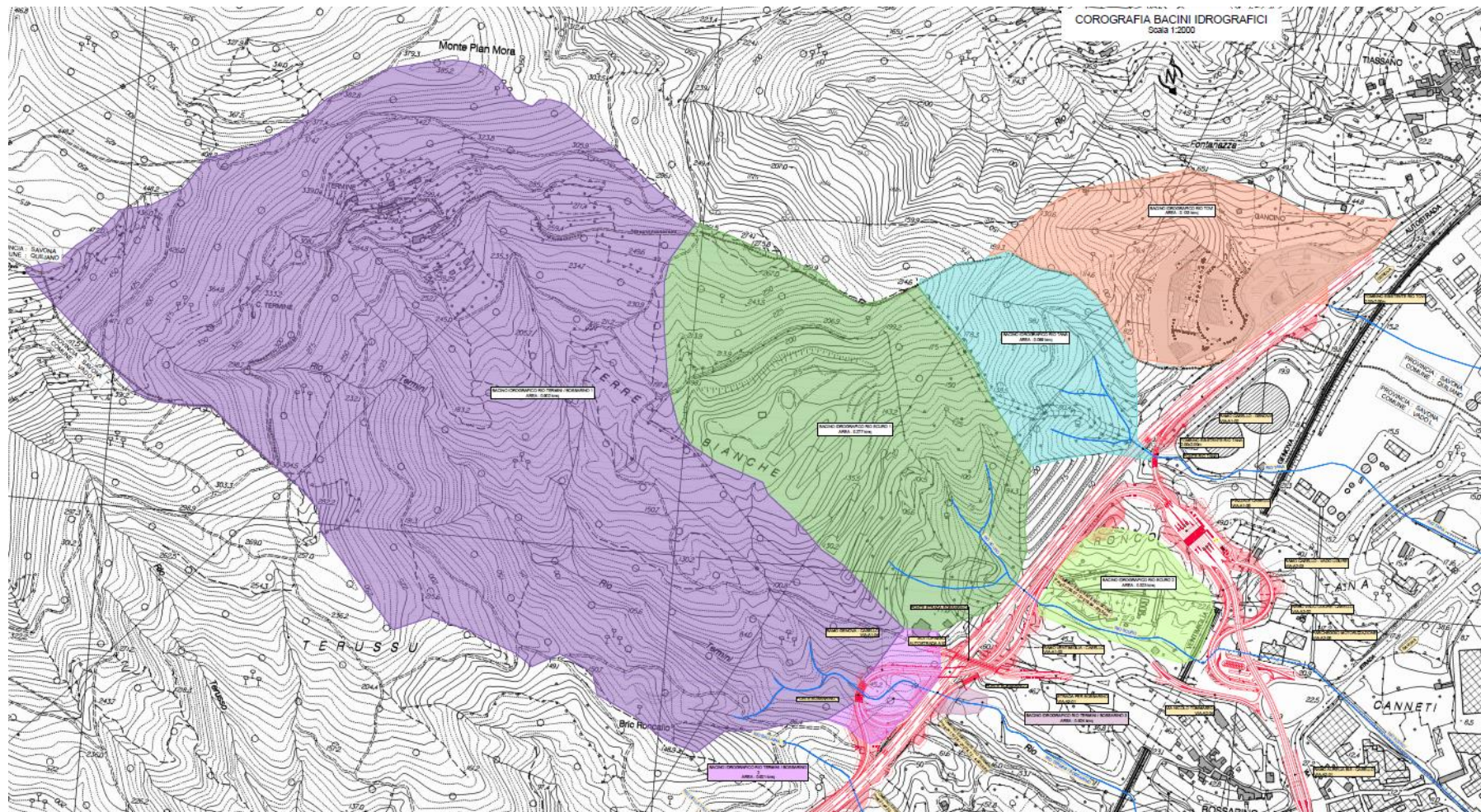
Il tipo di interferenza tra questi corsi d'acqua e il nuovo svincolo autostradale è dovuta soltanto al recapito delle acque meteoriche provenienti dalle viabilità di progetto nei rii stessi, previa laminazione (tramite collettori scatolari), di cui è necessario verificarne la compatibilità di questa portata scaricata con la portata transitante nei rii stessi.

Tra questi rii presenti, si evidenzia il Rio Scuro che attraversa, a valle delle nuove viabilità di progetto, due aree importanti quali la linea ferroviaria e il piazzale motorizzazione. Al fine di verificare che, con le nuove portate scaricate a monte di queste aree, non si presentino problematiche di allagamento, è stata prevista, in analogia al Rio Termini, la modellazione idraulica in moto permanente, monodimensionale, del Rio Stesso.

Per le altre verifiche di compatibilità con i nuovi scarichi, che non necessitano di modellazione idraulica, si è applicato il confronto in percentuale tra la portata scaricata dalle nuove viabilità di progetto con la portata transitante nel rio di riferimento; tali verifiche sono inserite all'interno della "Relazione Idraulica di Piattaforma" P280_D_IDR_RI_001 (in corrispondenza delle verifiche idrauliche dei laminatori).



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Relazione Idrologica



5.2 STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO – METODO DEL CIMA PER PICCOLI BACINI CON DIMENSIONI MINORI DI 2 KM²

Per la stima delle portate di progetto, rispettivamente per i tempi di ritorno $T_r=30$, 200 e 500 anni, si è fatto riferimento a due metodologie i cui risultati sono stati processati e confrontati in modo da considerare i valori maggiormente cautelativi. I due metodi adottati sono:

- Metodo CIMA
- Metodo razionale utilizzando come piogge di progetto i valori ottenuti considerando le CPP calcolate mediante la procedura VAPI.

Nei successivi paragrafi saranno descritti nel dettaglio le due metodologie appena elencate e i rispettivi valori di portata ottenuti e il confronto fra le quest'ultime.

Al fine di descrivere in termini probabilistici le portate di piena, la Regione Liguria ha stipulato con l'Università di Genova - Centro di Ricerca in Monitoraggio Ambientale (CIMA) una convenzione relativa alla "Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri (Luglio 1999)"; lo studio fornisce i valori al colmo di piena relativi a diversi periodi di ritorno dei corsi d'acqua con foce sul litorale tirrenico.

Per bacini con superficie compresa tra 0 e 2 km², come la superficie in esame, viene utilizzato il metodo semplificato di seguito descritto.

Nella Relazione Generale del Bacino Segno - Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico onde evitare la tendenza – legata alla descrizione matematica delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica – a produrre precipitazioni di intensità tendente ad infinito in corrispondenza a durate tendenti a zero, si suggerisce di adottare, per bacini aventi area minore di 2 km², un contributo unitario costante pari a quello ottenuto con riferimento a superfici scolanti aventi area drenata pari a 2 km²+

In questo caso il valore di portata è pari a:

$$Q_T = K_T \cdot A \cdot U_{A=2}$$

nella quale A è la superficie drenata espressa in km², $U_{A=2}$ è il contributo unitario per area pari a 2 km², e K_T è il fattore di frequenza delle portate fornito nella seguente tabella.

T [anni]	5	10	30	50	100	200	500
K_T	1.29	1.79	2.90	3.47	4.25	5.02	6.04



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Relazione Idrologica

Il coefficiente $U_{A=2}$, espresso in $m^3s^{-1}km^{-2}$, è fornito in funzione del tipo di bacino e della sua posizione geografica come nella seguente tabella.

Longitudine		Bacino Tipo			
Gradi	primi	A	B	C	D
8	20	8.85	7.39	5.66	4.97
8	22.5	8.96	7.48	5.73	5.03
8	25	9.07	7.57	5.79	5.09
8	27.5	9.17	7.66	5.86	5.15

Nella seguente tabella si riporta la classificazione dei bacini regionali al fine della stima del valore di CN.

tipo	Descrizione	CN
A	Bacini di tipo residenziale, industriale o commerciale caratterizzati da un elevato grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili superiore al 60%.	92
B	Bacini caratterizzati da un medio grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili compresa fra 30% e 60%.	87
C	Bacini caratterizzati da un basso grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili compresa fra 5% e 30%.	75
D	Bacini caratterizzati da estesa copertura arborea. Estensione delle aree impermeabili inferiore al 5%.	67

Per l'area di studio in oggetto i bacini risultano di tipo C e sono situati a una longitudine di circa $8^{\circ} 25'$; quindi, sulla base di tali dati si può ricavare il valore di $U_{A=2}$ che risulta essere pari a 5.79.

Sono stati considerati tre tempi di ritorno:

- Tr20 anni → per verifiche compatibilità idraulica dello scarico acque meteoriche piattaforma
- Tr200 anni → per la progettazione degli interventi strutturali e delle sistemazioni idrauliche, in accordo con l'art.7 Normativa di Piano per i pdb del territorio della prov. di Savona.
- Tr500 anni → per la verifica, a pieno riempimento, delle opere di sistemazione idraulica sul Rio Termini.

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori di portata di progetto sulla sezione di chiusura dei sottobacini relativi a ogni rio interferente con la viabilità in progetto.



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Relazione Idrologica

Tr 20 - Verifiche compatibilità idraulica scarico acque meteoriche piattaforma

Corso d'acqua	Sez. chiusura	A [km ²]	K _T	U _{A=2} [m ³ /s*km ²]	Q ₂₀ [m ³ /s]
Rio Termini/Bossarino 1	Viadotto Svincolo	0.902	2.60	5.79	13.58
Rio Termini/Bossarino 2	Tombino autostrada	0.921	2.60	5.79	13.87
Rio Termini/Bossarino 3	Valle autostrada	0.924	2.60	5.79	13.91
Rio Scuro 1	Tombino autostrada	0.277	2.60	5.79	4.17
Rio Scuro 2	RFI/Motorizzazione	0.323	2.60	5.79	4.87
Rio Tana	Tombino autostrada	0.089	2.60	5.09	1.18
Rio Tovi	Tombino autostrada	0.133	2.60	5.79	2.00

Tr 200 - Progettazione degli interventi strutturali

Corso d'acqua	Sez. chiusura	A [km ²]	K _T	U _{A=2} [m ³ /s*km ²]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]
Rio Termini/Bossarino 1	Viadotto Svincolo	0.902	5.02	5.79	26.21
Rio Termini/Bossarino 2	Tombino autostrada	0.921	5.02	5.79	26.77
Rio Termini/Bossarino 3	Valle autostrada	0.924	5.02	5.79	26.85
Rio Scuro 1	Tombino autostrada	0.277	5.02	5.79	8.04
Rio Scuro 2	RFI/Motorizzazione	0.323	5.02	5.79	9.40
Rio Tana	Tombino autostrada	0.089	5.02	5.09	2.28
Rio Tovi	Tombino autostrada	0.133	5.02	5.79	3.86

Tr 500 – Verifica sistemazione idraulica Rio Termini

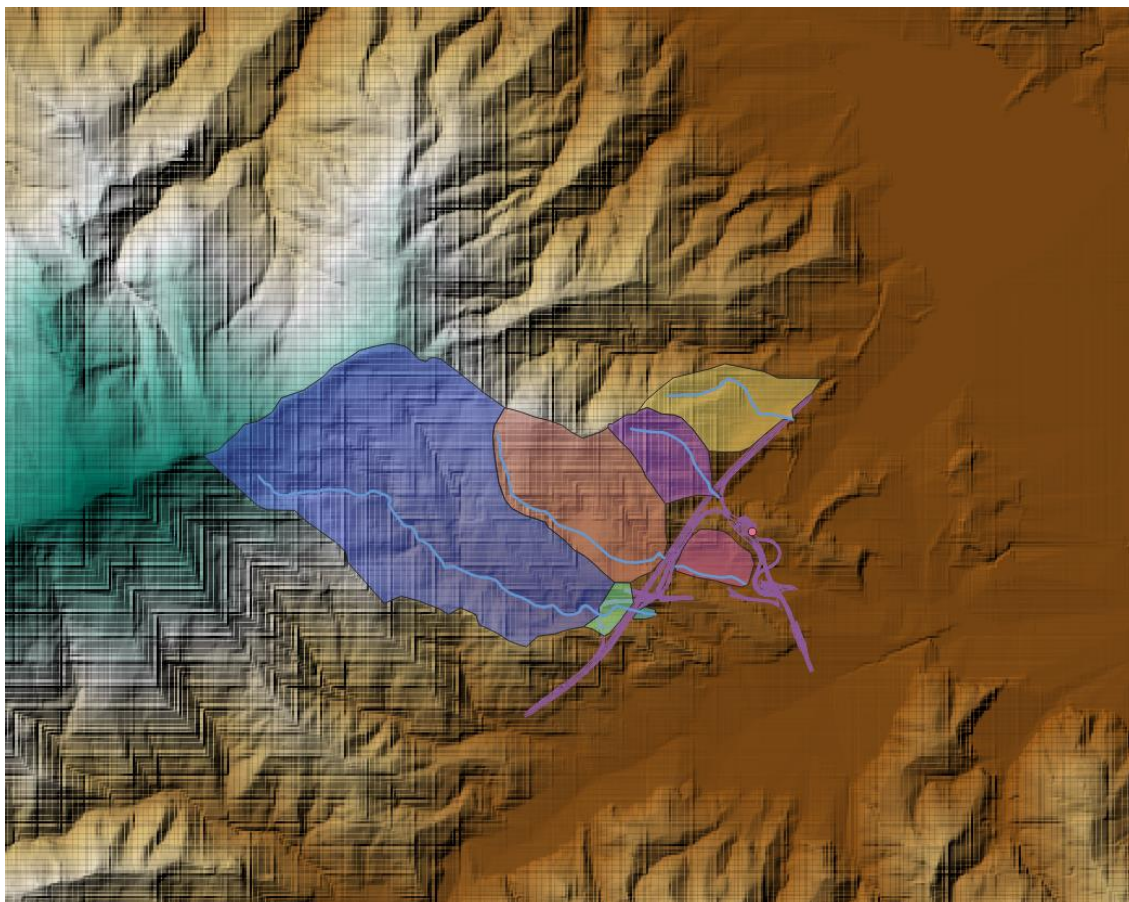
Corso d'acqua	Sez. chiusura	A [km ²]	K _T	U _{A=2} [m ³ /s*km ²]	Q ₅₀₀ [m ³ /s]
Rio Termini/Bossarino 1	Viadotto Svincolo	0.902	6.04	5.79	31.54
Rio Termini/Bossarino 2	Tombino autostrada	0.921	6.04	5.79	32.21
Rio Termini/Bossarino 3	Valle autostrada	0.924	6.04	5.79	32.31

5.3 STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO – METODO RAZIONALE

Per la determinazione delle portate dei corsi d'acqua minori, interferenti con la nuova linea ferroviaria, si sono determinate prima di tutto le superfici S (km²) dei bacini contribuenti il deflusso per le sezioni di chiusura che è necessario verificare.

I bacini considerati sono stati identificati con il codice IN ed un numero e, per ciascuno di essi, è stata individuata la progressiva ferroviaria di progetto in corrispondenza del punto di attraversamento. Inoltre, sulla base del modello digitale del terreno con risoluzione 10m sono stati determinati i sottobacini e le rispettive caratteristiche morfologiche qui di seguito indicate:

- S (km²) : bacino imbrifero con una superficie chiusa in corrispondenza dell'interferenza
- L : Lunghezza dell'asta fluviale fino alla sezione di chiusura
- H med (m s.l.m.): quota media del bacino.
- H max (m s.l.m.): quota massima del bacino.
- H min (m s.l.m.): quota minima del bacino.
- i asta (%): pendenza media asta fluviale.
- i versanti (%): pendenza media dei versanti del sottobacino.



Con queste grandezze è possibile determinare i tempi di corrivazione secondo le formule di:

Pezzoli

$$T_c = 0.055 \cdot \frac{L}{i^{0.5}}$$

Viparelli

$$T_c = \frac{L}{3.6 \cdot v_v}$$

Merlo-Tournon (tarato su bacini piemontesi di estensione molto piccola)

$$T_c = 0.396 \cdot \frac{L}{\sqrt{i}} \cdot \left(\frac{S \cdot \sqrt{i}}{L^2 \cdot \sqrt{i_m}} \right)$$

Pasini

$$T_c = \frac{24 \cdot 0.045 \cdot \sqrt[3]{S \cdot L}}{\sqrt{i} \cdot 100}$$

Ventura

$$T_c = 0.1272 \cdot \sqrt{\frac{S}{i}}$$

dove:

- T_c : è il tempo di corrivazione (ore),
- S : è l'area del bacino idrografico (km²),
- L : è la lunghezza dell'asta principale estesa fino allo spartiacque (km),
- i : è la pendenza media dell'asta principale,
- i_m : è la pendenza media del bacino.

Giandotti modificata per piccoli bacini

$$T_c = \frac{1}{M \cdot d} \cdot \sqrt{A_b} + 1.5 \cdot L_b$$

$$0.8 \cdot \sqrt{H_m}$$

Dove:

- A_b : area del bacino in kmq
- L_b : lunghezza dell'asta principale in km
- H_m : quota media rispetto alla sezione di chiusura
- M e d : costanti numeriche che dipendono dal suolo

Tipo di copertura	M
Terreno nudo	0,667
Terreni coperti con erbe rade	0,250
Terreni coperti da bosco	0,200
Terreni coperti da prato permanente	0,167
Permeabilità	d
Terreni semi-impermeabili	1,270
Terreni poco permeabili	0,960
Terreni mediamente permeabili	0,810
Terreni molto permeabili	0,690

Kirpich

$$T_c = 0.000325 \times L^{0.77} \times S^{-0.385}$$

Dove:

- L : lunghezza asta principale in km
- S : pendenza media del bacino

Di seguito si riportano i parametri caratteristici dei bacini e rispettivi tempi di corrivazione stimati come valore medio dei valori ottenuti dalle singole formulazioni sopra elencate e descritte.



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Relazione Idrologica

Corso d'acqua	Sez. chiusura	A [km ²]	L [km]	H0 [mslm]	ia _{sta} [m/m]	iversante [m/m]	tc medio [min]
Rio Termini/Bossarino 1	Viadotto Svincolo	0.902	1.61	44	0.14	0.42	22.96
Rio Termini/Bossarino 2	Tombino autostrada	0.921	0.16	36.4	0.05	0.4	4.66
Rio Termini/Bossarino 3	Valle autostrada	0.924	0.07	32.0	0.05	0.22	2.31
Rio Scuro 1	Tombino autostrada	0.277	0.93	37.5	0.13	0.37	14.01
Rio Scuro 2	RFI/Motorizzazione	0.323	0.28	21.9	0.03	0.24	7.70
Rio Tana	Tombino autostrada	0.089	0.46	31.6	0.1	0.2	9.45
Rio Tovi	Tombino autostrada	0.133	0.57	22.0	0.11	0.22	12.42

Per il calcolo della portata di progetto si è fatto riferimento alla formula razionale definita come:

$$Q_t = \frac{C \cdot h_c \cdot A}{3.6 \cdot t_c}$$

Con:

- Q_t : portata in funzione del tempo di ritorno t ;
- H_c : valore pioggia netta
- h_c/t_c : intensità di pioggia per una durata pari a tempo di corrivazione;
- A : area del bacino
- C : coefficiente di deflusso.

Le altezze di pioggia sono state calcolate sulla base delle CPP descritte nei paragrafi precedenti per un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione di ciascun sottobacino.

Le altezze di pioggia netta sono state calcolate adottando il metodo dell'SCS-Curve Number che definisce la pioggia netta secondo la seguente equazione:

$$P_{net} = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a + S)}$$

dove S rappresenta il massimo volume specifico di acqua che il terreno può trattenere in condizioni di saturazione o capacità di ritenzione del suolo (S) deriva dalla seguente relazione:

$$S = 254 \times (100/CN - 1)$$

Dall'analisi del risultato di molte osservazioni sperimentali ne deriva che la perdita iniziale (I_a) è legata alla capacità di ritenzione del suolo (S) dalla relazione;

$$I_a = 0.2 \times S$$

Come valore del CN è stato considerato quello già definito dallo studio del CIMA e quindi assunto pari a 75.

Per la stima del coefficiente di deflusso C, questo è stato calcolato come rapporto tra la pioggia netta e la pioggia lorda. Le portate sono state calcolate per i tre tempi di ritorno T= 20, 200 e 500 anni

Di seguito si riportano i valori di portata ottenuti per il sistema di sottobacini oggetto di studio mentre in allegato si riportano in dettaglio tutti i parametri assunti e calcolati.

Corso d'acqua	tc medio [min]	CN	Q ₂₀ [mc/s]	Q ₂₀₀ [mc/s]	Q ₅₀₀ [mc/s]
Rio Termini/Bossarino 1	22.96	75	11.17	21.80	27.07
Rio Termini/Bossarino 2	4.66	75	11.48	22.45	27.90
Rio Termini/Bossarino 3	2.31	75	11.53	22.57	28.05
Rio Scuro 1	14.01	75	3.69	7.40	9.27
Rio Scuro 2	7.70	75	4.41	8.87	11.13
Rio Tana	9.45	75	1.30	2.67	3.36
Rio Tovi	12.42	75	1.82	3.66	4.60

5.4 CONFRONTO PORTATE DI PROGETTO METODO CIMA – METODO RAZIONALE

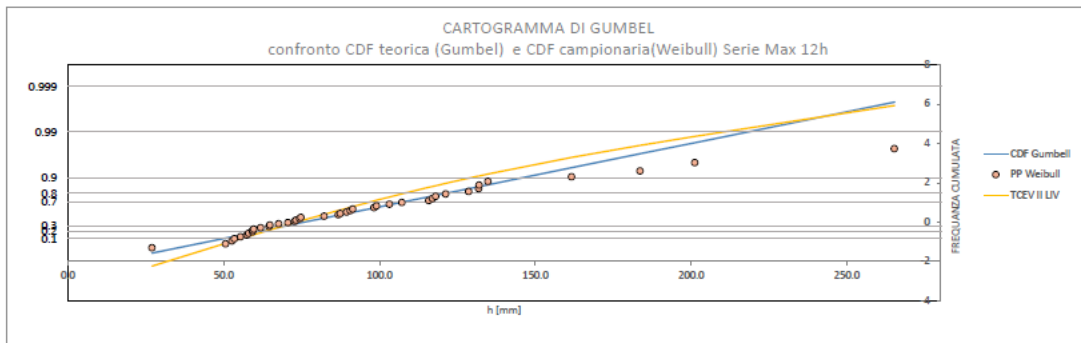
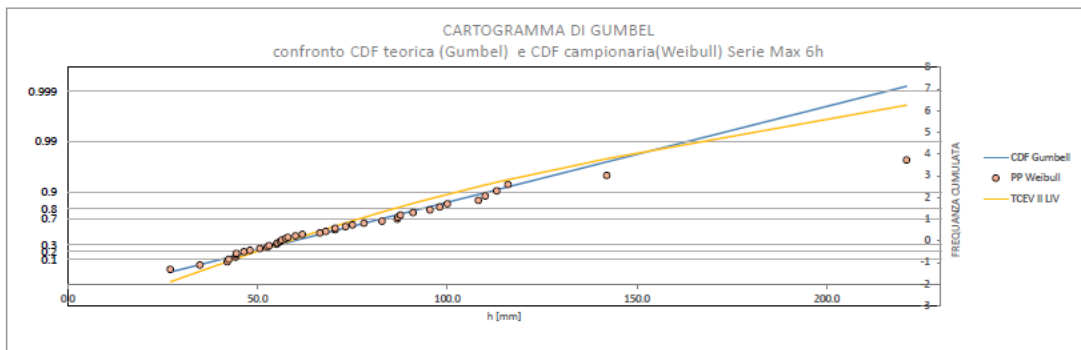
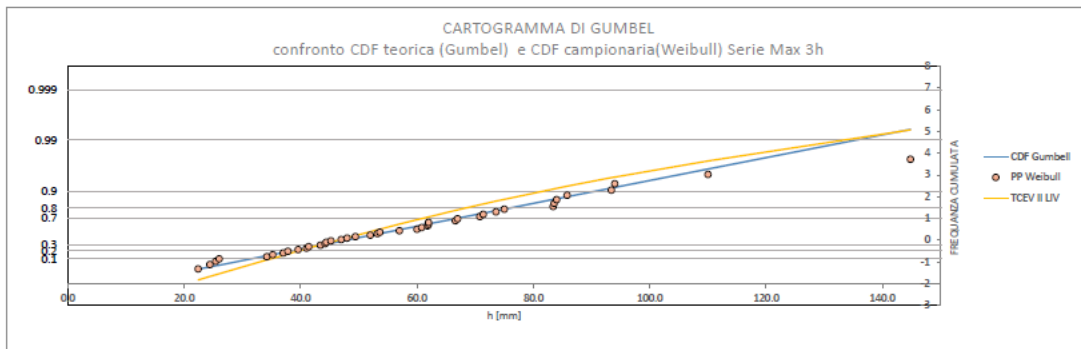
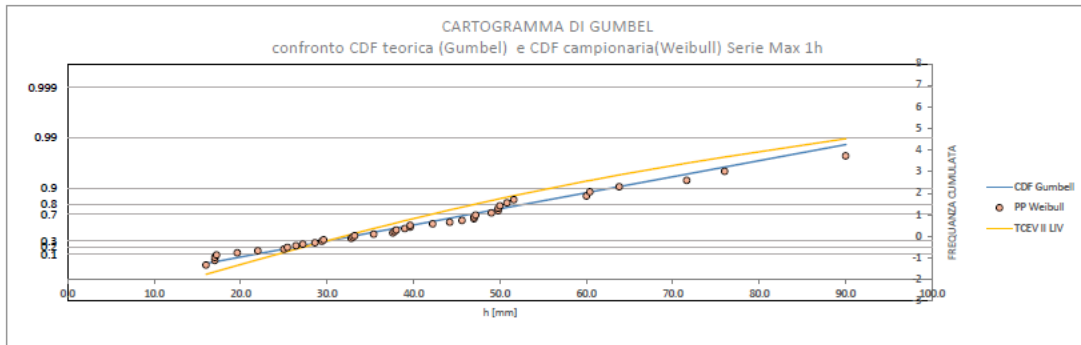
Definite le portate secondo i due metodi, ovvero metodo CIMA e metodo Razionale con stima della pioggia netta mediante il metodo dell'SCS-Curve Number, si è proceduto ad un confronto dei risultati ottenuti in modo da definire le portate di progetto per i diversi tempi di ritorno Tr= 20, 200 e 500 anni scegliendo i valori più cautelativi. Di seguito si riporta la tabella di confronto:

Corso d'acqua	Sez. chiusura	METODO RAZIONALE			METODO CIMA		
		Q ₂₀ [mc/s]	Q ₂₀₀ [mc/s]	Q ₅₀₀ [mc/s]	Q ₂₀ [mc/s]	Q ₂₀₀ [mc/s]	Q ₅₀₀ [mc/s]
Rio Termini/Bossarino 1	Viadotto Svincolo	11.17	21.80	27.07	13.58	26.21	31.54
Rio Termini/Bossarino 2	Tombino autostrada	11.48	22.45	27.90	13.87	26.77	32.21
Rio Termini/Bossarino 3	Valle autostrada	11.53	22.57	28.05	13.91	26.85	32.31
Rio Scuro 1	Tombino autostrada	3.69	7.40	9.27	4.17	8.04	9.68
Rio Scuro 2	RFI/Motorizzazione	4.41	8.87	11.13	4.87	9.40	11.30
Rio Tana	Tombino autostrada	1.30	2.67	2.73	1.18	2.28	2.74
Rio Tovi	Tombino autostrada	1.82	3.66	4.60	2.00	3.86	4.65

Dal confronto emerge come i valori di portata calcolati mediante il metodo CIMA risultano più cautelativi. Come portate di progetto, quindi, saranno considerate quelle calcolate mediante quest'ultimo metodo.

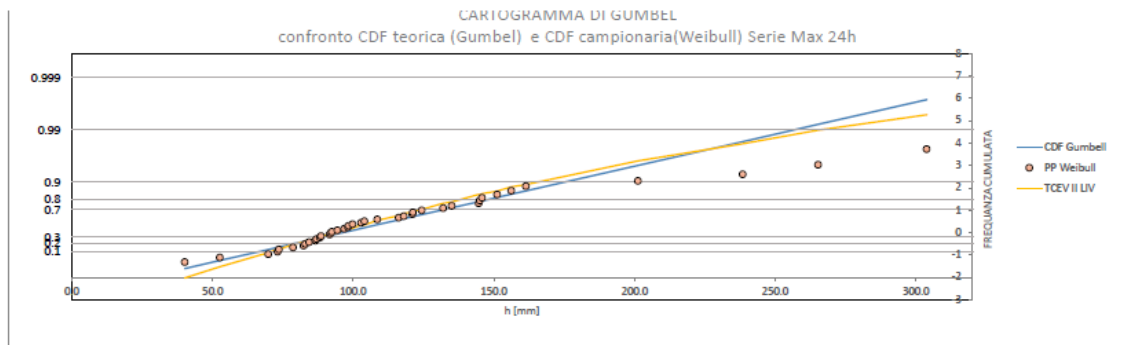
6. ALLEGATI

6.1 DISTRIBUZIONI DI PROBABILITA' – CDF TEORICA – CDF CAMPIONARIA SU CARTOGRAMMA PROBABILISTICO





Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Relazione Idrologica





Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Relazione Idrologica

6.2 TEMPI DI CORRIVAZIONE

Bacino imbrifero Rio Termini/Bassarino 1

Dati geometrici

A	90200	m ²	0.90	km ²
L (asta principale)	1.605	m	1.61	km
Hmax	502.9	m s.l.m.		
H0	44	m s.l.m.		
Hmean	233	m s.l.m.		
i asta	0.14	-	10.8	°
i versante	0.42	-	26.452984	°
M (tipo di copertura)	0.200	-		
Permeabilità	0.81	-		

Calcolo tempo di corrvazione

	Pezzoli	Viparelli	Kirpich	Giandotti modificata	Ventura	Pasini	Tournon	Valore medio
Tc [h]	0.24	0.45	0.13	0.68	0.32	0.33	0.54	
Tc [min]	14.16	26.75	8.00	40.63	19.37	19.59	32.24	22.96

tempo di corrvazione	θ [min]	22.96	min
	θ [ore]	0.38	ore
area bacino	A	0.902	km ²

Bacino imbrifero Rio Termini/Bassarino 2

Dati geometrici

A	19000	m ²	0.02	km ²
L (asta principale)	161	m	0.16	km
Hmax	80.1	m s.l.m.		
H0	36.4	m s.l.m.		
Hmean	57.7	m s.l.m.		
i asta	0.05	-	14.32	°
i versante	0.4	-	27.734995	°
M (tipo di copertura)	0.200	-		
Permeabilità	0.81	-		

Calcolo tempo di corrvazione

	Pezzoli	Viparelli	Kirpich	Giandotti modificata	Ventura	Pasini	Tournon	Valore medio
Tc [h]	0.04	0.04	0.02	0.18	0.08	0.07	0.11	
Tc [min]	2.38	2.68	1.39	10.79	4.70	4.21	6.47	4.66

tempo di corrvazione	θ [min]	4.66	min
	θ [ore]	0.08	ore
area bacino	A	0.019	km ²

Bacino imbrifero Rio Termini/Bassarino 3

Dati geometrici

A	3000	m ²	0.00	km ²
L (asta principale)	71	m	0.07	km
Hmax	42.4	m s.l.m.		
H0	32.0	m s.l.m.		
Hmean	36.4	m s.l.m.		
i asta	0.05	-	14.32	°
i versante	0.22	-	27.734995	°
M (tipo di copertura)	0.167	-		
Permeabilità	0.81	-		

Calcolo tempo di corrvazione

	Pezzoli	Viparelli	Kirpich	Giandotti modificata	Ventura	Pasini	Tournon	Valore medio
Tc [h]	0.02	0.02	0.02	0.11	0.03	0.03	0.05	
Tc [min]	1.05	1.18	0.93	6.36	1.87	1.73	3.05	2.31



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Relazione Idrologica

tempo di corrivazione	θ [min]	2.31	min
	θ [ore]	0.04	ore
area bacino	A	0.003	km ²

Bacino imbrifero Rio Scuro 1 - Tombino autostrada

Dati geometrici

A	270000	m ²	0.27	km ²
L (asta principale)	930	m	0.93	km
Hmax	274.0	m s.l.m.		
H0	37.5	m s.l.m.		
Hmean	152.2	m s.l.m.		
i asta	0.13	-	14.32	°
i versante	0.37	-	27.734995	°
M (tipo di copertura)	0.200	-		
Permeabilità	0.81	-		

Calcolo tempo di corrivazione

	Pezzoli	Viparelli	Kirpich	Giandotti modificata	Ventura	Pasini	Tourmon	Valore medio
Tc [h]	0.14	0.26	0.09	0.47	0.18	0.19	0.30	
Tc [min]	8.51	15.50	5.52	27.98	11.00	11.34	18.19	14.01

tempo di corrivazione	θ [min]	14.01	min
	θ [ore]	0.23	ore
area bacino	A	0.270	km ²

Bacino imbrifero Rio Scuro 2 -RFI/Motorizzazione

Dati geometrici

A	47000	m ²	0.05	km ²
L (asta principale)	283	m	0.28	km
Hmax	71.8	m s.l.m.		
H0	21.9	m s.l.m.		
Hmean	36.4	m s.l.m.		
i asta	0.03	-	14.32	°
i versante	0.24	-	27.734995	°
M (tipo di copertura)	0.667	-		
Permeabilità	0.81	-		

Calcolo tempo di corrivazione

	Pezzoli	Viparelli	Kirpich	Giandotti modificata	Ventura	Pasini	Tourmon	Valore medio
Tc [h]	0.09	0.08	0.04	0.17	0.16	0.15	0.21	
Tc [min]	5.39	4.72	2.61	10.26	9.55	8.86	12.51	7.70

tempo di corrivazione	θ [min]	7.70	min
	θ [ore]	0.13	ore
area bacino	A	0.047	km ²

Bacino imbrifero Rio Tana

Dati geometrici

A	89000	m ²	0.09	km ²
L (asta principale)	460	m	0.46	km
Hmax	211.3	m s.l.m.		
H0	31.6	m s.l.m.		
Hmean	107.5	m s.l.m.		
i asta	0.1	-	14.32	°
i versante	0.2	-	27.734995	°
M (tipo di copertura)	0.167	-		
Permeabilità	0.81	-		



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Relazione Idrologica

Calcolo tempo di corrivazione

	Pezzoli	Viparelli	Kirpich	Giandotti modificata	Ventura	Pasini	Tournon	Valore medio
Tc [h]	0.08	0.13	0.07	0.35	0.12	0.12	0.24	
Tc [min]	4.80	7.67	4.07	20.94	7.20	7.06	14.44	9.45

tempo di corrivazione	θ [min]	9.45	min
	θ [ore]	0.16	ore
area bacino	A	0.089	km ²

Bacino imbrifero Rio Tovi

Dati geometrici

A	130000	m ²	0.13	km ²
L (asta principale)	570	m	0.57	km
Hmax	163.4	m s.l.m.		
H0	22.0	m s.l.m.		
Hmean	59.6	m s.l.m.		
i asta	0.11	-	14.32	*
i versante	0.22	-	27.734995	*
M (tipo di copertura)	0.167	-		
Permeabilità	0.81	-		

Calcolo tempo di corrivazione

	Pezzoli	Viparelli	Kirpich	Giandotti modificata	Ventura	Pasini	Tournon	Valore medio
Tc [h]	0.09	0.16	0.08	0.57	0.14	0.14	0.27	
Tc [min]	5.67	9.50	4.63	34.21	8.30	8.21	16.45	12.42

tempo di corrivazione	θ [min]	12.42	min
	θ [ore]	0.21	ore
area bacino	A	0.130	km ²

6.3 PORTATE METODO RAZIONALE

SOTTOBACINO RIO TERMINI/BASSARINO 1																								
	l.s.p.p.																							
	t < 1 ora		t > 1 ora																					
	a	n	a'	n'																				
da elab CCP gis	75.784	0.470	73.091	0.323																				
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>CN medio</td> <td style="text-align: center;">75</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>S'</td> <td style="text-align: center;">84.40</td> <td style="text-align: center;">mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>la</td> <td style="text-align: center;">0.84</td> <td style="text-align: center;">mm</td> <td></td> </tr> </table>				CN medio	75			S'	84.40	mm		la	0.84	mm									
CN medio	75																							
S'	84.40	mm																						
la	0.84	mm																						
tempo di corrivazione	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>θ [min]</td> <td style="text-align: center;">22.96</td> <td style="text-align: center;">min</td> <td></td> </tr> <tr> <td>θ [ore]</td> <td style="text-align: center;">0.38</td> <td style="text-align: center;">ore</td> <td></td> </tr> </table>				θ [min]	22.96	min		θ [ore]	0.38	ore													
θ [min]	22.96	min																						
θ [ore]	0.38	ore																						
area bacino	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>A</td> <td style="text-align: center;">90.20</td> <td style="text-align: center;">ha</td> <td></td> </tr> </table>				A	90.20	ha																	
A	90.20	ha																						
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>h totale [mm]</td> <td style="text-align: center;">48.27</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>h netta [mm]</td> <td style="text-align: center;">17.06</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>coeff deflusso</td> <td style="text-align: center;">0.35</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>i netta [mm/h]</td> <td style="text-align: center;">44.58</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Q netta [m3/s]</td> <td style="text-align: center;">11.17</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				h totale [mm]	48.27			h netta [mm]	17.06			coeff deflusso	0.35			i netta [mm/h]	44.58			Q netta [m3/s]	11.17		
h totale [mm]	48.27																							
h netta [mm]	17.06																							
coeff deflusso	0.35																							
i netta [mm/h]	44.58																							
Q netta [m3/s]	11.17																							
Portata di progetto	Q20[m³/s]		11.17																					

SOTTOBACINO RIO TERMINI/BASSARINO 2																								
	l.s.p.p.																							
	t < 1 ora		t > 1 ora																					
	a	n	a'	n'																				
da elab CCP gis	75.784	0.470	73.091	0.323																				
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>CN medio</td> <td style="text-align: center;">75</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>S'</td> <td style="text-align: center;">84.40</td> <td style="text-align: center;">mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>la</td> <td style="text-align: center;">0.84</td> <td style="text-align: center;">mm</td> <td></td> </tr> </table>				CN medio	75			S'	84.40	mm		la	0.84	mm									
CN medio	75																							
S'	84.40	mm																						
la	0.84	mm																						
tempo di corrivazione	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>θ [min]</td> <td style="text-align: center;">4.66</td> <td style="text-align: center;">min</td> <td></td> </tr> <tr> <td>θ [ore]</td> <td style="text-align: center;">0.08</td> <td style="text-align: center;">ore</td> <td></td> </tr> </table>				θ [min]	4.66	min		θ [ore]	0.08	ore													
θ [min]	4.66	min																						
θ [ore]	0.08	ore																						
area bacino	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>A</td> <td style="text-align: center;">1.90</td> <td style="text-align: center;">ha</td> <td></td> </tr> </table>				A	1.90	ha																	
A	1.90	ha																						
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>h totale [mm]</td> <td style="text-align: center;">22.82</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>h netta [mm]</td> <td style="text-align: center;">4.54</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>coeff deflusso</td> <td style="text-align: center;">0.20</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>i netta [mm/h]</td> <td style="text-align: center;">58.46</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Q netta [m3/s]</td> <td style="text-align: center;">14.65</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				h totale [mm]	22.82			h netta [mm]	4.54			coeff deflusso	0.20			i netta [mm/h]	58.46			Q netta [m3/s]	14.65		
h totale [mm]	22.82																							
h netta [mm]	4.54																							
coeff deflusso	0.20																							
i netta [mm/h]	58.46																							
Q netta [m3/s]	14.65																							
Portata di progetto	Q20[m³/s]		11.48																					

SOTTOBACINO RIO TERMINI/BASSARINO 3																								
	l.s.p.p.																							
	t < 1 ora		t > 1 ora																					
	a	n	a'	n'																				
da elab CCP gis	75.784	0.470	73.091	0.323																				
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>CN medio</td> <td style="text-align: center;">75</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>S'</td> <td style="text-align: center;">84.40</td> <td style="text-align: center;">mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>la</td> <td style="text-align: center;">0.84</td> <td style="text-align: center;">mm</td> <td></td> </tr> </table>				CN medio	75			S'	84.40	mm		la	0.84	mm									
CN medio	75																							
S'	84.40	mm																						
la	0.84	mm																						
tempo di corrivazione	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>θ [min]</td> <td style="text-align: center;">2.31</td> <td style="text-align: center;">min</td> <td></td> </tr> <tr> <td>θ [ore]</td> <td style="text-align: center;">0.04</td> <td style="text-align: center;">ore</td> <td></td> </tr> </table>				θ [min]	2.31	min		θ [ore]	0.04	ore													
θ [min]	2.31	min																						
θ [ore]	0.04	ore																						
area bacino	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>A</td> <td style="text-align: center;">0.30</td> <td style="text-align: center;">ha</td> <td></td> </tr> </table>				A	0.30	ha																	
A	0.30	ha																						
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>h totale [mm]</td> <td style="text-align: center;">16.41</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>h netta [mm]</td> <td style="text-align: center;">2.42</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>coeff deflusso</td> <td style="text-align: center;">0.15</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>i netta [mm/h]</td> <td style="text-align: center;">62.98</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Q netta [m3/s]</td> <td style="text-align: center;">15.78</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				h totale [mm]	16.41			h netta [mm]	2.42			coeff deflusso	0.15			i netta [mm/h]	62.98			Q netta [m3/s]	15.78		
h totale [mm]	16.41																							
h netta [mm]	2.42																							
coeff deflusso	0.15																							
i netta [mm/h]	62.98																							
Q netta [m3/s]	15.78																							
Portata di progetto	Q20[m³/s]		11.53																					



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Relazione Idrologica

SOTTOBACINO RIO SCURO 1 - TOMBINO AUTOSTRADA				
	I.s.p.p.			
	t < 1 ora		t > 1 ora	
	a	n	a'	n'
da elab CCP gis	75.784	0.470	73.091	0.323
	CN medio 75			
	S' 84.40 mm			
	Ia 0.84 mm			
tempo di corrivazione	θ [min] 14.01 min			
	θ [ore] 0.23 ore			
area bacino	A 27.00 ha			
	h totale [mm] 38.26			
	h netta [mm] 11.50			
	coeff deflusso 0.30			
	i netta [mm/h] 49.25			
	Q netta [m ³ /s] 12.34			
Portata di progetto	Q20[m³/s]	3.69		

SOTTOBACINO RIO SCURO 2 - RFI/MOTORIZZAZIONE				
	I.s.p.p.			
	t < 1 ora		t > 1 ora	
	a	n	a'	n'
da elab CCP gis	75.784	0.470	73.091	0.323
	CN medio 75			
	S' 84.40 mm			
	Ia 0.84 mm			
tempo di corrivazione	θ [min] 7.70 min			
	θ [ore] 0.13 ore			
area bacino	A 4.70 ha			
	h totale [mm] 28.89			
	h netta [mm] 7.00			
	coeff deflusso 0.24			
	i netta [mm/h] 54.51			
	Q netta [m ³ /s] 13.66			
Portata di progetto	Q20[m³/s]	4.41		

SOTTOBACINO RIO TERMINI/BASSARINO 1				
	I.s.p.p.			
	t<1 ora		t >1 ora	
	a	n	a'	n'
da elab CCP gis	114.700	0.470	110.623	0.323
	CN medio		75	
	S'	84.40	mm	
	la	0.84	mm	
tempo di corrivazione	θ [min]	22.96	min	
	θ [ore]	0.38	ore	
area bacino	A	90.20	ha	
	h totale [mm]		73.05	
h netta [mm]		33.30		
coeff deflusso		0.46		
i netta [mm/h]		87.00		
Q netta [m3/s]		21.80		
Portata di progetto	Q200[m³/s]		21.80	

SOTTOBACINO RIO TERMINI/BASSARINO 2				
	I.s.p.p.			
	t<1 ora		t >1 ora	
	a	n	a'	n'
da elab CCP gis	75.784	0.470	73.091	0.323
	CN medio		75	
	S'	84.40	mm	
	la	0.84	mm	
tempo di corrivazione	θ [min]	4.66	min	
	θ [ore]	0.08	ore	
area bacino	A	1.90	ha	
	h totale [mm]		34.54	
h netta [mm]		9.61		
coeff deflusso		0.28		
i netta [mm/h]		123.79		
Q netta [m3/s]		31.02		
Portata di progetto	Q200[m³/s]		22.45	

SOTTOBACINO RIO TERMINI/BASSARINO 3				
	I.s.p.p.			
	t<1 ora		t >1 ora	
	a	n	a'	n'
da elab CCP gis	75.784	0.470	73.091	0.323
	CN medio		75	
	S'	84.40	mm	
	la	0.84	mm	
tempo di corrivazione	θ [min]	2.31	min	
	θ [ore]	0.04	ore	
area bacino	A	0.30	ha	
	h totale [mm]		24.84	
h netta [mm]		5.31		
coeff deflusso		0.21		
i netta [mm/h]		137.99		
Q netta [m3/s]		34.57		
Portata di progetto	Q200[m³/s]		22.57	

SOTTOBACINO RIO SCURO 1 - TOMBINO AUTOSTRADA																								
	I.s.p.p.																							
	t<1 ora		t >1 ora																					
	a	n	a'	n'																				
da elab CCP gis	75.784	0.470	73.091	0.323																				
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>CN medio</td> <td style="text-align: center;">75</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>S'</td> <td style="text-align: center;">84.40</td> <td style="text-align: center;">mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>la</td> <td style="text-align: center;">0.84</td> <td style="text-align: center;">mm</td> <td></td> </tr> </table>				CN medio	75			S'	84.40	mm		la	0.84	mm									
CN medio	75																							
S'	84.40	mm																						
la	0.84	mm																						
tempo di corrivazione	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>θ [min]</td> <td style="text-align: center;">14.01</td> <td style="text-align: center;">min</td> <td></td> </tr> <tr> <td>θ [ore]</td> <td style="text-align: center;">0.23</td> <td style="text-align: center;">ore</td> <td></td> </tr> </table>				θ [min]	14.01	min		θ [ore]	0.23	ore													
θ [min]	14.01	min																						
θ [ore]	0.23	ore																						
area bacino	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>A</td> <td style="text-align: center;">27.00</td> <td style="text-align: center;">ha</td> <td></td> </tr> </table>				A	27.00	ha																	
A	27.00	ha																						
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>h totale [mm]</td> <td style="text-align: center;">57.91</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>h netta [mm]</td> <td style="text-align: center;">23.02</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>coeff deflusso</td> <td style="text-align: center;">0.40</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>i netta [mm/h]</td> <td style="text-align: center;">98.63</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Q netta [m3/s]</td> <td style="text-align: center;">24.71</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				h totale [mm]	57.91			h netta [mm]	23.02			coeff deflusso	0.40			i netta [mm/h]	98.63			Q netta [m3/s]	24.71		
h totale [mm]	57.91																							
h netta [mm]	23.02																							
coeff deflusso	0.40																							
i netta [mm/h]	98.63																							
Q netta [m3/s]	24.71																							
Portata di progetto	Q200[m³/s] 7.40																							

SOTTOBACINO RIO SCURO 2 - RFI/MOTORIZZAZIONE																								
	I.s.p.p.																							
	t<1 ora		t >1 ora																					
	a	n	a'	n'																				
da elab CCP gis	75.784	0.470	73.091	0.323																				
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>CN medio</td> <td style="text-align: center;">75</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>S'</td> <td style="text-align: center;">84.40</td> <td style="text-align: center;">mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>la</td> <td style="text-align: center;">0.84</td> <td style="text-align: center;">mm</td> <td></td> </tr> </table>				CN medio	75			S'	84.40	mm		la	0.84	mm									
CN medio	75																							
S'	84.40	mm																						
la	0.84	mm																						
tempo di corrivazione	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>θ [min]</td> <td style="text-align: center;">7.70</td> <td style="text-align: center;">min</td> <td></td> </tr> <tr> <td>θ [ore]</td> <td style="text-align: center;">0.13</td> <td style="text-align: center;">ore</td> <td></td> </tr> </table>				θ [min]	7.70	min		θ [ore]	0.13	ore													
θ [min]	7.70	min																						
θ [ore]	0.13	ore																						
area bacino	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>A</td> <td style="text-align: center;">4.70</td> <td style="text-align: center;">ha</td> <td></td> </tr> </table>				A	4.70	ha																	
A	4.70	ha																						
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>h totale [mm]</td> <td style="text-align: center;">43.73</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>h netta [mm]</td> <td style="text-align: center;">14.45</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>coeff deflusso</td> <td style="text-align: center;">0.33</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>i netta [mm/h]</td> <td style="text-align: center;">112.58</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Q netta [m3/s]</td> <td style="text-align: center;">28.21</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				h totale [mm]	43.73			h netta [mm]	14.45			coeff deflusso	0.33			i netta [mm/h]	112.58			Q netta [m3/s]	28.21		
h totale [mm]	43.73																							
h netta [mm]	14.45																							
coeff deflusso	0.33																							
i netta [mm/h]	112.58																							
Q netta [m3/s]	28.21																							
Portata di progetto	Q200[m³/s] 8.87																							

SOTTOBACINO RIO TANA				
da elab CCP gis	I.s.p.p.			
	t < 1 ora		t > 1 ora	
	a	n	a'	n'
	75.784	0.470	73.091	0.323
tempo di corrivazione	CN medio		75	
	S'	84.40	mm	
	Ia	0.84	mm	
area bacino	θ [min]	9.45	min	
	θ [ore]	0.16	ore	
	A	8.90	ha	
	h totale [mm]	48.15		
	h netta [mm]	16.99		
	coeff deflusso	0.35		
	i netta [mm/h]	107.85		
	Q netta [m3/s]	27.02		
Portata di progetto	Q200[m³/s]		2.67	

SOTTOBACINO RIO TOVI				
da elab CCP gis	I.s.p.p.			
	t < 1 ora		t > 1 ora	
	a	n	a'	n'
	75.784	0.470	73.091	0.323
tempo di corrivazione	CN medio		75	
	S'	84.40	mm	
	Ia	0.84	mm	
area bacino	θ [min]	12.42	min	
	θ [ore]	0.21	ore	
	A	13.00	ha	
	h totale [mm]	54.74		
	h netta [mm]	21.01		
	coeff deflusso	0.38		
	i netta [mm/h]	101.46		
	Q netta [m3/s]	25.42		
Portata di progetto	Q200[m³/s]		3.66	



Comune di Vado Ligure
Nuovo svincolo autostradale – Progetto Definitivo
Relazione Idrologica

SOTTOBACINO RIO TERMINI/BASSARINO 1				
	l.s.p.p.			
	t<1 ora		t >1 ora	
	a	n	a'	n'
da elab CCP gis	132.050	0.470	127.359	0.323
	CN medio	75		
	S'	84.40	mm	
	la	0.84	mm	
tempo di corrivazione	θ [min]	22.96	min	
	θ [ore]	0.38	ore	
	A	90.20	ha	
area bacino	h totale [mm]	84.10		
	h netta [mm]	41.35		
	coeff deflusso	0.49		
	i netta [mm/h]	108.04		
	Q netta [m3/s]	27.07		
	Portata di progetto	Q500[m³/s]	27.07	

SOTTOBACINO RIO TERMINI/BASSARINO 2				
	l.s.p.p.			
	t<1 ora		t >1 ora	
	a	n	a'	n'
da elab CCP gis	75.784	0.470	73.091	0.323
	CN medio	75		
	S'	84.40	mm	
	la	0.84	mm	
tempo di corrivazione	θ [min]	4.66	min	
	θ [ore]	0.08	ore	
	A	1.90	ha	
area bacino	h totale [mm]	39.76		
	h netta [mm]	12.28		
	coeff deflusso	0.31		
	i netta [mm/h]	158.16		
	Q netta [m3/s]	39.63		
	Portata di progetto	Q500[m³/s]	27.90	

SOTTOBACINO RIO TERMINI/BASSARINO 3				
	l.s.p.p.			
	t<1 ora		t >1 ora	
	a	n	a'	n'
da elab CCP gis	75.784	0.470	73.091	0.323
	CN medio	75		
	S'	84.40	mm	
	la	0.84	mm	
tempo di corrivazione	θ [min]	2.31	min	
	θ [ore]	0.04	ore	
	A	0.30	ha	
area bacino	h totale [mm]	28.60		
	h netta [mm]	6.87		
	coeff deflusso	0.24		
	i netta [mm/h]	178.40		
	Q netta [m3/s]	44.70		
	Portata di progetto	Q500[m³/s]	28.05	

SOTTOBACINO RIO SCURO 1 - TOMBINO AUTOSTRADA

		l.s.p.p.			
		t < 1 ora		t > 1 ora	
		a	n	a'	n'
da elab CCP gis		75.784	0.470	73.091	0.323

CN medio	75	
S'	84.40	mm
la	0.84	mm

tempo di corrivazione	θ [min]	14.01	min
	θ [ore]	0.23	ore
area bacino	A	27.00	ha

h totale [mm]	66.67
h netta [mm]	28.85
coeff deflusso	0.43
i netta [mm/h]	123.58
Q netta [m3/s]	30.96

Portata di progetto **Q500[m³/s] 9.27**

SOTTOBACINO RIO SCURO 2 - RFI/MOTORIZZAZIONE

		l.s.p.p.			
		t < 1 ora		t > 1 ora	
		a	n	a'	n'
da elab CCP gis		75.784	0.470	73.091	0.323

CN medio	75	
S'	84.40	mm
la	0.84	mm

tempo di corrivazione	θ [min]	7.70	min
	θ [ore]	0.13	ore
area bacino	A	4.70	ha

h totale [mm]	50.34
h netta [mm]	18.30
coeff deflusso	0.36
i netta [mm/h]	142.58
Q netta [m3/s]	35.72

Portata di progetto **Q500[m³/s] 11.13**

SOTTOBACINO RIO TANA

		l.s.p.p.																							
		t < 1 ora		t > 1 ora																					
		a	n	a'	n'																				
da elab CCP gis		75.784	0.470	73.091	0.323																				
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">CN medio</td> <td style="text-align: center;">75</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">S'</td> <td style="text-align: center;">84.40</td> <td style="text-align: center;">mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Ia</td> <td style="text-align: center;">0.84</td> <td style="text-align: center;">mm</td> <td></td> </tr> </table>				CN medio	75			S'	84.40	mm		Ia	0.84	mm									
CN medio	75																								
S'	84.40	mm																							
Ia	0.84	mm																							
tempo di corrivazione		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">θ [min]</td> <td style="text-align: center;">9.45</td> <td style="text-align: center;">min</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">θ [ore]</td> <td style="text-align: center;">0.16</td> <td style="text-align: center;">ore</td> <td></td> </tr> </table>				θ [min]	9.45	min		θ [ore]	0.16	ore													
θ [min]	9.45	min																							
θ [ore]	0.16	ore																							
area bacino		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">8.90</td> <td style="text-align: center;">ha</td> <td></td> </tr> </table>				A	8.90	ha																	
A	8.90	ha																							
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">h totale [mm]</td> <td style="text-align: center;">55.44</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">h netta [mm]</td> <td style="text-align: center;">21.44</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">coeff deflusso</td> <td style="text-align: center;">0.39</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">i netta [mm/h]</td> <td style="text-align: center;">136.08</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Q netta [m3/s]</td> <td style="text-align: center;">34.10</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>				h totale [mm]	55.44			h netta [mm]	21.44			coeff deflusso	0.39			i netta [mm/h]	136.08			Q netta [m3/s]	34.10		
h totale [mm]	55.44																								
h netta [mm]	21.44																								
coeff deflusso	0.39																								
i netta [mm/h]	136.08																								
Q netta [m3/s]	34.10																								
Portata di progetto		Q500[m³/s] 2.73																							

SOTTOBACINO RIO TOVI

		l.s.p.p.																							
		t < 1 ora		t > 1 ora																					
		a	n	a'	n'																				
da elab CCP gis		75.784	0.470	73.091	0.323																				
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">CN medio</td> <td style="text-align: center;">75</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">S'</td> <td style="text-align: center;">84.40</td> <td style="text-align: center;">mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Ia</td> <td style="text-align: center;">0.84</td> <td style="text-align: center;">mm</td> <td></td> </tr> </table>				CN medio	75			S'	84.40	mm		Ia	0.84	mm									
CN medio	75																								
S'	84.40	mm																							
Ia	0.84	mm																							
tempo di corrivazione		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">θ [min]</td> <td style="text-align: center;">12.42</td> <td style="text-align: center;">min</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">θ [ore]</td> <td style="text-align: center;">0.21</td> <td style="text-align: center;">ore</td> <td></td> </tr> </table>				θ [min]	12.42	min		θ [ore]	0.21	ore													
θ [min]	12.42	min																							
θ [ore]	0.21	ore																							
area bacino		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">13.00</td> <td style="text-align: center;">ha</td> <td></td> </tr> </table>				A	13.00	ha																	
A	13.00	ha																							
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">h totale [mm]</td> <td style="text-align: center;">63.02</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">h netta [mm]</td> <td style="text-align: center;">26.38</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">coeff deflusso</td> <td style="text-align: center;">0.42</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">i netta [mm/h]</td> <td style="text-align: center;">127.40</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Q netta [m3/s]</td> <td style="text-align: center;">31.92</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>				h totale [mm]	63.02			h netta [mm]	26.38			coeff deflusso	0.42			i netta [mm/h]	127.40			Q netta [m3/s]	31.92		
h totale [mm]	63.02																								
h netta [mm]	26.38																								
coeff deflusso	0.42																								
i netta [mm/h]	127.40																								
Q netta [m3/s]	31.92																								
Portata di progetto		Q500[m³/s] 4.60																							