

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO

TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE

Idrologia e Idraulica

Relazione Idrologica

SCALA:

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

NR1J 01 D 29 RI ID0001 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	F. Serrau	10.2018	F.Lasaponara	10.2018	T. Paoletti	10.2018	F. Serrau	10.2018
B	Revisione	F. Serrau	05.2020	F.Lasaponara	05.2020	T. Paoletti	05.2020	F. Serrau	05.2020

ITALFERR S.p.A.
Direzione Tecnica
Infrastrutture Centro
Dott. Ing. Fabrizio Aguiari
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
n° 16362 del 4

File: NR1J01D29RIID0001001B

n. Elab.: 141

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	CRITERI DI VERIFICA	4
3	ANALISI REGIONALE DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE	5
3.1	METODOLOGIA DI CALCOLO	5
3.2	LE CURVE DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA	5
3.3	LA RELAZIONE INTENSITÀ – DURATA DELLE PRECIPITAZIONI.....	6
4	PARAMETRI DI RIFERIMENTO	11
5	INDIVIDUAZIONE E DESCRIZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI.....	13
6	METODO DI CALCOLO AFFLUSSI – DEFLUSSI DEI BACINI AFFERENTI.....	18
6.1	CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	18
6.2	TEMPO DI CORRIVAZIONE.....	23
7	ANALISI E RISULTATI DELLE VERIFICHE.....	28
7.1	REGIONALIZZAZIONE E VALIDAZIONE DEI RISULTATI.....	29

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
	<i>Relazione idrologica</i>	COMMESSA NRIJ	LOTTO 01 D 29	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. B

1 INTRODUZIONE

Oggetto della presente relazione è lo studio idrologico - idraulico connesso alla realizzazione del raddoppio della ferrovia Roma - Viterbo nella tratta extraurbana tra la stazione di Cesano di Roma e la stazione di Vigna di Valle, da progr. Km 27+769 a progr. Km 39+497, dove il tracciato di progetto si ricollega al binario singolo esistente, con relativa eliminazione dei passaggi a livello.

La posizione del nuovo binario è previsto in destra rispetto a quello esistente, nel senso delle progressive crescenti, divenendo il binario dispari della tratta. Tale posizione è dettata dall'esistente elettrificazione del binario attuale, a sinistra del senso pari, e per limitare al massimo le interferenze con l'esercizio.

Il progetto nel suo complesso è volto a dotare la parte nord della Regione Lazio (Province di Roma e Viterbo) di una ferrovia con caratteristiche di linea metropolitana. Il bacino di utenza è caratterizzato dai residenti della parte nord-ovest del Comune di Roma (Località Cesano), e da una serie di comuni quali, Anguillara Sabazia, Bracciano, Manziana.

Lo studio e le necessarie elaborazioni dei dati raccolti consentiranno, in funzione del tipo e dell'importanza dell'opera, una corretta valutazione dell'evento meteorico generatore della portata di dimensionamento.

Verranno descritti gli studi idrologici per la determinazione della curva di possibilità pluviometrica, pertinente la zona di studio, necessaria per sviluppare le verifiche sulle interferenze idrauliche e sul sistema di smaltimento delle acque meteoriche, per calcolare i valori parametrici delle portate di cui sopra e per verificare le opere di raccolta e smaltimento di dette acque.

Gli interventi di raddoppio della linea esistente e pertanto le opere di presidio idraulico esistenti sono state verificate ed adeguate alle esigenze progettuali con riferimento al Manuale di Progettazione di RFI ed alle prescrizioni del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei bacini Regionali del Lazio.

Non sono presenti attraversamenti con corsi d'acqua principali ma esclusivamente fossi o scoline caratterizzati da bacini di dimensioni inferiori a 10 km².

Le opere esistenti ed in progetto sono costituiti da manufatti di scavalco tipo ponticelli e tombini circolari/scatolari.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
	<i>Relazione idrologica</i>	COMMESSA NRIJ	LOTTO 01 D 29	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. B

2 CRITERI DI VERIFICA

Lo studio idrologico è finalizzato al dimensionamento delle sezioni di deflusso dei manufatti e degli eventuali accorgimenti da mettere in opera per consentire lo smaltimento delle acque meteoriche intercettate dal rilevato e, più in generale, alla risoluzione delle problematiche connesse con il regime idraulico dell'area interessata dalla nuova linea ferroviaria in progetto.

Come previsto dal Manuale di Progettazione RFI ogni tipo di manufatto idraulico deve essere verificato utilizzando i seguenti tempi di ritorno T_r (essendo S la superficie del bacino):

a) Manufatti di attraversamento (ponti e tombini):

- linea ferroviaria $T_r = 300$ anni per $S \geq 10 \text{ km}^2$.
- linea ferroviaria $T_r = 200$ anni per $S < 10 \text{ km}^2$.

b) Inalveamenti:

- tratti a monte e a valle della linea ferroviaria $T_r = 300$ anni per $S \geq 10 \text{ km}^2$.
- tratti a monte e a valle della linea ferroviaria $T_r = 200$ anni per $S < 10 \text{ km}^2$.

Il Manuale di Progettazione ferroviaria di RFI definisce inoltre tempi di ritorno da utilizzare per il dimensionamento delle opere idrauliche in funzione dell'importanza strategica del manufatto.

Le opere idrauliche relative allo smaltimento delle acque della piattaforma ferroviaria e della nuova viabilità verranno dimensionate con i seguenti tempi di ritorno:

c) Rete smaltimento acque meteoriche linea ferroviaria:

- linea ferroviaria $T_r = 100$ anni.

d) Rete smaltimento acque meteoriche nuova viabilità:

- nuova viabilità $T_r = 25$ anni.
- Impianti di sollevamento $T_r = 25$ anni.

La Normativa Regionale sull'Invarianza idraulica, rif. DGR n.117 del 24/03/2020 impone la verifica dei volumi di accumulo per invarianza idraulica con tempo di ritorno di 30 anni.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
	<i>Relazione idrologica</i>	COMMESSA NRIJ	LOTTO 01 D 29	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. B

3 ANALISI REGIONALE DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE

3.1 Metodologia di calcolo

Lo studio idrologico che si viene ad esporre nel presente capitolo è utile a definire le portate di progetto che vengono generate dai bacini afferenti.

Il progetto per la Valutazione delle Piene in Italia si prefigge lo scopo di fornire una procedura uniforme per il territorio nazionale per la valutazione delle portate di piena. Di seguito si espone il metodo VAPI utilizzato nell'ambito del presente Progetto Definitivo.

3.2 Le curve di probabilità pluviometrica

Il modello sviluppato dal progetto VAPI si basa sull'ipotesi di doppia componente dei valori estremi TCEV, per i quali sono stati individuati i valori dei parametri della distribuzione.

Per valutare i parametri adimensionali che si riferiscono alla distribuzione TCEV, il metodo VAPI considera tre livelli di regionalizzazione. La procedura adottata nello studio è di tipo gerarchico strutturata nel modo seguente.

I° Livello di regionalizzazione:

Si assume che il coefficiente di asimmetria CA sia costante in una regione molto ampia (l'intera Italia Appenninica ed insulare ad eccezione della Sardegna). Ciò implica, per quanto detto in precedenza, la costanza dei parametri Λ^* e Θ^* del modello TCEV nella medesima zona.

Inoltre in una regione omogenea rispetto a Λ^* e Θ^* , risulta unica la CDF della variabile standardizzata Y, in quanto essa dipende soltanto dai due suddetti parametri del modello. In assenza di dati sufficienti a mettere in discussione localmente la validità di questa assunzione, si pone che ovunque Λ^* e Θ^* assumano i valori calcolati nell'ambito della zona unica.

II° Livello di regionalizzazione

Al secondo livello di regionalizzazione si assume che la regione omogenea rispetto a Λ^* e Θ^* possa suddividersi in sottozone in cui il coefficiente di variazione CV risulti costante, nel senso che vari con piccoli scarti di disturbo spaziale intorno a valori medi differenti da una zona all'altra.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
	<i>Relazione idrologica</i>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. B

Per il modello TCEV questo si traduce nella costanza del parametro Λ_1 , nella sottozona omogenea, oltre che di Λ^* e Θ^* . Il valore di Λ_1 relativo alla sottozona va stimato utilizzando tutti i dati disponibili nella zona.

Se si individua una sottozona omogenea rispetto a Λ_1 la variabile $X' = X/\bar{x}$ risulta identicamente distribuita, si ha cioè una curva di crescita unica per l'intera sottozona.

III° Livello di regionalizzazione

Il terzo livello di regionalizzazione consiste nell'individuazione di aree omogenee nelle quali sia possibile determinare le relazioni che legano la media \bar{x} (valore indice) alle caratteristiche fisiche di interesse. Infatti la variabilità della pioggia (o della piena) indice \bar{x} con le caratteristiche morfologiche (es. quota) e climatiche è tale che l'ipotesi basata sulla ricerca di aree con \bar{x} costante è applicabile solo per le piogge e spesso non è verificata.

La rappresentazione di x^T secondo il modello probabilistico scelto (Gumbel o TCEV) 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 periodo di ritorno T , sintetizzata nell'espressione:

$$h_{t,T} = h_t K_T \quad (1)$$

rappresenta la famiglia di curve di probabilità pluviometrica.

Nel paragrafo seguente si tratterà della rappresentazione e stima della relazione altezza di pioggia-durata per le precipitazioni estreme annue (o, che è lo stesso, della relazione intensità-durata), con riferimento ai valori medi della grandezza.

3.3 La relazione intensità – durata delle precipitazioni

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

$$\mu_{ht} = at^n \quad (2)$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
<i>Relazione idrologica</i>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRIJ	01 D 29	RI	ID0001 001	B	7 di 29

con i coefficienti a ed n da stimarsi tramite un modello di regressione sui dati disponibili, sugli 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 .

Per bacini di dimensioni ridotte, risulta necessario focalizzare l'attenzione sulla parte della legge di probabilità pluviometrica che interessa le durate inferiori all'ora.

Esiste una letteratura specifica sulla derivazione di leggi intensità - durata valide per durate molto brevi (v. es. Hall, 1984).

Tra le relazioni più efficaci che sono in grado di tenere conto del reale andamento delle intensità al disopra ed al disotto dell'ora, è quella iperbolica a tre parametri:

$$\mu_{it} = \mu_{i0} \frac{I}{(I + Bt)^\beta} \quad (3)$$

In Italia ci si trova però spesso in grande difficoltà nella fase di stima dei parametri delle relazioni, in quanto mancano dati sistematici relativi ai massimi annuali di durata inferiore all'ora, per l'uso di relazioni di questo tipo diventa spesso inutile se non si dispone di dati attendibili relativi ai massimi di durata inferiore all'ora (v. es. Modica e Rossi, 1988).

L'effettiva possibilità di usare una siffatta legge a tre parametri in assenza di dati inferiori all'ora nella specifica stazione di interesse esiste solo se si effettua un'analisi regionale, come ad esempio quella realizzata da Rossi e Villani (1995), Calenda e Cosentino, (1996) nell'ambito dell'attività del GNDICI (Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche).

Nello studio di Calenda e Cosentino (1996) la legge a tre parametri viene espressa come:

$$\mu_{it} = \mu_{i0} \left(\frac{b}{b + t} \right)^m \quad (4)$$

dove μ_{i0} è la media dell'intensità istantanea (parametro da stimare), t è la durata in ore e b e m sono gli altri due parametri.

Le ipotesi assunte da Calenda e Cosentino (1996) per derivare espressioni della relazione intensità - durata valide su regioni omogenee sono:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
<i>Relazione idrologica</i>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRIJ	01 D 29	RI	ID0001 001	B	8 di 29

il rapporto tra intensità media della pioggia di 5" e quella della pioggia oraria è costante su tutta l'area esaminata, ed è desunto dallo studio delle piogge intense della stazione pluviometrica di Roma (Macao):

$$\left(\frac{\mu_{i5''}}{\mu_{i1}} \right) = 3.36 = r \quad (5)$$

l'esponente m ed il parametro di deformazione temporale b sono indipendenti dal tempo di ritorno T; l'intensità istantanea media μ_{i0} è dipendente dalla quota Z della stazione pluviometrica secondo la relazione:

$$\frac{\mu_{i0}(Z)}{\mu_{i0}} = \frac{\mu_{hg}}{\mu_{hg}} \quad (6)$$

esiste una dipendenza dalla quota dell'esponente m, in virtù del fatto che l'intensità media nelle 24 ore è assunta proporzionale all'intensità media giornaliera: $\mu_{i24} = \mu_{ig} \delta$ con $\delta = 1.15$.

Essendo μ_{ig} dipendente linearmente dalla quota, lo stesso vale per μ_{i24} , secondo la relazione:

$$\mu_{i24} = \delta \frac{cZ + d}{24} \quad (7)$$

Dalla (17) tenendo conto della (18), il parametro m può essere espresso dalla relazione:

$$m = \frac{\ln \left[\frac{\mu_{i0}}{\mu_{i24}} \right]}{\ln \left[\frac{b + 24}{b} \right]} = \frac{\ln \left[\frac{\mu_{i0}}{\mu_{i24}} \right]}{\ln \left[1 + \frac{24(r^{1/m} - 1)}{1 - 0.0833r^{1/m}} \right]} \quad (8)$$

Ai fini della determinazione della curva di probabilità pluviometrica per la zona di interesse, vanno quindi identificati i valori dei coefficienti delle relazioni (4) e (6) per la sottozona pluviometrica alla quale appartiene l'area indagata.

Essenzialmente, servono i valori dei coefficienti b, c, e μ_{i0} e la quota di riferimento, che è funzione della zona indagata.

La linea ferroviaria di progetto è situata sul confine di due differenti zone omogenee. Il tratto iniziale della linea di progetto è compreso prevalentemente nella zona omogenea A10, mentre la seconda parte della

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
	<i>Relazione idrologica</i>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. B

linea di progetto è compresa nella zona omogenea B42. Tali due zone omogenee sono caratterizzate dai seguenti coefficienti (Calenda e Cosentino, 1996):

A10

$$c = 0.06301 \text{ mm/m};$$

$$d = 67.82 \text{ mm};$$

$$b = 0.1415 \text{ h};$$

$$m = 0.7415;$$

$$\mu_{i0} / \mu_{i24} = 45.181.$$

B42

$$c = 0.02237 \text{ mm/m};$$

$$d = 71.20 \text{ mm};$$

$$b = 0.1278 \text{ h};$$

$$m = 0.7190;$$

$$\mu_{i0} / \mu_{i24} = 43.294.$$

Noti i coefficienti con la relazione (7) è possibile stimare valore medio dell'intensità di 24 e quindi il valor medio dell'intensità istantanea μ_{i0} noto il loro rapporto.

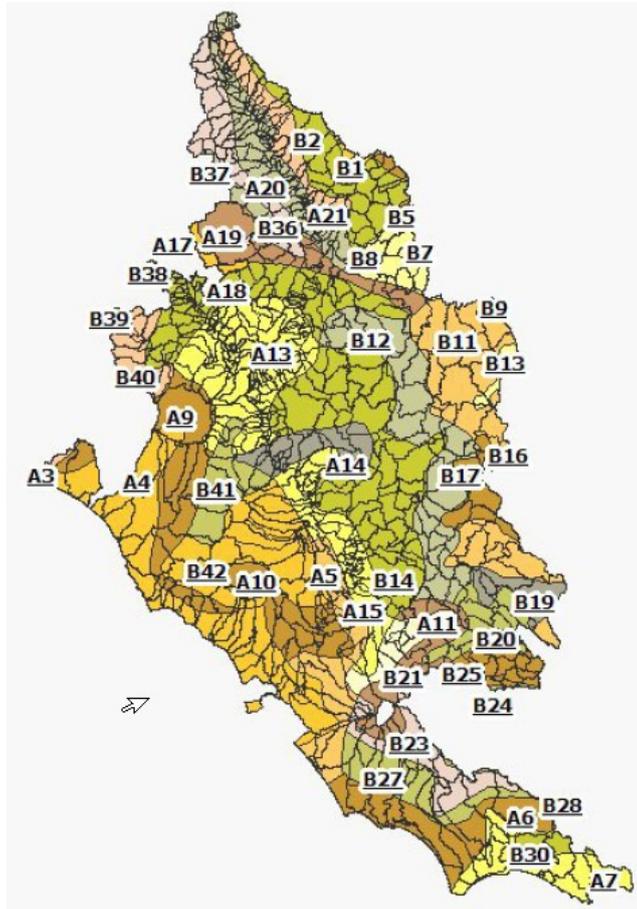


Figura 1: Sottozone VAPI per l'ex Compartimento di Roma del SIMN

In conclusione, la curva adottata per le relazione intensità – durata delle precipitazioni è del tipo:

$$\mu_{it} = \mu_{i0} \left(\frac{b}{b+t} \right)^m \quad \text{con } b = 0.1415 \text{ h e } m = 0.7415 \text{ (A10)}$$

$$\mu_{it} = \mu_{i0} \left(\frac{b}{b+t} \right)^m \quad \text{con } b = 0.1278 \text{ h e } m = 0.7190 \text{ (B42).}$$

Considerando la quota media del bacino pari a:

A10 - 165 m si ottiene $\mu_{i0} = 169.34 \text{ mm/h}$

B42 - 280 m si ottiene $\mu_{i0} = 160.69 \text{ mm/h}$.

4 PARAMETRI DI RIFERIMENTO

Sulla base dell'elaborazione statistica della pluviometria prima riportata, si è definita la variazione nel tempo dell'altezza di precipitazione tipica della località considerata, che provoca l'evento di piena critico per i calcoli di dimensionamento. Viene in tal modo definita la legge probabilistica che, per una prefissata durata di pioggia, lega l'altezza di precipitazione alla probabilità (o tempo di ritorno) del suo verificarsi.

In accordo con il Manuale di Progettazione RFI di riferimento, le opere idrauliche verranno dimensionate adottando delle intensità di pioggia relative ad un tempo di ritorno pari a 200 anni.

Le intensità di pioggia di dimensionamento si sono ricavate con riferimento alla procedura modificata con le relazioni IDF a tre parametri in funzione del tempo di ritorno, in cui:

$$P(i_t) = e^{-A_1 e^{\left[\frac{i_t}{\mu_{i0}(z)} \beta \left(\frac{b+t}{b} \right)^m \right]}} - A^* A_1^{1/\theta^*} e^{-\left[\frac{i_t}{\theta^* \mu_{i0}(z)} \beta \left(\frac{b+t}{b} \right)^m \right]}$$

$$\mu_{i0}(z) = \frac{\mu_{i0}}{\mu_{i24}} \delta^{\frac{(cz+d)}{24}}$$

$$i_t(T_r) = \frac{a_i(T_r)}{(b+t)^m}$$

Da cui:

a (Tr 200) per la zona A10 = 139.848 mm;

a (Tr 200) per la zona B42 = 81.583 mm;

a (Tr 100) per la zona A10 = 118.436 mm;

a (Tr 100) per la zona B42 = 74.791 mm;

a (Tr 30) per la zona A10 = 83.047 mm;

a (Tr 30) per la zona B42 = 63.039 mm;

a (Tr 25) per la zona A10 = 78.238 mm;

a (Tr 25) per la zona B42 = 60.869 mm;

b per la zona A10 = 0.1415 h;

m per la zona A10 = 0.7415;

b per la zona B42 = 0.1278 h;

m per la zona B42 = 0.7190.

Come si evince da quanto riportato, le due elaborazioni statistiche di riferimento porterebbero a risultati, in termini di afflussi / deflussi, disomogenei nell'ambito di intervento.

Si è quindi proceduto con un'operazione di media dei parametri di riferimento, i cui risultati sono di seguito riportati:

Tr – 200 anni		Tr – 100 anni		Tr – 25 anni		Tr – 30 anni	
a	110.716	a	96.613	a	69.554	a	73.043
b	0.134	b	0.134	b	0.134	b	0.134
m	0.730	m	0.730	m	0.730	m	0.730

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
	<i>Relazione idrologica</i>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. B

5 INDIVIDUAZIONE E DESCRIZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI

Sono stati identificati 28 bacini idrografici interferenti con le opere di progetto.

Tra i bacini idrografici che interferiscono con la linea di progetto si riportano qui di seguito, quelli che rappresentano caratteristiche più critiche in termini di portata defluente, necessità di deviazioni planimetriche locali e grandezza dell'area di drenaggio sottesa:

IN05 - Attraversamento sul Fosso Arrone – progr. Km 29+782. Questo è il bacino di dimensione maggiore sotteso dalle opere di attraversamento della linea ferroviaria oggetto di raddoppio, pari a circa 530 ha. L'uso del suolo nell'area oggetto di studio vede la presenza di un'urbanizzazione consolidata relativa all'abitato di Anguillara Sabazia, soprattutto per quanto concerne gli affluenti in sponda destra al fosso Arrone.

IN06 - Tombino presso Anguillara Stazione – Fosso della Casaccia – progr. Km 30+707. Il bacino ha un'estensione di circa 470 ha e si compone di due sottobacini principali, quello proprio del Fosso della Casaccia e quello del Fosso dei Vignali, affluente destro con congiunzione poco a monte del manufatto di attraversamento ferroviario. I due sottobacini, codificati rispettivamente IN06A e IN06B hanno tempi di corrivazione paragonabili ma usi del suolo differenti. Il primo vede la presenza di suoli prevalentemente urbanizzati, il secondo, invece, è essenzialmente formato da aree verdi con acclività media.

IN13 - Tombino in Loc. Quarticciolo – Fosso di S. Stefano - progr. Km 33+933. Il bacino ha un'estensione di circa 450 ha ed un uso del suolo prevalentemente verde ed agricolo. E' caratterizzato da un'acclività medio alta che influisce sul tempo di corrivazione. E' formato da due sottobacini principali, quello proprio del Fosso di S. Stefano e quello affluente di destra del Fosso della Castagnata.

IN24 - Tombino in Loc. Valle Facciano – progr. Km 37+050. Il bacino ha un'estensione di circa 28 ha ed è caratterizzato da un uso del suolo prevalentemente verde ed agricolo, con acclività tipica delle zone collinari oggetto di studio. La particolarità del presente bacino consiste nel posizionamento del nuovo tracciato ferroviario che, in corrispondenza di questo attraversamento, risulta essere in variante e, in particolare, il nuovo manufatto di attraversamento viene posizionato a monte della confluenza tra i due affluenti principali del bacino (codificati rispettivamente IN24A e IN24B. Questo, nell'ambito di studio, porta alla necessità di prevedere una deviazione planimetrica dell'alveo del corso

d'acqua relativo al bacino IN24B e, quindi, una conseguente necessità di valutazione idrologica suddivisa per sotto bacini.

Si completa il paragrafo con la descrizione dei bacini idrologici minori, oggetto di studio.

IN01 – Tombino a monte della stazione di Cesano di Roma – progr. Km 28+441. Il bacino sotteso può essere considerato come minore, ha infatti una dimensione di 16 ha e non sottende vie di deflusso incise di dimensioni rilevanti. L'opera di attraversamento risulta fondamentale anche per garantire il corretto sistema di drenaggio ferroviario.

IN02 – Tombino su Fosso delle Fontane – progr. Km 28+860. Il bacino ha dimensioni medie (135 ha), con uso del suolo prevalentemente verde e/o agricolo con la presenza, però, di sporadici agglomerati di tipo agricolo e industriale.

IN03 e IN04 – Tombini ferroviari - progr. Km 29+263 e 29+549. I bacini sottesi possono essere considerati minori e di trasparenza. Non sottendono superfici di una certa rilevanza ma la corretta definizione delle portate defluenti risulta importante per la garanzia del principio di trasparenza dell'opera ferroviaria.

IN07 e IN08 – Tombino ferroviario alla progr. Km 30+870. In questo tratto ferroviario in variante la linea in trincea ha influito sulla scelta progettuale di deviare la linea di deflusso che interessa il bacino IN08 verso l'opera IN07. I bacini studiati risultano essere di dimensioni comparabili (circa 10 ha) e usi del suolo di tipo verde e agricolo analoghi. L'opera di attraversamento IN07 verrà quindi dimensionata idraulicamente tenendo in considerazione, a favore di sicurezza, la somma algebrica delle portate defluenti dai due bacini citati.

IN09 e IN10 – Tombino ferroviario alla progr. Km 31+618. In questo tratto ferroviario in variante la linea in trincea ha influito sulla scelta progettuale di deviare la linea di deflusso che interessa il bacino IN10 verso l'opera IN09. Il bacino IN09 ha dimensione di circa 50 ha, maggiore di più di un ordine di grandezza rispetto al bacino IN10 (circa 3 ha) e usi del suolo di tipo verde e agricolo analoghi. L'opera di attraversamento IN09 verrà quindi dimensionata idraulicamente tenendo in considerazione, a favore di sicurezza, la somma algebrica delle portate defluenti dai due bacini citati.

IN11 – Tombino ferroviario - progr. Km 32+272. Il bacino sotteso può essere considerato come minore, ha infatti una dimensione di 16 ha e non sottende vie di deflusso incise di dimensioni rilevanti. L'opera di attraversamento risulta fondamentale anche per garantire il corretto sistema di drenaggio ferroviario.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
	<i>Relazione idrologica</i>	COMMESSA NRIJ	LOTTO 01 D 29	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. B

IN12 – Tombino su fosso della Mainella – progr. Km 32+685. Il bacino ha dimensione medio-grande (140 ha), con uso del suolo prevalentemente verde e/o agricolo e acclività tipica dei territori collinari oggetto di studio.

IN14 – Tombino ferroviario – progr. Km 34+545. Il bacino sotteso può essere considerato come minore, ha infatti una dimensione di 4 ha e non sottende vie di deflusso incise di dimensioni rilevanti.

IN15 – Tombino ferroviario – progr. Km 34+767. Il bacino ha dimensioni medie (70 ha), con uso del suolo prevalentemente verde e/o agricolo.

IN16 – Tombino ferroviario – progr. Km 35+008. Il bacino sotteso può essere considerato come minore, ha infatti una dimensione di 7 ha e non sottende vie di deflusso incise di dimensioni rilevanti. La particolarità del bacino consiste nel verso di deflusso della linea principale che, caso unico nel presente studio, prevede direzione di scorrimento idrico con verso sud – nord.

IN17 – Tombino ferroviario – progr. Km 35+507. Il bacino ha dimensione media (50 ha), con uso del suolo prevalentemente verde e/o agricolo.

IN18 – Tombino a ferroviario – progr. Km 35+777. Il bacino sotteso può essere considerato come minore, ha infatti una dimensione di 3 ha e non sottende vie di deflusso incise di dimensioni rilevanti. L'opera di attraversamento risulta fondamentale anche per garantire il corretto sistema di drenaggio ferroviario e la trasparenza idraulica dell'opera ferroviaria.

IN19 – IN20 – IN21 – IN22 – Tombini ferroviari – progr. Km 36+016 – 36+243 – 36+435 – 36+614. Le opere di attraversamento che sottendono i bacini citati, tutti compresi in un tratto ferroviario di sviluppo 600m vedono caratteristiche dei bacini simili, con superfici sottese minori comprese tra 4 e 16 ha ed usi del suolo esclusivamente agricoli e verdi.

IN23 – Tombino ferroviario – progr. Km 36+834. Il bacino ha dimensione media (65 ha), con uso del suolo prevalentemente verde e/o agricolo.

IN25 - Tombino ferroviario – progr. Km 36+732. Il bacino ha dimensione media (75 ha), con uso del suolo prevalentemente verde e/o agricolo.

IN26 - IN27 – IN28 – Tombini ferroviari - progr. Km 38+627 – 38+705- 39+015. I bacini sottesi possono essere considerati di dimensioni medio piccole comprese tra i 10 e i 26 ha circa con usi del suolo quasi esclusivamente di tipo verde e agricolo.

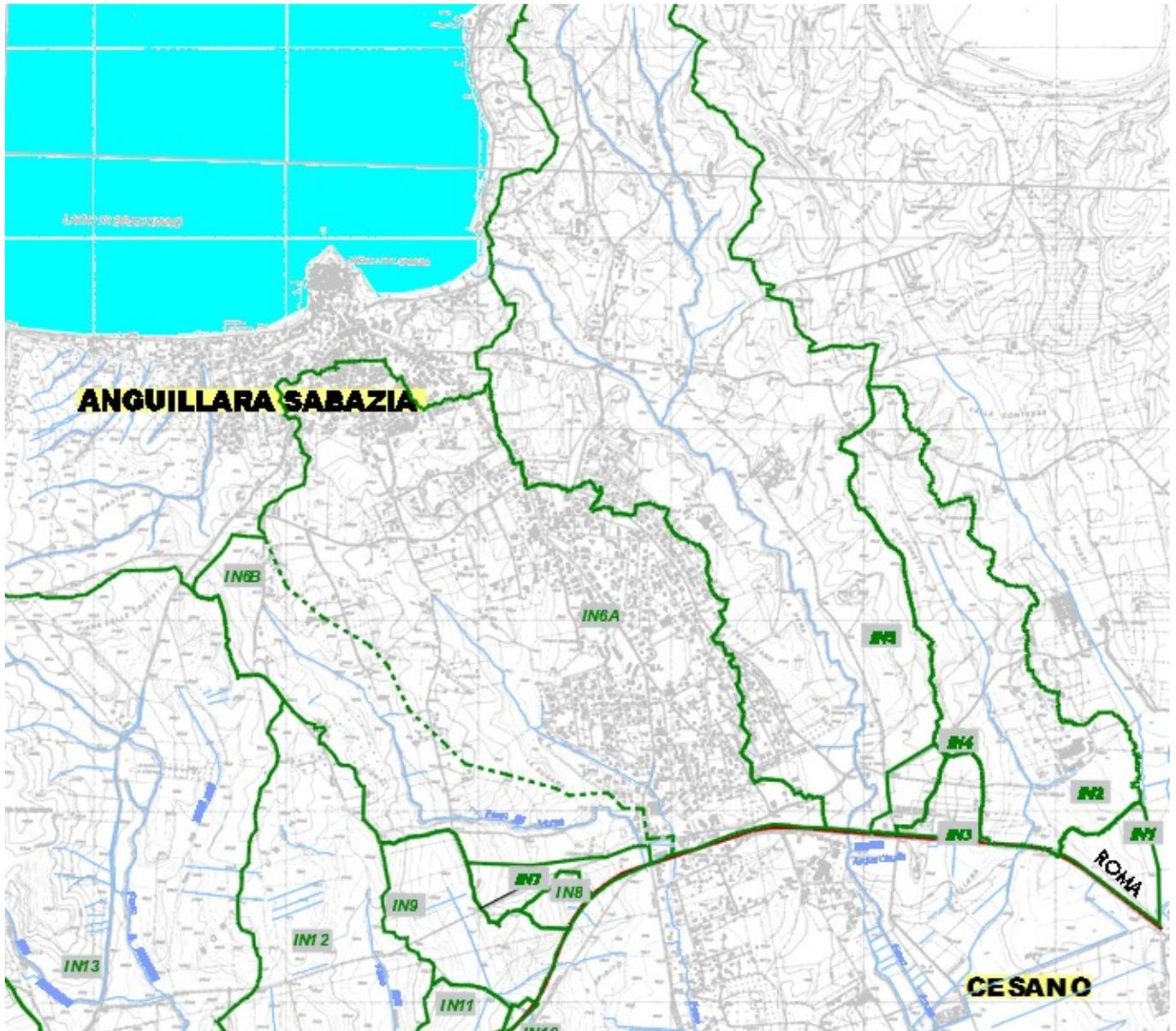


Figura 2.1 – Corografia dei bacini.

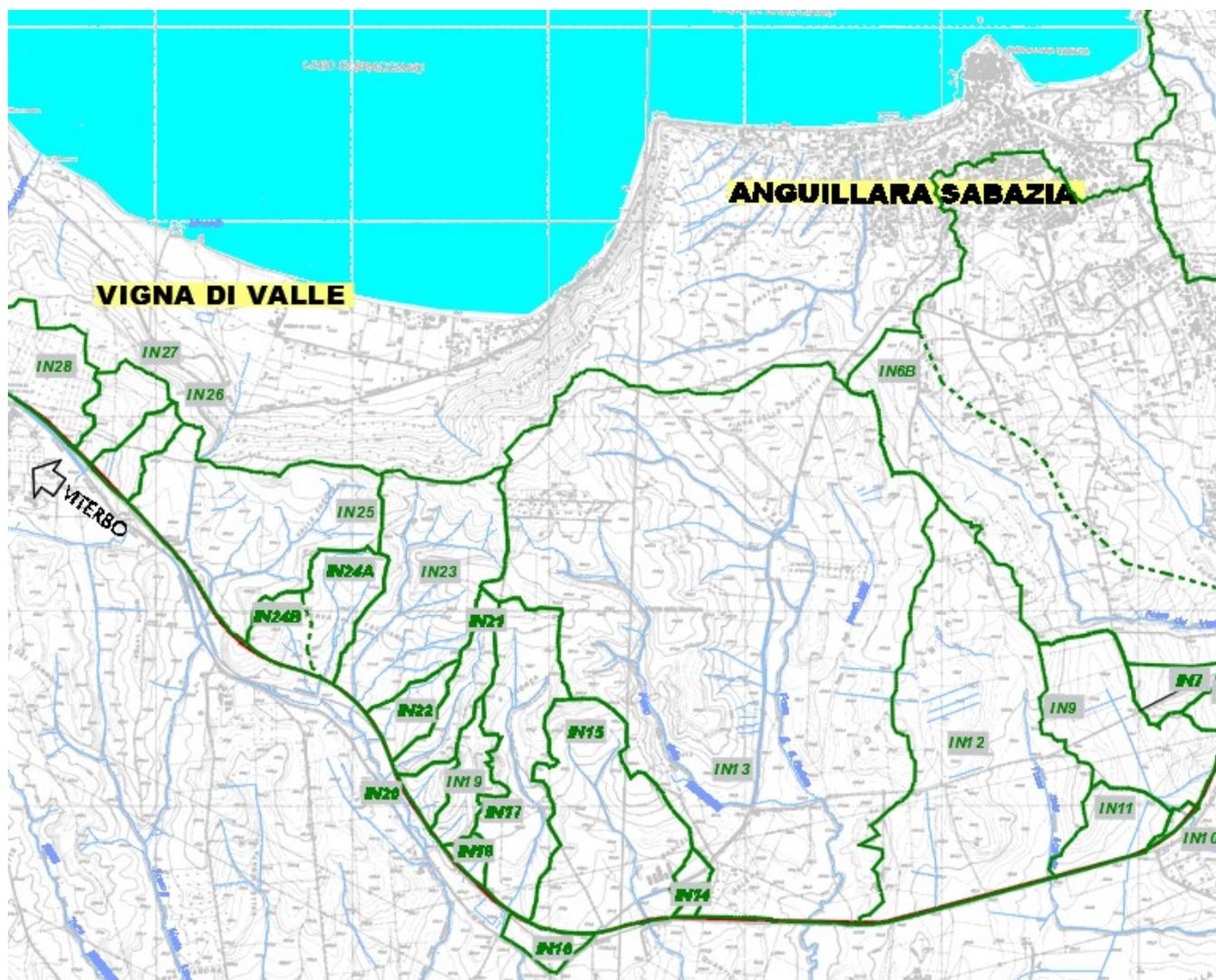


Figura 2.2 – Corografia dei bacini.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
	<i>Relazione idrologica</i>	COMMESSA NRIJ	LOTTO 01 D 29	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. B

6 METODO DI CALCOLO AFFLUSSI – DEFLUSSI DEI BACINI AFFERENTI

Le massime portate, per la verifica dei manufatti di attraversamento sono state valutate applicando il metodo razionale.

Le portate afferenti agli attraversamenti ferroviari, dai bacini limitati, sono state valutate con il metodo razionale, che tiene conto dei fattori morfologici, pluviometrici e del tempo di corrivazione del bacino (T_c), tramite la formula:

$$Q = 2.78 (\varphi S h) / t_c$$

Con h altezza di pioggia [mm], S area del bacino [km²], φ coefficiente di deflusso che tiene conto della riduzione dell'afflusso meteorico per effetto delle caratteristiche di permeabilità dei suoli ricadenti nel bacino, t_c tempo di corrivazione [ore].

Di seguito si descrive il metodo assunto per la definizione del coefficiente di deflusso medio φ e del tempo di corrivazione (T_c).

6.1 Calcolo del coefficiente di deflusso

Per definire puntualmente questo parametro è stato inoltre utilizzato il metodo del Curve Number, andando a definire quindi il coefficiente di deflusso C come il rapporto tra la precipitazione totale e quella netta calcolata con il modello SCS.

Il calcolo della pioggia netta, ovvero del volume della piena, può essere effettuato in base al metodo del Curve Number (CN), formulato dal Soil Conservation Service (SCS) nel 1972, nel seguito brevemente descritto.

Tale metodo mette in relazione l'altezza h_a di pioggia areale affluita con l'altezza di pioggia P_n defluita in rete attraverso la seguente formula:

$$P_n = \varphi h_a = (h_a - 0.2 * S')^2 / (h_a + 0.8 * S')$$

In questo caso il coefficiente di deflusso φ è espresso in funzione:

- della pioggia areale affluita h_a ;
- della massima ritenzione del bacino S' .

La massima ritenzione del bacino S' è funzione a sua volta del tipo di terreno, del suo grado di saturazione e dell'uso del suolo.

Secondo il metodo del CN del U.S. SCS, per opportuni valori dell'intensità della precipitazione, esso viene espresso sotto la forma:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
<i>Relazione idrologica</i>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRIJ	01 D 29	RI	ID0001 001	B	19 di 29

$$S' = 25.4 * (1000 / CN) - 10$$

Il CN o “Runoff Number” è quel coefficiente sperimentale che tiene conto delle caratteristiche del bacino che sono state classificate dallo U.S. Soil Conservation Service.

Per determinare il valore del CN occorre stabilire prima di tutto la classe di appartenenza del suolo, il tipo di copertura, quale è la destinazione d’uso del suolo e, infine, le sue condizioni idrauliche. Il metodo del SCS è basato su un sistema di classificazione del suolo in quattro classi di permeabilità individuate dalle lettere A,B,C,D, (vedi tabella seguente).

Gruppo	Descrizione
A	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde molto permeabili.
B	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa . Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
C	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione. dei suoli
D	Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza dalla superficie.

Il valore del CN varia a seconda dell’utilizzo e della gestione del suolo, poiché ciascun tipo di terreno può essere caratterizzato da un diverso grado di sfruttamento: basso, medio, alto.

Nel caso di terreni variegati possono essere identificate le categorie fondamentali per definire un cosiddetto coefficiente CN pesato.

Inoltre, in funzione dell’umidità del suolo precedente all’inizio dell’evento (Antecedent moisture condition AMC), si possono avere le seguenti condizioni:

- suolo asciutto (AMC I);
- suolo in condizione di umidità media (AMC II);
- suolo completamente saturo (AMC III).

Per condizioni antecedenti all’evento molto umide (AMC III) o molto asciutte (AMC I) viene consigliata dallo stesso SCS la seguente tabella di conversione rispetto alla condizione standard di umidità media del terreno (AMC II).

I valori del CN utilizzati per la condizione standard di umidità media del terreno (AMC II) sono riportate nella tabella seguente.

Nel caso in esame dovendo stimare le portate di piena al colmo si farà riferimento alle sole condizioni di saturazione (AMC II).

Corine LIVELLO 3	SCS-CN per diversi HSG				Rif. USDA 1986
	A	B	C	D	
111 - Tessuto urbano continuo	89	92	94	95	Commercial and business (85% imp.)
112 - Tessuto urbano discontinuo	77	85	90	92	1/8 acre or less (town houses) (65% imp.)/small>
121 - Unità industriali o commerciali	81	88	91	93	Industrial (72% imp.)
122 - Reti di strade e binari e territori associati	98	98	98	98	Paved parking lots, roofs, driveways, etc.
123 - Aree portuali	98	98	98	98	Paved parking lots, roofs, driveways, etc.
124 - Aeroporti	98	98	98	98	Paved parking lots, roofs, driveways, etc.
131 - Luoghi di estrazioni di minerali	76	85	89	91	Gravel (including right of way)
132 - Discariche	81	88	91	93	Industrial (72% imp.)
133 - Luoghi di costruzione	77	86	91	94	Newly graded areas (pervious areas only, no vegetation)
141 - Aree di verde urbano	49	69	79	84	Fair condition (grass cover 50 to 75%)
142 - Strutture di sport e tempo libero	68	79	86	89	Poor condition (grass cover <50%)

211 - Seminativi non irrigati	61	73	81	84	Contoured (C)
212 - Suolo permanentemente irrigato	67	78	85	89	Straight row (SR)
213 - Risaie	62	71	78	81	Contoured & terraced (C&T)
221 - Vigneti	76	85	90	93	Crop residue cover
222 - Frutteti e frutti minori	43	65	76	82	Woods—grass combination (orchard or tree farm)
223 - Oliveti	43	65	76	82	Woods—grass combination (orchard or tree farm)
231 - Pascoli	49	69	79	84	Pasture, grassland, or range—continuous forage for grazing.
241 - Colture annuali associate a colture permanenti	61	73	81	84	Small grain
242 - Coltivazione complessa	61	73	81	84	Small grain
243 - Suoli principalmente occupati dall'agricoltura	61	73	81	84	Small grain
244 - Aree di agro-selvicoltura	43	65	76	82	Small grain
311 - Foreste a latifoglie	36	60	73	79	Woods
312 - Foreste a conifere	36	60	73	79	Woods
313 - Foreste miste	36	60	73	79	Woods
321 - Prateria naturale	49	69	79	84	Pasture, grassland, or range—continuous forage for grazing.
322 - Lande e brugheria	49	69	79	84	Pasture, grassland, or range—continuous forage for grazing.
323 - Vegetazione sclerofila	35	56	70	77	Brush—brush-weed-grass mixture with brush the major element
324 - Transizione suolo boscoso/arbusti	35	56	70	77	Brush—brush-weed-grass mixture with brush the major element
331 - Spiagge, dune e piani di sabbia	46	65	77	82	12% imp.
332 - Roccia nuda	96	96	96	96	Artificial desert landscaping
333 - Aree scarsamente vegetate	63	77	85	88	Natural desert landscaping (pervious area only)
334 - Aree bruciate	63	77	85	88	Natural desert landscaping (pervious area only)
335 - Ghiacciai e nevi perenni	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies
411 - Paludi interne	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies
412 - Torbiere	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies
421 - Paludi di sale	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies
422 - Saline	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies
423 - Piani intertidali	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies

511 - Corsi d'acqua	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies
512 - Corpi d'acqua	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies
521 - Lagune costiere	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies
522 - Estuari	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies
523 - Mare	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies

Si riporta, per il caso in esame, la tabella con i coefficienti di deflusso considerati.

IN	SCS-CN per diversi HSG				CN
	A	B	C	D	
1	49	69	79	84	69
2	61	73	81	84	73
3	61	73	81	84	73
4	61	73	81	84	73
5	61	73	81	84	73
6a	71	80	86	89	80
6b	61	73	81	84	73
7	61	73	81	84	73
8	61	73	81	84	73
9	61	73	81	84	73
10	61	73	81	84	73
11	61	73	81	84	73
12	61	73	81	84	73
13	61	73	81	84	73
14	61	73	81	84	73
15	61	73	81	84	73
16	61	73	81	84	73
17	61	73	81	84	73
18	61	73	81	84	73
19	61	73	81	84	73
20	61	73	81	84	73

21	61	73	81	84	73
22	61	73	81	84	73
23	61	73	81	84	73
24	61	73	81	84	73
25	61	73	81	84	73
26	61	73	81	84	73
27	61	73	81	84	73
28	61	73	81	84	73

6.2 Tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione è definito come il tempo che impiega la goccia d'acqua caduta nel punto più lontano del bacino a raggiungere la sezione di chiusura.

Per la stima del tempo di corrivazione dei bacini afferenti agli attraversamenti ferroviari in cui è visibile un'asta incisa sono state utilizzate diverse formulazioni presenti in letteratura, applicando la media dei risultati ottenuti tra:

Giandotti modificata da Aronica e Peltrinieri

$$T_c = \frac{1}{M \cdot d} \cdot \frac{\sqrt{A_b} + 1.5 \cdot L_b}{0.8 \cdot \sqrt{H_m}}$$

Viparelli

$$t_c = \frac{L}{S}$$

Kirpich, utilizzando dati di sei piccoli bacini americani, e successivamente Rowe e Thomas integrando con ulteriori misure, sono pervenuti alla seguente relazione

$$\tau_c = 0.000325 \left(\frac{L}{\sqrt{I}} \right)^{0.77}$$

Pasini

$$\tau_c = 0.108 \frac{(AL)^{2/3}}{\sqrt{i}};$$

Puglisi

$$t_c = 6 \cdot L^{2/3} \cdot \Delta H^{-1/3}$$

Pezzoli, ha proposto la seguente espressione sulla base di misure relative a misure relative a piccoli bacini piemontesi

$$\tau_c = 0.055 \frac{L}{\sqrt{i}};$$

Dove:

M e d nella formulazione di Aronica e Peltrinieri sono costanti numeriche che assumono in funzione del tipo di suolo e della permeabilità dei terreni i valori riportati nella tabella seguente.

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

S, area bacino (kmq)

L, lunghezza asta principale

i, pendenza media dell'asta

Hm, quota sulla sezione di chiusura

La scelta del tempo di corrivazione di progetto rispecchia i campi di definizione delle formule.

Si fa notare come per i bacini IN05 e IN13, vista l'estensione significativa del bacino, la media tra i tempi di corrivazione si è effettuata considerando le sole formulazioni che ben si adattano alla geomorfologia dei bacini in questione (Viparelli e Kirpich ne primo caso, Giandotti, Viparelli, Kirpich e Pasini nel secondo).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
	<i>Relazione idrologica</i>	COMMESSA NRIJ	LOTTO 01 D 29	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. B

Nel PD in oggetto sono presenti anche bacini idrografici che hanno piccole dimensioni (inferiori a 0.3km²), non hanno un'asta fluviale incisa, o hanno un'asta fluviale di ridotta lunghezza (inferiore ai 350-400m), tale categoria di bacini idrografici è assimilabile a quella di *superfici scolanti* in cui il deflusso delle acque avviene principalmente per ruscellamento superficiale. Per quanto riguarda, invece, questa seconda tipologia di bacini, è stata applicata la medesima procedura di calcolo mediato, utilizzando le formulazioni di Ventura, Turazza, Kerby e Ferro.

Ventura

$$t_c = 0.1272 \sqrt{\frac{S}{i}}$$

Turazza

$$t_c = 1.085\sqrt{S}$$

Kerby

La formula di Kerby è stata sviluppata da risultati ottenuti da bacini con canalizzazioni inferiori ai 1200 ft (365m). La relazione di Kerby per il calcolo del tempo di corrivazione, espresso in ore, ha la forma:

$$tc = (0.342 \cdot N \cdot L \cdot i^{-0.5})^{0.467}$$

Con N= parametro legato al tipo di superficie (vedi tabella seguente). In questa sede si è scelto un parametro pari a 0.4, valore intermedio di riferimento per le aree ricoperte da superficie erbosa o adibite al pascolo e quindi rappresentativo degli usi del suolo prevalenti nel territorio di studio.

Description	N
Pavement	0.02
Smooth, bare packed soil	0.10
Poor grass, cultivated row crops, or moderately rough bare surfaces	0.20
Pasture, average grass	0.40
Deciduous forest	0.60
Dense grass, coniferous forest, deciduous forest with deep litter	0.80

Tabella 6.1: Parametro N funzione del tipo di superficie.

Ferro

$$T_c = 0,675\sqrt{A}$$

Nella tabella seguente si riportano i parametri morfologici dei bacini, tempi di corrivazione calcolati e presi in considerazione, in ore.

IN	Pk	DATI BACINO							manning (kerby) n	Aronica Peltrinelli		asta
		Area		L asta		Hmax	Hmin	imed		M	d	
		[kmq]	[ha]	[km]	[m]	[m.s.l.m.]	[m.s.l.m.]	[%]				
IN01	28+441	0.16	16.00	0.10	100.00	156.00	154.50	1.50%	0.40	0.25	0.90	no
IN02	28+860	1.34	134.42	1.76	1763.00	177.00	151.00	1.47%	0.20	0.25	0.90	si
IN03	29+263	0.12	11.77	0.18	175.00	158.00	155.00	1.71%	0.40	0.25	0.90	no
IN04	29+549	0.10	10.00	0.10	100.00	160.00	159.50	0.50%	0.40	0.25	0.90	no
IN05	29+782	5.30	529.59	5.80	5800.00	233.00	152.00	1.40%	0.20	0.25	0.90	si
IN06A	30+707	3.52	352.00	2.05	2050.00	178.00	163.00	0.73%	0.20	0.35	1.10	si
IN06B		1.23	123.00	3.15	3150.00	212.00	164.00	1.52%	0.20	0.25	0.90	si
IN07	30+870	0.12	12.00	0.10	100.00	165.50	165.00	0.50%	0.40	0.25	0.90	no
IN08		0.06	6.00	0.07	70.00	172.50	172.00	0.71%	0.40	0.25	0.90	no
IN09	31+618	0.47	47.20	0.96	960.00	191.00	174.00	1.77%	0.20	0.25	0.90	si
IN10		0.02	2.40	0.19	190.00	187.00	185.00	1.05%	0.40	0.25	0.90	no
IN11	32+272	0.15	15.20	0.35	350.00	186.50	184.00	0.71%	0.40	0.25	0.90	no
IN12	32+685	1.41	141.27	0.97	970.00	200.00	187.00	1.34%	0.20	0.25	0.90	si
IN13	33+933	4.51	451.00	3.62	3620.00	311.00	194.00	3.23%	0.20	0.25	0.90	si
IN14	34+545	0.04	4.10	0.08	80.00	212.00	211.00	1.25%	0.20	0.25	0.90	no
IN15	34+767	0.67	67.20	1.05	1050.00	262.00	209.00	5.05%	0.20	0.25	0.90	si
IN16	35+030	0.07	7.00	0.15	150.00	219.00	218.00	0.67%	0.40	0.25	0.90	no
IN17	35+507	0.50	49.61	1.55	1550.00	298.00	228.00	4.52%	0.20	0.25	0.90	si
IN18	35+777	0.03	3.20	0.20	200.00	244.00	229.00	7.50%	0.40	0.25	0.90	no
IN19	36+016	0.12	11.90	0.20	200.00	237.00	228.00	4.50%	0.20	0.25	0.90	no
IN20	36+243	0.05	5.30	0.20	200.00	265.00	235.00	15.00%	0.20	0.25	0.90	no
IN21	36+435	0.16	16.15	0.90	900.00	294.00	230.00	7.11%	0.20	0.25	0.90	si
IN22	36+614	0.10	10.00	0.47	470.00	276.00	232.00	9.36%	0.40	0.25	0.90	no
IN23	36+834	0.66	65.56	1.45	1450.00	299.00	234.00	4.48%	0.20	0.25	0.90	si
IN24	37+055	0.28	28.34	0.75	750.00	274.00	237.00	4.93%	0.20	0.25	0.90	si
IN25	37+732	0.74	74.00	1.05	1050.00	281.00	243.00	3.62%	0.20	0.25	0.90	si
IN26	38+627	0.09	9.00	0.20	200.00	249.00	245.00	2.00%	0.40	0.25	0.90	no
IN27	38+705	0.12	12.00	0.10	100.00	246.00	245.00	1.00%	0.20	0.35	1.10	no
IN28	39+015	0.26	26.00	1.20	1200.00	252.00	247.00	0.42%	0.20	0.35	1.10	no

IN	Giandotti - Aronica Peltrinieri	Viparelli	Kirpich	Pasini	Puglisi	Pezzoli	Ventura	Turazza	Kerby	Ferro	Tc (ore) Utilizzato
IN01							0.41	0.72	0.36	0.27	0.44
IN02	1.91	0.33	0.52	1.19	2.99	0.80					1.29
IN03							0.33	0.62	0.45	0.23	0.41
IN04							0.57	0.57	0.46	0.21	0.45
IN05	2.63	0.81	1.33	2.86	4.54	2.70					1.07
IN06A	2.57	0.57	0.76	2.44	3.96	1.32					1.94
IN06B	1.74	0.88	0.80	1.37	3.59	1.40					1.63
IN07							0.62	0.63	0.46	0.23	0.49
IN08							0.37	0.44	0.36	0.17	0.33
IN09	1.36	0.18	0.30	0.62	2.29	0.40					0.86
IN10							0.19	0.28	0.53	0.10	0.28
IN11							0.59	0.70	0.77	0.26	0.58
IN12	2.34	0.18	0.34	1.04	2.52	0.46					1.15
IN13	1.72	0.40	0.67	1.52	2.94	1.11					1.08
IN14							0.23	0.37	0.24	0.14	0.24
IN15	0.90	0.19	0.22	0.43	1.67	0.26					0.61
IN16							0.41	0.48	0.52	0.18	0.40
IN17	0.82	0.29	0.31	0.47	1.98	0.40					0.71
IN18							0.08	0.32	0.34	0.12	0.22
IN19							0.21	0.62	0.28	0.23	0.34
IN20							0.08	0.42	0.21	0.16	0.21
IN21	0.49	0.17	0.17	0.21	1.42	0.19					0.44
IN22							0.13	0.57	0.48	0.21	0.35
IN23	0.90	0.27	0.29	0.50	1.94	0.38					0.71
IN24	0.72	0.14	0.17	0.29	1.50	0.19					0.50
IN25	1.09	0.19	0.25	0.52	1.87	0.30					0.70
IN26							0.27	0.54	0.46	0.20	0.37
IN27							0.44	0.63	0.29	0.23	0.40
IN28							1.00	0.92	1.12	0.34	0.85

7 ANALISI E RISULTATI DELLE VERIFICHE

Adottando la procedura sopra descritta per ogni bacino idrografico si riporta qui di seguito la tabella riassuntiva delle portate di deflusso.

IN	Intensità di pioggia totale in mm/h	Calcolo coeff. Di deflusso						Q
		d [h]	PL	S	Pn	fi (CN)	ø	[mc/s]
IN01	165.60	1.00	165.60	114.12	79.35	0.48	0.48	3.53
IN02	85.57	1.29	110.24	93.95	45.11	0.41	0.41	13.07
IN03	172.78	1.00	172.78	93.95	95.64	0.55	0.55	3.13
IN04	163.00	1.00	163.00	93.95	87.32	0.54	0.54	2.43
IN05	96.86	1.07	103.28	93.95	40.00	0.39	0.40	57.00
IN06A	65.06	1.94	125.98	62.71	73.05	0.58	0.58	36.89
IN06B	73.08	1.63	119.24	93.95	51.90	0.44	0.44	10.87
IN07	156.77	1.00	156.77	93.95	82.09	0.52	0.52	2.74
IN08	192.46	1.00	192.46	93.95	112.71	0.59	0.59	1.88
IN09	111.21	1.00	111.21	93.95	45.83	0.41	0.41	6.01
IN10	212.19	1.00	212.19	93.95	130.17	0.61	0.61	0.87
IN11	141.51	1.00	141.51	93.95	69.51	0.49	0.49	2.93
IN12	92.43	1.15	105.90	93.95	41.91	0.40	0.40	14.51
IN13	95.82	1.08	103.88	93.95	40.44	0.39	0.40	52.82
IN14	224.94	1.00	224.94	93.95	141.61	0.63	0.63	1.61
IN15	137.21	1.00	137.21	93.95	66.03	0.48	0.48	12.33
IN16	175.35	1.00	175.35	93.95	97.85	0.56	0.56	1.90
IN17	125.38	1.00	125.38	93.95	56.66	0.45	0.45	7.81
IN18	237.53	1.00	237.53	93.95	153.02	0.64	0.64	1.36
IN19	192.25	1.00	192.25	93.95	112.52	0.59	0.59	3.72
IN20	238.94	1.00	238.94	93.95	154.30	0.65	0.65	2.27
IN21	165.85	1.00	165.85	93.95	89.73	0.54	0.54	4.03
IN22	188.02	1.00	188.02	93.95	108.82	0.58	0.58	3.02
IN23	125.03	1.00	125.03	93.95	56.38	0.45	0.45	10.27
IN24	154.15	1.00	154.15	93.95	79.90	0.52	0.52	6.29
IN25	125.83	1.00	125.83	93.95	57.01	0.45	0.45	11.72
IN26	182.57	1.00	182.57	93.95	104.08	0.57	0.57	2.60
IN27	175.81	1.00	175.81	93.95	98.24	0.56	0.56	3.27
IN28	112.25	1.00	112.25	93.95	46.61	0.42	0.42	3.37

7.1 Regionalizzazione e validazione dei risultati

Al fine di verificare una buona correlazione tra le diverse portate, calcolate per i bacini in oggetto, si sono prodotti due grafici che rappresentano l'andamento della portata specifica in funzione dell'area sottesa alla sezione di chiusura del bacino. Si riportano le conclusioni delle analisi svolte, studiando in maniera separata, in analogia con quanto precedentemente dichiarato, i bacini in presenza di asta idraulica incisa e in assenza di un'asta fluviale (superfici scolanti).

