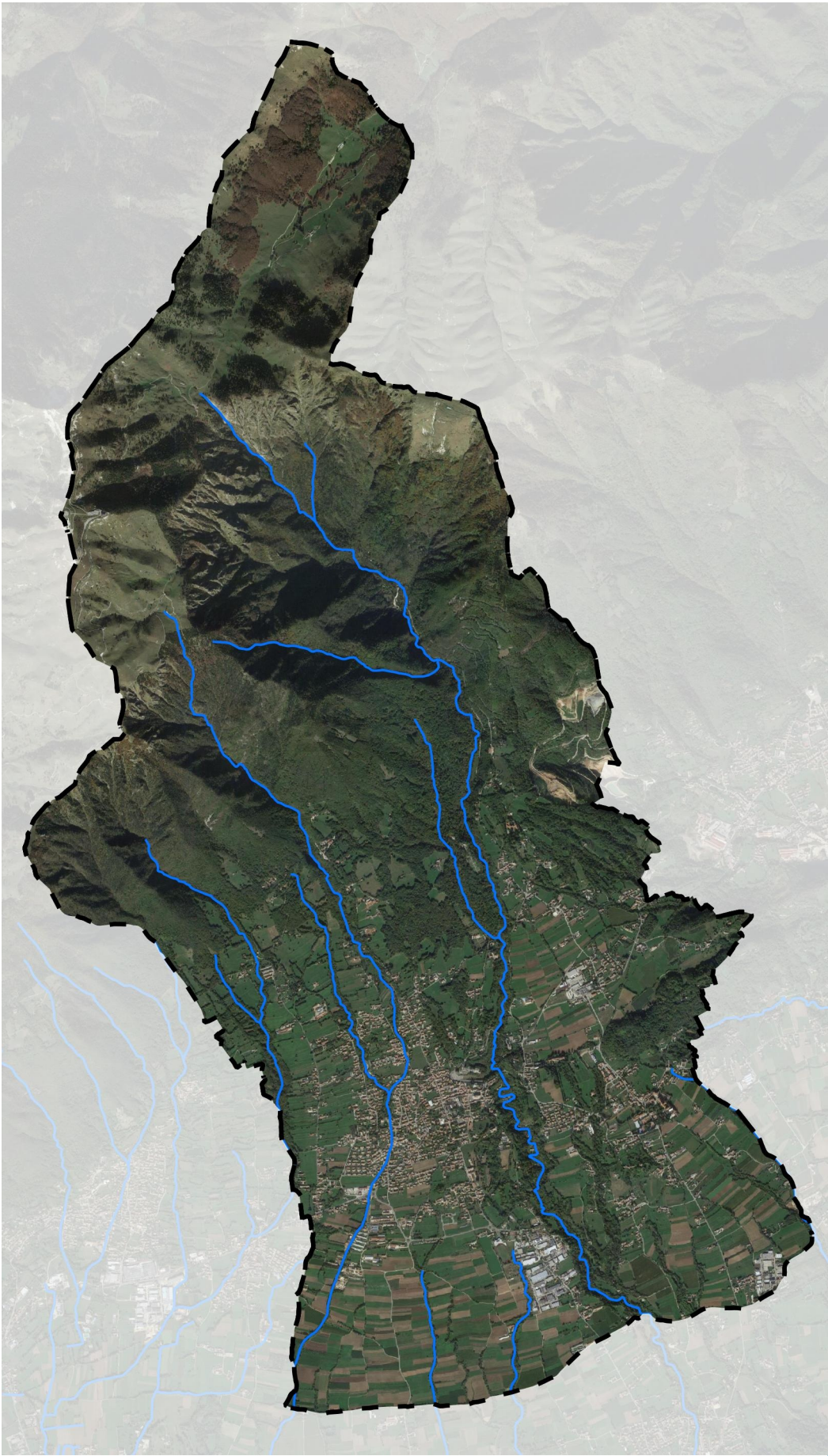




Codice elaborato:

A.02

COMUNE DI PIEVE DEL GRAPPA

PIANO DELLE ACQUE COMUNALE

Elaborato:
MODELLAZIONE IDRAULICA

10.04.2024	b	aggiornamento parere Consorzio Piave	ing. Eros Cavallin	SS	ec	ec	ec	Commessa: 7396
15.09.2023	a	prima emissione	ing. Eros Cavallin	SS	ec	ec	ec	
DATA	REV.	DESCRIZIONE	CAPO COMMESSA	OPERATORE	RIESAME	VERIFICA	VALIDAZIONE	



TECNOHABITAT
ingegneria

Corte Maggiore 22/5- 31044 Montebelluna (TV)
tel.0423.601888
email: studio@tecnohabitatingegneria.it
www.tecnohabitatingegneria.it



INDICE

1	PREMESSA	1
2	I BACINI MINORI	2
3	ANALISI IDROLOGICA	3
3.1	DEFINIZIONE DEI BACINI	4
4	MODELLO ANALITICO PER LA SIMULAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI	5
4.1	I MODELLI IDROLOGICI ANALITICI	5
4.2	DESCRIZIONE DEL CODICE DI CALCOLO	6
4.2.1	GENERALITÀ	6
4.2.2	COMPONENTI DEL MODELLO	6
4.2.3	PROCESSO DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI	7
5	CURVE NUMBER UTILIZZATI NELLA MODELLAZIONE	19
5.1	ZONA DI STUDIO B: VALLE DEL LASTEGO	19
5.2	ZONA DI STUDIO CR01: SCARICO METEORICHE CRESPANO-01	22
5.3	ZONA DI STUDIO CR02: SCARICO METEORICHE CRESPANO-02	23
5.4	ZONA DI STUDIO CR03: SCARICO METEORICHE CRESPANO-03	24
5.5	ZONA DI STUDIO CR04: SCARICO METEORICHE CRESPANO-04	25
5.6	ZONA DI STUDIO D: VALLE LONGA	26
6	RISULTATI DEL MODELLO IDROLOGICO	28
7	ANALISI IDRAULICA DELLE CRITICITÀ	38
7.1	SOLUZIONI ALLE CRITICITÀ RILEVATE – TRASPORTO E DEPOSITO MATERIALE SOLIDO	42
7.1.1	INTERVENTO P_01 – MESSA IN SICUREZZA INTERFERENZA VIA SANT’ANDREA, FIETTA	45
7.1.2	INTERVENTO P_02 – SAGOMATURA STRADALE IN VIA BOSCHI, FIETTA	46
7.1.3	INTERVENTO P_03 – MESSA IN SICUREZZA DI VIA SANT’ANTONIO, QUATTRO STRADE	47
7.1.4	INTERVENTO P_04 – MESSA IN SICUREZZA DI VIA SANT’ANTONIO, SP26	48
7.1.5	INTERVENTO P_05 – ESPANSIONE ACQUE DI VIA IV NOVEMBRE	49
7.1.6	INTERVENTO C_01 – CAPTAZIONE ACQUE METEORICHE IN VIA VALDEROA	50
7.1.7	INTERVENTO C_02 – REALIZZAZIONE PIAZZA DI DEPOSITO IN VIA SAN PANCRAZIO	53
7.2	SOLUZIONI ALLE CRITICITÀ RILEVATE – INSUFFICIENZA FOGNARIA E/O CAPTATIVA	55
7.2.1	INTERVENTO C_03 – DORSALE RETE DI SMALTIMENTO ACQUE BIANCHE	55
7.3	SOLUZIONI ALLE ALTRE CRITICITÀ RILEVATE	62
7.3.1	INTERVENTO P_06 – SISTEMAZIONE SCARICO ACQUE METEORICHE DI VIA FUSERE	62
7.3.2	INTERVENTO C_04 – MESSA IN SICUREZZA ROTATORIA DI VIA 24 MAGGIO	63
7.3.3	INTERVENTO C_05 – STABILIZZAZIONE SPONDALE DELLA VAL DI CRESPANO	64



1 PREMESSA

Nell'ambito della redazione del Piano delle Acque del Comune di Pieve del Grappa è stato sviluppato il presente studio idrologico e idraulico del territorio indagato e dei corsi d'acqua che lo attraversano.

Lo studio ha comportato l'acquisizione delle informazioni disponibili sulla rete idrografica del territorio, dalle valli naturali, alle reti di fognatura pubblica bianca (nell'abitato di Paderno) e mista (nell'abitato di Crespano). Dai piani di gestione territoriale, unitamente ai molteplici incontri con l'amministrazione comunale sono state raccolte informazioni riguardo le criticità già note nella cartografia amministrativa, sia le criticità più puntuali riscontrate in tempi più recenti sul territorio comunale, in tal modo è stato possibile calare il presente Piano sulle problematiche esistenti, con soluzioni progettuali specifiche.

Si riportano le indagini preliminari relative al suolo ed in particolare alle caratteristiche di utilizzo del suolo e il regime pluviometrico al fine di individuare gli ietogrammi di riferimento con i quali si sono eseguite le modellazioni. Partendo dalla base delle conoscenze acquisite mediante l'analisi della documentazione esistente e grazie ai rilievi in campo effettuati, è stato possibile simulare, a mezzo di opportuni strumenti matematici, il comportamento delle portate che si riversano all'interno della rete idrografica comunale durante le precipitazioni.

In particolare, si è eseguito uno studio dei principali bacini che alimentano l'idrografia principale comunale, per poi soffermarsi ad analizzare le criticità rilevate. Si sono sviluppati i modelli idraulici solo per alcune criticità rilevate, la quale risoluzione comporta la soluzione o miglioramento delle condizioni critiche legate al trasporto e deposito del materiale solido nelle sedi stradali e nelle condotte della rete di raccolta delle acque, nonché le criticità legate all'insufficienza della rete fognaria in alcune aree urbane. In questo modo si è potuto verificare e dimensionare i manufatti proposti per la risoluzione delle criticità. Alcuni tra gli interventi proposti consistono nella modifica, o realizzazione, dei sistemi di captazione e trasporto delle acque, senza apportare modifiche al regime idrologico, di tali interventi non viene effettuato il dimensionamento delle opere. Tutte le soluzioni alle criticità sono riportate nella relazione "A.03 Interventi di manutenzione straordinaria", in cui oltre all'analisi tecnica della problematica, lo sviluppo della soluzione, è stato eseguito anche un'analisi economica degli interventi.

I modelli matematici implementati permettono di simulare il comportamento della rete idrica allo stato attuale e negli scenari futuri con la realizzazione di interventi per la mitigazione del rischio idraulico nelle zone sofferenti individuate.



2 I BACINI MINORI

Analizzando il reticolo fluviale minore insistente sul territorio comunale si individuano quindici corpi idrici recettori principali. In particolare, i corsi d'acqua principali insistenti sul territorio comunale risultano essere:

- Valle delle Molle
- Valle Longa
- Valle Cao di Breda
- Val di Crespano
- Torrente Lastego
- Torrente Erega
- Torrente Ponticello
- Torrente Calcino
- Torrente Callesella
- Valle Cassanega
- Valle Santa Margherita
- Scarico acque meteoriche di Crespano-01
- Scarico acque meteoriche di Crespano-02
- Scarico acque meteoriche di Crespano-03
- Scarico acque meteoriche di Crespano-04

Nella Figura 2-1 vengono riportati i bacini scolanti dei corsi d'acqua che attraversano il territorio comunale. I torrenti sopracitati hanno degli alvei ben definito dall'orografia del terreno. Il deflusso al loro interno avviene naturalmente e non solo durante gli eventi meteorologici.

I bacini individuati nell'abitato di Crespano, che hanno origine da una rete di fognatura mista, vengono trattati singolarmente al fine di definire le portate convogliate dalle aree urbanizzate, gli eventuali scaricatori presenti all'interno dei bacini e a valle delle sezioni di chiusura non vengono considerati nelle modellazioni.

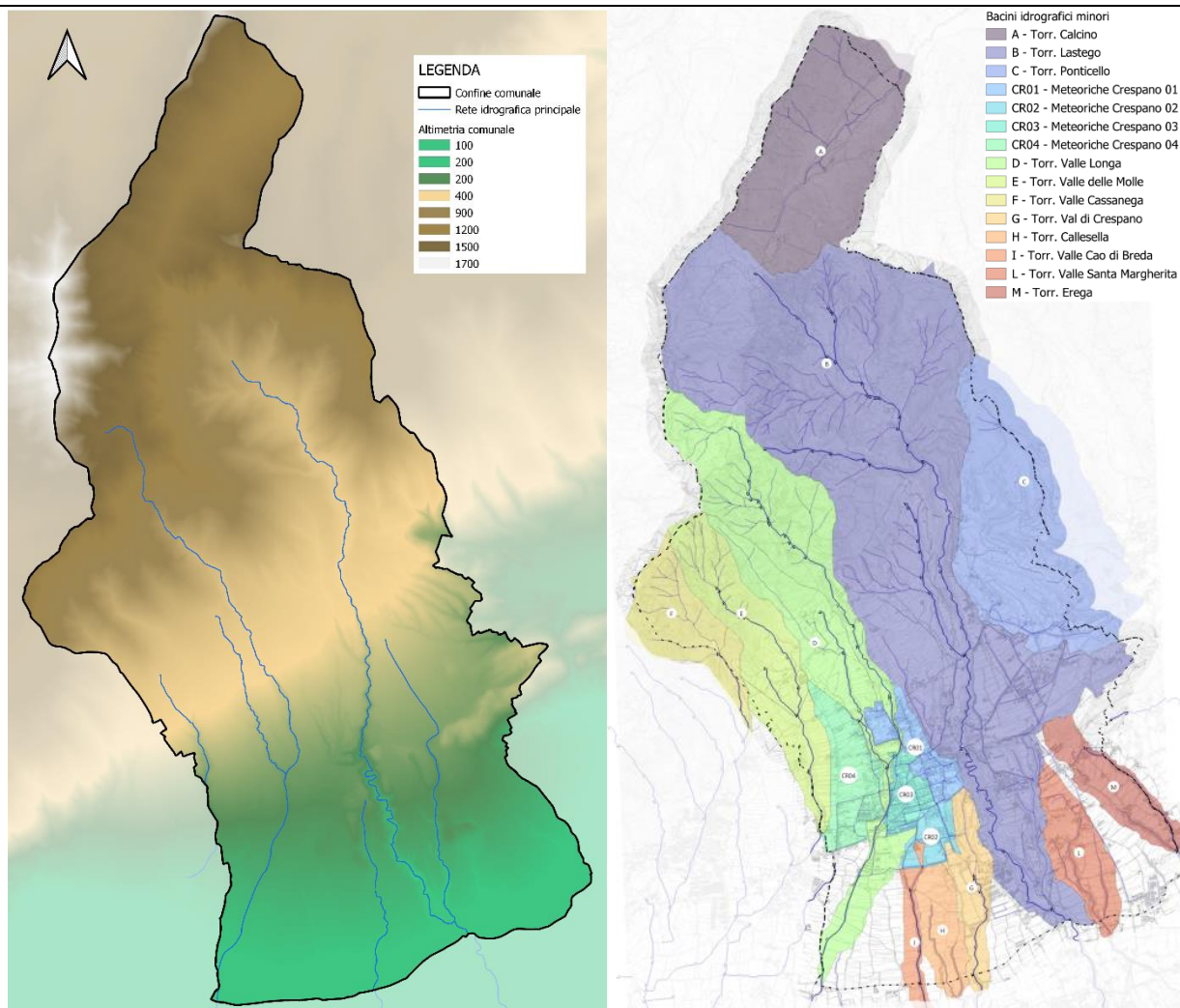


Figura 2-1 Altimetria e bacini idrografici minori

Come si osserva dalla Figura 2-1 i bacini si presentano allungati in direzione nord-sud. Il bacino di maggiori dimensioni viene individuato come bacino afferente del torrente Lastego, che di fatto divide da nord a sud il Comune di Pieve del Grappa, nonché gli abitati di Crespano e Paderno. Vengono individuati inoltre numerosi bacini indipendenti a sud del territorio comunale, (G, H, I, L, M) e sui confini est, ovest e nord del Comune (C, E, F, A). Tali bacini sono parte integrante del territorio comunale ma, presa in considerazione la naturalità delle valli, il loro approfondimento sul territorio, nonché l'assenza di criticità idrauliche che le interessano, detti bacini vengono riportati solo per integrità delle informazioni, senza effettuare l'analisi idrologica eseguita invece per i restanti bacini. Oggetto di studio sarà la rete minore, la quale raccoglie capillarmente le portate meteoriche precipitate sul territorio per poi consegnarle ai corpi ricettori principali. La rete idrografica minore, solitamente non presenta un deflusso costante al suo interno, ma si attiva solamente durante gli eventi meteorologici. È quindi necessario verificare la sua continuità idraulica e capacità nel compiere il deflusso in sicurezza delle portate precipitate sul bacino scolante.

3 ANALISI IDROLOGICA

Al fine di valutare la portata che insiste sui vari corsi d'acqua presenti nel territorio comunale oggetto di studio, si è eseguita un'analisi idrogeologica. Partendo dal DTM (digital elevation model) con maglia

5x5 m² fornito dalla Regione Veneto ed utilizzando la carta dell'uso dei suoli sempre fornita dalla Regione Veneto si è definita l'area scolante di pertinenza e la composizione superficiale del suolo, in modo da definire al meglio il bacino imbrifero per poi determinare le portate precipitate.

3.1 DEFINIZIONE DEI BACINI

L'analisi morfometrica riportata è stata effettuata utilizzando le routine geomorfologiche del software GIS GRASS, sulla base del modello digitale del terreno. Come si può notare dalle carte riportate in Figura 3-1, si è riusciti a dare un indice di pendenza ad ogni pixel definito dalla maglia di rilievo del DTM. In questo modo si può agevolmente definire la direzione di deflusso intrapresa dalle portate precipitate.

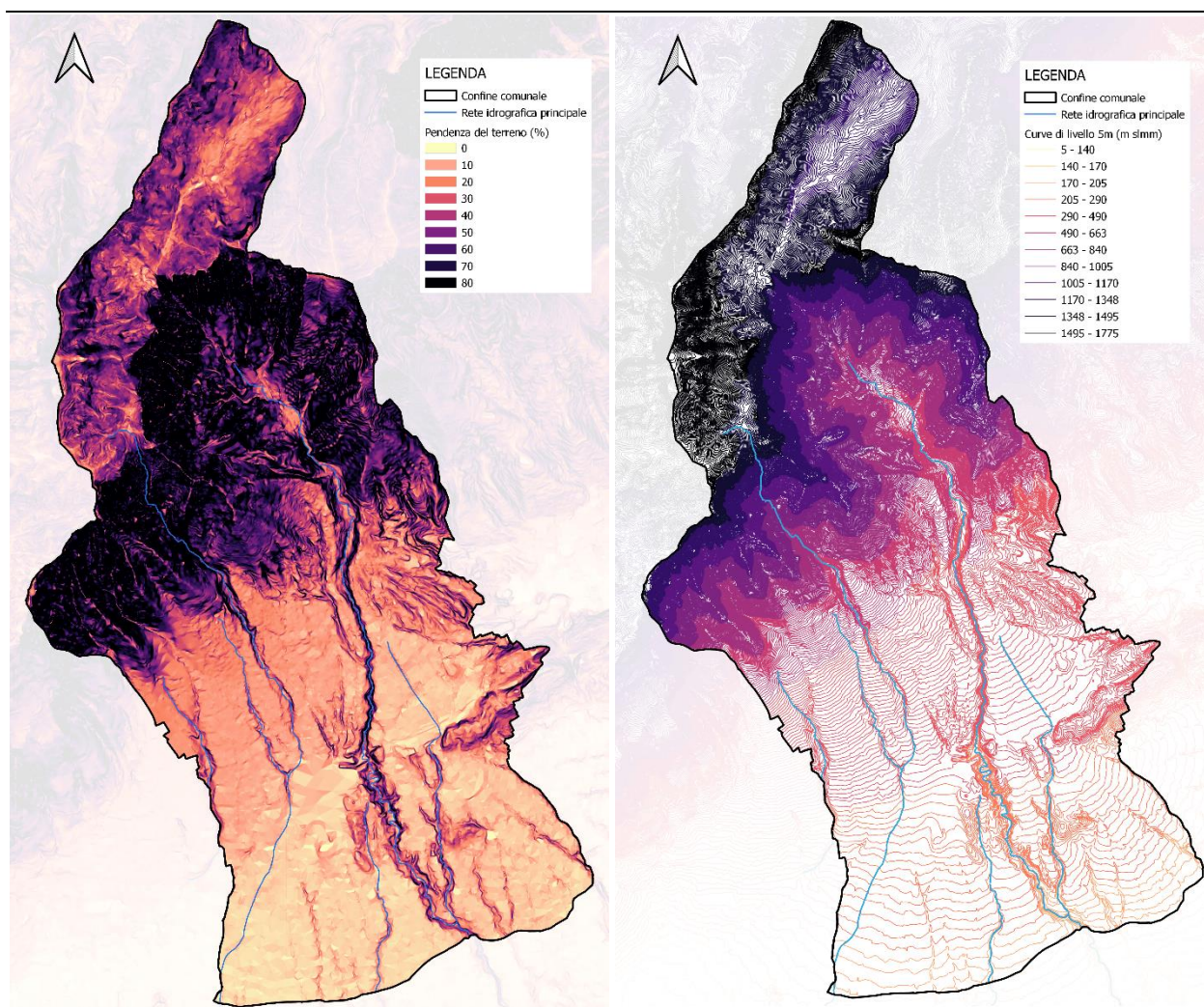


Figura 3-1 Distribuzione delle pendenze e distribuzione delle curve di livello nel territorio Comunale di Pieve del Grappa

Il territorio comunale è in gran parte caratterizzato da importanti pendenze con altitudini che variano da 1773 m di cima Grappa, sino ai 172 m a sud. Il territorio settentrionale, comprendente i versanti meridionali del massiccio del Grappa, si caratterizzano per pendenze superiori al 60%, scendendo in direzione sud-est la pendenza si riduce gradualmente fino un valore di circa 10%. Analizzando la disposizione delle curve di livello con passo cinque metri, si notano delle curve ben definite che vanno a definire dei canali sui versanti dei rilievi per quanto riguarda la parte settentrionale del territorio



comunale. Le numerose incisioni proseguono lungo tutto il paesaggio in direzione NW-SE. Dalle curve di livello si può vedere il graduale cambio di pendenza del territorio pedemontano.

Si osserva che la disposizione delle curve di livello nella parte settentrionale è abbastanza irregolare sui rilievi, definendo i bacini d'inizio delle valli, in particolare a nord-est si ben individua l'inizio della valle del Lastego. L'andamento delle curve di livello appare pressoché regolare nella fascia centrale e meridionale della superficie comunale. Nell'area sudoccidentale invece, si ha una deviazione verso ovest della naturale pendenza del terreno. Fatto che si riscontra anche nell'analisi del tracciato per i corsi d'acqua posizionati più a ovest.

Dal punto di visto idraulico, pendenze di tali entità sul territorio comportano elevate velocità associate ad un'elevata capacità dei corsi d'acqua.

4 MODELLO ANALITICO PER LA SIMULAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI

4.1 I MODELLI IDROLOGICI ANALITICI

Il ciclo idrologico può quindi essere rivisto come un "sistema idrologico", costituito da varie componenti:

- Un input costituito dalla precipitazione meteorica;
- un output costituito da più componenti tra le quali l'evaporazione, la traspirazione, l'infiltrazione, l'immagazzinamento, il deflusso superficiale, e il deflusso profondo, eccetera.

Un modello idrologico, cerca dunque di descrivere mediante relazioni matematiche il fenomeno naturale del ciclo idrologico, ovvero il complesso di meccanismi naturali grazie ai quali la pioggia formatasi in seguito all'evaporazione e successiva condensazione di acqua proveniente da un area umida, da un bacino lacustre o marino, una volta raggiunta la superficie terrestre per mezzo delle precipitazioni si trasferisce sulla superficie stessa, oppure nel sottosuolo, raggiungendo nuovamente un area umida, oppure un bacino lacustre o marino.

Nel campo dell'idrologia vi sono principalmente due categorie di modelli idrologici: modelli idrologici completi e modelli idrologici di piena. In funzione delle caratteristiche da studiare, e della precisione richiesta, il fenomeno della trasformazione degli afflussi in deflussi (e quindi dei singoli processi coinvolti) verrà schematizzato con maggiore o minore precisione.

I modelli idrologici completi descrivono il fenomeno della trasformazione degli afflussi in deflussi su dimensioni temporali significative (un anno, una stagione). Pertanto, molti dei processi idrologici (evapotraspirazione, infiltrazione, immagazzinamento, deflusso superficiale, deflusso di base) che caratterizzano tale fenomeno diventano significativi e vanno considerati nello schema di calcolo.

A differenza dei modelli idrologici completi, nei modelli di piena l'interesse di studio è rivolto principalmente alle modalità con le quali un bacino idrografico risponde ad una singola sollecitazione piovosa (o comunque ad una serie limitata di eventi meteorici) data come input. In questo caso, considerata la relativa rapidità del fenomeno oggetto di studio (normalmente il tempo necessario per la formazione di un'onda di piena in un corso d'acqua può variare, in funzione della dimensione del bacino oggetto di studio, da un minimo di qualche minuto ad un massimo di qualche giorno) può considerarsi trascurabile l'influenza sulla formazione del deflusso superficiale data dai fenomeni quali l'evapotraspirazione e il deflusso ipodermico. Più precisamente nei modelli di piena vengono operate delle importanti semplificazioni sulle modalità con le quali avviene la separazione tra la frazione di pioggia che si infiltra nel terreno e quella che invece andrà a formare il deflusso superficiale e dunque l'onda di piena nella rete idrografica superficiale.

Alcuni dei processi idrologici fondamentali sono schematizzati e rappresentati mediante elementi concettuali semplici, il cui comportamento è facilmente descrivibile da semplici relazioni analitiche. Tra i più comuni elementi concettuali utilizzati vi sono il "canale lineare" e il "serbatoio lineare". Il canale lineare e il serbatoio lineare trovano largo impiego nella modellistica idrologica, in quanto grazie ad essi



è possibile schematizzare i due processi fondamentali che caratterizzano la risposta di un bacino idrografico:

- il processo di trasferimento della massa liquida (canale lineare);
- il processo di immagazzinamento o invaso della massa liquida (serbatoio lineare).

Nel caso di canale lineare, la schematizzazione tenta di descrivere il solo processo di trasferimento, secondo il quale le gocce d'acqua cadute in un bacino verso la sezione di chiusura giungono ad essa con un certo ritardo rispetto all'istante di partenza iniziale. Tale processo, in questo caso, sarà dunque rappresentabile mediante una particolare funzione $h(t)$ della risposta impulsiva, che associata nell'integrale di convoluzione all'ingresso di pioggia $x(t)$ permetterà di determinare la risposta $y(t)$ caratteristica del canale lineare.

Nel caso di serbatoio lineare, invece, il processo fisico del quale viene riprodotta la schematizzazione è la laminazione, ovvero l'immagazzinamento temporaneo del deflusso superficiale all'interno della rete idrografica o sulla superficie del bacino, il cui effetto in termini quantitativi si traduce in una attenuazione dei valori di portata al colmo, oltre che in una dilatazione lungo l'asse dei tempi dell'idrogramma dei deflussi superficiali. Analogamente al caso del canale lineare, si tratterà di ricavare la funzione di risposta impulsiva $h(t)$ caratteristica del serbatoio lineare.

I principali modelli idrologici esistenti sono costituiti, nella maggioranza dei casi, da combinazioni lineari, in serie o in parallelo, di questi due elementi concettuali semplici.

4.2 DESCRIZIONE DEL CODICE DI CALCOLO

4.2.1 GENERALITÀ

Il software HEC-HMS, Hydrologic Modeling System, è un modello idrologico messo a punto dall'Hydrologic Engineering Center dell'USACE (US Army Corps of Engineers) per simulare accuratamente i processi idrologici che avvengono all'interno di un bacino idrografico. Al suo interno sono implementate le principali formulazioni utilizzate nella pratica idrologica per il calcolo delle perdite per infiltrazione e, quindi, del volume di run-off, per la trasformazione afflussi-deflussi con possibilità di considerare anche il contributo del deflusso di base, per la propagazione dell'onda di piena nei canali, per la descrizione di invasi naturali o artificiali.

Tale software permette, quindi, di descrivere quantitativamente la trasformazione delle piogge in deflussi superficiali sulla superficie di un bacino imbrifero e in correnti idriche che confluiscono e si propagano lungo i suoi collettori drenanti, nonché simulare la risposta di un bacino idrografico investito da un evento meteorico di caratteristiche note.

Assunzione teorica del modello è che, considerando il bacino come un sistema di sottobacini interconnessi, il processo idrologico possa rappresentarsi mediante parametri che riflettano le condizioni medie di ciascun sottobacino sia nello spazio che nel tempo, sicché all'intervallo di simulazione scelto debba corrispondere la validità dell'assunzione dei valori medi dei parametri.

Nella trattazione seguente vengono descritte le principali caratteristiche del modello, rimandando al manuale d'uso per ulteriori approfondimenti e dettagli.

4.2.2 COMPONENTI DEL MODELLO

Primo passo per l'applicazione è la schematizzazione del bacino del corso d'acqua in un sistema di componenti interconnesse che costituiscono la rete dei canali. A tale scopo si devono individuare i confini del bacino idrografico, e quindi scomporre il bacino in sottobacini che tengano conto delle finalità dello studio e della variabilità spaziale delle caratteristiche idrometeorologiche del bacino stesso. Questo secondo punto tende a considerare il modello tanto più accurato quanto più un sottobacino individui un'area con caratteristiche idrauliche e idrologiche il più omogenee possibile.



Ogni sottobacino deve quindi essere rappresentato con una serie di componenti e i vari sottobacini devono essere collegati fra loro per simulare il sistema nel suo complesso.

Come detto le componenti da considerare possono essere: il deflusso superficiale di un sottobacino, la propagazione in un canale, un serbatoio, un canale di derivazione.

Input per il calcolo di un deflusso superficiale è lo ietogramma di una precipitazione, da esso si ottiene la pioggia efficace sottraendo le perdite per infiltrazione ed intercezione superficiale. La pioggia efficace è quindi propagata mediante il metodo cinematico o il metodo dell'idrogramma unitario, ottenendo l'idrogramma del deflusso. La portata di base è calcolata utilizzando metodi empirici ed è sommata all'idrogramma dei deflussi superficiali.

Input per la propagazione di un'onda di piena in un canale è un idrogramma nella sezione di monte del sottobacino. Se si utilizza il metodo cinematico è possibile considerare, contemporaneamente all'idrogramma di monte, il contributo dei deflussi dello stesso sottobacino distribuito lungo il canale che deve pertanto essere definito come input.

Tramite un serbatoio si può simulare la presenza di un qualsiasi tipo di invaso sia naturale che artificiale. Un serbatoio agisce laminando una portata di ingresso nell'invaso in una portata di uscita, che tiene conto solo della capacità di invaso del serbatoio e non dipende da alcun tipo di controllo di valle.

Un canale di derivazione simula un qualunque trasferimento di portata da un punto del bacino a un altro punto o fuori dal bacino stesso. Esso trasferisce la portata in accordo a una scala di deflusso assegnata.

4.2.3 PROCESSO DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI

Le componenti di HEC-HMS permettono di simulare il processo afflussi-deflussi di un bacino mediante equazioni matematiche che rappresentano i singoli fenomeni meteorologici, idrologici e idraulici. Questi fenomeni sono separabili in precipitazioni, intercezione superficiale/infiltrazione, trasformazione di pioggia efficace in deflussi, contributo della portata di base e propagazione della piena.

Senza entrare in questa sede nello specifico delle equazioni rappresentanti i singoli fenomeni e/o le loro relazioni con il modello, se ne ricorderanno i principali aspetti.

4.2.3.1 PRECIPITAZIONI

Per lo studio idrologico dei bacini si ricorre all'utilizzo delle curve di possibilità pluviometrica disponibili in rete. Sul sito istituzionale dell'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV), sono disponibili i dati di precipitazione massima registrati nelle stazioni di misura sul territorio. In particolare, si sono cercate stazioni di misura distanti fino a 10 km dal contorno del bacino oggetto di studio. Le stazioni individuate sono quelle di Crespano del Grappa (#156), Pove del Grappa (#82), Valpore (Seren del Grappa) (#262) e Quero (#245). Le stazioni scelte sono state selezionate con il requisito minimo di almeno 20 anni di dati registrati per ciascuna delle durate di pioggia analizzate, vengono dunque escluse le stazioni di Pove del Grappa e di Valpore, aventi un numero di dati insufficienti per ciascun tempo di pioggia analizzato.

La stazione di Quero risulta avere, per tempi di pioggia inferiori e pari le 3 h, un numero insufficiente di dati, per tali tempi la stazione in oggetto non viene considerata. In conclusione, per la stima delle precipitazioni nel bacino del Lastego, per i tempi di pioggia pari a 1h, 3h viene utilizzata unicamente la stazione di Crespano del Grappa (#156), mentre per le durate pari a 6h, 12h, vengono utilizzate le stazioni di Crespano del Grappa (#156) e di Quero (#245).

In Tabella 4-1 si riportano i dati relativi alla stazione di Crespano del Grappa:



156

Località	Crespano del Grappa	
Quota	404 m s.l.m.	
Coordinate (EPSG:4258)	11.84066348 (longitudine)	45.84169964 (latitudine)
Comune	Pieve del Grappa (Treviso)	

Tabella 4-1 Dati stazione pluviometrica di Crespano del Grappa

L'equazione di possibilità pluviometrica utilizzata è la seguente:

$$h(Tr) = a \cdot t_p^n$$

dove i parametri a e n sono funzione del tempo di ritorno:

Tr	a	n
20	76.506	0.2713
30	82.342	0.268
50	89.635	0.2644
100	99.473	0.2604
300	115	0.2553

Tabella 4-2 Parametri dell'equazione delle LSPP stazione di Crespano del Grappa per $t_p=1-24$ h

Tale equazione fornisce l'altezza di precipitazione che può essere uguagliata o superata per precipitazioni di durata " t ", mediamente una volta ogni Tr (tempo di ritorno) anni.

In Tabella 4-3 si riportano i dati relativi alla stazione di Quero:

245

Località	Quero	
Quota	252 m s.l.m.	
Coordinate (EPSG:4258)	11.93977502 (longitudine)	45.9255196 (latitudine)
Comune	Quero Vas (Belluno)	

Tabella 4-3 Dati stazione pluviometrica di Quero

L'equazione di possibilità pluviometrica utilizzata è la seguente:

$$h(Tr) = a \cdot t_p^n$$

dove i parametri a e n sono funzione del tempo di ritorno:

Tr	a	n
20	57.162	0.3948
30	60.605	0.3969
50	64.911	0.3992
100	70.72	0.4019
300	79.891	0.4052

Tabella 4-4 Parametri dell'equazione delle LSPP stazione di Quero per $t_p=1-24$ h



Per la definizione delle Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica nel bacino oggetto di studio si procede all'interpolazione dei dati di massima precipitazione note nelle stazioni di misura, in un punto rappresentativo del bacino di studio in cui le precipitazioni sono incognite. Le piogge vengono interpolate per ciascun tempo di pioggia (ad esclusione dei tempi di 1h e 3h per cui si dispone dei dati di una sola stazione). Con l'applicazione del metodo di interpolazione del Kriging, si ottiene un set di dati rappresentativi del luogo. In Tabella 4-5 e 4-6 si riportano i parametri ottenuti per i diversi tempi di pioggia.

Per completezza vengono riportati in seguito i dati relativi il punto di interpolazione delle precipitazioni:

# -		
Località	Bacino del Lastego	
Quota	252 m s.l.m.	
Coordinate (EPSG:4258)	11.82758658 (longitudine)	45.87174785 (latitudine)
Comune	Pieve del Grappa (Treviso)	

Tabella 4-5 Dati punto di interpolazione sul bacino del torrente Lastego

nonché i parametri delle curve di possibilità pluviometrica individuati.

Tr	a	n
2	39.292	0.3203
5	53.394	0.3039
10	62.723	0.2970
20	71.669	0.2919
30	76.814	0.2896
50	83.244	0.287
100	91.917	0.2841
200	100.56	0.2817

Tabella 4-6 Parametri dell'equazione delle LSPP nel punto di interpolazione per $t_p=1-24$ h

Per le analisi idrologiche si sono indagati tre eventi meteorici caratterizzati da tempi di ritorno pari a 20 e 50 anni. Mentre per simulare un evento pluviometrico con un picco intermedio di intensità, anziché supporre un ietogramma con intensità costante durante tutto l'evento meteorico, si è costruito un ietogramma sintetico di progetto assegnando una precipitazione di intensità variabile nel tempo di pioggia secondo la seguente formulazione:

- 1/3 iniziale, di intensità 0,75 all'intensità media;
- 1/3 centrale, picco di intensità uguale a 1,5 volte l'intensità media;
- 1/3 finale, coda di intensità uguale a 0,75 volte l'intensità media.

La durata delle precipitazioni, vista l'estensione dei bacini, è di tre, sei e dodici ore. A partire dalle altezze di pioggia attese è stato costruito un ietogramma sintetico di progetto con un picco intermedio di intensità molto più simile ad un reale evento meteorico rispetto ad un ietogramma costante che tenderebbe a sottostimare gli effetti sulla rete idrica.



Nella seguente tabella sono indicate le precipitazioni critiche in funzione del tempo di pioggia per l'area oggetto di studio.

	h [mm]	
	TR 20	TR 50
1 h	76.2	0
3 h	23.4	46.9
6 h	14.2	14.2
12 h	9.3	9.3

Tabella 4-7 Valori rappresentativi delle piogge nel bacino del torrente Lastego per i vari tempi di ritorno

Si riportano di seguito gli ietogrammi di progetto utilizzati per il tempo di ritorno di 20 anni ed in seguito le altezze di precipitazione cumulate orarie.

IETTOGRAMMI DI PROGETTO - TR 20 ANNI

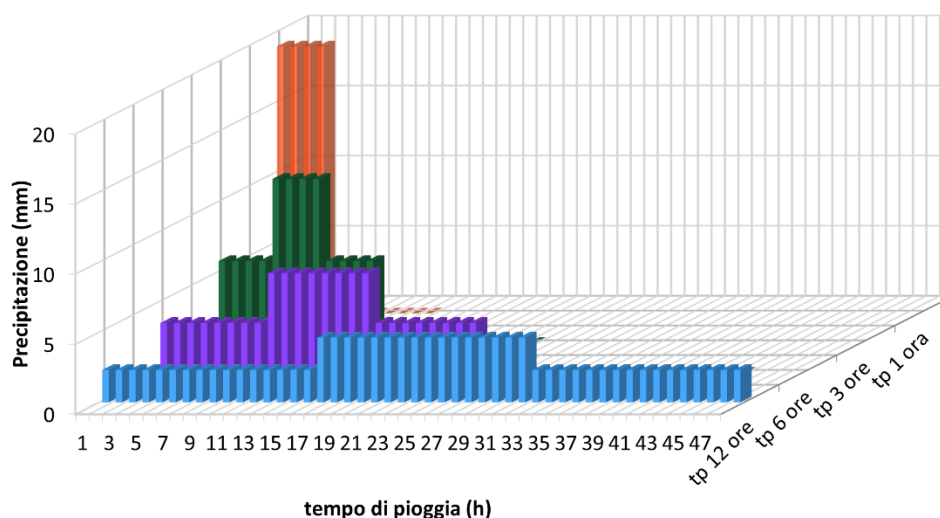


Figura 4-1 Ietogramma di progetto tempo di ritorno 20 anni

Tempo di pioggia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 ora	76.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 ore	23.4	46.9	23.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 ore	14.2	14.2	28.4	28.4	14.2	14.2	0	0	0	0	0	0
12 ore	9.3	9.3	9.3	9.3	18.5	18.5	18.5	18.5	9.3	9.3	9.3	9.3

Tabella 4-8 Precipitazioni con tp=1-3-6-12 ore, Tr=20 anni

Si riportano di seguito gli ietogrammi di progetto utilizzati per il tempo di ritorno di 50 anni ed in seguito le altezze di precipitazione cumulate orarie.



IETTOGRAMMI DI PROGETTO - TR 50 ANNI

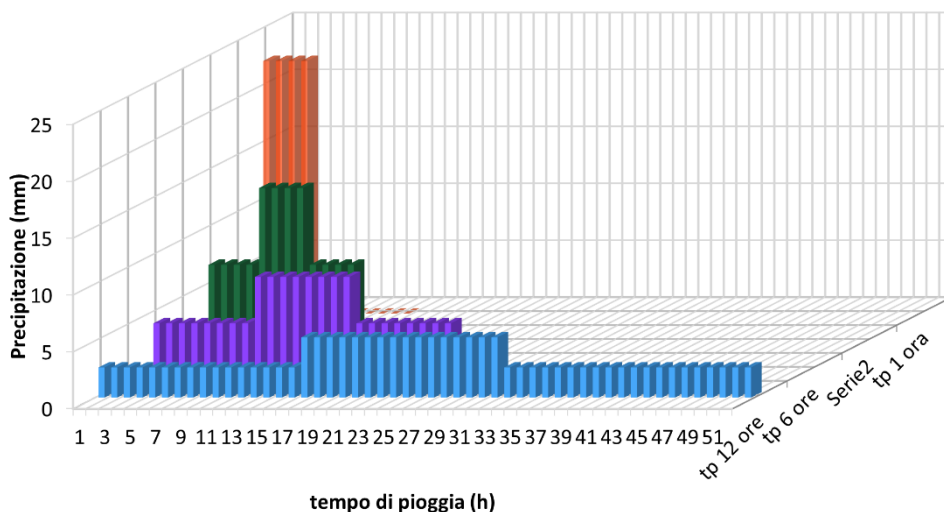


Figura 4-2 Ietogramma di progetto tempo di ritorno 50 anni

Tempo di pioggia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 ora	88.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 ore	27.0	54.0	27.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 ore	16.3	16.3	32.6	32.6	16.3	16.3	0	0	0	0	0	0
12 ore	10.6	10.6	10.6	10.6	21.2	21.2	21.2	21.2	10.6	10.6	10.6	10.6

Tabella 4-9 Precipitazioni con tp=1-3-6-12 ore, Tr=50 anni

4.2.3.2 INTERCETTAZIONE SUPERFICIALE-INFILTRAZIONE

Per quanto riguarda il Loss Method, ovvero il metodo di calcolo delle perdite per infiltrazione nei modelli afflussi-deflussi, il programma consente di stimare le perdite per infiltrazione attraverso l'applicazione di diverse metodologie, nel presente studio è stato applicato il metodo SCS dovendo analizzare un deflusso ad evento. Infatti, in condizioni di piena alcuni termini che compaiono nel bilancio del contenuto d'acqua nel suolo diventano trascurabili. Possono essere trascurate le perdite per evapotraspirazione dal momento che si suppone che durante un evento di piena sia diverso da zero il termine di precipitazione in ingresso e possono anche essere trascurati i deflussi profondi perché caratterizzati da tempi di arrivo non confrontabili con i tempi caratteristici dell'evento.

Per stimare l'idrogramma di piena, ovvero la successione cronologica dei valori di portata che si verificano alla sezione di chiusura di un bacino con il relativo valore di colmo a partire dalla conoscenza della precipitazione di progetto, è necessario utilizzare un modello di trasformazione afflussi-deflussi.

La simulazione mediante modelli matematici del processo di trasformazione delle precipitazioni in deflussi, che si verifica in un bacino idrografico, per la complessità dei fenomeni fisici coinvolti, rende necessaria l'introduzione di semplificazioni che riguardano sia le leggi che governano le varie fasi del processo, che la rappresentazione geomorfologica ed idrografica del bacino stesso.

Il modello utilizzato per la rappresentazione del fenomeno di infiltrazione è quello del Curve Number.



Il modello è di tipo empirico e consente di ottenere lo ietogramma della pioggia netta da quello della pioggia lorda per mezzo di semplici regole empiriche. Il metodo del Curve Number (CN), messo a punto dal Soil Conservation Service nel 1972, considera il deflusso superficiale come differenza fra precipitazione e perdite, dove in queste ultime si inglobano oltre alle perdite per infiltrazione anche quelle per intercettazione da parte delle piante, per accumulo sulle depressioni superficiali e per l'imbibimento iniziale del terreno. I parametri di tale modello non sono stati calibrati solo in base ai dati di infiltrazione, ma anche a quelli relativi a prove di laboratorio e a misure sul campo di un enorme numero di bacini di varie dimensioni negli Stati Uniti, messi in relazione con i tipi pedologici e di uso del suolo di ciascun bacino. La grossa mole di dati ed il continuo aggiornamento rendono questo metodo molto diffuso negli Stati Uniti e sempre più anche in Europa, grazie anche all'impiego di efficaci Sistemi Informativi Geografici.

L'ipotesi di base del metodo è che il rapporto tra il volume defluito ed il volume di pioggia depurato delle perdite iniziali rimanga, in ogni istante, uguale al rapporto tra il volume infiltrato ed il volume massimo teorico delle perdite:

$$P_e = \frac{P_n^2}{P_n + S}$$

in cui:

$$P_n = P - IA \qquad IA = k_{IA} * S$$

dove: P = precipitazione totale (mm)

P_e = precipitazione efficace (mm)

P_n = precipitazione netta (mm)

S = volume specifico di saturazione del suolo (mm)

IA = perdite iniziali (mm)

k_{ia} = coefficiente di perdite iniziali assunto pari a 0.2

Il parametro S è legato in modo inversamente proporzionale ad una grandezza denominata CN (Curve Number) che esprime la permeabilità del terreno secondo la relazione:

$$S = 25.4 * \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

L'indice CN è adimensionale ed è un fattore decrescente della permeabilità: esso varia tra CN=0÷100 con i seguenti valori estremi:

- CN = 0 per superficie totalmente permeabile;
- CN = 100 per superficie totalmente impermeabile.

Il CN risulta legato a:

- Tipologia litologica del suolo;
- Uso del suolo;
- Grado di umidità del suolo prima dell'evento meteorico esaminato;
- Stagione vegetativa.

Per quanto riguarda la tipologia litologica del suolo, il Soil Conservation Service ha classificato i vari tipi di suolo in quattro gruppi, riportati nella tabella seguente, sulla base della capacità di assorbimento del terreno nudo a seguito di un prolungato adacquamento.



Tipo idrologico di suolo	Descrizione
A	<u>Scarsa potenzialità di deflusso</u> Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.
B	<u>Potenzialità di deflusso moderatamente bassa</u> 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	<u>Potenzialità di deflusso moderatamente alta</u> 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.
D	<u>Potenzialità di deflusso molto alta</u> Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza delle superfici.

Tabella 4-10 Tipologie idrologiche del suolo

In relazione all'uso del suolo, sono state individuate un numero piuttosto elevato di classi che, incrociate con i quattro tipi di suolo (Tabella 4-11), permettono di individuare un valore di CN.

Valori del parametro CN (adimensionale)	Tipologia idrologica del Suolo			
Tipologia di uso del territorio	A	B	C	D
Coltivazioni, in presenza di pratiche di conservazione del suolo	62	71	78	81
Coltivazioni, in assenza di pratiche di conservazione del suolo	72	81	88	91
Terreno da pascolo in cattive condizioni	68	79	86	89
Terreno da pascolo in buone condizioni	39	61	74	80
Boschi in presenza di copertura rada e senza sottobosco	45	66	77	83
Boschi e foreste in presenza di copertura fitta e con sottobosco	25	55	70	77
Spazi aperti con manto erboso superiore al 75 % dell'area	39	61	74	80
Spazi aperti con manto erboso compreso tra il 50 % e il 75 % dell'area	49	69	79	84
Spazi aperti con manto erboso inferiore al 50 % dell'area	68	79	86	89
Zone industriali (area impermeabile 72 %)	81	88	91	93
Zone commerciali e industriali (area impermeabile 85 %)	89	92	94	95
Zone residenziali, lotti fino a 500 m ² (area impermeabile 65 %)	77	85	90	92
Zone residenziali, lotti di 500 - 1000 m ² (area impermeabile 38 %)	61	75	83	87
Zone residenziali, lotti di 1000 - 1500 m ² (area impermeabile 30 %)	57	72	81	86
Zone residenziali, lotti di 1500 - 2000 m ² (area impermeabile 25 %)	54	70	80	85
Zone residenziali, lotti di 2000 - 5000 m ² (area impermeabile 20 %)	51	68	79	84
Zone residenziali, lotti di 5000 - 10000 m ² (area impermeabile 12 %)	46	65	77	82
Parcheggi, tetti, autostrade	98	98	98	98
Strade pavimentate o asfaltate, dotate di drenaggio	98	98	98	98
Strada con letto in ghiaia	76	85	89	91
Strada battute in terra	72	82	87	89

Tabella 4-11 Valori del parametro CN



Infine, per tener conto dello stato iniziale di umidità del suolo, l'SCS individua tre classi caratterizzate da differenti condizioni iniziali di umidità (AMC) a seconda del valore assunto dall'altezza di pioggia caduta nei 5 giorni precedenti l'evento meteorico e della stagione vegetativa:

Classe AMC	Stagione di riposo della vegetazione	Stagione di crescita della vegetazione
I	< 12.7 mm	< 35.5 mm
II	12.7 mm -28.00 mm	35.5 mm - 53.3 mm
III	> 28.0 mm	> 53.3 mm

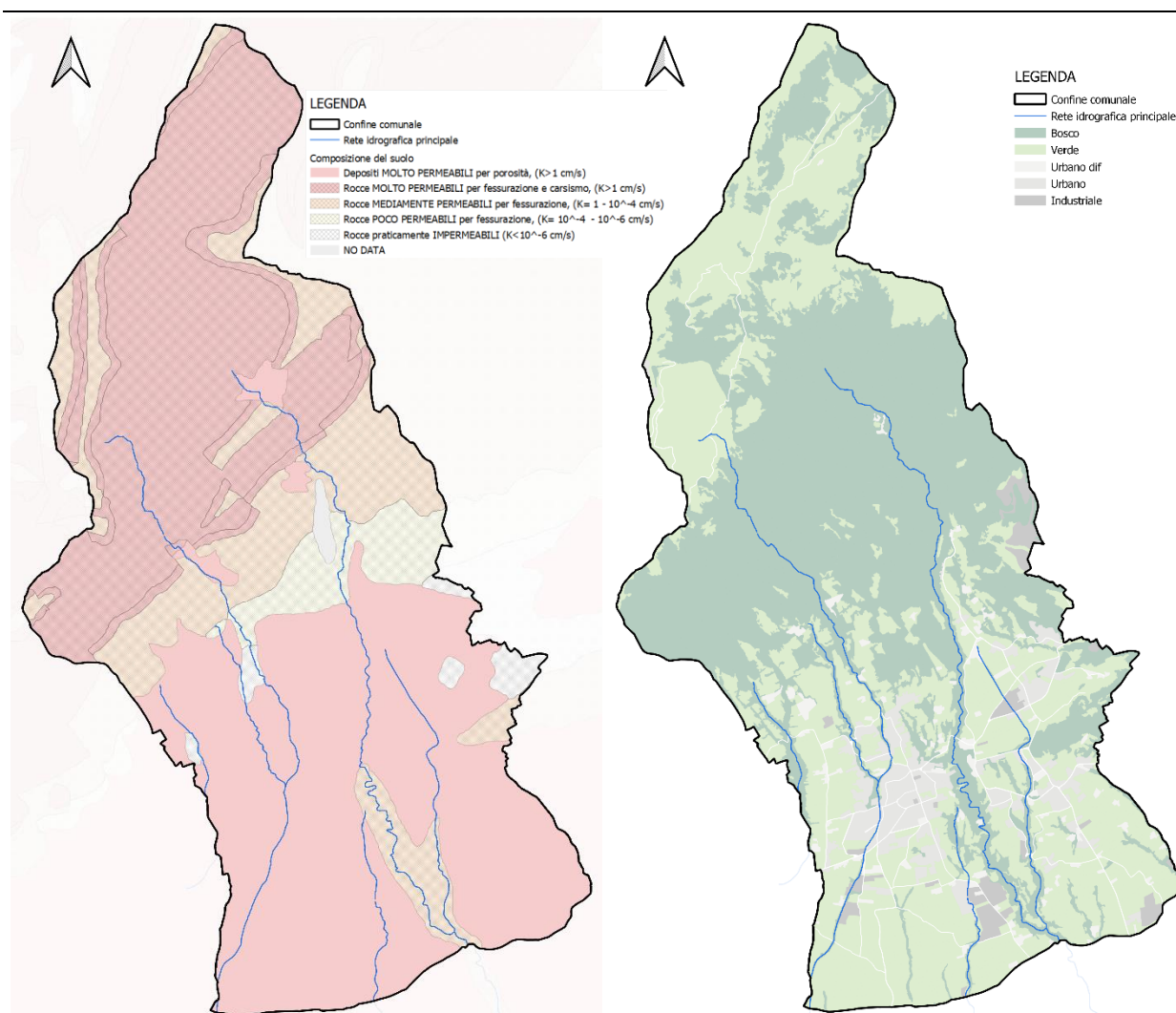


Figura 4-3 Composizione del suolo ed uso del suolo nel Comune di Pieve del Grappa

A seconda della classe di appartenenza è possibile “adattare” il CN precedentemente ottenuto, utilizzando le seguenti formule:

classe I	$CN(I) = \frac{4.2 \cdot CN(II)}{10 - 0.058 \cdot CN(II)}$
classe II	$CN(II)$
classe III	$CN(III) = \frac{23 \cdot CN(II)}{10 + 0.13 \cdot CN(II)}$

Al fine di attribuire puntualmente il valore corretto di Curve Number (CN) si è analizzato l'utilizzo del suolo (Figura 4-3) e la permeabilità del terreno. Incrociando questi dati si sono ottenuti i Curve Number per l'intera area comunale.

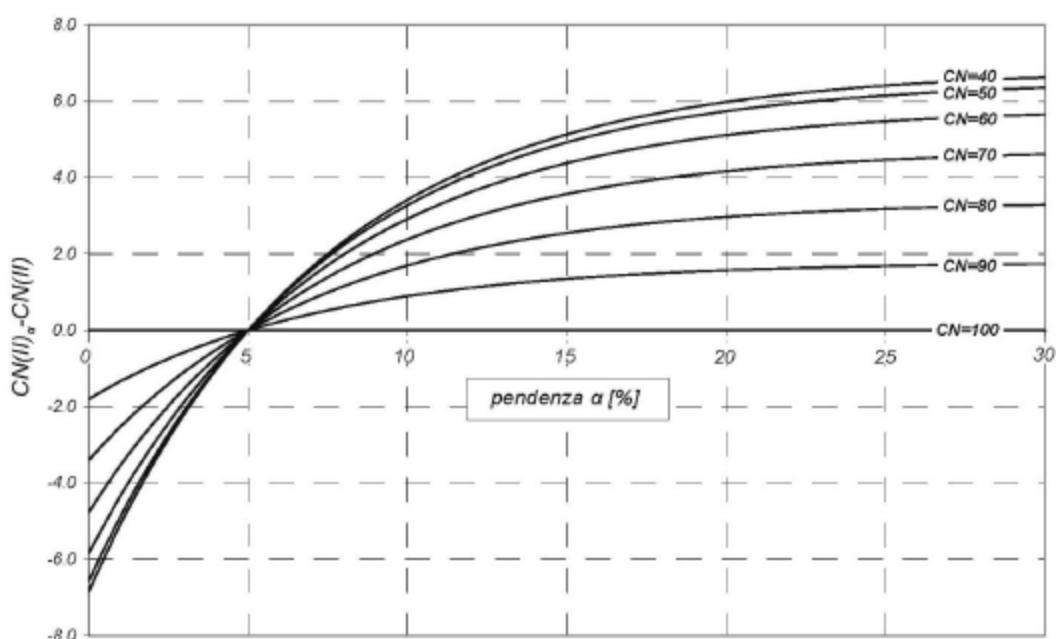


Figura 4-4 Correzione del CN in funzione della pendenza

Il valore del parametro CN non è indipendente dalla pendenza media del suolo; il valore di CN, infatti, aumenta all'aumentare della pendenza; il termine correttivo risulta trascurabile per valori di CN riferiti a pendenze del terreno standard del 5 %, che non possono essere attribuite ai territori di bonifica, i quali sono generalmente caratterizzati da pendenze dell'ordine dello 0.0 - 0.1 %. Nel caso in esame, osservando l'andamento delle pendenze riportate nella Figura 3-1, la correzione dovrà essere adottata solo per la parte collinare del territorio comunale. Per effettuare la correzione si è utilizzato il diagramma riportato in Figura 4-4.

4.2.3.3 TRASFORMAZIONE DELLE PIOGGIA IN DEFLUSSO

L'estensione dello studio ed il grado di dettaglio nella suddivisione dei bacini, nonché la diversità delle caratteristiche dei bacini esaminati ha suggerito l'applicazione di una metodologia che tenesse conto sia dei processi di scorrimento superficiale che del contributo degli invasi e degli immagazzinamenti. Per tale motivo si è scelto il metodo di Clark che esprime l'idrogramma di piena attraverso due parametri: il tempo di corrivazione Tc e la costante di ritardo R.



L'idrogramma unitario di Clark si basa sulla schematizzazione del bacino come una rete di canali lineari che collegano indipendentemente ogni areola elementare del bacino con un serbatoio lineare di costante R posto nella sezione di chiusura. Per poter definire l'idrogramma è necessario conoscere il tempo impiegato dal deflusso per raggiungere la sezione di chiusura da ciascuna areola elementare, e costruire così in tal modo una curva area-tempo $A(t)$ che esprime, in funzione del tempo, la superficie cumulata che ha contribuito al deflusso alla sezione di misura.

La letteratura idrologica fornisce varie metodologie per la costruzione di tale curva, ma nessuna di esse è esente da difetti di ordine concettuale. In prima approssimazione, per quanto la velocità di deflusso risulti in realtà variabile sia nello spazio, da punto a punto, sia nel tempo, a secondo del contenuto idrico del suolo, dell'intensità di pioggia, dei livelli idrici nei collettori ecc., si può ritenere costante la velocità in ciascun punto del bacino, e considerare perciò isocorvivi i punti situati alla medesima distanza, lungo le linee di deflusso, dalla sezione di chiusura. Si può così tracciare una mappa delle linee isocrone del bacino (linee che congiungono i punti di uguale tempo di corrivazione) e, misurando le aree comprese tra la sezione di chiusura e ciascuna linea, costruire la curva $A(t)$.

Il codice HEC-HMS, nel caso in cui non venga fornita la curva $A(t)$, utilizza una curva area-tempo adimensionale definita dalle relazioni:

$$\begin{cases} A = 1.1414 \cdot t^{1.5} & \rightarrow \text{ per } 0 < t < 0.5 \\ A = 1 - 1.1414 \cdot (1 - t^{1.5}) & \rightarrow \text{ per } 0.5 < t < 1 \end{cases}$$

dove A è l'area cumulata espressa come frazione dell'area totale del sottobacino, e t è il tempo espresso come frazione del tempo di concentrazione che deve essere quindi fornito come parametro di input. Per $t=0.5$ può essere impiegata indifferentemente l'una o l'altra delle due relazioni, risultando, in ogni caso, $A=0.5$. Le relazioni riportate sopra risultano adeguate a un bacino di forma ellittica e dotato di un unico collettore principale, ma possono essere accettabilmente utilizzate anche in altri bacini, purché di forma non troppo diversa da questa.

Una volta definita la curva area-tempo, che in sostanza riproduce le caratteristiche morfologiche e fisiografiche del bacino, le ordinate della curva stessa sono convertite in volume di deflusso al secondo per unità di pioggia efficace, e divise per l'intervallo di tempo considerato. L'idrogramma istantaneo risultante viene poi propagato attraverso il serbatoio lineare per simulare gli effetti di immagazzinamento del bacino con l'equazione:

$$Q(2) = \frac{\Delta t}{R + 0,5t} \cdot I + \left[1 - \frac{\Delta t}{R + 0,5t} \right] \cdot Q(1)$$

dove I è l'ordinata dell'idrogramma istantaneo prima della propagazione, $Q(1)$ e $Q(2)$ le portate istantanee all'inizio e alla fine dell'intervallo di calcolo Δt , e R è la costante di immagazzinamento del bacino in ore, definita come il rapporto tra il volume di invaso del "serbatoio" e la portata in uscita da esso.

In definitiva, nell'applicazione del metodo di Clark sono da determinare il tempo di concentrazione T_c e il coefficiente di immagazzinamento R. Il tempo di concentrazione T_c è l'intervallo di tempo che impiega una particella di acqua ad andare dal punto idraulicamente più lontano del bacino alla sezione di chiusura del bacino stesso. Nella pratica e con riferimento all'idrogramma unitario, il tempo di concentrazione è individuato come il tempo che trascorre dalla fine della pioggia efficace al punto di



inflessione sul ramo di recessione. La valutazione del tempo di corrivazione è stata effettuata mediando i valori che si ottengono dalle molteplici formulazioni impiegate in letteratura:

- formula di Giandotti:

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5 \cdot L}{0,8 \cdot H_m^{0,5}}$$

- formula di Giandotti modificata (per bacini con $A < 10$ km):

$$T_c = \frac{1}{M \cdot d} \frac{\sqrt{A} + 1,5 \cdot L}{0,8 \cdot H_m^{0,5}}$$

Dove i parametri M e d sono descritti in Tabella 4-12

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

Tabella 4-12 Valori delle costanti M e d

- formula di Ventura:

$$T_c = 0,127 \left(\frac{A}{i_B} \right)^{0,5}$$

- formula di Kirpich:

$$T_c = 0,0003257 \cdot \frac{L^{0,77}}{i_B^{0,385}}$$

dove A è la superficie del bacino in km², L = lunghezza asta in km, i_B pendenza media del bacino.

Per quanto riguarda il coefficiente di immagazzinamento R si è fatto riferimento alla formula originale di Clark:

$$R = \frac{0,8 \left(\frac{L}{1,60934} \right)}{(i_b \cdot 100)^{0,5}}$$

Il significato fisico dei parametri consente però solo in parte una loro stima: se pure il tempo di corrivazione può essere valutato con formule empiriche come quelle riportate, il parametro R risulta di più difficile valutazione.

4.2.3.4 PROPAGAZIONE DELL'ONDA DI PIENA

I modelli utilizzati in HEC-HMS al fine di simulare la propagazione dell'onda di piena in un tratto d'alveo o in una condotta sono di tipo idrologico, basati quindi sull'equazione di continuità e su una relazione empirica fra l'invaso nel tratto di calcolo e la portata defluente presso la sezione finale del tratto stesso. La tecnica utilizzata per la presente simulazione è basata su una soluzione alle differenze finite dell'equazione di continuità e dell'equazione dei momenti combinate, offrendo un algoritmo che, sulla base delle caratteristiche della sezione, permette di calcolare la portata al variare dello step temporale.



Ipotizzando di utilizzare una condotta circolare, i parametri di input richiesti sono:

- lunghezza L (m);
- pendenza i (m/m);
- numero di Manning n , pari a $(1/K_s)$ dove K_s è il coefficiente di Strikler, rappresentativo della scabrezza della condotta, espresso in $m^{1/3}/s$;
- diametro interno D (m).

Nel caso in cui si modelli un tratto di canale o fosso, i parametri di input richiesti sono:

- lunghezza L (m);
- pendenza i (m/m);
- numero di Manning n , pari a $(1/K_s)$ dove K_s è il coefficiente di Strikler;
- larghezza del fondo (m);
- profondità dell'alveo (m).

4.2.3.5 PARAMETRI DELLA SIMULAZIONE

I principali parametri di simulazione idraulica utilizzati sono i seguenti:

- tipo idrologico di suolo è stato desunto dalla "Carta dei Suoli";
- condizioni di umidità iniziali del terreno (AMC): classe II;
- CN: per ogni sottobacino il Curve Number è stato ricavato dalla "Carta della copertura dei suolo" applicando ad ogni classe di uso del suolo uno specifico CN, successivamente è stato determinato il CN medio del sottobacino ottenuto come media pesata dei valori imposti;
- pendenza media dei sottobacini desunta dall'elaborazione del DTM nella Regione Veneto;
- scabrezza media dei capofossi: $0.05 \text{ s/m}^{1/3}$;
- scabrezza media dei canali consortili: $0.033 \text{ s/m}^{1/3}$;
- scabrezza media delle tubazioni: $0.014 \text{ s/m}^{1/3}$;
- scabrezza media del suolo impermeabile: $0.012 \text{ s/m}^{1/3}$;
- scabrezza media del suolo permeabile: $0.10 \text{ s/m}^{1/3}$;
- invasi superficiali delle aree pavimentate: 3 mm;
- invasi superficiali delle aree permeabili: 10 mm.



5 CURVE NUMBER UTILIZZATI NELLA MODELLAZIONE

5.1 ZONA DI STUDIO B: VALLE DEL LASTEGO

Il bacino imbrifero sotteso dal torrente Lastego occupa oltre il 41 % del territorio comunale e si estende per l'intera lunghezza del Comune in direzione nord-sud. A nord si trova il bacino del torrente Calcino, a ovest il bacino della Valle Longa mentre a est il bacino afferente al torrente Ponticello. Il bacino del Lastego si compone della Valle Boccaor, Valle Maletta o delle Muneghe, Valle Mardigion, torrente Mardion, valle Secca Roggia dell'Astego nonché i bacini afferenti attraverso lo scarico della rete fognaria meteorica.

Si riporta nella Figura 5-1 la mappa del bacino e dei relativi sottobacini e la distribuzione spaziale dei Curve Number.

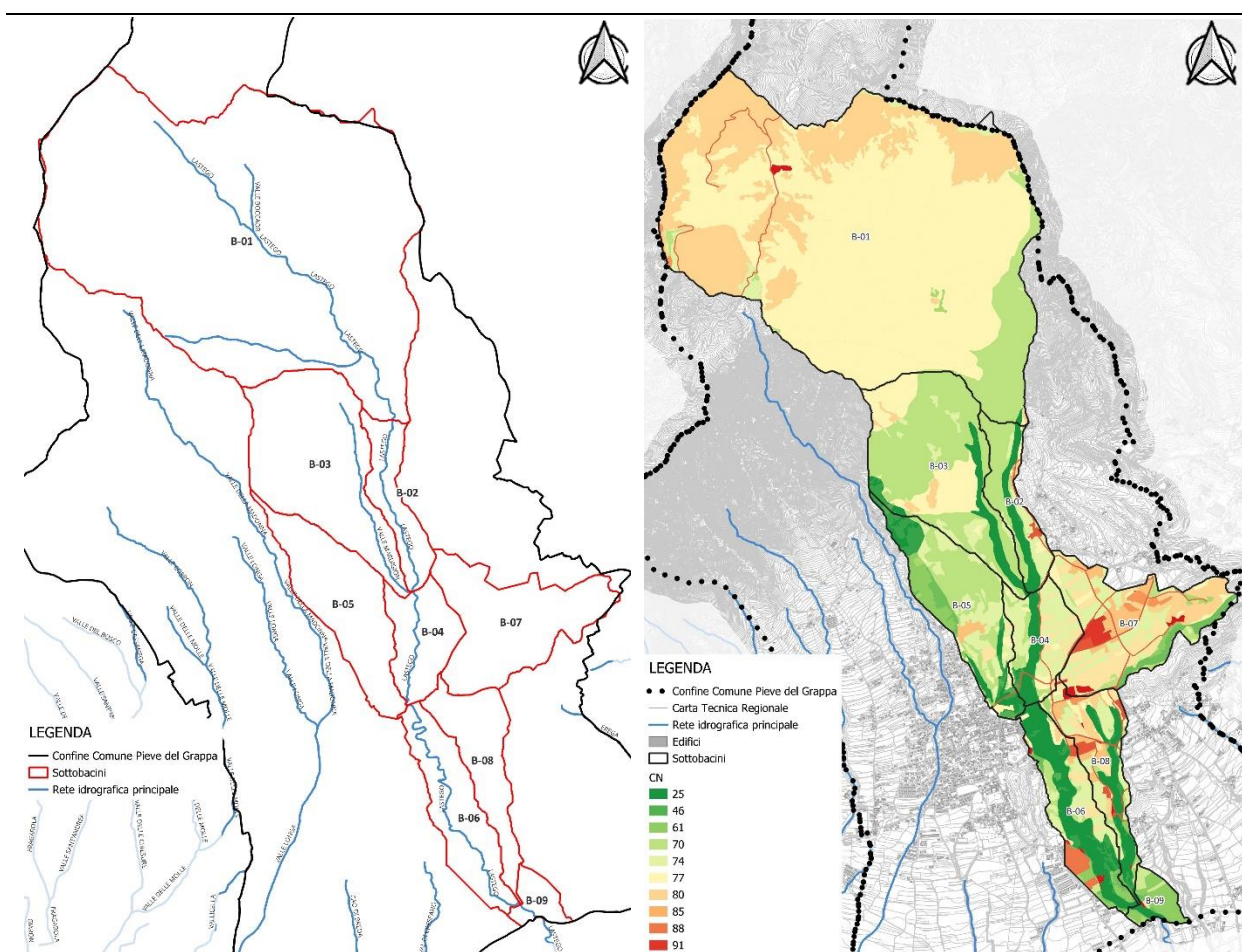


Figura 5-1 Zona di studio B

Il bacino è stato suddiviso in diversi sottobacini, i quali sono stati a loro volta utilizzati per analizzare le varie valli e corsi d'acqua singolarmente, con il loro bacino. Nel bacino in esame si sono rilevati i seguenti corsi d'acqua principali per i quali si è individuato un bacino imbrifero:

- valle del Lastego-01
- valle del Lastego-02
- valle del Lastego-03



- valle del Lastego-04
- valle del Lastego-05
- valle Mardigion
- rio Mardion
- V. Secca Roggia dell'Astego
- scolo acque meteoriche

Si riportano nella tabella seguente l'estensione delle diverse coperture, e relativi Curve Number adottati nella modellazione dei sottobacini del torrente Lastego.

CORPO IDRICO	BACINO	SOTTOBACINO	A (km ²)	COPETURA	CN
valle del Lastego-01	B	B-01	2.361	Verde	
valle del Lastego-01	B	B-01	0.013	Urbano diffuso	
valle del Lastego-01	B	B-01	0.012	Urbano	
valle del Lastego-01	B	B-01	0.044	Viabilità	
valle del Lastego-01	B	B-01	5.887	Bosco	
Totale		B-01	8.318		77.2
valle del Lastego-02	B	B-02	0.353	Bosco	
valle del Lastego-02	B	B-02	0.116	Verde	
valle del Lastego-02	B	B-02	0.012	Urbano diffuso	
valle del Lastego-02	B	B-02	0.013	Urbano	
Totale		B-02	0.495		60.7
valle Mardigion	B	B-03	1.589	Bosco	
valle Mardigion	B	B-03	0.195	Verde	
valle Mardigion	B	B-03	0.008	Urbano diffuso	
Totale		B-03	1.793		68.0
valle del Lastego-03	B	B-04	0.173	Bosco	
valle del Lastego-03	B	B-04	0.357	Verde	
valle del Lastego-03	B	B-04	0.040	Urbano diffuso	
valle del Lastego-03	B	B-04	0.003	Area. produttiva	
valle del Lastego-03	B	B-04	0.023	Viabilità	
Totale		B-04	0.596		64.2
rio Mardion	B	B-05	0.524	Bosco	
rio Mardion	B	B-05	0.486	Verde	
rio Mardion	B	B-05	0.049	Urbano diffuso	
rio Mardion	B	B-05	0.058	Urbano	
rio Mardion	B	B-05	0.003	Viabilità	
Totale		B-05	1.122		62.6
valle del Lastego-04	B	B-06	0.454	Bosco	
valle del Lastego-04	B	B-06	0.305	Verde	
valle del Lastego-04	B	B-06	0.016	Urbano diffuso	
valle del Lastego-04	B	B-06	0.021	Urbano	
valle del Lastego-04	B	B-06	0.062	Area. produttiva	
valle del Lastego-04	B	B-06	0.003	Viabilità	
Totale		B-06	0.860		50.9
V. Secca Roggia dell'Astego	B	B-07	0.180	Bosco	
V. Secca Roggia dell'Astego	B	B-07	0.778	Verde	
V. Secca Roggia dell'Astego	B	B-07	0.005	Urbano diffuso	
V. Secca Roggia dell'Astego	B	B-07	0.168	Urbano	



Piano Comunale delle Acque
- Modellazione idraulica -

V. Secca Roggia dell'Astego	B	B-07	0.063	Area. produttiva
V. Secca Roggia dell'Astego	B	B-07	0.058	Viabilità
Totale		B-07	1.293	76.9
scolo acque meteoriche	B	B-08	0.230	Bosco
scolo acque meteoriche	B	B-08	0.288	Verde
scolo acque meteoriche	B	B-08	0.312	Urbano diffuso
scolo acque meteoriche	B	B-08	0.120	Urbano
scolo acque meteoriche	B	B-08	0.014	Area. produttiva
scolo acque meteoriche	B	B-08	0.038	Viabilità
Totale		B-08	0.721	63.9
valle del Lastego-05	B	B-09	0.035	Bosco
valle del Lastego-05	B	B-09	0.156	Verde
valle del Lastego-05	B	B-09	0.005	Urbano diffuso
Totale		B-09	0.196	58.6
Totale bacino	B		15.446	71.7

Tabella 5-1 Caratteristiche zona di studio B



5.2 ZONA DI STUDIO CR01: SCARICO METEORICHE CRESPANO-01

Il bacino imbrifero sotteso allo Scarico delle acque meteoriche di Crespano-01 è una porzione di territorio comunale situata a nord-est dell'abitato di Crespano e comprende le aree urbane sviluppate lungo via M.te Pertica, via M.te Asolone, via Madonna del Covolo, via M.te Grappa, via IV Novembre, via S. Zardo e via Roma. Nella modellazione idrologica non vengono considerati gli scaricatori di piena presenti sulla rete minore.

Si riporta nella Figura 5-2 la mappa del bacino e dei relativi sottobacini e la distribuzione spaziale dei Curve Number.

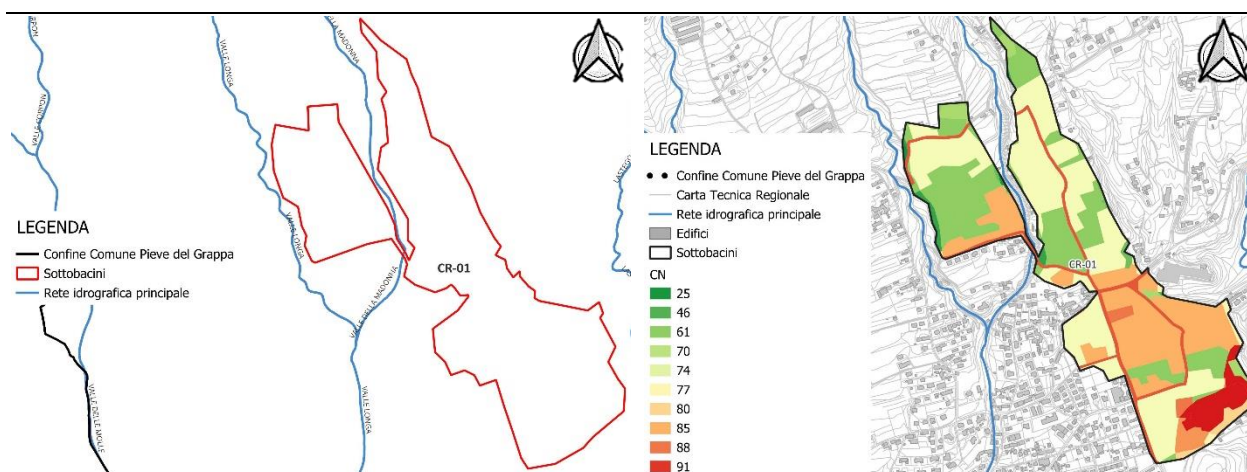


Figura 5-2 Zona di studio CR-01

Il bacino viene trattato come un unico bacino dalle caratteristiche omogenee.

Si riportano nelle tabelle seguenti l'estensione delle diverse coperture, e relativi Curve Number adottati nella modellazione.

CORPO IDRICO	BACINO	SOTTOBACINO	A (km ²)	COPETURA	CN
rete fognatura Crespano	CR01	CR-01	0.163	Verde	
rete fognatura Crespano	CR01	CR-01	0.011	Urbano diffuso	
rete fognatura Crespano	CR01	CR-01	0.331	Urbano	
rete fognatura Crespano	CR01	CR-01	0.034	Viabilità	
rete fognatura Crespano	CR01	CR-01	0.007	Area. produttiva	
rete fognatura Crespano	CR01	CR-01	0.007	Bosco	
Totale		CR-01	0.552		74.7
Totale bacino	CR01		0.552		74.7

Tabella 5-2 Caratteristiche zona di studio CR01



5.3 ZONA DI STUDIO CR02: SCARICO METEORICHE CRESPANO-02

Il bacino imbrifero sotteso allo Scarico delle acque meteoriche di Crespano-02 è una porzione di territorio comunale situata a sud dell'abitato di Crespano e comprende le aree abitate che si sviluppano lungo via S. Pio X, via G. Ceccato, via Orfanotrofio e via Cacciatori. Nella modellazione idrologica non vengono considerati gli scaricatori di piena presenti sulla rete minore.

Si riporta nella Figura 5-3 la mappa del bacino e dei relativi sottobacini e la distribuzione spaziale dei Curve Number.

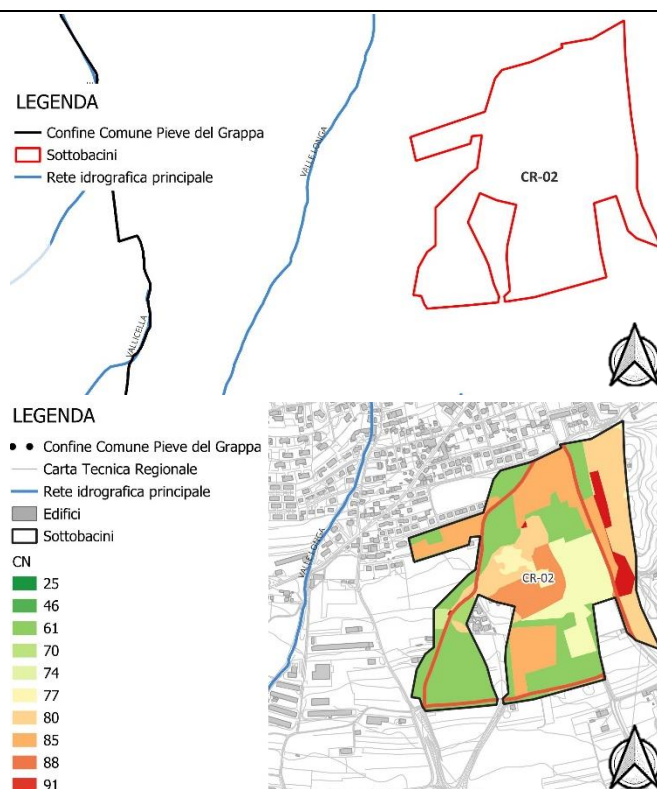


Figura 5-3 Zona di studio CR-02

Il bacino viene trattato come un unico bacino dalle caratteristiche omogenee.

Si riportano nelle tabelle seguenti l'estensione delle varie superfici con diverse coperture, e relativi Curve Number adottati nella modellazione.

CORPO IDRICO	BACINO	SOTTOBACINO	A (km ²)	COPETURA	CN
rete fognatura Crespano	CR02	CR-02	0.175	Verde	
rete fognatura Crespano	CR02	CR-02	0.003	Urbano diffuso	
rete fognatura Crespano	CR02	CR-02	0.133	Urbano	
rete fognatura Crespano	CR02	CR-02	0.020	Viabilità	
rete fognatura Crespano	CR02	CR-02	0.001	Area. produttiva	
rete fognatura Crespano	CR02	CR-02	0.008	Bosco	
Totale		CR-02	0.340		75.1
Totale bacino	CR02		0.340		75.1

Tabella 5-3 Caratteristiche zona di studio CR02

5.4 ZONA DI STUDIO CR03: SCARICO METEORICHE CRESPANO-03

Il bacino imbrifero sotteso allo Scarico delle acque meteoriche di Crespano-03 è una porzione di territorio comunale situata a sud dell'abitato di Crespano e comprende le aree abitate che si sviluppano lungo via Artigianato, via Toscana, via Sant'Antonio, via S. Carlo, via N. Zardo, via Molinetto e via delle Valli. Il bacino afferisce alla rete di fognatura mista con collettore principale in via Valli e via Molinetto, dalla loro intersezione il collettore prosegue lungo via 24 Maggio. L'eventuale presenza di scolmatori di piena non viene considerata nella modellazione idrologica.

Si riporta nella Figura 5-4 la mappa del bacino e dei relativi sottobacini e la distribuzione spaziale dei Curve Number.

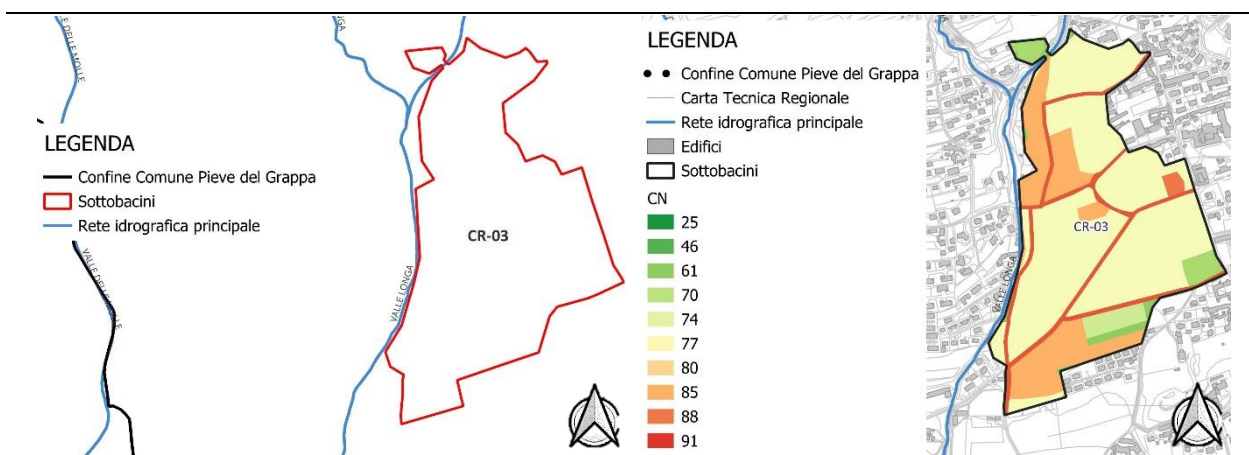


Figura 5-4 Zona di studio CR-03

Il bacino viene trattato come un unico bacino dalle caratteristiche omogenee.

Si riportano nelle tabelle seguenti l'estensione delle varie superficie con diverse coperture, e relativi Curve Number adottati nella modellazione.

CORPO IDRICO	BACINO	SOTTOBACINO	A (km ²)	COPETURA	CN
rete fognatura Crespano	CR03	CR-03	0.016	Verde	
rete fognatura Crespano	CR03	CR-03	0.011	Urbano diffuso	
rete fognatura Crespano	CR03	CR-03	0.285	Urbano	
rete fognatura Crespano	CR03	CR-03	0.029	Viabilità	
rete fognatura Crespano	CR03	CR-03	0.003	Area. produttiva	
rete fognatura Crespano	CR03	CR-03	0.001	Bosco	
Totale		CR-03	0.344		77.6
Totale bacino	CR03				77.6

Tabella 5-4 Caratteristiche zona di studio CR03



5.5 ZONA DI STUDIO CR04: SCARICO METEORICHE CRESPANO-04

Il bacino imbrifero sotteso allo Scarico delle acque meteoriche di Crespano-04 è una porzione di territorio comunale situata a ovest dell'abitato di Crespano e comprende le aree abitate che si sviluppano lungo via Montenero, via Sant'Antonio, via A. Moro, via Martiri di Dachau, via S. Lucia e via Gherla. Il bacino afferisce alla rete di fognatura mista con collettore principale in via A. Moro. L'eventuale presenza di scolmatori di piena non viene considerata nella modellazione idrologica. Si riporta nella Figura 5-5 la mappa del bacino e dei relativi sottobacini e la distribuzione spaziale dei Curve Number.

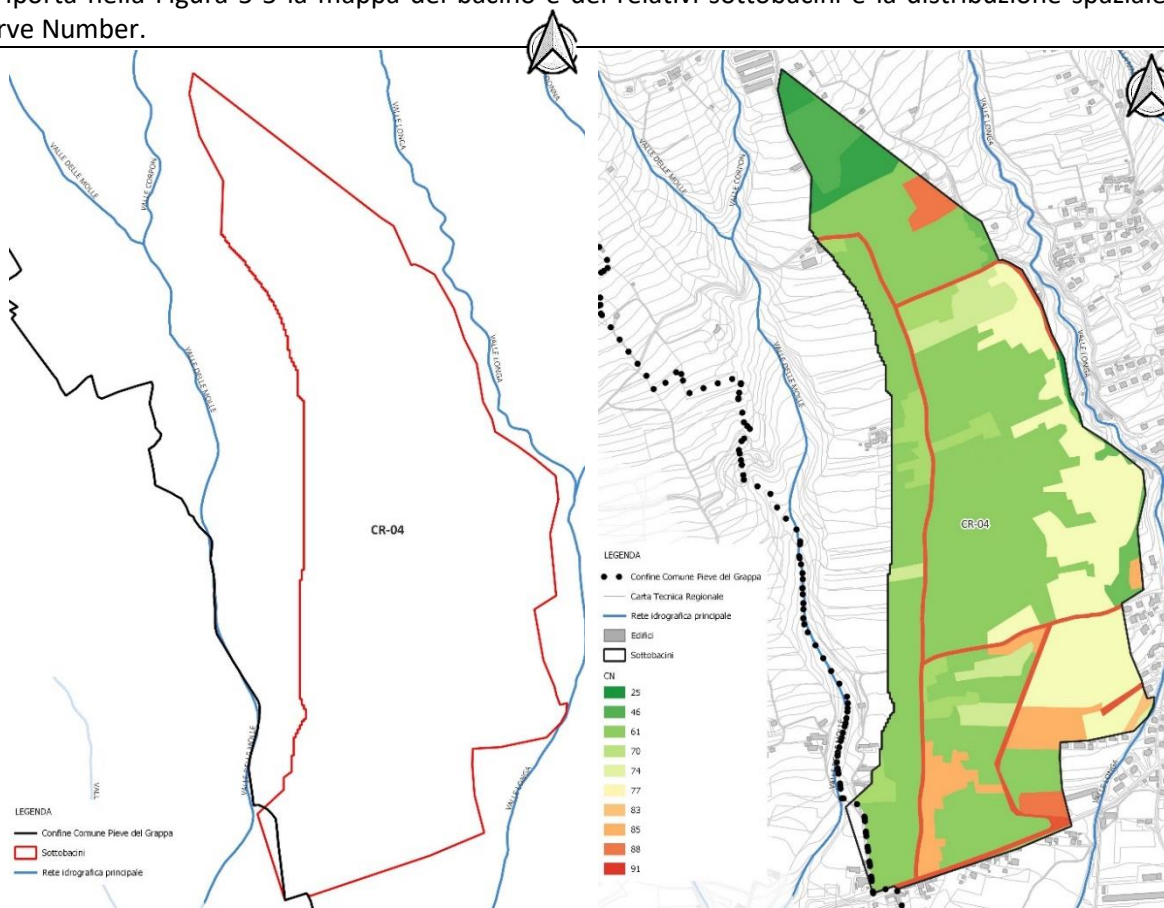


Figura 5-5 Zona di studio CR-04

Il bacino viene trattato come un unico bacino dalle caratteristiche omogenee.

Si riportano nelle tabelle seguenti l'estensione delle varie superfici con diverse coperture, e relativi Curve Number adottati nella modellazione.

CORPO IDRICO	BACINO	SOTTOBACINO	A (km ²)	COPETURA	CN
rete fognatura Crespano	CR04	CR-04	0.569	Verde	
rete fognatura Crespano	CR04	CR-04	0.070	Urbano diffuso	
rete fognatura Crespano	CR04	CR-04	0.216	Urbano	
rete fognatura Crespano	CR04	CR-04	0.043	Viabilità	
rete fognatura Crespano	CR04	CR-04	0.017	Area. produttiva	
rete fognatura Crespano	CR04	CR-04	0.018	Bosco	
Totale		CR-04	0.931		66.1
Totale bacino	CR04				66.16

Tabella 5-5 Caratteristiche zona di studio CR04

5.6 ZONA DI STUDIO D: VALLE LONGA

Il bacino imbrifero sotteso alla valle Longa ed i suoi affluenti si estende, come per la Valle del Lastego per l'intera estensione comunale da nord verso sud. Il bacino presenta una forma longilinea che si assottiglia localmente in prossimità dell'abitato di Crespano dove le acque meteoriche vengono raccolte e smaltite dalla rete fognaria mista (bacini CR-01, CR-02, CR-03, CR-04). Nella parte settentrionale il bacino confina a est con la valle del Lastego, e a ovest con la valle delle Molle, e del suo affluente Valle Corpon. Il bacino in oggetto, si compone dalla Valle della Madonna (a est) e dall'omonima valle Longa (a ovest).

Si riporta nella Figura 5-6 la mappa del bacino e dei relativi sottobacini e la distribuzione spaziale dei Curve Number.

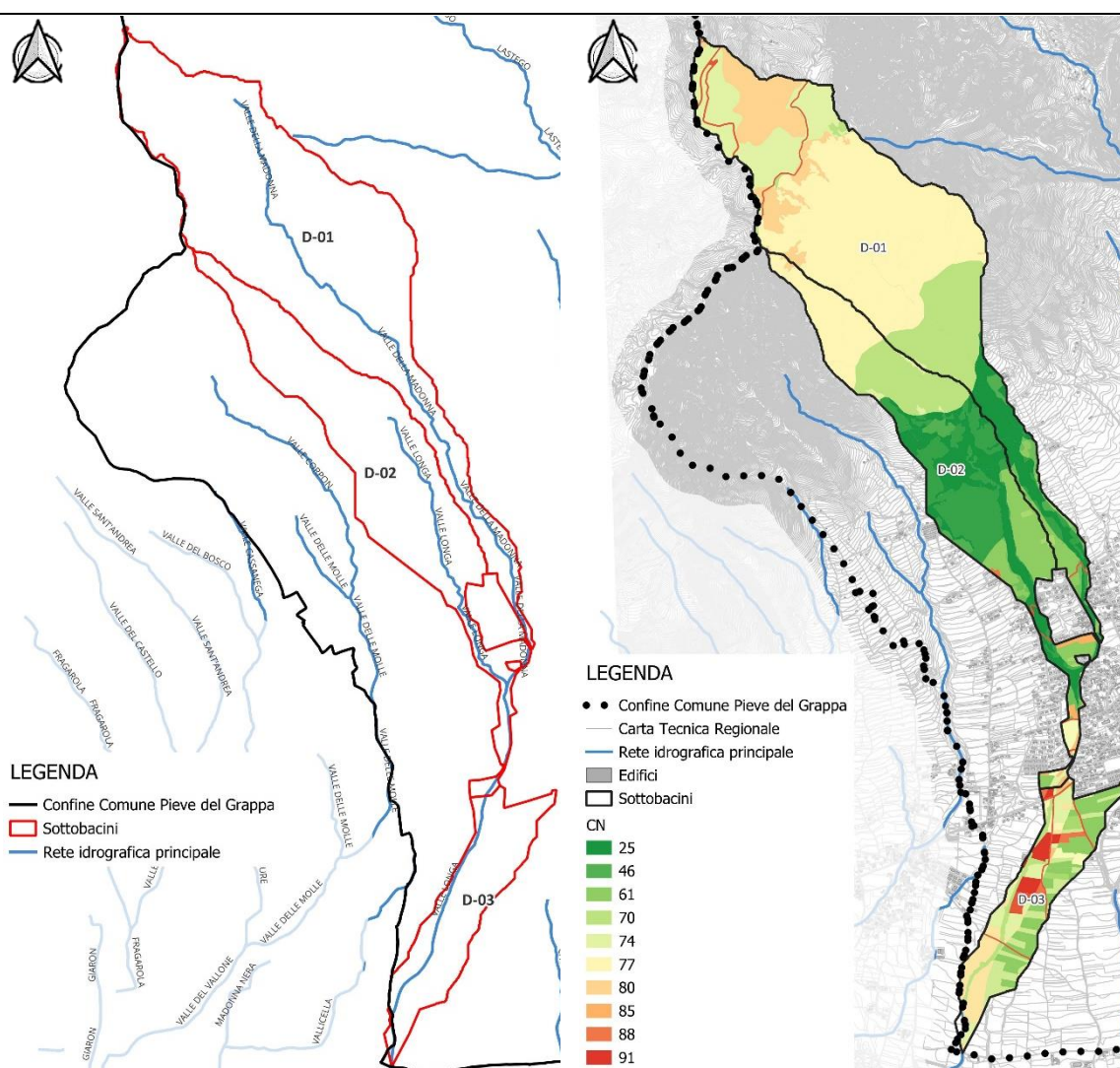


Figura 5-6 Zona di studio D

Il bacino è stato suddiviso in tre sottobacini, i quali sono stati a loro volta utilizzati per analizzare le varie valli e corsi d'acqua singolarmente, con il loro bacino. Nel bacino in esame si sono rilevati i seguenti corsi d'acqua principali per i quali si è individuato un bacino imbrifero:

- Valle della Madonna



- Valle Longa

Si riportano nelle tabelle seguenti l'estensione delle varie superficie con diverse coperture, e relativi Curve Number adottati nella modellazione.

CORPO IDRICO	BACINO	SOTTOBACINO	A (km ²)	COPETURA	CN
Valle della Madonna	D	D-01	0.780	Verde	
Valle della Madonna	D	D-01	0.022	Urbano diffuso	
Valle della Madonna	D	D-01	0.007	Urbano	
Valle della Madonna	D	D-01	0.033	Viabilità	
Valle della Madonna	D	D-01	1.773	Bosco	
Totale		D-01	2.616		71.1
Valle Longa-01	D	D-02	0.550	Verde	
Valle Longa-01	D	D-02	0.038	Urbano diffuso	
Valle Longa-01	D	D-02	0.052	Urbano	
Valle Longa-01	D	D-02	0.006	Viabilità	
Valle Longa-01	D	D-02	0.003	Area. produttiva	
Valle Longa-01	D	D-02	0.810	Bosco	
Totale		D-02	1.458		53.2
Valle Longa-02	D	D-03	0.456	Verde	
Valle Longa-02	D	D-03	0.028	Urbano diffuso	
Valle Longa-02	D	D-03	0.023	Urbano	
Valle Longa-02	D	D-03	0.021	Viabilità	
Valle Longa-02	D	D-03	0.072	Area. produttiva	
Valle Longa-02	D	D-03	0.043	Bosco	
Totale		D-03	0.654		72.6
Totale bacino	D		4.734		65.8

Tabella 5-6 Caratteristiche zona di studio D



6 RISULTATI DEL MODELLO IDROLOGICO

Gli idrogrammi di piena generati da ciascun sottobacino e determinati mediante l'impiego del modello idrologico HEC-HMS con i parametri definiti in precedenza sono riportati da Figura 6-1 a Figura 6-18 con riferimento ai diversi tempi di ritorno. Per ogni sottobacino di secondo livello si è plottato l'idrogramma di piena in uscita al variare del tempo di pioggia, 1 ora, 3 ore, 6 ore e 12 ore per i due diversi tempi di ritorno, 20 e 50 anni. Nella Tabella 6-1 si riporta la suddivisione in sottobacini dei bacini considerati, indicando il bacino di primo e secondo livello.

BACINO LIVELLO I		BACINO LIVELLO II
B	Valle del Lastego	Torrente Lastego-01
		Torrente Lastego-02
		Valle Mardigion
		Torrente Lastego-03
		Rio Mardion
		Valle del Lastego-04
		Valle Secca Roggia dell'Astego
		Scolo acque meteoriche
		Torrente Lastego-05
CR01	Scarico acque meteoriche di Crespano-01	Scarico acque meteoriche di Crespano-01
CR02	Scarico acque meteoriche di Crespano-02	Scarico acque meteoriche di Crespano-02
CR03	Scarico acque meteoriche di Crespano-03	Scarico acque meteoriche di Crespano-03
CR04	Scarico acque meteoriche di Crespano-04	Scarico acque meteoriche di Crespano-04
D	Valle Longa	Valle della Madonna
		Valle Longa-01
		Valle Longa-02

Tabella 6-1: Suddivisione dei sottobacini di primo e secondo livello



Piano Comunale delle Acque
- Modellazione idraulica -

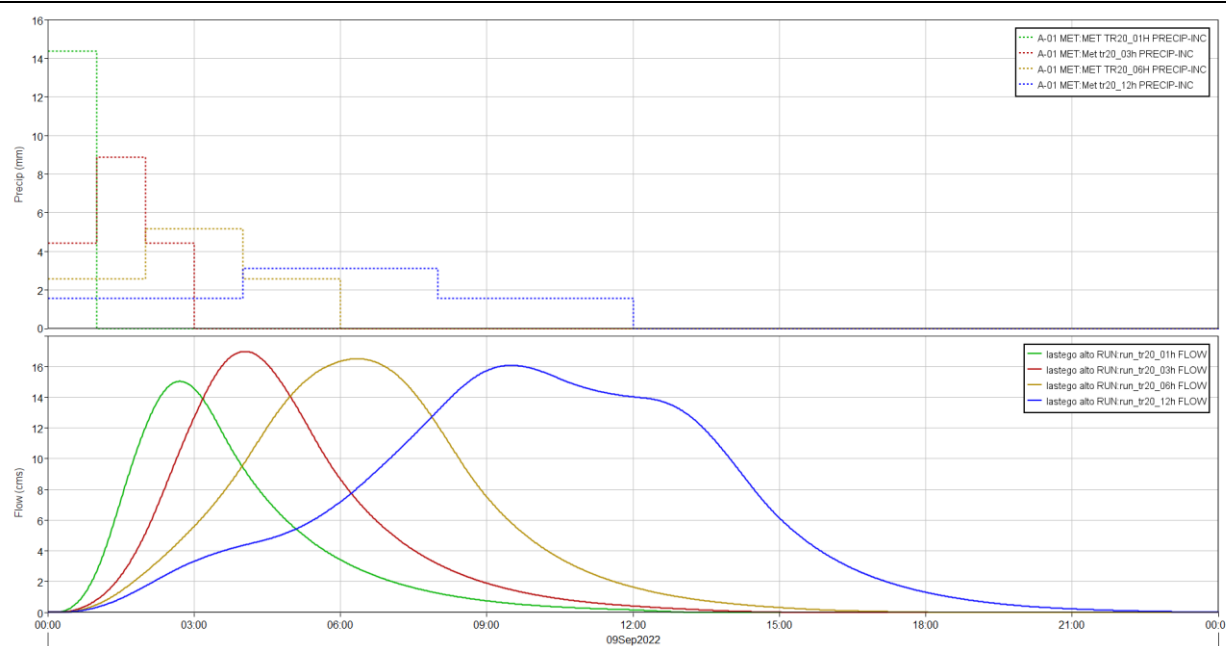


Figura 6-1 Zona di studio B – Confluenza con torrente Mardigion TR 20 anni

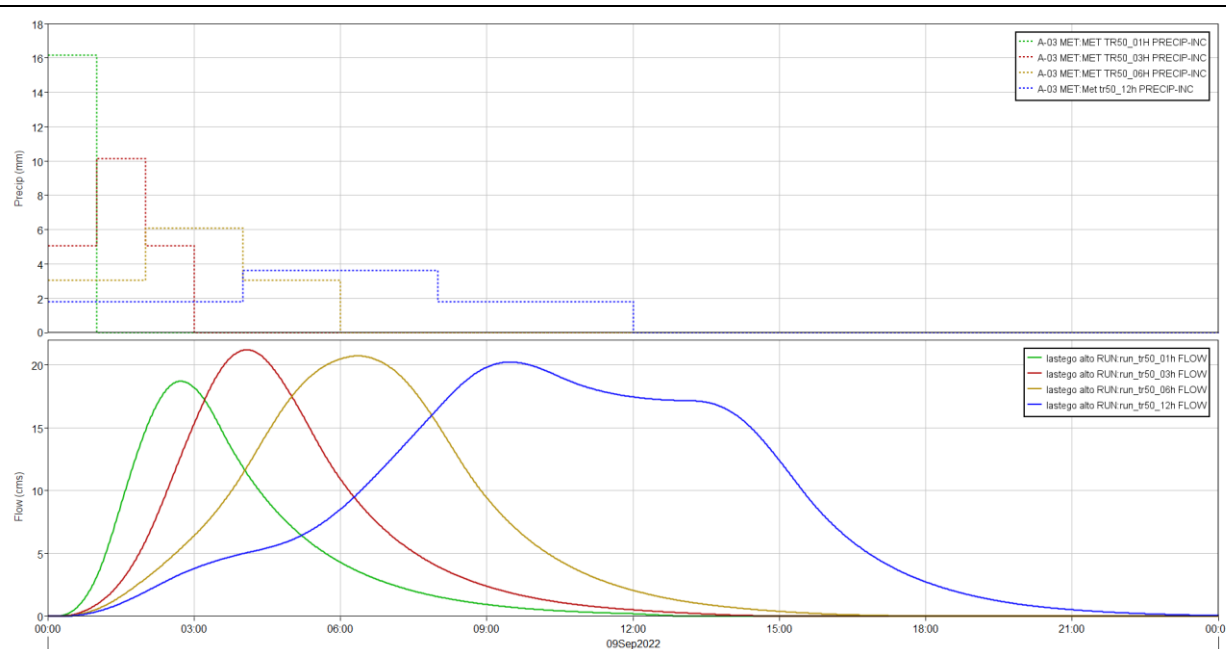


Figura 6-2 Zona di studio B – Confluenza con torrente Mardigion TR 50 anni



Piano Comunale delle Acque
- Modellazione idraulica -

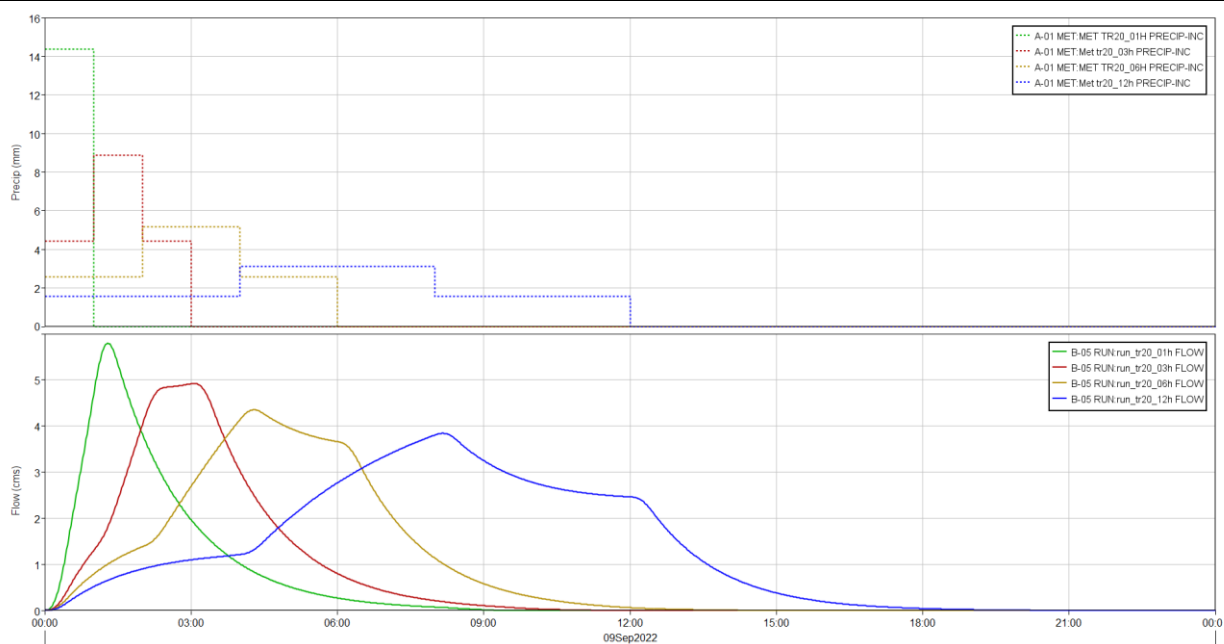


Figura 6-3 Zona di studio B – Rio Mardion TR 20 anni

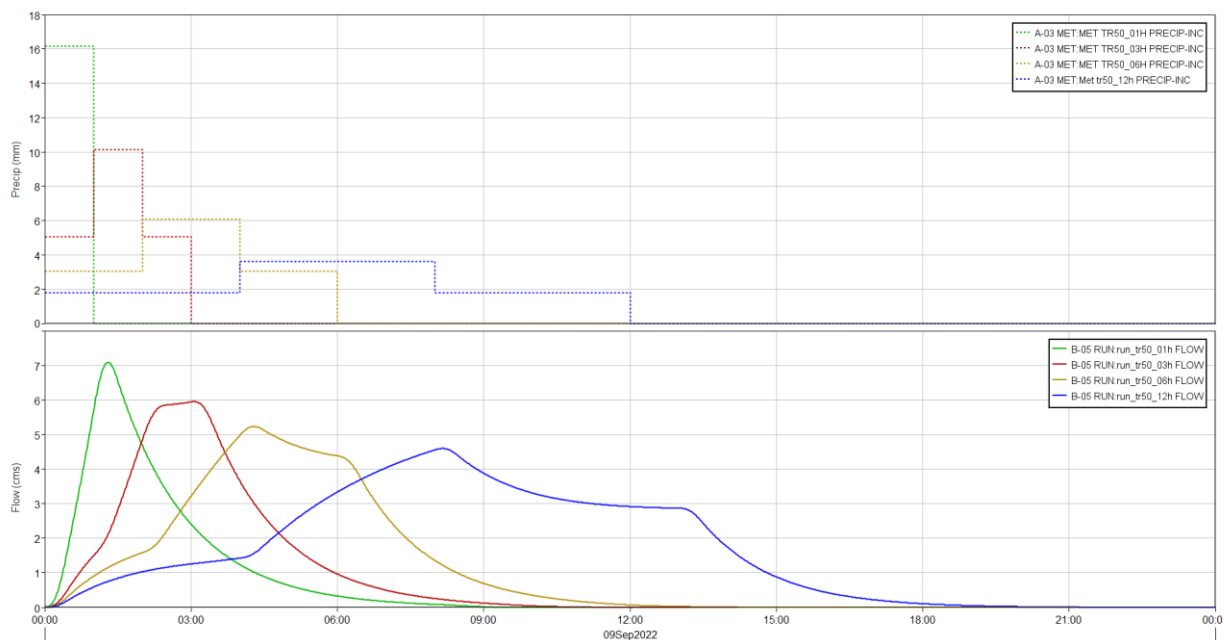


Figura 6-4 Zona di studio B – Rio Mardion TR 50 anni



Piano Comunale delle Acque
- Modellazione idraulica -

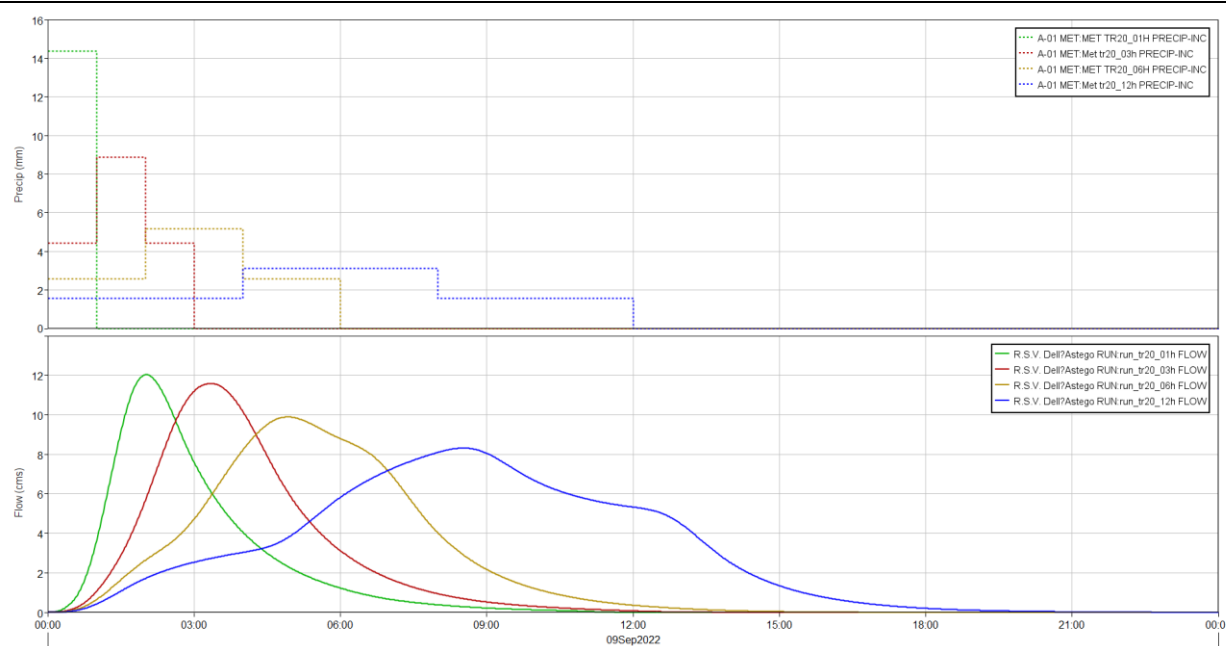


Figura 6-5 Zona di studio B – Valle Secca Roggia dell'Astego TR 20 anni

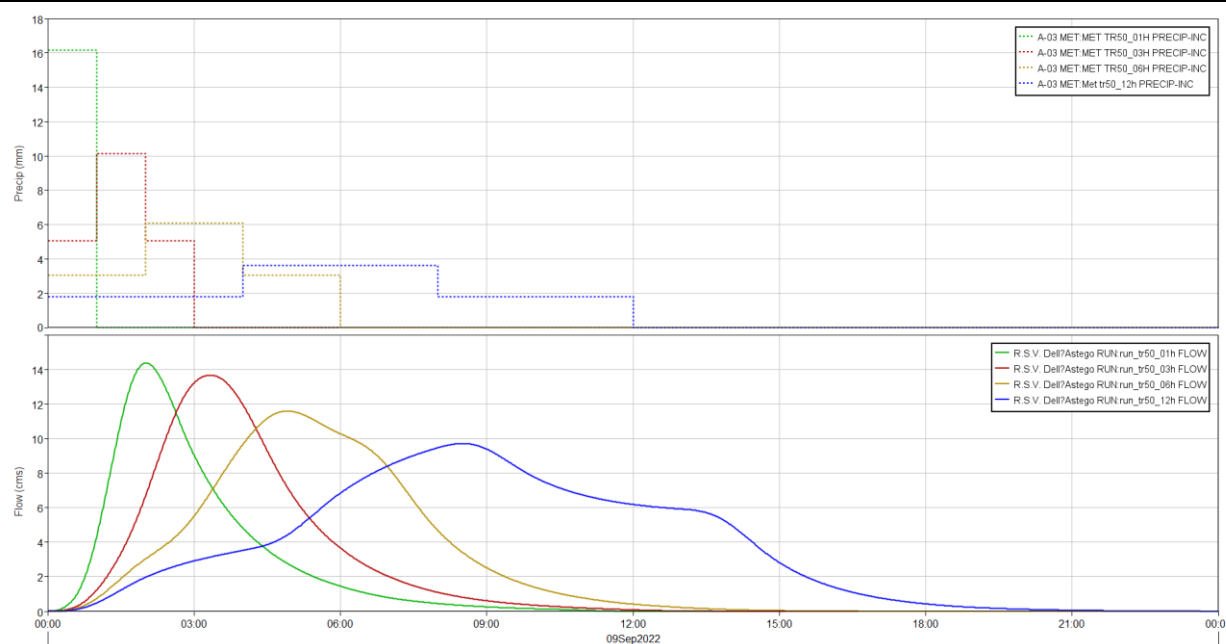


Figura 6-6 Zona di studio B – Valle Secca Roggia dell'Astego TR 50 anni



Piano Comunale delle Acque
- Modellazione idraulica -

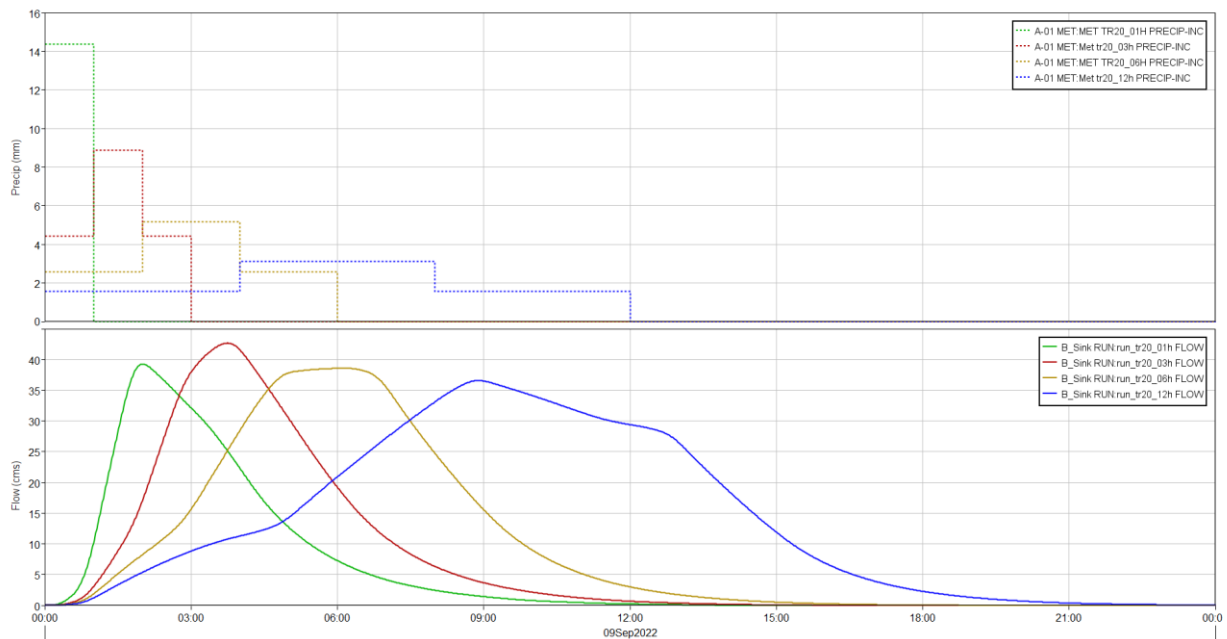


Figura 6-7 Zona di studio B – Lastego, chiusura al confine comunale TR 20 anni

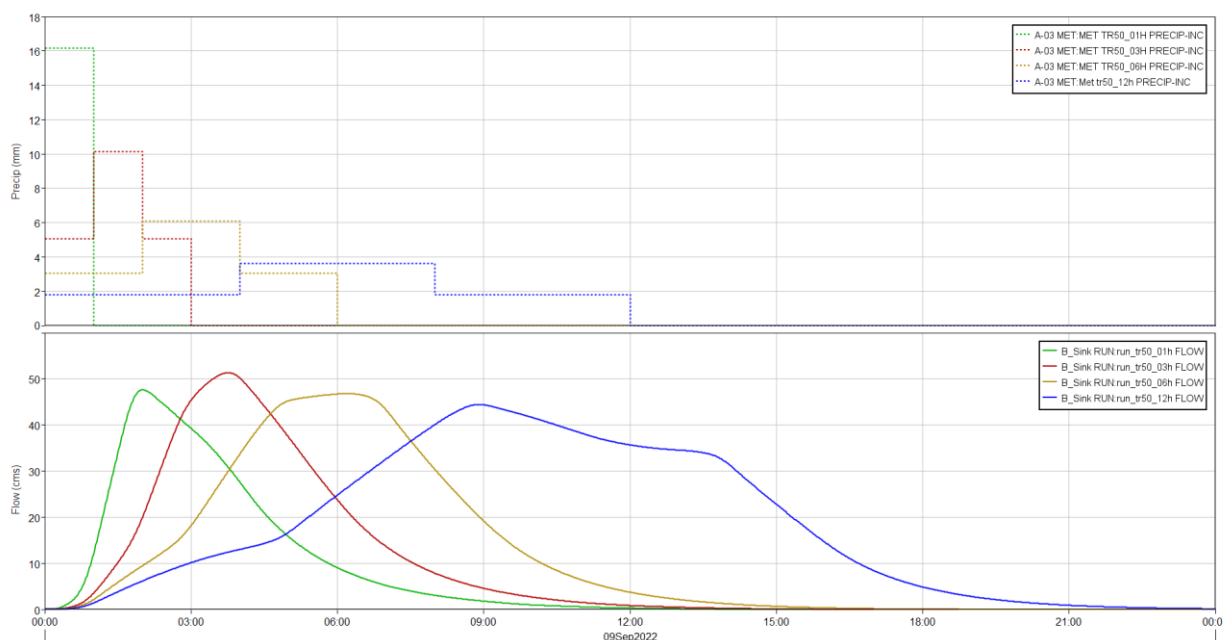


Figura 6-8 Zona di studio B – Lastego, chiusura al confine comunale TR 50 anni

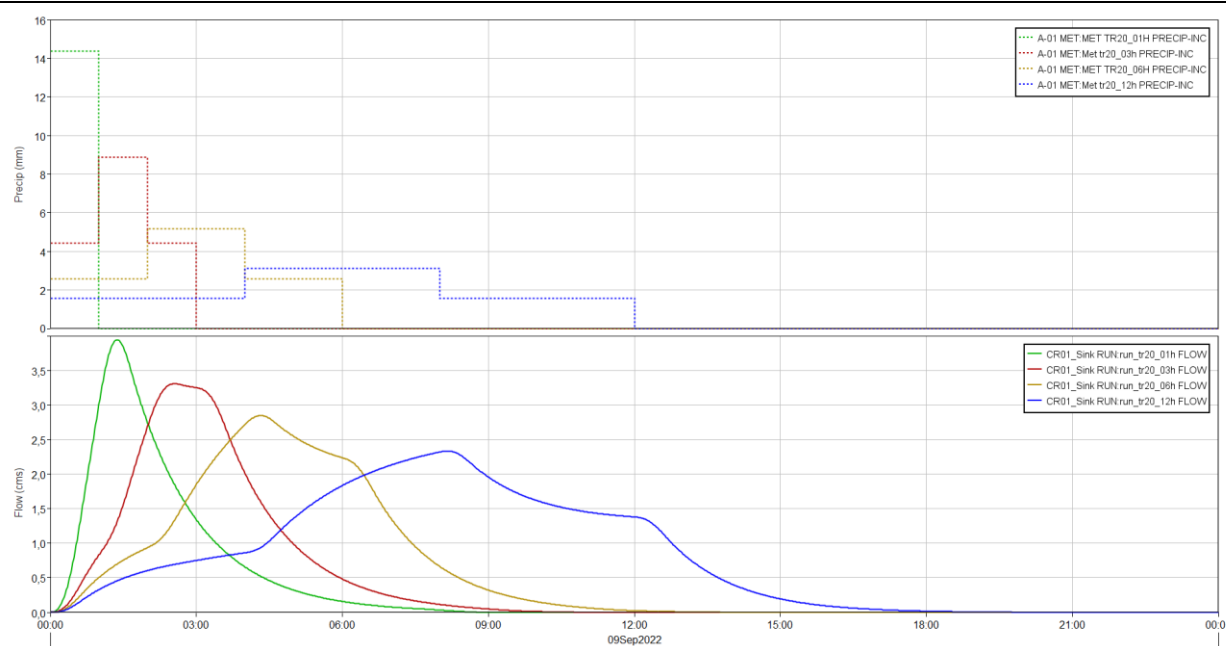


Figura 6-9 Zona di studio CR-01 – scarico meteoriche Crespano-01 TR 20 anni

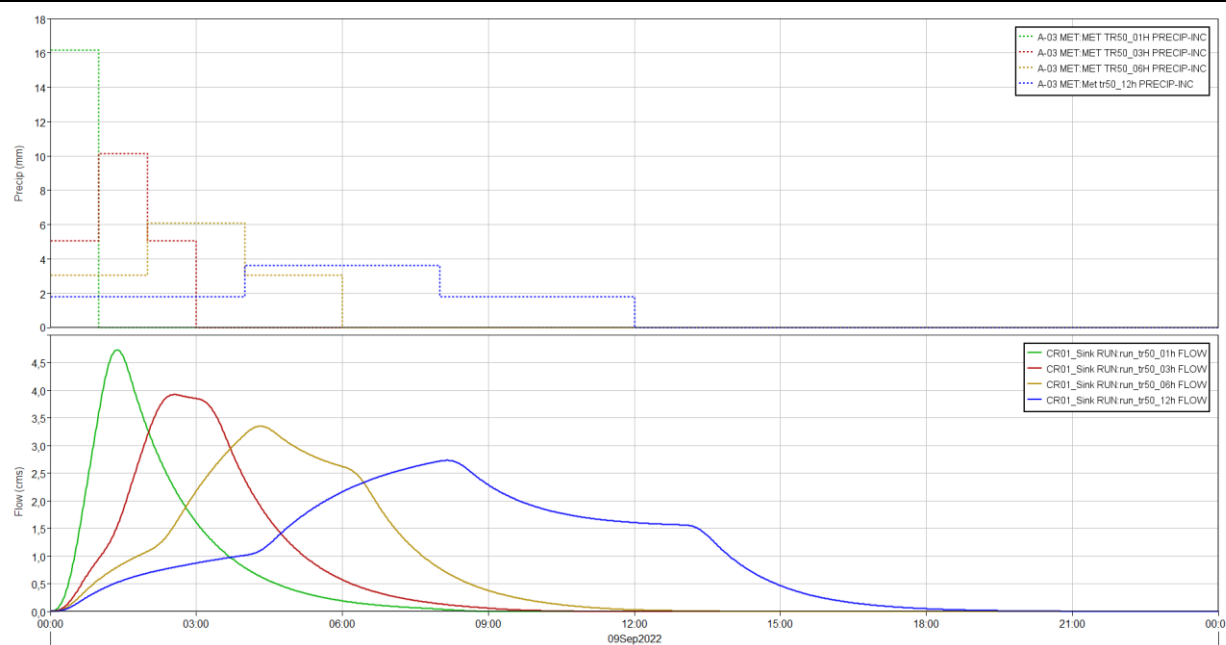


Figura 6-10 Zona di studio CR-01 – scarico meteoriche Crespano-01 TR 50 anni



Piano Comunale delle Acque
- Modellazione idraulica -

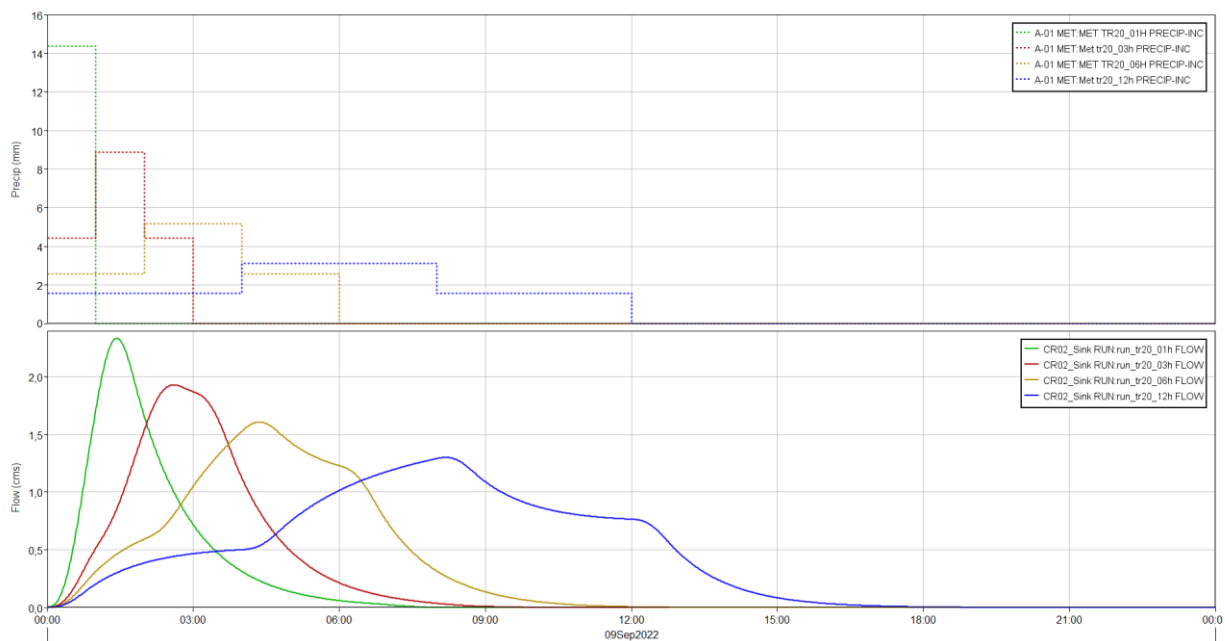


Figura 6-11 Zona di studio CR-02 – scarico meteoriche Crespano-02 TR 20 anni

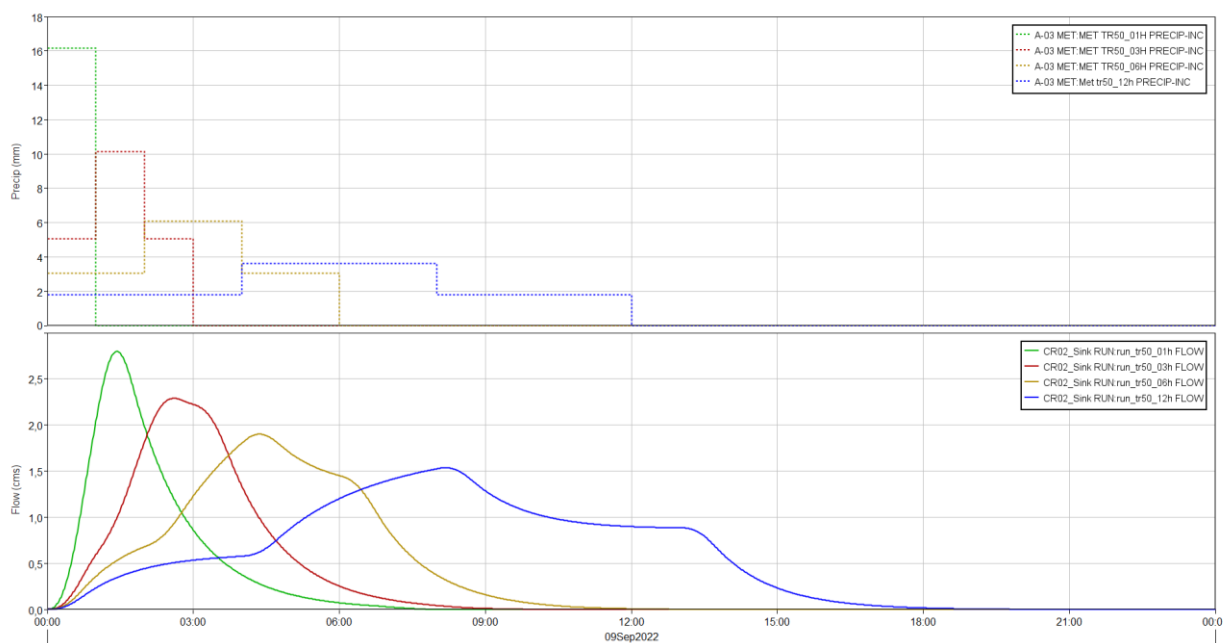


Figura 6-12 Zona di studio CR-02 – scarico meteoriche Crespano-02 TR 50 anni



Piano Comunale delle Acque
- Modellazione idraulica -

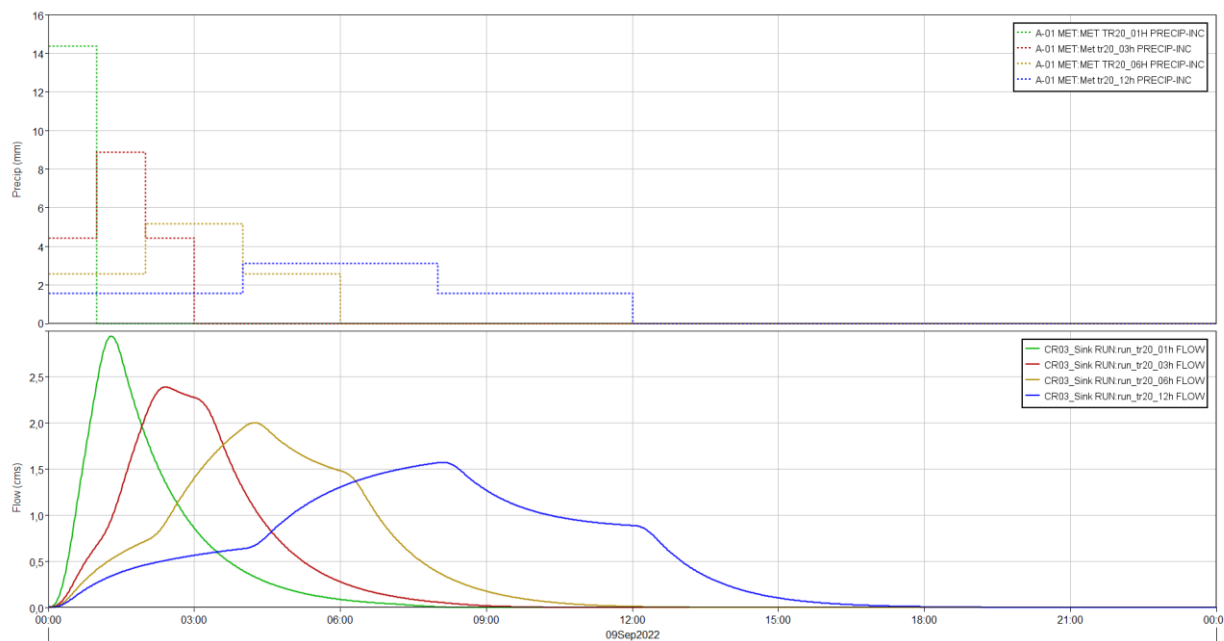


Figura 6-13 Zona di studio CR-03 – scarico meteoriche Crespano-03 TR 20 anni

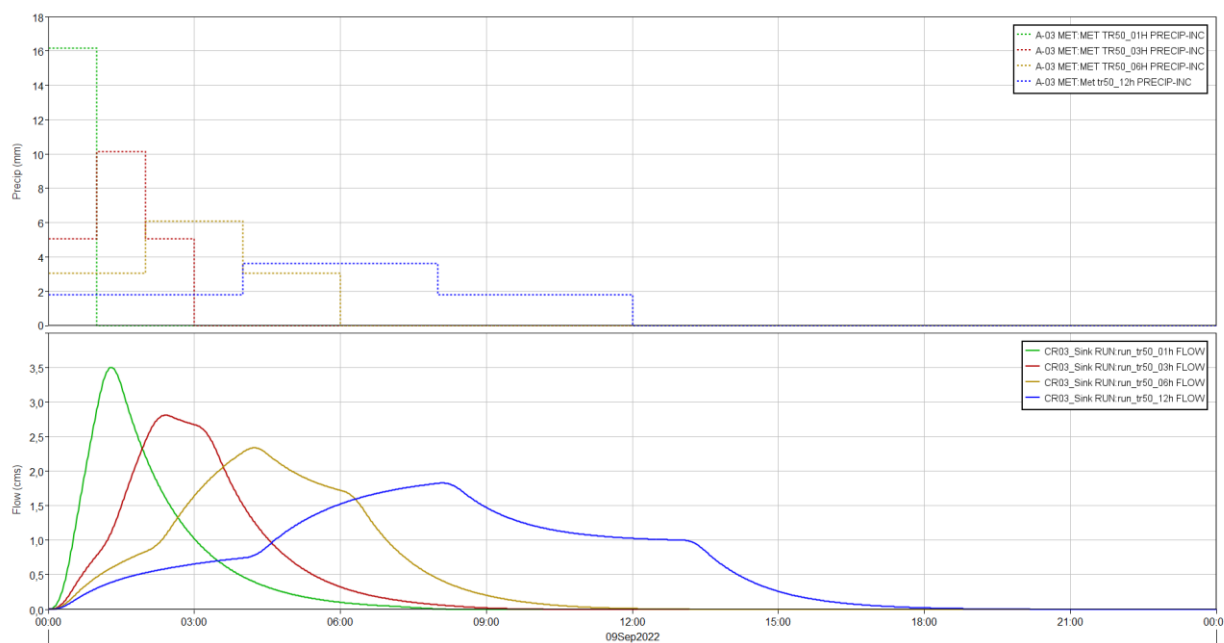


Figura 6-14 Zona di studio CR-03 – scarico meteoriche Crespano-03 TR 50 anni



Piano Comunale delle Acque
- Modellazione idraulica -

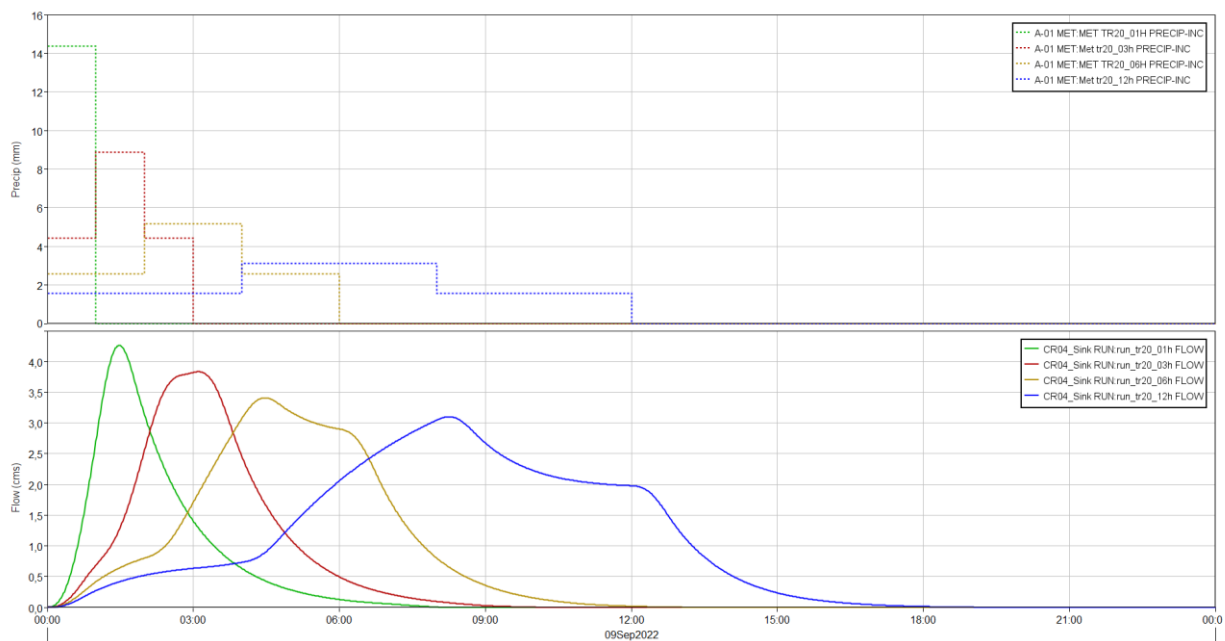


Figura 6-15 Zona di studio CR04 – scarico meteoriche Crespano-04 TR 20 anni

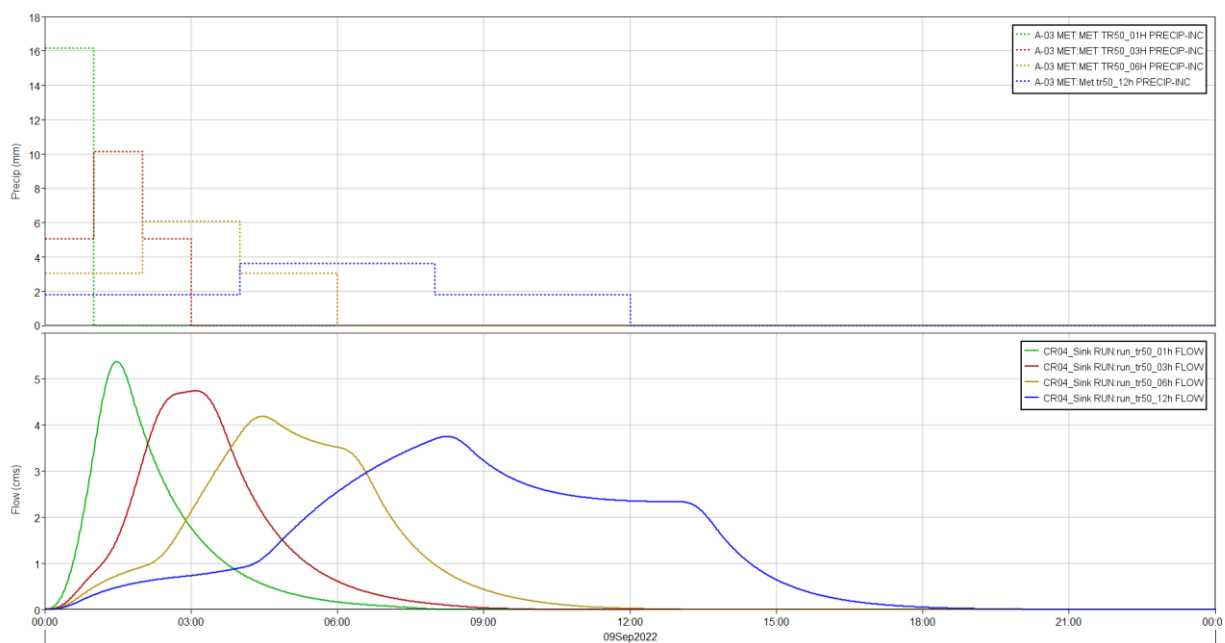


Figura 6-16 Zona di studio CR04 – scarico meteoriche Crespano-04 TR 50 anni



Piano Comunale delle Acque
- Modellazione idraulica -

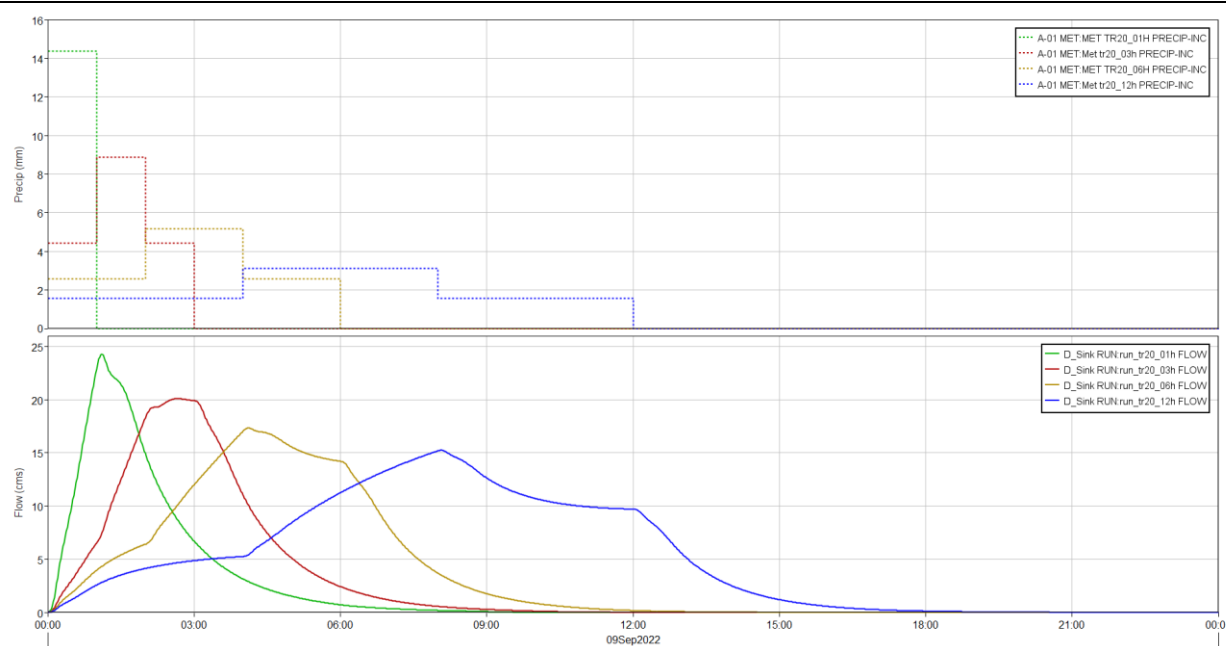


Figura 6-17 Zona di studio D – Valle Longa TR 20 anni

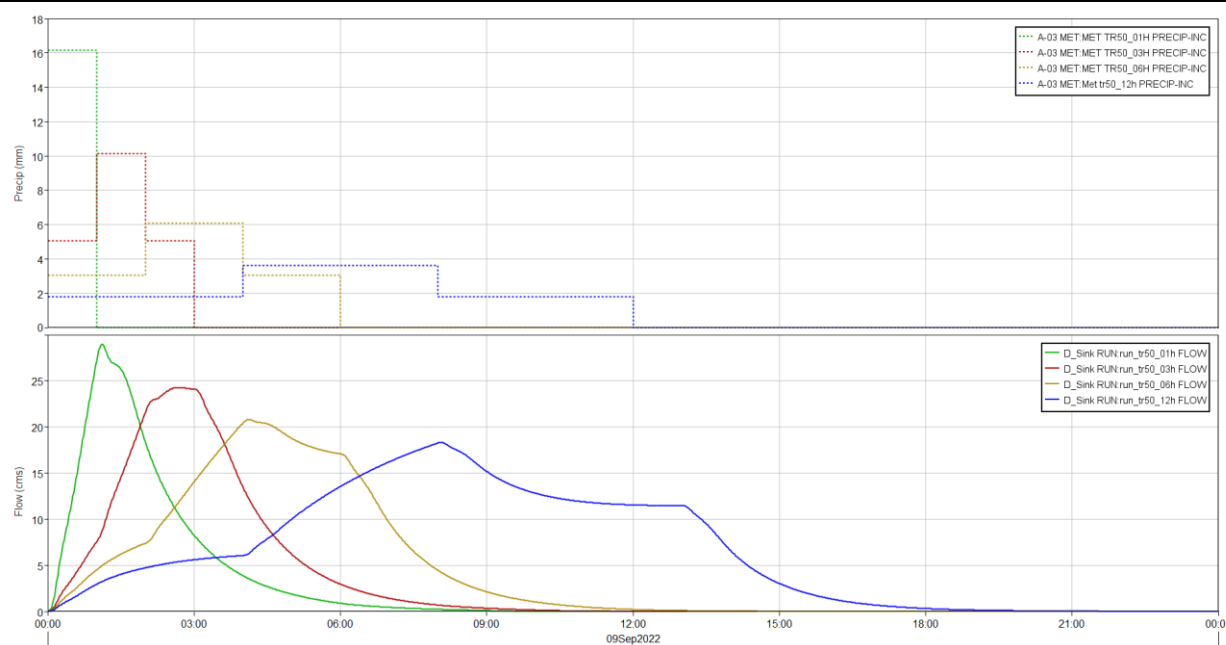


Figura 6-18 Zona di studio D – Valle Longa TR 50 anni



7 ANALISI IDRAULICA DELLE CRITICITÀ

Alla luce di tutte le criticità idrauliche che esistono all'interno del territorio comunale di Pieve del Grappa si è deciso di condurre uno studio approfondito della rete di raccolta delle acque meteoriche nelle aree in cui si sono verificate problematiche. In tali ambiti si sono registrati allagamenti durante fenomeni meteorologici particolarmente intensi.

Dopo i numerosi sopralluoghi e confronti con l'amministrazione si è riusciti a produrre una localizzazione spaziale delle problematiche che interessano il territorio comunale. Nella seguente si riportano le aree in cui si sono riscontrate le criticità. Le aree individuate vengono riportate anche nella Tavola B.09 allegata al Piano Comunale delle Acque.

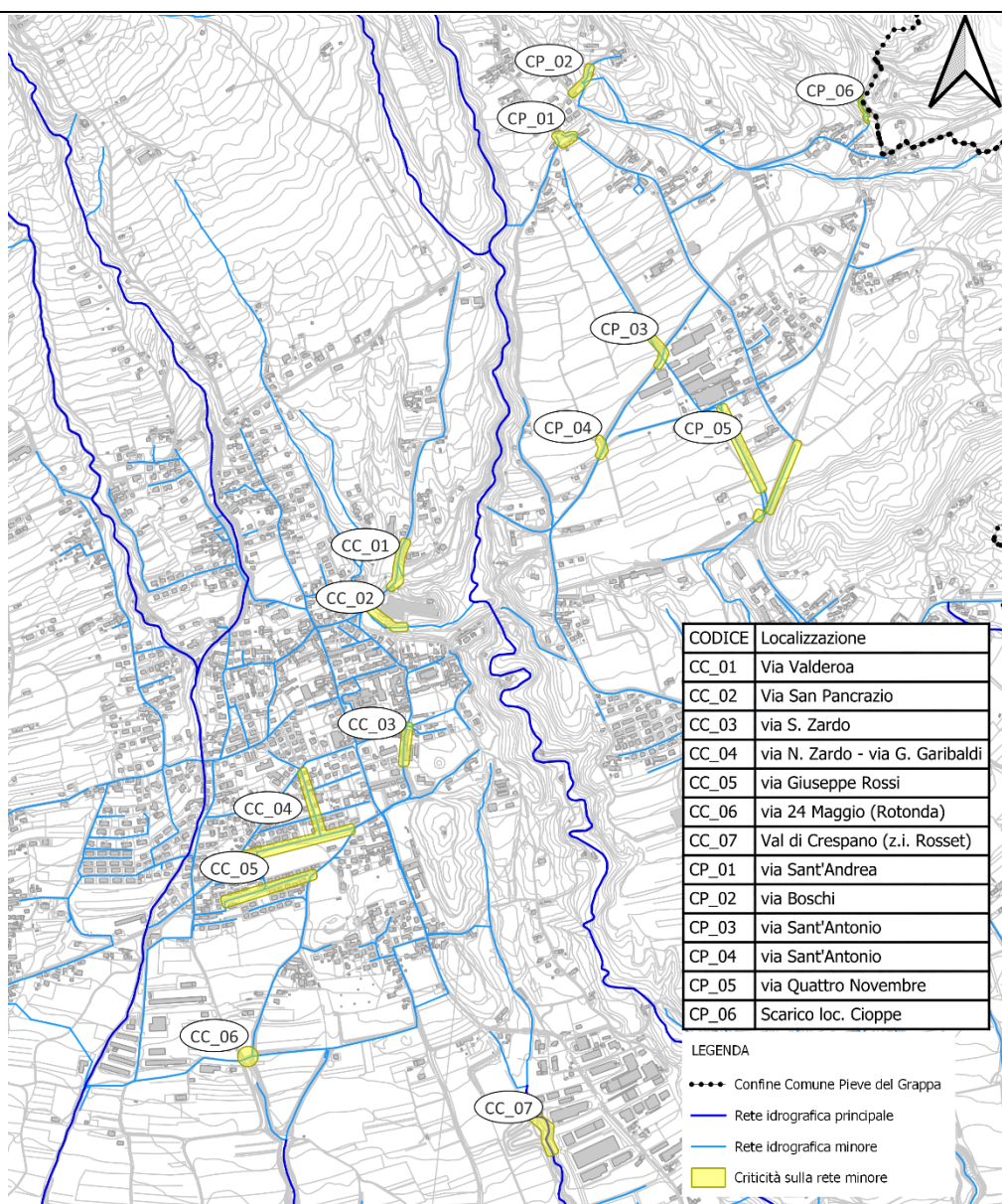


Figura 7-1 Localizzazione delle criticità rilevate sul territorio comunale



All'interno del territorio comunale vi sono tredici differenti aree in cui sono state riscontrate problematiche. Di seguito vengono analizzate singolarmente al fine di trovare un'adeguata ipotesi di soluzione che in futuro può essere sviluppata al fine di risolvere la problematica.

Dallo studio della rete idrografica presente sul territorio comunale si è evinta la presenza di un reticolo idrografico principale il quale ha il compito di allontanare in sicurezza le portate precipitate nel territorio comunale prevalentemente montano a nord verso il fondovalle. Il territorio è caratterizzato dall'importante incisione sul terreno dei corsi d'acqua principali, che corrono in valli profonde in direzione nord-sud. I corsi d'acqua che corrono nelle valli non presentano particolari problematiche. Sul territorio comunale è presente anche un reticolo idrografico minore maggiormente distribuito e responsabile della raccolta e smaltimento delle acque precipitate sulla fascia urbanizzata del Comune di Pieve del Grappa. Nelle frazioni di Paderno del Grappa e Fietta si ha la presenza di una rete di fognatura bianca, composta anche da tratti a cielo aperto, mentre nella frazione di Crespano del Grappa si ha la presenza di una rete di fognatura mista e la presenza di alcune scolmatori di piena in corrispondenza dell'attraversamento della rete fognaria delle valli principali.

Molte delle criticità riscontrate sul territorio sono causate dall'importante trasporto solido presente sul territorio. Tale materiale si compone sia di materiale inerte, come sabbia e ghiaia, sia di materiale organico, come foglie legni e altri detriti vegetali, che vengono in grande quantità prodotti dai bacini in caso di intense precipitazioni e grandinate. Di seguito si riportano più nel dettaglio le problematiche del territorio emerse a seguito di confronti con l'amministrazione.

CRITICITÀ - CP_01 – VIA SANT'ANDREA, FIETTA

La criticità **CP_01** è stata riscontrata lungo via Sant'Andrea dove a seguito di intense precipitazioni si osserva lo scorrimento di acqua e materiale solido in sede stradale. Giunto alla rotatoria la riduzione della pendenza fa depositare il materiale comportando la presenza di materiale in strada e il disagio alla viabilità. Da sopralluoghi effettuati è emerso che via Sant'Andrea non è dotata di un sistema di captazione delle acque continuo e correttamente dimensionato e, complice l'elevata pendenza, le portate proseguono incanalate nella sede stradale fino alla rotatoria caratterizzata da una pendenza nettamente inferiore. Al fine di risolvere tale problematica si ritiene opportuno introdurre un adeguato sistema di captazione e la tombinatura delle acque collettate.

CRITICITÀ - CP_02 – VIA BOSCHI, FIETTA

La criticità riscontrata in via Boschi consiste nell'insufficiente capacità captativa dei sistemi esistenti delle portate generate dai terreni sovrastanti (le cui acque confluiscono localmente in via Boschi per proseguire a sud nelle naturali valli). Da sopralluogo emerge la presenza di importante trasporto solido in arrivo sia terreni sovrastanti (materiale vegetale) sia dalle acque in arrivo da via Boschi (est) comportando il riempimento delle grosse caditoie esistenti. Per la soluzione della problematica si propone la risagomatura della strada e dell'area sottostante in modo tale da favorire il naturale deflussi delle acque superficiali attraverso via Boschi, ed il loro convogliamento alla valle posta a sud-est dell'attraversamento.

CRITICITÀ - CP_03 e CP_04 – VIA SANT'ANTONIO, PADERNO

Le criticità riscontrate in via Sant'Antonio hanno la medesima natura, ovvero, si ha la presenza di strade bianche posizionate nell'impluvio di piccole valli che sfociano in via Sant'Antonio. Il ruscellamento delle acque incanalate causa erosione delle strade bianche, ed il materiale eroso viene trasportato e depositato nella strada asfaltata dove, la riduzione di pendenza ne causa il deposito e le problematiche



relative alla circolazione e pulizia stradale. Da sopralluoghi è emersa la totale mancanza di corpi recettori, si propongono pertanto sistemi di raccolta e recapito delle acque presso la rete di fognatura bianca esistente in via Sant'Antonio, avente recapito finale la valle del Lastego.

CRITICITÀ - CP_05 – QUATTRO STRADE, PADERNO

La criticità CP_05 si riscontra a sud di via Quattro Strade, a sud dell'omonima zona industriale. La criticità ha origine dall'intersezione di tre diversi corpi idrici recettori. Il primo consiste nella valle tombinata in via IV Novembre da nord-ovest, mentre gli altri due consistono in fossi a cielo aperto che raccolgono acque superficiali dei terreni soprastanti. Ciascuno dei corpi idrici recettori è caratterizzato da importante trasporto solido, la loro intersezione in pozzetti posti in sede stradale causa importanti perdite di carico con deposito puntuale del materiale richiedendo continua importante manutenzione. Al fine di migliorare la situazione attuale si propone lo spostamento della confluenza dalla sede stradale ad un avvallamento adiacente aumentando il volume di sedimentazione e facilitare le operazioni di manutenzione e pulizia.

CRITICITÀ - CP_06 – SCARICO LOC. CIOFFE, PADERNO

La criticità si riscontra sul lato sud-ovest della SP26, in località Cioffe. La rete fognaria di via Fusere scarica le acque sul versante a est in località Cioffe dove, dopo aver raggiunto la strada la costeggia per circa 60 m fino allo scarico sulla valle adiacente, in prossimità del ponte.

Da sopralluogo emerge l'insufficienza del canale di scolo a ovest della strada, infatti, in caso di forti precipitazioni le acque riversate sul versante non vengono trattenute completamente ma si riversano in sede stradale, arrecando problemi alla viabilità. Al fine di evitare la problematica, si propone l'allontanamento delle acque dalla sede stradale per mezzo di posa di un pozzetto di salto che raccoglie le acque a monte e, per mezzo di una tubazione, attraversano la provinciale recapitando nella valle sottostante.

CRITICITÀ - CC_01 – VIA VALDEROA, CRESPIANO

La criticità viene riscontrata in via Valderoa. La rete fognaria esistente non permette la completa captazione delle acque di scorrimento superficiale, il che comporta la presenza di portate ad elevato contenuto solido, in sede stradale. In passato le portate sono state tali da causare anche l'erosione della sede stradale. Al fine di ridurre il carico in via Valderoa, si propone un nuovo sistema di raccolta delle acque nella parte alta della via, con nuovo scarico delle acque nell'avvallamento esistente a est con recapito alla valle del Lastego; si propone un ulteriore sistema di raccolta nel tratto finale della via, con recapito diretto alla valle adiacente, per mezzo dello scaricatore attuale.

CRITICITÀ - CC_02 – VIA SAN PANCRAZIO, CRESPIANO

La criticità si riscontra sul rio Mardion, nel tratto tombinato sotto il piazzale della stazione degli autobus. Lungo il tratto tombinato si verificano importanti depositi di materiale che, una volta trasportato a valle deposita nel tratto a cielo aperto a monte della confluenza del torrente Lastego. La probabile causa del deposito è la pendenza di posa del manufatto del tombinamento. Da sopralluogo, il tratto a monte del tombinamento risulta sgombro da materiale e caratterizzato da pendenza pressoché costante. Per quanto riguarda il tratto tombinato invece, considerate le problematiche a cui è soggetto, e la configurazione di posa non noto, si ipotizza caratterizzato da una doppia pendenza che permette il



completo scorrimento del materiale nel tratto iniziale e causa di deposito nel tratto di valle dove, una riduzione di pendenza causa il rallentamento della corrente, dunque la deposizione del trasportato. Considerata la particolare situazione in cui si trova il tombinamento, la problematica si affronta trattenendo il materiale a monte. Si propone lo sfruttamento dell'area a monte della SP26 per la realizzazione di una piazza di deposito regolata da un manufatto tipo briglia aperta. La realizzazione di tale piazza di deposito permette la salvaguardia del tratto tombinato, mentre il facile accesso all'area facilita le operazioni di pulizia e manutenzione.

CRITICITÀ - cc_03 – VIA S. ZARDO, CRESPANO

La criticità si riscontra in via S. Zardo dove si sono verificati fenomeni di insufficienza della rete fognaria con chiusini sollevati e scorrimento di acque in sede stradale. La presenza di acqua in strada è conseguenza della morfologia della rete viaria, le acque di scorrimento in arrivo da via IV Novembre (nord) convogliano in via S. Zardo correndo verso sud. Data l'importante pendenza difficilmente le acque vengono captate, rimanendo in superficie. La soluzione al problema si può pensare con la divisione delle acque bianche dalle acque nere, originando una nuova rete di fognatura bianca.

CRITICITÀ - cc_04 & cc_05 – VIA S. ZARDO, VIA N. ZARDO E VIA G. GARIBALDI, CRESPANO

In caso di intense precipitazioni anche i chiusini della rete fognaria in via N. Zardo saltano, segno di insufficienza locale della rete. In passato, le acque straripate dai collettori, dopo aver allagato il prato compreso tra via N. Zardo e via G. Rossi, hanno invaso gli scantinati delle abitazioni di via G. Rossi. La soluzione al problema si può pensare con la divisione delle acque bianche dalle acque nere originando una nuova rete di fognatura bianca.

CRITICITÀ - cc_06 – VIA 24 MAGGIO (ROTATORIA), CRESPANO

La criticità si riscontra presso la rotatoria di via 24 Maggio, a sud dell'abitato di Crespano. In caso di intense precipitazioni in sede stradale si osserva ristagno delle acque non captate dalla rete esistente. Il ristagno causa la permanenza in sede stradale di acqua per molto tempo, e il deposito del materiale di dilavamento. È possibile la soluzione della criticità con la posa di nuove caditoie nell'area critica.

CRITICITÀ - cc_07 – VAL DI CRESPANO (Z.I. ROSSET)

La criticità si osserva nella val di Crespano, ed è l'unica analizzata su di un corso d'acqua appartenente alla rete idrografica principale. La val di Crespano è soggetta a forte erosione spondale, in alcuni tratti si trovano sponde subverticali di altezze importanti (4-6 m). La continua erosione e il materiale sdruciolevole rendono instabili le sponde in esterno curva del corso d'acqua. È possibile il rallentamento dell'erosione spondale realizzando opere di protezione al piede nei tratti maggiormente a rischio.



7.1 SOLUZIONI ALLE CRITICITÀ RILEVATE – TRASPORTO E DEPOSITO MATERIALE SOLIDO

Viste le problematiche riscontrate all'interno del territorio comunale, si analizzano di seguito le soluzioni ipotizzate. In particolare, si analizzano le criticità che si possono risolvere con interventi puntuali, lineari o areali di modesta entità. Non tutti gli interventi richiedono un'analisi idrologica e/o idraulica, vengono comunque riportati e descritti gli aspetti principali di ciascun intervento.

Da una prima analisi delle problematiche emerge la diffusa necessità di rallentare le acque nella rete viaria a maggior pendenza al fine di captarle e depositare le portate solide in aree sicure e facilmente accessibili ai mezzi di pulizia.

Nella Figura 7-2 vengono riportate le criticità legate al trasporto e deposito del materiale solido.

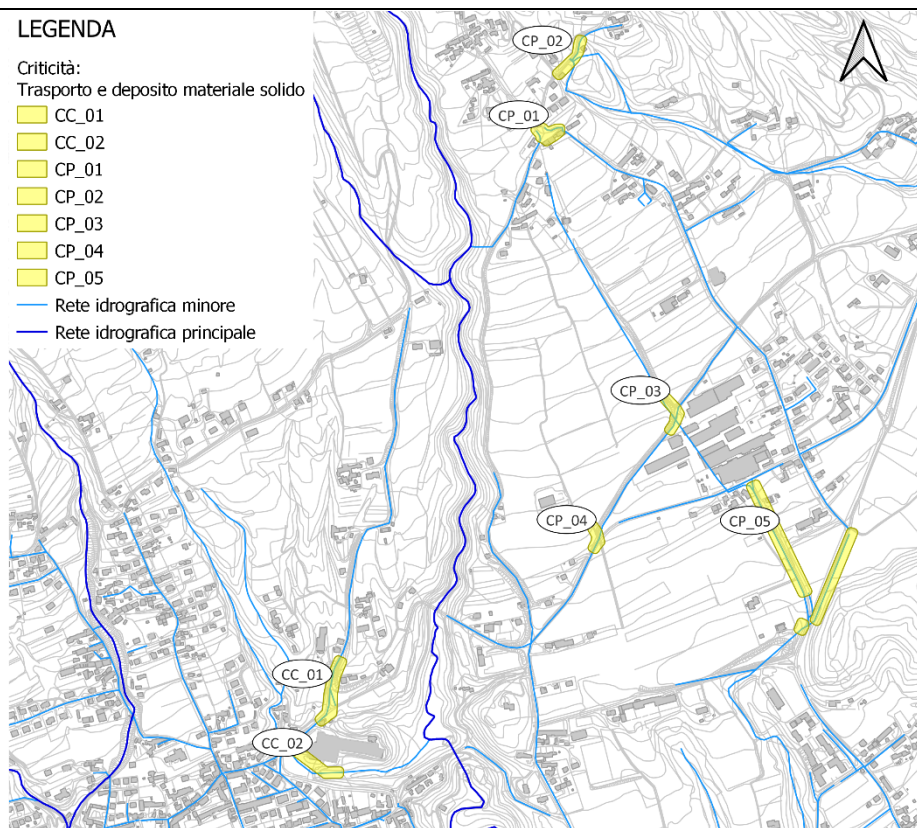


Figura 7-2 Localizzazione delle criticità legate al trasporto e deposito del materiale solido

Come si può osservare ciascuna problematica è circoscritta in aree indipendenti, pertanto, si propongono soluzioni progettuali atti a migliorare le condizioni esistenti per ciascun luogo critico. In Figura 7-3 si individuano gli interventi proposti per la soluzione delle problematiche ed il relativo bacino afferente.

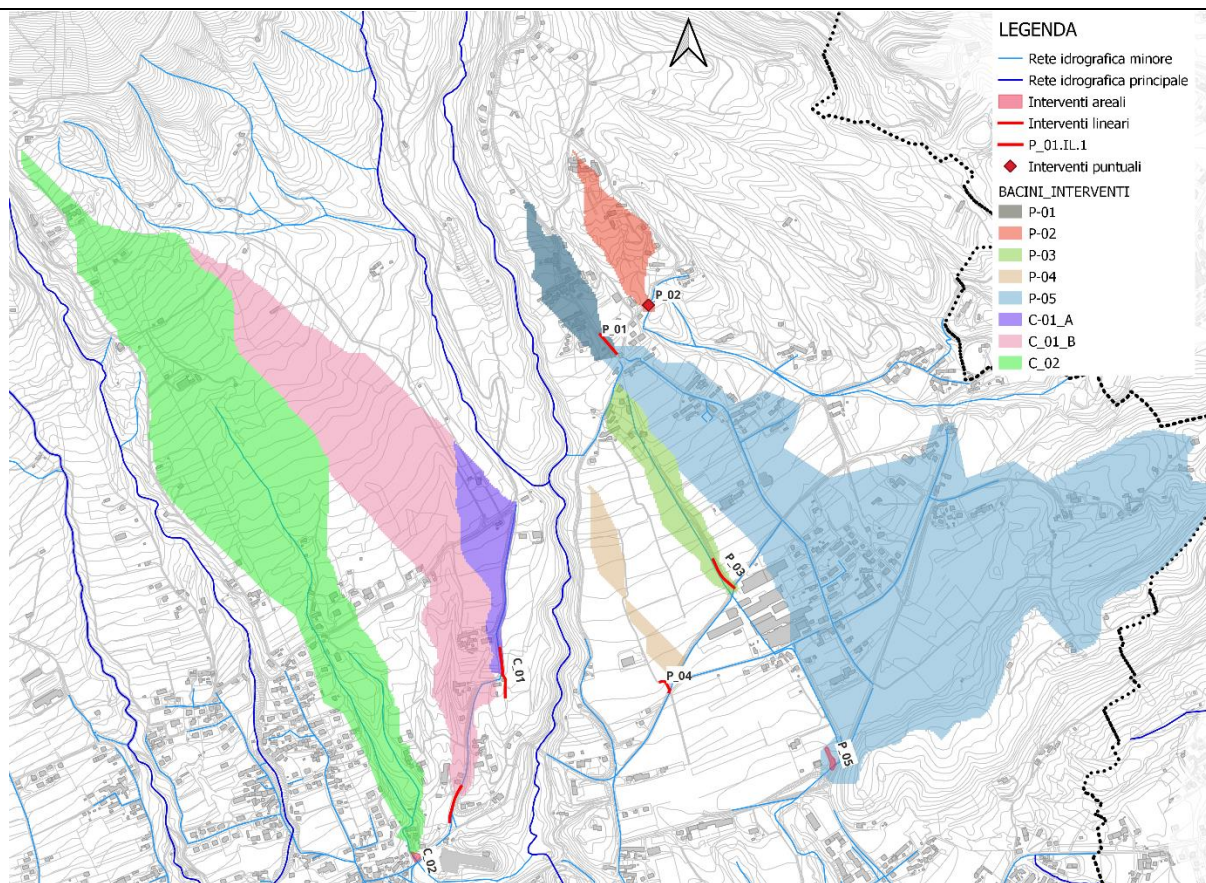


Figura 7-3 Localizzazione degli interventi solutivi alle problematiche di trasporto solido nel territorio comunale

Di seguito vengono analizzati e descritti gli interventi atti a risolvere le criticità legate al trasporto solido rimandando alla relazione A.03-“Interventi di manutenzione straordinaria” in cui vengono analizzati gli interventi anche dal punto di vista economico.

La modellazione idraulica del bacino è stata eseguita mediante l'utilizzo del software HEC-HMS andando a modellare, oltre che il bacino, anche il percorso della portata idrica all'interno delle valli presenti, implementando un modello di propagazione della piena riportato nel capitolo 4.2.3.4.

Per l'analisi si sono mantenuti i tempi di ritorno di 20 e 50 anni, anche se al fine del dimensionamento degli interventi risulta sempre più gravosa la perturbazione con tempo di ritorno 50 anni. Per quanto riguarda il tempo di pioggia, si sono implementate varie perturbazioni, con durata 1 ora, 3 ore, 6 ore e 12 ore. Gli ietogrammi utilizzati sono quelli riportati al capitolo 4.2.3.1.

INTERVENTO P_01	Questo intervento ha la funzione di favorire la raccolta delle acque a scorrimento superficiale in via Sant'Andrea, il loro collettamento verso un manufatto di imbocco alla nuova tubazione posata in corrispondenza della rotatoria stradale che convoglia le acque verso il collettore esistente in via Piazza Fietta, risolvendo la problematica CP_01 .
INTERVENTO P_02	L'intervento ha lo scopo di favorire il deflusso superficiale delle acque attraverso via Boschi. In direzione della naturale sottostante, riducendo la problematica CP_02 .
INTERVENTO P_03	Questo intervento ha sempre lo scopo di collettare e trasportare le portate a scorrimento superficiale dalla valle al collettore di fognatura bianca esistente in



	via Sant'Antonio, con recapito finale sulla valle del Lastego, risolvendo la problematica CP_03 .
INTERVENTO P_04	Analogo al precedente, l'intervento ha lo scopo di collettare e recapitare le acque a scorrimento superficiale dal bacino sotteso, al pozzetto esistente in via Sant'Antonio, con recapito finale alla valle del Lastego, risolvendo la criticità CP_04 .
INTERVENTO P_05	L'intervento in oggetto ha l'obiettivo di rimuovere l'interferenza tra i canali collettori dal pozzetto in sede stradale, spostando esternamente l'area di confluenza e decantazione del materiale. L'intervento permette il miglioramento della problematica CP_05 .
INTERVENTO C_01	Questo doppio intervento ha lo scopo di raccogliere le acque a scorrimento superficiale da via Valderoa, e recapitarle nelle vallecicole adiacenti afferenti alla valle del Lastego. L'intervento a nord comporta la realizzazione di un nuovo canale di scolo afferente a un'area privata con recapito alla valle del Lastego. L'intervento a sud comporta la realizzazione di un nuovo canale di scolo, afferente ad uno scolmatore esistente. Con tali interventi viene risolta la criticità CC_01 .
INTERVENTO C_02	Con questo intervento si vuole salvaguardare il tratto tombinato del rio Mardion attraverso la realizzazione di un'area di deposito del materiale trasportato prima dell'immissione delle portate nel tratto tombinato a valle, migliorando dunque la criticità CC_02 .

Tabella 7-1 Interventi legati a trasporto e deposito del materiale solido

Le criticità sono puntuali sul territorio e non correlare tra loro, la loro emergenza è principalmente data dal carattere montano e boscoso che caratterizza l'intero territorio comunale.

Nella relazione A.03 "Interventi di manutenzione straordinaria" vengono sviluppate tutte le problematiche proponendo delle adeguate soluzioni, con anche un'analisi economica dell'intervento.



7.1.1 INTERVENTO P-01 – MESSA IN SICUREZZA INTERFERENZA VIA SANT'ANDREA, FIETTA

L'intervento analizzato ha lo scopo di favorire la raccolta delle acque a scorrimento superficiale da via Sant'Andrea ed il recapito in via Piazza Fietta. Il bacino sotteso ha un'estensione di circa 4.68 ha, le acque generate vengono raccolte da un nuovo fossato ad est della sede stradale a seguito di un arretramento del confine privato. La realizzazione di un nuovo manufatto di imbocco, e la posa di una tubazione in CLS Ø 80 cm per una lunghezza di circa 47 m, permette il recapito alla rete di raccolta esistente in via Piazza Fietta.

Si riporta nella Figura 7-4 il bacino imbrifero sotteso alla sezione di chiusura scelta, punto in cui è possibile raccogliere e deviare le portate dalla rotatoria stradale.

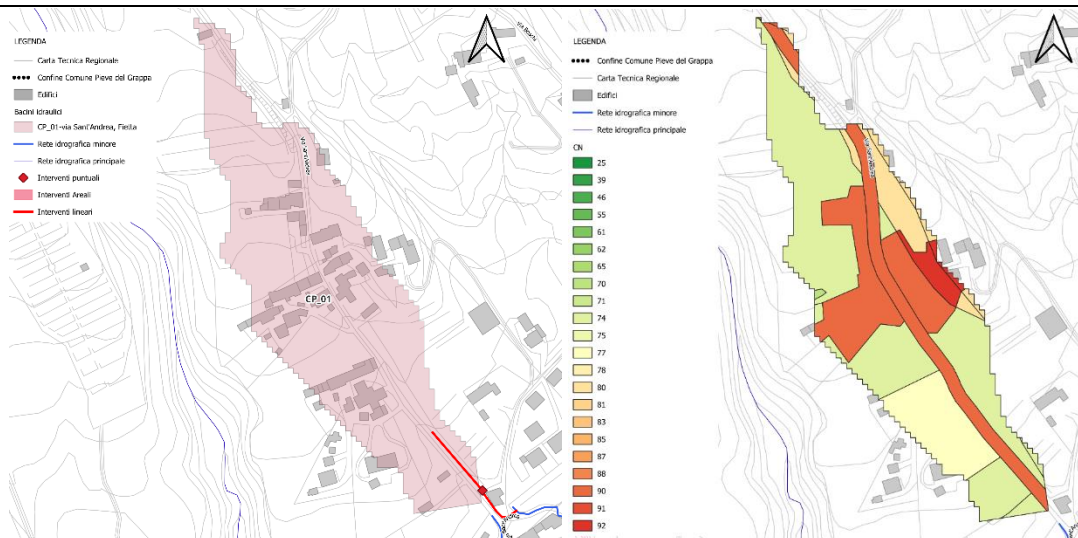


Figura 7-4 Bacino idraulico concorrente alla sezione di chiusura e distribuzione spaziale dei Curve Number

Il bacino sotteso risulta così composto:

USO DEL SUOLO	SUPERFICE (km ²)	CN
ROBINIETO	0.000064	70
STRADE	0.005479	90
TESSUTO URBANO DISCONTINUO DENSO CON USO MISTO (50-80%)	0.007983	90
TESSUTO URBANO DISCONTINUO DENSO CON USO MISTO (50-80%)	0.001346	92
STRUTTURE RESIDENZIALI ISOLATE	0.005449	77
SUPERFICI A COPERTURA ERBACEA: GRAMINACEE NON SOGGETTE A ROTAZIONE	0.016921	74
SUPERFICI A COPERTURA ERBACEA: GRAMINACEE NON SOGGETTE A ROTAZIONE	0.003540	80
SISTEMI COLTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	0.006064	74
TOTALE	0.046846	79.91

Tabella 7-2 Uso del suolo del bacino intervento P-01



7.1.2 INTERVENTO P_02 – SAGOMATURA STRADALE IN VIA BOSCHI, FIETTA

La criticità riscontrata in via Boschi, in frazione di Fietta, consiste nella difficoltà di deflusso delle portate di dilavamento dei terreni soprastanti, nonché la difficoltà di deflusso dal punto più ribassato di via Boschi, delle acque di scorrimento in arrivo da est. Al fine di permettere e favorire il corretto deflusso delle portate si suggerisce la realizzazione di un dosso stradale sul lato ovest al fine di indirizzare le portate verso sud, in seguito, la risagomatura stradale, unitamente alla modellazione dei terreni adiacenti, tra via Boschi e la naturale valle sottostante in posizione sud-est, hanno l'obiettivo di ricreare un percorso di deflusso in grado di mantenere sgombro il tratto stradale dal deposito di materiale legato alla locale riduzione di pendenza. L'intervento interessa un'area di circa 50 m². Si riporta nella Figura 7-5 il bacino imbrifero sotteso alla sezione di chiusura scelta, punto in cui è necessario intervenire per favorire il deflusso delle portate.

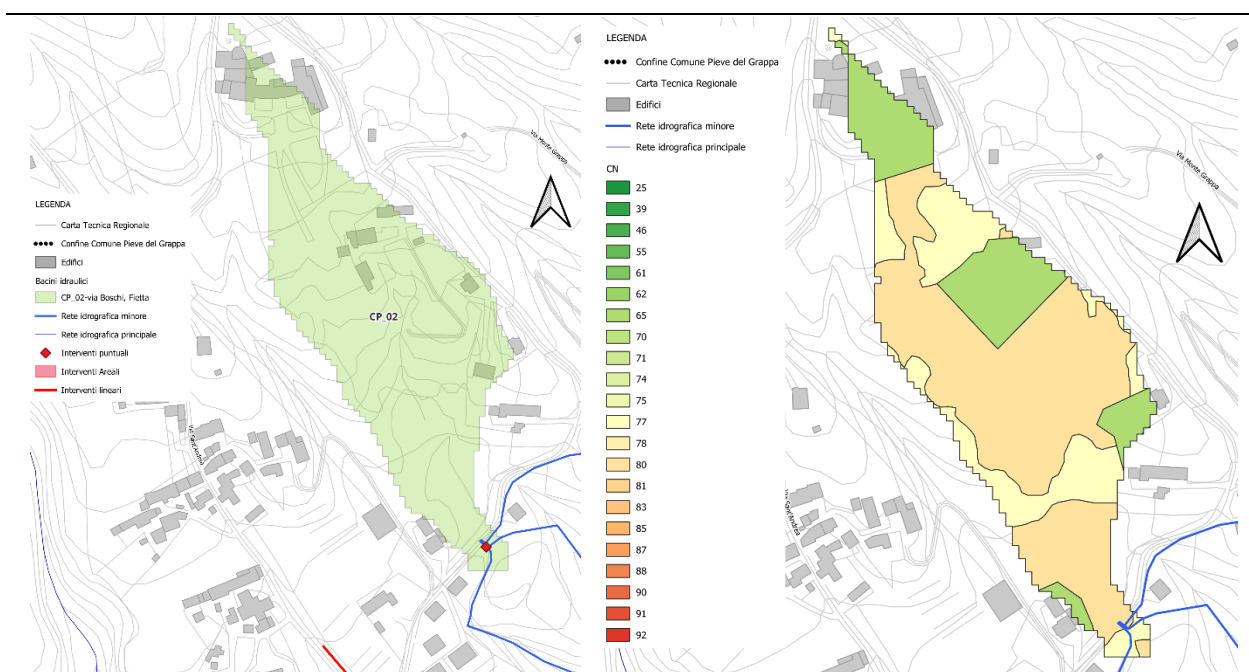


Figura 7-5 Bacino idraulico concorrente alla sezione di chiusura e distribuzione dei Curve Number

Il bacino sotteso risulta così composto:

USO DEL SUOLO	SUPERFICE (km ²)	CN
STRUTTURE RESIDENZIALI ISOLATE	0.009798	65
SUPERFICI A COPERTURA ERBACE: GRAMINACEE NON SOGGETTE A ROTAZIONE	0.025913	80
BOSCO DI LATIFOGIE	0.003534	77
ROBINIETO	0.006012	77
TOTALE	0.045257	76.12

Tabella 7-3 Uso del suolo del bacino intervento P-02



7.1.3 INTERVENTO P_03 – MESSA IN SICUREZZA DI VIA SANT'ANTONIO, QUATTRO STRADE

Per la prima criticità di via Sant'Antonio si propone la realizzazione di un manufatto di imbocco delle portate dotato di griglia e troppopieno, in seguito, le acque vengono tombinate con la posa di una tubazione in CLS Ø60 per una lunghezza di circa 100 m con collegamento alla rete fognaria esistente di via Sant'Antonio. Si prevede l'eventuale posa di caditoie per la raccolta delle acque residue.

Si riporta nella Figura 7-6 il bacino imbrifero sotteso alla sezione di chiusura, punto di re immissione delle portate al collettore esistente.



Figura 7-6 Bacino idraulico concorrente alla sezione di chiusura e distribuzione dei Curve Number

Il bacino ha un'estensione di circa 5.96 ha, e risulta così composto:

USO DEL SUOLO	SUPERFICE (km ²)	CN
TESSUTO URBANO DISCONTINUO RADO, PRINCIPALMENTE RESIDENZIALE (SUP. ART. 10-30%)	0.014567	77
STRUTTURE RESIDENZIALI ISOLATE	0.001380	77
AREE DESTINATE AD ATTIVITÀ INDUSTRIALI	0.000165	91
TERRENI ARABILI IN AREE NON IRRIGUE	0.012639	74
MAIS IN AREE NON IRRIGUE	0.008166	78
CEREALI IN AREE NON IRRIGUE	0.000442	78
VIGNETI	0.001197	78
SUPERFICI A COPERTURA ERBACEA: GRAMINACEE NON SOGGETTE A ROTAZIONE	0.016399	74
BOSCO DI LATIFOGIE	0.003767	70
STRADE	0.000895	90
TOTALE	0.059617	75.50

Tabella 7-4 Uso del suolo del bacino intervento P-03



7.1.4 INTERVENTO P_04 – MESSA IN SICUREZZA DI VIA SANT'ANTONIO, SP26

Per la soluzione alla seconda criticità riscontrata in via Sant'Antonio si propone la realizzazione di un fosso a nord-est della strada bianca per una lunghezza di circa 50 m. il fosso ha lo scopo di raccogliere le acque dilavate dai terreni soprastanti convogliandole per mezzo di una tubazione Ø 60 al pozzettone esistente a ovest della strada, collegato alla rete fognaria esistente.

Si riporta nella Figura 7-7 il bacino imbrifero sotteso alla sezione di chiusura scelta.

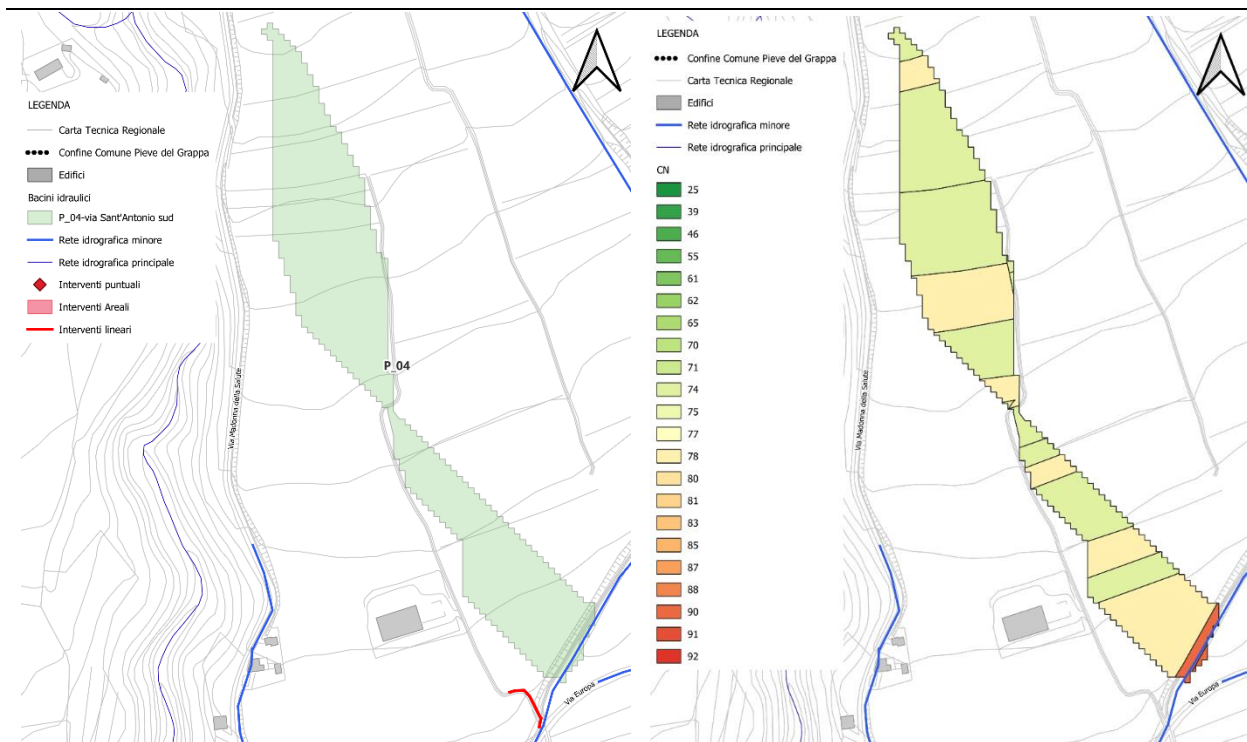


Figura 7-7 Bacino idraulico concorrente alla sezione di chiusura e distribuzione dei Curve Number

Il bacino sotteso ha un'estensione di circa 3.27 ha, e risulta composto come segue:

USO DEL SUOLO	SUPERFICE (km²)	CN
DISCARICHE	0.0000871	90
TERRENI ARABILI IN AREE NON IRRIGUE	0.0114479	74
MAIS IN AREE NON IRRIGUE	0.0118108	78
CEREALI IN AREE NON IRRIGUE	0.0007594	78
SUPERFICI A COPERTURA ERBACEA: GRAMINACEE NON SOGGETTE A ROTAZIONE	0.0079889	74
STRADE	0.0006536	90
TOTALE	0.0327477	75.90

Tabella 7-5 Uso del suolo del bacino intervento P-04



7.1.5 INTERVENTO P_05 – ESPANSIONE ACQUE DI VIA IV NOVEMBRE

La soluzione proposta alla problematica in via IV Novembre consiste nella deviazione dei tre canali recettori (valle tombinata in arrivo da nord, ed il tombinamento dei due fossi da est) dai pozzetti di confluenza alla vallecola adiacente ad est. L'intervento proposto consiste nel prolungamento delle tre tubazioni in CLS Ø 80 cm ad est della strada. Viene realizzata un'arginatura di contenimento onde necessario, mentre sul fondo viene posato un pozzetto di dimensioni 1.20 x 1.20 m dotato di aperture laterali a sfioro (vedasi scheda intervento). L'area ha lo scopo di calmierare le portate in ingresso depositando il materiale più grossolano, la vasca calmierante garantisce inoltre un deflusso in sicurezza verso il tratto tombinato posto a valle. Viene inoltre previsto il ripristino del collegamento tra la vasca calmierante e il tombinamento di valle. Si riporta nella Figura 7-8 il bacino imbrifero sotteso alla sezione di chiusura, in corrispondenza della quale viene spostata la confluenza.

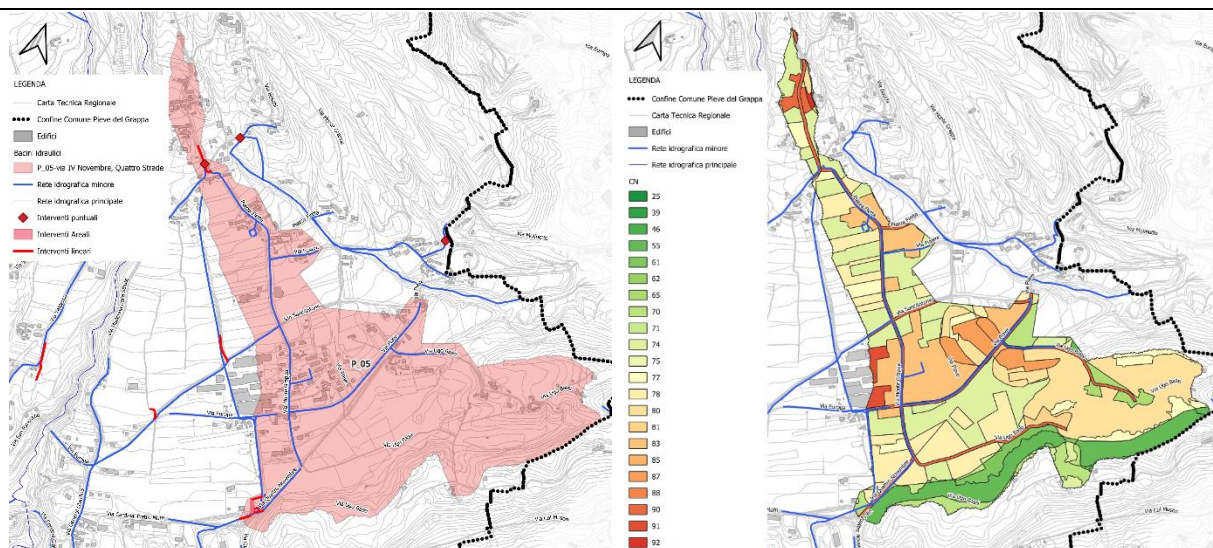


Figura 7-8 Bacino idraulico concorrente alla sezione di chiusura e distribuzione dei Curve Number

Il bacino sotteso alla sezione di chiusura ha una superficie circa pari a 63.51 ha, e risulta composto come segue:

USO DEL SUOLO	SUPERFICE (km²)	CN
TESSUTO URBANO DISCONTINUO DENSO CON USO MISTO (50-80%)	0.00798	90
TESSUTO URBANO DISCONTINUO DENSO CON USO MISTO (50-80%)	0.00135	92
TESSUTO URBANO DISCONTINUO MEDIO, PRINCIPALMENTE RESIDENZIALE (30-50%)	0.11895	83
TESSUTO URBANO DISCONTINUO MEDIO, PRINCIPALMENTE RESIDENZIALE (30-50%)	0.11895	87
TESSUTO URBANO DISCONTINUO RADO, PRINCIPALMENTE RESIDENZIALE (10-30%)	0.02466	77
STRUTTURE RESIDENZIALI ISOLATE	0.00280	77
STRUTTURE RESIDENZIALI ISOLATE	0.01660	65
AREE DESTINATE AD ATTIVITÀ INDUSTRIALI	0.01351	91
AREE DESTINATE A SERVIZI PUBBLICI, MILITARI E PRIVATI	0.01046	83
AREE IN COSTRUZIONE	0.00304	87
TERRENI ARABILI IN AREE NON IRRIGUE	0.01166	74
TERRENI ARABILI IN AREE NON IRRIGUE	0.04829	61
TERRENI ARABILI IN AREE NON IRRIGUE	0.00063	80
MAIS IN AREE NON IRRIGUE	0.00610	78



Piano Comunale delle Acque
- Modellazione idraulica -

MAIS IN AREE NON IRRIGUE	0.10685	71
MAIS IN AREE NON IRRIGUE	0.00327	81
FORAGGERE IN AREE NON IRRIGUE	0.00770	78
CEREALI IN AREE NON IRRIGUE	0.01074	78
VIGNETI	0.01380	78
OLIVETI	0.00290	55
OLIVETI	0.00003	70
OLIVETI	0.00058	77
ALTRE COLTURE PERMANENTI	0.00907	78
SUPERFICI A COPERTURA ERBACEA: GRAMINACEE NON SOGGETTE A ROTAZIONE	0.00405	61
SUPERFICI A COPERTURA ERBACEA: GRAMINACEE NON SOGGETTE A ROTAZIONE	0.01809	74
SUPERFICI A COPERTURA ERBACEA: GRAMINACEE NON SOGGETTE A ROTAZIONE	0.16975	80
SISTEMI CULTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	0.16692	74
BOSCO DI LATIFOGLIE	0.01119	70
BOSCO DI LATIFOGLIE	0.00282	77
CASTAGNETO DEI SUOLI XERICI	0.03554	55
CASTAGNETO DEI SUOLI XERICI	0.00189	70
CASTAGNETO DEI SUOLI XERICI	0.01129	77
ROBINIETO	0.05487	55
ROBINIETO	0.02672	70
ROBINIETO	0.00540	77
OSTRIO-QUERCETO TIPICO	0.00131	55
OSTRIO-QUERCETO TIPICO	0.00192	77
STRADE	0.05308	90
TOTALE	0.99186	76.28

Tabella 7-6 Uso del suolo del bacino intervento P-05

7.1.6 INTERVENTO C_01 – CAPTAZIONE ACQUE METEORICHE IN VIA VALDEROA

La soluzione proposta alla problematica di via Valderoa consiste in due distinti interventi. Il primo viene applicato al tratto nord della strada, a monte della curva verso ovest. Si prevede la realizzazione di un nuovo fosso di raccolta a est della strada al termine del quale un manufatto di imbocco, dotato di griglia e troppopieno di sicurezza, convoglia le portate in una tubazione in CLS Ø 60 cm verso sud fino alla al termine della recinzione privata (circa 45 m), da qui si prevede la risagomatura del terreno per una lunghezza di circa ... m al fine di portare le acqua sul terreno prativo ad est. Qui le acque si disperdono in superficie con l'eventuale recapito ad est nella valle del torrente Lastego. Nel tratto a sud invece, si ripropone la realizzazione di un fosso di raccolta a ovest della sede stradale sino al pozzettone esistente. Insieme alle acque provenienti dalla valle a nord, le portate collettate vengono recapitate alla valle del Lastego mediante lo scarico da scolmatore esistente di grandi dimensioni (Ø 1.20 m)

Si riportano nella Figura 7-9 i bacini imbriferi sottesi ai singoli interventi.



Piano Comunale delle Acque
- Modellazione idraulica -

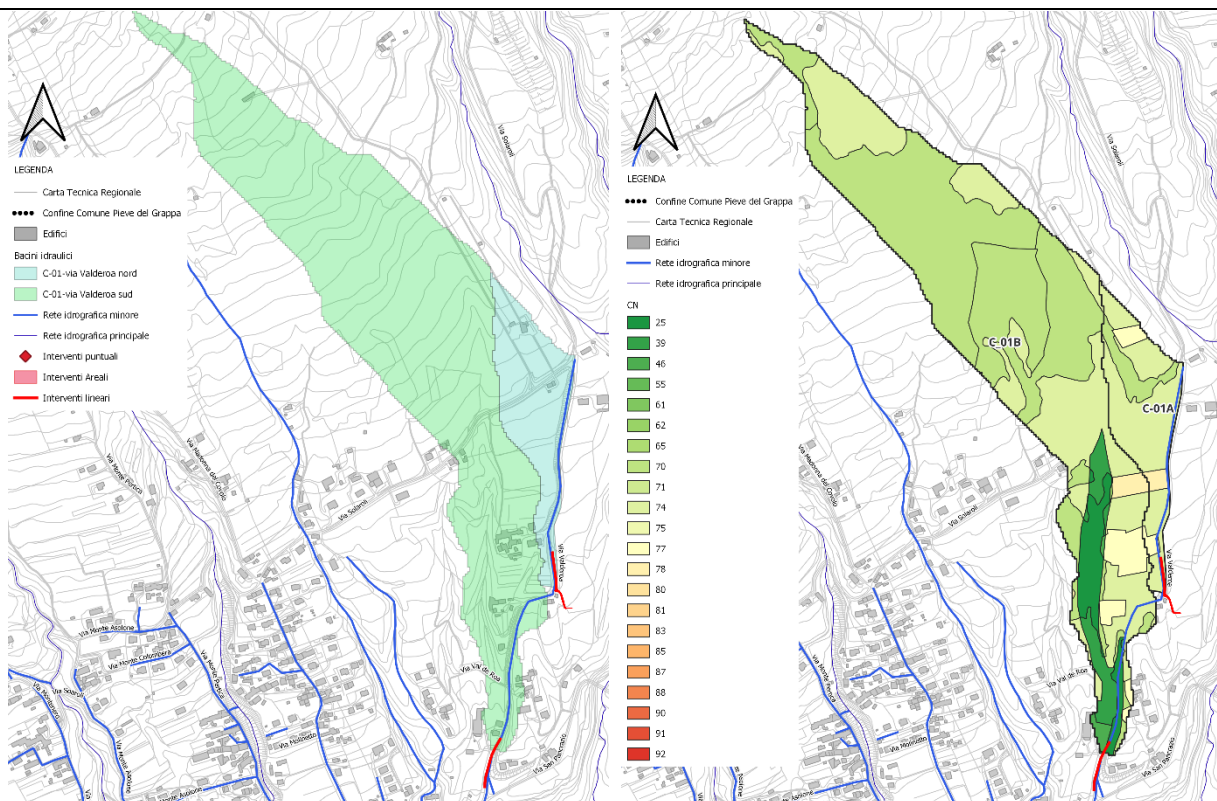


Figura 7-9 Bacino idraulico concorrente alla sezione di chiusura e distribuzione dei Curve Number

Il bacino sotteso alla sezione di chiusura ha una superficie circa pari a 63.51 ha, e risulta composto come segue:

USO DEL SUOLO	SUPERFICE (km ²)	CN
TESSUTO URBANO DISCONTINUO DENSO CON USO MISTO (50-80%)	0.00798	90
TESSUTO URBANO DISCONTINUO DENSO CON USO MISTO (50-80%)	0.00135	92
TESSUTO URBANO DISCONTINUO MEDIO, PRINCIPALMENTE RESIDENZIALE (30-50%)	0.11895	83
TESSUTO URBANO DISCONTINUO MEDIO, PRINCIPALMENTE RESIDENZIALE (30-50%)	0.11895	87
TESSUTO URBANO DISCONTINUO RADO, PRINCIPALMENTE RESIDENZIALE (10-30%)	0.02466	77
STRUTTURE RESIDENZIALI ISOLATE	0.00280	77
STRUTTURE RESIDENZIALI ISOLATE	0.01660	65
AREE DESTINATE AD ATTIVITÀ INDUSTRIALI	0.01351	91
AREE DESTINATE A SERVIZI PUBBLICI, MILITARI E PRIVATI	0.01046	83
AREE IN COSTRUZIONE	0.00304	87
TERRENI ARABILI IN AREE NON IRRIGUE	0.01166	74
TERRENI ARABILI IN AREE NON IRRIGUE	0.04829	61
TERRENI ARABILI IN AREE NON IRRIGUE	0.00063	80
MAIS IN AREE NON IRRIGUE	0.00610	78
MAIS IN AREE NON IRRIGUE	0.10685	71
MAIS IN AREE NON IRRIGUE	0.00327	81
FORAGGERE IN AREE NON IRRIGUE	0.00770	78
CEREALI IN AREE NON IRRIGUE	0.01074	78
VIGNETI	0.01380	78
OLIVETI	0.00290	55



Piano Comunale delle Acque
- Modellazione idraulica -

OLIVETI	0.00003	70
OLIVETI	0.00058	77
ALTRE COLTURE PERMANENTI	0.00907	78
SUPERFICI A COPERTURA ERBACEA: GRAMINACEE NON SOGGETTE A ROTAZIONE	0.00405	61
SUPERFICI A COPERTURA ERBACEA: GRAMINACEE NON SOGGETTE A ROTAZIONE	0.01809	74
SUPERFICI A COPERTURA ERBACEA: GRAMINACEE NON SOGGETTE A ROTAZIONE	0.16975	80
SISTEMI COLTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	0.16692	74
BOSCO DI LATIFOGLIE	0.01119	70
BOSCO DI LATIFOGLIE	0.00282	77
CASTAGNETO DEI SUOLI XERICI	0.03554	55
CASTAGNETO DEI SUOLI XERICI	0.00189	70
CASTAGNETO DEI SUOLI XERICI	0.01129	77
ROBINIETO	0.05487	55
ROBINIETO	0.02672	70
ROBINIETO	0.00540	77
OSTRIO-QUERCETO TIPICO	0.00131	55
OSTRIO-QUERCETO TIPICO	0.00192	77
STRADE	0.05308	90
TOTALE	0.99186	76.28

Tabella 7-7 Uso del suolo del bacino intervento C-01



7.1.7 INTERVENTO C_02 – REALIZZAZIONE PIAZZA DI DEPOSITO IN VIA SAN PANCRAZIO

In via San Pancrazio la salvaguardia del tratto tombinato del rio Mardion avviene grazie alla realizzazione di una piazza di deposito a monte della SP26. Si prevede lo sfruttamento dell'area verde a nord della strada provinciale per la realizzazione di un'espansione areale del corso d'acqua, la sezione di chiusura viene regolata da un manufatto che causa la dissipazione dell'energia della corrente rallentandola e facendone depositare il trasporto solido. L'imbocco delle portate alleggerite dalla portata solida prosegue a valle riducendo la capacità di deposito nel tratto terminale. Si riporta nella Figura 7-10 il bacino imbrifero sotteso alla sezione di chiusura, in corrispondenza della quale viene realizzata la piazza di deposito.

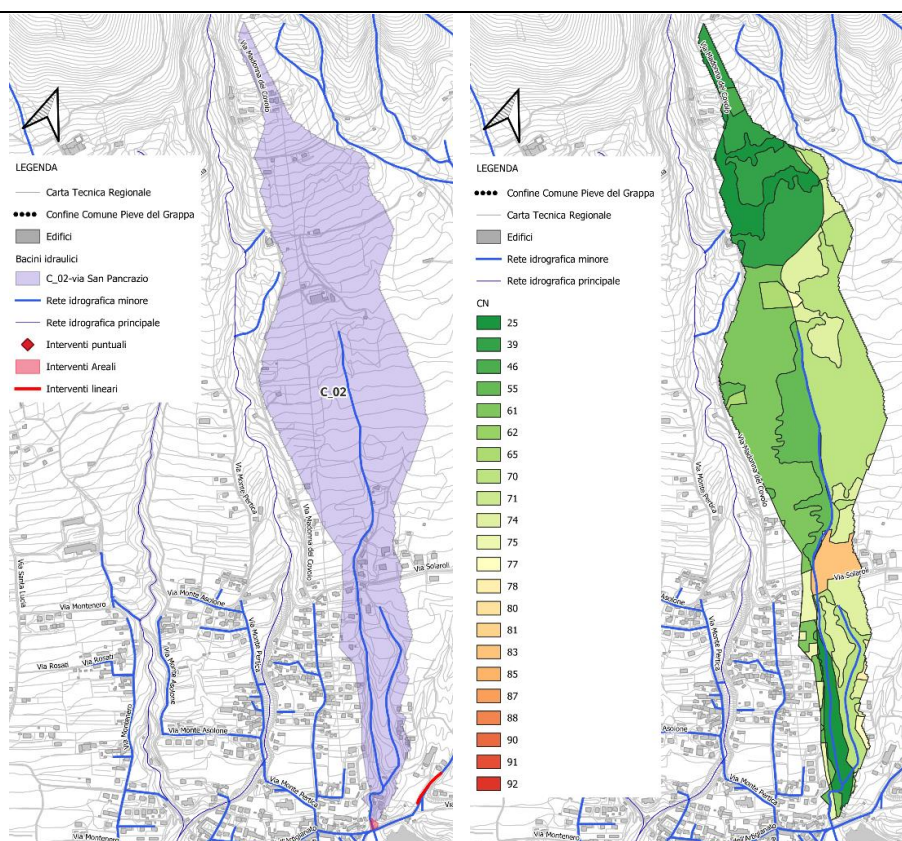


Figura 7-10 Bacino idraulico concorrente alla sezione di chiusura e distribuzione dei Curve Number

Il bacino sotteso alla sezione di chiusura ha una superficie circa pari a 54.58 ha, e risulta composto come segue:

USO DEL SUOLO	SUPERFICE (km²)	CN
TESSUTO URBANO DISCONTINUO DENSO CON USO MISTO (50-80%)	0.00798	90
TESSUTO URBANO DISCONTINUO DENSO CON USO MISTO (50-80%)	0.00135	92
TESSUTO URBANO DISCONTINUO MEDIO, PRINCIPALMENTE RESIDENZIALE (30-50%)	0.11895	83
TESSUTO URBANO DISCONTINUO MEDIO, PRINCIPALMENTE RESIDENZIALE (30-50%)	0.11895	87
TESSUTO URBANO DISCONTINUO RADO, PRINCIPALMENTE RESIDENZIALE (10-30%)	0.02466	77
STRUTTURE RESIDENZIALI ISOLATE	0.00280	77
STRUTTURE RESIDENZIALI ISOLATE	0.01660	65
AREE DESTINATE AD ATTIVITÀ INDUSTRIALI	0.01351	91
AREE DESTINATE A SERVIZI PUBBLICI, MILITARI E PRIVATI	0.01046	83



Piano Comunale delle Acque
- Modellazione idraulica -

AREE IN COSTRUZIONE	0.00304	87
TERRENI ARABILI IN AREE NON IRRIGUE	0.01166	74
TERRENI ARABILI IN AREE NON IRRIGUE	0.04829	61
TERRENI ARABILI IN AREE NON IRRIGUE	0.00063	80
MAIS IN AREE NON IRRIGUE	0.00610	78
MAIS IN AREE NON IRRIGUE	0.10685	71
MAIS IN AREE NON IRRIGUE	0.00327	81
FORAGGERE IN AREE NON IRRIGUE	0.00770	78
CEREALI IN AREE NON IRRIGUE	0.01074	78
VIGNETI	0.01380	78
OLIVETI	0.00290	55
OLIVETI	0.00003	70
OLIVETI	0.00058	77
ALTRE COLTURE PERMANENTI	0.00907	78
SUPERFICI A COPERTURA ERBACEA: GRAMINACEE NON SOGGETTE A ROTAZIONE	0.00405	61
SUPERFICI A COPERTURA ERBACEA: GRAMINACEE NON SOGGETTE A ROTAZIONE	0.01809	74
SUPERFICI A COPERTURA ERBACEA: GRAMINACEE NON SOGGETTE A ROTAZIONE	0.16975	80
SISTEMI COLTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	0.16692	74
BOSCO DI LATIFOGLIE	0.01119	70
BOSCO DI LATIFOGLIE	0.00282	77
CASTAGNETO DEI SUOLI XERICI	0.03554	55
CASTAGNETO DEI SUOLI XERICI	0.00189	70
CASTAGNETO DEI SUOLI XERICI	0.01129	77
ROBINIETO	0.05487	55
ROBINIETO	0.02672	70
ROBINIETO	0.00540	77
OSTRIO-QUERCETO TIPICO	0.00131	55
OSTRIO-QUERCETO TIPICO	0.00192	77
STRADE	0.05308	90
TOTALE	0.99186	76.28

Tabella 7-8 Uso del suolo del bacino intervento C-02

7.2 SOLUZIONI ALLE CRITICITÀ RILEVATE – INSUFFICIENZA FOGNARIA E/O CAPTATIVA

Di seguito si vogliono analizzare le criticità riscontrate causate dall'insufficienza della rete fognaria dell'abitato di Crespano. La crescente urbanizzazione del territorio sviluppatasi negli ultimi decenni si traduce idraulicamente in un incremento dell'impermeabilizzazione dei suoli, consistente in un aumento delle portate afferenti alla rete fognaria esistente. I bacini afferenti sono caratterizzati da un'urbanizzazione in fase di espansione, il che non può che peggiorare le problematiche attuali.

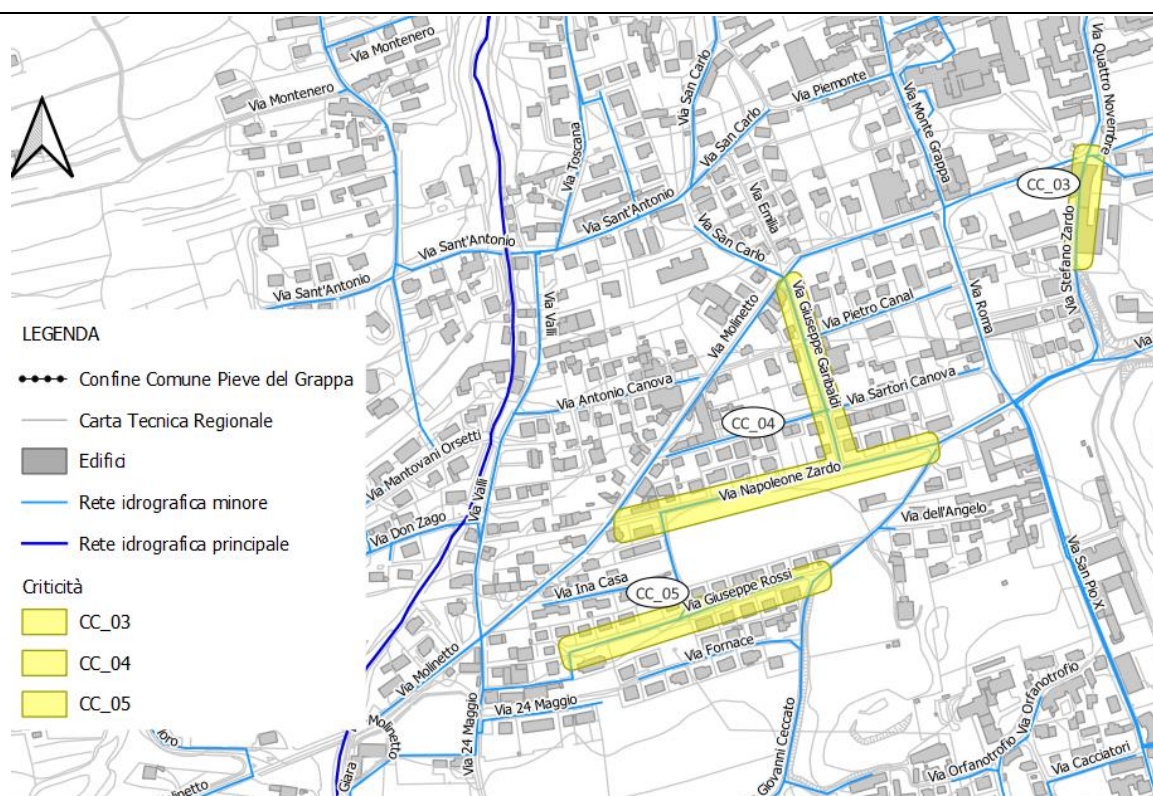


Figura 7-11 Criticità correlate all'insufficienza della rete fognaria nell'abitato di Crespano

7.2.1 INTERVENTO C 03 – DORSALE RETE DI SMALTIMENTO ACQUE BIANCHE

L'abitato di Crespano risulta servito da una rete di fognatura mista la quale, a seguito di intense precipitazioni, si è dimostrata insufficiente sia per quanto riguarda il suo dimensionamento (si sono osservati chiusini che saltano in sede stradale e il riversamento delle acque in superficie, con conseguente allagamento delle aree), sia per quanto riguarda la sua capacità di captativa (strade ad elevata pendenza impediscono l'intercettazione delle acque a scorrimento superficiale). La natura mista della rete comporta, inoltre, un'ulteriore problematica di tipo igienico-sanitaria, inaccettabile in un contesto urbano quale quello analizzato. Per la soluzione a tali criticità, viene proposto un intervento che si prefigge l'obiettivo da un lato di risolvere la problematica di insufficienza della rete, dall'altra di dare inizio ad un sistema di fognatura ex-novo in grado di separare le acque bianche dalle acque nere, in ottica di una futura completa conversione del sistema fognario dell'abitato di Crespano. Le criticità riscontrate si concentrano in particolare nell'area compresa tra via S. Zardo, via N. Zardo e via G. Rossi.

L'intervento consiste nella realizzazione di un nuovo collettore di acque meteoriche dorsale all'abitato di Crespano. Il tracciato ipotizzato prevede la partenza da via IV Novembre (nel tratto stradale antistante la sede comunale), per proseguire lungo via Roma, via Napoleone Zardo fino l'incrocio con via G. Garibaldi, per poi svoltare verso sud fino via G. Ceccato, proseguendo lungo l'omonima via fino alla rotatoria di via 24 Maggio, dove sfruttando uno scarico esistente le acque vengono recapitate al rio Coetta (valle Cao di Breda), il tracciato ipotizzato viene riportato in Figura 7-12.

L'inserimento di una nuova rete in un contesto già profondamente urbanizzato può presentare alcune criticità, quali ad esempio il restringimento della sede stradale e la compresenza di numerosi sottoservizi nelle aree maggiormente antropizzate, in seguito vengono suggerite alcune soluzioni applicabili ai diversi contesti presenti lungo il tracciato.

Un primo dimensionamento della dorsale avviene attraverso la modellazione idrologica del bacino afferente alla rete. Allo stato attuale si ha la presenza di alcuni scarichi da scolmatori che permettono il parziale smaltimento nella valle della Madonna le portate presenti nella fognatura mista. In favore di sicurezza, un primo approccio alla modellazione avviene senza considerare l'effetto di tali scarichi. I sottobacini individuati hanno caratteristiche di urbanizzazione e suoli molto simili, pertanto, per ciascun sottobacino viene assunto un valore di CN costante e pari a 74.86. La suddivisione del bacino afferente e la composizione del suolo viene riportata in Figura 7-12.

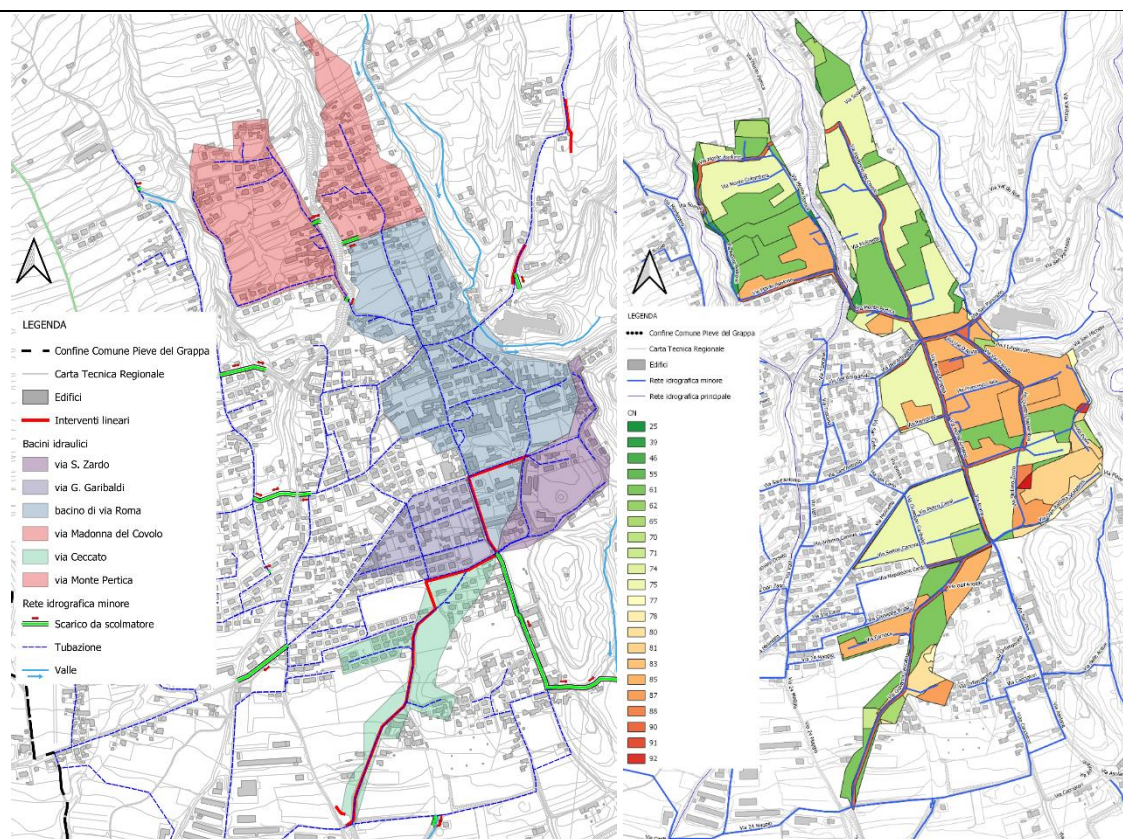


Figura 7-12 Suddivisione del bacino afferente alla nuova dorsale e distribuzione spaziale del CN

Al fine di analizzare le portate precipitare al di sopra dei bacini scolanti, si è svolta un'analisi sulla loro copertura superficiale in modo da assegnare il giusto valore di Curve Number ad ogni superficie.



Nella Figura 7-12 (destra) si riporta la distribuzione spaziale dei Curve Number ottenuti dall'analisi della carta dei suoli fornita dalla Regione Veneto, come riportato nel capitolo 4.2.3.2. Nelle tabelle seguenti si riportano le effettive coperture superficiali rilevate, con riportata l'estensione superficiale ed il relativo Curve Number assegnato. Si riporta anche il Curve Number medio relativo ad ogni bacino scolante analizzato.

USO DEL SUOLO	SUPERFICE	CN
AREE IN ATTESA DI UNA DESTINAZIONE D'USO	46	0.00018
AREE IN ATTESA DI UNA DESTINAZIONE D'USO	65	0.00121
AREE VERDI URBANE	61	0.02324
AREE VERDI URBANE	81	0.02336
TERRENI ARABILI IN AREE NON IRRIGUE	39	0.00060
TERRENI ARABILI IN AREE NON IRRIGUE	61	0.03645
TERRENI ARABILI IN AREE NON IRRIGUE	80	0.00143
AREE DESTINATE A SERVIZI PUBBLICI, MILITARI E PRIVATI	77	0.00043
AREE DESTINATE A SERVIZI PUBBLICI, MILITARI E PRIVATI	85	0.02328
TESSUTO URBANO DISCONTINUO RADO, PRINCIPALMENTE RESIDENZIALE (10-30%)	65	0.00661
TESSUTO URBANO DISCONTINUO MEDIO, PRINCIPALMENTE RESIDENZIALE (30-50%)	61	0.00339
TESSUTO URBANO DISCONTINUO MEDIO, PRINCIPALMENTE RESIDENZIALE (30-50%)	75	0.24725
TESSUTO URBANO DISCONTINUO MEDIO, PRINCIPALMENTE RESIDENZIALE (30-50%)	87	0.01228
TESSUTO URBANO DISCONTINUO DENSO CON USO MISTO (50-80%)	77	0.00230
TESSUTO URBANO DISCONTINUO DENSO CON USO MISTO (50-80%)	85	0.12391
TESSUTO URBANO DISCONTINUO DENSO CON USO MISTO (50-80%)	92	0.00075
STRUTTURE RESIDENZIALI ISOLATE	65	0.01232
SISTEMI COLTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	61	0.02546
STRADE	90	0.04528
AREE DESTINATE AD ATTIVITÀ INDUSTRIALI	88	0.00568
AREE DESTINATE AD ATTIVITÀ INDUSTRIALI	93	0.00100
OSTRIO-QUERCETO TIPICO	55	0.00231
SALICETI E ALTRE FORMAZIONI RIPARIE	25	0.00129
MAIS IN AREE NON IRRIGUE	71	0.00231
MAIS IN AREE NON IRRIGUE	81	0.00007
ROBINIETO	25	0.00070
ROBINIETO	55	0.00116
BOSCO DI LATIFOGLIE	77	0.00100
ALTRE COLTURE PERMANENTI	77	0.00139
SUPERFICI A COPERTURA ERBACEA: GRAMINACEE NON SOGGETTE A ROTAZIONE	39	0.00287
SUPERFICI A COPERTURA ERBACEA: GRAMINACEE NON SOGGETTE A ROTAZIONE	61	0.07901
SUPERFICI A COPERTURA ERBACEA: GRAMINACEE NON SOGGETTE A ROTAZIONE	80	0.01384
TOTALE	74.67	0.7024

Tabella 7-9 Uso del suolo del bacino intervento C-03

La schematizzazione del bacino assunta nella modellazione idrologica viene riportata in Figura 7-13 (sinistra). I risultati ottenuti dalla prima modellazione mostrano la generazione di portate che richiederebbero tubazioni di diametro pari a 1.20 m per buona parte del tracciato, per le criticità accennate in precedenza questa soluzione risulta non applicabile.

In seconda battuta, si vuole ridurre il bacino afferente al nuovo collettore così da ridurre le portate, dunque i diametri delle tubazioni. Viene scelto dunque di rendere efficaci al 100% i tre scarichi esistenti presenti sulla rete di fognatura mista inclusa nell'analisi (in verde nella Figura 7-12, l'utilizzazione totale degli scarichi richiede la preventiva separazione delle acque bianche dalle acque nere, tale intervento non viene trattato nel presente Piano). L'assunzione degli scarichi permette lo scarico presso la Valle della Madonna del sottobacino a ovest della medesima valle, nonché la porzione più a nord del bacino afferente a via Roma (in rosso in Figura 7-12 destra). Viene eseguita una nuova modellazione secondo lo schema riportato in Figura 7-13 (destra).

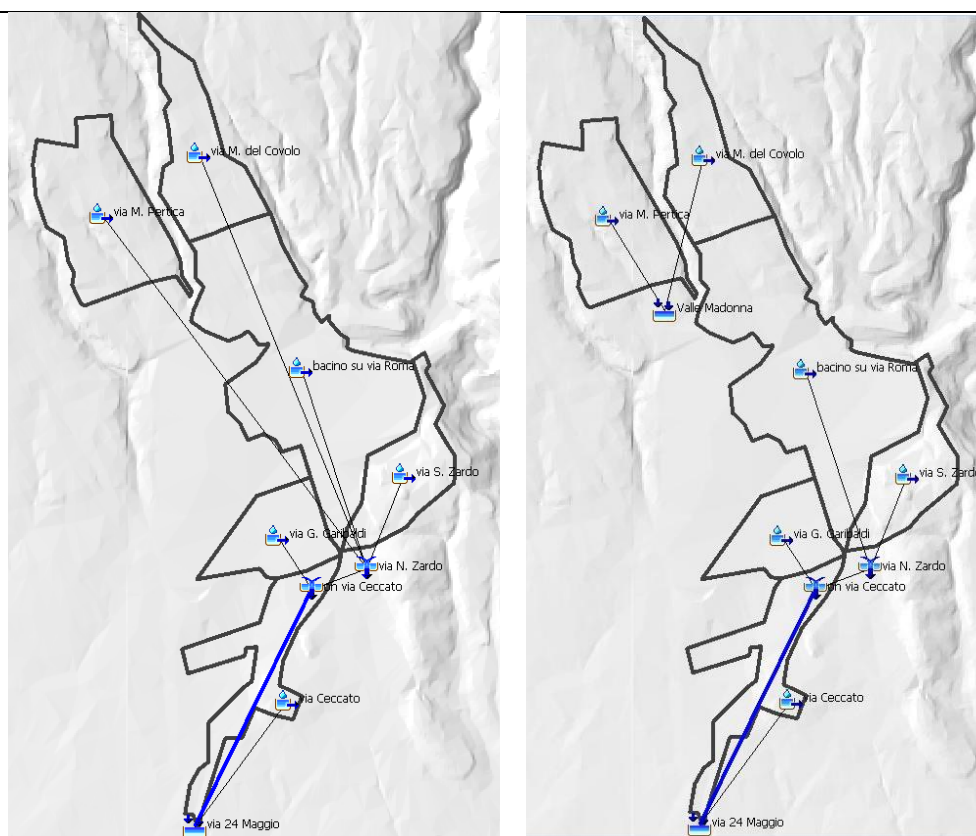


Figura 7-13 Schema adottato nella prima (a sinistra) e nella seconda (a destra) modellazione

Per il dimensionamento dei tratti di fognatura vengono considerate le confluenze dei bacini soprariportati. Considerata la ridotta estensione dei bacini e i tempi di corrivazione inferiori l'ora, vengono analizzate le piogge con Tr pari a 50 anni e i tempi di pioggia pari a 1h, 3h, 6h, 12h. Gli ietogrammi utilizzati sono quelli riportati al capitolo 4.2.3.1.

Per ciascuna confluenza si riportano le portate generate dalle superfici afferenti.



Piano Comunale delle Acque
- Modellazione idraulica -

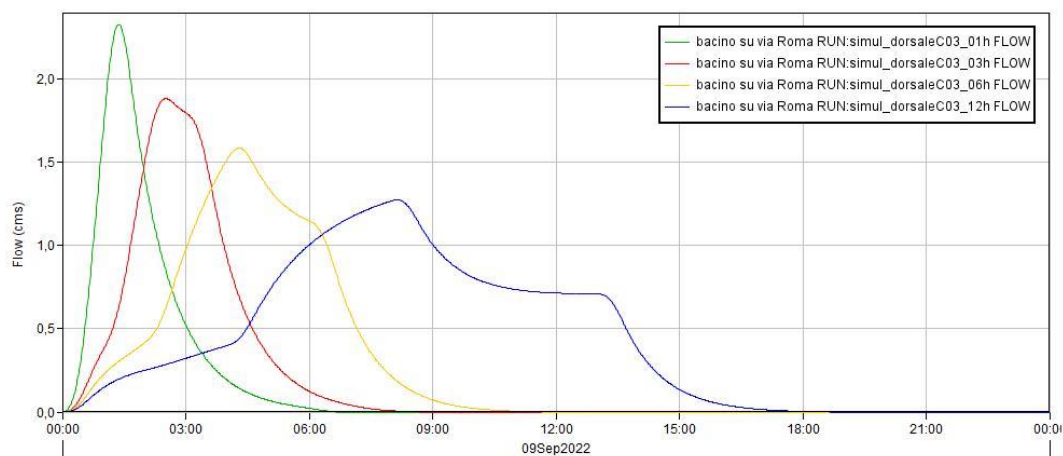


Figura 7-14 Portata alla sezione di chiusura di via Roma - TR 50 anni TP 1,3,6,12 ore

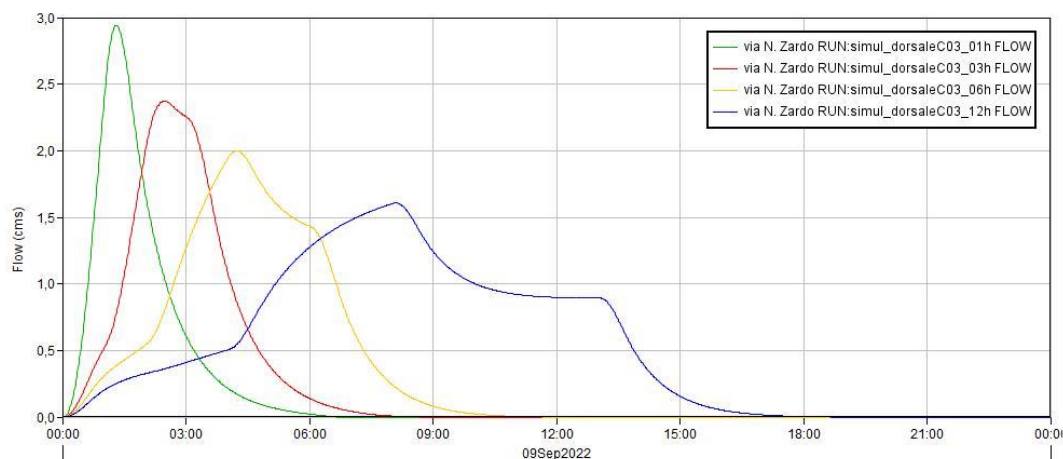


Figura 7-15 Portata alla sezione di chiusura di via N. Zardo - TR 50 anni TP 1,3,6,12 ore

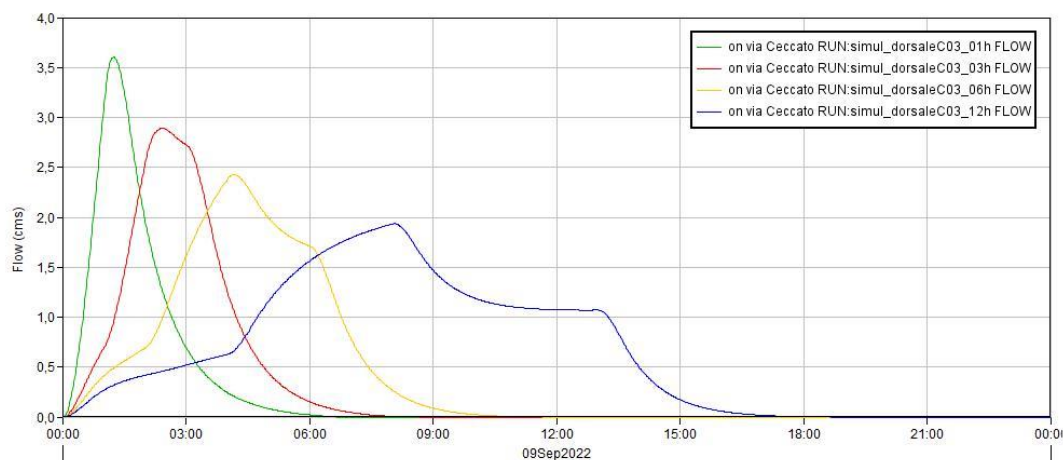


Figura 7-16 Portata alla sezione di chiusura di via G. Ceccato - TR 50 anni TP 1,3,6,12 ore

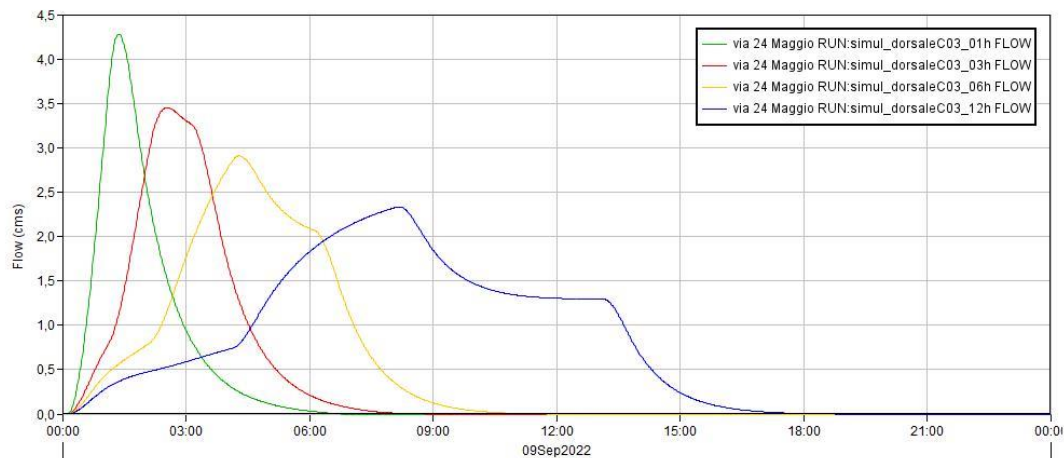


Figura 7-17 Portata alla sezione di chiusura di via 24 Maggio - TR 50 anni TP 1,3,6,12 ore

In Tabella 7-10 vengono riportate le principali informazioni relative al tracciato della dorsale del nuovo collettore, conseguenti ai risultati ottenuti dalla simulazione numerica. Le portate di progetto sono le più gravose ricavate, ovvero quelle ottenute con piogge di TR 50 anni e tempo di pioggia 1h.

Tratto	Diametro [cm]	Lunghezza [m]	Pendenza [%]	Q _{max} [m ³ /s]	Q _{di progetto} [m ³ /s]
Via Roma	80	410	3.15	2.95	2.33
Via N. Zardo	80	218	3.20	2.98	2.94
Via Ceccato Nord	100	370	3.20	5.40	3.60
Via Ceccato Sud	100	394	4.00	6.04	4.28

Tabella 7-10 Soluzione progettuale intervento C-03

In via G. Ceccato si riscontra la presenza di numerosi sottoservizi con cui l'eventuale posa del collettore Ø 80/100 cm. Per l'intervallo di tracciato per cui si ha la presenza di terreno agricolo a ovest della strada, si propone la posa fuori dalla sede stradale, riducendo gli oneri per lo spostamento dei sottoservizi e facilitando le operazioni di messa in posa. L'intervallo in oggetto ha una lunghezza di circa 300 m.

Tratto	Sede	Lunghezza [m]
Via Roma	stradale	410
Via N. Zardo	stradale	218
Via Ceccato Nord-1	stradale	245
Via Ceccato Nord-2	terreno agricolo	125
Via Ceccato Sud-1	terreno agricolo	175
Via Ceccato Sud-2	stradale	219

Tabella 7-11 Collocazione tubazione intervento C-03

Considerata l'estensione e l'importanza che questo comporta, l'intervento viene suddiviso in stralci:

Tratto 1: via IV Novembre e via Roma

Tratto 2: via N. Zardo e porzione di via Ceccato nord



Tratto 3: porzione sud di via Ceccato

Il **Tratto 1** si sviluppa nel centro di Crespano, la posa della tubazione, in particolare su via Roma, deve combinarsi con la presenza di sottoservizi (fognatura mista, metano, fibra ottica, illuminazione pubblica, acquedotto) in un tratto di strada localmente ristretto. Per la posa si prevede lo spostamento dei sottoservizi interferenti e, laddove non fosse possibile la creazione dello spazio necessario alla posa di una tubazione Ø80 cm, è possibile realizzare una strozzatura puntuale della rete (fino a Ø60 cm) per l'estensione necessaria al superamento dell'interferenza.

Il **Tratto 2** si sviluppa a partire dall'incrocio tra via Roma e via N. Zardo fino all'incrocio tra via G. Ceccato e via Orfanotrofio, passando dall'incrocio tra via N. Zardo e via G. Garibaldi. In via N. Zardo si prevede una tubazione Ø80 in sede stradale, dalla confluenza con via Garibaldi la tubazione in Ø100 prosegue in strada sino al termine delle abitazioni, da qui il tracciato si sposta sul terreno ad ovest della strada fino all'incrocio con via Orfanotrofio. Non sono previste particolari problematiche per la realizzazione dell'intervento in questo Tratto.

Il **Tratto 3** unisce il Tratto 2 allo scarico presente sulla rotatoria di via 24 Maggio. La tubazione prosegue a partire del terreno agricolo per circa 175 m fino alla ripresa delle abitazioni, da qui rientra in sede stradale dove si presenta nuovamente la riduzione di larghezza stradale e la necessità di spostamento di sottoservizi per realizzare lo spazio alla nuova condotta. Come previsto per via Roma, laddove non sia possibile una soluzione alternativa, è possibile effettuare una riduzione localizzata del diametro per il superamento dell'interferenza. Si noti che queste costrizioni puntuali favoriscono l'utilizzo delle condotte come invaso, rallentando il deflusso delle portate a valle. In Figura 7-18 viene riportata graficamente la suddivisione della dorsale di progetto.

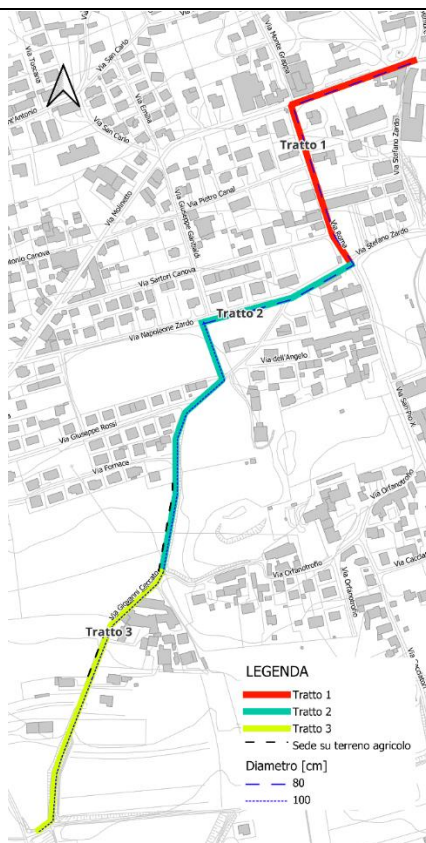


Figura 7-18 Caratteristiche principali della dorsale di progetto

7.3 SOLUZIONI ALLE ALTRE CRITICITÀ RILEVATE

Di seguito si riportano gli interventi proposti per le criticità rimanenti riscontrate sul territorio comunale. In Figura 7-19 si riporta la distribuzione delle criticità rimanenti.

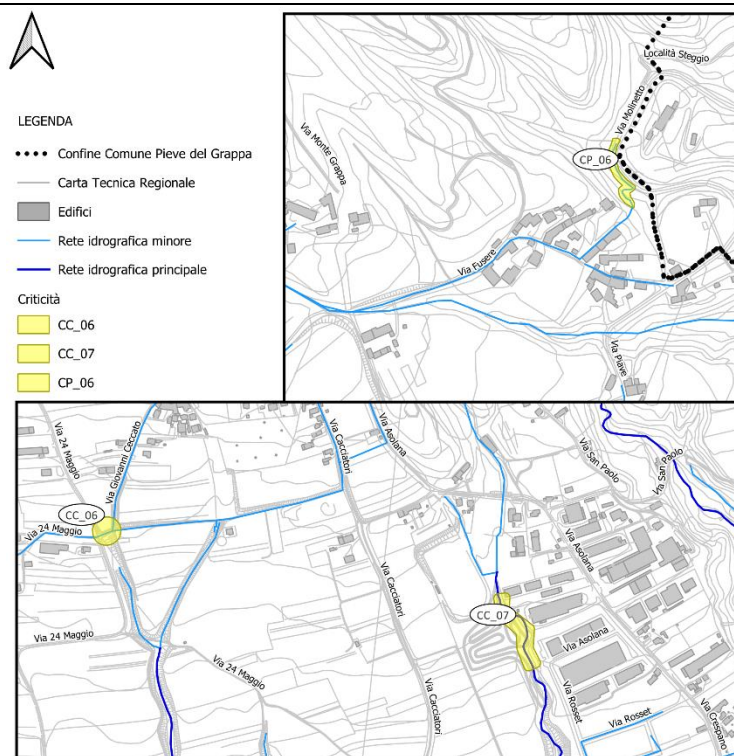


Figura 7-19 Altre criticità riscontrate sul territorio comunale (loc. Paderno in alto, loc. Crespano in basso)

7.3.1 INTERVENTO P_06 – SISTEMAZIONE SCARICO ACQUE METEORICHE DI VIA FUSERE

Per la soluzione della criticità di via Molinetto (SP26) si propone la tombinatura delle acque di scarico di via Fusere. Le acque collettate, vengono attualmente rilasciate a est del nucleo abitato, per poi scorrere sul versante ovest della SP26 e riversarsi sulla banchina e sede stradale qualora la prima diventa insufficiente al contenimento delle acque. L'intervento proposto consiste nel totale tombinamento delle acque a partire dallo sbocco esistente, per mezzo di un pozzetto di salto, e di una tubazione sotto strada, le acque vengono recapitate direttamente alla valle adiacente posta a est della strada provinciale, eliminando ogni interferenza con la viabilità. La ridefinizione del fosso stradale esistente permette lo scolo delle acque generate dai versanti, con mantenimento del recapito attuale in prossimità del ponte a nord.

Si riporta nella Figura 7-20 il bacino imbrifero sotteso alla sezione di chiusura.



Piano Comunale delle Acque
- Modellazione idraulica -

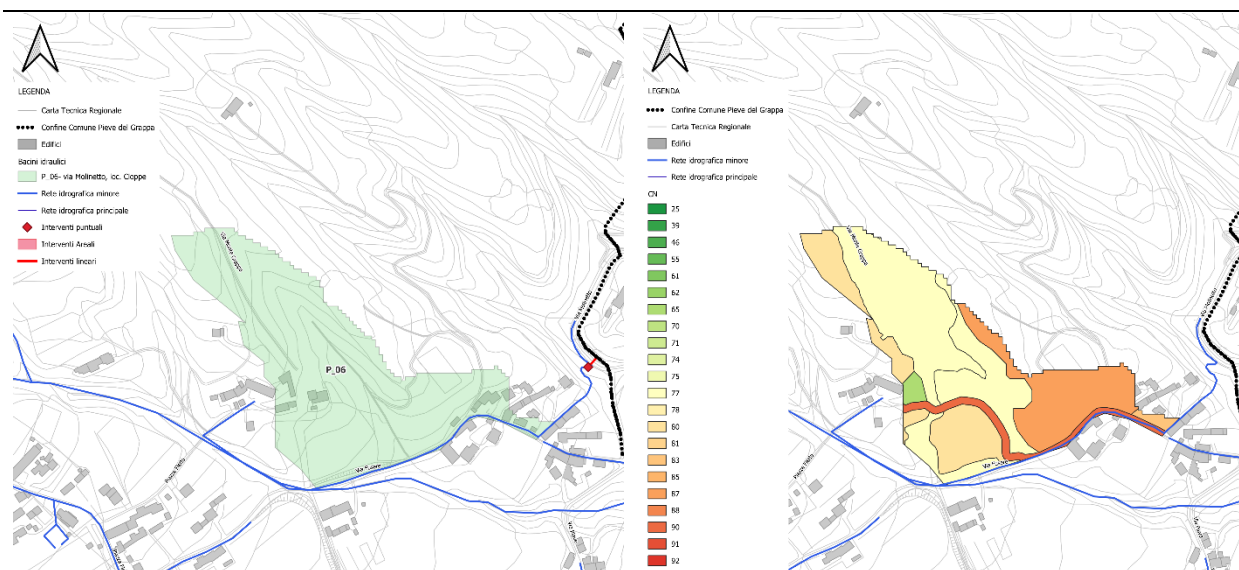


Figura 7-20 Bacino idraulico concorrente alla sezione di chiusura e distribuzione dei Curve Number

Il bacino sotteso alla sezione di chiusura ha una superficie circa pari a 6.52 ha, e risulta composto come segue:

USO DEL SUOLO	SUPERFICE (km ²)	CN
TESSUTO URBANO DISCONTINUO MEDIO, PRINCIPALMENTE RESIDENZIALE (30-50%)	0.00076	83
TESSUTO URBANO DISCONTINUO MEDIO, PRINCIPALMENTE RESIDENZIALE (30-50%)	0.01404	87
STRUTTURE RESIDENZIALI ISOLATE	0.00103	65
TERRENI ARABILI IN AREE NON IRRIGUE	0.00733	80
SUPERFICI A COPERTURA ERBACEA: GRAMINACEE NON SOGGETTE A ROTAZIONE	0.00585	80
BOSCO DI LATIFOGIE	0.00953	77
ROBINIETO	0.02291	77
STRADE	0.00372	90
TOTALE	0.06518	80.38

Tabella 7-12 Uso del suolo del bacino intervento P-06

7.3.2 INTERVENTO C_04 – MESSA IN SICUREZZA ROTATORIA DI VIA 24 MAGGIO

La criticità in corrispondenza della rotatoria di via 24 Maggio consiste nel ristagno idrico nella porzione sud della rotatoria. Per la sua soluzione è sufficiente il posizionamento di una coppia di caditoie in corrispondenza del ristagno, con collegamento alla rete fognaria sottostante.

A seguito di sopralluogo si è osservato un utilizzo poco funzionale dell'invaso realizzato a nord della rotatoria, compreso tra via G. Ceccato e via 24 Maggio. Le acque raccolte da via 24 Maggio (nord-ovest) passano per il centro della rotatoria (dov'è presente un pozzetto di grandi dimensioni) per poi risalire verso nord all'invaso qualora lo scarico non risultasse sufficiente. Questo doppio movimento delle portate in direzione opposta non risulta ottimale, ed il suo stesso funzionamento impedisce il pieno sfruttamento dell'invaso. L'intervento proposto al fine di migliorare il funzionamento della rete consiste nella posa di un pozzetto di ripartizione delle acque tra il collettore principale e l'invaso a nord con la posa di un nuovo collegamento tra pozzetto e bacino d'invaso.



7.3.3 INTERVENTO C_05 – STABILIZZAZIONE SPONDALE DELLA VAL DI CRESPANO

La val di Crespano è caratterizzata da un bacino stretto ad allungato in direzione nord-sud. La forte incisione su cui si sviluppa il corso d'acqua è soggetta ad una continua erosione delle sponde e del fondo. La vicinanza del tratto osservato alla zona industriale Rosset a est, e alla pista di motocross a ovest, richiede una particolare protezione del corso d'acqua. L'intervento proposto per il rallentamento dell'erosione spondale consiste nella realizzazione di opere di protezione al piede delle sponde realizzate in massi a sezione rettangolare di grandi dimensioni poggianti su fondazione in massi. La protezione al piede avrà un'elevazione massima indicativa di 3 m.

Si riporta nella Figura 7-21 il bacino imbrifero sotteso alla sezione di chiusura.

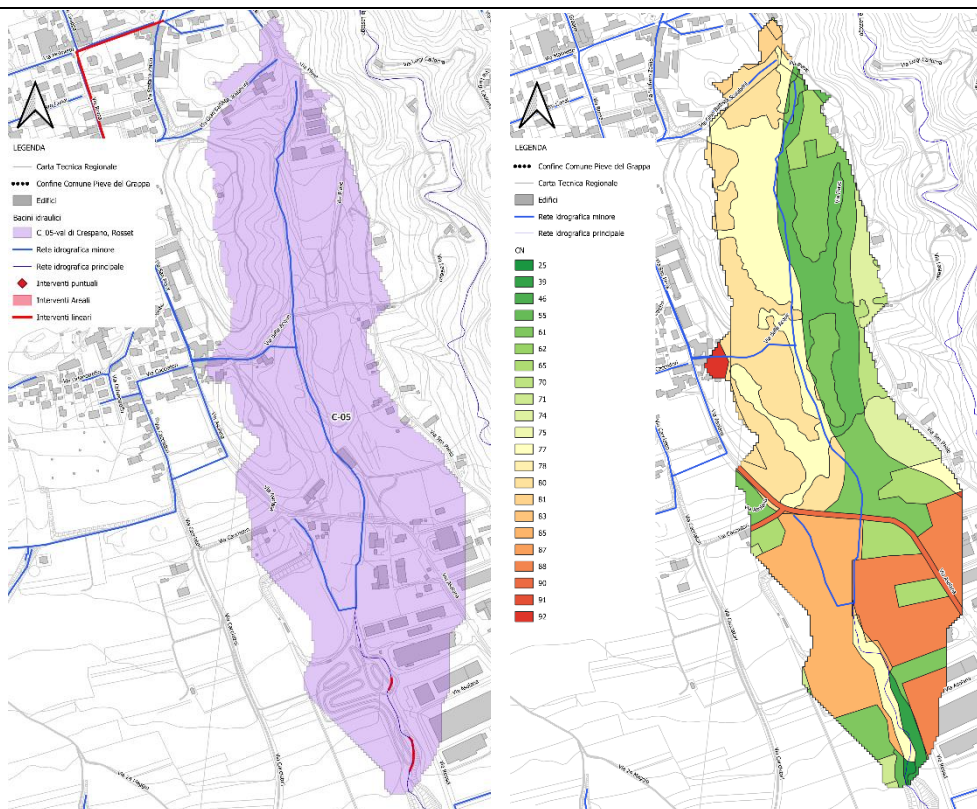


Figura 7-21 Bacino idraulico concorrente alla sezione di chiusura e distribuzione dei Curve Number

Il bacino sotteso alla sezione di chiusura ha una superficie circa pari a 6.52 ha, e risulta composto come segue:

USO DEL SUOLO	SUPERFICE (km ²)	CN
TESSUTO URBANO DISCONTINUO DENSO CON USO MISTO (50-80%)	0.00995	92
TESSUTO URBANO DISCONTINUO RADO, PRINCIPALMENTE RESIDENZIALE (10-30%)	0.01347	65
STRUTTURE RESIDENZIALI ISOLATE	0.00956	65
AREE IN ATTESA DI UNA DESTINAZIONE D'USO	0.00659	65
AREE IN ATTESA DI UNA DESTINAZIONE D'USO	0.00250	77
SUPERFICI A COPERTURA ERBACEA: GRAMINACEE NON SOGGETTE A ROTAZIONE	0.00813	39
SUPERFICI A COPERTURA ERBACEA: GRAMINACEE NON SOGGETTE A ROTAZIONE	0.122292	61
SUPERFICI A COPERTURA ERBACEA: GRAMINACEE NON SOGGETTE A ROTAZIONE	0.01919	74
SUPERFICI A COPERTURA ERBACEA: GRAMINACEE NON SOGGETTE A ROTAZIONE	0.10738	80
AREE VERDI URBANE	0.02556	81
FORAGGERE IN AREE NON IRRIGUE	0.00504	71



Piano Comunale delle Acque
- Modellazione idraulica -

CEREALI IN AREE NON IRRIGUE	0.01466	71
MAIS IN AREE NON IRRIGUE	0.03511	71
ROBINIETO	0.04254	55
ROBINIETO	0.00519	70
ROBINIETO	0.06098	77
AREE DESTINATE AD ATTIVITÀ INDUSTRIALI	0.00221	81
AREE DESTINATE AD ATTIVITÀ INDUSTRIALI	0.05513	88
AREE DESTINATE AD ATTIVITÀ INDUSTRIALI	0.00008	91
STRADE	0.01349	90
TOTALE	0.63510	73.10

Tabella 7-13 Uso del suolo del bacino intervento C-05

7.4 INFLUENZA DEGLI INTERVENTI SUGLI IDROGRAMMI

Gli interventi relativi alle criticità di trasporto e deposito di materiale solido hanno il solo scopo di migliorare le condizioni di deflusso delle portate ed allontanare le acque dalla sede stradale. Per questa tipologia di interventi non si prevedono variazioni significative delle portate generate e della forma dell'idrogramma in uscita dal bacino.

A differenza dei precedenti, l'intervento C_03 comporta la deviazione delle portate generate dal centro abitato di Crespano. Allo stato attuale, le portate meteoriche vengono coltate per mezzo di una rete di fognatura mista. Molteplici scaricatori di troppo pieno riversano parte delle portate nel torrente Valle Longa e nella Val di Crespano, le rimanenti portate vengono recapitate a sud nel bacino della Valle Longa. Per quanto riguarda le sole aree interessate dall'intervento C_03 si stimano portate scaricate alla Valle Longa dell'ordine di circa 2 m³/s, e 0.5 m³/s scaricati alla Val di Crespano. Con la realizzazione dell'intervento si inizializza la suddivisione della raccolta tra le acque nere e le acque bianche. Le portate così raccolte vengono dunque deviate al rio Coetta, affluente della Valle Cao di Breda. L'antropizzazione dell'area ha portato ad una drastica riduzione del bacino del rio che attualmente viene alimentato unicamente da una tubazione da nord (Ø60).

Dal rilievo di una sezione del rio Coetta è possibile accertare che l'aggiunta dello scarico con una seconda condotta Ø100 cm prevista dall'intervento, non comporta criticità di funzionamento della valle Cao di Breda.

Per la valle Cao di Breda si assumono i seguenti parametri:

$A = 12.3 \text{ m}^2$ con 1.40 m di franco idraulico rispetto il terreno circostante

$ks = 15 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$

$Rh = 0.96 \text{ m}$

$if = 4.0\%$

$$Q = A ks \sqrt{if} Rh^{2/3}$$

Da cui si ottiene una portata massima nella sezione considerata di 113 m³/s.

La condotta esistente insieme alla nuova condotta di progetto può immettere una massima portata di 7,50 m³/s