



c.g337.Comune di Parma - Prot. 27/11/2023.0257760.E Documento firmato digitalmente da: Bernini Gian Lorenzo con certificato valido dal 24/05/2022 al 24/05/2025 e con firma qualificata; Capra Gian Luigi con certificato valido dal 17/12/2020 al 18/12/2023 e con firma qualificata Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Parma

REV.	DATA	DESCRIZIONE AGGIORNAMENTO	PRODOTTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	20 Dicembre 2021	emissione Emissione per modifica schema planimetrico e spostamento scarico S01 come da richiesta RFI	M.C.	G.L.B.	G.C.
1	08 Agosto 202		M.C.	G.L.B.	G.C.
2	04 Aprile 32023		M.C.	G.L.B.	G.C.
3	07 Luglio 2023		M.C.	G.L.B.	G.C.
4	23 Ottobre 2023	elaborato di controdeduzione	M.C.	G.L.B.	G.C.

INIZIAMENTO

Regione Emilia Romagna
Provincia di Parma
COMUNE DI PARMA
Settore Interventi Urbanistici

commessa
job

SCHEDA NORMA "A1" CROCETTA

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

committente
purchaser

Soggetti attuatori proponenti

progettista
architect

Ing.
Gian Luigi Capra

via g. rossa 12/a, Parma
tel. 0521/253924
email info@capraepartners.it
pec gianluigi.capra@ingpec.eu

con la collaborazione di:

arch. Giulia Bia
geom. Massimo Zanon
ing. Francesco Botticini
arch. Alice Dall'Asta

Ing. Gian Lorenzo Bernini
I.S.I. Ingegneria e Ambiente
Via Martiri della Liberazione, 36 - 43126 Vicofertile (PR)

POLINOMIA srl
via Nino Bixio 40, 20129 Milano

EQUA srl
str. Borghetto 93, 43122 Parma

fase
phase

VARIANTE PUA CONTRODEDUZIONI

appr. con delib. CC del

elaborato
elaborate

RELAZIONE IDRAULICA ACQUE METEORICHE

elaborato n° S.2 REV .4

Ci riserviamo a termini di legge, la proprietà di questo disegno, con divieto di riprodurlo e di renderlo comunque noto a terzi e Ditte concorrenti senza nostra autorizzazione.

INDICE

1	PREMESSA	2
2	CRITERI E METODOLOGIA D'IMPOSTAZIONE DEL LAVORO.....	6
2.1	Contributo dell'area al collettore fognario	7
2.2	Definizione della rete drenante e dei bacini imbriferi	7
2.3	Idrologia e determinazione delle curve di possibilità pluviometrica	7
3	ANALISI IDROLOGICA-IDRAULICA.....	9
3.1	Descrizione dello stato di fatto e di progetto	12
3.1.1	Stato di fatto	12
3.1.2	Stato di progetto	12
3.2	La calibrazione del modello idrologico SWMM	14
3.3	La formazione dei deflussi di riferimento.....	15
3.4	Portate scaricate dalla rete acque bianche	16
3.4.1	Stato di fatto – TR 50 anni	16
3.4.2	Stato di progetto scarico S01 – TR 50 anni	17
3.4.3	Stato di progetto scarico S02 – TR 50 anni	22
3.4.4	Stato di progetto scarico S03 – TR 50 anni	24
3.4.5	Stato di progetto scarico S01, S02 e S03 – TR 100 anni	27
4	CONSIDERAZIONI IN MERITO ALLA DGR 1300/2016 E RRI DEL COMUNE DI PARMA.....	31
4.1	Valutazione della compatibilità idraulica del progetto	33
5	CONCLUSIONI	34

c.9337. Comune di Parma - Prot. 27/11/2023.0257760.E Documento firmato digitalmente da: Bernini Gian Lorenzo con certificato valido dal 24/05/2022 al 24/05/2025 e con firma qualificata; Capra Gian Luigi con certificato valido dal 17/12/2020 al 18/12/2023 e con firma qualificata. Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Parma

1 PREMESSA

La presente relazione precisa i criteri adottati per il dimensionamento del sistema di drenaggio delle acque bianche pubbliche e private relative al nuovo insediamento residenziale da "Scheda Norma A1 – Crocetta" nel Comune di Parma.

L'area in esame si trova a Parma ed è compresa fra via Ferrarini e via Guerci ad est, via Egidio Pini ad ovest, strada Valera Superiore a sud, via Dante Di Nanni e via Emilia Ovest a nord. L'area in esame si estende su una superficie complessiva di circa 331.280 m², di questi circa 308.127 m² appartengono al comparto A, mentre i restanti 23.153 m² appartengono al comparto B.

Allo stato attuale l'intero comparto si presenta come zona a verde nella quale è presente una villa con parco densamente alberato, che si attestano nella parte centrale dell'area e con reti di smaltimento superficiale confluenti verso il cavo "Cava" (20.728 m²) e un lotto già costruito preesistente (2.078 m²) che defluisce già verso la rete lungo via Egidio Pini. Entrambi i lotti sopra descritti non fanno parte dell'intervento e conseguentemente il peso idraulico di questi permane inalterato.

L'intervento (stato di progetto) prevede l'impermeabilizzazione (edifici, strade, parcheggi e pista ciclabile) di circa 110.684 m³, i restanti 197.794 m² saranno mantenuti a verde pubblico e privato.

La figura seguente mostra l'inquadramento territoriale dell'area in oggetto.

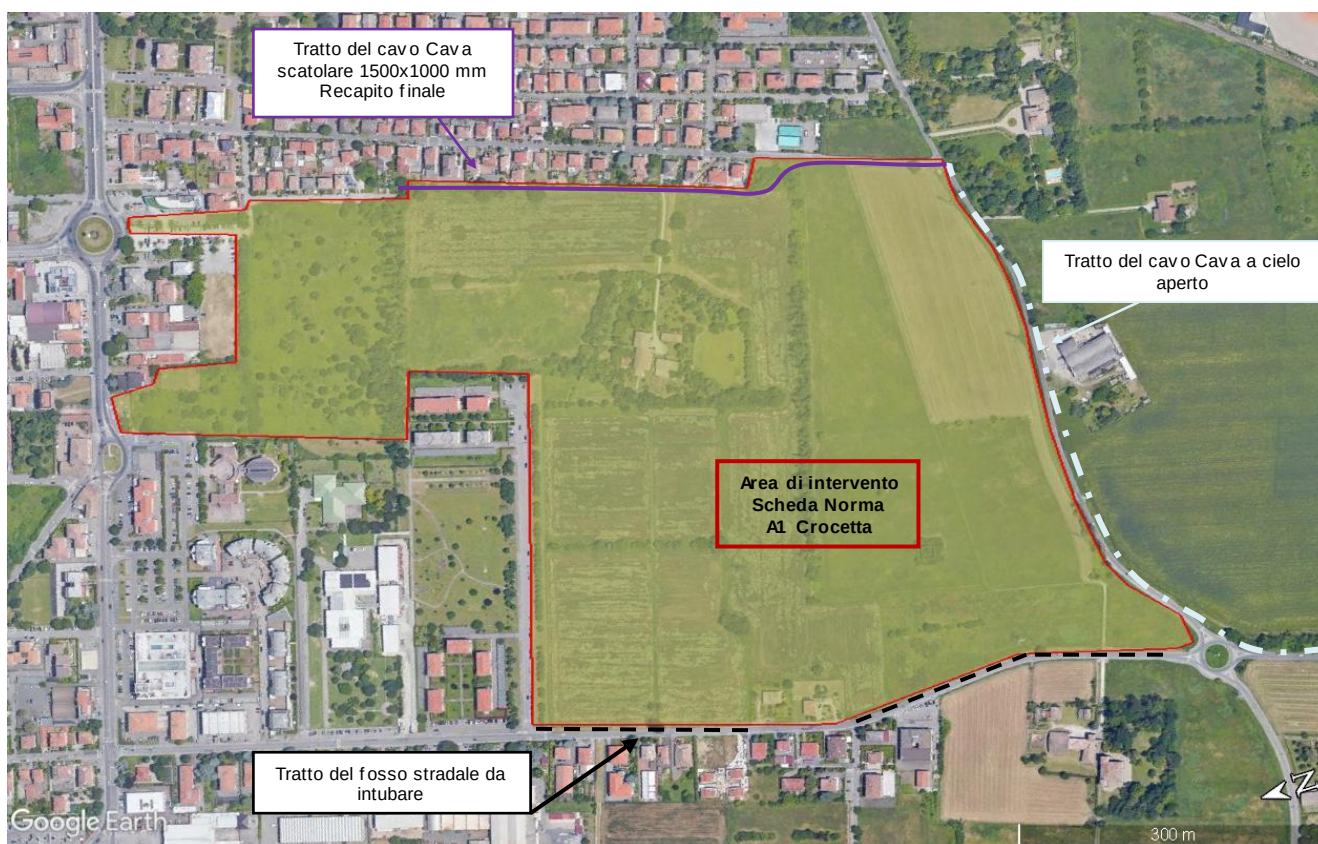


Figura 1 - Individuazione dell'area oggetto di intervento

Il progetto della rete acque bianche prevede la realizzazione di tre dorsali principali, una per drenare i deflussi provenienti dal comparto B e due dorsali per drenare i deflussi provenienti dal comparto A.

Il nuovo insediamento residenziale avrà accesso pedonale e carrabile da via Emilia Ovest e da via Pini alla quale saranno allacciate le viabilità di progetto interna all'ambito.

I vari lotti si disporranno lungo la nuova strada di progetto lungo la quale saranno presenti le condotte di fognatura pubblica bianca. Una porzione di area situata a Sud/Est del comparto avrà accesso pedonale e carrabile da via Egidio Ferrarini.

Il progetto prevede la realizzazione di condotte lungo la viabilità privata collegate alla rete pubblica con condotte tarate di diametro DN160 e sistemi di laminazioni all'interno dei singoli lotti con volume di invaso adeguato alla superficie impermeabile dei rispettivi lotti (da meglio verificare nelle fasi successive) e scarico con condotta tarata DN160 nelle reti pubbliche o private acque bianche, che verranno realizzate con condotte di diametro compreso tra il DN160 e DN1000 e scatolare di dimensione 2500x1000 e 2000x1000 con scarico finale con tubazione di diametro DN160 e DN200 nel cavo Cava (S01 e S03) e nelle rete pubblica esistente (scarico S02).

Il progetto prevede inoltre la realizzazione di tre **vasche di laminazione** a cielo aperto (modesta depressione del terreno con altezza di invaso compresa tra 50 e 80 cm).

Nel caso di edifici con piani seminterrati o interrati si dovrà prevedere un impianto di sollevamento funzionale a drenare le acque delle rampe di accesso e delle eventuali griglie di areazione oltre che funzionare come presidio auto protezione.

Il progetto prevede, inoltre, la chiusura di un tratto del fosso stradale a cielo aperto lungo via Pini lungo il risezionamento stradale e in corrispondenza dei nuovi accessi carrabili dei lotti con condotta di diametro minimo DN630 (analoga alla sezione di deflusso dei tratti tombati a monte e a valle).

Il dimensionamento e la verifica della rete acque bianche di progetto sono stati eseguiti in conformità a quanto disposto dalle recenti direttive comunali e nel rispetto dei seguenti criteri:

- Il tempo di ritorno (TR) massimo dell'evento di pioggia sia uguale a 50 anni;
- La portata in uscita nello stato di progetto non sia superiore a quella presumibile nello stato di fatto (criterio dell'invarianza della portata);
- Lo scarico della rete privata di progetto avvenga attraverso una strozzatura DN160;
- Lo scarico della nuova rete pubblica in progetto avvenga attraverso strozzatura DN160 e DN200;
- La pendenza minima delle condotte compresa tra il 0,1% e il 0,2%;
- Il grado di riempimento massimo delle tubazioni sia inferiore a $h/D=0,7$ per le condotte di drenaggio e inferiore a $h/D=0,8$ per le condotte impiegate ai fini di invaso dinamico;
- La velocità minima all'interno delle condotte sia pari a 0,4 m/s.

Determinate le portate nello Stato di Fatto e di Progetto, esaminando eventi di pioggia con tempo di ritorno 50 anni e durate differenti, si calcolano le portate defluite per il dimensionamento della rete di collettamento delle acque bianche ed eventualmente il volume

Comune di Parma - Prot. 27/11/2023.0257760.E Documento firmato digitalmente da: Bernini Gian Lorenzo con certificato valido dal 17/12/2020 al 18/12/2023 e con firma qualificata. Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Parma

da invasare. La rete di scolo acque bianche in progetto è stata verificata anche per eventi di pioggia con tempo di ritorno TR pari a 100.

La rete acque bianche è stata dimensionata preliminarmente col supporto del modello idrologico-idraulico SWMM vers. 5.0 (Storm Water Management Model), sviluppato e aggiornato dall'agenzia federale statunitense per la protezione dell'ambiente U.S. E.P.A.

Le reti acque bianche sono state progettate per drenare e contenere deflussi generati anche da eventi di pioggia con tempo di ritorno TR pari a 50 anni, sia in termini di portata che di volume, verificate con condotte di diametri compresi tra il DN160 e il DN1000 e scatolari di dimensione 2000x1000 e 2500x1000 con scarico finale a gravità con tubazione DN160.

Il dimensionamento della rete acque bianche e dello scarico finale è studiato per laminare, in fase di massimo esercizio, un volume **totale di circa 15.474 m³** così suddiviso:

Scarico 01 – Cavo Cava

Area afferente di circa 271.904 m² (di cui circa 59.552 m² di superficie impermeabile)

- Volume rete privata **V= 1.460 m³**
- Volume rete pubblica **V= 1.741 m³**
- Vasca Laminazione 01 **V= 3.370 m³**
- Vasca Laminazione 02 **V= 4.866 m³**
- Vasca Laminazione 03 **V= 3.420 m³**

Scarico 02 – Rete pubblica

Area afferente di circa 28.309 m² (di cui circa 1.755 m² di superficie impermeabile)

- Volume rete privata **V= 150 m³**
- Volume rete pubblica **V= 222 m³**

Scarico 03 – Cavo Cava

Area afferente di circa 9.737 m² (di cui circa 6.096 m² di superficie impermeabile)

- Volume rete privata **V= 190 m³**
- Volume rete pubblica **V= 55 m³**

In questa fase in via cautelativa la superficie del singolo lotto è stata considerata al 60% impermeabile. Nella tabella seguente è riportato il volume minimo disponibile dei lotti che sarà verificato nelle fasi successive.

c.9337. Comune di Parma - Prot. 27/11/2023.0257760.E Documento firmato digitalmente da: Bernini Gian Lorenzo con certificato valido dal 24/05/2022 al 24/05/2025 e con firma qualificata; Capra Gian Luigi con certificato valido dal 17/12/2020 al 18/12/2023 e con firma qualificata. Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Parma

Lotti	Volume minimo disponibile (m ³)
N.1	180
N.2	40
N.3	40
N.4	35
N.5	35
N.6	35
N.7	35
N.8	120
N.9	80
N.10	80
N.11	80
N.12	80

Lotti	Volume minimo disponibile (m ³)
N.13	40
N.14	80
N.15	40
N.16	40
N.17	60
N.18 - 19 -20	45
N.21 -22 23	45
N.24	150
N.25	120
N.26	40
N.27	150
N.28	150

Tabella 1 - Volume minimo disponibile per i singoli lotti in progetto.

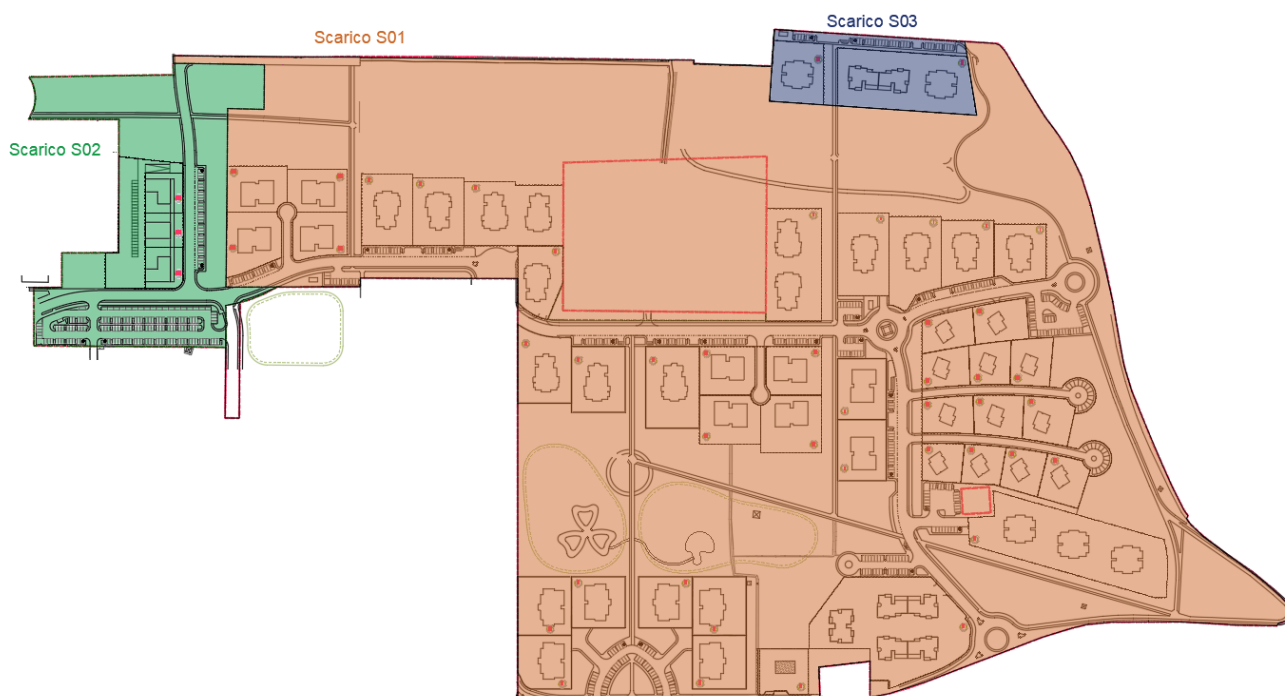


Figura 2 - Planimetria aree e rispettivi recapiti finali.

2 CRITERI E METODOLOGIA D'IMPOSTAZIONE DEL LAVORO

Le modifiche di destinazione d'uso del territorio determinano variazioni sostanziali dei parametri idraulici di riferimento (coefficiente di deflusso e tempi di corrivazione). In via cautelativa, la rete interna viene dimensionata per piogge con tempo di ritorno pari a 50 anni, al fine di meglio preservare l'equilibrio idraulico della rete pubblica esistente. È quindi necessario, per la rete di raccolta acque bianche, ricercare all'interno dell'area polmoni di ritenzione, capaci di laminare le portate in arrivo mantenendo quelle in uscita su valori adeguati al sistema ricevente.

La rete acque bianche privata e pubblica sarà realizzata con tubazioni (PVC e CLS) di diametro compreso tra il DN160 e DN1000, scatolari di dimensioni 2500x1000 e 2000x1000 e da tre **vasche di laminazione** a cielo aperto per la raccolta e smaltimento delle acque meteoriche da tutte le superfici eccetto il verde privato e pubblico. **Lo scarico finale nella rete pubblica e nel cavo Cava avviene con tubazione DN160 e DN200.**

Il dimensionamento della rete è stato progettato adottando i seguenti principi in accordo con le direttive vigenti:

- Il tempo di ritorno (TR) massimo dell'evento sia uguale a 50 anni;
- Il volume d'invaso sia ottenibile tramite il sovradimensionamento della rete;
- Lo svuotamento della rete privata in progetto avvenga a gravità attraverso una condotta tarata di diametro DN160.
- Lo svuotamento della rete pubblica in progetto avvenga a gravità attraverso una condotta tarata di diametro DN160 nella rete pubblica acque bianche (S02).
- Lo svuotamento della rete pubblica in progetto avvenga a gravità attraverso una condotta tarata di diametro DN160 (S01 e S03)
- I coefficienti di deflusso siano determinati e verificati per ciascuna tipologia di copertura superficiale come riportati in tabella:

Tipo di pavimentazione	φ
Pavimentazioni cortilizie e stradali, asfalto, coperture	0.90
Pavimentazioni stradali, cortilizie e parcheggi drenanti	0.60
Prati, parchi, giardini ed aree verdi urbane	0.25

Tabella 2 – Valori coefficienti di deflusso utilizzati nei calcoli.

2.1 CONTRIBUTO DELL'AREA AL COLLETTORE FOGNARIO

Il sistema di drenaggio, raccolta e smaltimento di progetto è composto da una rete di fognatura bianca in grado di raccogliere ed evacuare le acque meteoriche di dilavamento provenienti dalle coperture e dalle aree impermeabili. La rete fognaria delle acque bianche è stata simulata calcolando la massima portata generata e collettata nei nodi critici di ogni condotta e accettando la fuoriuscita dai pozzetti rappresentata con l'utilizzo di "Ponded area".

2.2 DEFINIZIONE DELLA RETE DRENANTE E DEI BACINI IMBRIFERI

Il sistema idrografico artificiale relativo al collettore fognario in progetto è schematizzato in diversi bacini caratterizzati dal contributo dell'area e determinato in relazione alle superfici drenate previste.

I bacini sono stati definiti sulla base dello stato della pianificazione dell'area di interesse e delle linee di collettori in progetto, in modo da avere una distribuzione delle portate il più uniforme possibile.

La definizione dell'uso del suolo è stata condotta esaminando, per ogni sottobacino pertinente alle condotte, la densità delle superfici occupate da pavimentazioni impermeabili e permeabili.

Lo studio idrologico ed idraulico si è svolto secondo le seguenti fasi:

- Individuazione dei bacini tributari per ogni tratto fognario, definizione dell'uso del suolo previsto, con particolare riferimento alle caratteristiche di permeabilità del territorio;
- Valutazione delle sollecitazioni pluviometriche che, per assegnati livelli di probabilità, possono interessare l'area in esame;
- Valutazione della risposta idraulica del lotto attraverso il sistema di drenaggio in termini di portate, velocità e volumi di deflusso per l'assegnato livello di probabilità;
- Dimensionamento dei collettori di progetto in termini di definizione dello speco, regime idraulico di deflusso e grado di riempimento.

I risultati delle verifiche hanno consentito di calibrare, e quindi meglio interpretare, le soluzioni tecniche, per il drenaggio delle acque bianche superficiali.

2.3 IDROLOGIA E DETERMINAZIONE DELLE CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

L'analisi idrologica ha lo scopo di definire le portate nello Stato di progetto in funzione del "tempo di ritorno" (TR) e della durata dell'evento di pioggia.

La stima degli afflussi/deflussi, sul lotto di terreno oggetto di studio, è stata realizzata utilizzando come parametro di calcolo il metodo Curve Number elaborato dal Soil Conservation Service (USA).

Questo metodo ricava l'altezza di pioggia efficacemente defluita nel bacino in funzione del tipo di suolo, della sua capacità d'immagazzinamento e delle condizioni dello stesso prima dell'evento.

L'analisi è stata fatta analizzando i tempi di ritorno delle piogge, e in funzione di questi e del

c.9337.Comune di Parma - Prot. 27/11/2023.0257760.E Documento firmato digitalmente da: Bernini Gian Lorenzo con certificato valido dal 17/12/2020 al 18/12/2023 e con firma qualificata Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Parma

coefficiente di deflusso, dipendente dal tipo di permeabilità e uso del terreno, si sono determinati i valori massimi della portata istantanea al colmo.

Il calcolo della portata di pioggia massima scaricata del collettore è stato svolto facendo riferimento ad un tempo di ritorno pari a 50 anni.

La determinazione della portata al colmo, attraverso il metodo afflussi/deflussi, deve avere come input l'altezza di pioggia ricavate dall'elaborazione statistica dei dati pluviometrici per piogge intense e di breve durata (15', 30', 1h, 3h, 6h, 12h, 24h) rilevati, da cui si ottengono le curve di possibilità pluviometrica per differenti tempi di ritorno. Per la determinazione della relazione fra altezza (h) e durata (d) dell'evento di pioggia in funzione di un prefissato tempo di ritorno (TR) è stato necessario individuare la legge probabilistica che meglio si adatta alla serie storica del campione analizzato. Generalmente, per le elaborazioni statistiche dei dati di pioggia, la distribuzione che meglio interpreta le serie storiche risulta essere quella di Gumbel, descritta dall'espressione:

$$h = a(T)t^{n(T)}$$

Nel caso in esame si sono utilizzati i parametri a e n della curva di possibilità pluviometrica per $TR=50$ anni per il Comune di Parma e mostrati nella tabella seguente.

Durata	<1 h	≥1 h
A	56.74	55.51
N	0.342	0.293

Tabella 3 – Valori caratteristici della curva di possibilità pluviometrica ($TR = 50$ anni)

Nella figura e tabella seguenti sono riportati i valori e il grafico della curva di possibilità pluviometrica relativa alla stazione in esame, per tempo di ritorno pari a 50 anni.

Durata (ore)	Altezza di pioggia (mm)
0.25	35.32
0.5	44.76
1	55.51
2	68.01
3	76.59
6	93.84
12	114.97
24	140.86

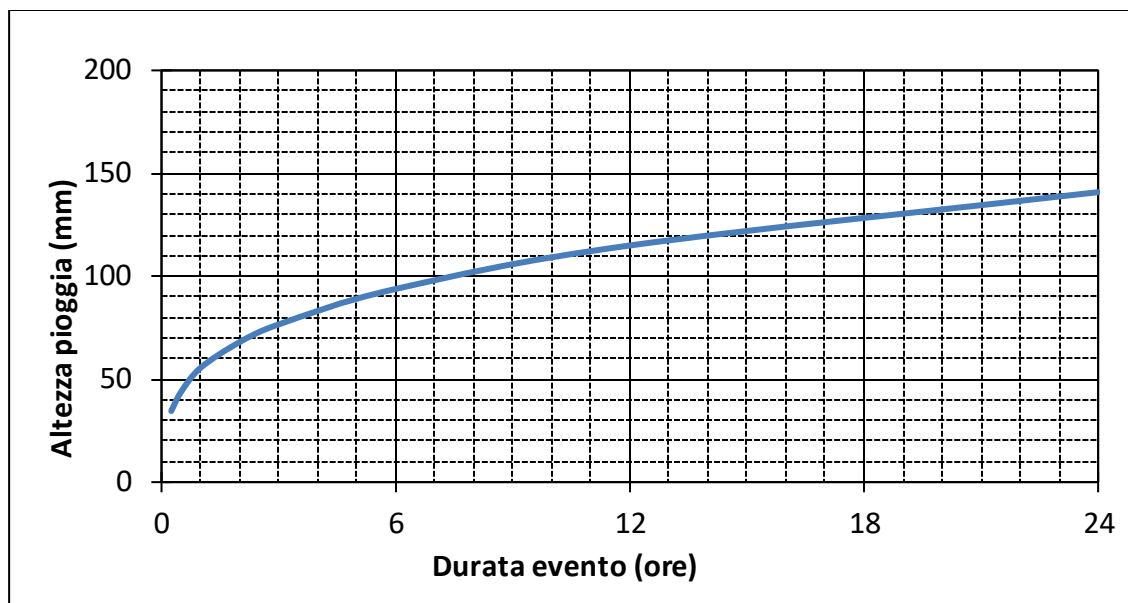


Figura 3 – Curva di possibilità pluviometrica, TR 50 anni

3 ANALISI IDROLOGICA-IDRAULICA

La simulazione idraulica per la determinazione delle portate defluenti nelle sezioni di chiusura delle aree scolanti, ovvero nella rete fognaria destinata a riceverle, è stata effettuata con l'utilizzo del modello idrologico-idraulico **SWMM** (Storm Water Management Model), sviluppato e aggiornato dall'agenzia federale statunitense per la protezione dell'ambiente U.S. E.P.A. che descrive quantitativamente la trasformazione delle piogge in deflussi superficiali sull'area di un bacino imbrifero e quindi in correnti idriche che confluiscono e si propagano lungo i collettori, consentendo di definire le portate nella configurazione attuale e di progetto in funzione del "tempo di ritorno" (TR) e della durata dell'evento di pioggia. Una delle caratteristiche del programma è l'analisi dei deflussi provenienti da piccoli bacini urbani, come nel caso dell'intervento in oggetto.

Matematicamente il processo è rappresentato dalla soluzione di un sistema di equazioni differenziali che governano il bilancio della massa liquida (equazione di continuità) e della corrispondente energia meccanica (equazione del moto) tanto per il deflusso che si sviluppa come lama d'acqua fluente sulla superficie di una area elementare per effetto della saturazione del suolo e del superamento della sua capacità di infiltrazione, quanto del deflusso che si sviluppa come corrente essenzialmente monodimensionale in ciascuno dei tronchi elementari costituenti la rete drenante. Oltre tali equazioni differenziali, il modello impone contemporaneamente, attraverso successive formule, le condizioni al contorno, ed in particolare l'identità del livello in tutti gli estremi di canali che connettono lo stesso nodo, il legame tra livello raggiunto nei nodi, dimensione fisica delle confluenze e livelli idrici nei canali riceventi. Le condizioni iniziali nel reticolo sono, invece, calcolate sulla base delle condizioni al contorno che riguardano i riceventi e della portata iniziale in ogni tratto.

Per quanto riguarda il deflusso di superficie, il programma considera ogni area elementare utilizzata per la schematizzazione dell'intero bacino come un serbatoio non lineare con un singolo ingresso che rappresenta le precipitazioni, e con più uscite che rappresentano rispettivamente l'infiltrazione,

c. g337. Comune di Parma - Prot. 27/11/2023-0257760.E Documento firmato digitalmente da: Bernini Gian Lorenzo con certificato valido dal 17/12/2020 al 18/12/2023 e con firma qualificata Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Parma

l'evaporazione ed il deflusso superficiale. È quest'ultima la componente maggiormente rappresentativa nel caso presente.

La capacità del serbatoio non lineare rappresenta la capacità massima d'accumulo sulle superfici del bacino, fornita principalmente dai micro e macro-avvallamenti delle superfici e dal velo d'acqua presente sulle superfici bagnate, d'altezza variabile durante l'evento di pioggia.

Nella logica del modello il deflusso superficiale ha inizio solo quando il volume d'acqua nel serbatoio supera la capacità d'accumulo superficiale, mentre l'infiltrazione (solo nella porzione permeabile della superficie) e l'evaporazione riducono continuamente il volume d'acqua accumulato nel serbatoio. L'infiltrazione è modellata secondo il metodo CN del Soil Conservation Service (USA). Nei casi in cui l'infiltrazione e l'evaporazione siano potenzialmente superiori alla precipitazione, il deflusso è ovviamente nullo. E' presente anche la componente di deflusso ipodermico e di base, derivante dalla schematizzazione della regione sotterranea come due serbatoi non lineari interconnessi; tale elemento, introdotto quando si dispone di osservazioni in continuo delle piogge, può simulare anche gli scambi idrici fra falda freatica e corso d'acqua, ma riveste un'importanza trascurabile nella simulazione di singoli eventi di piena, come quelli analizzati in questo studio, perché i tempi di risposta dei due serbatoi sotterranei eccedono largamente quelli del ruscellamento superficiale, fornendo un contributo al deflusso totale che diviene significativo solo in regime fluviale di morbida e magra. Il processo appena descritto, elaborato dal modulo RUNOFF del programma, è ripetuto per ogni area elementare schematizzata, e per ogni passo temporale in cui è necessario discretizzare l'intervallo di tempo durante il quale interessa simulare la trasformazione afflussi-deflussi e la propagazione della conseguente portata lungo il sistema drenante, tenendo conto delle confluenze secondo la struttura topologica della rete idrografica. Nel caso in esame, si sono esaminati tempi di pioggia con durate differenti, **dai 15 minuti fino alle 24 ore**, e fissato l'intervallo temporale di calcolo della simulazione complessivamente in 24 ore, con pluviogramma di ingresso di tipo triangolare. I parametri che occorrono fissare per la simulazione idrologica e quindi per la determinazione delle portate generate sono i seguenti:

- Caratteristiche fisiche e morfologiche dell'area sottesa (superfici impermeabili, aree verdi, strade ecc), che consentono di stimare le perdite e i coefficienti di deflusso, attraverso il metodo CN (caratteristiche del tipo di suolo);
- Ietogrammi di ingresso;
- Il metodo di analisi afflussi/deflussi (metodo SCS Curve Number).

Come anticipato, per la determinazione delle principali perdite idrologiche come evapotraspirazione, infiltrazione ed immagazzinamento nelle depressioni superficiali, è stato utilizzato il metodo CN.

Il coefficiente CN attribuisce ad ogni singola porzione di superficie, un valore adimensionale che ne caratterizza la risposta idrologica del suolo in funzione delle sue caratteristiche di permeabilità, d'uso e di copertura al fine di stimare il coefficiente di deflusso medio.

C.9337. Comune di Parma - Prot. 27/11/2023.02577/60.E Documento firmato digitalmente da: Bernini Gian Lorenzo con certificato valido dal 24/05/2022 al 24/05/2025 e con firma qualificata; Capra Gian Luigi con certificato valido dal 17/12/2020 al 18/12/2023 e con firma qualificata. Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Parma

Il metodo consiste essenzialmente di due parti: nella prima si stima il volume del deflusso risultante da una pioggia, nella seconda si determina la distribuzione nel tempo del deflusso e la portata al colmo. Rinviano ai testi d'idrologia (es. Ven Te Chow) l'illustrazione del metodo, nel seguito ci si limita a riportare gli elementi necessari alla sua applicazione. Scritta l'equazione di continuità:

$$Q = P - S'$$

dove:

Q (mm) = volume defluito fino all'istante generico t;

P (mm) = volume affluito al medesimo istante;

S' (mm) = volume complessivamente perso = S*Q/P;

S (mm) = volume massimo immagazzinabile nel terreno a saturazione = 25.400/CN – 254.

La valutazione del coefficiente CN e la stima del coefficiente di deflusso (δ), per piogge con diverso tempo di ritorno TR, ha portato ai seguenti valori:

$$Q = \frac{(P - I)^2}{(P - I - S)}$$

dove:

I = quota parte dell'afflusso che va ad invasarsi nelle depressioni superficiali (=0,2*S).

La forma dell'idrogramma di portata è funzione del tempo di corrivazione t_c , della durata D, dell'impulso di pioggia efficace R, del tempo di ritardo del colmo L (Lag), dei tempi di crescita t_p (time to peak), di esaurimento t_r (recession time) e del tempo base (base time).

Il tempo di corrivazione o concentrazione, caratteristico del bacino, è il tempo necessario perché la goccia caduta nel punto idraulicamente più lontano raggiunga la sezione di chiusura. Per i bacini urbani il tempo di corrivazione t_c è descritto dalla somma di due termini:

$$t_c = t_r + t_p$$

- t_r rappresenta il tempo di ruscellamento ovvero il tempo che la particella d'acqua impiega per raggiungere la sezione di chiusura del sottobacino di riferimento;
- t_p rappresenta il tempo di percorrenza ed è quello impiegato dalla particella per raggiungere, dal punto in ingresso alla rete, la sezione di controllo.

Il tempo di ruscellamento è d'incerta determinazione variando infatti con la pendenza dell'area, con la natura della pavimentazione, con la tipologia dei drenaggi minori della rete; esso viene assunto con valore minimo di 5 minuti che dai risultati e studi condotti su superfici stradali risulta adeguato a rappresentare il fenomeno di scorrimento delle gocce d'acqua sulla piattaforma.

3.1 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO

La definizione dei parametri utilizzati per la lottizzazione in oggetto riguarda due differenti condizioni:

- Stato di fatto;
- Stato di progetto.

3.1.1 STATO DI FATTO

L'area oggetto di intervento, attualmente a verde, si estende su una superficie di circa 331.280 m² e non dispone di alcuna rete di raccolta e drenaggio delle acque. Fatta eccezione per una stretta fascia lungo via Egidio Pini e il lotto già costruito che attualmente confluiscono in un fosso stradale ed attraverso questo nella rete esistente di acque bianche verso via Emilia Ovest, la rimanente superficie della scheda Norma A1 scola direttamente o attraverso la propria rete di fossi verso il cavo Cava.

3.1.2 STATO DI PROGETTO

La progettazione è stata sviluppata conformemente alle normative di settore:

- D. Min. LLPP 12/12/1985 Normativa tecnica per le tubazioni;
- Circ. Min. LLPP 11633 7/1/1974 Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto;
- Delibera di GR Emilia-Romagna n. 286 14/02/2005 "Direttiva concernente indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio aree esterne";
- DGR 1300/2016;
- RUE del Comune di Parma;
- RRI del Comune di Parma.

La rete acque bianche è progettata per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche provenienti dalla copertura dell'edificio e da tutte le superfici di progetto eccetto il verde privato e pubblico.

Il progetto consente alle reti, oltre di funzionare come drenaggio e scolo nelle condizioni normali di esercizio, di avere anche vocazione di invaso dinamico delle acque meteoriche per eventi pluviometrici con tempo di ritorno fino ai 50 anni e quindi di laminazione delle portate in arrivo, mantenendo quelle in uscita su valori adeguati al sistema ricevente. I risultati delle verifiche hanno consentito di calibrare, e quindi meglio interpretare, le soluzioni tecniche, per le problematiche idrauliche riguardanti il comparto.

In figura è riportato lo schema della rete acque bianche allo stato di progetto.

c.g337.Comune di Parma - Prot. 27/11/2023.0257760.E Documento firmato digitalmente da: Bernini Gian Lorenzo con certificato valido dal 17/12/2020 al 18/12/2023 e con firma qualificata Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informativo originale è conservato negli archivi di Comune di Parma

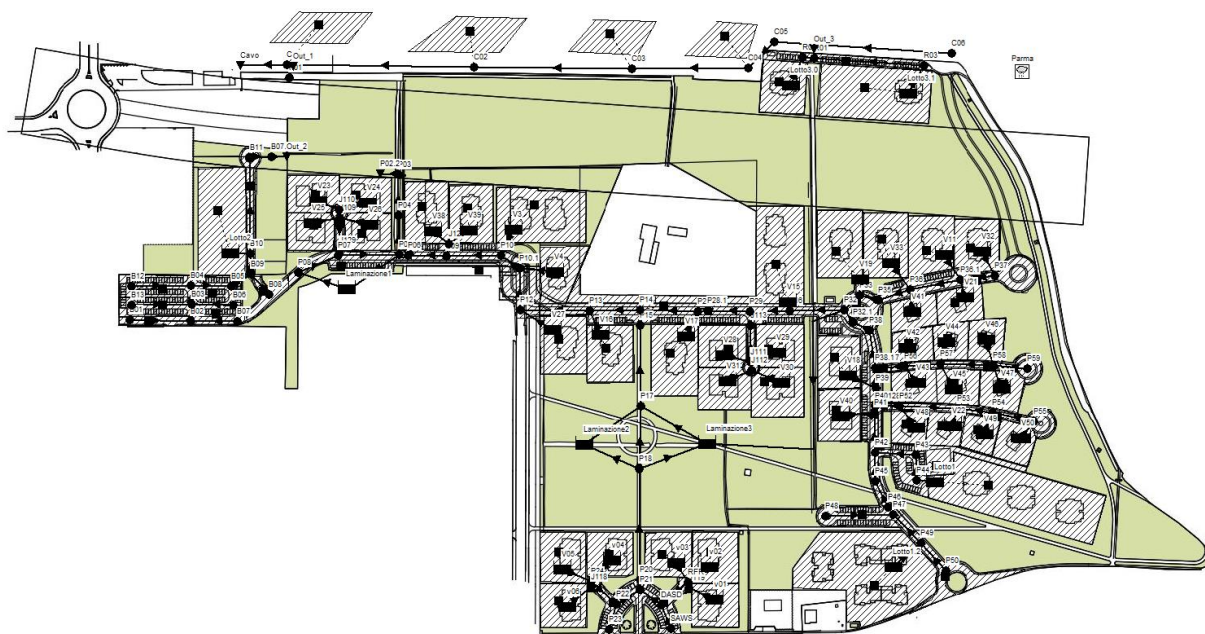


Figura 4 - Schematizzazione modellistica della rete di raccolta delle acque meteoriche in progetto.

3.1.2.1 SCARICO S01

Le reti acque bianche private e pubbliche saranno realizzate con tubazioni di diametro compreso tra DN160 e DN1000 (PVC e CLS), scatolari in C.A.V. di dimensione 2000x1000 e 2500x1000 e da tre **vasche di laminazione** a cielo aperto di volume massimo pari a:

- Vasca Laminazione 01 $V= 3.370 \text{ m}^3$
- Vasca Laminazione 02 $V= 4.866 \text{ m}^3$
- Vasca Laminazione 03 $V= 3.420 \text{ m}^3$

La rete privata sarà realizzata in modo tale da raggiungere un volume di invaso adeguato ai rispettivi lotti in progetto. **In corrispondenza della nuova strada in progetto e del vialetto di ingresso ai lotti la condotta disporranno di una strozzatura di diametro DN160 posta a monte dello scarico finale.**

Lo scarico finale della rete pubblica avverrà nel cavo Cava attraverso strozzatura di diametro DN160.

La rete acque bianche in progetto presenta le seguenti caratteristiche:

- Pendenza della rete del 0,15%
- Volume di invaso complessivo disponibile rete pubblica pari a circa $V= 1.741 \text{ m}^3$
- Volume di invaso complessivo disponibile rete privata pari a circa $V= 1.460 \text{ m}^3$
- Volume di invaso complessivo disponibile Vasca Laminazione 01 $V= 3.370 \text{ m}^3$
- Volume di invaso complessivo disponibile Vasca Laminazione 02 $V= 4.866 \text{ m}^3$
- Volume di invaso complessivo disponibile Vasca Laminazione 03 $V= 3.420 \text{ m}^3$

3.1.2.2 SCARICO S02

Le reti acque bianche private e pubbliche saranno realizzate con tubazioni di diametro compreso tra il DN160 e il DN1000 (PVC e CLS).

La rete privata sarà realizzata in modo tale da raggiungere un volume di invaso adeguato ai rispettivi lotti in progetto. **In corrispondenza della nuova strada in progetto e del vialetto di ingresso ai lotti le condotta disporranno di una strozzatura di diametro DN160 posta a monte dello scarico finale.**

Lo scarico finale della rete pubblica avverrà nella rete pubblica comunale esistente attraverso strozzatura di diametro DN160. La rete acque bianche in progetto presenta le seguenti caratteristiche:

- Pendenza della rete del 0,15% e il 0,2%.
- Volume di invaso complessivo disponibile rete pubblica pari a circa $V_{PS02} = 222 \text{ m}^3$;
- Volume di invaso complessivo disponibile rete privata pari a circa $V_{PRS02} = 150 \text{ m}^3$;

3.1.2.3 SCARICO S03

Le reti acque bianche private e pubbliche saranno realizzate con tubazioni di diametro compreso tra DN160 e DN1000.

La rete privata sarà realizzata in modo tale da raggiungere un volume di invaso adeguato ai rispettivi lotti in progetto. **In corrispondenza della nuova strada in progetto e del vialetto di ingresso ai lotti le condotta disporranno di una strozzatura di diametro DN160 posta a monte dello scarico finale.**

Lo scarico finale della rete pubblica avverrà nel cavo Cava attraverso strozzatura di diametro DN160.

La rete acque bianche in progetto presenta le seguenti caratteristiche:

- Pendenza della rete del 0,2%;
- Volume di invaso complessivo disponibile rete pubblica pari a circa $V_{PS03} = 55 \text{ m}^3$;
- Volume di invaso complessivo disponibile rete privata pari a circa $V_{PRS03} = 190 \text{ m}^3$;

3.2 LA CALIBRAZIONE DEL MODELLO IDROLOGICO SWMM

Il modello SWMM utilizza un numero elevato di parametri idrologici e idraulici, distribuiti su ogni sottobacino e collettore drenante; i loro valori numerici dovrebbero essere assegnati sulla base del confronto tra il valore delle grandezze misurate (portate o livelli) in alcuni tratti della rete ed il valore delle medesime grandezze ottenuto come risultato del modello di simulazione, con riferimento ad uno o più eventi di pioggia reali monitorati. I valori dei principali parametri del modello SWMM dopo la calibrazione sono i seguenti:

- Lama d'acqua di detenzione superficiale su suolo impermeabile: 2,5 mm;
- Lama d'acqua di detenzione superficiale su suolo permeabile: 5,0 mm;

- Coefficiente di scabrezza secondo Manning su suolo impermeabile: $0,011 \text{ m}^{-0,33} \text{ s}$;
- Coefficiente di scabrezza secondo Manning su suolo permeabile: $0,26 \text{ m}^{-0,33} \text{ s}$;
- Coefficiente di deflusso per pavimentazione cortilizie e stradali, asfalto/cll: 0,90;
- Coefficiente di deflusso per superfici ghiaiate drenanti: 0,60;
- Coefficiente di deflusso per superfici verdi: 0,25.

Oltre a fissare i parametri interni di calibrazione del modello di infiltrazione si sono fatte alcune ipotesi fisiche, di seguito riportate, sulla condizione della rete esaminata:

- Le condotte della rete sono state considerate pulite, senza nessun tipo di ostruzione e intasamento e quindi in un perfetto stato di manutenzione;
- Per le condotte sono stati considerati coefficienti di scabrezza secondo Manning $0.0125 \text{ m}^{-0,33} \text{ s}$ e $0.0130 \text{ m}^{-0,33} \text{ s}$;
- La rete di scarico ha pendenza compresa tra il 0,1% e lo 0,2%;
- La rete è simulata con condotte circolari di diametro compreso tra il DN160 e DN1000 e scatolare di dimensioni 2000x1000 e 2500x1000 cm.
- Lo svuotamento della rete privata interna ai lotti avviene a gravità attraverso tubazione di scarico di diametro DN160;
- Lo svuotamento della rete pubblica avviene a gravità nel cavo Cava e nella rete pubblica esistente attraverso tubazione di scarico di diametro DN160.
- La condizione di moto a valle dello scarico in uscita dal sistema è quella di moto uniforme.

L'area analizzata è stata suddivisa in 68 sottobacini scolanti, aventi caratteristiche di permeabilità omogenee e dove ogni sottobacino è definito da una pendenza media, da una larghezza caratteristica della superficie di scolo e da un nodo di recapito. Il metodo di calcolo utilizzato, per l'implementazione del modello, è il Dynamic Wave, ossia definizione dei parametri idraulici della rete in moto vario e quindi tenendo conto sia degli effetti di laminazione che delle condizioni di monte e valle dinamiche in ogni nodo della rete.

3.3 LA FORMAZIONE DEI DEFLUSSI DI RIFERIMENTO

Il modello SWMM, calibrato secondo le possibilità concesse dalle informazioni preliminari disponibili, è applicato per il calcolo degli idrogrammi delle piene di riferimento, corrispondenti ai tempi di ritorno di **50 anni**. Alla base di tale determinazione si assume che il tempo di ritorno degli eventi estremi di pioggia corrisponda a quello degli eventi estremi di portata.

Di seguito vengono riportate le coperture delle superfici del lotto allo stato di fatto e di progetto con i rispettivi coefficienti di deflusso:

c.g337.Comune di Parma - Prot. 27/11/2023.0257760.E Documento firmato digitalmente da: Bernini Gian Lorenzo con certificato valido dal 17/12/2020 al 18/12/2023 e con firma qualificata Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Parma

	ESISTENTE		PROGETTO	
	Superficie (m²)	ϕ	Superficie (m²)	ϕ
IMPERMEABILE	0	0.90	127.074	0.90
DRENANTE	0	0.60	0	0.60
PERMEABILE	331.280	0.25	204.206	0.25
SUPERFICIE TOTALE E ϕ EQUIVALENTE	331.280	0.25	331.280	0.52

Tabella 4 – Copertura superficiale e coefficienti di deflusso allo stato di fatto e di progetto.

3.4 PORTATE SCARICATE DALLA RETE ACQUE BIANCHE

Seguendo le metodologie sopra esposte, sono stati stimati gli idrogrammi defluenti da ciascun sottobacino per tutti gli eventi pluviometrici assegnati (al variare della durata di pioggia) e quindi la portata in transito istante per istante in ogni collettore ed il carico piezometrico all'interno di ciascun nodo della rete. Il metodo di calcolo utilizzato, per l'implementazione del modello, è il Dynamic Wave, con definizione dei parametri idraulici della rete in **moto vario** e quindi tenendo conto sia degli effetti di laminazione delle condotte che delle condizioni di monte e valle dinamiche in ogni nodo della rete.

3.4.1 STATO DI FATTO – TR 50 ANNI

Per la determinazione della portata generata dal terreno nello stato di fatto si è utilizzato il modello idrologico-idraulico **SWMM** (Storm Water Management Model). Per la calibrazione del modello si sono adottati i parametri riportati nei paragrafi precedenti ed un valore di CN pari a 80. Il picco di portata massima allo scarico allo stato di fatto per eventi di pioggia di durata compresa tra i 15 minuti e le 24 ore è pari a 3 ore. Nelle pagine seguenti, suddivisi per durata di pioggia, si riportano lo idrogramma di ingresso, l'idrogramma delle portate in ingresso e uscita allo scarico ed il profilo di rigurgito della dorsale principale fino al recapito finale all'istante di massimo riempimento. Si riportano in particolare i risultati per piogge di durata pari a 3 ore e tempo di ritorno pari a 50 anni.

Tempo di pioggia	Tp	15'	30'	1h	2h	3h	6h	12h	24h	Minuti
Portata max.	Q_{max}	1.239	850	930	1.216	1.322	1.299	1.152	728	l/s

Tabella 5 – Portate nello stato di fatto TR=50 anni

Come si può notare il massimo della portata per l'intero comparto è generato per una pioggia di durata 3 ore.

3.4.2 STATO DI PROGETTO SCARICO S01 – TR 50 ANNI

Nella figura seguente è riportato lo ietogramma di ingresso per una durata di pioggia di 12 ore.

- **TR50 ANNI: DURATA DI PIOGGIA 12 ORE.**

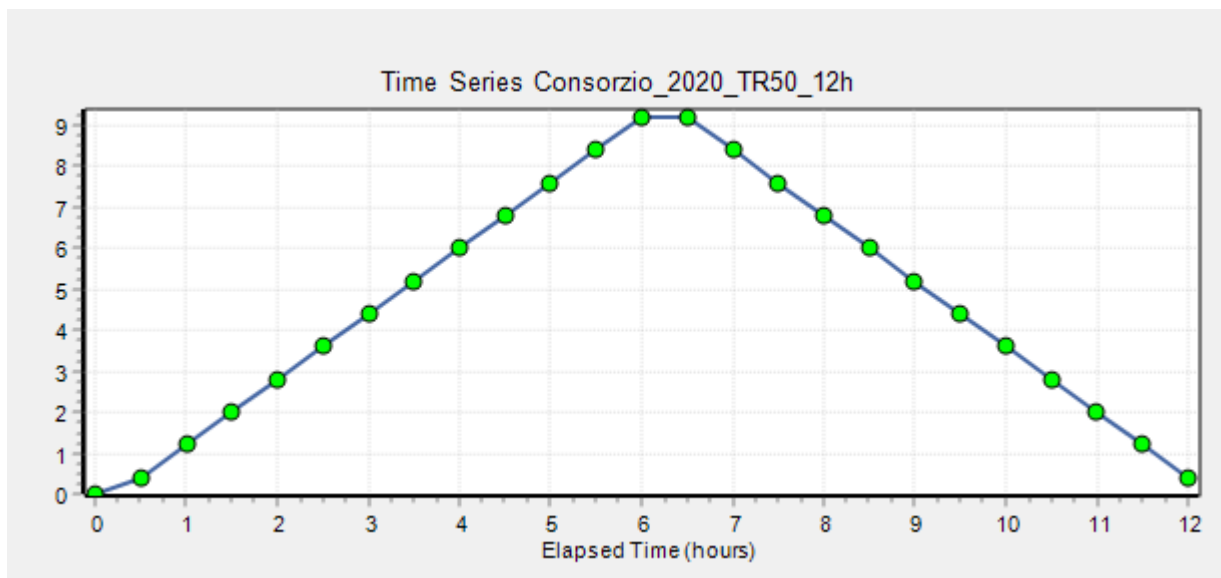


Figura 5 – Ietogramma di pioggia corrispondente ad una durata pari a 12 ore e TR 50 anni.

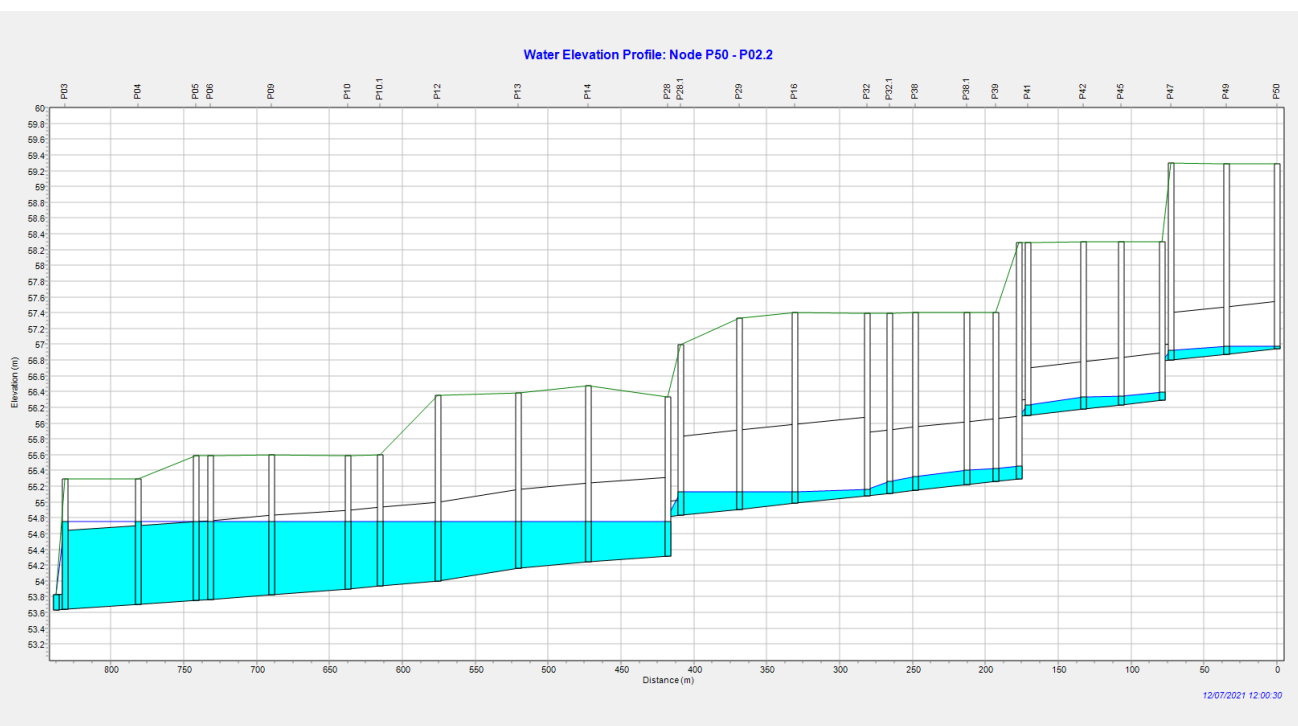


Figura 6 - Profilo di rigurgito della dorsale principale di progetto per una pioggia di 12 ore, TR 50 anni.

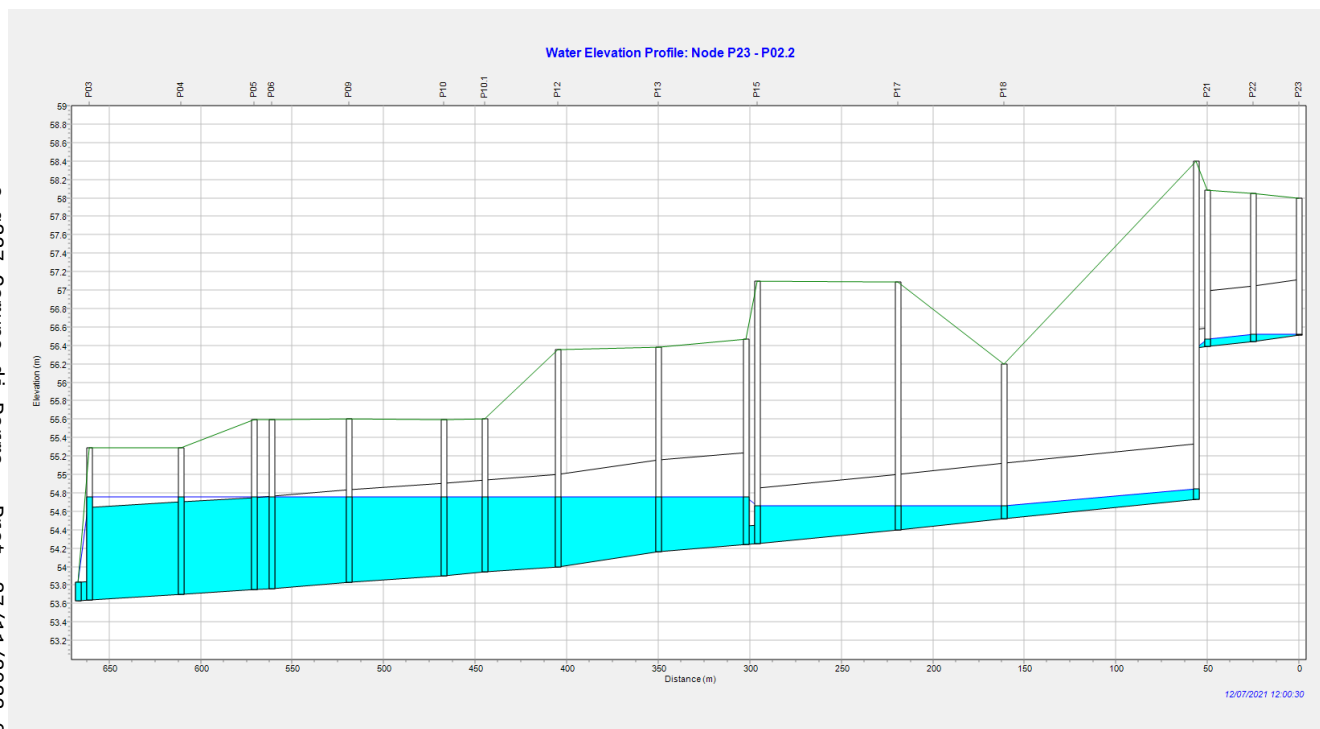


Figura 7 - Profilo di rigurgito della dorsale principale di progetto per una pioggia di 12 ore, TR 50 anni

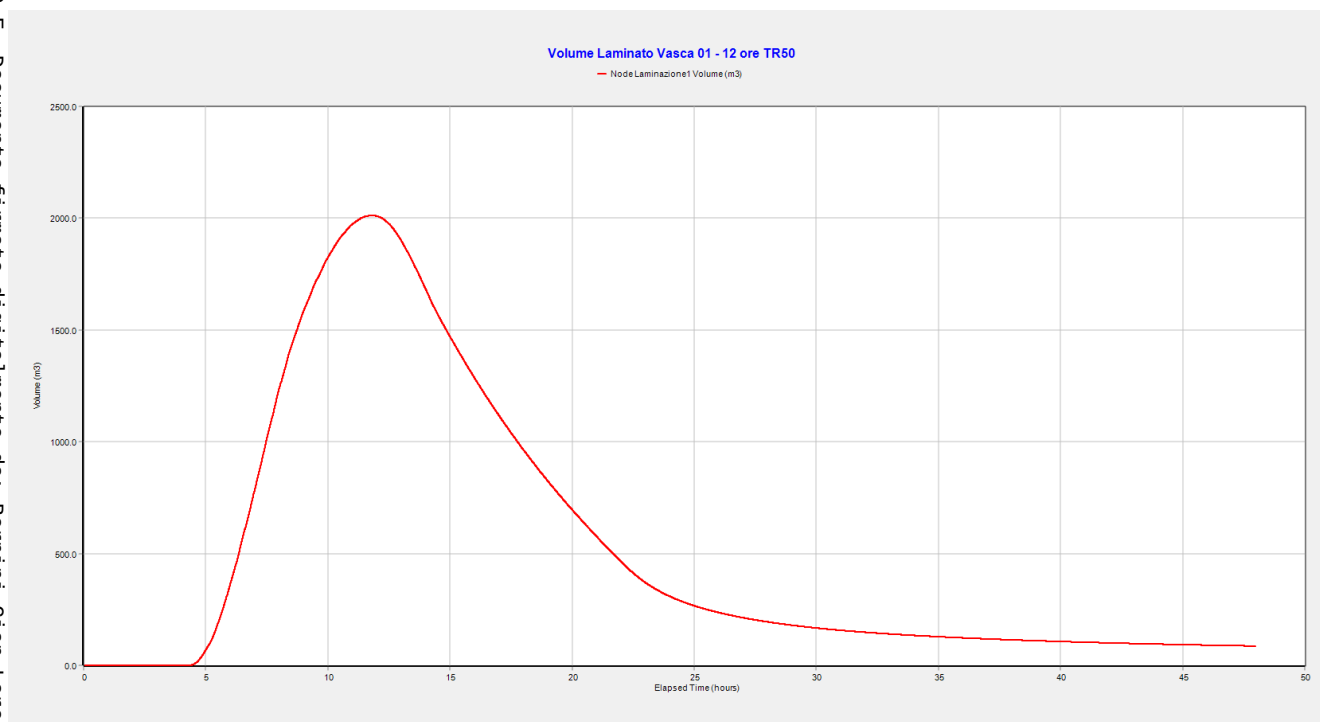


Figura 8 - Idrogramma volume laminato vasca 01 – 12 ore TR50

C.9337.Comune di Parma - Prot. 27/11/2023.0257760.E Documento firmato digitalmente da: Bernini Gian Lorenzo con certificato valido dal 24/05/2022 al 24/05/2025 e con firma qualificata; Capra Gian Luigi con certificato valido dal 17/12/2020 al 18/12/2023 e con firma qualificata. Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Parma

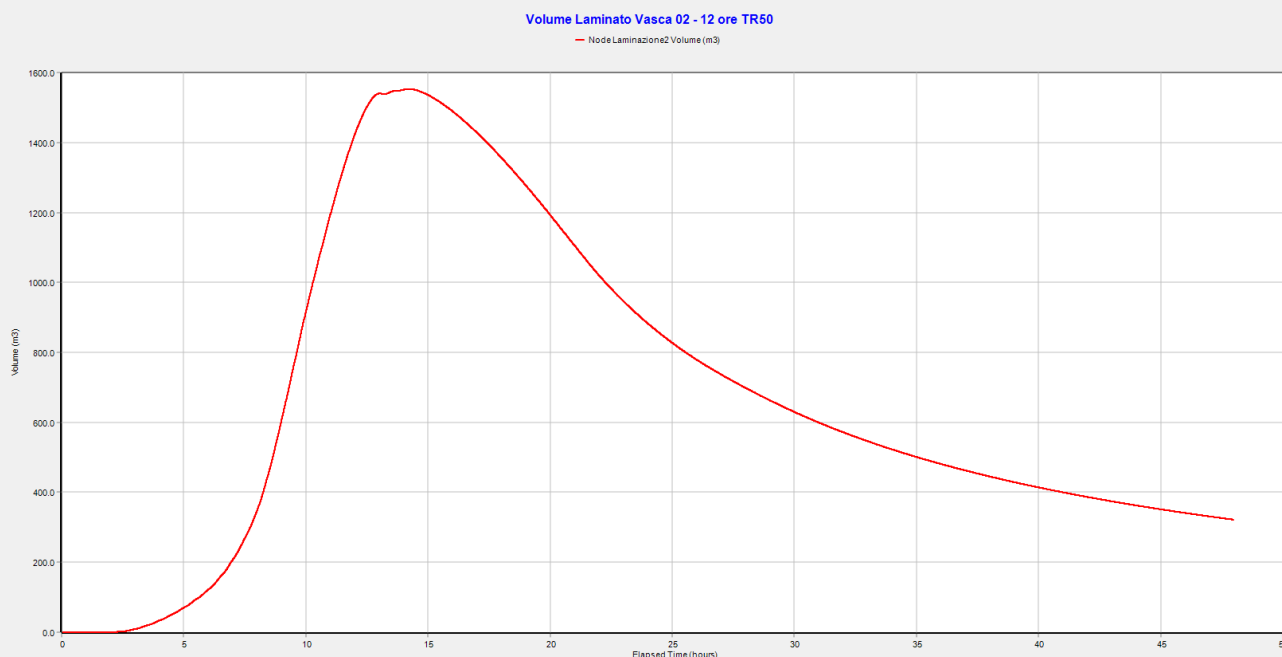


Figura 9 - Idrogramma volume laminato vasca 02 – 12 ore TR50

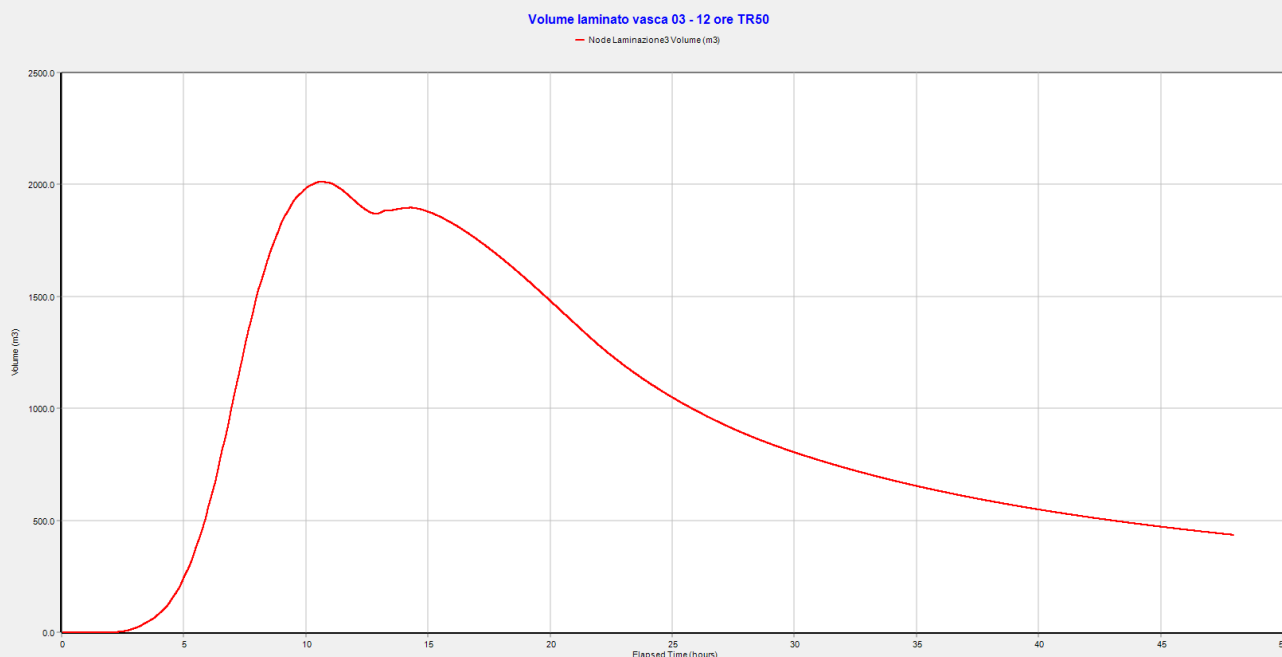


Figura 10 - Idrogramma volume laminato vasca 03 – 12 ore TR50

C.9337.Comune di Parma - Prot. 27/11/2023.0257760.E Documento firmato digitalmente da: Bernini Gian Lorenzo con certificato valido dal 24/05/2022 al 24/05/2025 e con firma qualificata; Capra Gian Luigi con certificato valido dal 17/12/2020 al 18/12/2023 e con firma qualificata. Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Parma

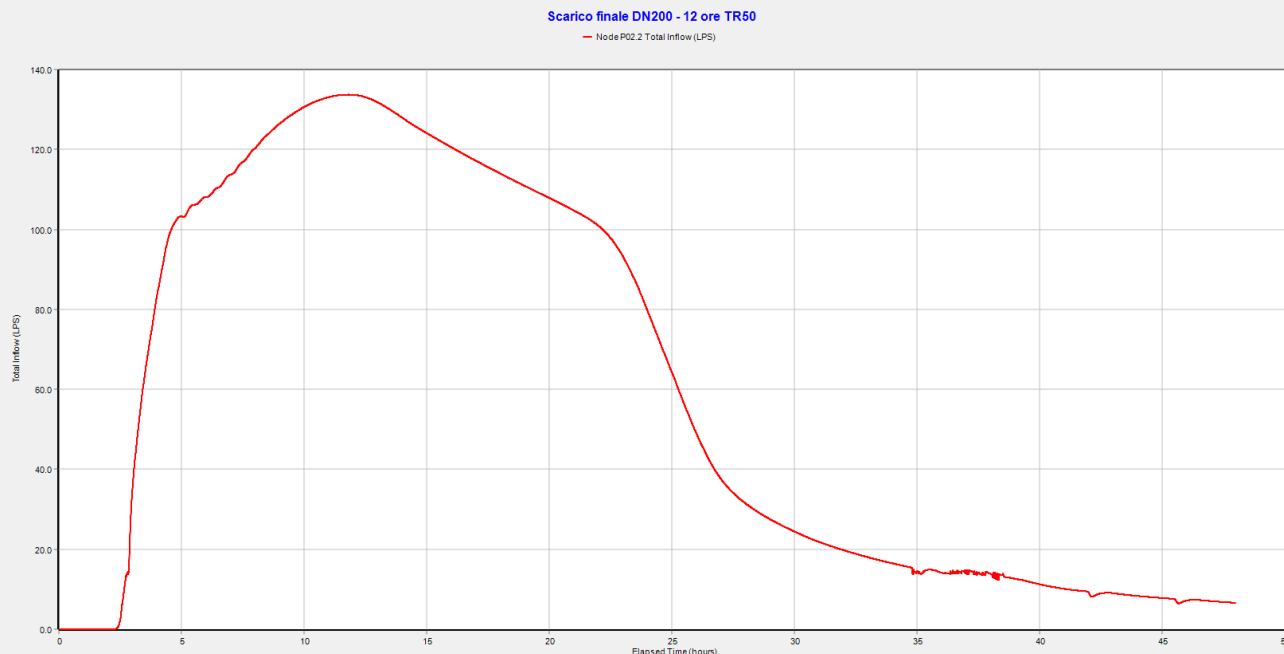


Figura 11 – Idrogramma scarico finale DN200, TR 50 anni – scarico S01

Portata massima in ingresso sistema	1.288	l/s
Volume massimo laminato rete pubblica	1042	m ³
Volume massimo laminato rete privata	823	m ³
Volume massimo laminato vasca 01	2012	m ³
Volume massimo laminato vasca 02	1553	m ³
Volume massimo laminato vasca 03	2012	m ³
Portata massima scaricata	133.75	l/s

Tabella 6 – Parametri caratteristici e portate nello stato di progetto, pioggia di 12 ore e TR50 anni

TR50	Qmax (l/s) PRIVATO	Volume laminato rete pubblica (m ³)	Volume laminato rete privata (m ³)
15'	106.80	914	778
30'	112.85	1054	1023
1h	118.30	1164	1220
2h	119.85	1144	1129
3h	121.65	1099	1002
6h	128.70	1064	849
12h	133.75	1042	823
24h	133.15	962	753

Tabella 7 – Parametri caratteristici e portate nello stato di progetto per ciascuna durata di pioggia, TR 50 anni

C:\g337\Comune di Parma - Prot. 27/11/2023.0257760.E Documento firmato digitalmente da: Bernini Gian Lorenzo con certificato valido dal 24/05/2022 al 24/05/2025 e con firma qualificata; Capra Gian Luigi con certificato valido dal 17/12/2020 al 18/12/2023 e con firma qualificata. Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Parma

	15'	30'	1h	2h	3h	6h	12h	24h
Laminazione1	269	517	812	1117	1334	1718	2012	1978
Laminazione2	165	272	457	714	959	1390	1553	1509
Laminazione3	746	1074	1469	1841	2020	2152	2012	1840

Tabella 8 – Volume laminato vasca per ciascuna durata di pioggia, TR 50 anni

Dai risultati esposti si dimostra che la durata di pioggia critica, che determina la massima portata di picco allo scarico, è quella di 12 ore. I volumi invasati all'interno delle condotte e nel sistema di laminazione pubblico e privato raggiungono un picco di circa 7.442 m³, riducendo la portata massima scaricata a circa 133.75 l/s.

*Il volume massimo laminato dalla rete pubblica durante l'evento critico di progetto è pari a circa **1.042 m³** a fronte di un volume disponibile complessivo di circa **1.741m³**.*

*Il volume massimo laminato dalla rete privata durante l'evento critico di progetto è pari a circa **823 m³** a fronte di un volume disponibile complessivo di circa **1.460 m³**.*

Il massimo volume laminato dalle vasche risulta pari a:

- Vasca 01 – massimo volume laminato 2012 m³ – durata 12 ore a fronte di un volume massimo disponibile 3.370 m³
- Vasca 02 – massimo volume laminato 1.553 m³ – durata 12 ore a fronte di un volume massimo disponibile 4.866 m³
- Vasca 03 – massimo volume laminato 2.152 m³ – durata 6 ore a fronte di un volume massimo disponibile 3.420 m³

*Lo scarico finale della rete acque bianche pubblica avviene nel cavo Cava attraverso una condotta **DN160** che realizzano la strozzatura necessaria per la laminazione dei deflussi in uscita.*

Gli idrogrammi mostrano il corretto funzionamento dei sistemi di laminazione riducendo i picchi di portata e le condotte in progetto non presentano funzionamento in pressione né fuoriuscite nemmeno per eventi con tempo di ritorno fino a 50 anni.

Le condotte pubbliche presentano un grado di riempimento del 60% nella sezione di deflusso.

3.4.3 STATO DI PROGETTO SCARICO S02 – TR 50 ANNI

Nella figura seguente è riportato lo ietogramma di ingresso per una durata di pioggia di 2 ore.

- **TR50 ANNI: DURATA DI PIOGGIA 2 ORE.**

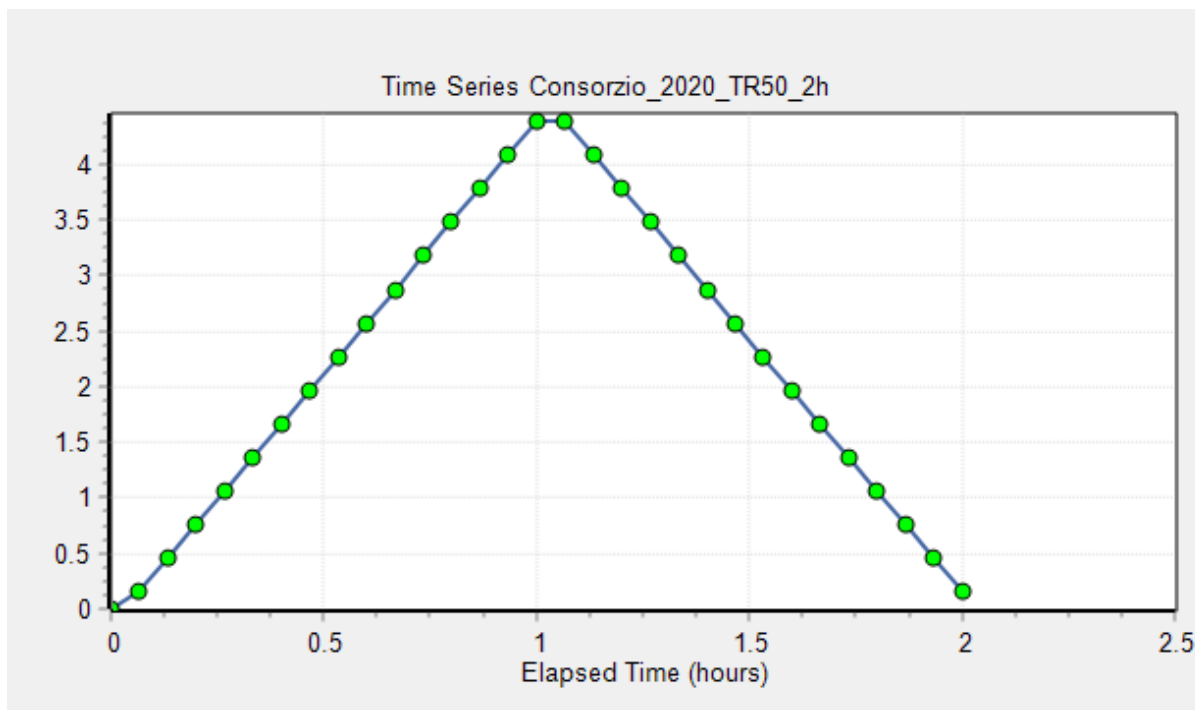


Figura 12 – Ietogramma di pioggia corrispondente ad una durata pari a 2 ore e TR 50 anni

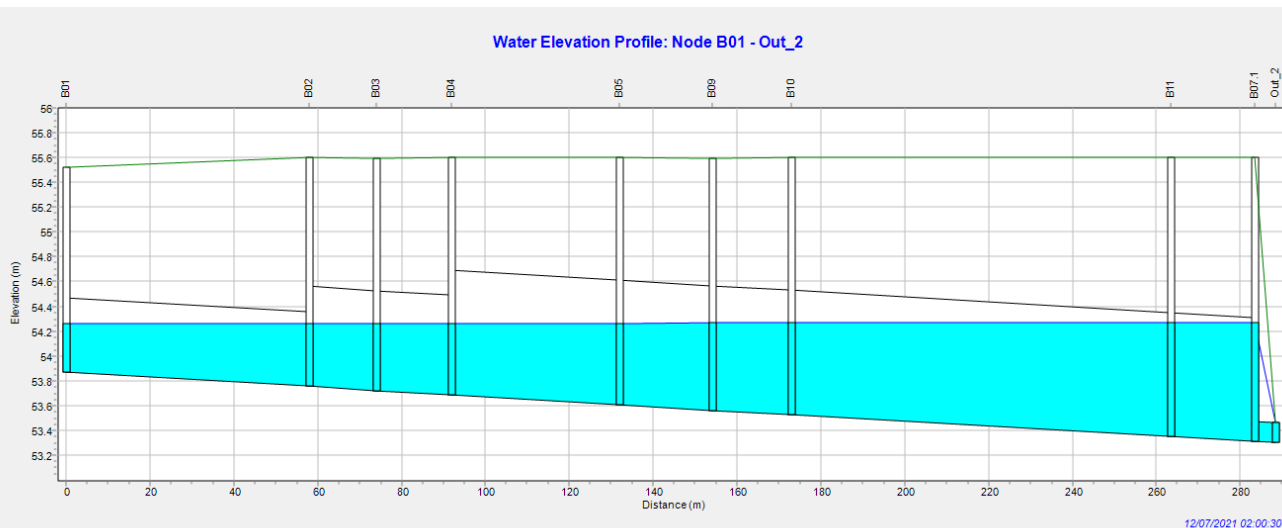


Figura 13 - Profilo di rigurgito della dorsale principale di progetto per una pioggia di 2 ore, TR 50 anni

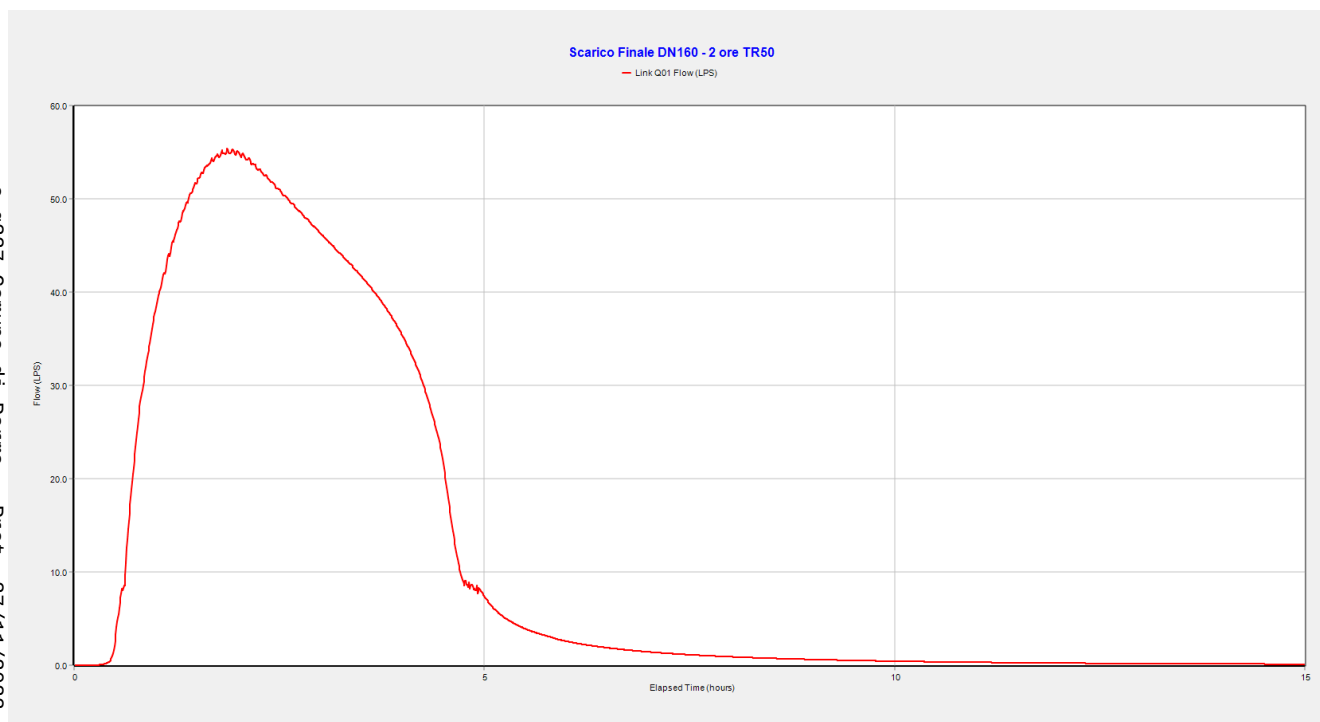


Figura 14 – Idrogramma scarico finale DN160, TR 50 anni – Scarico S02

Portata massima in ingresso sistema	64.3	l/s
Volume massimo laminato rete pubblica	180	m³
Volume massimo laminato rete privata	101	m³
Volume massimo disponibile rete pubblica	222	m³
Volume totale disponibile rete privata	150	m³
Portata massima scaricata	55.40	l/s

Tabella 9 – Parametri caratteristici e portate nello stato di progetto, pioggia di 2 ore e TR50 anni

TR50	Qmax (l/s) PRIVATO	Volume laminato rete pubblica (m³)	Volume laminato rete privata (m³)
15'	45.80	104	57
30'	50.10	140	84
1h	53.80	174	116
2h	55.40	180	130
3h	54.55	170	125
6h	50.30	131	113
12h	43.70	76	63
24h	32.60	35	43

Tabella 10 – Parametri caratteristici e portate nello stato di progetto per ciascuna durata di pioggia, TR 50 anni.

Dai risultati esposti si dimostra che la durata di pioggia critica, che determina il massimo volume di invaso e la massima portata di picco allo scarico, è quella di 2 ore. I volumi invasati all'interno delle condotte e nel sistema di laminazione pubblico raggiungono un picco di circa 310 m³, riducendo la portata massima scaricata a circa 55.40 l/s. Il volume massimo laminato dal sistema durante l'evento

critico di progetto è pari a circa **310 m³** a fronte di un volume disponibile complessivo di circa **372 m³**.
Lo scarico finale avviene nella rete pubblica attraverso una condotta di diametro **DN160** che realizzano la strozzatura necessaria per la laminazione dei deflussi in uscita.

Gli idrogrammi mostrano il corretto funzionamento dei sistemi di laminazione riducendo i picchi di portata e le condotte in progetto non presentano funzionamento in pressione né fuoriuscite nemmeno per eventi con tempo di ritorno fino a 50 anni.

3.4.4 STATO DI PROGETTO SCARICO S03 – TR 50 ANNI

Nella figura seguente è riportato lo ietogramma di ingresso per una durata di pioggia di 2 ore.

- **TR50 ANNI: DURATA DI PIOGGIA 2 ORE.**

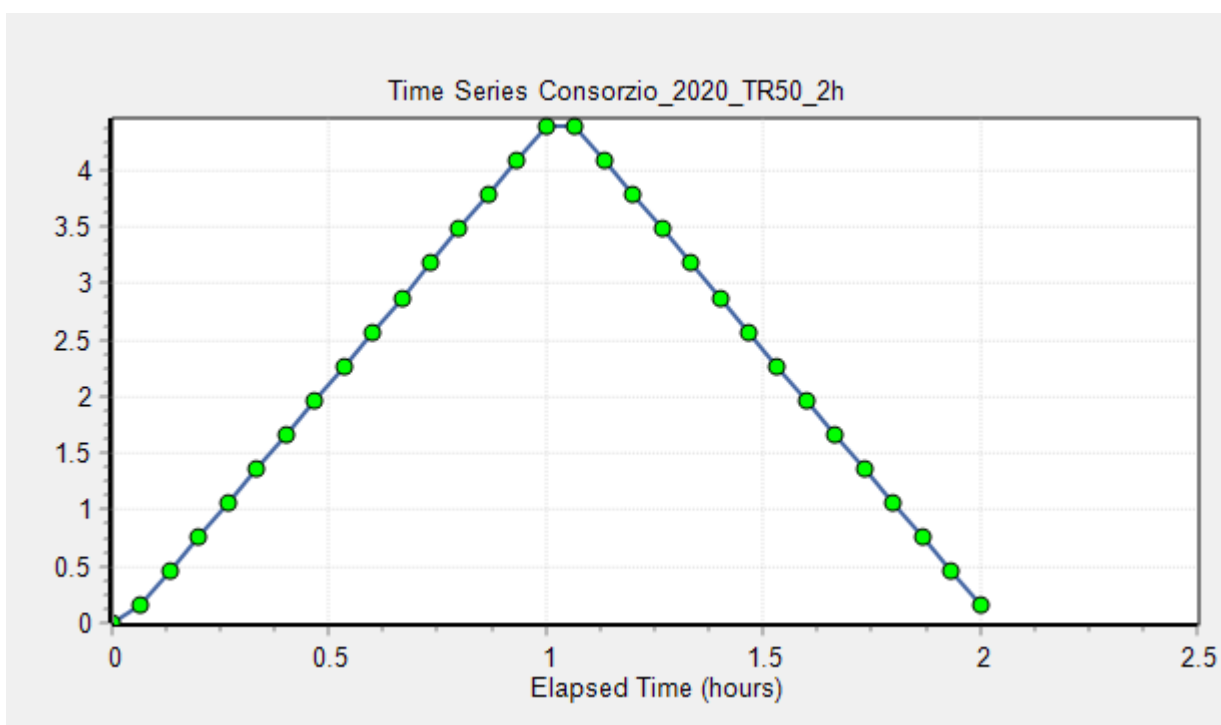


Figura 15 – Ietogramma di pioggia corrispondente ad una durata pari a 2 ore e TR 50 anni

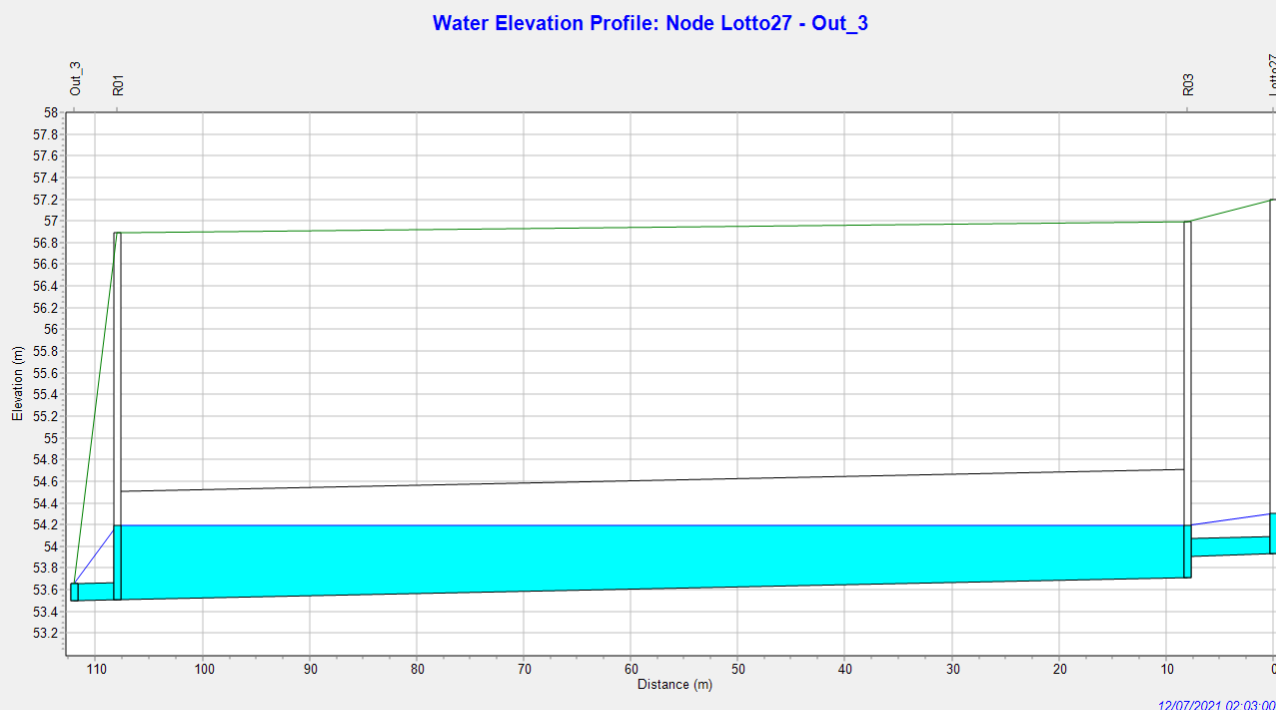


Figura 16 - Profilo di rigurgito della dorsale principale di progetto per una pioggia di 2 ore, TR 50 anni.

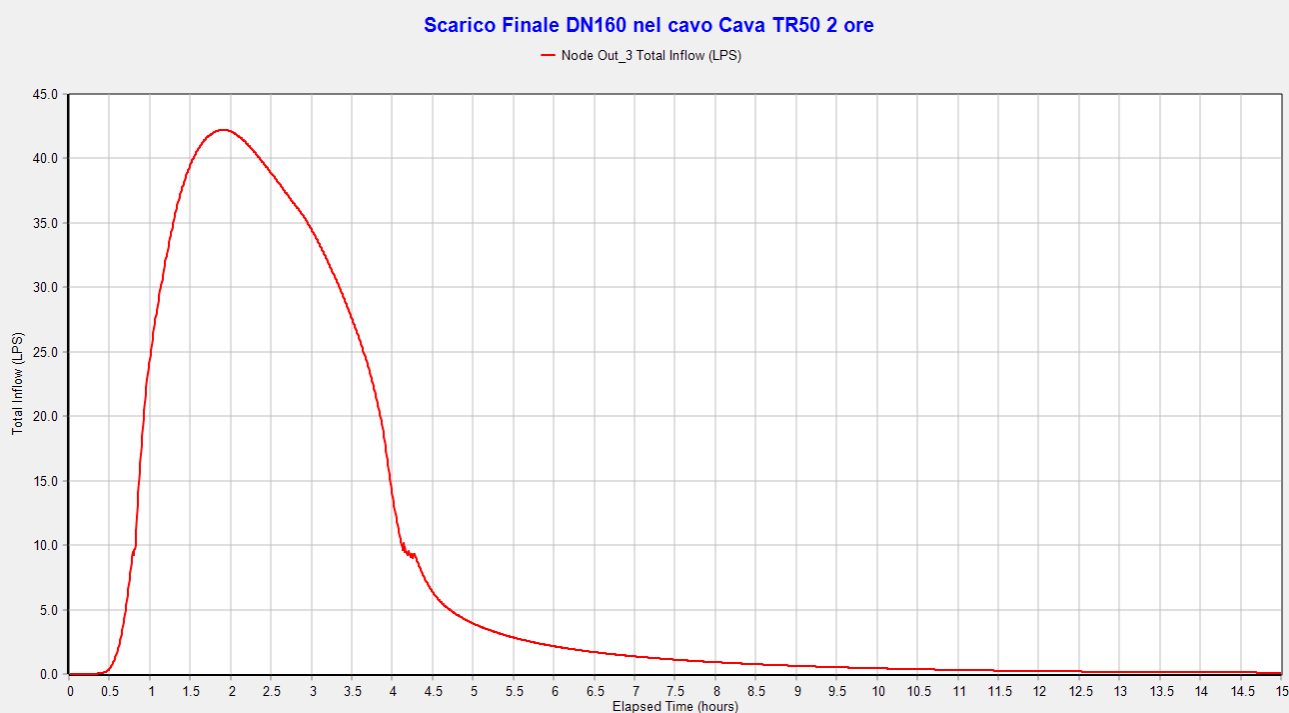


Figura 17 – Idrogramma scarico finale DN160, TR 50 anni – scarico S03

Portata massima in ingresso sistema	86	l/s
Volume massimo laminato rete pubblica	44	m³
Volume massimo laminato rete privata	160	m³
Volume massimo disponibile rete pubblica	55	m ³
Volume totale disponibile rete privata	190	m ³
Portata massima scaricata	40	l/s

Tabella 11 – Parametri caratteristici e portate nello stato di progetto, pioggia di 2 ore e TR50 anni.

Durata	Portata massima scaricata (l/s)	Volume totale laminato rete pubblica (m ³)	Volume totale laminato rete privata (m ³)
15'	32.00	27.40	79
30'	35.95	35.20	107
1h	39.00	41.75	138
2h	40.00	40.00	160
3h	39.55	42.85	147
6h	36.90	36.80	114
12h	31.90	26.40	76
24h	23.45	13.60	49

Tabella 12 – Parametri caratteristici e portate nello stato di progetto per ciascuna durata di pioggia, TR 50 anni.

Dai risultati esposti si dimostra che la durata di pioggia critica, che determina il massimo volume di invaso e la massima portata di picco allo scarico, è quella di 2 ore. I volumi invasati all'interno delle condotte e nel sistema di laminazione pubblico raggiungono un picco di circa 195 m³, riducendo la portata massima scaricata a circa 40 l/s.

*Il volume massimo laminato dal sistema durante l'evento critico di progetto è pari a circa **195 m³** a fronte di un volume disponibile complessivo di circa **245 m³**.*

*Lo scarico finale della rete acque bianche pubblica avviene nel cavo Cava attraverso una condotta **DN160** che realizzano la strozzatura necessaria per la laminazione dei deflussi in uscita.*

Gli idrogrammi mostrano il corretto funzionamento dei sistemi di laminazione riducendo i picchi di portata e le condotte in progetto non presentano funzionamento in pressione né fuoriuscite nemmeno per eventi con tempo di ritorno fino a 50 anni.

Le condotte pubbliche presentano un grado di riempimento di circa il 79% nella sezione di deflusso.

c.9337.Comune di Parma - Prot. 27/11/2023.0257760.E Documento firmato digitalmente da: Berrini Gian Lorenzo con certificato valido dal 24/05/2022 al 24/05/2025 e con firma qualificata; Capra Gian Luigi con certificato valido dal 17/12/2020 al 18/12/2023 e con firma qualificata. Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Parma

3.4.5 STATO DI PROGETTO SCARICO S01, S02 E S03 – TR 100 ANNI

Nelle pagine seguenti, si riportano l'idrogramma delle portate in uscita allo scarico ed il profilo di rigurgito della dorsale principale fino al recapito finale all'istante di massimo riempimento per lo scarico S01, S02 e S03. Si riportano in particolare i risultati per piogge di durata pari a 12 ore e 2 ore e tempo di ritorno pari a 100 anni.

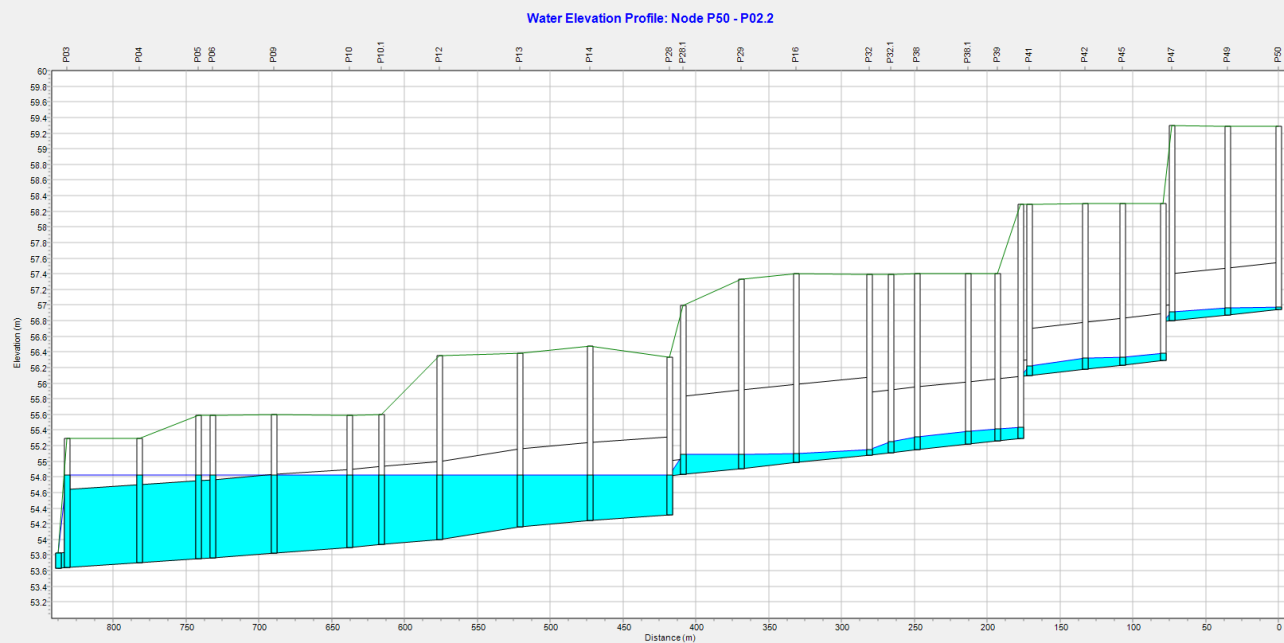


Figura 18 - Profilo di rigurgito della dorsale principale di progetto per una pioggia di 12 ore, TR 100 anni scarico S01

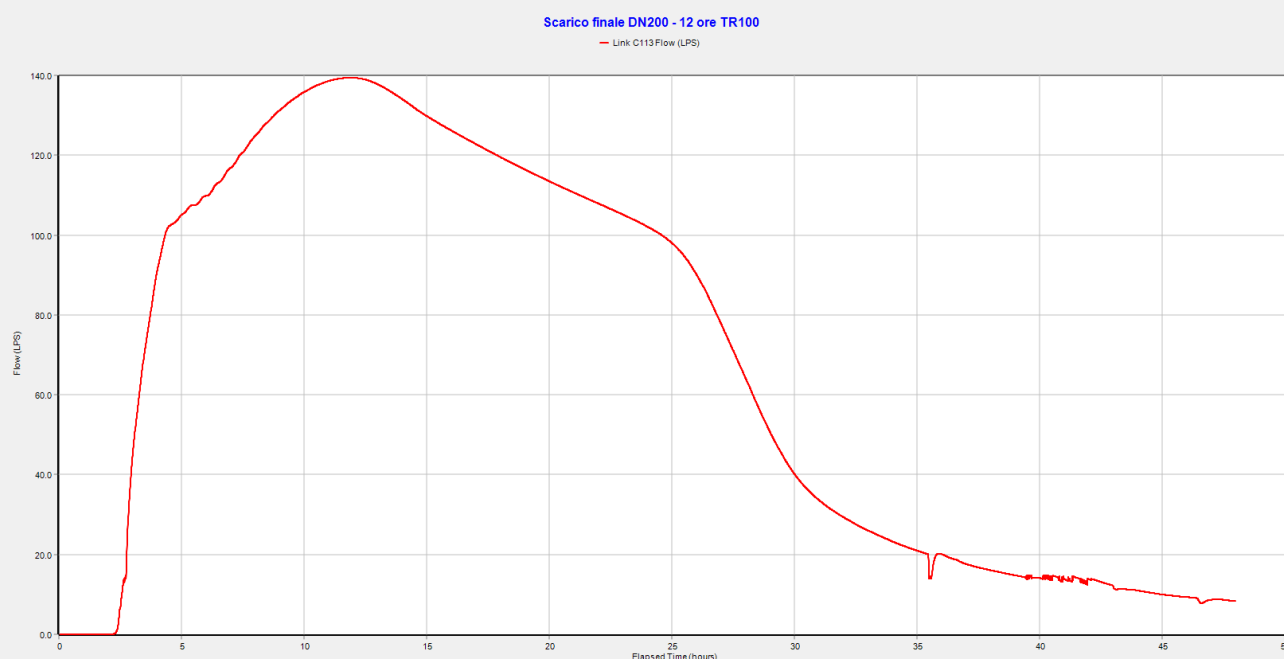


Figura 19 - Idrogramma scarico finale DN200, TR 100 anni – scarico S01

C:\g337\Comune di Parma - Prot. 27/11/2023.0257760.E Documento firmato digitalmente da: Bernini Gian Lorenzo con certificato valido dal 24/05/2022 al 24/05/2025 e con firma qualificata; Capra Gian Luigi con certificato valido dal 17/12/2020 al 18/12/2023 e con firma qualificata. Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Parma

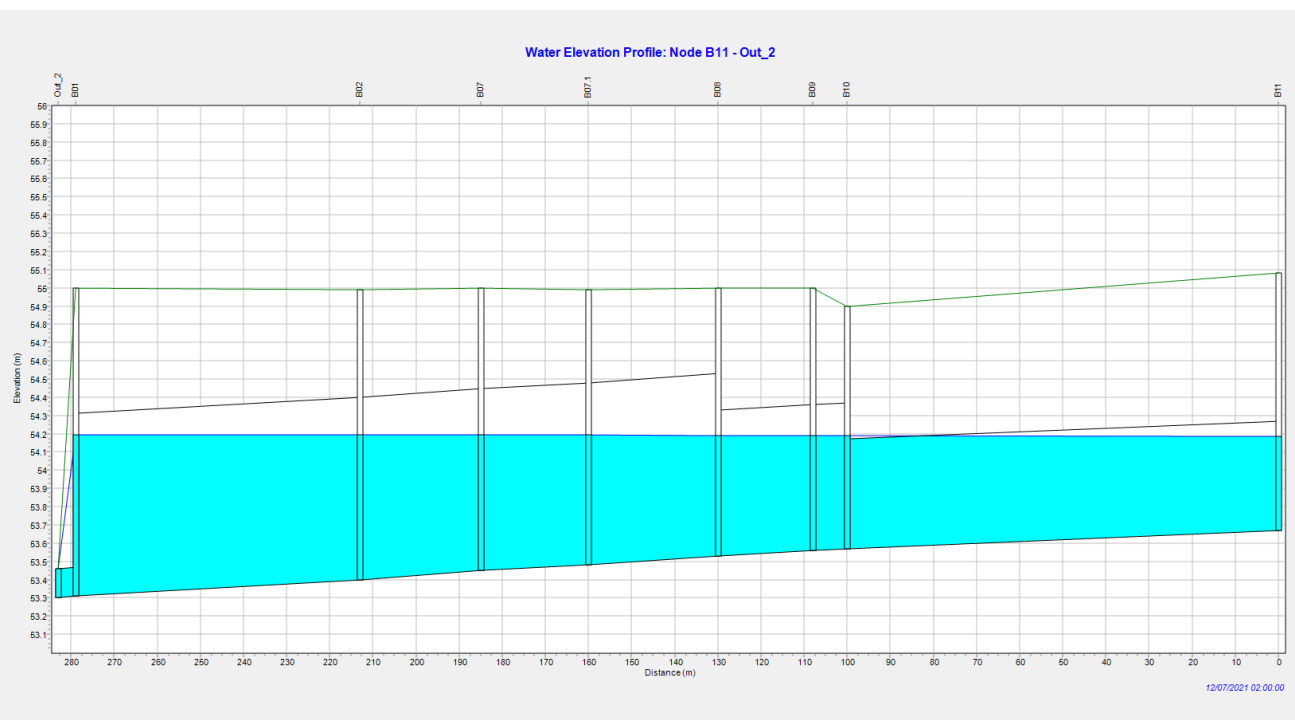


Figura 20 - Profilo di rigurgito della dorsale principale di progetto per una pioggia di 2 ore, TR 100 anni scarico S02

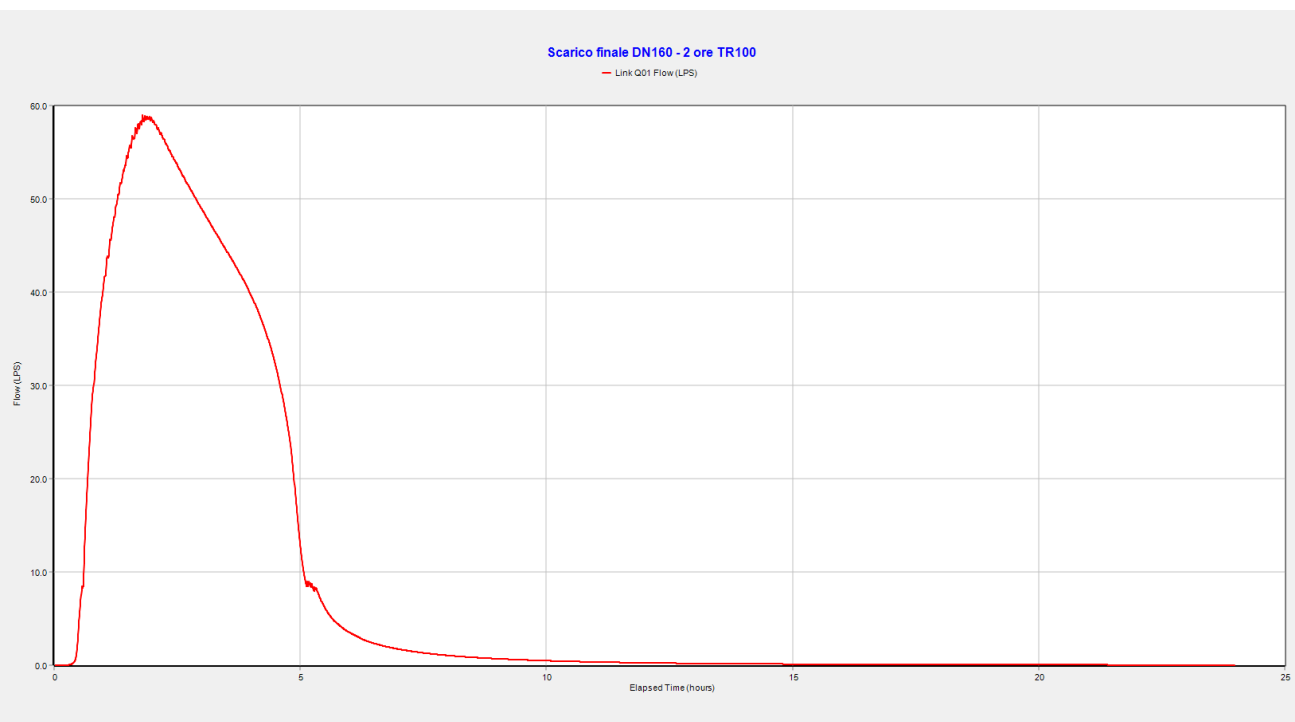


Figura 21 - Idrogramma scarico finale DN160, TR 100 anni – scarico S02

C.9337.Comune di Parma - Prot. 27/11/2023.0257760.E Documento firmato digitalmente da: Bernini Gian Lorenzo con certificato valido dal 24/05/2022 al 24/05/2025 e con firma qualificata; Capra Gian Luigi con certificato valido dal 17/12/2020 al 18/12/2023 e con firma qualificata. Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Parma

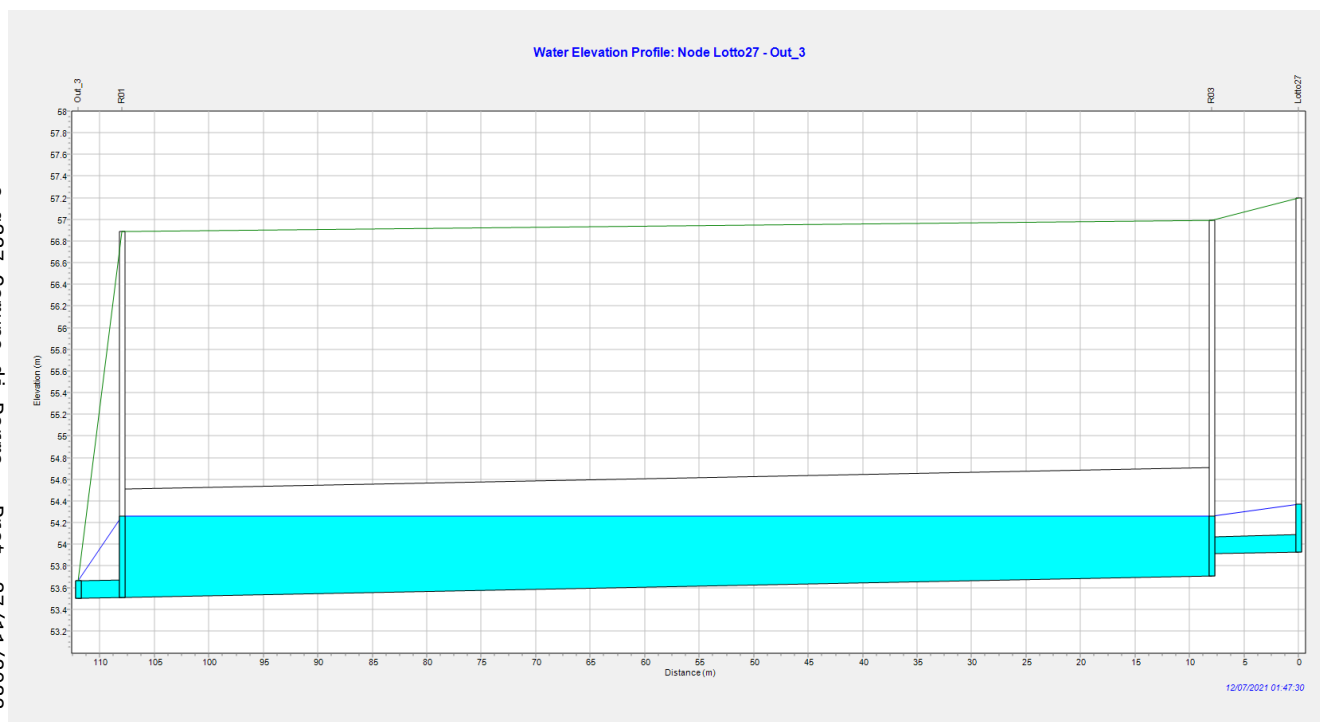


Figura 22 - Profilo di rigurgito della dorsale principale di progetto per una pioggia di 2 ore, TR 100 anni scarico S03

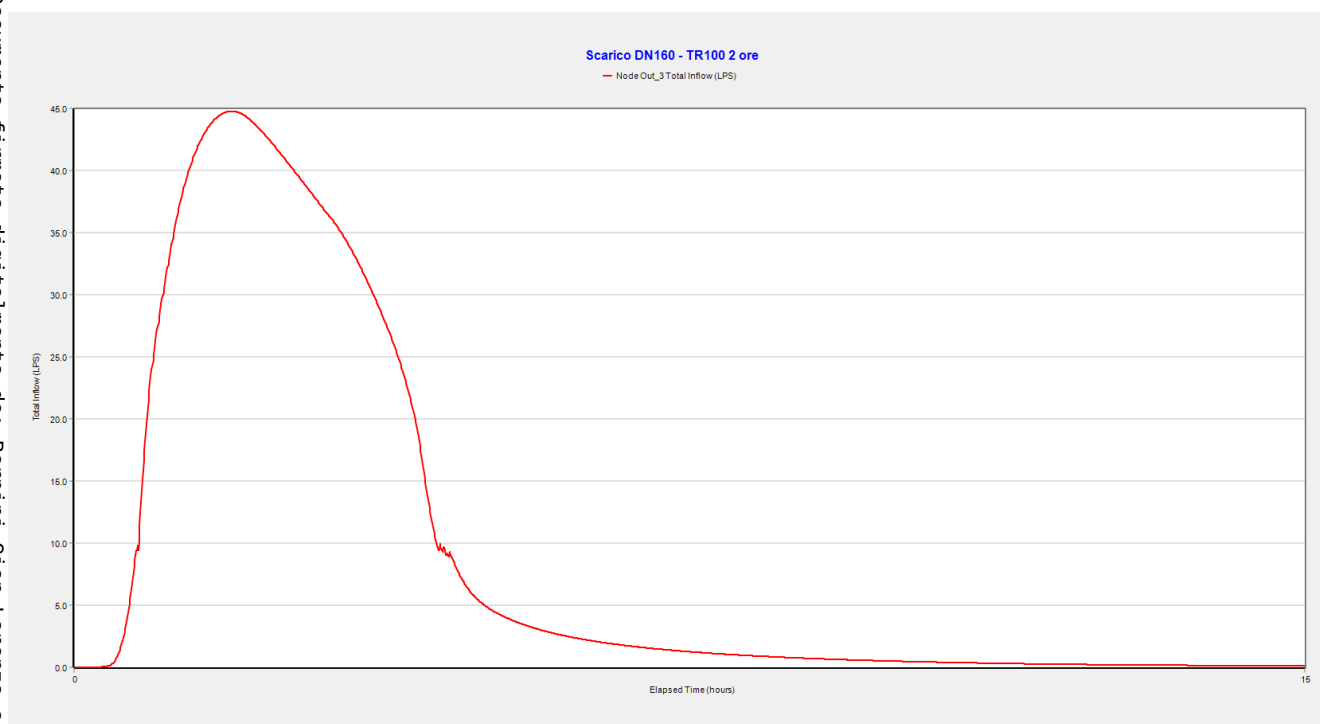


Figura 23 - Idrogramma scarico finale DN160, TR 100 anni – scarico S03

C.9337.Comune di Parma - Prot. 27/11/2023.0257760.E Documento firmato digitalmente da: Bernini Gian Lorenzo con certificato valido dal 24/05/2022 al 24/05/2025 e con firma qualificata; Capra Gian Luigi con certificato valido dal 17/12/2020 al 18/12/2023 e con firma qualificata. Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Parma

TR100	15'	30'	1h	2h	3h	6h	12h	24h
S01	107.45	113.5	120.05	121.8	125.45	133.3	139.75	139.4
S02	49.5	50.65	56.85	58.95	58.25	53.7	46.65	36.15
S03	32.65	36.4	41.05	42.3	41.95	39.4	34.9	26.24

**Tabella 13 - Parametri caratteristici e portate nello stato di progetto per ciascuna durata di pioggia, TR 100 anni
Scarico S01, S02 e S03**

Dai risultati esposti si dimostra che la durata di pioggia critica, che determina il massimo volume di invaso e la massima portata di picco allo scarico S01 è quella di 12 ore, mentre la durata critica per lo scarico S02 e S03 è quella di 2 ore.

Gli idrogrammi mostrano il corretto funzionamento dei sistemi di laminazione riducendo i picchi di portata e le condotte in progetto non presentano funzionamento in pressione né fuoriuscite nemmeno per eventi con tempo di ritorno fino a 100 anni.

C.9337. Comune di Parma - Prot. 27/11/2023.0257760.E Documento firmato digitalmente da: Bernini Gian Lorenzo con certificato valido dal 24/05/2022 al 24/05/2025 e con firma qualificata; Capra Gian Luigi con certificato valido dal 17/12/2020 al 18/12/2023 e con firma qualificata. Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Parma

4 CONSIDERAZIONI IN MERITO ALLA DGR 1300/2016 E RRI DEL COMUNE DI PARMA

Nel presente capitolo viene valutata la **compatibilità idraulica** dell'area in esame, ai sensi delle disposizioni della DGR n.1300/2016 e delle mappe di pericolosità e rischio idraulico del nuovo PGRA (Piano di gestione del Rischio di Alluvioni) del bacino del Fiume Po e del Regolamento di gestione del Rischio Idraulico (RRI) del Comune di Parma, per garantire l'applicazione:

1. Di misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle strutture esposte, anche ai fini della tutela della vita umana;
2. Di misure volte al rispetto del principio dell'invarianza idraulica, finalizzate a salvaguardare la capacità ricettiva del sistema idrico e a contribuire alla difesa idraulica del territorio.

Nelle figure seguenti si riportano gli estratti delle mappe della pericolosità per il Reticolo Principale (RP) e per il Reticolo Secondario di Pianura (RSP) elaborate per il territorio comunale, e della Carta delle aree di vulnerabilità idraulica del RRI del Comune di Parma.

Le mappe della pericolosità contengono la perimetrazione delle aree che potrebbero essere interessate da inondazioni causate dai corsi d'acqua (naturali e artificiali), rappresentate con tre diverse tonalità di blu, associando al ridursi della frequenza di allagamento il diminuire dell'intensità del colore.



Figura 24 - Estratto della tavola Piano Gestione Rischio Alluvioni – Aree Inondabili: Mappa della Pericolosità (AIPO secondo ciclo aggiornamento fase 2 del 16.03.2020.) Reticolo Principale.



Figura 25 - Estratto della tavola Piano Gestione Rischio Alluvioni – Aree Inondabili: Mappa della Pericolosità (AIPO secondo ciclo aggiornamento fase 2 del 16.03.2020.) Reticolo Secondario di Pianura.

Come mostra la figura l'area oggetto di studio non risulta classificata in nessuna fascia di pericolosità sia per il Reticolo Principale e sia per il Reticolo Secondario di Pianura.

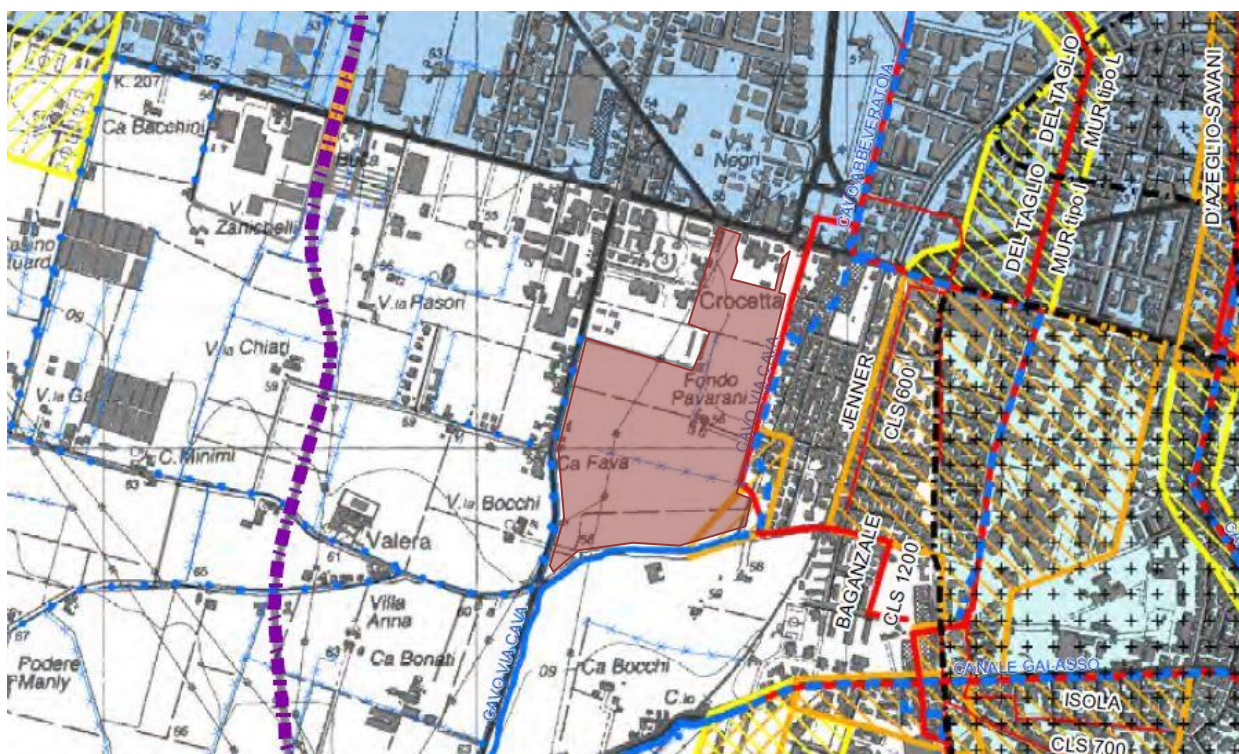


Figura 26- Stralcio della Carta delle aree di vulnerabilità idraulica del RRI del Comune di Parma. P3 - Reticolo Canali.

Per il documento RRI del Comune di Parma l'area in esame ricade per una minima porzione in P3 (alluvioni frequenti) per il Reticolo dei Canali.

4.1 VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL PROGETTO

La proposta progettuale recepisce, pur non essendo compresa in aree a rischio idraulico, vista l'estensione dell'intervento e la presenza del cavo Cava, recepisce alcune le misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture ed in particolare:

- a) La quota minima di sicurezza idraulica del primo piano utile dovrà essere assunta pari ad almeno 10 cm misurati rispetto alla quota del marciapiede più alto, o in assenza di questo, rispetto alla quota stradale più elevata;
- b) La quota minima di sicurezza idraulica del primo piano utile nella porzione di area ricadente in fascia P3 (alluvioni frequenti) per il Reticolo dei Canali dovrà essere assunta pari ad almeno 50 cm misurati rispetto alla quota del marciapiede più alto, o in assenza di questo, rispetto alla quota stradale più elevata;
- c) Dotazione di sistemi di autoprotezione, quali:
 - Sistema di laminazione delle acque meteoriche.
 - Valutare la possibilità di installazione di valvole a clapét sugli scarichi in fognatura.
 - Sistemi di autoprotezione quali impianti di sollevamento per i piani interrati o seminterrati.

Queste cautele costruttive consentono di rendere l'intervento compatibile con le criticità idrauliche rilevate, in base al tipo di pericolosità e al livello di esposizione dell'area.

c.9337. Comune di Parma - Prot. 27/11/2023.0257760.E Documento firmato digitalmente da: Bernini Gian Lorenzo con certificato valido dal 24/05/2022 al 24/05/2025 e con firma qualificata; Capra Gian Luigi con certificato valido dal 17/12/2020 al 18/12/2023 e con firma qualificata. Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Parma

5 CONCLUSIONI

Dai risultati esposti si dimostra che la durata di pioggia critica, che determina il massimo volume di invaso e la massima portata in uscita, è quella di 12 ore per lo scarico S01 e quella di 2 ore per lo scarico S02 e S03.

I risultati dimostrano il corretto funzionamento del sistema acque bianche in progetto, sia per i fini di drenaggio che di laminazione delle acque di pioggia, e mostrano che non avvengono fuoriuscite d'acqua da nessun pozzetto e i livelli d'invaso non creano problemi di allagamento anche per eventi con tempo di ritorno pari a 50 anni e 100 anni.

La rete fognaria acque bianche così progettata è verificata per tutte le durate di pioggia dai 15 minuti alle 24 ore per il tempo di ritorno di progetto di TR 50 anni.

*Il volume massimo laminato dal sistema con **Scarico S01** durante l'evento critico di progetto è pari a:*

- Il volume massimo laminato dalla rete pubblica durante l'evento critico di progetto è pari a circa **1.042 m³** a fronte di un volume disponibile complessivo di circa **1.741 m³**.*
- Il volume massimo laminato dalla rete privata durante l'evento critico di progetto è pari a circa **823 m³** a fronte di un volume disponibile complessivo di circa **1.460 m³**.*

Il massimo volume laminato dalle vasche risulta pari a:

- Vasca 01 – massimo volume laminato 2012 m³ – durata 12 ore a fronte di un volume massimo disponibile 3.370 m³*
- Vasca 02 – massimo volume laminato 1.553 m³ – durata 12 ore a fronte di un volume massimo disponibile 4.866 m³*
- Vasca 03 – massimo volume laminato 2.152 m³ – durata 6 ore a fronte di un volume massimo disponibile 3.420 m³*

*Lo scarico finale della rete acque bianche avviene attraverso una condotta **DN160** che realizzano la strozzatura necessaria per la laminazione dei deflussi in uscita.*

*Il volume massimo laminato dal sistema con **Scarico S02** durante l'evento critico di progetto è pari a circa **310 m³** a fronte di un volume disponibile complessivo di circa **372 m³**.*

*Lo scarico finale della rete acque bianche avviene nella rete pubblica esistente attraverso una condotta **DN160** che realizzano la strozzatura necessaria per la laminazione dei deflussi in uscita.*

*Il volume massimo laminato dal sistema con **Scarico S03** durante l'evento critico di progetto è pari a circa **195 m³** a fronte di un volume disponibile complessivo di circa **245 m³**.*

*Lo scarico finale della rete acque bianche avviene nel cavo Cava attraverso una condotta **DN160** che realizzano la strozzatura necessaria per la laminazione dei deflussi in uscita.*

*Il sistema di gestione delle acque bianche in progetto consente di limitare la portata scaricata definendo una complessiva **portata al colmo pari a circa 133.75 l/sec per lo scarico S01, circa***

c.9337. Comune di Parma - Prot. 27/11/2023.0257760.E Documento firmato digitalmente da: Berrini Gian Lorenzo con certificato valido dal 17/12/2020 al 18/12/2023 e con firma qualificata Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Parma



55.40 l/s per lo scarico S02 e circa 40 l/s per lo scarico S03, tali valori sono compatibili con il sistema ricevente finale ed è inferiore al valore al colmo calcolato per lo stato di fatto, rispettando il principio di invarianza idraulica.

Le condotte presentano un grado di riempimento inferiore/uguale all'80% della sezione di deflusso.

c.9337.Comune di Parma - Prot. 27/11/2023.0257760.E Documento firmato digitalmente da: Bernini Gian Lorenzo con certificato valido dal 24/05/2022 al 24/05/2025 e con firma qualificata; Capra Gian Luigi con certificato valido dal 17/12/2020 al 18/12/2023 e con firma qualificata. Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Parma