

COMUNE DI NONANTOLA

PIANO PARTICOLAREGGIATO DI INIZIATIVA PRIVATA
ZONA PER ATTIVITA' AGROINDUSTRIALI D7 "LA FORNACE"
VIA DI MEZZO 116, LOCALITA' CASSETTE.

FOGLIO N° 25 MAPPALI N° 10-11-14 -17 (parte) -346

SPAZIO RISERVATO ALL'UFFICIO TECNICO

ARTECH STUDIO ASSOCIATO

Via Morandi n° 54, 41015 Nonantola (Mo), tel. 059/546451 fax 059/547007

LA PROPRIETA' : GRENZI GIORGIO
c.f. GRN GRG 49B14F930A

IL TECNICO : RICCARDO CATELLANI ingegnere
c.f. CTL RCR 83H14 H223H



COLLABORATORE: GIAN LUCA PICCINI NI
c.f. PCC GLC 59L30 F257G

OGGETTO TAVOLA :

RELAZIONE IDRAULICA
E RISPETTO PGRA

ELABORATO

TAV. 8

SCALA

EMISSIONE DEL

REV.

DI SEGNO DI PROPRIETA' DEL PROGETTISTA
NE E' VIETATA PER LEGGE LA RIPRODUZIONE E
L'USO NON AUTORIZZATI.

ARTECH STUDIO ASSOCIATO

Via Morandi, 54 – 41015 Nonantola (MO) – Partita IVA: 02706740368

Relazione idraulica relativa a reti di drenaggio acque meteoriche e nere

ed asseverazione ai sensi della DGR 1300 del 1 agosto 2016 – Regione Emilia-Romagna

Piano particolareggiato di iniziativa privata D7 “La Fornace”
Via di Mezzo 116, Località Casette Nonantola (MO)



Ing. Riccardo Catellani

Reggio Emilia, Li 27/12/2021



Riccardo Catellani



Sommario

RELAZIONE TECNICA SUL DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLE RETI DI DRENAGGIO DELLE ACQUE NERE E DELLE ACQUE BIANCHE – DICEMBRE 2021

| | |
|--|----|
| PREMESSA ED INQUADRAMENTO | 2 |
| CRITERI PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE RETI | 4 |
| DIMENSIONAMENTO E VERIFICA RETE ACQUE BIANCHE | 6 |
| Analisi idrologica-idraulica | 9 |
| Dati in ingresso per la verifica della cassa di laminazione | 10 |
| Il simulatore numerico | 10 |
| PREDIMENSIONAMENTO RETE ACQUE NERE..... | 28 |
| Tabulato modellazione evento di pioggia di durata 1 ora e $Tr=50$ | 31 |
| Tabulato modellazione evento di pioggia di durata 5 ore e $Tr=50$ | 34 |
| COMPATIBILITA' IDRAULICA: INQUADRAMENTO NORMATIVO..... | 37 |
| PERICOLOSITA' ASSOCIATA AL RETICOLO PRINCIPALE E SECONDARIO DI PIANURA | 39 |
| RISCHIO ASSOCIATO AL RETICOLO PRINCIPALE E SECONDARIO DI PIANURA..... | 46 |
| CONCLUSIONI | 52 |



PREMESSA ED INQUADRAMENTO

La presente relazione descrive i criteri adottati per il dimensionamento e la verifica dei sistemi di drenaggio delle acque nere e delle acque bianche da realizzare a servizio dell'urbanizzazione denominata comparto D7 "La Fornace" facente parte di un Piano Particolareggiato di iniziativa privata per la valorizzazione di un'area produttiva posta a nord dell'abitato di Casette in Comune di Nonantola (MO). Tale pianificazione è stata codificata all'interno della Variante specifica al P.R.G. adottata con Deliberazione di Consiglio Comunale n.24 del 04/04/2019 ed approvata con Deliberazione del Consiglio Comunale n.16 del 27/02/2020.

L'area oggetto di intervento ha una **consistenza catastale pari a 12'875 m²**, è delimitata a sud-ovest da una zona urbanizzata, a nord-est dal canale Fossa Signora, a nord-ovest da via di Mezzo e a sud-est da un'area con destinazione attrezzature pubbliche extra-comparto di superficie pari a mq. 5'300,00. Quest'ultima superficie confina con un canale di scolo recapitante nel canale Fossa Signora.

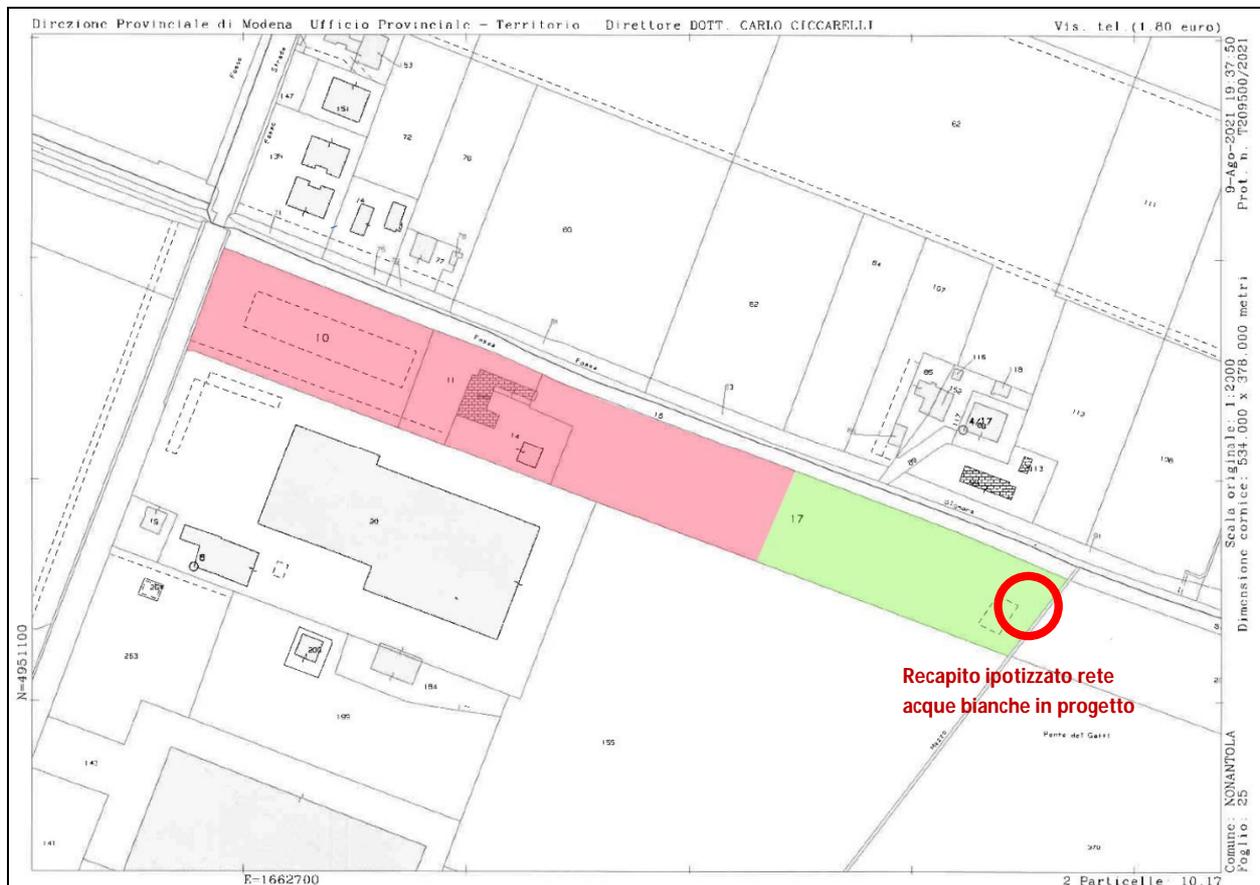


Figura 1: Estratto catastale (in rosso l'area di comparto - in verde l'area per attrezzature pubbliche extracomparto)

Attualmente l'area è a destinazione agricola è parzialmente edificata, circondata da insediamenti prevalentemente di tipo industriale-artigianale e da campi agricoli; tale area di trasformazione è soggetta ad una attività di pianificazione attuativa con carattere di iniziativa privata a destinazione prevalentemente agro industriale.

Al momento, per la loro caratteristica morfologica, i terreni scolano in direzione Est / Nord-Est mediante alcuni fossi interpoderali. Le acque di ruscellamento si disperdono tra i campi agricoli limitrofi ed il canale



Fossa Signora. Questo canale di scolo fa parte della rete dei canali gestiti dal Consorzio della Bonifica Burana e sarà il recapito, mediante il canale di scolo posto sul lato orientale del comparto, della rete di drenaggio delle acque bianche dell'urbanizzazione in progetto.

In fase di progettazione esecutiva sarà da valutare la possibilità o meno di scaricare direttamente nel canale Fossa Signora.

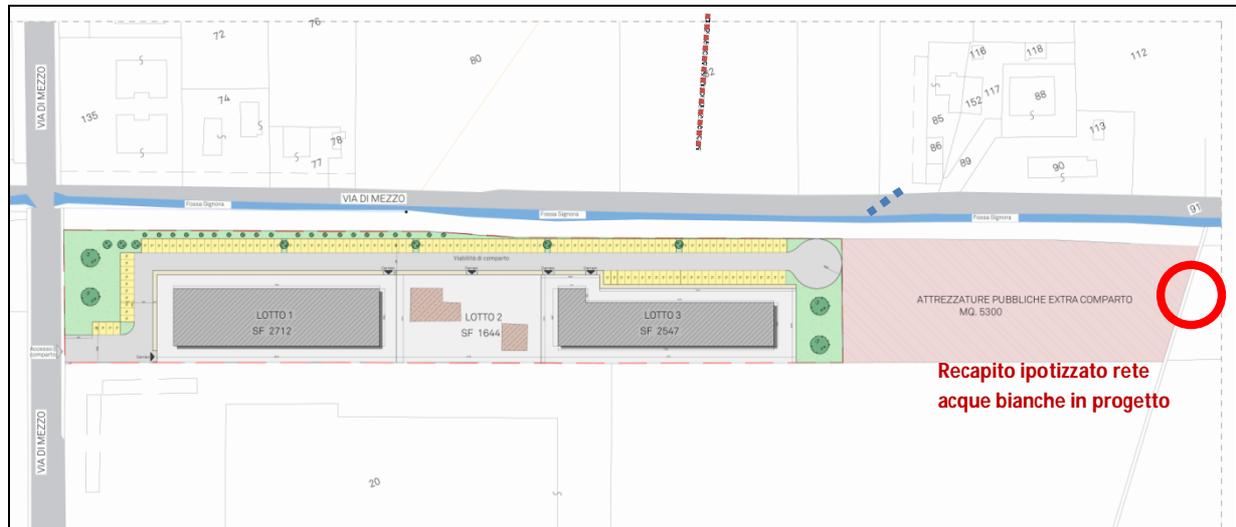


Figura 2: Schema di assetto planivolumetrico della zona in studio.

Come si riesce ad evincere da *Figura 2*, il comparto verrà diviso in 3 lotti. Il *Lotto 1* e *Lotto 3* saranno da realizzare ex novo mentre il *Lotto 2* è già stato edificato. Durante le valutazioni per il dimensionamento della fognatura delle acque bianche si è dovuto necessariamente considerare il fatto che esista una superficie già impermeabilizzata.

Schematicamente gli interventi si riassumono nella realizzazione di:

1. Rete delle acque bianche a servizio dell'intero comparto *D7 "La Fornace"* considerando le superfici già impermeabilizzate di quello che è stato definito come *Lotto 2*. Tale rete scaricherà nel canale Fossa Signora, in prima battuta in maniera diretta, con un coefficiente udometrico allo scarico pari a 5 l/s*ha di superficie impermeabile. I manufatti di regolazione della portata ed il condotto di scarico saranno realizzati nell'area extra comparto definita come "*Attrezzature pubbliche*".
2. Vasca di laminazione in terra a servizio del comparto che dovrà essere dimensionata per consentire l'accumulo temporaneo di un volume di acqua valutato in 700 m^3 per ogni ettaro impermeabilizzato; la tubazione di scarico dovrà fare le veci di bocca tarata che immetta nel reticolo idrografico di bonifica esterno una portata massima pari a 5 litri per secondo per ogni ettaro impermeabilizzato. Allo scarico dovrà necessariamente essere installata una valvola anti-riflusso. Si dovrà valutare la necessità di posare una difesa spondale nella zona dove si prevede lo scarico della fognatura bianca.
3. Rete delle acque nere a servizio dei lotti da realizzare nel comparto *D7 "La Fornace"*. Tale rete scaricherà, mediante condotta in pressione, in un pozzetto delle acque miste situato tra via di Mezzo e via Selvatica.



La laminazione delle acque meteoriche verrà effettuata mediante una tubazione di scarico tarata posata a valle di un manufatto speciale che sarà deputato anche a mettere in connessione la rete dei lotti con una vasca di laminazione esterna in terra. Il sistema composto da tubazioni, vasca di laminazione e scarico tarato riusciranno a garantire il rispetto dei valori di portata massima allo scarico derivanti dal coefficiente idrometrico imposto dal Consorzio della Bonifica Burana.

Lo studio idrologico e idraulico delle reti e la determinazione dei parametri idraulici sono stati definiti con il supporto del programma SWMM vers. 5.1 (Storm Water Management Model), sviluppato e aggiornato dall'agenzia federale statunitense per la protezione dell'ambiente U.S. E.P.A.

I dati idrologici sono stati estrapolati dalle specifiche tecniche del Consorzio di Bonifica ed Hera S.p.A.

CRITERI PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE RETI

Sulla base delle specifiche tecniche del Gestore del Sistema Fognario e sulla base delle più frequenti scelte operative, le reti a servizio delle nuove lottizzazioni avranno le seguenti caratteristiche generali:

- Dovranno essere rispettate tutte le disposizioni di carattere generale e le specifiche tecniche di Hera S.p.A.
- La rete delle acque nere dovrà essere realizzata con tubazioni in PVC SN8 UNI EN 1401, con pendenze di posa $i=0,2\%$ o superiori.
- Le tubazioni della rete delle acque meteoriche (acque bianche) oltre al diametro di 600 mm saranno realizzate in C.A.V. autoportante con pendenze di posa $i=0,2\%$ o superiori. Queste ultime condotte avranno una base piana, prefabbricate con giunto a bicchiere e guarnizione in elastomero incorporata nel bicchiere e saranno posate su soletta in calcestruzzo leggermente armato ad una pendenza media dello 0,1%. La normativa di riferimento è la UNI EN 1916 *"Tubi di calcestruzzo armato, non armato e rinforzato con fibre di acciaio"*.

Le giunzioni dovranno essere capaci di sopportare una sovrappressione massima di 0,5 m di colonna d'acqua; esse dovranno essere a tenuta ermetica ed essere fatte in elastomeri resistenti ai liquami aggressivi come prescritto dalla norma UNI 4920.

- Si mantengano degli spessori di ricoprimento minimo sulla generatrice superiore delle condotte in PVC non inferiori a 80 cm (salvo inserimento di piastra di ripartizione dei carichi); le condotte in materiale plastico saranno posate su un letto in pietrisco 3/6 e rinfianco fino a 20 cm sopra l'estradosso, sempre effettuato con pietrisco 3/6 o altro materiale inerte con simili caratteristiche granulometriche. Per le condotte della rete delle fognature nere, esse avranno una pendenza minima dello 0,2% o comunque tale da garantire che eventuali solidi sospesi non possano depositarsi all'interno di esse. La norma di riferimento per questo materiale è la UNI EN 1401-1 *"Condotte di scarico interrate di acque civili e industriali"*.
- I tubi di allacciamento d'utenza delle acque nere avranno un diametro nominale minimo pari a 160 mm e una pendenza minima dal punto di immissione non inferiore all'1%, ogni allacciamento sarà presidiato per la parte di monte da un sifone tipo "Firenze" od equivalente.
- Tra i sistemi di pretrattamento dei reflui, maggiormente utilizzati nel caso di condotti fognari con pendenze tali da non riuscire a garantire la velocità minima di autopulizia, si citano le fosse Imhoff; da installare in proprietà privata prima del sifone tipo "Firenze" od equivalente.



- Tutti i pozzetti fognari di acque bianche e nere saranno realizzati in calcestruzzo armato prefabbricato, monolitico o a elementi prefabbricati sovrapponibili, con garanzia di perfetta tenuta idraulica sia nei giunti tra gli elementi che negli imbocchi delle tubazioni. Il calcestruzzo impiegato per il confezionamento di tutti i pozzetti dovrà avere una classe di esposizione almeno XA2, con particolare riferimento alla resistenza all'attacco dei solfati (cemento ad alta resistenza ai solfati) e ai copriferri; il fondo dei pozzetti sarà sagomato con canalette semicircolari o a U, e relative banchine laterali, raccordate alle varie direzioni incidenti e defluenti, con imbocchi e guarnizioni preferibilmente predisposti per ricevere l'innesto delle tubazioni. Ai pozzetti di rete nera verrà applicata una resinatura interna a tutta altezza con resine epossidiche o epossidico-bituminose per uno spessore minimo 600 micron.
- I pozzetti per la linea delle acque bianche avranno forma quadrata, di dimensione minima 80x80 cm e distanza media pari a 50 m. In tutti i casi la distanza non dovrà mai superare i 70 m.
- I pozzetti di ispezione e raccordo della linea delle acque nere saranno a base circolare del diametro interno utile di 800 mm, lo spessore minimo delle pareti sarà di almeno 150 mm, ad interasse massimo di 30 m. La superficie interna del pozzetto dovrà presentarsi perfettamente liscia, le immissioni laterali dovranno essere a 45°
- I chiusini e telai di coronamento di tutti i pozzetti di ispezione saranno certificati per classe di resistenza D400 indipendentemente dal loro posizionamento. I chiusini di ispezione saranno di forma circolare con di dimensione DN600, saranno dotati di guarnizione in elastomero con coperchio articolato e con dispositivo di bloccaggio in posizione aperta; il dispositivo di apertura non dovrà richiedere la rotazione del coperchio sulla sua sede prima del suo sollevamento.
- Le caditoie, le bocche di lupo e le griglie lineari per il drenaggio delle superfici stradali e ciclo-pedonali, avranno griglie e luci di superficie netta adeguate alle esigenze delle rispettive aree sottese. Caditoie e griglie dovranno risultare compatibili, per ampiezza, dislocazione, disposizione, forma e classe di resistenza, con il traffico veicolare e ciclo-pedonale della zona servita; la classe di resistenza delle griglie per caditoie posizionate a centro strada sarà D400 mentre quella di griglie posizionate ai bordi della carreggiata sarà di classe C250 come prescritto dalla norma di riferimento UNI EN 124. Per quanto possibile l'esecuzione degli allacciamenti avverrà in corrispondenza dei pozzetti di ispezione, in alternativa si dovrà prevedere l'esecuzione di innesto a sella con realizzazione di fori mediante macchina carotatrice. Anche in questo caso la pendenza minima del tratto di allacciamento sarà dell'ordine dell'1%.
- Il dimensionamento dei volumi di laminazione avverrà con riferimento a piogge aventi tempo di ritorno non inferiore al tempo di ritorno dell'evento per il quale è stata dimensionata la rete. Risulta opportuno che il volume complessivo (compreso quello in rete) risulti maggiorato di almeno un 30% rispetto a quello determinato con il metodo delle sole piogge.
- La verifica del complesso fognatura-invaso di laminazione dovrà essere effettuata imponendo, quale condizione al contorno, la condizione più gravosa nel ricettore. Dovranno essere predisposti dei meccanismi in grado di evitare l'eventuale ingresso in vasca dell'acqua transitante nel ricevente e dovrà essere garantito il funzionamento previsto dall'organo di regolazione della portata allo scarico in relazione ai limiti di progetto.
- Nella vasca di laminazione in terra dovrà essere prevista una canaletta alla Francese, realizzata con pendenza di circa 0,5%, impostata su il fondo della vasca di laminazione stessa. Tale manufatto sarà utile a fare defluire in maniera più rapida le portate di pioggia minori e gli eventuali depositi.
- La vasca di laminazione deve essere realizzata per contenere acqua per un periodo di tempo che di solito non deve eccedere le 48-72 ore successive all'evento meteorico per prevenire lo sviluppo di



zanzare e di odori molesti e nel contempo per preparare il bacino ad accogliere un eventuale nuovo volume di acqua prodotto da un evento meteorico successivo.

- Per la regolazione delle portate in uscita della vasca di laminazione si deve fare affidamento ad una bocca tarata e la vasca di laminazione dovrà essere dimensionata considerando un franco di sicurezza e/o arginatura di circa 30 cm.
- I diametri delle condotte non dovranno essere inferiori a DN 200 mm per quanto attiene alle reti convoglianti acque nere e DN 300 mm per quanto attiene alle reti convoglianti acque meteoriche.
- Il tempo di ritorno da adottare nel dimensionamento delle reti di drenaggio delle acque meteoriche di comparto è pari a 20 anni. Il dimensionamento del volume di laminazione delle portate meteoriche dovrà essere effettuato considerando un tempo di ritorno di almeno 50 anni. In maniera speditiva dovrà essere verificato che la vasca di laminazione a servizio del comparto sia dimensionata per consentire l'accumulo temporaneo di un volume di acqua valutato in 700 m³ per ogni ettaro impermeabilizzato;
- Nei lotti da realizzare sarà da incentivare l'installazione di sistemi di dispersione al suolo delle sole "seconde piogge" provenienti dai tetti delle costruzioni da compiere. La realizzazione di tali sistemi sarà a carico degli acquirenti dei vari lotti e dovrà prevedere uno studio preliminare sulla capacità di infiltrazione del terreno per verificare la possibilità di smaltire l'intera portata. Qualora eventuali sistemi di infiltrazione dovessero richiedere degli sfiori di troppopieno, essi potranno scaricare nella fognatura bianca senza dover sottostare a particolari limitazioni di portata.

DIMENSIONAMENTO E VERIFICA RETE ACQUE BIANCHE

La rete delle acque bianche è stata dimensionata e verificata per accogliere le acque di ruscellamento stimate sulla base di isogrammi corrispondenti ad eventi di pioggia di durata di compresa tra 1 e 5 ore e Tempo di Ritorno (TR) pari a 50 anni, desunti da manuale tecnico Hera Modena S.r.l., e gli stessi dati sono stati utilizzati per dimensionare un'opportuna cassa di laminazione utilizzata anche come vasca di coalizzazione prima dell'immissione nel canale Fossa Signora. Tale rete di drenaggio è stata dimensionata in modo tale da garantire il rispetto della portata **massima allo scarico pari a 4,1 l/s**, come prescritto per rispettare il principio dell'invarianza idraulica.

Al fine di raggiungere, in uscita dalla lottizzazione, questo livello di laminazione della portata si è considerato che la somma dei volumi della vasca di accumulo (o volano) e dei collettori appositamente dimensionati dovrà raggiungere una volumetria minima stimata in 574 m³.

Allo stoccaggio temporaneo dell'acqua contribuiranno anche tutti i tratti che si dirameranno della dorsale principale della rete che verranno dimensionati nel dettaglio una volta progettato il piano di dettaglio di ciascun lotto di nuova realizzazione.

La rete principale delle sole acque meteoriche è stata progettata e verificata con condotte in **PVC ϕ 630 mm** appositamente dimensionate in modo da poter fungere da primo vaso di laminazione e per poter sopportare in maniera più efficiente il contraccolpo dovuto dall'entrata in funzione della condotta di scarico a sezione tarata.

Dopo circa 350 metri la condotta principale, appositamente dimensionata, terminerà in una vasca da realizzare in terra, appositamente sagomata con scarpate di pendenza massima pari a 3:1, che fungerà anche da vasca di calma prima del tubo tarato di regolazione della portata.

Per ridurre gli eventi di allagamento della vasca di laminazione è stato dimensionato un manufatto tale da evitare che le acque generatesi durante i primi 20 minuti di un evento di pioggia di durata oraria (Tr 50



anni) possano entrare nella vasca; i tempi di entrata in funzione della cassa si allungherebbero a circa 40 minuti nel caso di eventi di pioggia di durata di 5 ore (Tr 50 anni).

La condotta in uscita dal lotto, pozzetto B-08, avrà una prima strozzatura con un passaggio da una condotta in **PVC ϕ 630 mm** ad una condotta in **PVC ϕ 500 mm**. Sopra questo pozzetto ci sarà uno scarico in **PVC ϕ 800 mm** che fungerà da troppopieno per mettere in comunicazione la condotta di scarico con la zona allagabile soprastante. Si prevede, infatti, che gran parte dei 5'300 m² individuati come "Attrezzature pubbliche extra comparto" vengano destinate a vasca di laminazione, prevedendo l'allagamento in caso di piogge considerevoli.

Il pozzetto B-11 sarà il recapito finale della fognatura a valle del quale ci sarà lo scarico finale, mediante tubo tarato in **PVC ϕ 110 mm**, in un fosso afferente direttamente al canale Fossa Signora. In questo pozzetto vi sarà anche lo scarico finale della vasca di laminazione mediante condotta in **PVC ϕ 500 mm**.

All'uscita verrà installata una valvola di non-ritorno tipo "clapet". Nel tratto interessato dallo scarico, l'alveo del corpo idrico dovrà essere opportunamente rivestito con massi o altro materiale anticorrosione secondo le prescrizioni del Consorzio della Bonifica Burana.

Al massimo ogni 50 m verranno posati dei pozzetti di ispezione prefabbricati di forma quadrata in calcestruzzo vibrato, realizzato con l'impiego di cemento ad alta resistenza dei solfati, di dimensioni interne minime di 100x100 cm. Per ulteriori specifiche tecniche si rimanda al disciplinare di HERA S.p.a e a quanto menzionato nell'introduzione alla presente relazione.

Per i calcoli idraulici è stata utilizzata una Curva di Possibilità Pluviometrica desunta dall'elaborazione statistica delle serie dei massimi delle altezze di pioggia registrate nel territorio del comprensorio di Bonifica per un Tempo di Ritorno (Tr) di 50 anni.

I valori di a ed n sono stati desunti dalla seguente tabella di Figura 3:

| Tempo Ritorno [anni] | $a1$ (mm/h) [t<1 h] | $n1$ [t<1 h] | $a2$ (mm/h) [t>1 h] | $n2$ [t>1 h] |
|----------------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|
| 2 | 23.5 | 0.355 | 22.2 | 0.300 |
| 5 | 33.2 | 0.345 | 31.1 | 0.263 |
| 10 | 39.5 | 0.342 | 36.9 | 0.245 |
| 20 | 45.6 | 0.340 | 42.5 | 0.235 |
| 50 | 53.5 | 0.339 | 49.8 | 0.245 |
| 100 | 59.4 | 0.338 | 55.3 | 0.216 |

Figura 3: Parametri della curva di possibilità climatica valida sul territorio della Provincia di Modena (PTCP).

Successivamente si è proceduto a stimare il valore della permeabilità media del lotto:

| | Sup [m2] | % perm | % imp | Sup perm [m2] | Sup imp [m2] |
|-------------------------|-----------------|---------|---------|----------------|----------------|
| Sedime edificabile | 3'180,0 | 0,00% | 100,00% | 0 | 3180 |
| Area permeabili lotti | 2'070,9 | 100,00% | 0,00% | 2070,9 | 0 |
| Viabilità interna lotti | 1'652,1 | 0,00% | 100,00% | 0 | 1652,1 |
| Strade | 2'245,0 | 0,00% | 100,00% | 0 | 2245 |
| Autobloccanti | 875,0 | 50,00% | 50,00% | 437,5 | 437,5 |
| Verde in cessione | 1'713,0 | 100,00% | 0,00% | 1713 | 0 |
| Parcheggi autobloccanti | 737,5 | 50,00% | 50,00% | 368,75 | 368,75 |
| Pedonali autobloccanti | 401,5 | 20,00% | 80,00% | 80,3 | 321,2 |
| Tot | 12'875,0 | | | 4'670,5 | 8'204,6 |

Im 63,72%

Figura 4: Ripartizione delle superfici per definizione del modello idraulico.



| T (anni) | PERM | IMP |
|----------|------|------|
| 20 | 0.20 | 0.90 |

| | | |
|--|--------|---------------------------------|
| $\varphi = \varphi_{PERM}(1 - I_M) + \varphi_{IMP}I_M$ | 64,61% | Valido per i lotti |
| | 20,00% | Valido per vasca di laminazione |

Figura 5: Stima dei coefficienti di deflusso in fognatura.

In Figura 5 si sono stimati i valori dei coefficienti di deflusso in fognatura, uno medio per i lotti e uno per la vasca di laminazione in terra. Tale distinzione è per ottenere un valore che sia il più realistico possibile.

Dai dati di progetto indicati, indicati in Figura 4, avremo un incremento di superficie impermeabilizzata pari a 8.205,00 m² per cui, utilizzando le indicazioni fornite dal Consorzio di Bonifica, avremo pertanto la necessità di una capacità di stoccaggio di acque meteoriche pari a 8'205,00 / 10'000 x 700= 575 m³ ed una bocca tarata delle dimensioni pari ad una tubazione circolare in **PVC ϕ 110**.

La capacità di stoccaggio può essere costituita da:

- 300 m di tubazione in **PVC ϕ 630 mm** pari a 82,91 m³
- 125 m di tubazione in **PVC ϕ 500 mm** pari a 21,78 m³
- Vasca di laminazione costituita da una depressione di profondità media pari 30 cm per tutta la superficie a verde di 5.300 m².

La somma dei volumi di stoccaggio risulta pari a 1'164 m³, notevolmente superiore alla volumetria minima richiesta ma indispensabile per fare funzionare adeguatamente il modello idraulico relativo al progetto proposto. L'ampia superficie della vasca di laminazione è da giustificare con la volontà di realizzare una depressione nel terreno sicura e a bassissimo impatto paesaggistico, ottimamente inseribile nel contesto urbanistico ed in pieno accordo con la zonizzazione del PSC ed il PTCP della Provincia di Modena.

In queste condizioni la portata di scarico da rispettare sarà pari a:

$$Q_{MAX} = U_{MAX} * S_{IMP} = 5 \text{ l/s} * ha * 0,82ha = 4,1 \text{ l/s}$$

Date le scarse portate in uscita è molto probabile che il tubo tarato, per rispettare la portata massima in uscita, debba essere inferiore al **PVC ϕ 110 mm** considerato. Si utilizzerà, comunque, il diametro stimato per scongiurare il rischio di intasamenti del tubo stesso che potrebbero portare a pericolosi allagamenti nel comparto in oggetto. Tali allagamenti si potrebbero verificare più facilmente con un tubo di diametro inferiore.



Analisi idrologica-idraulica

Le modifiche di destinazione d'uso di un terreno prevalentemente naturale o agricolo provocano, a causa dell'inevitabile impermeabilizzazione del suolo, variazioni sostanziali dei parametri idraulici di riferimento (coefficiente di deflusso e tempi di corrivazione). Per contenere il perturbamento dell'equilibrio idraulico della rete idrica superficiale a valle di un generico scarico è necessario introdurre una vasca di laminazione che sia capace di fungere da polmone di espansione in modo tale da mantenere un flusso in uscita compatibile con quelli dello stato di fatto.

Il sistema di drenaggio, raccolta e smaltimento 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, dove necessario, la fuoriuscita dai pozzetti, rappresentata con l'utilizzo di "Ponded Area", pari a 150 m². **I pozzetti B-09, B-10 e B-11 vengono considerati "aperti" in modo tale da poter allagare la sovrastante vasca di laminazione.**

Nella simulazione valida per il dimensionamento della cassa di laminazione è stato utilizzato un ietogramma rettangolare (5 ore) valido per un evento di Tr 50 e si è imposto un limite alle sovrappressioni all'interno dei nodi pari a 0,5 m; alcuni nodi risultano sovraccarichi a causa del fatto che si dovrà progettare una fognatura con funzione di invaso.

Il sistema idrografico artificiale relativo al progetto proposto è schematizzabile in diversi bacini che, grazie alle loro proprie caratteristiche, contribuiscono a determinare le superfici che verranno sollecitate dagli eventi di pioggia considerati. I bacini sono stati determinati sulla base dello stato della pianificazione definitiva dell'area e in base alle linee dei collettori proposti in fase di progettazione preliminare in modo da avere una distribuzione delle portate che sia la più uniforme possibile.

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

- Individuazione dei bacini tributari per ogni tratto fognario, definizione dell'uso del suolo previsto con particolare attenzione alle caratteristiche di permeabilità del territorio;
- Valutazione delle sollecitazioni pluviometriche che possono interessare l'area in esame;
- Valutazione della risposta idrologica della rete precedentemente dimensionata e verifica del sistema di drenaggio complessivo in termini di portate, velocità e volumi di deflusso in funzione della sollecitazione piovosa considerata;
- Definizione delle portate transitanti nella rete di drenaggio e verifica delle condizioni di scarico.

I risultati delle verifiche hanno consentito di calibrare, e quindi meglio interpretare, le soluzioni tecniche da adottare per il progetto esecutivo della rete di drenaggio delle acque bianche superficiali.

L'analisi idrologica ha lo scopo di definire le portate di pioggia che si possono prevedere in funzione di un determinato tempo di ritorno e a una fissata durata dell'evento di pioggia.

La stima degli afflussi/deflussi è stata realizzata utilizzando come parametro di calcolo il metodo *di Horton*, questo metodo ricava l'altezza di pioggia efficacemente defluita nel bacino in funzione del tipo di suolo, della capacità di immagazzinamento e dalle condizioni dello stesso prima dell'evento. L'analisi è stata fatta analizzando i tempi di ritorno delle piogge ed il coefficiente di deflusso, dipendente dalla permeabilità e dall'uso del terreno, e da qui si sono determinati i valori massimi della portata istantanea al colmo. La



determinazione della portata al colmo col metodo afflussi/deflussi deve avere come input l'altezza di pioggia ricavata dall'elaborazione statistica dei dati pluviometrici.

Dati in ingresso per la verifica della cassa di laminazione

Per semplificare i calcoli idrologici si è scelto di fare riferimento ad uno *ietogramma tipo "rettangolare"*, ricavato sulla base dei dati raccolti dai tecnici di HERA Modena S.r.l.:

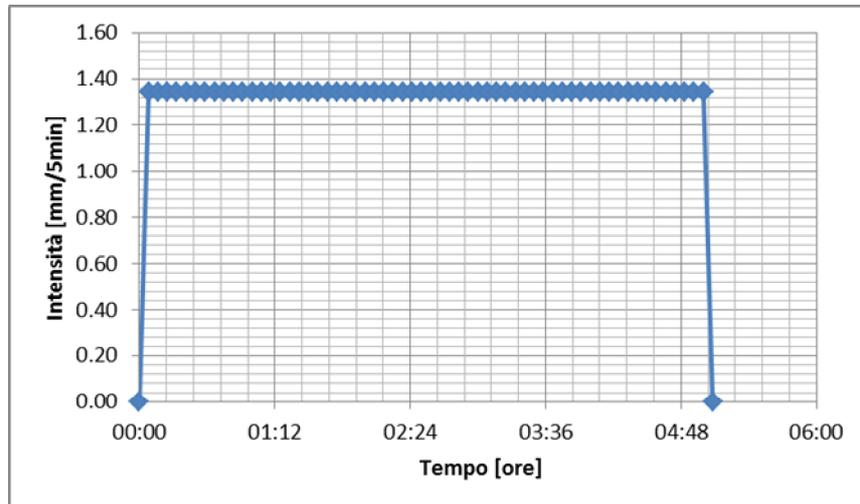


Figura 6: Ietogramma tipo rettangolare TR50, 5 ore. Fonte: HERA Modena S.r.l. .

E' stata utilizzata una Curva di Possibilità Pluviometrica desunta dall'elaborazione statistica delle serie dei massimi delle altezze di pioggia registrate nel territorio del comprensorio di Bonifica per un Tempo di Ritorno di 50 anni. I valori di a ed n sono stati desunti dalla e tabella considerando il sito facente parte della fascia climatica di "alta pianura".

Numericamente si adotta la distribuzione di Gumbel descritta dall'espressione da cui risultano le seguenti altezze di pioggia caratteristiche per un $T_r=50$ anni:

| Durata (ore) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| H (mm) | 49,80 | 59,02 | 65,18 | 69,94 | 73,87 |

Il simulatore numerico

La simulazione idraulica per la determinazione delle portate defluenti nelle sezioni di chiusura delle aree scolanti è stata effettuata con il già citato modello SWMM che descrive quantitativamente la trasformazione delle piogge in deflussi superficiali sull'area di bacino imbrifero e quindi in correnti idriche che confluiscono e si propagano lungo i collettori, considerando di definire le portate nella configurazione di progetto in funzione della durata di pioggia e del tempo di ritorno.

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. 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, 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 di Horton. Nei casi in cui l'infiltrazione e l'evaporazione siano potenzialmente superiori alla precipitazione il deflusso è ovviamente nullo. Nel caso in esame si sono considerati solo due eventi di pioggia (uni di progetto e uno di verifica) con un arco temporale di 5 ore e si è considerata una simulazione di 5 giorni; come detto precedentemente è stato utilizzato uno ietogramma di progetto di durata un'ora di tipo *rettangolare*, equivalente ad un Tempo di Ritorno di 50 anni, e uno "di verifica" *rettangolare* di durata 5 ore equivalente sempre ad un Tempo di Ritorno di 50 anni. Il primo ietogramma ha la finalità di dimensionare i diametri delle condotte ed il secondo di valutare in maniera più specifica la risposta della vasca volano e della rete in condizioni di pioggia costante. I parametri che si devono 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) in funzione della tipologia di suolo;
- Ietogrammi di ingresso per 50 anni di TR;
- Il metodo di analisi afflussi/deflussi.

Come anticipato, per la determinazione delle principali perdite idrologiche come evapotraspirazione, infiltrazione ed immagazzinamento nelle depressioni superficiali, è stato utilizzato il metodo Horton. Mediante prove sperimentali Horton osservò che qualora fosse disponibile un volume idrico in superficie superiore al tasso di infiltrazione $f(t)$, allora $f(t)$ stesso varia da un valore iniziale f_0 al valore a regime f_c , che veniva raggiunto con la legge esponenziale decrescente, ovvero:

$$f(t) = f_c + (f_0 - f_c) * e^{-r*t}$$

Dove r [T^{-1}] è una costante di decadimento.

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.



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.

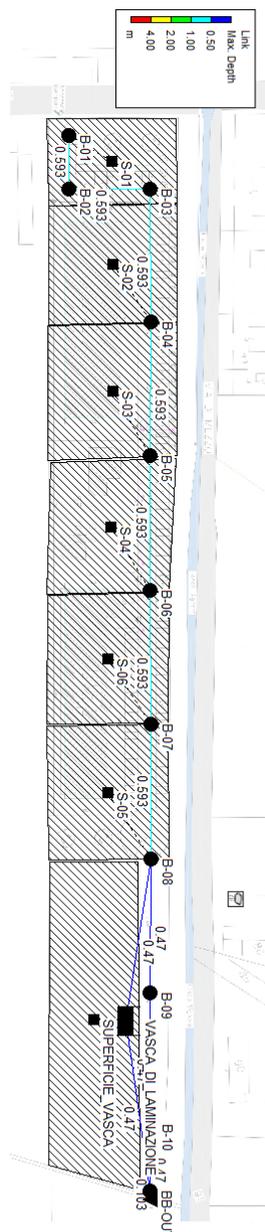


Figura 7: Rappresentazione schematica modello idrodinamico.

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.

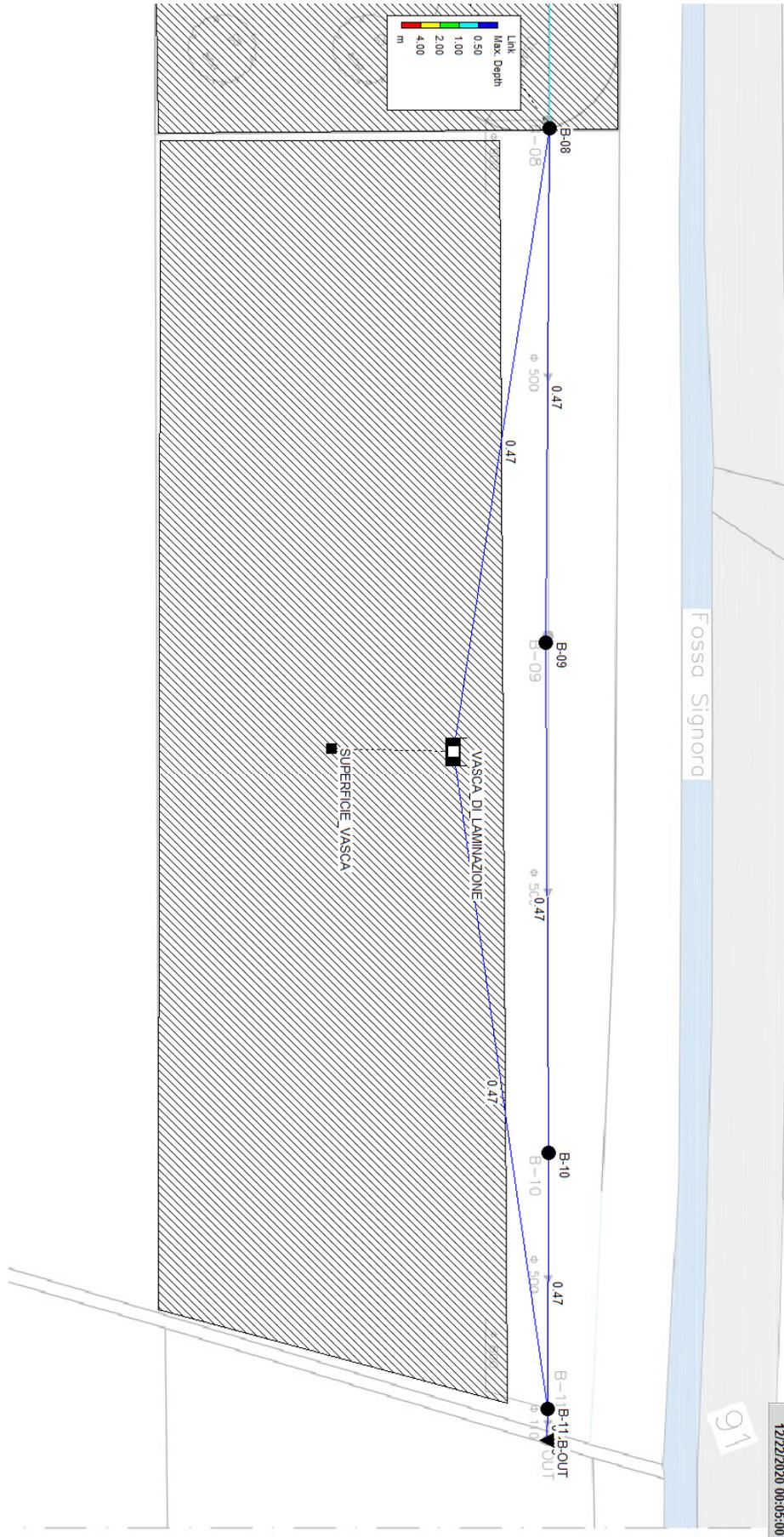


Figura 8: Dettaglio della vasca di laminazione e manufatto di scarico.



Stato di progetto

La rete di drenaggio delle acque meteoriche è stata concepita mediante un'unica dorsale realizzata con un collettore appositamente dimensionato prima dello sbocco nella vasca coalizzazione dalla quale, infine, partirà un tubo in **PVC 110 SN8** il quale scaricherà in un fosso di scolo direttamente tributario al canale Fossa Signora.

Schematicamente il comparto è stato suddiviso in 6 aree omogenee, tutte afferenti alla condotta principale, e una superficie raffigurante l'area della vasca di laminazione.

Per chiara scelta progettuale non si prevede una valvola di regolazione della portata, bensì un tubo tarato.

In uscita dal pozzetto B-OUT dovrà essere installata una valvola di ritegno tipo *Clapet* che sarà collocata in un'ideale chiavica come da prescrizione di HERA S.p.a. Lo scarico è stato stimato almeno 60 cm sopra il fondo del canale in modo da evitare l'intasamento della valvola di ritegno.

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.

Per tutti i sottobacini in oggetto, e facendo riferimento ad alcuni dati citati in letteratura, si è scelto di utilizzare nel modello *SWMM* i seguenti valori dei principali parametri:

- lama d'acqua di detenzione superficiale su suolo impermeabile = 2 mm;
- lama d'acqua di detenzione superficiale su suolo permeabile = 5 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 = $0,1 \text{ m}^{-0,33} \text{ s}$;
- aliquota massima della curva di infiltrazione di Horton (f_0) = 76 mm/ora;
- aliquota minima della curva di infiltrazione di Horton (f_c) = 13 mm/ora;
- costante della curva di infiltrazione di Horton (r) = $4,14 \text{ ore}^{-1}$;

Verifica della risposta della rete per un evento di TR = 50 anni

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.

Il modello *SWMM*, calibrato secondo le possibilità concesse dalle informazioni preliminari disponibili, è applicato per il calcolo dell'idrogramma della piena di riferimento, corrispondente 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.

Seguendo le metodologie sopra esposte, sono stati stimati gli idrogrammi defluenti da ciascun sottobacino per l'evento pluviometrico assegnato e quindi la portata in transito istante per istante in ogni collettore ed il carico piezometrico all'interno di ciascun nodo della rete.

Nei pozzetti non si ha mai la fuoriuscita di acqua, nel tratto compreso tra B-08 e B-11 il franco risulta essere di poche decine di centimetri. Nelle pagine seguenti si riportano alcuni idrogrammi delle portate in uscita



allo scarico della vasca di laminazione ed il profilo di rigurgito delle condotte principali nell'istante di massimo riempimento. Si riportano alcuni grafici riguardanti le pressioni all'interno di alcuni nodi critici e i tabulati del programma SWMM.

Di norma si dovrebbe considerare, per rendere la condizione ancora più sfavorevole, un rigurgito del canale tributario; all'occorrenza sarà da effettuare una simulazione considerando lo sbocco occluso da un tirante tale quasi da sormontare completamente il tubo di scarico. In prima battuta si considera un tirante di 2/3 la profondità massima della sezione di scarico.

In questa prima simulazione si è scelto di considerare lo sbocco libero poiché appena più a monte di questo scarico è presente una tubazione che recapita nel medesimo fosso ad una quota inferiore di circa 40 cm rispetto a quanto in progetto.

Risultati per tempo di pioggia di 1 ora

Come si può evincere dal tabulato in allegato, in questa configurazione si raggiunge un valore medio di portata di scarico, pari a 4,41 l/s, dello stesso ordine di grandezza rispetto ai 4,1 l/s previsti come limite.

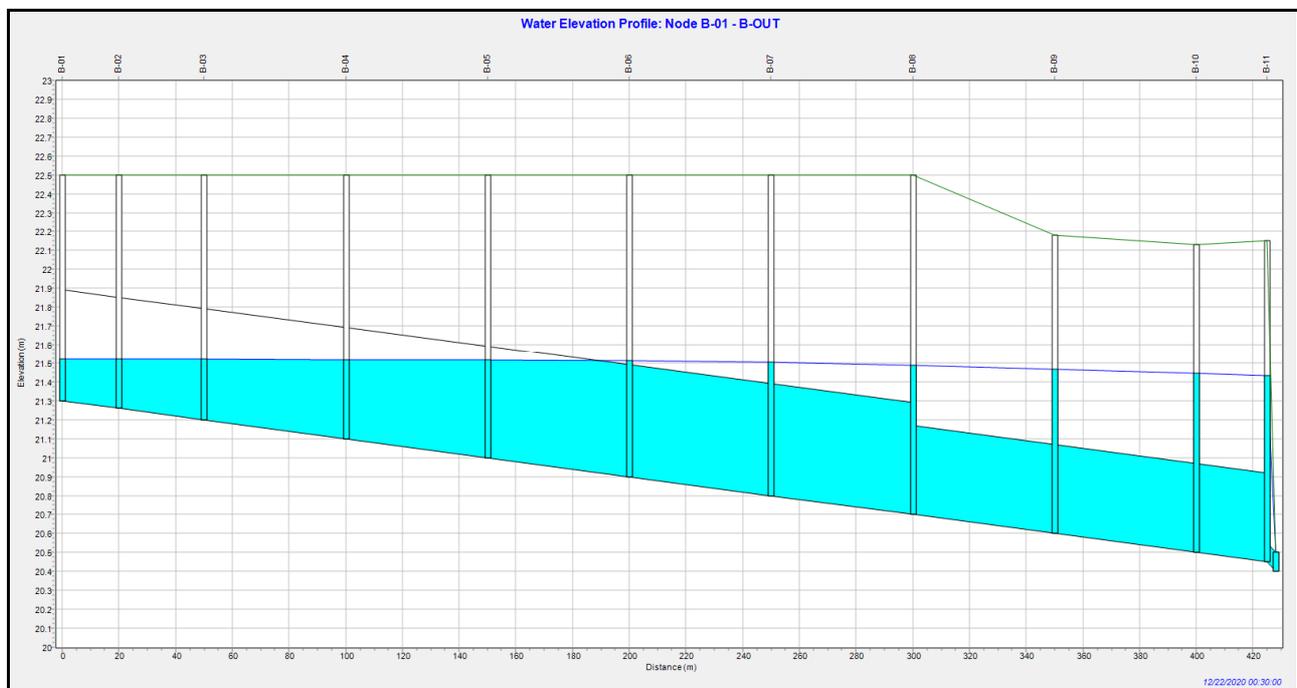


Figura 9: Profilo di rigurgito della dorsale principale da pozzetto B-01 allo scarico B-OUT.

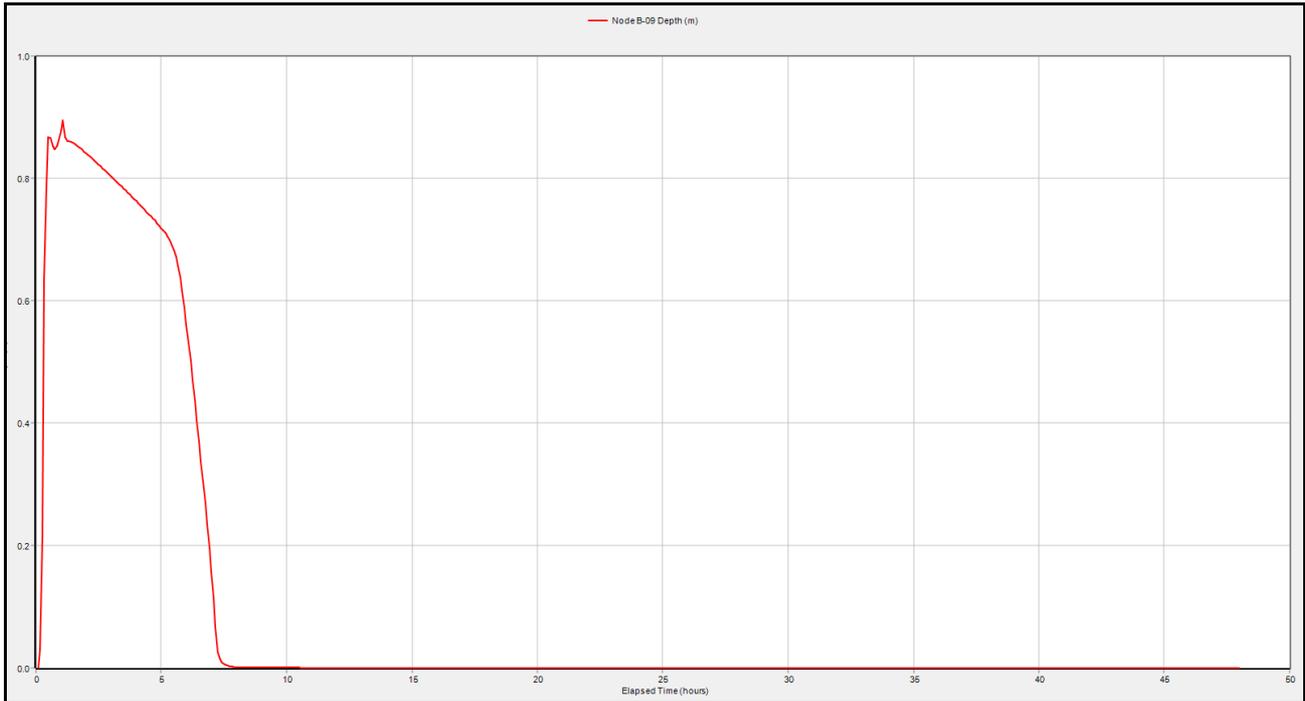


Figura 10: Quota del pelo libero nel pozzetto con il franco minimo (B-09).

| Summary Results | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----------------|----------------|---------------|----------------|------------------|----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|--------------|
| Topic: Subcatchment Runoff | | | | | | | | | | |
| Subcatchment | Total Precip mm | Total Runon mm | Total Evap mm | Total Infil mm | Imperv Runoff mm | Perv Runoff mm | Total Runoff mm | Total Runoff 10 ⁶ ltr | Peak Runoff LPS | Runoff Coeff |
| S-01 | 49.80 | 0.00 | 0.00 | 13.57 | 31.23 | 4.06 | 35.29 | 0.06 | 18.74 | 0.709 |
| S-02 | 49.80 | 0.00 | 0.00 | 13.67 | 31.23 | 3.95 | 35.18 | 0.07 | 24.38 | 0.706 |
| S-03 | 49.80 | 0.00 | 0.00 | 13.82 | 31.23 | 3.80 | 35.03 | 0.08 | 27.62 | 0.703 |
| S-04 | 49.80 | 0.00 | 0.00 | 13.98 | 31.22 | 3.64 | 34.87 | 0.08 | 26.49 | 0.700 |
| S-05 | 49.80 | 0.00 | 0.00 | 14.29 | 31.22 | 3.34 | 34.56 | 0.08 | 25.86 | 0.694 |
| S-06 | 49.80 | 0.00 | 0.00 | 14.27 | 31.22 | 3.36 | 34.58 | 0.08 | 25.45 | 0.694 |
| SUPERFICIE_VASCA | 49.80 | 0.00 | 0.00 | 35.06 | 9.67 | 4.78 | 14.45 | 0.08 | 29.56 | 0.290 |

Figura 11: Risposta dei bacini ad una pioggia di durata di 1h.

| Summary Results | | | | | |
|--------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Topic: Conduit Surcharge | | | | | |
| Conduit | Hours Both Ends Full | Hours Upstream Full | Hours Dnstream Full | Hours Above Normal Flow | Hours Capacity Limited |
| C5 | 0.01 | 0.01 | 0.68 | 0.01 | 0.01 |
| C6 | 0.68 | 0.68 | 2.86 | 0.01 | 0.01 |
| C7 | 2.86 | 2.86 | 5.06 | 0.01 | 0.01 |
| C8 | 5.66 | 5.66 | 5.94 | 0.01 | 0.01 |
| C9 | 5.94 | 5.94 | 6.21 | 0.01 | 0.01 |
| C10 | 6.21 | 6.21 | 6.34 | 0.01 | 0.01 |
| C19 | 0.01 | 7.10 | 0.01 | 7.02 | 0.01 |

Figura 12: Tabella riepilogativa dei sovraccarichi nei condotti.



| Node | Type | Average Depth Meters | Maximum Depth Meters | Maximum HGL Meters | Day of Maximum Depth | Hour of Maximum Depth | Maximum Reported Depth Meters |
|----------------------|----------|----------------------|----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------|
| B-01 | JUNCTION | 0.01 | 0.29 | 21.59 | 0 | 01:05 | 0.28 |
| B-02 | JUNCTION | 0.02 | 0.32 | 21.58 | 0 | 01:05 | 0.32 |
| B-03 | JUNCTION | 0.02 | 0.38 | 21.58 | 0 | 01:05 | 0.38 |
| B-04 | JUNCTION | 0.04 | 0.48 | 21.58 | 0 | 01:05 | 0.48 |
| B-05 | JUNCTION | 0.05 | 0.58 | 21.58 | 0 | 01:05 | 0.58 |
| B-06 | JUNCTION | 0.06 | 0.67 | 21.57 | 0 | 01:05 | 0.67 |
| B-07 | JUNCTION | 0.07 | 0.75 | 21.55 | 0 | 01:05 | 0.75 |
| B-08 | JUNCTION | 0.09 | 0.82 | 21.52 | 0 | 01:05 | 0.82 |
| B-09 | JUNCTION | 0.10 | 1.40 | 22.00 | 0 | 00:17 | 0.90 |
| B-10 | JUNCTION | 0.12 | 1.09 | 21.59 | 0 | 00:17 | 0.97 |
| B-11 | JUNCTION | 0.13 | 1.01 | 21.46 | 0 | 01:14 | 1.01 |
| B-OUT | OUTFALL | 0.02 | 0.10 | 20.50 | 0 | 00:15 | 0.10 |
| VASCA_DI_LAMINAZIONE | STORAGE | 0.02 | 0.22 | 21.46 | 0 | 01:15 | 0.22 |

Figura 13: Livelli del tirante all'interno dei pozzetti.

| Node | Type | Maximum Lateral Inflow LPS | Maximum Total Inflow LPS | Day of Maximum Inflow | Hour of Maximum Inflow | Lateral Inflow Volume 10 ⁶ ltr | Total Inflow Volume 10 ⁶ ltr | Flow Balance Error Percent |
|----------------------|----------|----------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|---|---|----------------------------|
| B-01 | JUNCTION | 18.74 | 18.74 | 0 | 01:05 | 0.0558 | 0.0558 | -0.079 |
| B-02 | JUNCTION | 0.00 | 18.30 | 0 | 01:05 | 0 | 0.0561 | -0.083 |
| B-03 | JUNCTION | 0.00 | 28.10 | 0 | 00:23 | 0 | 0.0588 | 0.048 |
| B-04 | JUNCTION | 24.38 | 42.93 | 0 | 01:06 | 0.0728 | 0.133 | -0.054 |
| B-05 | JUNCTION | 27.62 | 67.39 | 0 | 01:06 | 0.083 | 0.215 | -0.018 |
| B-06 | JUNCTION | 26.49 | 91.54 | 0 | 01:05 | 0.0802 | 0.293 | -0.012 |
| B-07 | JUNCTION | 25.45 | 116.72 | 0 | 01:05 | 0.0782 | 0.371 | 0.013 |
| B-08 | JUNCTION | 25.86 | 142.58 | 0 | 01:05 | 0.0795 | 0.494 | -0.012 |
| B-09 | JUNCTION | 0.00 | 82.61 | 0 | 00:16 | 0 | 0.306 | 0.018 |
| B-10 | JUNCTION | 0.00 | 58.55 | 0 | 00:36 | 0 | 0.306 | 0.052 |
| B-11 | JUNCTION | 0.00 | 58.55 | 0 | 00:36 | 0 | 0.615 | 0.010 |
| B-OUT | OUTFALL | 0.00 | 21.94 | 0 | 01:14 | 0 | 0.525 | 0.000 |
| VASCA_DI_LAMINAZIONE | STORAGE | 29.56 | 149.45 | 0 | 01:05 | 0.0766 | 0.354 | 0.003 |

Figura 14: Portate transittanti nei nodi.



Risultati per tempo di pioggia di 5 ora

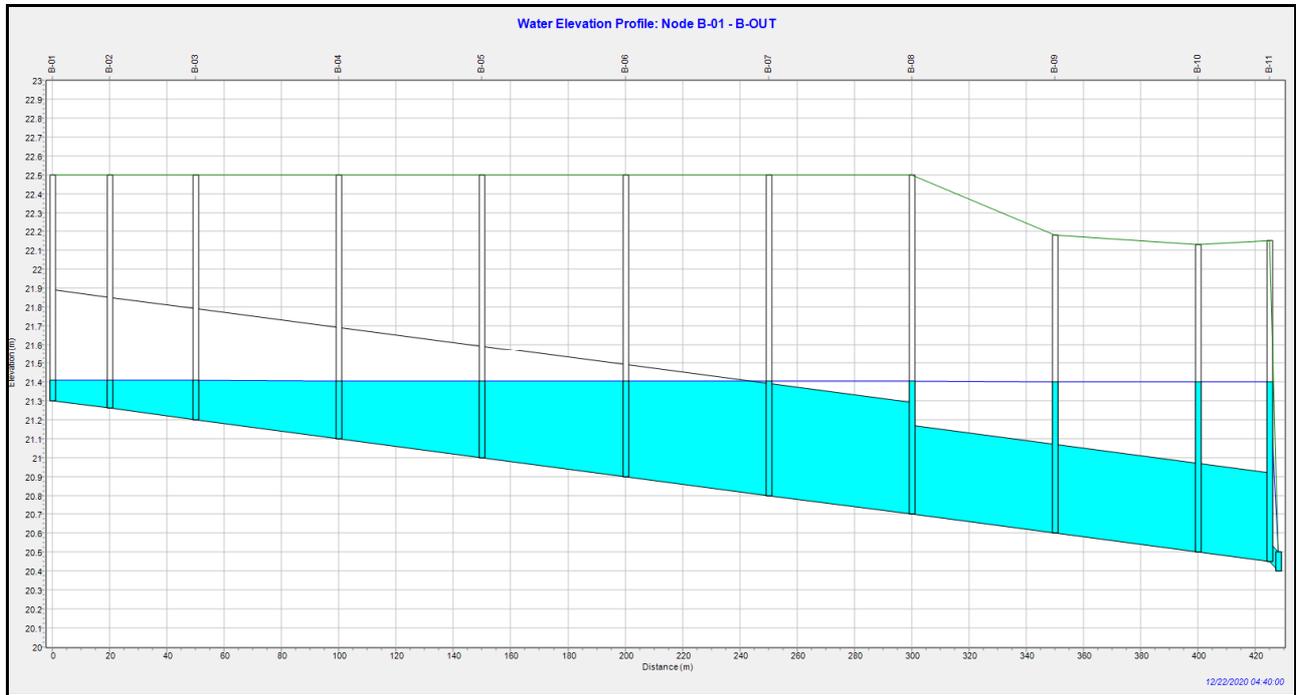


Figura 15: Profilo di rigurgito della dorsale principale da pozzetto B-01 allo scarico B-OUT.

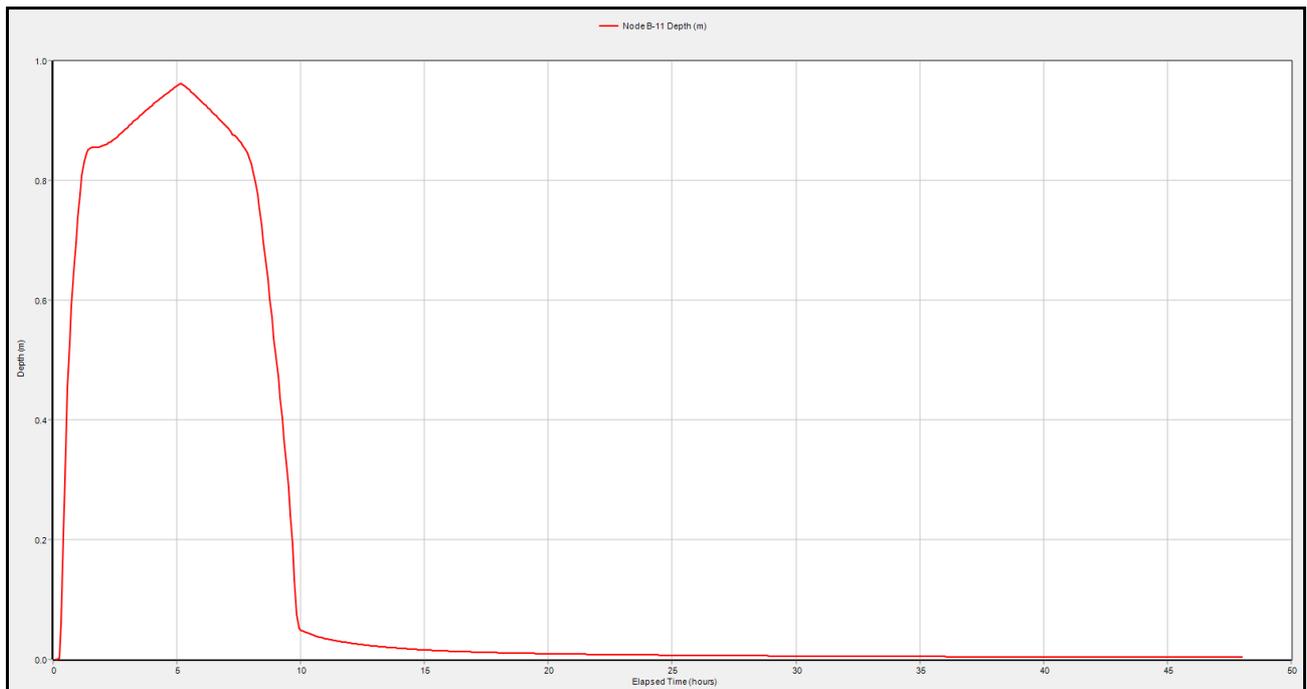


Figura 16: Quota del pelo libero nel pozzetto con il franco minimo (B-11).



| Summary Results | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|----------------|---------------|----------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------|--------------|
| Topic: Subcatchment Runoff | | | | | | | | | | |
| Click a column header to sort the column. | | | | | | | | | | |
| Subcatchment | Total Precip mm | Total Runon mm | Total Evap mm | Total Infil mm | Imperv Runoff mm | Perv Runoff mm | Total Runoff mm | Total Runoff 10 ^{^6} ltr | Peak Runoff LPS | Runoff Coeff |
| S-01 | 73.80 | 0.00 | 0.00 | 26.12 | 46.72 | 0.00 | 46.72 | 0.07 | 4.20 | 0.633 |
| S-02 | 73.80 | 0.00 | 0.00 | 26.12 | 46.72 | 0.00 | 46.72 | 0.10 | 5.50 | 0.633 |
| S-03 | 73.80 | 0.00 | 0.00 | 26.12 | 46.72 | 0.00 | 46.72 | 0.11 | 6.29 | 0.633 |
| S-04 | 73.80 | 0.00 | 0.00 | 26.12 | 46.72 | 0.00 | 46.72 | 0.11 | 6.11 | 0.633 |
| S-05 | 73.80 | 0.00 | 0.00 | 26.12 | 46.72 | 0.00 | 46.72 | 0.11 | 6.10 | 0.633 |
| S-06 | 73.80 | 0.00 | 0.00 | 26.12 | 46.72 | 0.00 | 46.72 | 0.11 | 6.00 | 0.633 |
| SUPERFICIE_VASCA | 73.80 | 0.00 | 0.00 | 59.04 | 14.46 | 0.00 | 14.46 | 0.08 | 4.37 | 0.196 |

Figura 17: Risposta dei bacini ad una pioggia di durata di 5h.

| Summary Results | | | | | | | |
|---|----------|----------------------|----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------|
| Topic: Node Depth | | | | | | | |
| Click a column header to sort the column. | | | | | | | |
| Node | Type | Average Depth Meters | Maximum Depth Meters | Maximum HGL Meters | Day of Maximum Depth | Hour of Maximum Depth | Maximum Reported Depth Meters |
| B-01 | JUNCTION | 0.01 | 0.12 | 21.42 | 0 | 05:05 | 0.12 |
| B-02 | JUNCTION | 0.02 | 0.16 | 21.42 | 0 | 05:05 | 0.16 |
| B-03 | JUNCTION | 0.02 | 0.22 | 21.42 | 0 | 05:05 | 0.22 |
| B-04 | JUNCTION | 0.04 | 0.32 | 21.42 | 0 | 05:05 | 0.32 |
| B-05 | JUNCTION | 0.06 | 0.42 | 21.42 | 0 | 05:05 | 0.42 |
| B-06 | JUNCTION | 0.07 | 0.52 | 21.42 | 0 | 05:05 | 0.52 |
| B-07 | JUNCTION | 0.09 | 0.62 | 21.42 | 0 | 05:05 | 0.62 |
| B-08 | JUNCTION | 0.11 | 0.72 | 21.42 | 0 | 05:05 | 0.72 |
| B-09 | JUNCTION | 0.13 | 0.81 | 21.41 | 0 | 05:05 | 0.81 |
| B-10 | JUNCTION | 0.15 | 0.91 | 21.41 | 0 | 05:06 | 0.91 |
| B-11 | JUNCTION | 0.16 | 0.96 | 21.41 | 0 | 05:08 | 0.96 |
| B-OUT | OUTFALL | 0.03 | 0.10 | 20.50 | 0 | 00:28 | 0.10 |
| VASCA_DI_LAMINAZIONE | STORAGE | 0.02 | 0.17 | 21.41 | 0 | 05:08 | 0.17 |

Figura 18: Livelli del tirante all'interno dei pozzi.

| Summary Results | | | | | | | | |
|---|----------|----------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|--|--|----------------------------|
| Topic: Node Inflow | | | | | | | | |
| Click a column header to sort the column. | | | | | | | | |
| Node | Type | Maximum Lateral Inflow LPS | Maximum Total Inflow LPS | Day of Maximum Inflow | Hour of Maximum Inflow | Lateral Inflow Volume 10 ^{^6} ltr | Total Inflow Volume 10 ^{^6} ltr | Flow Balance Error Percent |
| B-01 | JUNCTION | 4.20 | 4.20 | 0 | 05:05 | 0.0738 | 0.0738 | -0.032 |
| B-02 | JUNCTION | 0.00 | 4.22 | 0 | 01:18 | 0 | 0.0739 | -0.037 |
| B-03 | JUNCTION | 0.00 | 4.44 | 0 | 01:08 | 0 | 0.0741 | -0.014 |
| B-04 | JUNCTION | 5.50 | 9.69 | 0 | 01:42 | 0.0967 | 0.171 | -0.022 |
| B-05 | JUNCTION | 6.29 | 15.98 | 0 | 01:42 | 0.111 | 0.281 | -0.008 |
| B-06 | JUNCTION | 6.11 | 22.24 | 0 | 00:40 | 0.107 | 0.389 | -0.007 |
| B-07 | JUNCTION | 6.00 | 28.50 | 0 | 00:36 | 0.106 | 0.494 | 0.004 |
| B-08 | JUNCTION | 6.10 | 34.19 | 0 | 01:43 | 0.107 | 0.624 | -0.005 |
| B-09 | JUNCTION | 0.00 | 30.80 | 0 | 00:29 | 0 | 0.456 | 0.005 |
| B-10 | JUNCTION | 0.00 | 27.76 | 0 | 01:39 | 0 | 0.456 | 0.023 |
| B-11 | JUNCTION | 0.00 | 27.76 | 0 | 01:39 | 0 | 0.712 | 0.007 |
| B-OUT | OUTFALL | 0.00 | 21.38 | 0 | 05:08 | 0 | 0.677 | 0.000 |
| VASCA_DI_LAMINAZIONE | STORAGE | 4.37 | 22.45 | 0 | 05:05 | 0.0767 | 0.279 | -0.000 |

Figura 19: Portate transanti nei nodi.



| Conduit | Hours Both Ends Full | Hours Upstream Full | Hours Dnstream Full | Hours Above Normal Flow | Hours Capacity Limited |
|---------|----------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| C6 | 0.01 | 0.01 | 1.40 | 0.01 | 0.01 |
| C7 | 1.40 | 1.40 | 6.62 | 0.01 | 0.01 |
| C8 | 7.50 | 7.50 | 7.92 | 0.01 | 0.01 |
| C9 | 7.92 | 7.92 | 8.31 | 0.01 | 0.01 |
| C10 | 8.31 | 8.31 | 8.49 | 0.01 | 0.01 |
| C19 | 0.01 | 9.43 | 0.01 | 9.33 | 0.01 |

Figura 20: Tabella riepilogativa dei sovraccarichi nei nodi.

Dai grafici sopra riportati risulta che la rete è in grado di sopportare gli eventi di pioggia derivanti dagli ietogrammi di progetto considerati. In tutti i casi la sovrappressione ai nodi risulterà inferiore ai 50 cm di colonna d'acqua imposti come valore limite. Fa eccezione il pozzetto B-11 che sarà sede della regolazione della portata.

Anche nel caso di piogge di durata di 5 ore in tutti i nodi della rete l'acqua rimarrà contenuta all'interno dei pozzetti con buon franco di sicurezza.

Il fatto di dover dimensionare la rete con pendenze molto basse comporta la possibilità che vi siano consistenti errori di bilanciamento dell'equazione di continuità ai nodi; per verificare l'assenza fuoriuscite d'acqua dai nodi, per ogni tempo di pioggia, è stato verificato il minimo franco tra il piano stradale ed il tirante in ciascun nodo (*Min Depth Below Rim*).

Per rendere la simulazione il più possibilmente coerente con la realtà, ad ogni tratto di condotta è stata applicata una perdita di carico, tipo Borda, sia all'imbocco ($\xi = 0,5$) sia allo sbocco ($\xi = 1$).

Manufatti di laminazione e scarico

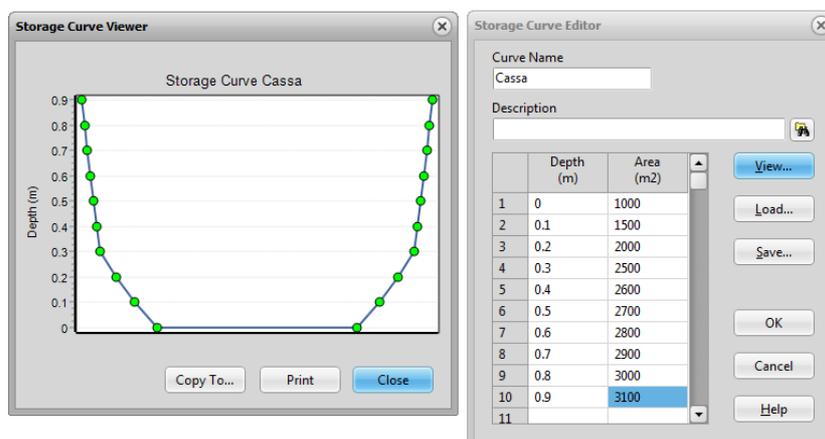


Figura 21: Rappresentazione della vasca volano/coalizzazione nel modello numerico.

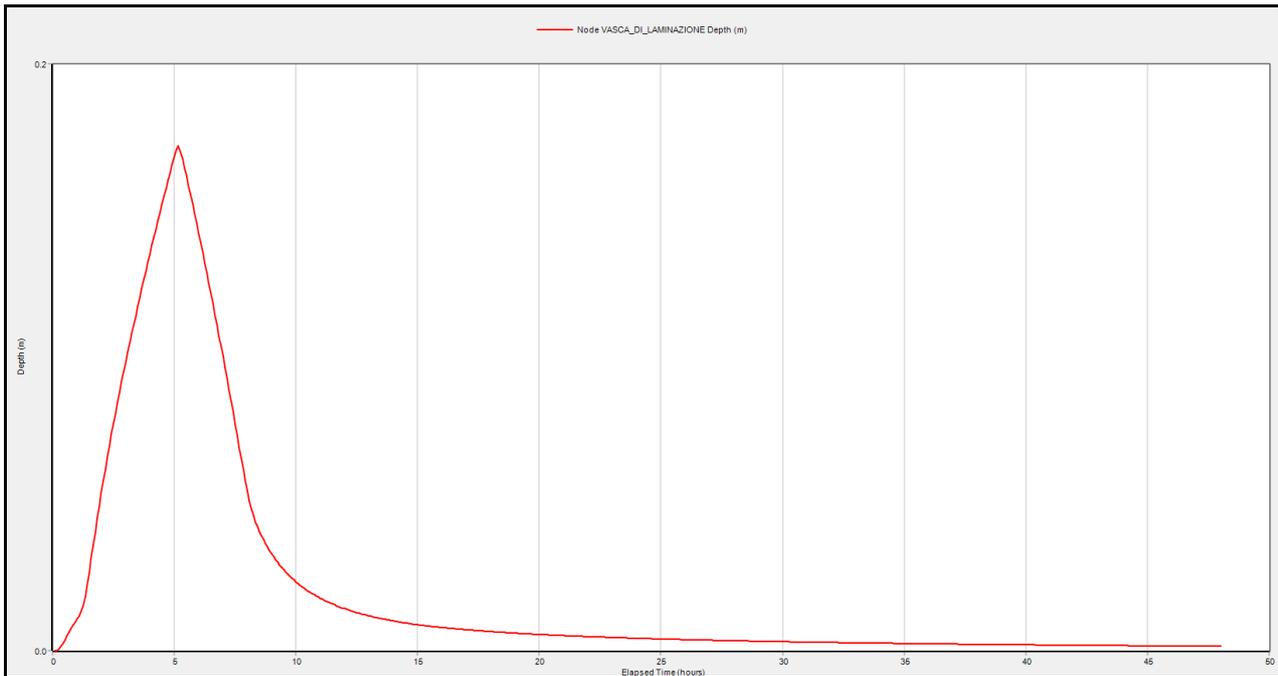


Figura 22: Quota del pelo libero nella vasca volano/coalizzazione.

Il punto più depresso della cassa, vicino al manufatto di regolazione della portata, avrà quota pari a 21,24 m s.l.m, cioè circa 30 cm in meno rispetto allo stato attuale. L'idea di base è quella di creare una depressione allagabile alla bisogna; per fare ciò si dovrà considerare una superficie in piano di almeno 1'000 m² che faccia da bacino di calma e blanda infiltrazione. La vasca verrà illustrata dettagliatamente nelle dedicate tavole di progetto.

A partire dal punto più depresso la vasca avrà una pendenza dello 0,5% in modo da raccordarsi al pozzetto scolmatore B-08 che garantirà una modulazione dei picchi di portata. Le scarpate avranno una pendenza del 3:1 ed in direzione trasversale dovrà essere garantita una pendenza dello 0,2% convergente in una "canaletta alla Francese".

Lo scarico della vasca di laminazione avverrà in B-11, cioè nello stesso pozzetto da dove si dipartirà lo scarico tarato verso il fosso di recapito.

La posa della tubazione dovrà possibilmente avvenire in "trincea stretta" e, nel caso non sia garantito lo spessore minimo del ricoprimento, sopra la tubazione dovrà essere prevista una soletta in c.a. di dimensioni e armature tali da poter sopportare ai carichi derivanti dal traffico di veicoli di 1° categoria.

Best Management Practice per la gestione in loco delle acque meteoriche

Le tipologie di interventi si distinguono a seconda che si agisca in zone già urbanizzate o in nuovi insediamenti, considerando anche la densità della popolazione residente nell'area in studio. Per i nuovi insediamenti si possono prevedere dispositivi di controllo puntuali delle acque di pioggia all'interno delle stesse proprietà private; inoltre si possono individuare dei corridoi aperti di drenaggio posizionati negli spazi marginali delle particelle e/o lottizzazioni. Inoltre dovrebbero essere previsti dei sistemi superficiali di assorbimento e trattamento delle acque di dilavamento delle strade, in modo da effettuare anche una blanda depurazione degli inquinanti presenti specialmente nelle acque di prima pioggia. Nelle aree già



urbanizzate si dovrebbero incentivare dei sistemi di raccolta e stoccaggio delle acque provenienti dai tetti delle singole proprietà.

Per migliorare l'assorbimento delle acque meteoriche e per contribuire a prevenire l'inquinamento da fonti diffuse, in seguito vengono riportati i più efficienti strumenti pratici tra le principali tecniche di infiltrazione e/o stoccaggio (B.P.M. - Best Management Practice):

- **I tetti verdi:** Sono dei tetti che sono parzialmente o totalmente coperti da una vegetazione piantata su una membrana impermeabile. Questi giardini possono immagazzinare una significativa quantità di acqua che può evaporare dal suolo o essere traspirata dalle piante presenti. L'acqua che viene dispersa in questa maniera non viene recapitata alla rete di fognatura contribuendo, in questo modo, alla riduzione del rischio di sovraccarico della stessa. Questa soluzione, inoltre, offre il vantaggio di regolare la temperatura della superficie interna del tetto contribuendo ad evitare un consumo elevato di energia elettrica per condizionare.
- **I bacini di Bioritenzione:** Possono essere costruiti in vari modi ed in differenti misure, generalmente sono scavati alla fine di un pendio in modo da raccogliere le acque delle falde dei tetti, raggiungono le prestazioni ottimali quando al loro interno sono messe in dimora piante o erbe locali. L'obiettivo di questi bacini è quello di raccogliere le acque piovane, in una specie di piscina, per il periodo necessario al suo assorbimento evitando così che l'acqua venga a contatto con gli inquinanti superficiali diminuendone il cammino all'aperto. Il vantaggio di questa soluzione sta anche nel fatto che l'acqua che si infiltra potrebbe aumentare la ricarica delle falde in profondità.
- **Aiuole d'infiltrazione:** Il funzionamento e le capacità depurative delle acque di dilavamento del manto stradale sono simili a quelle dei sovraesposti fossati ma hanno il vantaggio di essere più compatte e dunque applicabili in ambiente urbano. E' quella tipologia d'intervento che ha avuto maggiore successo negli Stati Uniti, ad esempio in una strada della città di Portland utilizzando queste aiuole si è ridotta del 70% la portata di picco su una pioggia con un tempo di ritorno di 25 anni. Anche in questo caso è estremamente consigliato l'utilizzo di piante autoctone ed è consentito l'utilizzo di ghiaietto proveniente dal recupero degli scarti delle demolizioni.
- **Pavimentazioni drenanti:** Queste pavimentazioni in elementi di calcestruzzo permettono l'assorbimento e l'infiltrazione dell'acqua di pioggia direttamente dal manto stradale al terreno sottostante, contribuendo alla ricarica delle falde sotterranee. I pavimenti permeabili assorbono meno calore rispetto ai convenzionali pavimenti e questo permette di ridurre l'energia necessaria a condizionare i locali intorno a queste strade e aumenta la vivibilità delle zone circostanti diminuendo la sensazione di afa specialmente nel periodo estivo. Alcuni di questi tipi di rivestimento stradale permettono di ridurre il rumore dei veicoli poiché hanno una maggiore superficie porosa fonoassorbente.
- **Trincee d'infiltrazione:** Le trincee d'infiltrazione sono scavi riempiti con ghiaia, granulato di argilla espansa oppure con elementi prefabbricati in materiali plastici. L'acqua meteorica è immagazzinata nella trincea e s'infiltra lentamente nel sottosuolo. Questi sistemi vengono realizzati quando mancano le superfici per realizzare i fossi d'infiltrazione oppure quando il suolo non è sufficientemente permeabile. Inoltre, le trincee d'infiltrazione possono essere realizzate per l'immissione delle acque meteoriche in eccesso derivanti dai tetti verdi o dagli impianti per il recupero delle acque meteoriche.
- **Botti per lo stoccaggio domestico dell'acqua piovana:** L'acqua raccolta in questo modo può essere utilizzata per l'irrigazione degli orti o dei giardini, oppure utilizzata negli sciacquoni; il metodo di raccolta più utilizzato è quello per mezzo di cisterne interrate o non. I vantaggi sono dovuti al fatto



che l'acqua viene stoccata in un contenitore vicino alla proprietà ed è così utilizzabile appena dovesse venirne la necessità. Un ulteriore vantaggio deriva dal fatto che si potrebbe utilizzare questa risorsa per scopi diversi dall'uso potabile, evitando di consumare l'acqua dell'acquedotto per usi secondari.

BACINI DI BIORITENZIONE

Sono strutture di trattamento fisico-chimico e di assorbimento dell'acqua di piena che nel nostro contesto risulterebbero fondamentali soprattutto per il controllo della qualità dell'acqua. Si tratterebbe di aree piantumate con individui autoctoni, messe a dimora in bacini poco profondi, dove l'acqua di pioggia subisce trattamenti chimico-fisici-biologici prima di essere allontanata nel suolo profondo per infiltrazione. Questa applicazione può essere inserita sia nell'area urbana esistente che in quella di progetto per laminare le acque di pioggia dei tetti. In un'ottica di riduzione dei costi si pongono come alternativa al sovradimensionamento dei condotti fognari; **infatti molto spesso, per la loro realizzazione, è sufficiente abbassare le aree a verde di 80 – 100 cm per ottenere risultati di tutto rispetto.** Opportuni accorgimenti in fase di progettazione e di realizzazione delle opere possono garantire un elevato standard di condizioni igienico-sanitarie e di fruibilità di queste aree.

Vanno evitate geometrie tali da indurre ristagni di acqua troppo prolungati nel tempo, deve essere pertanto studiato un opportuno sistema di drenaggio (naturale o artificiale) che riduca i tempi di permanenza e che eviti il presentarsi di "acquittrini artificiali"; nella maggioranza dei casi è sufficiente conoscere il profilo stratigrafico del sito per decidere come e se intervenire.

La parzializzazione dell'area a volte può essere opportuna per garantire la migliore fruibilità del sito, in particolare se la superficie disponibile non è molto estesa ma lo sono i volumi richiesti; si possono prevedere quote diverse del fondo e/o arginelli o setti di contenimento.

AIUOLE D'INFILTRAZIONE

Il funzionamento è del tutto simile all'impianto sopra descritto, anche in questo caso l'impiego principale è quello di smaltire, per infiltrazione, le acque superficiali provenienti da strade rese impermeabili dal manto in conglomerato bituminoso. In questi contesti il rendimento depurativo delle acque risulta essere molto buono, grazie alla buona capacità di smaltimento del terreno, e inoltre possono essere particolarmente utili come elementi di arredo urbano.

Data la dimensione più ristretta rispetto ai fossati di infiltrazione si consiglia di evitare il costipamento della superficie, lo sfalcio annuale deve avvenire con l'asportazione del materiale tagliato e nel caso di aiuole particolarmente lunghe, costruite nei pressi delle superfici più scoscese, si consiglia l'inserimento di dossi divisorii.

PAVIMENTAZIONI DRENANTI

E' possibile evitare o ridurre l'impermeabilizzazione del suolo impiegando pavimentazioni drenanti: queste sono indicate soprattutto per le strade meno trafficate e nei parcheggi che non necessitano di rivestimenti molto resistenti. Sono disponibili vari modelli di questo tipo di pavimentazioni applicabili su molte tipologie di superfici, l'elemento fondamentale deve riguardare la verifica del sottofondo stradale che deve avere un'adeguata permeabilità.



L'impiego di questa tipologia non va limitato alle nuove urbanizzazioni; in caso di risanamento e manutenzione delle strade del quartiere esistente si potrebbe nuovamente favorire l'assorbimento delle acque di dilavamento andando a sostituire i rivestimenti impermeabili (come ad esempio l'asfalto e i lastricati con giunti cementati) con pavimentazioni drenanti in modo da mitigare i problemi riscontrati con l'utilizzo del precedente rivestimento.

I pavimenti drenanti sono utilizzati anche per facilitare il reintegro delle falde acquifere e ridurre il carico sulle fognature esistenti; in un contesto come quello in oggetto si dimostra che si possono raggiungere facilmente i livelli di prestazione massimi per questa tecnologia. **Ipotesizzando che il coefficiente di permeabilità dei pavimenti drenanti possa raggiungere agevolmente valori del 60%**, questi si potranno ottenere nei punti pianeggianti (che sono i più critici per il ristagno dell'acqua) grazie anche all'eventuale presenza di un terreno relativamente idoneo alla filtrazione.

Queste pavimentazioni non rappresentano la soluzione a tutte le problematiche sopra specificate ma sicuramente potrebbero essere una valida soluzione soprattutto se abbinate alle opere di drenaggio già esistenti. In seguito elenco alcuni dei maggiori vantaggi attribuibili ai pavimenti permeabili:

- Assorbono le acque meteoriche e le lasciano permeare nel substrato favorendone il deflusso e una loro parziale depurazione.
- Assorbono con semplicità le acque meteoriche e le distribuiscono nel substrato in modo naturale e su un'ampia superficie.
- Favoriscono il mantenimento delle falde acquifere in quanto aiutano ad alimentarle in modo più naturale, adeguato e costante.
- Riducono i fenomeni di ruscellamento superficiale con benefici in termini di sicurezza stradale durante gli eventi meteorici.
- Creano un "microclima favorevole" in quanto non formano uno strato impermeabile e permettono alla terra di scambiare calore con l'esterno accumulando meno calore durante l'esposizione al sole e conseguentemente irraggiando meno calore al tramonto.
- Necessitano di poca manutenzione e hanno una durata paragonabile a quella dell'asfalto;
- Nel caso di manutenzioni al sub-strato o ai sottoservizi non si vengono a creare i tipici rattoppi superficiali che si creano nelle pavimentazioni in asfalto.

Per raggiungere il massimo delle prestazioni consentite da questo tipo di tecnologia sarà necessario posare il manto stradale su uno strato permeabile ben compatto ma di granulometria non troppo fine per evitare rischi di intasamento degli spazi che dovrebbero permettere il drenaggio.

Per i viottoli interni alle proprietà e per i parcheggi privati si consiglia l'uso esclusivo dei pavimenti drenanti in modo da sfruttare a pieno i loro vantaggi legati all'intrinseca capacità di assorbimento, al fatto di riuscire a garantire un buon abbattimento dello scorrimento dell'acqua superficiale e la possibilità di sfruttare il filtro naturale che offre il terreno per depurare parzialmente le acque prima che possano infiltrarsi in falda.

TRINCEE D'INFILTRAZIONE

Nel caso in cui non si possano costruire dei bacini d'infiltrazione, a causa del suolo non particolarmente permeabile, possono essere proposte delle trincee d'infiltrazione; tradizionalmente queste sono composte da scavi in grado di smaltire l'acqua piovana proveniente dai tetti o da altre superfici dove il rischio di contaminazione è basso. Questi scavi sono riempiti con materiali inerti naturali (ghiaia o spezzato di cava,



possono essere utilizzati inerti macinati provenienti dalle demolizioni di edifici) ad elevata permeabilità. L'acqua è raccolta in un pozzetto e fatta transitare in una tubazione drenante collocata alla base della trincea in modo da facilitarne la dispersione; per evitare l'intasamento del corpo drenante questo viene completamente rivestito da strati di tessuto non tessuto.

SERBATOI PER LO STOCCAGGIO DELL'ACQUA PIOVANA

Le acque di dilavamento dei tetti e delle superfici di copertura sono considerate le migliori, a livello qualitativo, perché interamente accumulabili e riutilizzabili per usi domestici secondari, per usi non potabili (per esempio nei WC) e per irrigazione. I serbatoi sono generalmente realizzati in calcestruzzo o in materiale plastico, permettono l'accumulo e la decantazione delle acque meteoriche e possono essere collocati fuori terra, in cantina, sopra i tetti o interrati. A fronte di questa iniziativa deve esserci comunque un'esecuzione degli edifici che preveda delle coperture disegnate in modo tale da facilitare la raccolta delle acque piovane mentre la struttura dell'edificio deve essere calcolata pensando anche all'eventualità del sovraccarico causato dal serbatoio. **In fase di edificazione si può pensare alla realizzazione di una cisterna di accumulo sopraelevata dal piano campagna in modo tale da non richiedere l'installazione di una pompa, ma solo di un impianto di separazione delle prime piogge. Un impianto del genere, del tutto passivo, costituirebbe la soluzione ideale da applicarsi a tutti gli edifici di nuova costruzione e specialmente a quelli con grandi giardini.**

Un semplice esempio di utilizzo facilmente applicabile su un pluviale consiste nel tagliare ad una certa altezza dal suolo il tubo che scarica a terra l'acqua, la pioggia che uscirà dal tubo verrà successivamente filtrata da uno strato di ghiaietto posato sopra al tappo superiore di un contenitore, generalmente fabbricato in materiale plastico, formato da una rete a maglia fine. Lo scarico di troppopieno potrà essere sistemato in modo tale da disperdere l'acqua in eccesso verso un pozzo a perdere o in un bacino di bioritenzione interni all'area cortiliva.



Figura 23: Un tetto verde (Fonte: EPA).



Figura 24: Un fossato d'infiltrazione (Fonte: EPA).



Figura 25: Un bacino di bioritenzione (Fonte: EPA).



Figura 26: Un'aiuola d'infiltrazione (Fonte: EPA).



Figura 27: Una pavimentazione drenante (Fonte: Masulli).



Figura 28: Una botte per lo stoccaggio domestico dell'acqua piovana (Fonte: EPA).



Figura 29: Una trincea d'infiltrazione (Fonte: EPA).



Figura 30: Un pozzo a perdere.

Come specificato nell'introduzione, al fine di prevenire fenomeni di inquinamento dello strato superficiale del sottosuolo, nel caso in cui sia prevista l'installazione di questi sistemi di assorbimento delle acque meteoriche sarà necessario dotarsi, da parte degli acquirenti dei lotti, di idonei sistemi di separazione delle prime piogge dimensionati sui almeno i primi 5 mm di ogni evento piovoso.



Perciò le acque di seconda pioggia - Acque meteoriche pulite - potranno essere scaricate direttamente in acque superficiali o sul suolo senza necessità di depurazione né di autorizzazione come da "DGR ER 286/05 – Disciplina delle acque meteoriche e di prima pioggia Principali casistiche individuate e relativi obblighi". Inoltre la Delibera di Giunta Regionale N. 1860 del 18 Dicembre 2006 prevede che lo scarico delle acque di seconda pioggia o delle acque meteoriche derivanti da superfici non suscettibili di essere contaminate in modo significativo (coperture dei fabbricati, aree impermeabili/semipermeabili non soggette a nessun uso/attività specifica ovvero escluse dall'ambito di applicazione della direttiva) possa avvenire a "Suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, ove possibile in relazione alle caratteristiche del suolo". In ogni caso gli interventi di dispersione delle acque meteoriche non devono considerarsi come "scarico nel sottosuolo" e devono essere scavati ad una profondità tale da non interferire con l'acquifero superficiale.

Dal Parere del Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio N. Prot. 6983/TAI/DI/PRO del 07.08.2002 si ottiene la definizione di strato superficiale del suolo:

"Al riguardo si fa presente che l'articolo 29 del decreto legislativo 152/99 vieta lo scarico su suolo o strati superficiali del sottosuolo fatta eccezione per i casi previsti al comma 1 del medesimo articolo. In merito, quindi, alla possibilità di effettuare lo scarico si fa presente che per scarico su suolo deve intendersi lo scarico che avviene sul piano campagna tramite spandimento.

Per scarico negli strati superficiali del sottosuolo può intendersi lo scarico che avviene in un corpo naturale, situato al di sotto del piano campagna, composto da sostanze minerali ed organiche, generalmente suddiviso in orizzonti, di profondità variabile che differisce dalla roccia disgregata sottostante per morfologia, per le proprietà, per la composizione chimico-fisica e per i caratteri biologici.

Lo spessore di tale corpo natura dovrebbe essere compreso tra 1,5 e 4,0 metri e, comunque, deve trovarsi al di sopra della massima escursione del livello di falda di 1,50 metri. Tale definizione è necessaria al fine di garantire uno spessore sufficiente affinché avvengano i fenomeni di autodepurazione e la possibilità tecnica di installare dispositivi di scarico nonché impedire il contatto diretto tra lo scarico e le acque sotterranee.

La condizione sopra esposta deve intendersi come indicazione di carattere generale e comunque lo scarico può avvenire solo nei casi in cui:

- si possono sfruttare i naturali processi biologici, chimici e fisici che accompagnano i moti di filtrazione e percolazione dei liquami scaricati e le conseguenti ridistribuzioni di umidità negli strati superficiali del sottosuolo;

- si eviti il danneggiamento alla circolazione sotterranea.

Per quanto riguarda il primo punto, i fenomeni di autodepurazione, determinati dalla presenza di uno strato attivo, sono condizionati dalla natura pedologica e geologica dell'area, nonché dalle caratteristiche idrologiche ed idrogeologiche. Pertanto la presenza di eventuali sostanze che non subiscono fenomeni di autodepurazione apprezzabili deve essere vietata. Per quanto sopra l'attività di scarico va valutata caso per caso sulla base di idonei accertamenti sulla situazione locale.

Inoltre, in relazione al rispetto della tabella 4 dell'allegato 5 del 152/99 che definisce limiti minimi di emissione per le acque reflue urbane ed industriali, ai fini di una corretta tutela delle acque sotterranee, si fa presente che qualora le condizioni locali siano tali da non poter accettare tali limiti, gli stessi devono essere più restrittivi o addirittura può essere previsto il divieto di scarico su suolo e negli strati superficiali del sottosuolo."



La dispersione delle acque meteoriche è prevista nell'ALLEGATO 1.8 DISPOSIZIONI INTEGRATIVE AGLI ARTICOLI 12, 12A, 12B, 12C, 13A, 13B, 13C della normativa del PTCP vigente nelle DISPOSIZIONI TECNICHE PER LA PROGETTAZIONE DEI SISTEMI FOGNARIO-DEPURATIVI APPROPRIATI (con riferimento al comma 3 dell' art. 13B "Misure per la tutela qualitativa della risorsa idrica").

"Relativamente alla progettazione e valutazione degli interventi nel settore fognario-depurativo valgono le seguenti disposizioni, che devono altresì essere recepite negli idonei strumenti di pianificazione comunale: 3.a(l) in merito alla possibilità di realizzazione di sistemi di drenaggio urbano unitari o separati, la scelta va effettuata caso per caso e deve discendere da accurate valutazioni che dimostrino la presenza di vantaggi ambientali preponderanti di un sistema rispetto all'altro: il sistema separato è da privilegiarsi nel caso di aree destinate ad attività prevalentemente industriali, così come, in caso di nuove urbanizzazioni, in presenza di un corpo idrico superficiale per il recapito di acque meteoriche;

3.b(l) in ogni caso, all'interno delle aree in fase di urbanizzazione (singole lottizzazioni) si promuove la separazione delle acque meteoriche a monte delle reti fognarie urbane, prevedendo lo smaltimento su suolo e/o in corpi recettori superficiali, nonché il riuso delle acque meteoriche raccolte dai tetti o da altre superfici impermeabilizzate scoperte non suscettibili di essere contaminate;"

Nei due lotti privati da realizzare, come suggerisce il PSC, è da valutare l'utilizzo di sistemi di infiltrazione; tale suggerimento è caldamente consigliato specialmente nel caso delle acque di dilavamento delle superfici a basso rischio di inquinamento come quelle dei tetti.

PREDIMENSIONAMENTO RETE ACQUE NERE

Il dimensionamento della rete delle acque nere richiederebbe una stima sufficientemente precisa degli scarichi degli insediamenti che verranno realizzati. Attualmente questa stima non è disponibile per cui è solo possibile valutare la portata massima in uscita dal comparto e fornire indicazioni costruttive e di posa.

La rete delle acque nere sarà composta da circa 85 m di condotta a gravità e circa 200 m di condotta in pressione. Infatti si prevede, in posizione centrale al comparto, la realizzazione di una stazione di sollevamento capace di raccogliere e recapitare a destino l'acqua da depurare.

Dovranno essere posati tubi in Polietilene ad Alta Densità PE 100 conformi alle norme UNI EN 12201 ed ISO 4427 colore nero con strisce blu coestruse longitudinali, segnato ogni metro con sigla produttore, data di produzione, marchio e numero distintivo IIP o equivalente, diametro del tubo, pressione nominale, norma di riferimento; prodotto da azienda certificata ISO 9001.

Diametro Esterno 90 mm, Pressione di esercizio 16 bar.

Il recapito della rete delle acque nere è un pozzetto di una fognatura a speco circolare in gestione ad Sorgeaqua s.r.l. situato tra via Selvatica e via di Mezzo.

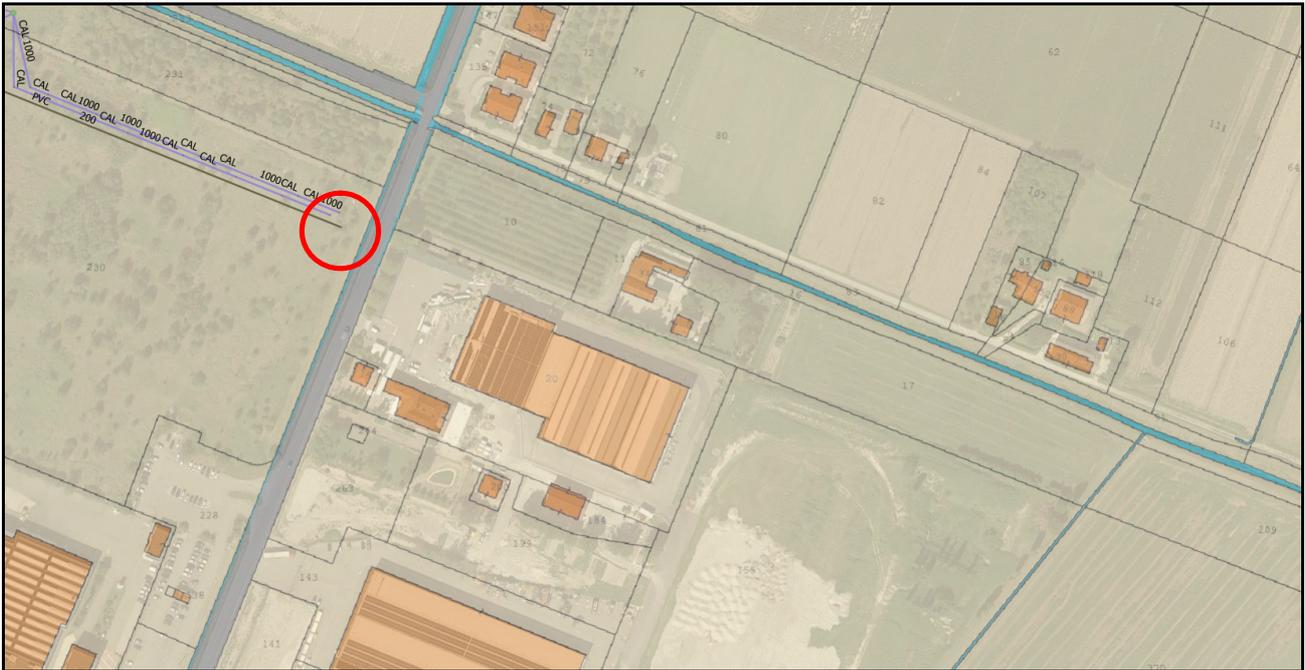


Figura 31: Individuazione della fognatura di recapito della rete delle acque nere.

A partire dal pozzetto di recapito la fognatura sarà realizzata con tubazioni in PVC SN8 Ø 200 mm UNI EN 1401 e avrà una pendenza minima dello 0,2%, come da prescrizioni dell'ente che prenderà in carico la rete.

Tubi PVC SN8 - SDR 34

| Ø esterno mm | Spessore mm | Ø interno mm | Ø est. bicchiere mm | Peso kg/m |
|-----------------|----------------|-----------------|------------------------|--------------|
| 110 | 3,2 | 103,6 | 128,4 | 1,78 |
| 125 | 3,7 | 117,6 | 146,4 | 2,32 |
| 160 | 4,7 | 150,6 | 186,2 | 3,76 |
| 200 | 5,9 | 188,2 | 230,8 | 5,87 |
| 250 | 7,3 | 235,4 | 290,2 | 9,14 |

Figura 32: Tabella caratteristiche tubi in PVC SN8. www.oppo.it

Oltre al pozzetto di recapito, potranno essere previsti 3 o 4 pozzetti di ispezione posti ad una distanza l'uno dall'altro di circa 25 m e, come nel caso delle acque bianche, si dovrà prevedere l'allaccio delle acque dei lotti edificabili mediante tre appositi pozzetti.

Il dimensionamento preliminare della rete, in mancanza di prescrizioni, viene effettuato considerando una portata media specifica di acque reflue pari a 1 litro/sec*ha con una variazione oraria massima pari a 2,5.

$$Q_n = 1,29 * 1 * 2,5 = 3,23 \text{ l/s}$$

Le condotte verranno posizionate con una pendenza del fondo di scorrimento del 0,2%, per una lunghezza di circa 125 m e con un ricoprimento minimo di cm. 100 tra filo cielo della condotta e filo pavimentazione stradale. La posa della tubazione dovrà possibilmente avvenire in "trincea stretta" e, nel caso non sia garantito lo spessore minimo del ricoprimento, sopra la tubazione dovrà essere prevista una soletta in c.a. di dimensioni e armature tali da poter sopportare ai carichi derivanti dal traffico di veicoli di 1° categoria.





www.oppo.it

Calcolo portata di una condotta circolare a pelo libero

1220

Formula di Chezy con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler

I nostri calcoli sono stati realizzati semplificando e accorpiando alcuni parametri e/o eliminando valori ritenuti trascurabili ai fini pratici. I risultati forniti sono indicazioni di massima e non intendono sostituire quelli ricavabili con l'applicazione delle formule canoniche.

Dati di calcolo

D m = Diametro interno del canale

w % = Livello percentuale riempimento del canale

i m/m = Pendenza del canale

k = Coefficiente di scabrezza

Q m³/s = Portata della condotta

[Tabella diametri interni tubazioni](#)

$$v = k R^{2/3} i^{1/2}$$

Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler:

- 120 Tubi Pe, PVC, PRFV
- 100 Tubi nuovi gres o ghisa rivestita
- 80 Tubi con lievi incrostazioni, cemento ord.
- 60 Tubi con incrostazioni e depositi
- 40 Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo

Figura 33: Calcolo della portata di riferimento in uscita dal comparto. www.oppo.it

Alle condizioni sopra citate, e considerando i tubi "usati", la portata media da considerare come valore massimo di portata gestibile della condotta a gravità risulterà essere pari a **6,47 l/s** e dunque superiore alla portata massima di scarico prevista per il comparto in oggetto.

Il valore così stimato risulta compatibile con la portata massima di progetto. Prima della stesura del progetto di questa condotta dovrà essere verificata la profondità del chiusino di recapito e dovrà essere presa in debita considerazione l'interferenza con gli altri sottoservizi, specialmente la fognatura delle acque bianche.

Tali stime non considerano utenze particolarmente inquinanti e/o idroesigenti per le quali dovranno essere previsti idonei sistemi di pretrattamento dei reflui e di rilascio graduale in fognatura. Infine si rammenta che sarà di fondamentale importanza il parere di Sorgeacqua s.r.l. per sapere se le considerazioni effettuate sono compatibili con gli allacci della fognatura esistente a valle dell'urbanizzazione in progetto.

ALLEGATI:

- Tabulato modellazione evento di pioggia di durata 1 ora e Tr=50 anni.
- Tabulato modellazione evento di pioggia di durata 5 ore e Tr=50 anni.



Tabulato modellazione evento di pioggia di durata 1 ora e Tr=50

EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.1 (Build 5.1.015)

NOTE: The summary statistics displayed in this report are based on results found at every computational time step, not just on results from each reporting time step.

Analysis Options

Flow Units LPS
Process Models:
Rainfall/Runoff YES
RDII NO
Snowmelt NO
Groundwater NO
Flow Routing YES
Ponding Allowed NO
Water Quality NO
Infiltration Method HORTON
Flow Routing Method DYNWAVE
Surcharge Method EXTRAN
Starting Date 12/22/2020 00:00:00
Ending Date 12/24/2020 00:00:00
Antecedent Dry Days 0.0
Report Time Step 00:05:00
Wet Time Step 00:01:00
Dry Time Step 01:00:00
Routing Time Step 0.50 sec
Variable Time Step YES
Maximum Trials 8
Number of Threads 1
Head Tolerance 0.001500 m

| ***** | Volume | Depth |
|----------------------------|-----------|--------|
| Runoff Quantity Continuity | hectare-m | mm |
| ***** | ----- | ----- |
| Total Precipitation | 0.091 | 49.800 |
| Evaporation Loss | 0.000 | 0.000 |
| Infiltration Loss | 0.037 | 20.110 |
| Surface Runoff | 0.053 | 28.933 |
| Final Storage | 0.001 | 0.774 |
| Continuity Error (%) | -0.035 | |

| ***** | Volume | Volume |
|-----------------------------|-----------|---------------------|
| Flow Routing Continuity | hectare-m | 10 ⁶ ltr |
| ***** | ----- | ----- |
| Dry Weather Inflow | 0.000 | 0.000 |
| Wet Weather Inflow | 0.053 | 0.526 |
| Groundwater Inflow | 0.000 | 0.000 |
| RDII Inflow | 0.000 | 0.000 |
| External Inflow | 0.000 | 0.000 |
| External Outflow | 0.052 | 0.525 |
| Flooding Loss | 0.000 | 0.000 |
| Evaporation Loss | 0.000 | 0.000 |
| Exfiltration Loss | 0.000 | 0.000 |
| Initial Stored Volume | 0.000 | 0.000 |
| Final Stored Volume | 0.000 | 0.001 |
| Continuity Error (%) | 0.012 | |

Time-Step Critical Elements

Link C21 (1.59%)

Highest Flow Instability Indexes

All links are stable.

Routing Time Step Summary

Minimum Time Step : 0.50 sec
Average Time Step : 0.50 sec
Maximum Time Step : 0.50 sec
Percent in Steady State : 0.00
Average Iterations per Step : 2.00
Percent Not Converging : 0.01
Time Step Frequencies :
0.500 - 0.500 sec : 100.00 %
0.500 - 0.500 sec : 0.00 %



Studio Tecnico Ing. Catellani Riccardo

Via G. Dimitrov n. 146 - 42123, Reggio Emilia (RE)
 E-mail: riccardocatellani@hotmail.it - PEC: riccardo.catellani@ingpec.eu
 Tel: 340-7981894 - www.catellaniriccardo.com - P.IVA: 02623000359

 Subcatchment Runoff Summary

| Subcatchment | Total Precip mm | Total Runon mm | Total Evap mm | Total Infil mm | Imperv Runoff mm | Perv Runoff mm | Total Runoff mm | Total Runoff 10 ⁶ ltr | Peak Runoff LPS | Runoff Coeff |
|------------------|--------------------|-------------------|------------------|-------------------|---------------------|-------------------|--------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------|
| S-01 | 49.80 | 0.00 | 0.00 | 13.57 | 31.23 | 4.06 | 35.29 | 0.06 | 18.74 | 0.709 |
| S-02 | 49.80 | 0.00 | 0.00 | 13.67 | 31.23 | 3.95 | 35.18 | 0.07 | 24.38 | 0.706 |
| S-03 | 49.80 | 0.00 | 0.00 | 13.82 | 31.23 | 3.80 | 35.03 | 0.08 | 27.62 | 0.703 |
| S-04 | 49.80 | 0.00 | 0.00 | 13.98 | 31.22 | 3.64 | 34.87 | 0.08 | 26.49 | 0.700 |
| S-05 | 49.80 | 0.00 | 0.00 | 14.29 | 31.22 | 3.34 | 34.56 | 0.08 | 25.86 | 0.694 |
| S-06 | 49.80 | 0.00 | 0.00 | 14.27 | 31.22 | 3.36 | 34.58 | 0.08 | 25.45 | 0.694 |
| SUPERFICIE_VASCA | 49.80 | 0.00 | 0.00 | 35.06 | 9.67 | 4.78 | 14.45 | 0.08 | 29.56 | 0.290 |

 Node Depth Summary

| Node | Type | Average Depth Meters | Maximum Depth Meters | Maximum HGL Meters | Time of Max Occurrence days hr:min | Reported Max Depth Meters |
|----------------------|----------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| B-01 | JUNCTION | 0.01 | 0.29 | 21.59 | 0 01:05 | 0.28 |
| B-02 | JUNCTION | 0.02 | 0.32 | 21.58 | 0 01:05 | 0.32 |
| B-03 | JUNCTION | 0.02 | 0.38 | 21.58 | 0 01:05 | 0.38 |
| B-04 | JUNCTION | 0.04 | 0.48 | 21.58 | 0 01:05 | 0.48 |
| B-05 | JUNCTION | 0.05 | 0.58 | 21.58 | 0 01:05 | 0.58 |
| B-06 | JUNCTION | 0.06 | 0.67 | 21.57 | 0 01:05 | 0.67 |
| B-07 | JUNCTION | 0.07 | 0.75 | 21.55 | 0 01:05 | 0.75 |
| B-08 | JUNCTION | 0.09 | 0.82 | 21.52 | 0 01:05 | 0.82 |
| B-09 | JUNCTION | 0.10 | 1.40 | 22.00 | 0 00:17 | 0.90 |
| B-10 | JUNCTION | 0.12 | 1.09 | 21.59 | 0 00:17 | 0.97 |
| B-11 | JUNCTION | 0.13 | 1.01 | 21.46 | 0 01:14 | 1.01 |
| B-OUT | OUTFALL | 0.02 | 0.10 | 20.50 | 0 00:15 | 0.10 |
| VASCA_DI_LAMINAZIONE | STORAGE | 0.02 | 0.22 | 21.46 | 0 01:15 | 0.22 |

 Node Inflow Summary

| Node | Type | Maximum Lateral Inflow LPS | Maximum Total Inflow LPS | Time of Max Occurrence days hr:min | Lateral Inflow Volume 10 ⁶ ltr | Total Inflow Volume 10 ⁶ ltr | Flow Balance Error Percent |
|----------------------|----------|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|--|--|-------------------------------|
| B-01 | JUNCTION | 18.74 | 18.74 | 0 01:05 | 0.0558 | 0.0558 | -0.079 |
| B-02 | JUNCTION | 0.00 | 18.30 | 0 01:05 | 0 | 0.0561 | -0.083 |
| B-03 | JUNCTION | 0.00 | 28.10 | 0 00:23 | 0 | 0.0588 | 0.048 |
| B-04 | JUNCTION | 24.38 | 42.93 | 0 01:06 | 0.0728 | 0.133 | -0.054 |
| B-05 | JUNCTION | 27.62 | 67.39 | 0 01:06 | 0.083 | 0.215 | -0.018 |
| B-06 | JUNCTION | 26.49 | 91.54 | 0 01:05 | 0.0802 | 0.293 | -0.012 |
| B-07 | JUNCTION | 25.45 | 116.72 | 0 01:05 | 0.0782 | 0.371 | 0.013 |
| B-08 | JUNCTION | 25.86 | 142.58 | 0 01:05 | 0.0795 | 0.494 | -0.012 |
| B-09 | JUNCTION | 0.00 | 82.61 | 0 00:16 | 0 | 0.306 | 0.018 |
| B-10 | JUNCTION | 0.00 | 58.55 | 0 00:36 | 0 | 0.306 | 0.052 |
| B-11 | JUNCTION | 0.00 | 58.55 | 0 00:36 | 0 | 0.615 | 0.010 |
| B-OUT | OUTFALL | 0.00 | 21.94 | 0 01:14 | 0 | 0.525 | 0.000 |
| VASCA_DI_LAMINAZIONE | STORAGE | 29.56 | 149.45 | 0 01:05 | 0.0766 | 0.354 | 0.003 |

 Node Surge Summary

Surcharging occurs when water rises above the top of the highest conduit.

| Node | Type | Hours Surcharged | Max. Height Above Crown Meters | Min. Depth Below Rim Meters |
|------|----------|------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| B-06 | JUNCTION | 0.68 | 0.076 | 0.931 |
| B-07 | JUNCTION | 2.86 | 0.157 | 0.950 |
| B-09 | JUNCTION | 5.94 | 0.933 | 0.177 |
| B-10 | JUNCTION | 6.21 | 0.615 | 0.545 |

 Node Flooding Summary

No nodes were flooded.

 Storage Volume Summary

| Storage Unit | Average Volume 1000 m3 | Avg Pent Full | Evap Loss | Exfil Loss | Maximum Volume 1000 m3 | Max Pent Full | Time of Max Occurrence days hr:min | Maximum Outflow LPS |
|----------------------|---------------------------|---------------|-----------|------------|---------------------------|---------------|---------------------------------------|------------------------|
| VASCA_DI_LAMINAZIONE | 0.027 | 1 | 0 | 0 | 0.343 | 14 | 0 01:15 | 22.51 |



Studio Tecnico Ing. Catellani Riccardo

Via G. Dimitrov n. 146 - 42123, Reggio Emilia (RE)
E-mail: riccardocatellani@hotmail.it - PEC: riccardo.catellani@ingpec.eu
Tel: 340-7981894 - www.catellaniriccardo.com - P.IVA: 02623000359

Outfall Loading Summary

| Outfall Node | Flow Freq Pcnt | Avg Flow LPS | Max Flow LPS | Total Volume 10^6 ltr |
|--------------|----------------|--------------|--------------|-----------------------|
| B-OUT | 68.65 | 4.41 | 21.94 | 0.525 |
| System | 68.65 | 4.41 | 21.94 | 0.525 |

Link Flow Summary

| Link | Type | Maximum Flow LPS | Time of Max Occurrence days hr:min | Maximum Veloc m/sec | Max/ Full Flow | Max/ Full Depth |
|------|---------|--------------------|------------------------------------|-----------------------|----------------|-----------------|
| C1 | CONDUIT | 18.30 | 0 01:05 | 0.47 | 0.07 | 0.51 |
| C2 | CONDUIT | 20.98 | 0 01:06 | 0.49 | 0.08 | 0.60 |
| C3 | CONDUIT | 29.80 | 0 01:07 | 0.36 | 0.11 | 0.73 |
| C4 | CONDUIT | 50.95 | 0 01:07 | 0.50 | 0.18 | 0.89 |
| C5 | CONDUIT | 71.38 | 0 01:06 | 0.58 | 0.26 | 0.99 |
| C6 | CONDUIT | 91.60 | 0 01:05 | 0.63 | 0.33 | 1.00 |
| C7 | CONDUIT | 116.72 | 0 01:05 | 0.60 | 0.42 | 1.00 |
| C8 | CONDUIT | 82.61 | 0 00:16 | 0.77 | 0.55 | 1.00 |
| C9 | CONDUIT | 58.55 | 0 00:36 | 0.69 | 0.39 | 1.00 |
| C10 | CONDUIT | 58.55 | 0 00:36 | 0.47 | 0.39 | 1.00 |
| C19 | CONDUIT | 21.94 | 0 01:14 | 2.63 | 2.92 | 1.00 |
| C20 | CONDUIT | 37.17 | 0 00:36 | 0.96 | 0.06 | 0.57 |
| C21 | CONDUIT | 85.34 | 0 01:05 | 1.45 | 0.15 | 0.48 |

Flow Classification Summary

| Conduit | Adjusted /Actual Length | Fraction of Time in Flow Class | | Down Crit | Sub Crit | Up Crit | Down Norm Ltd | Inlet Ctrl |
|---------|-------------------------|--------------------------------|--------|-----------|----------|---------|---------------|------------|
| | | Dry | Up Dry | | | | | |
| C1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.28 |
| C2 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.74 |
| C3 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.24 |
| C4 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.77 |
| C5 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.26 |
| C6 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.76 |
| C7 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.29 |
| C8 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.83 |
| C9 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.21 |
| C10 | 1.00 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.88 | 0.00 | 0.00 | 0.85 |
| C19 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.15 | 0.85 | 0.00 | 0.00 |
| C20 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.88 |
| C21 | 1.00 | 0.00 | 0.86 | 0.00 | 0.09 | 0.01 | 0.03 | 0.00 |

Conduit Surcharge Summary

| Conduit | Hours Full | | | Hours Above Normal Flow | Hours Capacity Limited |
|---------|------------|----------|----------|-------------------------|------------------------|
| | Both Ends | Upstream | Dnstream | | |
| C5 | 0.01 | 0.01 | 0.68 | 0.01 | 0.01 |
| C6 | 0.68 | 0.68 | 2.86 | 0.01 | 0.01 |
| C7 | 2.86 | 2.86 | 5.06 | 0.01 | 0.01 |
| C8 | 5.66 | 5.66 | 5.94 | 0.01 | 0.01 |
| C9 | 5.94 | 5.94 | 6.21 | 0.01 | 0.01 |
| C10 | 6.21 | 6.21 | 6.34 | 0.01 | 0.01 |
| C19 | 0.01 | 7.10 | 0.01 | 7.02 | 0.01 |

Analysis begun on: Sun Dec 26 09:32:33 2021
Analysis ended on: Sun Dec 26 09:32:36 2021
Total elapsed time: 00:00:03



Tabulato modellazione evento di pioggia di durata 5 ore e $Tr=50$

EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.1 (Build 5.1.015)

NOTE: The summary statistics displayed in this report are based on results found at every computational time step, not just on results from each reporting time step.

Analysis Options

Flow Units LPS
Process Models:
 Rainfall/Runoff YES
 RDII NO
 Snowmelt NO
 Groundwater NO
 Flow Routing YES
 Ponding Allowed NO
 Water Quality NO
Infiltration Method HORTON
Flow Routing Method DYNWAVE
Surcharge Method EXTRAN
Starting Date 12/22/2020 00:00:00
Ending Date 12/24/2020 00:00:00
Antecedent Dry Days 0.0
Report Time Step 00:05:00
Wet Time Step 00:01:00
Dry Time Step 01:00:00
Routing Time Step 0.50 sec
Variable Time Step YES
Maximum Trials 8
Number of Threads 1
Head Tolerance 0.001500 m

| | Volume | Depth |
|----------------------------|-----------|--------|
| Runoff Quantity Continuity | hectare-m | mm |
| ----- | ----- | ----- |
| Total Precipitation | 0.134 | 73.800 |
| Evaporation Loss | 0.000 | 0.000 |
| Infiltration Loss | 0.065 | 35.714 |
| Surface Runoff | 0.068 | 37.314 |
| Final Storage | 0.001 | 0.774 |
| Continuity Error (%) | -0.004 | |

| | Volume | Volume |
|-----------------------------|-----------|---------------------|
| Flow Routing Continuity | hectare-m | 10 ⁶ ltr |
| ----- | ----- | ----- |
| Dry Weather Inflow | 0.000 | 0.000 |
| Wet Weather Inflow | 0.068 | 0.678 |
| Groundwater Inflow | 0.000 | 0.000 |
| RDII Inflow | 0.000 | 0.000 |
| External Inflow | 0.000 | 0.000 |
| External Outflow | 0.068 | 0.677 |
| Flooding Loss | 0.000 | 0.000 |
| Evaporation Loss | 0.000 | 0.000 |
| Exfiltration Loss | 0.000 | 0.000 |
| Initial Stored Volume | 0.000 | 0.000 |
| Final Stored Volume | 0.000 | 0.002 |
| Continuity Error (%) | 0.000 | |

Time-Step Critical Elements

None

Highest Flow Instability Indexes

All links are stable.

Routing Time Step Summary

Minimum Time Step : 0.50 sec
Average Time Step : 0.50 sec
Maximum Time Step : 0.50 sec
Percent in Steady State : 0.00
Average Iterations per Step : 2.00
Percent Not Converging : 0.00
Time Step Frequencies :
 0.500 - 0.500 sec : 100.00 %
 0.500 - 0.500 sec : 0.00 %



Studio Tecnico Ing. Catellani Riccardo

Via G. Dimitrov n. 146 - 42123, Reggio Emilia (RE)
 E-mail: riccardocatellani@hotmail.it - PEC: riccardo.catellani@ingpec.eu
 Tel: 340-7981894 - www.catellaniriccardo.com - P.IVA: 02623000359

 Subcatchment Runoff Summary

| Subcatchment | Total Precip mm | Total Runon mm | Total Evap mm | Total Infil mm | Imperv Runoff mm | Perv Runoff mm | Total Runoff mm | Total Runoff 10 ⁶ ltr | Peak Runoff LPS | Runoff Coeff |
|------------------|-----------------|----------------|---------------|----------------|------------------|----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|--------------|
| S-01 | 73.80 | 0.00 | 0.00 | 26.12 | 46.72 | 0.00 | 46.72 | 0.07 | 4.20 | 0.633 |
| S-02 | 73.80 | 0.00 | 0.00 | 26.12 | 46.72 | 0.00 | 46.72 | 0.10 | 5.50 | 0.633 |
| S-03 | 73.80 | 0.00 | 0.00 | 26.12 | 46.72 | 0.00 | 46.72 | 0.11 | 6.29 | 0.633 |
| S-04 | 73.80 | 0.00 | 0.00 | 26.12 | 46.72 | 0.00 | 46.72 | 0.11 | 6.11 | 0.633 |
| S-05 | 73.80 | 0.00 | 0.00 | 26.12 | 46.72 | 0.00 | 46.72 | 0.11 | 6.10 | 0.633 |
| S-06 | 73.80 | 0.00 | 0.00 | 26.12 | 46.72 | 0.00 | 46.72 | 0.11 | 6.00 | 0.633 |
| SUPERFICIE_VASCA | 73.80 | 0.00 | 0.00 | 59.04 | 14.46 | 0.00 | 14.46 | 0.08 | 4.37 | 0.196 |

 Node Depth Summary

| Node | Type | Average Depth Meters | Maximum Depth Meters | Maximum HGL Meters | Time of Max Occurrence days hr:min | Reported Max Depth Meters |
|----------------------|----------|----------------------|----------------------|--------------------|------------------------------------|---------------------------|
| B-01 | JUNCTION | 0.01 | 0.12 | 21.42 | 0 05:05 | 0.12 |
| B-02 | JUNCTION | 0.02 | 0.16 | 21.42 | 0 05:05 | 0.16 |
| B-03 | JUNCTION | 0.02 | 0.22 | 21.42 | 0 05:05 | 0.22 |
| B-04 | JUNCTION | 0.04 | 0.32 | 21.42 | 0 05:05 | 0.32 |
| B-05 | JUNCTION | 0.06 | 0.42 | 21.42 | 0 05:05 | 0.42 |
| B-06 | JUNCTION | 0.07 | 0.52 | 21.42 | 0 05:05 | 0.52 |
| B-07 | JUNCTION | 0.09 | 0.62 | 21.42 | 0 05:05 | 0.62 |
| B-08 | JUNCTION | 0.11 | 0.72 | 21.42 | 0 05:05 | 0.72 |
| B-09 | JUNCTION | 0.13 | 0.81 | 21.41 | 0 05:05 | 0.81 |
| B-10 | JUNCTION | 0.15 | 0.91 | 21.41 | 0 05:06 | 0.91 |
| B-11 | JUNCTION | 0.16 | 0.96 | 21.41 | 0 05:08 | 0.96 |
| B-OUT | OUTFALL | 0.03 | 0.10 | 20.50 | 0 00:28 | 0.10 |
| VASCA_DI_LAMINAZIONE | STORAGE | 0.02 | 0.17 | 21.41 | 0 05:08 | 0.17 |

 Node Inflow Summary

| Node | Type | Maximum Lateral Inflow LPS | Maximum Total Inflow LPS | Time of Max Occurrence days hr:min | Lateral Inflow Volume 10 ⁶ ltr | Total Inflow Volume 10 ⁶ ltr | Flow Balance Error Percent |
|----------------------|----------|----------------------------|--------------------------|------------------------------------|---|---|----------------------------|
| B-01 | JUNCTION | 4.20 | 4.20 | 0 05:05 | 0.0738 | 0.0738 | -0.032 |
| B-02 | JUNCTION | 0.00 | 4.22 | 0 01:18 | 0 | 0.0739 | -0.037 |
| B-03 | JUNCTION | 0.00 | 4.44 | 0 01:08 | 0 | 0.0741 | -0.014 |
| B-04 | JUNCTION | 5.50 | 9.69 | 0 01:42 | 0.0967 | 0.171 | -0.022 |
| B-05 | JUNCTION | 6.29 | 15.98 | 0 01:42 | 0.111 | 0.281 | -0.008 |
| B-06 | JUNCTION | 6.11 | 22.24 | 0 00:40 | 0.107 | 0.389 | -0.007 |
| B-07 | JUNCTION | 6.00 | 28.50 | 0 00:36 | 0.106 | 0.494 | 0.004 |
| B-08 | JUNCTION | 6.10 | 34.19 | 0 01:43 | 0.107 | 0.624 | -0.005 |
| B-09 | JUNCTION | 0.00 | 30.80 | 0 00:29 | 0 | 0.456 | 0.005 |
| B-10 | JUNCTION | 0.00 | 27.76 | 0 01:39 | 0 | 0.456 | 0.023 |
| B-11 | JUNCTION | 0.00 | 27.76 | 0 01:39 | 0 | 0.712 | 0.007 |
| B-OUT | OUTFALL | 0.00 | 21.38 | 0 05:08 | 0 | 0.677 | 0.000 |
| VASCA_DI_LAMINAZIONE | STORAGE | 4.37 | 22.45 | 0 05:05 | 0.0767 | 0.279 | -0.000 |

 Node Surcharge Summary

Surcharging occurs when water rises above the top of the highest conduit.

| Node | Type | Hours Surcharged | Max. Height Above Crown Meters | Min. Depth Below Rim Meters |
|------|----------|------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| B-07 | JUNCTION | 1.40 | 0.024 | 1.083 |
| B-09 | JUNCTION | 7.92 | 0.344 | 0.766 |
| B-10 | JUNCTION | 8.31 | 0.442 | 0.718 |

 Node Flooding Summary

No nodes were flooded.

 Storage Volume Summary

| Storage Unit | Average Volume 1000 m3 | Avg Pcnt Full | Evap Loss | Exfil Loss | Maximum Volume 1000 m3 | Max Pcnt Full | Time of Max Occurrence days hr:min | Maximum Outflow LPS |
|----------------------|------------------------|---------------|-----------|------------|------------------------|---------------|------------------------------------|---------------------|
| VASCA_DI_LAMINAZIONE | 0.026 | 1 | 0 | 0 | 0.246 | 10 | 0 05:08 | 21.59 |

 Outfall Loading Summary



Studio Tecnico Ing. Catellani Riccardo

Via G. Dimitrov n. 146 - 42123, Reggio Emilia (RE)
 E-mail: riccardocatellani@hotmail.it - PEC: riccardo.catellani@ingpec.eu
 Tel: 340-7981894 - www.catellaniriccardo.com - P.IVA: 02623000359

| Outfall Node | Flow Freq Pcnt | Avg Flow LPS | Max Flow LPS | Total Volume 10^6 ltr |
|--------------|----------------|--------------|--------------|-----------------------|
| B-OUT | 73.66 | 5.31 | 21.38 | 0.677 |
| System | 73.66 | 5.31 | 21.38 | 0.677 |

 Link Flow Summary

| Link | Type | Maximum Flow LPS | Time of Max Occurrence days hr:min | Maximum Veloc m/sec | Max/ Full Flow | Max/ Full Depth |
|------|---------|--------------------|------------------------------------|-----------------------|----------------|-----------------|
| C1 | CONDUIT | 4.22 | 0 01:18 | 0.34 | 0.02 | 0.24 |
| C2 | CONDUIT | 4.44 | 0 01:08 | 0.35 | 0.02 | 0.32 |
| C3 | CONDUIT | 5.17 | 0 05:07 | 0.26 | 0.02 | 0.45 |
| C4 | CONDUIT | 10.20 | 0 05:06 | 0.39 | 0.04 | 0.62 |
| C5 | CONDUIT | 16.16 | 0 00:40 | 0.48 | 0.06 | 0.79 |
| C6 | CONDUIT | 22.60 | 0 00:36 | 0.53 | 0.08 | 0.94 |
| C7 | CONDUIT | 28.10 | 0 01:43 | 0.52 | 0.10 | 1.00 |
| C8 | CONDUIT | 30.80 | 0 00:29 | 0.61 | 0.21 | 1.00 |
| C9 | CONDUIT | 27.76 | 0 01:39 | 0.52 | 0.19 | 1.00 |
| C10 | CONDUIT | 27.76 | 0 01:39 | 0.37 | 0.19 | 1.00 |
| C19 | CONDUIT | 21.38 | 0 05:08 | 2.57 | 2.85 | 1.00 |
| C20 | CONDUIT | 21.59 | 0 07:11 | 0.96 | 0.03 | 0.46 |
| C21 | CONDUIT | 18.08 | 0 05:05 | 0.86 | 0.03 | 0.34 |

 Flow Classification Summary

| Conduit | Adjusted /Actual Length | Fraction of Time in Flow Class | | Time in Flow Class | | Down Norm Inlet | Inlet Ctrl |
|---------|-------------------------|--------------------------------|----------|--------------------|----------|-----------------|------------|
| | | Up Dry | Down Dry | Sub Crit | Sup Crit | | |
| C1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.31 |
| C2 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.68 |
| C3 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.30 |
| C4 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.73 |
| C5 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.31 |
| C6 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.72 |
| C7 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.32 |
| C8 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.79 |
| C9 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.24 |
| C10 | 1.00 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.93 | 0.00 | 0.80 |
| C19 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 0.80 | 0.00 |
| C20 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.84 |
| C21 | 1.00 | 0.00 | 0.83 | 0.00 | 0.12 | 0.02 | 0.03 |

 Conduit Surcharge Summary

| Conduit | Hours Full | | | Hours Above Full Normal Flow | Hours Capacity Limited |
|---------|------------|----------|----------|------------------------------|------------------------|
| | Both Ends | Upstream | Dnstream | | |
| C6 | 0.01 | 0.01 | 1.40 | 0.01 | 0.01 |
| C7 | 1.40 | 1.40 | 6.62 | 0.01 | 0.01 |
| C8 | 7.50 | 7.50 | 7.92 | 0.01 | 0.01 |
| C9 | 7.92 | 7.92 | 8.31 | 0.01 | 0.01 |
| C10 | 8.31 | 8.31 | 8.49 | 0.01 | 0.01 |
| C19 | 0.01 | 9.43 | 0.01 | 9.33 | 0.01 |

Analysis begun on: Sun Dec 26 09:31:54 2021
 Analysis ended on: Sun Dec 26 09:31:57 2021
 Total elapsed time: 00:00:03



COMPATIBILITA' IDRAULICA: INQUADRAMENTO NORMATIVO

La Direttiva Europea 2007/60/CE, recepita nel diritto italiano con il D.Lgs. 49/2010, ha dato avvio ad una nuova fase della politica nazionale per la gestione del rischio di alluvioni da attuare con la predisposizione di specifici piani di gestione del rischio in esame.

In conformità ai dettami delle suddette normative, nella seduta di Comitato Istituzionale del 3 marzo 2016, con deliberazione n. 2/2016, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del Fiume Po ha approvato il **"Piano di Gestione del Rischio delle Alluvioni nel Distretto del Po" (PGRA)**.

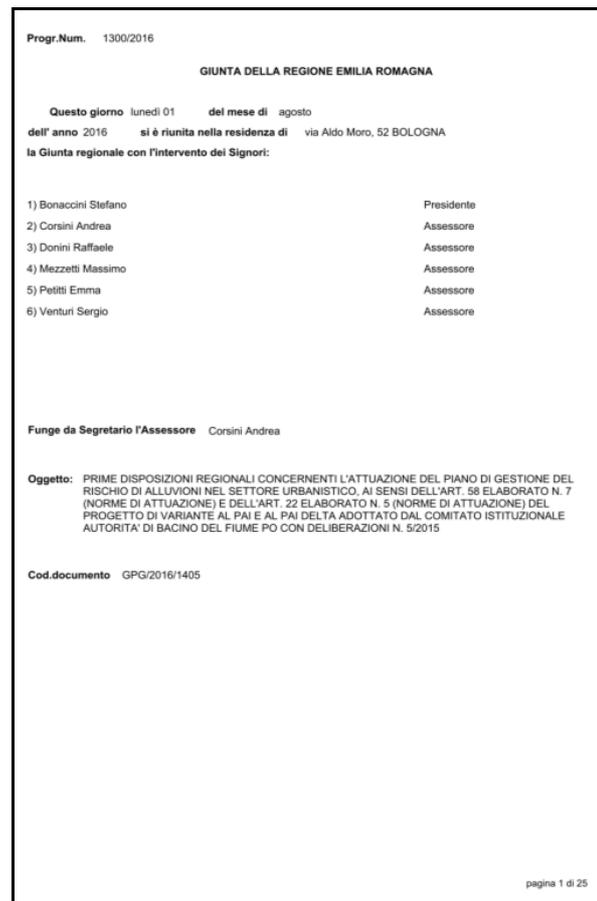


Figura 34: Principali strumenti utilizzati nel corso della presente relazione.

Il PGRA è stato elaborato sulla base della diagnosi di criticità derivate da Mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni, elaborate negli anni precedenti (dal dicembre 2010) utilizzando tutte le conoscenze e gli studi idraulici disponibili presso l'Autorità di bacino, le Regioni del Distretto idrografico padano ed i Comuni che avevano già proceduto alla predisposizione di Studi idrologici ed idraulici per l'adeguamento degli strumenti urbanistici ai previgenti strumenti della pianificazione di settore (**"Piano per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po" - PAI**).

Il PGRA, la cui elaborazione è stata avviata nel dicembre 2013, definisce, in linea generale per l'intero bacino del fiume Po la strategia per la riduzione del rischio di alluvioni, la tutela della vita umana e del patrimonio economico, culturale ed ambientale esposto a tale rischio, incardinandola su obiettivi operativi, declinati a loro volta in azioni strutturali e non strutturali. Particolare rilievo assumono gli obiettivi che tale Piano mira a conseguire nell'ambito del Distretto idrografico padano, più volte interessato, anche in tempi recenti, da eventi alluvionali dalle conseguenze gravi e drammatiche.



Il PGRA agisce in un'ottica di efficace coordinamento con il PAI e la Pianificazione di emergenza della Protezione civile creando un sistema coordinato di piani per la gestione di tutte le fasi del ciclo del rischio: previsione, prevenzione, protezione, gestione delle emergenze e ritorno alla normalità.

Al tempo stesso, tuttavia, è stato rilevato che la cartografia e gli ulteriori elaborati della pianificazione di bacino del Po sopra richiamati non risultano perfettamente adeguati con quanto stabilito dalle disposizioni del D.lgs. n. 49 /2010: in particolare, **la perimetrazione delle aree allagabili individuate nelle Mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni del PGRA non risulta perfettamente Sovrapponibile alle aree allagabili rappresentate nel PAI** (fasce Fluviali ed aree in dissesto per fenomeni fluvio - torrentizi). Il PGRA contiene inoltre la perimetrazione delle aree allagabili lungo le coste lacuali e marine e lungo i reticoli irrigui e di bonifica, aree non ricomprese nella pianificazione previgente.

Alla luce della situazione illustrata è quindi emersa la necessità di procedere ad una verifica della congruità della pianificazione di settore, e, sulla scorta di tale verifica, di avviare l'elaborazione di varianti al PAI per l'aggiornamento della cartografia e delle Norme di Attuazione.

E' quindi stato predisposto un **"Progetto di Variante al PAI - Integrazione all'Elaborato 7 (Norme di attuazione)"**, poi adottato dal Comitato Istituzionale nella seduta del 17 Dicembre 2015, con la Deliberazione n. 5 /2015. Scopo precipuo della Variante in esame è stato quello di garantire la piena corrispondenza tra i contenuti conoscitivi risultanti dall'elaborazione del PGRA e la rappresentazione delle aree a diverso grado di pericolosità e rischio contenuta nel PAI, ed associare a queste aree le specifiche disposizioni previste dal medesimo piano.

Il Progetto di Variante è stato sottoposto ad un periodo di partecipazione attiva degli enti e strutture interessate, comprendente la presentazione di eventuali osservazioni, che si è concluso il 16 maggio 2016; successivamente le Regioni hanno convocato Conferenze Programmatiche per acquisire il parere dei Comuni in relazione alla coerenza tra pianificazione di bacino, così come aggiornata dal PGRA, e pianificazione urbanistica e territoriale vigente, **e formuleranno un proprio parere all'Autorità di Bacino del Fiume Po, al fine dell'adozione definitiva della Variante da parte del Comitato Istituzionale.** Nelle more dell'adozione definitiva e della successiva approvazione della citata Variante, ferma restando la competenza in capo alle Regioni, i Comuni hanno facoltà di procedere nell'estendere alle aree allagabili di nuova individuazione le norme già vigenti per le Fasce fluviali o per le aree in dissesto del PAI. Le Regioni emanano, ove necessario, disposizioni concernenti l'attuazione del PGRA nel settore urbanistico, integrative rispetto a quelle già contenute nella Variante al PAI.

In attuazione a quanto appena illustrato la Regione Emilia-Romagna ha emanato, con Delibera di Giunta Regionale n. 1300 del 01/08/2016, "Prime disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni nel settore urbanistico [...]", da intendersi come prime indicazioni e indirizzi di carattere generale rivolte ai Comuni e agli Enti interessati nell'ambito dell'attuazione delle previsioni della pianificazione di emergenza, territoriale ed urbanistica e concernenti l'attuazione del PGRA, nel periodo intercorrente tra la loro approvazione e l'emanazione delle disposizioni complete e definitive. Tale anticipazione si è resa necessaria in risposta all'urgenza manifestata dai Comuni in sede di Conferenza Programmatica di avere indicazioni operative per l'applicazione delle misure di salvaguardia, nei procedimenti urbanistici ed edilizi, alle aree individuate nell'ambito delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni del PGRA.



PERICOLOSITA' ASSOCIATA AL RETICOLO PRINCIPALE E SECONDARIO DI PIANURA

Con riferimento ai contenuti del PAI, il progetto in esame (Figura 35) ricade nella perimetrazione della fascia "C", quella riguardante le aree inondabili a seguito di piena catastrofica (evento connesso o al cedimento in uno o più punti ovvero al sormonto del sistema arginale di difesa del Po e dei suoi tributari di pianura).

Con riferimento ai contenuti del PGRA, prima di esaminarne la collocazione del progetto in esame si richiama brevemente la zonizzazione introdotta da tale pianificazione.

Nelle *Mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni*, che costituiscono parte integrante del piano, è raffigurata l'estensione potenziale delle inondazioni causate dai corsi d'acqua (naturali e artificiali), dal mare e dai laghi, con riferimento a tre scenari di probabilità di accadimento dell'evento alluvionale:

- alluvioni rare – *Low probability L*;
- alluvioni poco frequenti – *Medium probability M*;
- alluvioni frequenti – *High probability H*.

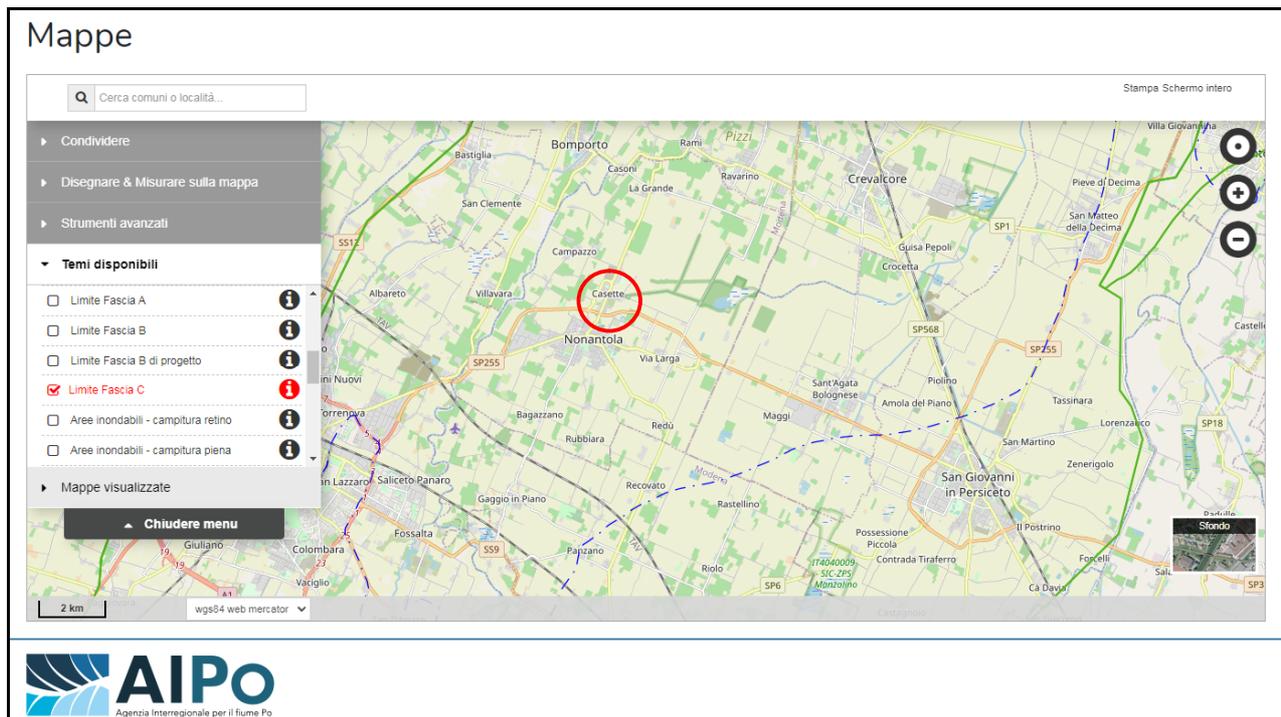


Figura 35: AIPo – Consultazione geoportale dove si evince perimetrazione in fascia "C".

A ciascuno dei suddetti scenari è associato un livello di pericolosità:

- P1 – bassa per alluvioni rare;
- P2 – media per alluvioni poco frequenti;
- P3 – elevata per alluvioni frequenti.



| Direttiva Alluvioni | | Pericolosità |
|---|--|----------------------|
| Scenario | Tempo di ritorno | |
| Aree allagabili – scenario frequente Elevata probabilità di alluvioni (H = high) | 20-50 anni (frequente) | P3 elevata |
| Aree allagabili – scenario poco frequente Media probabilità di alluvioni (M = medium) | 100-200 anni (poco frequente) | P2 media |
| Aree allagabili – scenario raro Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (L = low) | 500 anni o massimo storico registrato | P1 bassa |

Figura 36: Schema esplicativo delle definizioni di livello di pericolosità.

Nel territorio in esame sono definite mappe di pericolosità riferite al Reticolo Principale di Pianura e di fondovalle (RP) e del Reticolo Secondario di Pianura (RSP); in questo contesto sono gli unici due elementi idrografici in grado di generare pericolo di alluvioni.

Dall'analisi delle suddette mappe si evince che il territorio interessato dal progetto in esame ricade:

- in area allagabile in scenario raro, a cui è associato un livello di pericolosità bassa (P1), nel caso del Reticolo Principale di Pianura e fondovalle (RP),
- in area allagabile in scenario poco frequente, a cui è associato un livello di pericolosità media (P2), nel caso del Reticolo Secondario di Pianura (RS).

Per quanto riguarda il **Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP)**, le misure indicate dalla Variante PAI sono le seguenti:

- alle aree interessate da alluvioni frequenti si applicano le limitazioni di cui all'art 29 del PAI;
- alle aree interessate da alluvioni poco frequenti si applicano le limitazioni dell'art 30 del PAI;
- alle aree interessate da alluvioni rare si applicano le limitazioni di cui all'art 31 del PAI.

Il richiamato art. 31 del PAI regola gli interventi nell'Area di esondazione per piena catastrofica (Fascia C). Nel territorio in esame il PGRA, con riferimento al Reticolo principale di pianura, conferma la zonizzazione di PAI.

Per quanto riguarda il **Reticolo Secondario di Pianura (RSP)**, le misure indicate dalla Variante PAI sono a loro volta le seguenti:

- alle aree interessate da alluvioni frequenti, poco frequenti e rare, compete alle Regioni e agli Enti locali, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti, tenuto anche conto delle indicazioni dei programmi di previsione e prevenzione ai sensi della L. 24 febbraio 1992 n. 225 e s.m.i.

La recente D.G.R. 1300/2016 ("Prime disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni nel settore urbanistico[...]") per casi come quello in esame dispone che:



“...nelle aree perimetrata a pericolosità P3 e P2 dell'ambito Reticolo Secondario di Pianura, laddove negli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica non siano già vigenti norme equivalenti, si deve garantire l'applicazione:

- **di misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle strutture esposte, anche ai fini della tutela della vita umana;**
- **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.**

Le successive indicazioni operative vanno considerate per il rilascio dei titoli edilizi relativi ai seguenti interventi edilizi definiti ai sensi delle vigenti leggi:

- ristrutturazione edilizia;**
- interventi di nuova costruzione;**
- mutamento di destinazione d'uso con opere.**

Nell'ambito dei procedimenti inerenti richiesta/rilascio di permesso di costruire e/o segnalazione certificata di inizio attività, si riportano di seguito, a titolo di esempio e senza pretesa di esaustività, alcuni dei possibili accorgimenti che devono essere utilizzati per la mitigazione del rischio e che devono essere assunti in sede di progettazione al fine di garantire la compatibilità degli interventi con le condizioni di pericolosità di cui al quadro conoscitivo specifico di riferimento, demandando alle Amministrazioni Comunali la verifica del rispetto delle presenti indicazioni in sede di rilascio del titolo edilizio.

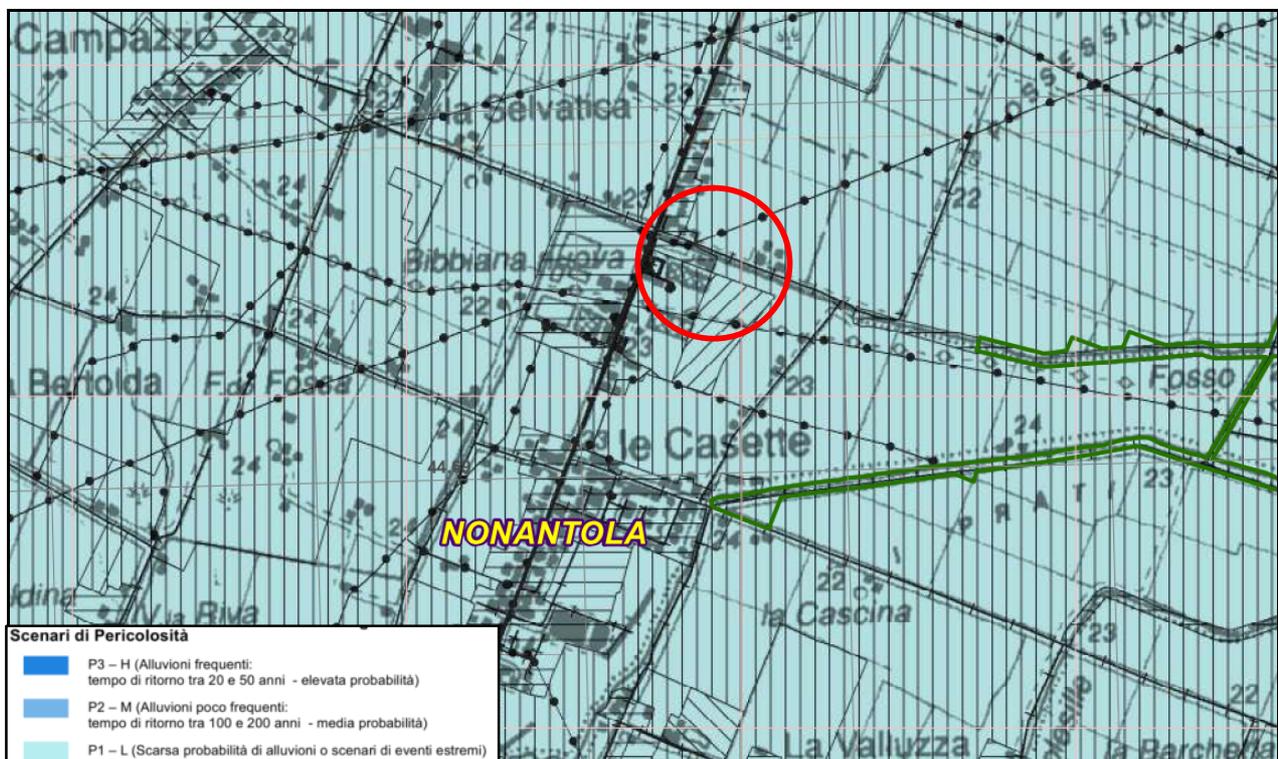


Figura 37: Mappa di pericolosità del Reticolo Principale di Pianura e di fondovalle (RP).

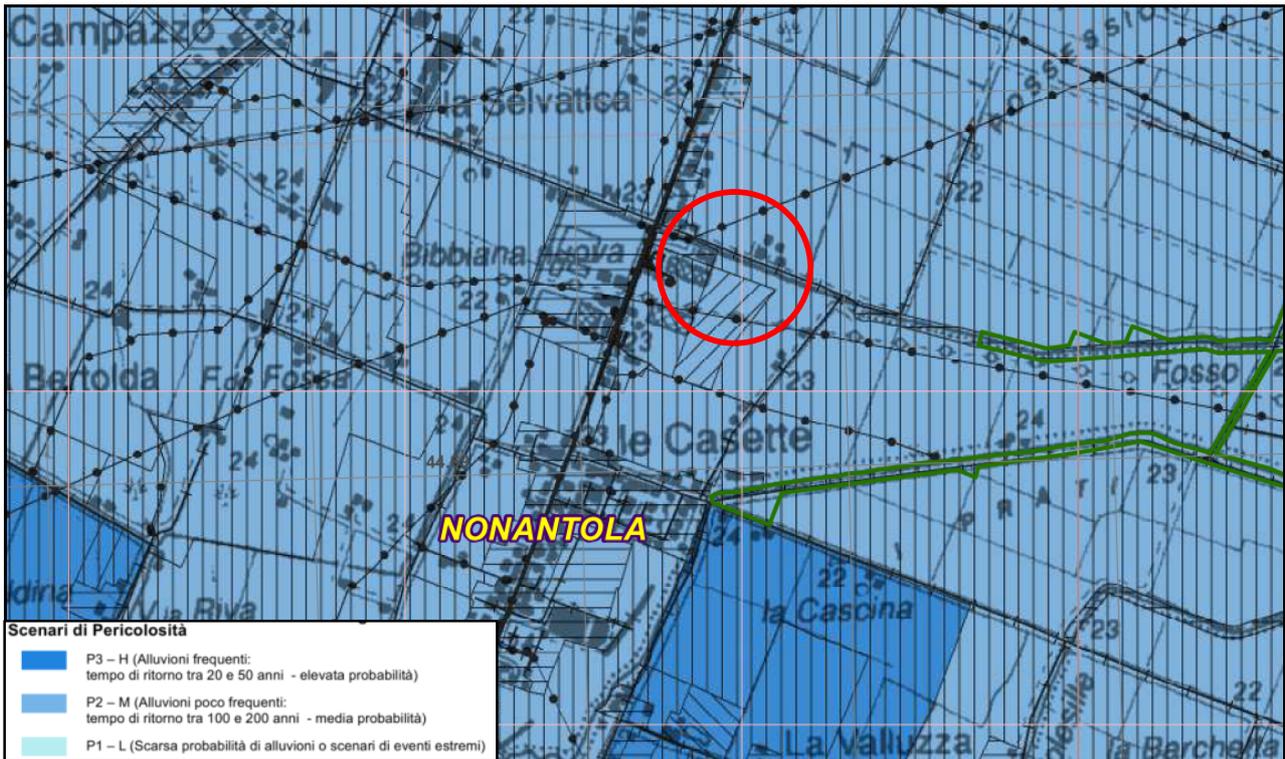


Figura 38: Mappa di pericolosità del Reticolo Secondario di Pianura (RSP).

Alla luce delle disposizioni richiamate nel PGRA, con riferimento sia al reticolo Principale, sia al reticolo Secondario di Pianura, vengono richieste delle specifiche valutazioni idrauliche che saranno illustrate nelle successive pagine del presente documento.

In seguito, a partire dal PTCP, si esporrà una breve trattazione sugli strumenti urbanistici utili alla valutazione della pericolosità imposta dalla D.G.R. 1300/2016.

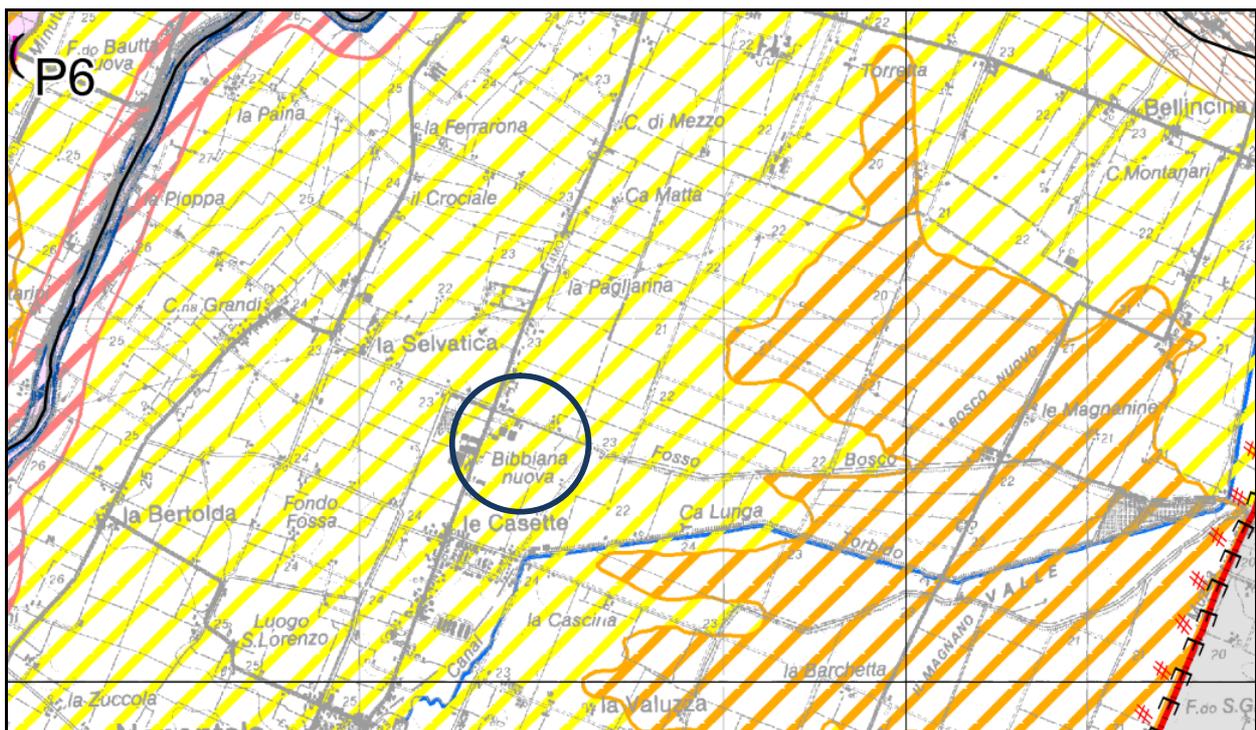


Figura 39: Estratto Tavola 2.3.1 del PTCP 2009 della provincia di Modena



| VOCI DI LEGENDA | |
|---|---|
| Aree a differente pericolosità e/o criticità idraulica | |
|  | A1 - Aree ad elevata pericolosità idraulica (Art.11) |
|  | A2 - Aree depresse ad elevata criticità idraulica con possibilità di permanenza dell'acqua a livelli maggiori di 1 metro (Art.11) |
|  | A3 - Aree depresse ad elevata criticità idraulica aree a rapido scorrimento ad elevata criticità idraulica (Art.11) |
|  | A4 - Aree a media criticità idraulica con bassa capacità di scorrimento (Art.11) |
|  | Aree golenali naturali ed artificiali |
|  | Paleodossi di accertato interesse (Art.23A, comma 2, lettera a) |
|  | Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua (Art.10) |
|  | Fasce di espansione inondabili (Art.9, comma 2, lettera a) |
|  | Limite delle aree soggette a criticità idraulica (Art.11) |

“La documentazione tecnica di supporto alla procedura abilitativa deve comprendere una valutazione che consenta di definire gli accorgimenti da assumere per rendere l'intervento compatibile con le criticità idrauliche rilevate, in base al tipo di pericolosità e al livello di esposizione.”

Nel caso del territorio in esame, il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) della Provincia di Modena (stralcio in Figura 39) al comma 7 dell'articolo 11 delle norme di attuazione recita: *“nella Carta 2.3 “Rischio idraulico: carta della pericolosità e della criticità idraulica” del presente Piano viene rappresentato il limite delle aree soggette a criticità idraulica, per il quale la riduzione delle condizioni di rischio generate da eventi a bassa probabilità di inondazione e l'obiettivo di garantire un grado di sicurezza accettabile alla popolazione è affidato alla predisposizione di programmi di prevenzione e protezione civile ai sensi della L. 225/1992 e s.m.i..”*

Tali programmi e i piani di emergenza per la difesa della popolazione e del territorio investono anche i territori di cui agli articoli 9, 10 del presente Piano”. Ciò vuol dire che non sono previste particolari indicazioni ma devono essere attuate le più basilari regole di *buonsenso*.

Nella Tavola 2.3.1 del PTCP della provincia di Modena si evince come l'area in oggetto sia soggetta, ai sensi dell'art. 11, a criticità idraulica. In particolar modo si tratterebbe di una categoria A3 – *Aree depresse ad elevata criticità idraulica* definite come *aree depresse ad elevata criticità idraulica di tipo B, situate in comparti morfologici allagabili, ma caratterizzate da condizioni altimetriche meno critiche della classe precedente, aree caratterizzate da scorrimento rapido e buona capacità di smaltimento, ad elevata criticità idraulica poiché situate in comparti allagabili.*

Inoltre:

“Negli ambiti A2, A3, A4, con particolare riferimento alle aree interessate da rilevanti nuovi insediamenti produttivi, gli strumenti urbanistici comunali indicano gli interventi tecnici da adottare sia per ridurre l'effetto della impermeabilizzazione delle superfici nei confronti dell'incremento dei tempi di corrivazione dei deflussi idrici superficiali sia per mantenere una ottimale capacità di smaltimento del reticolo di scolo legato al sistema della rete dei canali di bonifica. Deve essere previsto il drenaggio totale delle acque meteoriche con il sistema duale, cioè un sistema minore, costituito dai collettori fognari destinati allo smaltimento delle acque nere e di parte di quelle bianche, e un sistema maggiore, costituito dalle vie di acque superficiali



(anche vasche volano, taratura delle bocche delle caditoie, estensione delle aree verdi) che si formano in occasione di precipitazioni più intense di quelle compatibili con la rete fognaria.”

Come dimostrato precedentemente questa prescrizione è stata ampiamente ottemperata.

“Nelle aree urbanizzabili/urbanizzate e da riqualificare soggette a POC/PUA ubicate nelle aree P3 e P2, nell’ambito della procedura di VALSAT di cui alla L.R. 20/2000 e s.m.i., la documentazione tecnica di supporto ai Piani operativi/attuativi deve comprendere uno studio idraulico adeguato a definire i limiti e gli accorgimenti da assumere per rendere l’intervento compatibile con le criticità rilevate, in base al tipo di pericolosità e al livello di esposizione locali.

Nell’ambito dei procedimenti inerenti richiesta/rilascio di permesso di costruire e/o segnalazione certificata di inizio attività, si riportano di seguito, a titolo di esempio e senza pretesa di esaustività, alcuni dei possibili accorgimenti che devono essere utilizzati per la mitigazione del rischio e che devono essere assunti in sede di progettazione al fine di garantire la compatibilità degli interventi con le condizioni di pericolosità di cui al quadro conoscitivo specifico di riferimento, demandando alle Amministrazioni Comunali la verifica del rispetto delle presenti indicazioni in sede di rilascio del titolo edilizio.

a. Misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture:

a.1. la quota minima del primo piano utile degli edifici deve essere all’altezza sufficiente a ridurre la vulnerabilità del bene esposto ed adeguata al livello di pericolosità ed esposizione;

a.2. é da evitare la realizzazione di piani interrati o seminterrati, non dotati di sistemi di autoprotezione, quali ad esempio:

- le pareti perimetrali e il solaio di base siano realizzati a tenuta d’acqua;*
- vengano previste scale/rampe interne di collegamento tra il piano dell’edificio potenzialmente allagabile e gli altri piani;*
- gli impianti elettrici siano realizzati con accorgimenti tali da assicurare la continuità del funzionamento dell’impianto anche in caso di allagamento;*
- le aperture siano a tenuta stagna e/o provviste di protezioni idonee;*
- le rampe di accesso siano provviste di particolari accorgimenti tecnico-costruttivi (dossi, sistemi di paratie, etc.);*
- siano previsti sistemi di sollevamento delle acque da ubicarsi in condizioni di sicurezza idraulica.*

Si precisa che in tali locali sono consentiti unicamente usi accessori alla funzione principale.

a.3. favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l’accumulo ovvero che comportino l’aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti.

La documentazione tecnica di supporto alla procedura abilitativa deve comprendere una valutazione che consenta di definire gli accorgimenti da assumere per rendere l’intervento compatibile con le criticità idrauliche rilevate, in base al tipo di pericolosità e al livello di esposizione.”



Domenica 6 dicembre 2020 l'argine destro del Panaro, tra Gaggio e Nonantola, non ha retto l'eccezionale onda di piena, causata dalla grande quantità di acqua generatasi dalle abbondanti piogge dei giorni precedenti, associato allo scioglimento della neve caduta giorni prima in montagna, provocando allagamenti ed ingenti danni.

Per dare un'idea dell'eccezionalità dell'evento basti ricordare che l'onda di piena, nella notte tra il 5 e 6 dicembre, ha raggiunto un flusso di quantità d'acqua paragonabile ai 2/3 di quella media del fiume Po alla foce. In questa situazione, la cassa d'espansione del Panaro, utilizzata al massimo della sua potenzialità, ha invaso fino a 17 milioni di metri cubi d'acqua, con un livello raggiunto di 11,07 metri: il massimo mai conseguito.

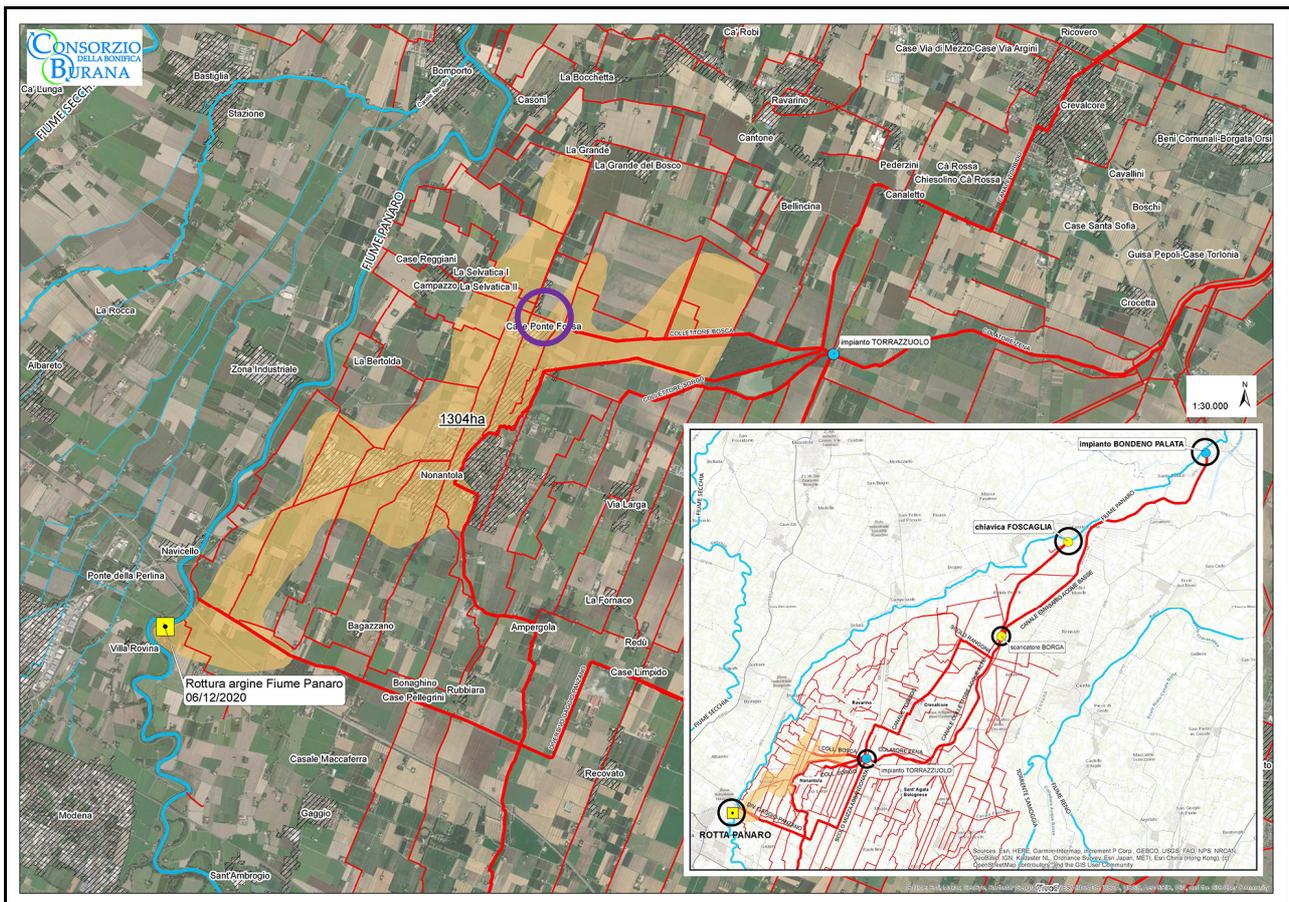


Figura 40: Mappa dei territori allagati dalla rotta del Fiume Panaro del 6/12/2020.

In quest'occasione, nonostante l'eccezionalità dell'evento, la zona interessata dal comparto D7 non ha subito allagamenti evidenti. **Stando alle informazioni raccolte per questo studio il tirante massimo raggiunto durante l'alluvione è stato decisamente inferiore ai 50 cm** andando a confermare quanto sancito dal PTCP infatti l'acqua è defluita in tempi brevi.

La perimetrazione del PSC del Comune di Nonantola non indica particolari criticità dal punto di vista del rischio idrogeologico ma inquadra l'area come:

- zona produttiva agricola speciale D7;
- zona soggetta ai vincoli di cui al Dlgs 490/99;



- **zona per attrezzature pubbliche di servizio:** nella zona dove è stata prevista la vasca di laminazione delle portate meteoriche.

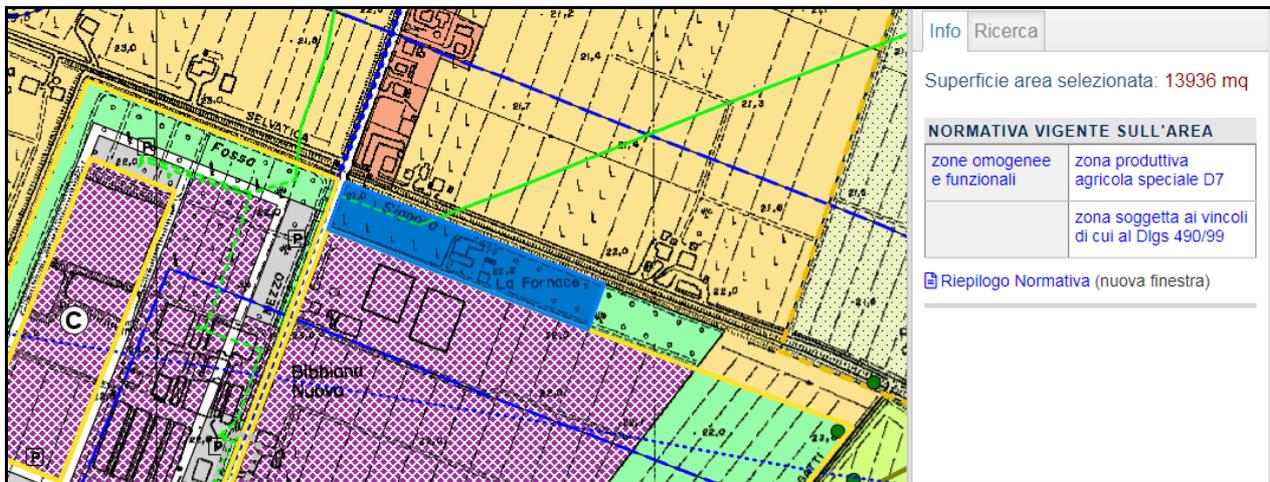


Figura 41: Stralcio PSC: https://nonantola.ldpgis.it/normativa/index.php?viewer=ldp&normativa=_prg&mappa=prg&sid=-.

Non si reputano le superfici stradali della viabilità di accesso ed i parcheggi come fonte di potenziale inquinamento. In fase di PdC dei singoli lotti si dovrà decidere se dotarsi o meno di sistemi di separazione e/o trattamento in loco delle acque di prima pioggia.

Nella realizzazione della vasca di laminazione si dovrà fare particolare attenzione a non realizzare il fondo direttamente a contatto con l'eventuale falda superficiale ma si dovrà garantire che esso sia in argilla lievemente battuta in modo da fornire una blanda impermeabilizzazione. I tempi di permanenza dell'acqua nella vasca, minori di 24 ore, sono da considerarsi sufficientemente bassi per evitare un'infiltrazione nell'acquifero e per dare la possibilità che si verifichino problematiche igienico-sanitarie. La vasca di laminazione è stata dimensionata in modo tale da non essere invasata nei primi 20 minuti di eventi di pioggia orari e Tr 50 anni.

Gli strumenti di pianificazione Provinciale e Comunale non indicano, con particolare riferimento alle delimitazioni del pericolo di alluvioni generate dal reticolo idrografico secondario, la necessità di effettuare delle specifiche valutazioni idrauliche utili alla valutazione del pericolo derivante da alluvioni.

RISCHIO ASSOCIATO AL RETICOLO PRINCIPALE E SECONDARIO DI PIANURA

Il Reticolo secondario di pianura (RSP) è costituito dai corsi d'acqua secondari di pianura e da quelli irrigui nella medio - bassa pianura padana, gestiti dai Consorzi di bonifica.

La porzione del distretto padano che ricade nel territorio della Regione Emilia-Romagna è infatti caratterizzata, nella sua parte più a nord, tra le pendici della pedecollina e gli argini di Po in pianura, dalla presenza di una fitta rete di canali artificiali di bonifica che assolvono funzione di scolo, di irrigazione o promiscua. Ai canali si accompagna un sistema complesso di opere, la cui gestione è affidata ai 6 Consorzi di Bonifica che hanno competenza sui rispettivi comprensori (di Piacenza, Parmense, dell'Emilia-Centrale, Burana, della Pianura di Ferrara ed una piccola parte del territorio della Renana).



La complessità del sistema è accresciuta dal fatto che la rete è strettamente interconnessa con il reticolo principale e, in alcuni casi, con il reticolo secondario e minore naturale.

I canali di bonifica che interessano il territorio regionale, realizzati a cavallo tra il XIX ed il XX secolo con finalità territoriali molto diverse rispetto alle esigenze attuali, risultano sostanzialmente progettati, per lo più, per eventi caratterizzati da tempi di ritorno non superiori a circa 25-50 anni e attraversano, oggi, territori che sono passati nel corso degli anni da un uso tipicamente agricolo a un denso sfruttamento, con presenza di centri e nuclei abitati importanti ed altrettanto importanti realtà produttive e agricole. Per tempi di ritorno superiori ai 50 anni la rete risulta, a meno di alcuni casi, insufficiente in modo generalizzato con allagamenti diffusi su porzioni molto ampie del territorio e ristagnamenti maggiori nelle zone depresse. Nonostante gli innumerevoli interventi effettuati, l'adeguamento strutturale di tale reticolo idrografico, non ha potuto seguire la rapida evoluzione urbanistica degli ultimi 50 anni e si valuta che, salvo alcuni collettori e dorsali principali, la capacità di scolo della rete sia rimasta invariata o addirittura sia diminuita.

La criticità dell'ambito di bonifica deriva anche dalla sua naturale conformazione attuale: le aree di pianura sono, come confermano i recenti dati del DTM Lidar (MATTM, 2008, risoluzione 1 punto/m²), zone a scolo e drenaggio difficoltoso, in cui le esondazioni si manifestano con velocità e tiranti idrici modesti, ma interessano amplissime porzioni di territorio con tempi di permanenza dell'acqua raramente inferiori alle 24 ore.¹

Il contesto normativo e i riferimenti principali da tenere in considerazione nell'analisi dei fenomeni alluvionali che possono interessare il reticolo artificiale di pianura sono, nell'ordine, la Direttiva 2007/60/CE e il D.Lgs. 49 /2010 di recepimento; tali norme individuano una serie di scenari in base ai quali effettuare la mappatura della pericolosità da alluvione:

| | Direttiva 2007/60/CE | D.Lgs 49/2010 |
|-------------|--|---|
| | (art. 6) | (art. 6) |
| Scenario a) | Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi | Alluvioni rare di estrema intensità: tempo di ritorno fino a 500 anni dall'evento (bassa probabilità) |
| Scenario b) | Media probabilità di alluvioni (tempo di ritorno probabile >=cento anni) | Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno fra 100 e 200 anni (media probabilità) |
| Scenario c) | Elevata probabilità di alluvioni, se opportuno | Alluvioni frequenti: tempo di ritorno fra 20 e 50 anni (elevata probabilità) |

Figura 42: Paragone sulle definizioni degli scenari di alluvione tra la Direttiva 2007/60/CE e il D.Lgs. 49/2010.

La Direttiva 2007/60/CE prevede che per ciascuno degli scenari di cui sopra vengano definite dalle strutture competenti i seguenti elementi:

- a) portata della piena;
- b) profondità delle acque o, se del caso, livello delle acque;
- c) se opportuno, velocità del flusso o flusso d'acqua considerato.

¹ trattazione desunta dal documento: Piano per la valutazione e gestione del rischio di alluvioni – Parte V A – Aree a rischio significativo di alluvione (ARS) Regionali e Locali – Relazione Emilia-Romagna



Il D.Lgs. 49 /2010 individua a sua volta, per ogni scenario, almeno i seguenti elementi:

- a) *estensione dell'inondazione;*
- b) *altezza idrica o livello;*
- c) *caratteristiche del deflusso (velocità e portata).*

La metodologia messa a punto dal tavolo di lavoro costituito dai Consorzi di Bonifica regionali, dalle Autorità di Bacino e dalla Regione Emilia-Romagna per la elaborazione delle mappe di pericolosità da alluvione del reticolo secondario artificiale di pianura è di tipo semplificato e si basa sulla perimetrazione degli allagamenti storici che hanno interessato il sistema costituito dai canali di bonifica.

In relazione agli scenari indicati in normativa (si veda la tabella precedente), si sottolinea che i canali di bonifica che interessano il territorio regionale, realizzati a cavallo tra il XIX ed il XX secolo con finalità territoriali molto diverse rispetto alle esigenze attuali, risultano sostanzialmente progettati, per lo più, per eventi di un ordine di grandezza inferiore anche solo al punto **c** (alluvioni frequenti). Considerando che l'adeguamento strutturale di tale reticolo idrografico, nella sua complessità, non ha potuto seguire la rapida evoluzione urbanistica degli ultimi 50 anni, si ritiene che, salvo alcuni collettori c dorsali principali, la capacità di scolo della rete sia rimasta invariata o addirittura sia diminuita.

Per quanto sopra si ritiene, quindi, che, con riferimento al reticolo di bonifica, risultino difficilmente valutabili sia lo scenario a) che lo scenario b).

Gli scenari da prendere in considerazione per le analisi devono, quindi, essere opportunamente ricalibrati in funzione dell'ambito di studio specifico e delle caratteristiche specifiche di ciascun comprensorio di bonifica.

In particolare, il metodo si fonda sui seguenti criteri generali:

- esame dei soli eventi alluvionali che hanno provocato allagamenti per insufficienza specifica della rete di scolo di bonifica (crisi interna, no crisi indotta da eventi su reticolo naturale o rete urbana);
- esame dei soli allagamenti storici avvenuti orientativamente in epoca successiva al 1990;
- esame dei soli allagamenti storici ripetibili nel presente/futuro;
- riconducibilità degli eventi storici ai seguenti due scenari:
 - Alluvioni frequenti (Tr fino a 50 anni, elevata probabilità);
 - Alluvioni poco frequenti fino a 200 anni, media probabilità);
- eventuale recepimento di dati derivanti da modellazioni idrologiche-idrauliche;
- definizione del livello di pericolosità in termini di:
 - altezza idrica;
 - velocità di deflusso;
 - durata della permanenza dell'allagamento.

Per lo scenario poco frequente, come già detto in precedenza, ampie porzioni del territorio consortile risultano potenzialmente allagabili e, pertanto, le indicazioni che si possono trarre dalla mappatura hanno carattere prevalentemente qualitativo, a meno che non siano disponibili anche dati derivanti da modellazioni idrologico-idrauliche. In merito agli elementi di definizione del livello di pericolosità di cui all'ultimo punto, si precisa che le alluvioni che determinano allagamenti per insufficienza del reticolo di bonifica solitamente raggiungono un limite massimo di alcune decine di centimetri ed il deflusso di tali



acque, per le scarse pendenze che caratterizzano il territorio di pianura, tende ad avere velocità quasi nulla.²

Gli aspetti descritti e le loro ricadute sull'attività di mappatura del territorio condotta nell'ambito della stesura del PGRA sono efficacemente riassunti nella già richiamata D.G.R. 1300/2016 (*"Prime disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni nel settore urbanistico [...]"*):

La perimetrazione delle aree potenzialmente allagabili è stata effettuata con riferimento agli scenari di alluvione frequente (P3) e poco frequente (P2) previsti dalla direttiva.

Il metodo di individuazione delle aree soggette ad alluvioni ci stato di tipo prevalentemente storico - inventariale e si è basato sugli effetti di eventi avvenuti generalmente negli ultimi 20-30 *anni in quanto ritenuti maggiormente rappresentativi delle condizioni di pericolosità connesse con l'attuale assetto del reticolo di bonifica e del territorio. [...]*. Ne deriva che l'estensione delle aree interessate da alluvioni rare (P1) è ricompresa, di fatto, nello scenario di alluvione poco frequente (P2).

Le alluvioni dovute ad esondazione del reticolo artificiale di bonifica, seppure caratterizzate da alta frequenza, presentano tiranti e velocità esigui che danno origine a condizioni di rischio medio (R2) e moderato/nullo (R1) e in casi limitati, prevalentemente situati in zone urbanizzate ed insediate interessate da alluvioni frequenti, a condizioni di rischio elevato (R3).

| CLASSI DI RISCHIO | CLASSI DI PERICOLOSITA' | | | |
|-------------------|-------------------------|----|----|----|
| | AP | MP | BP | |
| CLASSI DI DANNO | D4 | R4 | R3 | R2 |
| | D3 | R3 | R3 | R2 |
| | D2 | R2 | R2 | R1 |
| | D1 | R1 | R1 | R1 |

D.P.C.M. 29.09.98:
R4 (rischio molto elevato): per il quale sono possibili perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche;
R3 (rischio elevato): per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni relativi al patrimonio ambientale;
R2 (rischio medio): per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
R1 (rischio moderato o nullo): per il quale i danni sociali, economici ed al patrimonio ambientale sono trascurabili o nulli.

Figura 43: Definizione della matrice del rischio.

| D4 - Danno potenziale molto elevato: | |
|--------------------------------------|--|
| | Zone urbanizzate (agglomerati urbani, nuclei abitati con edificazione diffusa e sparsa); |
| | Zone interessate da attività economiche e produttive di rilevante interesse (zone commerciali, industrie, centri di ricerca, etc. non potenzialmente pericolose dal punto di vista ambientale); |
| | Strutture Strategiche (ospedali e centri di cura pubblici e privati, centri di attività collettive civili, sedi di centri civici, centri di attività collettive militari); |
| | Infrastrutture strategiche (Autostrade, Tangenziali, Grandi Strade e/o Strade a Scorrimento Veloce, Strade Statali, Provinciali e Comunali principali, Stazioni FS, Linee Ferroviarie, Aeroporti, Eliporti, Porti, Invasi idroelettrici, Grandi dighe, Elettrodotti, Gasdotti, Acquedotti, Metanodotti, Linee Elettriche, Oleodotti); |
| | Beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse (aree naturali, aree boscate, aree protette e vincolate, aree di vincolo paesaggistico, aree di interesse storico e culturale, zone archeologiche); |
| | Zone interessate da attività economiche, industriali o impianti tecnologici, potenzialmente pericolosi dal punto di vista ambientale (ai sensi di ai sensi di quanto individuato nell'allegato I del D.L. 59/2005). |

Figura 44: Definizione di danno potenziale molto elevato (D4).

La mitigazione delle condizioni di rischio per il patrimonio edilizio esistente si fonda su azioni di protezione civile ed eventualmente di autoprotezione e di protezione passiva. Per quanto riguarda gli interventi edilizi nel seguito dettagliati si fa riferimento alle disposizioni specifiche riportate nel paragrafo successivo.

² trattazione desunta dal documento: *Metodologia per la mappatura della pericolosità di alluvione del reticolo idrografico artificiale di pianura in Regione Emilia Romagna.*

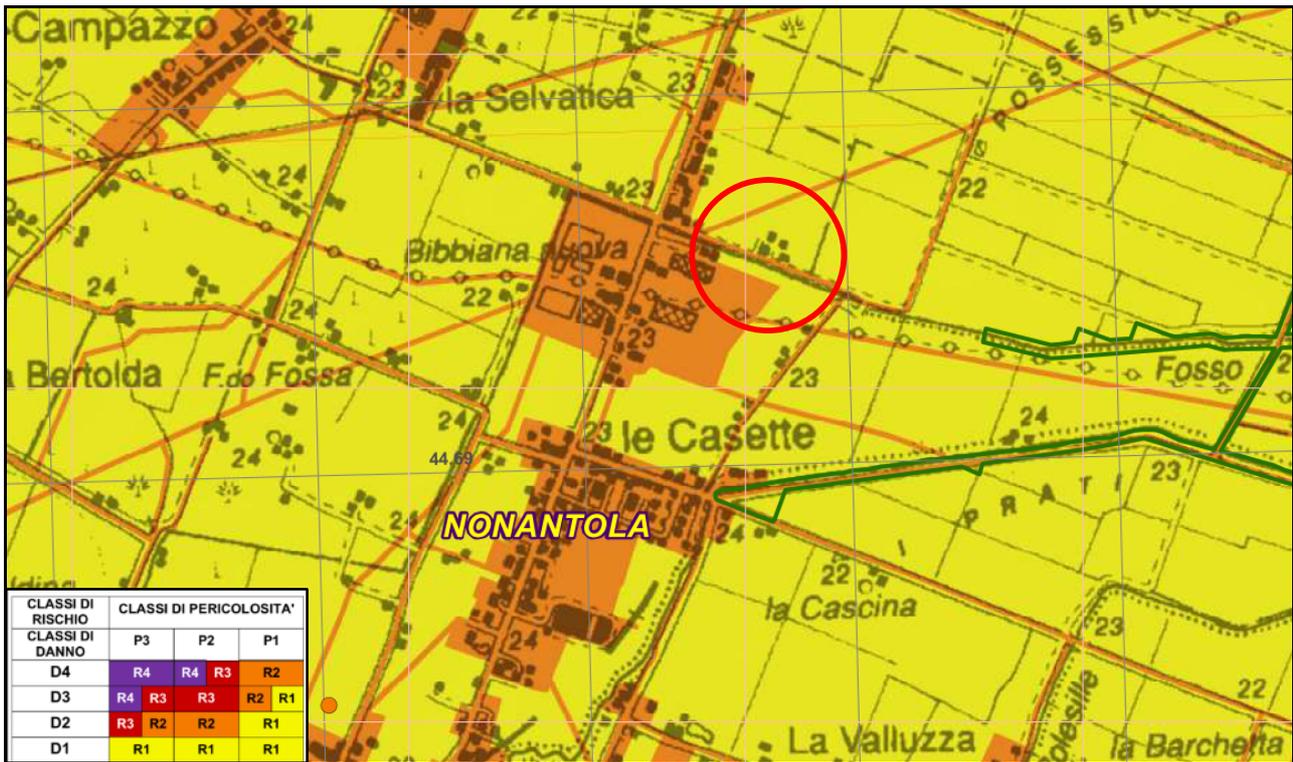


Figura 45 Mappa di rischio del Reticolo Principale di Pianura e di fondovalle (RP).

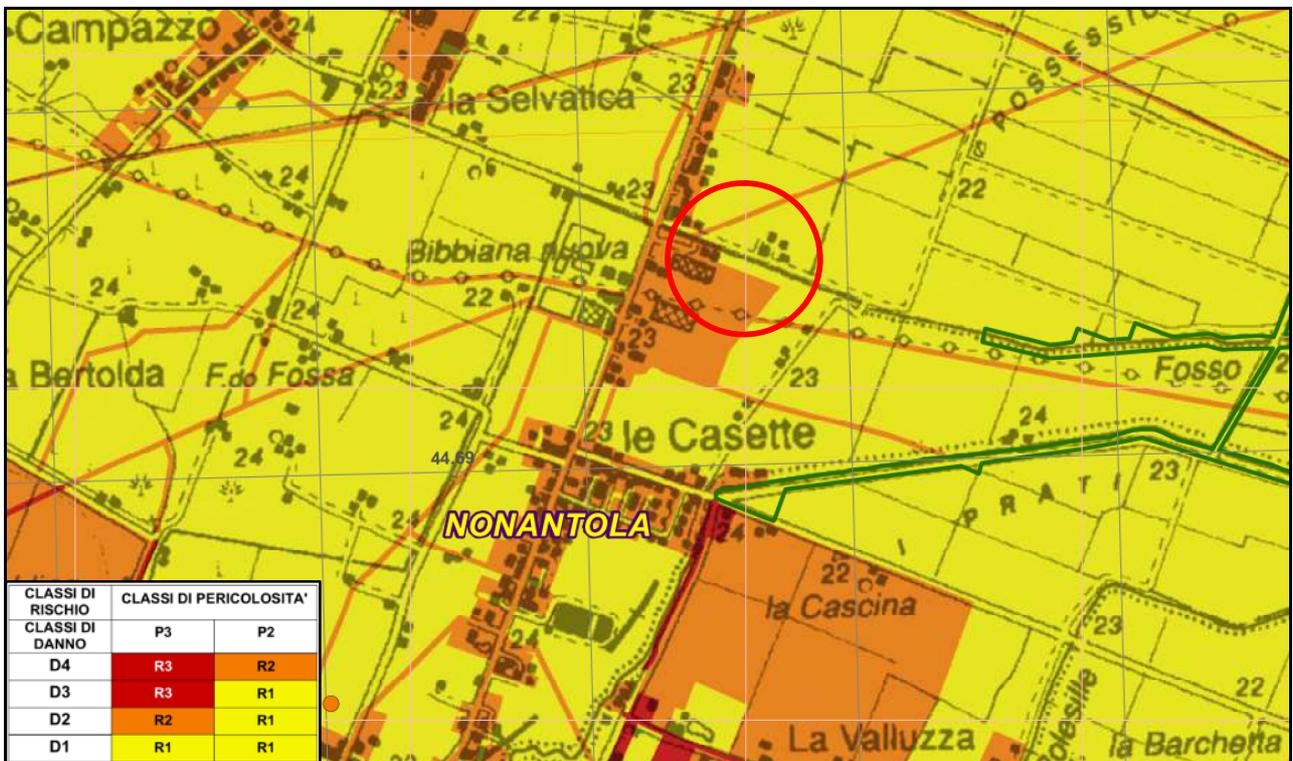


Figura 46: Mappa di rischio del Reticolo Secondario di Pianura (RSP).



L'analisi del rischio è stata svolta, pertanto, sovrapponendo, mediante procedure automatizzate su piattaforma GIS – Arcmap, alle mappe della pericolosità di alluvioni la cartografia degli elementi esposti distinti in 4 classi di danno potenziale (da D4 a D1), utilizzando l'algoritmo definito dagli "Indirizzi operativi del MATTM, in particolare mediante la elaborazione di una matrice generale (Figura 43) che associa le classi di pericolosità P1, P2, P3 alle classi di danno D1, D2, D3 e D4, declinata in funzione della specificità e dell'intensità dei processi attesi (esempio di Figura 12 per D4). Pertanto, definiti i 3 livelli di pericolosità (P3, P2, P1) e i 4 di danno potenziale (D4, D3, D2, D1) sono stati stabiliti i quattro livelli di Rischio conseguenti R4, R3, R2 ed R1 e quindi redatte le mappe del rischio.

Dall'analisi delle suddette mappe (Figura 45 e Figura 46) si evince che il territorio interessato dal progetto in esame ricada in zone a **classe tra il rischio medio (R2) ed il moderato/nullo (R1) sia per quanto riguarda il Reticolo Principale sia per quanto riguarda il Reticolo Secondario di Pianura**. Il motivo per il quale non sia riconosciuta una classe di rischio univoca è perché, attualmente, la zona è scarsamente edificata ma quando lo sarà è prevedibile che essa possa rientrare in una classe a rischio medio (R2).

Per questa classe di rischio sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.

Poiché le mappature effettuate dal PGRA hanno carattere generale e sono state desunte da elementi conoscitivi a livello di area vasta, occorrerà interfacciarsi preliminarmente con il Consorzio per caratterizzare più in dettaglio le reali criticità dell'area in esame. Le informazioni fornite potranno derivare o dalla conoscenza del territorio e dalla memoria storica dell'Ente o da studi idraulici già effettuati.

In caso di assenza di indicazioni specifiche sui tiranti idrici di allegamento si dovrà tener conto di uno scenario di allagamento con altezze minime di 20÷30 cm e velocità di deflusso di circa 0.4 m/s. Per il fatto che, in questo caso, vi sia un rischio di inondazione derivante anche dal Reticolo Principale di Pianura (RP), a favore di sicurezza, si terrà conto di un tirante di 50 cm e velocità di deflusso di circa 0.4 m/s.

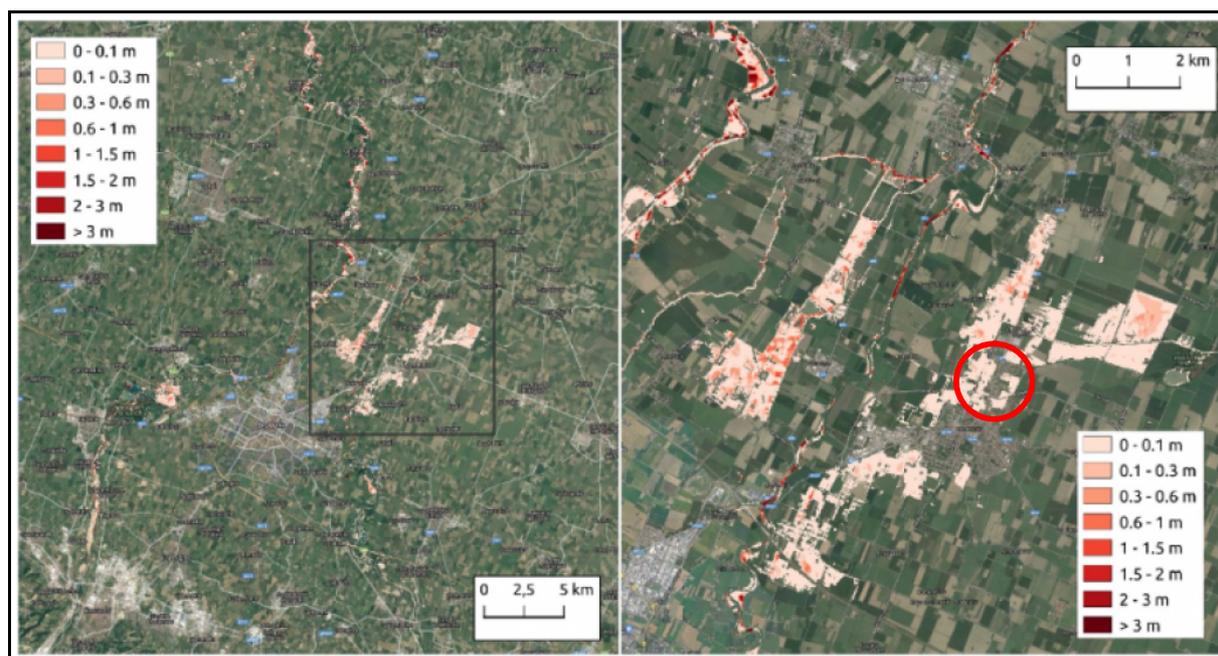


Figura 47: Profondità di allagamento stimate nel Modenese (sinistra) e ingrandimento sull'area di Nonantola, (destra).
(Acquisizione CoOSMO- SkyMed del 7 dicembre 2020, h 5.04 UTC - <https://www.cimafoundation.org/>)



L'ordine di grandezza del tirante idrico previsto in caso di alluvioni è stato sperimentato e confermato durante l'alluvione del Fiume Panaro del 6/12/2020 provando la bontà della stima effettuata nelle tavole del Piano di Gestione del Rischio delle Alluvioni nel Distretto del Po (PGR). Anche recenti studi della Fondazione CIMA, Figura 47, dimostrano che la zona in esame potrebbe essere soggetta ad alluvioni con tirante inferiore ai 30 cm.

I contenuti sin qui richiamati, per quanto a conoscenza dello scrivente, rappresentano ad oggi il principale livello conoscitivo di riferimento per la definizione della pericolosità associata sia al reticolo principale che a quello secondario di pianura.

CONCLUSIONI

Le valutazioni di natura prettamente idraulica sono riportate nel capitolo dedicato al dimensionamento e verifica della rete dedicata alle acque meteoriche, ma si possono riassumere in:

- Per i calcoli idraulici è stata utilizzata una Curva di Possibilità Pluviometrica desunta dall'elaborazione statistica delle serie dei massimi delle altezze di pioggia registrate nel territorio del comprensorio di Bonifica per un Tempo di Ritorno (Tr) di 50 anni. I valori di **a** (49,80 mm) ed **n** (0,245) sono stati desunti dal PTCP di Modena, prendendo spunto dalle linee guida di HERA Modena S.r.l.
- A fronte di una vasca di laminazione di volumetria pari a 575 m³, come prescritto dal Consorzio di Bonifica, saranno realizzati volumi d'invaso derivanti da: 300 m di tubazione in **PVC ϕ 630 mm** pari a 82,91 m³, 125 m di tubazione in **PVC ϕ 500 mm** pari a 21,78 m³ e vasca di laminazione costituita da una depressione di profondità media pari 30 cm per tutta la superficie a verde di 5.300 m². Lo scarico tarato sarà realizzato con una condotta in **PVC ϕ 110 mm** di lunghezza sull'ordine dei 2 m.
- Valore medio di portata di scarico su piogge orarie pari a 4,41 l/s mentre su 5 ore di pioggia si ottengono valori di 5,3 l/s (Tr: 50 anni) e 4,61 l/s (Tr: 20 anni). Tali valori sono da considerarsi dello stesso ordine di grandezza del limite previsto di 4,1 l/s.
- A discrezione dei progettisti dei lotti edificabili potranno essere realizzati sistemi di infiltrazione delle acque meteoriche. Questa soluzione impiantistica sarebbe fortemente suggerita dai piani urbanistici vigenti ma dovrà essere valutata minuziosamente per non incidere negativamente sugli acquiferi del sottosuolo.

Per i procedimenti inerenti richiesta/rilascio di permesso di costruire e/o segnalazione certificata di inizio attività, la richiamata DGR 1300/2016 riporta, a titolo di esempio e senza pretesa di esaustività, alcuni dei possibili accorgimenti che devono essere utilizzati per la mitigazione del rischio e che devono essere assunti in sede di progettazione al fine di garantire la compatibilità degli interventi con le condizioni di pericolosità di cui al quadro conoscitivo specifico di riferimento, demandando alle Amministrazioni Comunali la verifica del loro rispetto in sede di rilascio del titolo edilizio.

"In relazione alle caratteristiche di pericolosità e rischio descritte nel paragrafo precedente, nelle aree perimetrate a pericolosità P3 e P2 dell'ambito Reticolo Secondario di Pianura, laddove negli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica non siano già vigenti norme equivalenti, si deve garantire l'applicazione:



- a. di misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle strutture esposte, anche ai fini della tutela della vita umana;
- b. 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."

-
- a) **Riduzione della vulnerabilità** – Come già citato, la zona in oggetto ricade in area allagabile in scenario raro, a cui è associato un livello di pericolosità bassa (P1), nel caso del Reticolo Principale di Pianura e fondovalle (RP) ed in area allagabile in scenario poco frequente, a cui è associato un livello di pericolosità media (P2), nel caso del Reticolo Secondario di Pianura (RS). Per tale classe di pericolosità normalmente si associa un tirante, in caso di alluvione, pari a 20/30 cm. Per raggiungere la quota altimetrica di via di Mezzo, l'intero comparto sarà rialzato di almeno 50 cm. Già questo accorgimento sarà utile a scongiurare danni da rare alluvioni che si potrebbero verificare. E' da tenere presente che con questo innalzamento, molto probabilmente, l'area non sarebbe stata allagata dall'alluvione del Fiume Panaro del 6/12/2020. Trattandosi di un ampliamento industriale è estremamente improbabile che vengano realizzati interrati, comunque, a titolo precauzionale, se ne vieta l'utilizzo. Sempre ai fini della sicurezza si prescrive che scaffalature e apparecchiature elettriche ed elettroniche siano poste ad almeno 50 cm dal suolo. Depositi di sostanze inquinanti e/o pericolose per l'ambiente dovranno avere quota da terra di almeno 1 metro.
 - b) **Invarianza idraulica** – Gli scarichi delle acque meteoriche di dilavamento delle superfici impermeabili e delle strade saranno recapitati, una volta laminati, nel canale Fossa Signora con una portata massima compatibile, come ordine di grandezza, con quanto imposto dal Consorzio di Bonifica.

Dal punto di vista della vulnerabilità strutturale legata al rischio idraulico non si evidenziano particolari criticità in quanto le strutture saranno realizzate secondo le vigenti NTC, su adeguate fondazioni ed adeguate strutture portanti in elevazione.

La somma dei volumi di stoccaggio risulta pari a 1'164 m³, notevolmente superiore alla volumetria minima richiesta ma indispensabile per fare funzionare adeguatamente il modello idraulico relativo al progetto proposto. L'ampia superficie della vasca di laminazione è da giustificare con la volontà di realizzare una depressione nel terreno sicura e a bassissimo impatto paesaggistico, ottimamente inseribile nel contesto urbanistico ed in pieno accordo con la zonizzazione del PSC ed il PTCP della Provincia di Modena.

Data la scarsa profondità della vasca (profondità media 30 cm) non si prevede la sua chiusura mediante una recinzione per cui il bacino di laminazione sarà sempre accessibile ai mezzi per la manutenzione. inoltre, per la sicurezza dei fruitori, è prevista la posa di apposita cartellonistica che avvertirà della possibile presenza di acqua nella vasca e del pericolo d'inciampo all'interno di essa.



Nei pressi del canale Fossa Signora non si prevede la posa di manufatti tali da essere d'intralcio ai mezzi del Consorzio della Bonifica Burana. L'accesso dei mezzi avverrà direttamente dalla strada di accesso ai lotti e dall'area extra-comparto.

In termini di *"misure atte a favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, ed evitare l'accumulo o l'aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti"* il fatto che l'area con destinazione d'uso ad attrezzature pubbliche extra-comparto (superficie pari a 5'300,00 m²) e che sia stata stimata all'interno del comparto D7 una superficie permeabile di oltre 4'500 m², può essere già sufficiente a contribuire all'assorbimento delle acque di un'ipotetica lieve esondazione (come quella accaduta nel 2020).

Per tutti i motivi sopra elencati si attesta, nel caso del comparto "D7 – La Fornace", l'adozione di adeguate misure di protezione idraulica nei confronti di beni, strutture, persone e matrici ambientali. Le scelte progettuali adottate nel Piano Particolareggiato, qui brevemente illustrate, sono sufficienti a mitigare il sovrappiù di portata d'acqua di ruscellamento, introdotto con l'aumento della superficie impermeabile, in conformità con il principio dell'invarianza idraulica.

Reggio nell'Emilia, li 27 dicembre 2021

Dott. Ing. Riccardo Catellani

Riccardo Catellani

