



titolo del progetto

## P.R.U. IP\_6 - OSPIZIO

Variante al PUA approvato dal Consiglio Comunale di Reggio Emilia con Delibera di C.C.  
P.G. n. 18745/218 del 9/10/2006 Via Emilia Ospizio – Comune di Reggio Emilia

committente

**CONAD CENTRO NORD Società Cooperativa**

Campegine (RE), Via Kennedy, 5

C.F. e Partita I.V.A. 01751820356

titolo dell'elaborato

### RELAZIONE IDRAULICA

num. prat.	data emissione	redatto da	fase operativa	nome file
3854	06 AGOSTO 2015	AA	PRU	3854-RDI-110815.DOC

rev.	data revisione	descrizione	redatto da

Il responsabile della  
Progettazione

Progettista

N. elaborato



Arch. A. Malaguzzi



Ing. Tiziano Ferri



25

collaboratori:

- Ing. Simone Cati
- Ing. Davide Bedogni
- Geom. Libero Bedogni
- Arch. Riccardo Silingardi
- Ing. Andrea Albertini



## **Riferimenti normativi**

Circ. Min. LL. PP. 7 gennaio 1974 n. 11633

Allegato 4 Min. LL. PP. 4 febbraio 1977

D. M. LL. PP. 12 dicembre 1985

Circ. Min. LL. PP. 27297 del 20 marzo 1986

D. Lgs. 11 maggio 1999 n. 152 e s. m.

D. Lgs. 18 agosto 2000 n. 258

D. Lgs. 3 aprile 2006 n. 152

Deliberazione G. R. 9 giugno 2003 n. 1053

Deliberazione G. R. 14 febbraio 2005 n. 286

Deliberazione G. R. 18 dicembre 2006 n. 1860

Piano di tutela delle acque Regionale – Delib. Assemblea. Lgs. 21 dicembre 2005 n. 40

Norma UNI EN 752-3:1997

Norma UNI EN 1295-1:1999

Norma UNI EN 1610:1999

Norma EN 1916:2002

Norma EN 1917:2002

Progetto di norma U 73.04.096.0

Criteri tecnici progettuali – Linee guida del gestore AGAC

Linee guida per la gestione delle acque meteoriche approvate con DGC 94/2014

## 1. INQUADRAMENTO GENERALE

### 1.1. PREMESSA

La presente relazione di calcolo idraulico riguarda le reti di fognatura nera e bianca nell'ambito del "P.R.U. Ospizio" – Programma di Riqualificazione Urbana Via Emilia in località Ospizio nel Comune di Reggio Emilia, in variante al Piano approvato dal Consiglio Comunale di Reggio Emilia con Deliberazione P.G. n. 18745/218 in data 9 Ottobre 2006 e alla convenzione urbanistica stipulata con atto a ministero del Notaio Dott.ssa Elena Covri in data 10/12/2007 Rep. N° 21328 – Racc. n. 4877 tra l'allora Ente proprietario delle aree ricomprese nel PRU – "RETE Reggio Emilia Terza Età" ed il Comune di Reggio Emilia.

Il presente piano viene presentato in conformità ai contenuti dell'accordo per la programmazione del POC (prima variante al POC 2013-2018 ai sensi dell'art.18 L.R. Emilia Romagna 20/2000), con allegata la Scheda Norma, tra il Comune di Reggio Emilia e la Società Conad Centro Nord, firmato in forza di scrittura privata del Notaio Giorgia Manzini Rep. n. 23.787/6.474.

Il committente CONAD CENTRO NORD s.c. è oggi proprietaria delle aree in Reggio Emilia, via Emilia Ospizio, censite al Catasto sul Foglio 175 mapp. 69 - 72 – 73 – 74 – 75 – 276.

### 1.2. ASSETTO PLANIVOLUMETRICO

Il piano prevede di suddividere il comparto in due macro-aree urbanistiche

- Superficie Edificabile (Se), verde ecologico (Ve), ERS, viabilità	mq 31.050
- Servizi e verde pubblico (SVp)	mq 20.720

La previsione edificatoria suddivide l'area di intervento in tre macro-lotti, ognuno costituito da aree edificabili, aree esterne per percorsi coperti e scoperti ed aree a parcheggio.

I tre stralci attuativi previsti sono i seguenti:

- **Lotto 1) – 1° Stralcio:** prevede la realizzazione dei tre blocchi edilizi denominati "1", "2" e "3", a uno e due livelli fuori terra compreso il porticato di collegamento, oltre i possibili piani interrati a parcheggio: sono edifici tra loro indipendenti ma collegati dal lungo porticato in senso est-ovest che unisce il sistema costruito.

In senso nord –sud gli edifici sono tra loro separati da percorsi pedonali scoperti che aprono dei varchi visivi verso la zona a verde del campo sportivo e del parco degli Ippocastani, varco vivace percepibile anche dalla strada di penetrazione che divide il fabbricato "1" dal fabbricato "3".

In tali edifici si prevede l'insediamento della struttura alimentare nel fabbricato "1" e la realizzazione della Biblioteca e del Polo Territoriale al primo livello del fabbricato "2", oltre agli altri usi consentiti e i piani interrati previsti.

Il primo stralcio attuativo prevede pertanto la realizzazione del lotto "1" e della gran parte delle urbanizzazioni previste, compresa la sistemazione della Via Emilia: la realizzazione della

rotatoria sulla via Emilia, i parcheggi e i percorsi ciclopedonali antistanti, il sistema completo delle strade e dei parcheggi previsti, dal completamento della strada del Busetti sino alla nuova strada su viale 1° Maggio, compresi altresì tutti i percorsi ciclopedonali sui bordi, le sistemazioni a verde, la sistemazione del Parco Pubblico su via 1°Maggio e i sottoservizi a rete.

Come è ben descritto nel successivo paragrafo, nelle Norme Tecniche di Attuazione e nello specifico elaborato progettuale numero 17-“Regime di proprietà delle aree”, il porticato e i parcheggi pertinenziali, compresi di corsie stradali e aiuole, sono state individuate come aree private di uso pubblico, con gestione e manutenzione a carico della Proprietà.

In sintesi la previsione è di urbanizzare da subito completamente l'intervento, lasciando vuoti, a disposizione per un intervento anche sflato nel tempo, i lotti edificabili denominati “2 e 3”.

- **Lotto 2) – 2°Stralcio:** individua l'edificazione dei fabbricati “4” e “5”, il fabbricato “4” su due livelli fuori terra oltre il piano interrato per parcheggi e servizi, oltre al fabbricato “5”, la torre sulla via Emilia, a 5 piani fuori terra.

Tali edifici si completano a terra con la realizzazione di un'ampia piazza pedonale “privata di uso pubblico” di circa 10 ml che collega la via Emilia al porticato del lotto “1”.

- **Lotto 3) – 3°Stralcio:** individua l'edificazione del fabbricato numero “6” sul quale è prevista l'insediamento della quota residenziale di “ERS – edilizia convenzionata”.

Per la descrizione approfondita dell'assetto plani-volumetrico si rimanda all'elaborato 23 – Relazione Illustrativa.

### 1.3. SITUAZIONE GEOMORFOLOGICA

L'appezzamento di terreno oggetto del Piano si colloca a Reggio Emilia, in località Ospizio, a Sud della Via Emilia Ospizio, tra Via 1° Maggio e Via Podgora.

L'assetto geomorfologico del territorio è legato alle passate vicende fluviali dei torrenti Modolena, Crostolo, Lavezza, Rodano, Tresinaro, che costretti tra i coni alluvionali dei fiumi Enza e Secchia, hanno generato la zona dei coni alluvionali dei torrenti minori. Quest'ultima risulta caratterizzata da sequenze di livelli prevalentemente sabbioso limoso argillosi ai quali si intercalano orizzonti ghiaioso – sabbiosi a spiccata struttura lenticolare.

Le evoluzioni fluviali e l'intervento dell'uomo hanno determinato una morfologia pianeggiante, movimentata da ampie ondulazioni in senso est ovest allungate prevalentemente in direzione sud ovest – nord est, contraddistinta da pendenze medie del  $3 \div 8 \%$ .

### 1.4. SITUAZIONE IDROGEOLOGICA

I moti di flusso idrico nel sottosuolo dell'area oggetto del P.R.U. sono orientati in direttrice sud ovest – nord est e localmente assumono una conformazione ad asse di alimentazione idrica sotterranea secondario. Nella zona in oggetto non si denotano condizioni di emungimento idrico sotterraneo in disequilibrio con la potenzialità idrogeologica dell'acquifero freatico. La

profondità dell'acqua nel sottosuolo è mediamente riscontrabile tra -2 e -2,5 m dal piano campagna.

L'analisi d'insieme della carta della soggiacenza evidenzia, nell'area ad ovest di via A. Gabelli a sud della Casa di Riposo e della via Emilia, una profondità della prima falda idrica sotterranea mediamente compresa tra -3 e -3,5 m dal piano campagna.

Nella fascia centrale del territorio, circa tra via A. Gabelli, via Gattalupa ed a sud della via Emilia – Ferrovia BO-MI, la profondità del livello idrico nel sottosuolo è mediamente riscontrabile tra -2 e -3 m p.c.

L'elaborazione territoriale denota un elevato grado di corrispondenza con i valori di profondità del livello idrico sotterraneo misurato nei fori delle indagini geognostiche effettuate nel sito oggetto del P.R.U. In questo ultimo sono state infatti riscontrate profondità dell'acqua mediamente comprese tra:  $\delta_{H_2O} = -2 \div -3$  m p.c. ad eccezione della fascia meridionale centro orientale (Cpt 1 – 2 – 3 – 4 – 5) dove la soggiacenza corrisponde a:  $\delta_{H_2O} = -3,2 \div -3,7$  m p.c.

Le rilevazioni del livello idrico nel sottosuolo dal 1987 al 1992, evidenziano che la profondità dell'acqua nel sottosuolo dell'area oggetto del P.R.U. è risultata mediamente presente a:  $\Delta_{H_2O} = -2 \div -2,5$  m dal piano campagna. Tale profondità, con il limite di approssimazione che compete alla cartografia elaborata, trova riscontro nelle rilevazioni effettuate nel contesto del PIAE Prov. RE del 1992. Ne consegue che, nelle valutazioni relative alle profondità per gli interrati, sottospinta idraulica – impermeabilizzazioni ecc, necessita considerare la possibilità di risalita del livello idrico freatico sino ad una quota corrispondente almeno ad:  $h = -2$  m p.c.

Il Piano di tutela delle Acque della Regione Emilia Romagna classifica l'area in esame nel settore B, caratterizzato da ricarica indiretta della falda, idrogeologicamente identificabile come sistema debolmente compartimentato in cui alla falda freatica superficiale segue una falda semiconfinata in collegamento per drenanza verticale.

## 1.5. SITUAZIONE URBANISTICA

In seguito alla demolizione di tutti gli edifici pertinenti alla casa di riposo risalenti alla metà del secolo scorso, con esclusione del padiglione Buseti (edificio del XIX secolo vincolato per interesse storico – tipologico) e del nuovo edificio comunale per anziani, attualmente l'area si presenta ineditata.

L'area si colloca in una zona urbana caratterizzata da una edificazione consolidata a media densità, a ridosso della via Emilia, ma dotata di ampie zone verdi adibite a parchi urbani sul confine meridionale, intercalate ad aree connotate da un tessuto rado a medio-bassa densità.

La presente relazione illustra le modalità tecniche ed i sistemi che saranno adottati in fase esecutiva al fine di garantire l'invarianza idraulica, in conformità alle prescrizioni di rispetto delle risorse ambientali dell'atto di accordo stipulato.

## 2. Sistema fognario e Recapiti fognari

Il reticolo fognario esistente nell'intorno del comparto è quasi esclusivamente di tipo misto con condotti di diametro variabile tra  $\varnothing 40$  e  $\varnothing 140$  cm con deflusso avente direzione sud-ovest -> nord-est. Inoltre, la strada interna al comparto che fornisce l'accesso al padiglione Buseti e al nuovo fabbricato per anziani del Comune è già dotata di fogne separate opportunamente dimensionate e posate in occasione della realizzazione del fabbricato per anziani del Comune. Su tali aste fognarie, il presente progetto non modifica in maniera significativa il carico idraulico e,

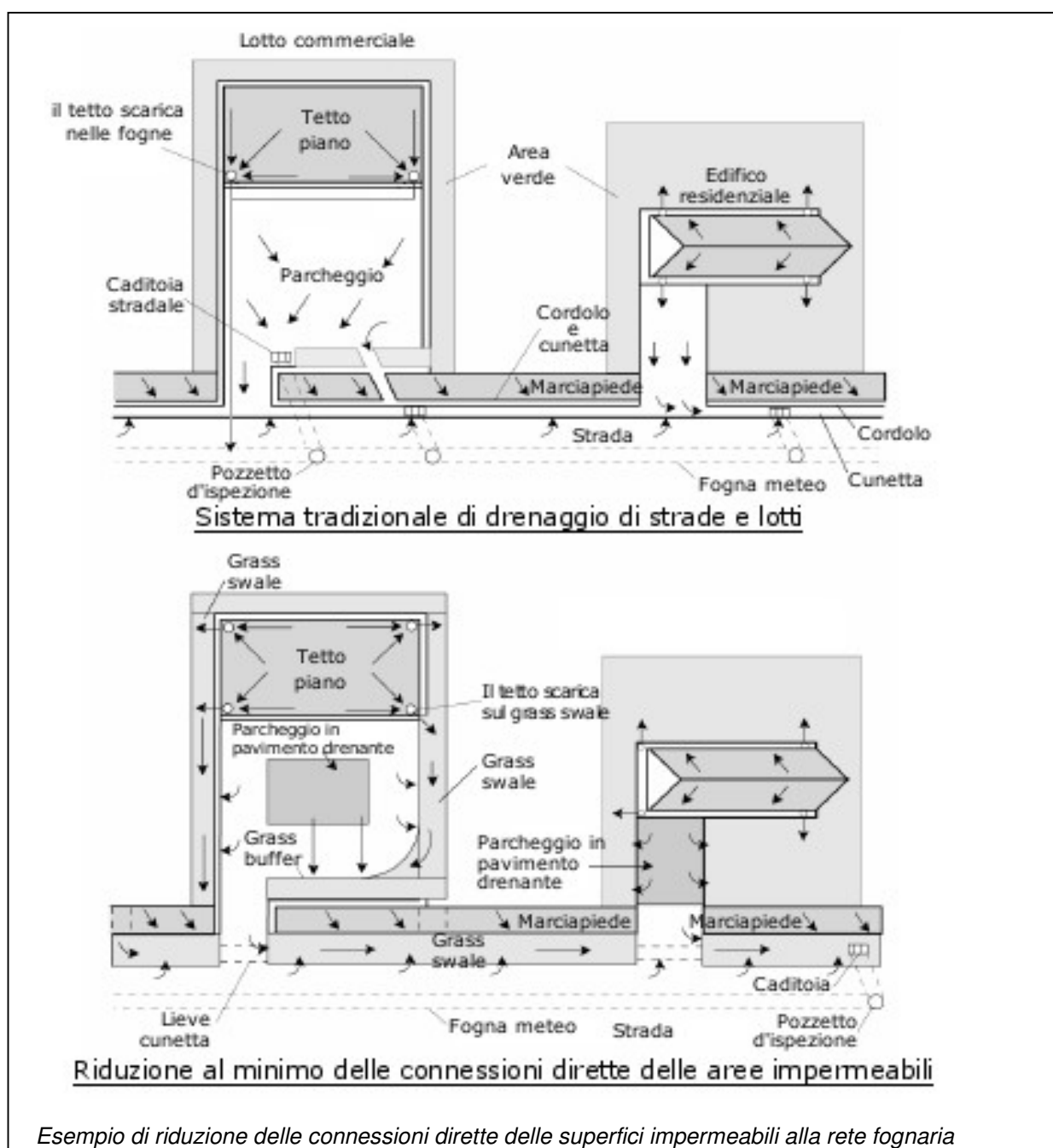
per tale ragione, non saranno proposte delle variazioni alle reti fognarie esistenti.

Il sistema in progetto prevede la realizzazione di due reti separate:

una per le acque meteoriche, caratterizzata dall'impiego delle migliori pratiche per la gestione delle acque (le così dette Best Management Practices o BMPs) e l'altra per le acque nere, entrambe allacciate al collettore Ø100 cm presente in Via Emilia Ospizio e al collettore ovoidale 60x90 presente in via 1° Maggio.

In ottemperanza alle indicazioni della Delibera della Giunta Comunale del 30/04/2014 n°94, per le seguenti considerazioni idrauliche, sono state applicate le "Linee guida per la gestione delle acque meteoriche" pubblicate dal Comune di Reggio Emilia.

Le BMPs si basano sul principio di limitare al minimo la connessione diretta delle superfici impermeabili alla rete di drenaggio praticando una drastica riduzione del deflusso nella rete



*Esempio di riduzione delle connessioni dirette delle superfici impermeabili alla rete fognaria*

stessa, consentendo, inoltre, la cattura del carico di sostanze inquinanti che altrimenti sarebbero trasportate al recapito.

La tecnica principale è quella di dirigere il deflusso dalle superfici impermeabili alle aree verdi e, per le pavimentazioni permeabili, garantire un tempo di trasporto sufficientemente lungo da rimuovere la maggior parte dei solidi sospesi prima che la portata venga convogliata al recapito.

La sostituzione di caditoie e fognoli con fossetti stradali e bordure stradali inerbite, aventi funzione tampone e filtrante delle portate, permette una notevole riduzione della velocità di deflusso.

Vari studi effettuati negli Stati Uniti, hanno dimostrato che l'impiego di pavimentazioni permeabili, di prati tampone e di tutte le altre tecniche di gestione del deflusso, chiamate *best management practices* (BMPs) permettono di ridurre a meno della metà l'impermeabilizzazione efficace - dal punto di vista idraulico - di un'area.

Inoltre, le BMPs sono progettate per catturare e trattare uno specifico volume della portata di pioggia, equivalente al deflusso dell'80<sup>mo</sup> percentile delle precipitazioni piovose; ciò significa che l'80% delle precipitazioni piovose che si presentano con maggiore frequenza sono completamente catturate e trattate, mentre gli eventi più intensi sono trattati solo in parte.

Il tempo di rilascio del volume accumulato dalle BMPs impiegate nel presente progetto varia tra le 6 e le 12 ore, in funzione del tipo di sistema, evitando la necessità di sovradimensionare la rete drenante a valle delle BMPs sulla base degli eventi meteorici più intensi e limitando notevolmente possibili criticità al recettore finale.

Le BMPs utilizzate nel presente progetto sono:

- Roof garden (tetti verdi);
- Rain garden (celle a bioritenzione idrica);
- Grass swale (prato conformato a cunetta)
- Drain pavement (pavimentazioni drenanti)

## 2.1. CELLE A BIORITENZIONE IDRICA



Conosciuto anche come Rain garden, è un semplice sistema idraulico costituito da uno strato di terriccio soffice e drenante (spessore di circa 25cm) in cui si realizza un'ambientazione vegetale e che permette di ritardare l'onda di piena di un evento meteorico e di trattenere il carico di inquinanti. È posto ad una quota inferiore alla superficie impermeabile da drenare, permettendo, così, un accumulo superficiale temporaneo dei picchi di portata con un battente massimo di 30 cm, e giace su un letto di sabbia di almeno 20 cm in cui viene

collocato un tubo drenante Ø 80-100 mm, allacciato alla rete.

Durante il temporale, le portate d'acqua riversate dalle superfici impermeabili ed accumulate nell'area verde gradualmente s'infiltrano nel terriccio e nel letto di sabbia sottostante, riempiendone gli spazi interstiziali. Il tubo drenante, infine, asciuga il terreno e rilascia, lentamente, le portate nel condotto recettore.



Le celle a Bioritenzione sono dimensionate per eventi con tempo di ritorno di 2 anni anche se, sulla superficie del terreno, consentono l'accumulo di volumi d'acqua associati ad eventi con tempi di ritorno di 10 o 20 anni. Il tempo di detenzione previsto per tale sistema è di 12 ore. Se necessario, il pozzetto di allaccio alla rete può essere dotato di un limitatore di flusso.

#### Benefici:

- Le celle a Bioritenzione adottano molti processi di trattamento per rimuovere gli inquinanti, tra cui la sedimentazione, il filtraggio, l'assorbimento, l'evapotraspirazione e l'assorbimento biologico dei componenti
- il trattamento volumetrico delle portate meteoriche viene effettuato in porzioni del territorio già destinate all'ambientazione paesaggistica
- c'è la possibilità di ridurre il fabbisogno di innaffiare traendo beneficio dal deflusso meteo dell'area circostante
- le celle a Bioritenzione possono offrire una piacevole ambientazione paesaggistica incorporata nel progetto del verde generale

#### Limitazioni

- laddove l'uso del suolo può causare contaminazioni chimiche, ma anche in presenza di suoli contaminati o di acqua di falda, è necessaria una membrana impermeabile
- sono necessarie fasi aggiuntive di progettazione e di costruzione per la collocazione dei bacini di accumulo o di infiltrazione nei pressi delle fondazioni di edifici e/o in presenza di suoli espansivi

## 2.2. GRASS SWALE (PRATO CONFORMATO A CUNETTA)



È un sistema di sedimentazione che fa parte integrante del concetto di limitare al minimo la connessione diretta delle aree impermeabili. Sono delle vie di deflusso densamente inerbite a modesta pendenza che raccolgono e lentamente fanno defluire la portata meteo. Il disegno della loro pendenza longitudinale e della loro sezione trasversale costringe il deflusso ad essere lento e poco profondo, facilitando così la sedimentazione e limitando l'erosione. Se necessario, traverse o terrapieni vanno installati perpendicolarmente al flusso per rallentarlo e favorire il deposito e l'infiltrazione.

### Benefici:

- rimozione dei sedimenti e dei componenti associati tramite il filtraggio
- notevole potenziale di riduzione del trasporto degli elementi inquinanti verso valle
- riduzione della porzione di monte del sistema fognario delle acque meteoriche
- impiego di sistemi di trasporto più economici e gradevoli

### Limitazioni

- l'impiego del solo grass swale non permette un completo trattamento degli inquinanti
- richiede più area dei tradizionali sistemi fognari
- per pendenze inferiori al 2% è necessario un tubo drenante posto inferiormente

## 2.3. DRAIN PAVEMENT (PAVIMENTI DRENANTI)

Un Drain pavement è composto dall'installazione di una pavimentazione in blocchi di calcestruzzo (avente almeno il 40% di vuoti) su uno strato di base composto da aggregati grossi, cioè da ghiaia priva della frazione più fine e della sabbia. Gli aggregati, inoltre, non possono essere ciottoli di fiume ma devono essere stati frantumati in modo che almeno il 30% del volume dello strato di base sia costituito da vuoti in cui sia possibile accumulare l'acqua drenata dal bacino tributario. Le portate, così, si infiltrano nei vuoti del terreno di base attraverso lo strato filtrante di sabbia. L'acqua accumulata, dopo essere stata filtrata, esce lentamente attraverso un tubo drenante.

### Benefici:

- possono essere impiegati per la cattura ed il lento rilascio dei volumi d'acqua da laminare, assicurando al contempo il trattamento qualitativo dell'acqua
- riducono l'effettiva impermeabilità dell'area pavimentata ed aiutano a risolvere i problemi

di scolo delle acque

- migliorano lo stato di salute degli alberi assicurando maggiori quantità di aria ed acqua al loro apparato radicale
- alcune pavimentazioni drenanti possono essere impiegate per ottenere del punteggio nel programma di certificazione LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)
- la formazione di ghiaccio sui pavimenti drenanti è meno probabile che su altri tipi di pavimentazioni

#### Limitazioni

- sono necessarie fasi aggiuntive di progettazione e di costruzione per la collocazione dei bacini di accumulo o di infiltrazione nei pressi delle fondazioni di edifici e/o in presenza di suoli espansivi
- nei comparti in fase di costruzione, gli elevati carichi di sedimenti possono causare l'intasamento della struttura

### 3. Progetto rete delle acque nere

Il progetto prevede l'insediamento delle seguenti funzioni:

#### Usi

- Funzione residenziale_ERS(a1,a2)	mq. 2.400;
- Funzioni di servizio, terziarie e commercio	
b11.2 A con Sv < 2.500	mq 4.680;
b1, b11.1 NA con Sv < 1.000 mq	mq 1.700;
b2, b3, b4, b5 (di cui minimo 20% per funzioni b4)	mq 5.480;
biblioteca e polo territoriale (b10.1)	mq 1.100;
Totale	mq 15.360;

#### - USI PREVISTI:

- funzioni commerciali e terziarie (medio-grandi strutture di vendita A < 2.500 mq Sv e medio-piccole strutture di vendita NA < 1.000 mq Sv ), come previsto dalla tipologia 14 delle NTA del PTCP 2010, funzioni di servizio complementari alla residenza, pubblici esercizi, servizi e attrezzature di interesse collettivo.

Partendo da questi dati, si procede alla stima degli abitanti equivalenti e della portata nera media e di picco. I dati sono sintetizzati nella seguente tabella 1.

**CALCOLO DEGLI APPORTI IDRICI PER LE FOGNE NERE**

Dotazione Idrica .....	$\Delta$	300 l / die
Coefficiente di Contemporaneità .....	$C_c$	80%
Rapporto tra max. portata oraria e portata media .....	$C_p$	5
Coefficiente di Dispersione .....	$\varepsilon$	0.1
Abitanti equivalenti insediabili nel comparto .....	$AE$	

Portata media dell'effluente =  $q_{med} [l/s] = [(1-\varepsilon) \times C_c \times AE] \times \Delta / t$

Portata massima dell'effluente =  $q_{med} [l/s] = [(1-\varepsilon) \times C_p \times C_c \times AE] \times \Delta / t$

EDIFICI RESIDENZIALI	Q.TITA'	ALLOGGI PREVISTI	ABITANTI PER ALLOGGIO	ABITANTI EQUIVALENTI	PORTATA MEDIA [l/s]	PORTATA MASSIMA [l/s]
Residenza	1	24	2.6	62.4	0.156	0.78
<b>Totale alloggi ed abitanti equivalenti</b>		<b>24</b>		<b>62</b>	<b>0.16</b>	<b>0.78</b>

EDIFICI AD USO TERZIARIO DIREZIONALE E COMMERCIALE	Q.TITA'	SUPERFICIE [m <sup>2</sup> ]	ALTEZZA MEDIA [m]	VOLUME [m <sup>3</sup> ]	m <sup>3</sup> per ADDETTO	ABITANTI EQUIVALENTI	PORTATA MEDIA [l/s]	PORTATA MASSIMA [l/s]
b11.2.A - Struttura commerciale alimentare	1	4680	4.2	19656	100	196.56	0.4914	2.457
b10.1 - Biblioteca e polo territoriale Comunale	1	1100	3.2	3520	100	35.2	0.088	0.44
b1, b11.1 NA con Sv<2500mq	1	1700	3.2	5440	100	54.4	0.136	0.68
b2, b3, b4, b5	1	5480	3.2	17536	100	175.36	0.4384	2.192
<b>Totale abitanti equivalenti</b>						<b>462</b>	<b>1.16</b>	<b>5.78</b>

<b>Totali per il comparto</b>				<b>524</b>			<b>1.31</b>	<b>6.55</b>
-------------------------------	--	--	--	------------	--	--	-------------	-------------

Tabella 1 : FOGNE NERE - ABITANTI EQUIVALENTI, PORTATE MEDIE E DI PUNTA

Tali portate, estremamente modeste, saranno smaltite con delle condotte posate con pendenza media del 6‰ e aventi diametro nominale di 200 mm. L'allaccio alle utenze e la rete privata saranno realizzati con tubi in PVC Ø160.

#### 4. Progetto della rete di drenaggio delle acque meteoriche

In ottemperanza a quanto previsto dal PSC di Reggio Emilia e sottolineato nelle Linee guida per la gestione delle acque meteoriche approvate con DGC 94/2014, il presente progetto idraulico si basa sull'applicazione del principio dell'invarianza idraulica, ovvero, mediante l'impiego delle BMP's, propone un sistema idraulico che assicurerà nella sezione di chiusura della rete in progetto una portata non superiore a quella immessa nella pubblica rete prima dell'attuazione dell'intervento.



Figura 1 : Planimetria dello stato di fatto

Per rendere più agevole l'interpretazione dei risultati, le superfici del Padiglione Busetti e della palazzina con alloggi per anziani realizzata dal Comune, che non vengono modificate dal presente progetto e che quindi non alterano i bilanci idrologici pre e post intervento in progetto, saranno escluse dai calcoli (si confrontino le figure 1 e 2).



Figura 2 : Planimetria di progetto

Per stimare il volume e la portata del deflusso superficiale in relazione a un determinato evento meteorico si impiegherà il metodo razionale, comunemente utilizzato per determinare la portata di picco relativa a superfici di limitata estensione. Tale metodo è tradizionalmente impiegato per il dimensionamento di fognature, canali e altre strutture per la gestione del deflusso superficiale.

La Formula Razionale è espressa nel modo seguente:

$$Q = (C)(i)(A)$$

dove:

$Q$  = portata massima del deflusso in metri<sup>3</sup> al secondo (m<sup>3</sup>/s)

$C$  = coefficiente di deflusso, unità adimensionale

$i$  = intensità media dell'evento meteorico espressa in m all'ora (m/h)

$A$  = superficie interessata dall'evento meteorico in m<sup>2</sup>.

Il coefficiente di deflusso  $C$  rappresenta il rapporto tra la quantità di acqua che, scorrendo sul suolo o nelle canalizzazioni, giunge al recapito e la quantità d'acqua dovuta alla precipitazione; escluso il dato relativo alla pioggia, il cui valore è incluso nella formula quale intensità media dell'evento meteorico (variabile  $i$ ), il coefficiente  $C$  contiene in sé tutte le informazioni necessarie

relative al ciclo idrologico, ovvero: intercettazione, infiltrazione, evaporazione, capacità di stoccaggio e deflusso superficiale.

Le variabili necessarie per la stima del coefficiente  $C$  includono il tipo di terreno, l'uso del suolo, la presenza di coperture, la pendenza; generalmente si impiegano valori medi del coefficiente di deflusso, determinati in base a specifiche tabelle.

Nel caso in esame, la pendenza del terreno è pressoché nulla ed il suolo viene assunto, cautelativamente, molto argilloso.

Dalla seguente tabella 3, ottenuta dal sito del Florida Department of Transportation, si può osservare che, per tali caratteristiche, il valore di riferimento considerato per le superfici permeabili a bosco e a prato è pari, rispettivamente, a 0,20 e a 0,25.

Per quanto riguarda le superfici pavimentate (impermeabili), il valore di  $C$  viene assunto pari a 0,95.

Per i tetti verdi, sulla base delle indicazioni presenti nella pagina relativa alla *Gestione sostenibile delle acque meteoriche* della Provincia autonoma di Bolzano, è stato assegnato un valore di  $C = 0.40$ .

L'intensità della precipitazione  $i$  e l'altezza di pioggia  $h$  sono state definite, con le note formule monomie, sulla base dei parametri  $a$  ed  $n$  forniti da AGAC nei "CRITERI TECNICO PROGETTUALI – LINEE GUIDA" per il Comune di Reggio Emilia per eventi della durata di 0.5, 1, 3, 6, 12 e 24 ore, con un tempo di ritorno di 10 anni; tali valori sono riportati in tabella 4.

L'analisi di eventi critici con durata così varia (da mezz'ora ad un'intera giornata) fornisce uno spettro di risposta tale da fornire un quadro più che idoneo a rappresentare le varie casistiche cui la rete delle acque meteoriche potrà essere sottoposta.

La superficie territoriale complessiva, assomma a complessivi 51770 m<sup>2</sup>.

La superficie su cui effettuare il calcolo idraulico, come già spiegato, si ottiene deducendo i lotti del Padiglione Busetti e della palazzina con alloggi per anziani Comunale (pari a 7198 m<sup>2</sup>), che, come già spiegato, non vengono coinvolte nel presente progetto urbanistico e che, quindi, non modificano gli apporti idrici in rete.

La superficie afferente vale dunque:  $S_a = 44'572 \text{ m}^2$ .



SLOPE LAND USE		SANDY SOILS		CLAYEY SOILS	
		MIN	MAX	MIN	MAX
Flat (0-2%)	Woodlands	0.10	0.15	0.15	0.20
	Pasture, grass, and farmland <sup>b</sup>	0.15	0.20	0.20	0.25
	Rooftops and pavement	0.95	0.95	0.95	0.95
	Pervious pavements <sup>c</sup>	0.75	0.95	0.90	0.95
	SFR: 1/2-acre lots and larger	0.30	0.35	0.35	0.45
	Smaller lots	0.35	0.45	0.40	0.50
	Duplexes	0.35	0.45	0.40	0.50
	MFR: Apartments, townhouses, etc. Commercial and Industrial	0.45 0.50	0.60 0.95	0.50 0.50	0.70 0.95
Rolling (2-7%)	Woodlands	0.15	0.20	0.20	0.25
	Pasture, grass, and farmland <sup>b</sup>	0.20	0.25	0.25	0.30
	Rooftops and pavement	0.95	0.95	0.95	0.95
	Pervious pavements <sup>c</sup>	0.80	0.95	0.90	0.95
	SFR: 1/2-acre lots and larger	0.35	0.50	0.40	0.55
	Smaller lots	0.40	0.55	0.45	0.60
	Duplexes	0.40	0.55	0.45	0.60
	MFR: Apartments, townhouses, etc. Commercial and Industrial	0.50 0.50	0.70 0.95	0.60 0.60	0.80 0.95
Steep (7%+)	Woodlands	0.20	0.25	0.25	0.30
	Pasture, grass, and farmland <sup>b</sup>	0.25	0.35	0.30	0.40
	Rooftops and pavement	0.95	0.95	0.95	0.95
	Pervious pavements <sup>c</sup>	0.85	0.95	0.90	0.95
	SFR: 1/2-acre lots and larger	0.40	0.55	0.50	0.65
	Smaller lots	0.45	0.60	0.55	0.70
	Duplexes	0.45	0.60	0.55	0.70
	MFR: Apartments, townhouses, etc. Commercial and Industrial	0.60 0.60	0.75 0.95	0.65 0.65	0.85 0.95

Source: FDOT (1987)

Tabella 3 : COEFFICIENTE DI DEFLUSSO – DEFINIZIONE IN FUNZIONE DELL'USO E DELLE CARATTERISTICHE DEL SUOLO E DELLA PENDENZA DEL TERRENO

	Durata in ore					
	0.5	1	3	6	12	24
<b>Parametri <math>a</math> ed <math>n</math></b>	46.75 0.590	39.50 0.255	39.50 0.255	39.50 0.255	39.50 0.255	39.50 0.255
<b>Intensità di pioggia (mm/h)</b>	31.06	39.50	52.27	62.38	74.44	88.83
<b>Altezze di pioggia (mm)</b>	62.12	39.50	17.42	10.40	6.20	3.70

Tabella 4 : INTENSITÀ ED ALTEZZE DI PIOGGIA PER UN TEMPO DI RITORNO DI 10 ANNI.



#### 4.1. SUPERFICI PREESISTENTI ALLA DEMOLIZIONE DELLA CASA DI RIPOSO E DEFINIZIONE DEI COEFFICIENTI DI AFFLUSSO DELLE AREE AFFERENTI ALLA RETE

Prima della demolizione degli edifici pertinenti alla casa di riposo si avevano le seguenti superfici:

superficie permeabile:..... 27'196.070 m<sup>2</sup>

superficie impermeabile: ..... 17'375.452 m<sup>2</sup>

La percentuale d'impermeabilizzazione conseguente valeva: ..... 39.0 %

In considerazione della morfologia dei luoghi e del loro utilizzo si possono assegnare i seguenti coefficienti di afflusso:

per le superfici permeabili .....  $C_{\text{aff. sp}} = 0.22$

per le superfici impermeabili .....  $C_{\text{aff. si}} = 0.95$

#### 4.2. SUPERFICI DI PROGETTO E DEFINIZIONE DEI COEFFICIENTI DI AFFLUSSO DELLE AREE AFFERENTI ALLA RETE

Il progetto di riqualificazione urbana è caratterizzato dalle seguenti superfici:

superficie permeabile al 100%: ..... 11'128.222 m<sup>2</sup>

pavimentazione drenante, permeabile al 90%<sup>1</sup>: ..... 7'524.202 m<sup>2</sup>

superficie impermeabile: ..... 25'919.098 m<sup>2</sup>

di cui finita con roof garden<sup>2</sup>: ..... 400.000 m<sup>2</sup>

Si ottiene, quindi:

una quota permeabile complessiva di ..... 17'900.004 m<sup>2</sup>

ed una conseguente quota impermeabile complessiva di ..... 26'671.518 m<sup>2</sup>

La percentuale d'impermeabilizzazione conseguente vale: ..... 59.84%

In considerazione della morfologia dei luoghi, del loro utilizzo e della loro finitura si possono assegnare i seguenti coefficienti di afflusso:

per le superfici permeabili .....  $C_{\text{aff. sp}} = 0.25$

per le superfici impermeabili<sup>3</sup> .....  $C_{\text{aff. si}} = 0.94$

<sup>1</sup> È ormai consolidato il fatto che una pavimentazione drenante sia permeabile al 100% e che, anzi, abbia capacità di limitare il deflusso in rete spesso superiore a quella di un terreno argilloso o poco arieggiato (cfr. "Linee guida per la determinazione della capacità drenante delle pavimentazioni modulari in calcestruzzo" di Assobeton). Ciò non di meno, si considera prudenzialmente una permeabilità di tali superfici pari al 90 %.

<sup>2</sup> Le coperture finite con tetti verdi, pur non avendo alcuna permeabilità, sono caratterizzate da una spiccata capacità di accumulo e detenzione idrica (30 ÷ 90 % delle acque meteoriche) e da un conseguente ritardo e rallentamento delle acque; si può quindi asserire che, ai fini del deflusso idrico in rete, i roof garden si caratterizzano da un coeff. di afflusso medio pari a  $C_{\text{affl. Roof garden}} = 0.40$ . (cfr. "Linee guida per la gestione delle acque meteoriche – Provincia Autonoma di Bolzano").

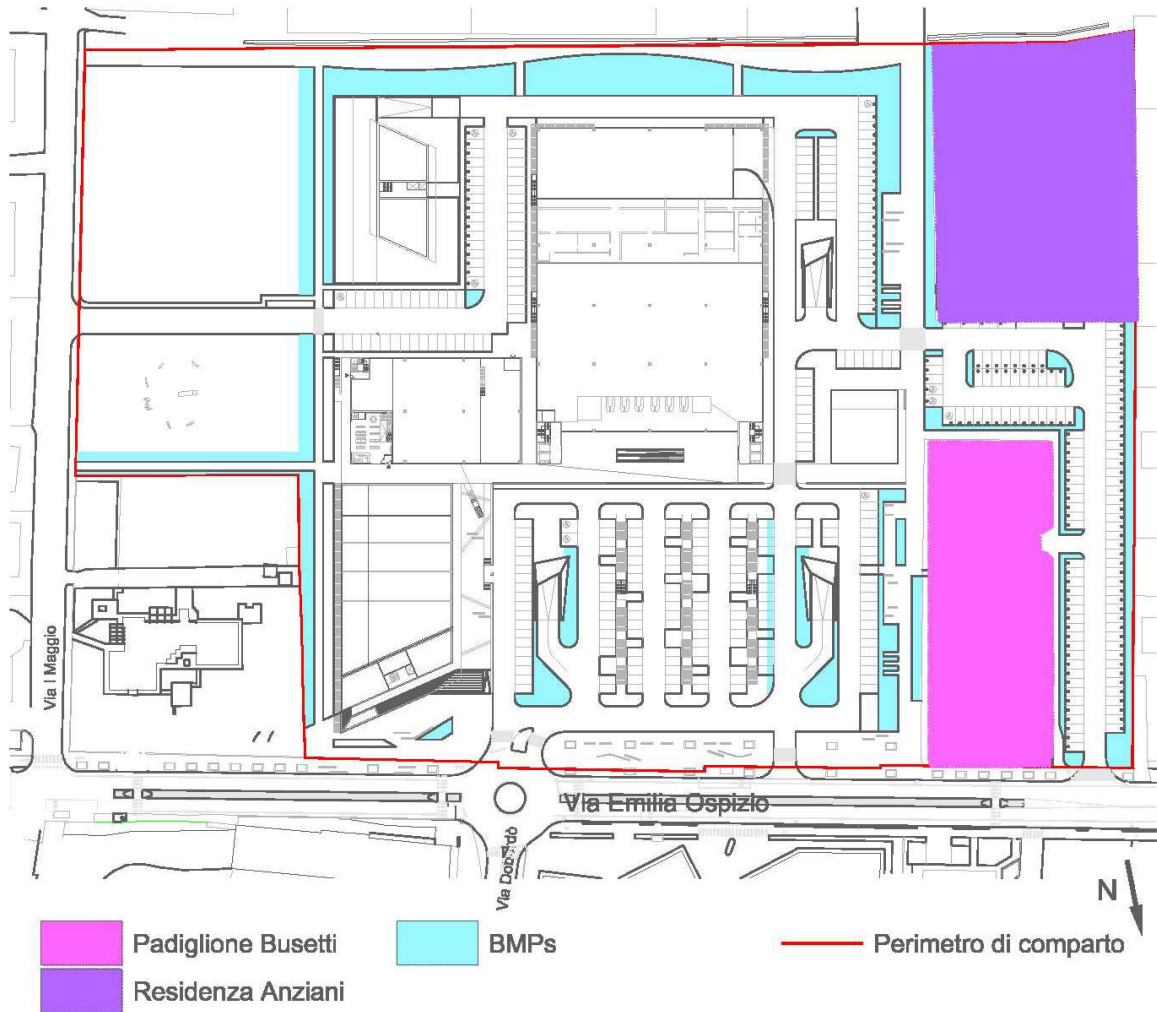
Nella fase attuale del progetto non è ancora possibile sapere la superficie complessiva dei tetti verdi presenti nel comparto; prudenzialmente se ne è stimata una quota estremamente modesta di 400 m<sup>2</sup>.

<sup>3</sup> Il coefficiente d'afflusso è stato ottenuto come media pesata del coeff. d'afflusso che compete ai roof garden ( $C_{\text{rg}} = 0.40$ ) ed il coeff. d'afflusso delle rimanenti superfici impermeabili ( $C_{\text{imp}} = 0.95$ )

#### 4.3. CALCOLO E RAFFRONTO DEI VOLUMI E DELLE PORTATE CONFERITE IN RETE

I calcoli idraulici eseguiti hanno permesso di determinare l'evento critico per differenti durate (da mezz'ora a 24 ore) e per le due condizioni dell'area, cioè precedente alla demolizione della casa di riposo (Fase 1) e successiva al progetto di recupero del comparto (Fase 2).

Mentre nella Fase 1 non era presente alcuna BMP, nella Fase 2 il deflusso in rete può essere fortemente influenzato dalle BMP.



L'effetto positivo (ancorché modesto, data la ridotta superficie prudenzialmente considerata) dovuto ai *Tetti verdi* è stato già scontato nel coefficiente d'afflusso (per semplicità di calcolo e, comunque a favore di sicurezza, si trascura la capacità di accumulo che può essere di alcuni litri per m<sup>2</sup>).

L'effetto positivo delle *Pavimentazioni drenanti* è stato assunto considerandole permeabili al 90%.

Il contributo delle *celle a bioritenzione idrica*, aventi una superficie in pianta complessiva di 2'365.40 m<sup>2</sup>, sarà considerato nei calcoli con le seguenti modalità:

- si assume che lo strato drenante abbia uno spessore di 20 cm ed una capacità di accumulo

$$C_{\text{aff. si}} = [(25'919.098 - 400.000) \times 0.95 + 400.000 \times 0.40] / 25'919.098 = 0.94$$

pari al volume dei vuoti interstiziali degli inerti stimato cautelativamente pari al 25% del volume;

- si considera, inoltre, la capacità d'invaso superficiale dovuta alla depressione del terreno con cui le celle a bioritenzione sono realizzate.

Tot. superfici permeabili (m <sup>2</sup> )	C. Perm.	Tot. superfici impermeabili (m <sup>2</sup> )	C. Imperm.	Altezza di pioggia h (mm/h)	Durata evento (h)	Volume di afflusso - Inflow (m <sup>3</sup> )	H depressione Rain Garden (m)	H strato drenante coeff. d'acc.=25% Rain Garden (m)	Superficie Rain Garden (m <sup>2</sup> )	Volume Rain Garden (m <sup>3</sup> )	Volume rilasciato in rete (m <sup>3</sup> )	Qmed rilasciata in rete (l/s)	Coef. Udometrico (l/s ha)
27,196	0.22	17,375	0.95	62.12	0.5	698.5	0	0	0.00	0.00	698.5	388.1	87.1
27,196	0.22	17,375	0.95	39.50	1	888.3	0	0	0.00	0.00	888.3	246.8	55.4
27,196	0.22	17,375	0.95	17.42	3	1,175.6	0	0	0.00	0.00	1,175.6	108.8	24.4
27,196	0.22	17,375	0.95	10.40	6	1,402.9	0	0	0.00	0.00	1,402.9	64.9	14.6
27,196	0.22	17,375	0.95	6.20	12	1,674.1	0	0	0.00	0.00	1,674.1	38.8	8.7
27,196	0.22	17,375	0.95	3.70	24	1,997.7	0	0	0.00	0.00	1,997.7	23.1	5.2

Tabella 5 : VOLUMI E PORTATE CONFERITE IN RETE PRIMA DELLA DEMOLIZIONE DELLA CASA DI RIPOSO (Fase 1)

Tot. superfici permeabili (m <sup>2</sup> )	C. Perm.	Tot. superfici impermeabili (m <sup>2</sup> )	C. Imperm.	Altezza di pioggia h (mm/h)	Durata evento (h)	Volume di afflusso - Inflow (m <sup>3</sup> )	H depressione Rain Garden (m)	H strato drenante coeff. d'acc.=25% Rain Garden (m)	Superficie Rain Garden (m <sup>2</sup> )	Volume Rain Garden (m <sup>3</sup> )	Volume rilasciato in rete (m <sup>3</sup> )	Qmed rilasciata in rete (l/s)	Coef. Udometrico (l/s ha)
17,900	0.25	26,671	0.94	62.12	0.5	917.7	0.095	0.2	3,131	454	463.7	257.6	57.8
17,900	0.25	26,671	0.94	39.50	1	1,167.1	0.095	0.2	3,131	454	713.1	198.1	44.4
17,900	0.25	26,671	0.94	17.42	3	1,544.4	0.095	0.2	3,131	454	1,090.4	101.0	22.7
17,900	0.25	26,671	0.94	10.40	6	1,843.0	0.095	0.2	3,131	454	1,389.0	64.3	14.4
17,900	0.25	26,671	0.94	6.20	12	2,199.3	0.095	0.2	3,131	454	1,745.3	40.4	9.1
17,900	0.25	26,671	0.94	3.70	24	2,624.5	0.095	0.2	3,131	454	2,170.5	25.1	5.6

Tabella 6 : VOLUMI E PORTATE CONFERITE IN RETE DAL PRESENTE PROGETTO CON IL CONTRIBUTO DEI RAIN GARDEN CON NN CM DI ACCUMULO SUPERFICIALE (Fase 2)

Applicando i dati raccolti e descritti nei precedenti capitoli e considerando il contributo delle celle a bioritenzione idrica (inseriti nelle colonne a sfondo grigio) si ottengono i risultati sintetizzati nelle tabelle 5 (per la Fase 1) e 6 (per la Fase 2).

Il confronto dei risultati ottenuti evidenzia che, per assicurare l'invarianza idraulica nelle condizioni più gravose (eventi con durata fino a 6 ore), è sufficiente considerare un accumulo superficiale delle celle a bioritenzione di 95 mm.

Se si confrontano le portate in Fase 1 con quelle della Fase 2 per le 4 durate più brevi (ma che generano le portate più intense) si osservano dei risultati estremamente interessanti:

la portata dovuta all'evento più violento (30 minuti) viene ridotta, nella Fase 2, del 33.6%, quella relativa alla pioggia di 1 ora si riduce del 19.7%, quella relativa alla pioggia di 3 ore si riduce del 7.2%, mentre a 6 ore ci si avvicina al pareggio.

Durata evento (h)	Portata Fase 1 (l/s)	Portata Fase 2 (l/s)	$\Delta$ Portata (l/s)	$\Delta$ Portata (%)
0.5	388.1	257.6	130.5	33.62%
1	246.8	198.1	48.7	19.73%
3	108.8	101.0	7.9	7.25%
6	64.9	64.3	0.6	0.99%

Le piogge di durata pari o superiore alle 12 ore generano incrementi di portata decisamente modesti (rispettivamente +1.6 l/s e +2.0 l/s) e quindi, gli effetti possono essere considerati trascurabili.

Si ricorda che tali risultati sono stati ottenuti considerando solo parzialmente gli effetti positivi dei tetti verdi e delle pavimentazioni drenanti e si evidenzia che sarebbe sufficiente portare l'accumulo superficiale delle celle a bioritenzione da 95 mm a 150mm per raggiungere l'invarianza idraulica anche a 24 ore.

## 5. Scelta dei materiali

Per le fogne nere, le condotte sono previste con tubi in PVC con giunto a bicchiere e guarnizione in neoprene  $\varnothing$  200 mm e classe di resistenza SN4.

Per la rete delle acque meteoriche, le condotte sono previste con tubi in PVC con giunto a bicchiere e guarnizione in neoprene e classe di resistenza SN4, per diametri  $\varnothing$  315 ÷ 400 mm e con tubi in cemento con giunto a bicchiere e guarnizione in neoprene, per diametri nominali superiori a 400 mm.

I fognoli di scarico delle caditoie stradali sono in PVC  $\varnothing$  160 mm entro bauletto in cls.

I pozzetti di ispezione dei condotti di fognatura per acque meteoriche e nere saranno realizzati mediante elementi in CAV posati su letto in cls e rinfiacati con materiale inerte opportunamente compattato con dimensioni o diametro interno maggiore o uguale a 800x800 mm ovvero  $\phi$  800, infatti, le dimensioni interne minime dovranno essere sufficienti a contenere i condotti innestati e a garantirne l'ispezionabilità in relazione alla profondità di posa. I pozzetti della rete delle acque nere saranno, inoltre, dotati di fondello idraulico e di rivestimento in vernici epossidiche o epossibituminose con spessore minimo di 600  $\mu$ m.

I coperchi dei pozzetti d'ispezione saranno di forma circolare in ghisa sferoidale UNI 4544 aventi Classe D400 EN124 in sede stradale, e Classe B125 EN124 nel verde pubblico, con superficie a rilievi antisdrucchiolo del diametro di 650 mm, articolato al telaio con sistema che ne garantisca il centraggio automatico in fase di chiusura, dotato di bloccaggio anti-chiusura accidentale e sfilabile dal telaio, in posizione aperto a 90°, dotato di guarnizione circolare continua, anti-rumore ed anti-basculamento, in neoprene ad alta densità con larga base piana di appoggio e profilo

speciale per essere posizionata nell'apposita gola.

Le caditoie stradali saranno a “caduta diretta”, avranno pozzetto in CAV con sifone a doppia camera - dimensioni interne 50x70h60 cm e saranno complete di griglia e controtelaio in ghisa sferoidale con Classe di carrabilità C250 EN 124, e con dimensioni nette 40x40cm con asole ad ampio deflusso.

Nelle celle a bioritenzione idrica, i tubi drenanti saranno in PEAD a doppia parete o in PVC Ø 80 mm, con lunghezza, larghezza e interasse dei tagli rispettivamente da 27.0, 0.8 e 10.5 mm, area delle aperture pari a 40.2 cm<sup>2</sup>/m.

Se tubi con dimensioni dei tagli indicati non fossero disponibili, ferma restando l'area delle aperture per metro lineare, i tubi saranno protetti con calza in tessuto non tessuto.