

Comune di FUCECCHIO

Area metropolitana di Firenze

Piano Attuativo area PA 91- Capoluogo
posta fra la nuova Francesca bis , via di
Burello e via dei Rosai

Proponenti : Immobiliare San Zio s.r.l.
sig.ra Menichetti Maria Luisa

Progettista : A4 Ingegneria stp a rl
via Roma 26
59100 Prato
Responsabile progetto: ing. Cristiano Cappelli

Tav.

Relazione idraulica



**PIANO ATTUATIVO PA91
IN VIA DI BURELLO IN COMUNE DI FUCECCHIO (FI)**

Richiedente: IMMOBILIARE SAN ZIO

RELAZIONE TECNICA IDRAULICA

Ottobre 2021

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	2
2. INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO.....	2
3. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
4. DESCRIZIONE DEL SISTEMA FOGNARIO ATTUALE E DI PROGETTO	8
4.1. Rilievi eseguiti sulla condotta fognaria pubblica da Acque spa.....	8
4.2. Descrizione della soluzione progettuale prevista.....	9
5. VALUTAZIONI IN MERITO ALLA SALVAGUARDIA DEI SUOLI – ART.198 COMMA 11 DELLE NTA.....	11
5.1. Calcolo delle portate/volumi prodotte allo stato attuale	12
5.2. Calcolo delle portate/volumi prodotte allo stato di progetto.....	13
5.3. Volumi da stoccare temporaneamente.....	14
6. INTERVENTI COMPENSATIVI PER RIDUZIONE PERMEABILITA' DEI SUOLI.....	15
6.1. Dimensionamento delle bocche tarate di scarico	15
6.2. Dimensionamento dello scolmatore di collegamento tra i Sistemi 1 e 2.....	16
7. VALUTAZIONI IDRAULICHE IN MERITO ALLA VASCA DI COMPENSAZIONE	18
8. DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLE CONDOTTE FOGNARIE PRINCIPALI	18

1. PREMESSA

La presente relazione idraulica è stata redatta su incarico di Immobiliare San Zio a supporto del piano attuativo PA 91 in Via di Burello in Comune di Fucecchio (FI).

Il piano attuativo prevede la realizzazione di insediamenti a prevalente destinazione produttiva con relative aree a parcheggio e zone a verde.

2. INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO

Nella seguente figura 1 è riportata su base CTR in scala 1:10'000 l'area oggetto di intervento.

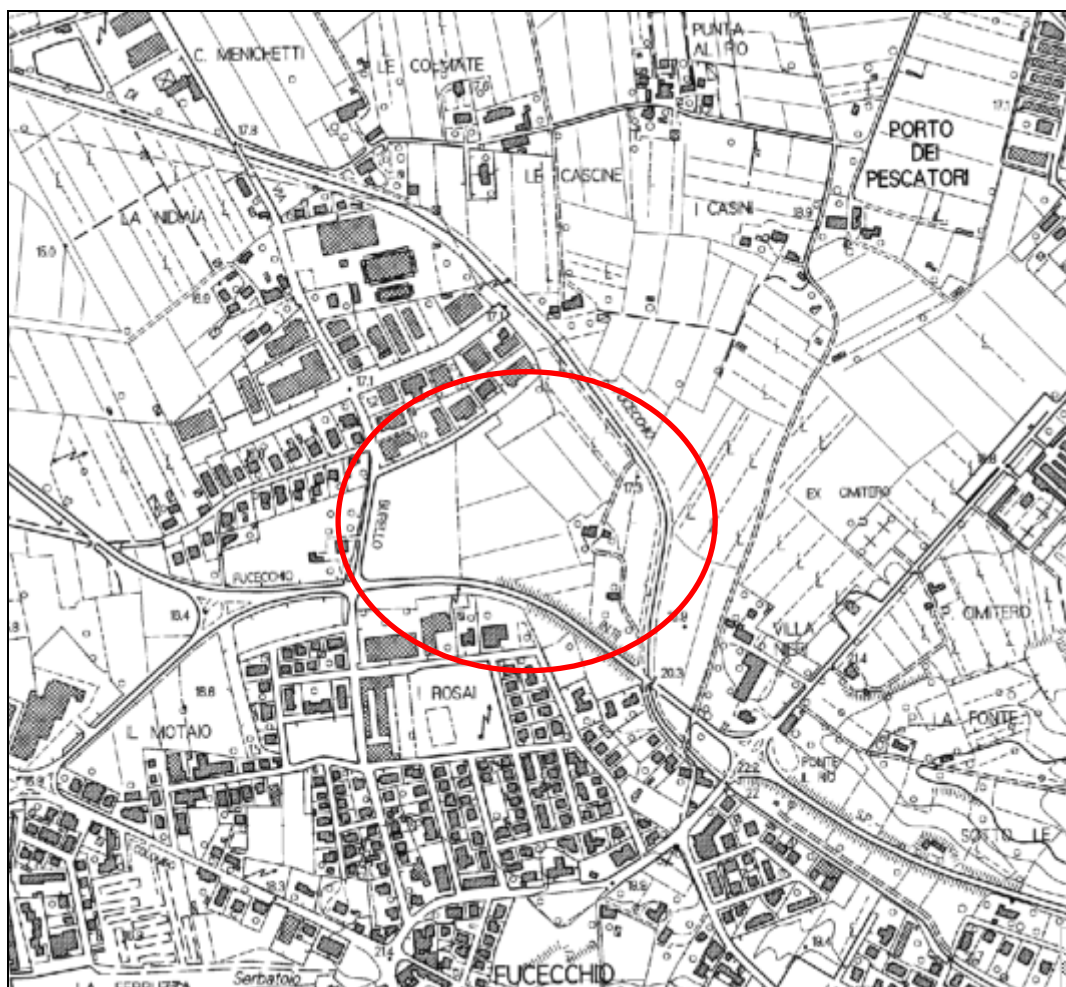


FIG. 1 – INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO SU BASE CTR IN SCALA 1:10000

Nella seguente figura 2 è riportato un estratto planimetrico delle tavole B.2 15 e B.2 18 del progetto del Regolamento Urbanistico vigente (seconda variante al RU), su cui è riportata l'indicazione dell'area destinata a Piano Attuativo PA91.

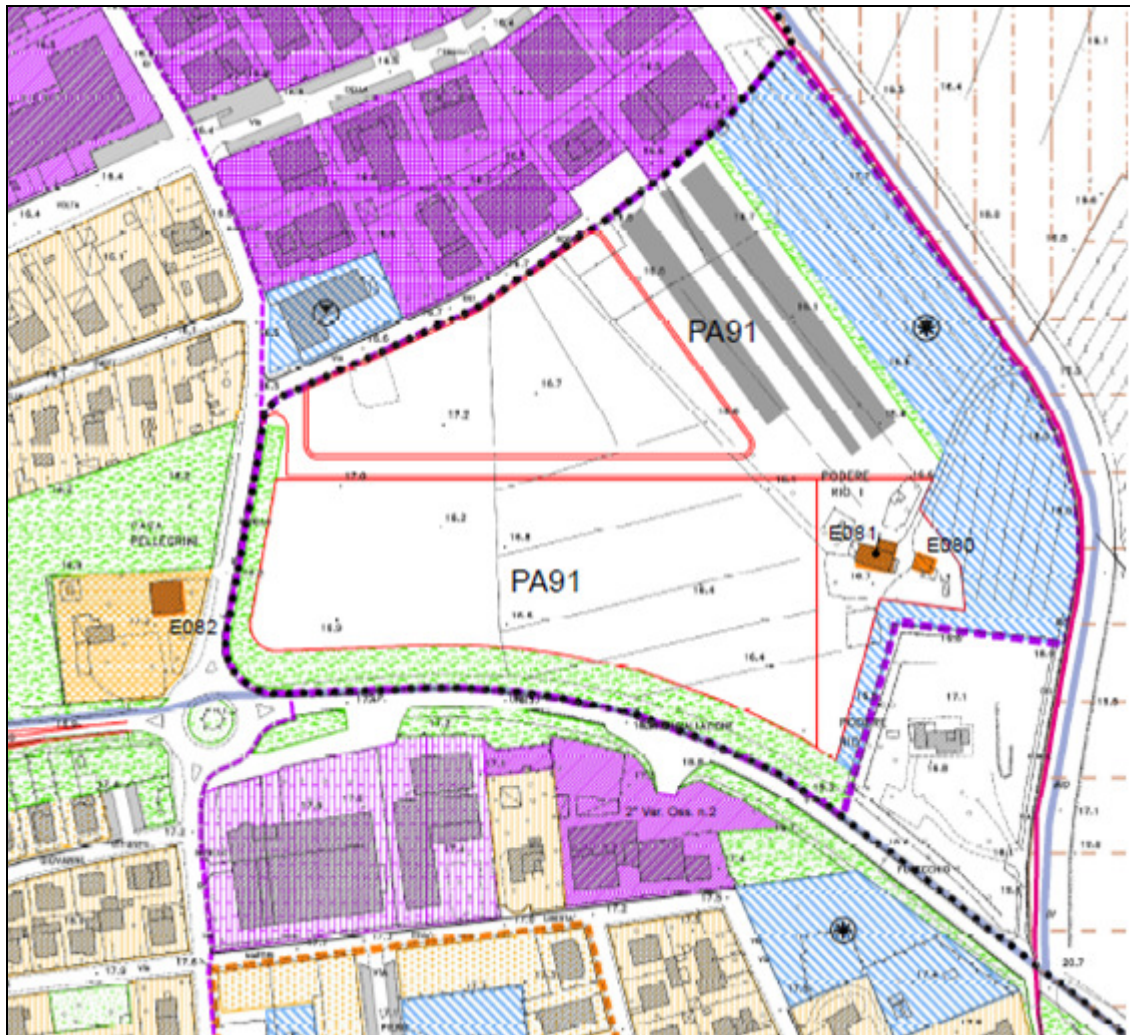


FIG. 2 – ESTRATTO DA TAV.B.2 15 E B.2 18 DEL REGOLAMENTO URBANISTICO VIGENTE (IMMAGINE FUORI SCALA)

3. RIFERIMENTI NORMATIVI

Le norme per gli aspetti idraulici vigenti sono di seguito elencate:

- ✓ Regolamento 30/01/2020 n.5/R;
- ✓ Seconda Variante al Regolamento Urbanistico del Comune di Fucecchio;
- ✓ Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno;
- ✓ L.R 79/12 e s.m.i.;
- ✓ Legge Regionale 41/18 e s.m.i..

Regolamento 30/01/2020 n.5/R

Trattandosi di un piano attuativo, il progetto è soggetto al deposito delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche presso il Genio Civile Valdarno Superiore.

Seconda Variante al Regolamento Urbanistico del Comune di Fucecchio

Gli aspetti di carattere idraulico relativi all'area oggetto di intervento sono sintetizzati nell'apposita scheda normativa e di indirizzo progettuale allegata alle NTA della Seconda Variante al Regolamento Urbanistico.

Di seguito sono riportate le condizioni di fattibilità estratte dalla scheda suddetta per l'area PA91.

Fattibilità idraulica condizionata F3

Relativamente agli aspetti idraulici, la pericolosità idraulica dedotta dagli studi idrologici idraulici, è corrispondente alla classe I2 pericolosità media ($Tr > 200$ anni) per l'intera area.

In sede di realizzazione degli interventi si dovrà verificare che sia rispettata ovunque la quota di sicurezza pari a 16,25 mslm, valore comprensivo di 0.3 m di franco sul livello duecentennale (Cella di riferimento VI_021_2; $Tr_{200} = 15,95$ mslm), tenendo comunque conto della necessità di non determinare aggravamenti di pericolosità nelle aree al contorno.

Ai sensi della lettera c) del punto 3.2.2.2 dell'Allegato A del D.P.G.R. 53-R/2011 non è richiesto il recupero dei volumi sottratti alla naturale esondazione.

Relativamente al reticolo idraulico minore, se ne dovrà assicurare il corretto funzionamento anche in seguito agli interventi in progetto.

In particolare, gli interventi in progetto dovranno preservare il drenaggio delle acque superficiali in uscita dai due Poderi Esistenti Rio e Rio1.

Nelle tavole progettuali dovrà essere dettagliato il sistema di scolo delle acque meteoriche allo stato attuale ed in quello di progetto e le eventuali modifiche apportate dovranno perseguire il miglioramento del deflusso delle acque e l'eliminazione di eventuali situazioni di fragilità.

Limitazioni derivanti dalla L.R. 41/2018

Tutti gli interventi dovranno essere realizzati ad una distanza minima di 10 metri dal piede dell'argine del Rio Di Fucecchio e dovranno rispettare quanto disposto dalla L.R. 41/2018 all'Art. 3 "tutela dei corsi d'acqua".

La zona di variante è limitata verso Est dall'argine del Rio di Fucecchio; ai sensi della L.R. 41/2018, rientra quindi all'interno delle aree presidiate da sistemi arginali (Art. 2 comma s). In queste zone, per gli interventi di nuova costruzione sono previste misure per la gestione del rischio di alluvioni nell'ambito del piano di protezione civile comunale (Art.14 comma 1).

Inoltre, in base a quanto disposto dal comma 11 dell'art.198, *“la realizzazione di vaste superfici impermeabilizzate deve essere subordinata agli esiti di uno studio idrologico-idraulico di dettaglio che definisca gli interventi necessari per neutralizzare gli effetti derivanti dall'aumento della velocità di corrivazione delle acque nel corpo recettore, da mitigarsi attraverso cisterne o invasi di prima pioggia. Nella progettazione delle superfici coperte, dovranno essere preferite le soluzioni che permettano la riduzione della velocità dell'acqua. Le reti fognarie per le acque bianche, devono essere progettate per favorire il massimo invaso di acqua, ottenibile attraverso ampie dimensioni, ridotta profondità e bassa pendenza”*.

Ne consegue pertanto che è necessario prevedere degli interventi “compensativi” finalizzati a neutralizzare gli effetti sul reticolo recettore dovuti alla riduzione dei tempi di corrivazione e all'incremento delle portate a seguito della riduzione di permeabilità dei suoli generata dall'intervento in progetto.

Si segnala inoltre che nell'Aprile 2020, successivamente all'approvazione della Seconda Variante al Regolamento Urbanistico (vedi Delibera di Consiglio Comunale n.61 del 04/11/2019) i tecnici che hanno elaborato gli studi geologici-idraulici a supporto della suddetta seconda variante hanno redatto una “Nota esplicativa delle modifiche effettuate alla relazione geologico-tecnica, elaborato C1 della II Variante al RU per alcuni errori materiali”. Detta nota comporterebbe delle modifiche alla fattibilità idraulica del piano attuativo in oggetto.

Di seguito sono riportate le condizioni di fattibilità “aggiornate” estratte dalla nota suddetta per l'area PA91.

PA 91 modificato:

Fattibilità idraulica condizionata F3

...In sede di realizzazione degli interventi si dovrà verificare che sia rispettata ovunque la quota di sicurezza pari a 16,50 mslm, valore comprensivo di 0.3 m di franco sul livello duecentennale (Cella di riferimento VI_021_2; Tr200 16,20 mslm), tenendo comunque conto della necessità di non determinare aggravii di pericolosità nelle aree al contorno...

Piano Gestione Rischio Alluvioni

In riferimento al PGRA, risulta che l'area in oggetto ricade in area a pericolosità idraulica P1 (pericolosità bassa, ossia allagabile per eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni), così come riportato nell'estratto di figura 3.

In base a quanto indicato nella Disciplina di Piano del PGRA, gli interventi ricadenti in aree a pericolosità da alluvione bassa (P1) sono soggetti agli indirizzi per gli strumenti di governo del territorio di cui all'art.11 comma 1 in base al quale *“sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici garantendo il rispetto delle condizioni di mitigazione e gestione del rischio idraulico”*.



FIG. 3 – ESTRATTO CARTOGRAFIA PGRA (IMMAGINE FUORI SCALA)

L.R. 79/12

Lungo il confine est dell'area oggetto di piano attuativo PA91 è presente il rio di Fucecchio che risulta inserito all'interno del reticolo idrografico della L.R. 79/12 aggiornato con DCR 25/2020 (vedi estratto di figura 5). Ne consegue pertanto che così come indicato nella scheda, gli interventi edificatori dovranno essere realizzati oltre la fascia di rispetto di 10 metri dal piede dell'argine sinistro del rio di Fucecchio ed ogni altro eventuale intervento previsto ricadente all'interno di detta fascia di 10 m dovrà rispettare quanto disposto dalla L.R. 41/2018 all'art. 3 "Tutela dei corsi d'acqua".



FIG. 4 – ESTRATTO CARTOGRAFIA RETICOLO IDRAULICO L.R. 79/12 AGGIORNATO CON DCR 28/2020 (IMMAGINE FUORI SCALA)

L.R. 41/18 E S.M.I.

L'intervento in progetto è soggetto alle disposizioni della L.R.41/18 e s.m.i.. per quanto concerne gli aspetti legati all'art. 3 "Tutela dei corsi d'acqua". Non rientrando tra le aree interessate da alluvioni per eventi frequenti (Tr 30 anni) e poco frequenti (Tr 200 anni), l'intervento non è soggetto alle prescrizioni di cui agli art. 7-13 del Capo II Gestione del rischio di alluvioni. Come indicato nella scheda di piano, poiché l'area oggetto di piano attuativo ricade all'interno delle aree presidiate da sistemi arginali, gli intervento sono soggetti alle disposizioni di cui all'art.14, ossia sono da prevedere misure per la gestione del rischio alluvioni nell'ambito del piano di protezione civile comunale.

Quadro riassuntivo delle prescrizioni di carattere idraulico da rispettare

Sulla base delle normative sopra elencate risulta che:

- A. il piano di calpestio dei fabbricati dovrà essere realizzato in quota di sicurezza idraulica non inferiore a 16.50 m slm (assumendo il valore più cautelativo indicato nella nota correttiva dell'Aprile 2020);
- B. si dovranno prevedere gli interventi di compensazione idraulica finalizzati a recuperare i volumi prodotti in surplus per effetto della variazione della permeabilità dei suoli, in modo da non aggravare il carico idraulico sul reticolo scolante esistente ai sensi dell'art.198 comma 11 delle NTA del Regolamento Urbanistico vigente.
- C. il sistema di scolo delle acque meteoriche di progetto dovrà perseguire il miglioramento del deflusso delle acque e contestualmente consentire la possibilità di ridurre le condizioni di fragilità idraulica per insufficienze del sistema fognario nelle aree limitrofe a quella di intervento e nello specifico della zona di Rosai posta a sud della S.P.11.

4. DESCRIZIONE DEL SISTEMA FOGNARIO ATTUALE E DI PROGETTO

Alla luce di quanto riportato nelle scheda normativa e di indirizzo progettuale allegata alle NTA della Seconda Variante al Regolamento Urbanistico che evidenziava delle criticità sul sistema fognario di smaltimento delle acque meteoriche nelle aree limitrofe a quella di intervento e nello specifico della zona di Rosai posta a sud della S.P.11, sono stati eseguiti da parte di Acque spa dei rilievi sulla fognatura mista esistente nella zona in cui ricade l'area del PA 91.

In base a quanto riscontrato dai rilievi di Acque spa ed alle osservazioni presentate dai tecnici durante gli incontri del 14/05/2021 e del 15/07/2021, sulla scorta dei rilievi topografici di dettaglio eseguiti a supporto del progetto del Piano Attutivo, è stata definita una soluzione progettuale per lo smaltimento delle acque meteoriche provenienti dall'area di lottizzazione che fosse compatibile con le criticità che il sistema fognario pubblico presenta attualmente.

4.1. Rilievi eseguiti sulla condotta fognaria pubblica da Acque spa

Da rilievi effettuati da Acque spa, partendo da monte e scendendo verso valle, risulta in sintesi che:

- a valle della S.P. 11 si uniscono una tubazione di acqua miste Ø800 ed una Ø1000 che confluiscono nel tubo Ø1000 in cls che attraversa da sud a nord l'area del PA 91;
- detto tubo Ø1000 in cls passa ad tubo Ø1200 nel tratto di strada davanti al cantiere comunale, a valle dell'area del PA 91;
- poco a valle all'interno del tubo Ø1200, si innesta una condotta Ø900;
- il tubo Ø1200 prosegue poi verso valle e scarica nel Rio di Fucecchio mediante un sistema in parte a gravità ed in parte con l'ausilio di sollevamento meccanico.

Alla luce delle criticità emerse, Acque spa ha evidenziato l'impossibilità di scaricare nella condotta fognaria pubblica tutte le acque meteoriche prodotte dalla lottizzazione ancorché preventivamente laminate/limitate mediante bocche tarate.

Acque spa ha quindi suggerito di:

- scaricare direttamente nel Rio di Fucecchio tutte le acque raccolte dal sistema fognario posto dal lato est del tubo Ø1000 in cls (vedi Sistema 2 previsto all'interno dell'area di espansione urbanistica PA91 di seguito descritto) che attraversa da sud a nord l'area di lottizzazione;
- scaricare nella fognatura pubblica mediante bocca tarata provvista di valvola a clapet solo le acque meteoriche raccolte dal sistema fognario posto dal lato ovest del tubo Ø1000 in cls (vedi Sistema 1 previsto all'interno dell'area di espansione urbanistica PA91 di seguito descritto);
- realizzare uno scolmatore sulla fognatura pubblica mista Ø1000 nel tratto immediatamente a valle dell'immissione del Sistema 1 in modo da derivare le acque in caso di eventi meteorici intensi che si attivi quando la portata in transito è superiore a tre volte la portata delle acque nere e convogliarle, come le acque bianche del Sistema 2, nel Rio di Fucecchio.

4.2. Descrizione della soluzione progettuale prevista

Il progetto delle opere di urbanizzazione prevede di realizzare due collettori principali delle acque meteoriche, uno ad est ed uno ad ovest della fognatura esistente (tubazione $\varnothing 1000$ in cls) che attraversa da sud a nord la nuova viabilità di lottizzazione. Le acque meteoriche della porzione di lottizzazione ad ovest della fognatura sono relative al “Sistema 1” mentre quelle drenate della porzione di lottizzazione ad est della fognatura sono relative al “Sistema 2”. Nello specifico la porzione ovest afferente al “Sistema 1” che comprende i lotti 1, 2 e 6 ed una porzione della nuova strada e relativi parcheggi e marciapiedi, misura una superficie di circa 17'266 mq, mentre quella est afferente al “Sistema 2” copre la restante parte dell’area di lottizzazione (lotti 3, 4, 5, 7, viabilità di lottizzazione e parcheggio pubblico a ridosso dell’area a verde) e misura una superficie di circa 55'990 mq.

In base a quanto sopra indicato e considerato che:

- è previsto di realizzare un’area a verde pubblico di 8'750 mq a quota 15.70 m s.l.m. in prossimità dell’argine destro del Rio di Fucecchio da utilizzare anche per lo stoccaggio temporaneo dei volumi d’acqua prodotti in surplus per effetto della riduzione di permeabilità dei suoli a seguito della realizzazione degli interventi in progetto (vedi seguente capitolo 6), collegata idraulicamente al sistema fognario;
- dal rilievo topografico appositamente eseguito il 13/07/2021 risulta che il fondo alveo del Rio di Fucecchio nel tratto in cui è previsto di scaricare le acque meteoriche di lottizzazione è collocato a quota compresa tra a 15.10 e 15.05 m s.l.m.;
- il piano finito delle strade di lottizzazione, in analogia a quelle limitrofe esistente sarà posizionato a quota pari o superiore a 16.80 m s.l.m.;
- la quota di partenza del fondo della fognatura del Sistema 2 può essere stabilito pari a 15.80 m s.l.m.;
- la quota dello scolmatore sulla fognatura pubblica può essere stabilito pari a 15.60 m s.l.m., ossia 50 cm al di sopra del fondo della tubazione esistente;

è stato ipotizzato di scaricare a gravità nel Rio di Fucecchio sia le acque meteoriche di lottizzazione che quelle scolmate dalla fognatura pubblica.

In considerazione:

- delle limitate differenze di quota tra il fondo del rio di Fucecchio (tra 15.10 e 15.05 m s.l.m.) ed il fondo del tubo di scarico delle acque meteoriche (15.20 m s.l.m. circa)
- dell’intermittenza di scolo per effetto dell’innalzamento dei livelli nell’alveo del Rio di Fucecchio durante eventi meteorici “significativi”;

nell’ambito della soluzione ipotizzata è stato previsto di realizzare:

- un secondo scarico di sicurezza/troppo a quota 16.20 m s.l.m. che collega la vasca di compensazione con il rio di Fucecchio;
- le opere e le relative predisposizioni per l’eventuale installazione da parte degli enti preposti, successivamente al completamento delle opere previste dal presente piano attuativo, di un sistema meccanico di sollevamento e scarico nel Rio di Fucecchio.

Nel dettaglio il sistema fognario di smaltimento delle acque meteoriche previsto nell’ambito del piano attuativo in oggetto è così previsto:

- la condotta fognaria principale del Sistema 1 sarà realizzata con tubo corrugato esternamente e liscio internamente di diametro interno 500 mm, pendenza 0.2% in grado di smaltire la portata di progetto pari a 193.4 l/s (vedi calcoli riportati paragrafo 5.2);

- il Sistema 1 scaricherà nella pubblica fognatura esistente che attraversa da sud a nord il lotto mediante bocca tarata $\varnothing 200$ provvista di valvola clapet sullo scarico in modo da rilasciare una portata non superiore a 68.3 l/s (vedi calcoli riportati nel seguente paragrafo 5.1);
- in corrispondenza dell'immissione del Sistema 1 nella fognatura esistente è stato previsto di collocare un tubo di troppo pieno che sovrappassa la fognatura esistente ($\varnothing 1000$ cls) affinché i volumi d'acqua in eccedenza (circa 150 l/s massimi), non smaltibili dalla bocca tarata vengano scaricati nella condotta fognaria del Sistema 2 e tramite questa convogliati verso il Rio di Fucecchio e l'area a verde di compensazione idraulica;
- la fognatura bianca del Sistema 2 sarà realizzata con tubo corrugato esternamente e liscio internamente di diametro interno 700 mm, pendenza 0.28% in grado di smaltire la portata di progetto pari a $518.8 + 150.0 \approx 670$ l/s ($Q_{prog2} = 518.8$ l/s, vedi calcoli riportati nel seguente paragrafo 5.2 + 150 l/s portata massima scolmata);
- una volta all'interno dell'area di compensazione, sulla linea del Sistema 2 verrà realizzato un pozzetto provvisto di bocca tarata $\varnothing 400$ in modo da scaricare verso valle una portata non superiore a 221.6 l/s (vedi calcoli riportati nel seguente paragrafo 5.1);
- il pozzetto sarà provvisto di apertura per scaricare le acque di troppo pieno nell'area a verde di compensazione e riprendere poi le acque invase nell'area a verde quando l'evento meteorico sarà terminato ed il Rio di Fucecchio sarà in grado di ricevere;
- lo scolmatore dalla fognatura mista pubblica sarà realizzato con un tubo corrugato interno e liscio esternamente di diametro interno 500 mm, pendenza 0.17%;
- il tubo scolmatore si innesterà in una vasca in c.a. suddivisa in due camere di dimensioni utili interne complessive pari a 3.0x6.0x2.6 m posta a valle della bocca tarata sul Sistema 2 e collegata mediante sfioratori che avranno la funzione sia di derivare le acque verso l'area a verde che poi di riprenderle per scaricarle nel Rio di Fucecchio quando sarà in grado di ricevere;
- dalla vasca in c.a. partirà:
 - A. uno "scarico di fondo" con un tubo corrugato interno e liscio esternamente di diametro interno 500 mm, pendenza 0.1% che, una volta attraversato l'argine destro del Rio di Fucecchio, andrà a scaricare le acque in quest'ultimo a quota 15.20 m s.l.m.. Sullo scarico è prevista una valvola a clapet. Prima di attraversare l'argine del Rio di Fucecchio è stato inoltre previsto di collocare all'interno di un manufatto in c.a. ricadente in fascia di rispetto di 10 m una paratoia a ghigliottina sul tubo in modo da poter chiudere il collegamento idraulico nel caso in cui la portella a clapet dovesse rimanere parzialmente aperta con conseguente afflusso delle acque dall'alveo nella cassa in caso di innalzamento dei livelli in alveo;
 - B. un tubo in PEAD $\varnothing 250$ a cui allacciare in una seconda fase una pompa di sollevamento che, una volta attraversato l'argine destro del Rio di Fucecchio, andrà a scaricare le acque in quest'ultimo a quota pari a circa 17.00 m s.l.m. In attesa dell'installazione della pompa, sulle estremità della tubazione andranno collocate due flange cieche.
- con la funzione di scarico "di troppo pieno", anche al fine di poter scaricare le acque a gravità dall'area a verde di compensazione quando iniziano a salire i livelli idrometrici nel Rio di Fucecchio, è stato previsto di realizzare uno scarico a quota 16.20 m s.l.m. con un tubo corrugato esternamente e liscio internamente di diametro interno 500 mm, pendenza 0.1%. Anche in questo caso sullo scarico è prevista una valvola a clapet. Prima di attraversare l'argine del Rio di Fucecchio è stato inoltre previsto di collocare in corrispondenza del punto di imbocco della tubazione una paratoia ghigliottina in modo da poter chiudere il collegamento idraulico nel caso in cui la portella a

clapet dovesse rimanere parzialmente aperta con conseguente afflusso delle acque dall'alveo nella cassa in caso di innalzamento dei livelli in alveo.

- manufatto in scogliera in massi ciclopici intasati con cls sul lato interno dell'argine del Rio di Fucecchio nel punto in cui scaricheranno le tre tubazioni che lo attraverseranno e rivestimento del fondo alveo dal lato sponda sinistra nel punto di scarico delle tre tubazioni;

In riferimento alla gestione dell'opera si segnala che è stato previsto di:

- collocare un sensore di lettura del livello idrometrico tarato a quota 16.60 m s.l.m. all'interno del manufatto in c.a. da cui parte lo scarico di fondo nel tratto sotto il rilevato arginale. Detto sensore, sarà collegato ad un sistema di allarme con segnalazione luminosa in modo che gli operatori preposti possano verificare se ci sono problemi legata all'ingresso di acque dal rio di Fucecchio per mancata chiusura delle valvole a clapet e provvedere eventualmente alla chiusura delle paratie. Il soggetto che si occuperà della gestione dell'opera potrà inoltre successivamente collegare il sensore ad un sistema automatizzato di allerta che, in caso di attivazione del sensore, e quindi del raggiungimento di un livello di 16.60 m s.l.m., invii un messaggio e/o una chiamata registrata agli operatori incaricati affinché possano effettuare un sopralluogo e verificare le condizioni dei luoghi provvedendo, se necessario, alla chiusura delle due paratie.
- posizionare i volanti di manovra delle due paratie a quota 18.00 m s.l.m., ossia pari alla quota della sommità arginale sinistra del rio di Fucecchio, in modo che, salvo casi eccezionali di tracimazioni lungo l'argine, che non rientrano tra i casi per cui la vasca di compensazione è stata progettata e per cui quindi debba essere gestita, siano sempre ben oltre il massimo livello di invaso all'interno della vasca di compensazione.
- realizzare una strada di servizio su rilevato in terra di larghezza pari a 3.5 m e con fondo in misto stabilizzato che collega la strada di lottizzazione alla zona dove sono previsti gli organi di manovra delle due paratie attraversando la vasca di compensazione. La strada partirà da quota 16.80 m s.l.m. per arrivare dopo circa 45 m a quota 18.00 m s.l.m.. Per garantire la trasparenza idraulica del rilevato stradale all'interno della vasca di compensazione, sono stati previsti n.5 attraversamenti da realizzare con tubazione di diametro $\varnothing 700$.

Durante le fasi di scavo che interesseranno l'argine del rio di Fucecchio nel tratto dove è stato previsto di realizzare il manufatto di scarico, è stato previsto di realizzare una coronella arginale temporanea in terra all'interno della vasca di compensazione di altezza pari a circa 1.5 m, fino a raggiungere quota di 18.50 m s.l.m., così da proteggere le aree a campagna in caso di innalzamento dei livelli nell'alveo del rio di Fucecchio. Al termine della realizzazione del manufatto di scarico in progetto, suddetto argine verrà rimosso.

5. VALUTAZIONI IN MERITO ALLA SALVAGUARDIA DEI SUOLI – ART.198 COMMA 11 DELLE NTA

Al fine di dimensionare le opere di compensazione da prevedere a seguito della riduzione della permeabilità dei suoli provocata dagli interventi in progetto, sono state calcolate le portate e i volumi in deflusso prodotte dalla superficie di proprietà privata oggetto di trasformazione (nel calcolo non sono incluse le aree di proprietà della provincia di Firenze e del consorzio di bonifica che sono inserite all'interno del comparto ma non fanno parte del Piano Attuativo).

Il calcolo delle portate di riferimento per il dimensionamento della bocca tarata e dei volumi da compensare è stato eseguito con riferimento ai parametri di letteratura.

I valori di riferimento sono i seguenti:

- altezza di pioggia per evento di durata oraria per Tr 20 anni da LSPP 2012 per la zona di Fucecchio pari a 47.5 mm;
- tipologia di superficie:
 - impermeabile (piazzali asfaltati) \Rightarrow coefficiente di deflusso $C_d = 1$;
 - semipermeabile (parcheggi in autobloccanti) \Rightarrow coefficiente di deflusso $C_d = 0.5$;
 - permeabile (area a verde) \Rightarrow coefficiente di deflusso $C_d = 0.3$.

Per le superfici sono state prese a riferimento quelle desunte dagli elaborati progettuali a firma dell'arch. Alessandro Nucci.

5.1. Calcolo delle portate/volumi prodotte allo stato attuale

Il calcolo della portata/volume in deflusso attesa a valle dell'area oggetto di trasformazione allo stato attuale è stato effettuato stimando il deflusso prodotto dalla superficie costituita da area a verde (trascurando la presenza dei due fabbricati esistenti) suddivisa per i due sistemi sopra descritti, mediante la seguente relazione:

$$Q = i C_d A$$

dove:

$i = 47.5$ mm/h;

C_d = coefficiente di deflusso per le superfici a diversa permeabilità;

A = area espressa in mq.

Sistema 1

Stato attuale	Superficie (mq)	Cd	i (mm/h)	Q (mc/h)	
Area a verde	17266				
Tot. superficie permeabile	17266	0.3	47.5	246.0	
				Q_{att1} (mc/h)	246.0

Sistema 2

Stato attuale	Superficie (mq)	Cd	i (mm/h)	Q (mc/h)	
Area a verde	55990				
Tot. superficie permeabile	55990	0.3	47.5	797.9	
				Q_{att2} (mc/h)	797.9

Dai calcoli svolti risulta che le portate/volumi immessi nel reticolo idrografico nella condizione attuali sono pari a: $Q_{att1} + Q_{att2} = 1'044$ mc/ h, pari a 290 l/s ($Q_{att1} + Q_{att2} = 68.3 + 221.7 = 290$ l/s).

5.2. Calcolo delle portate/volumi prodotte allo stato di progetto

Il calcolo della portata/volumi in deflusso attesa a valle dell'area interessata dall'intervento in progetto è stato effettuato stimando il deflusso prodotto dalla superficie costituita da tetti, marciapiedi, viabilità, parcheggi, spazi di manovra, resedi in autobloccanti, aree a verde, suddivisi secondo i due sistemi idraulici di progetto mediante la seguente relazione:

$$Q = i C_d A$$

dove:

$i = 47.5 \text{ mm/h}$;

C_d = coefficiente di deflusso per le superfici a diversa permeabilità;

A = area espressa in mq.

Sistema 1

Stato di progetto	Superficie (mq)	Cd	i (mm/h)	Q (mc/h)
Lotto 1	5066			
Lotto 2	2946			
Lotto 6	2862			
Viabilità, marciapiedi e parcheggi pubblici	2090			
Tot. superficie impermeabile	12964	1.0	47.5	615.8
Lotto 1	0			
Lotto 2	709			
Lotto 6	1070			
Tot. superficie semipermeabile	1779	0.5	47.5	42.2
Lotto 1	2180			
Lotto 2	551			
Lotto 6	0			
Tot. superficie permeabile	2731	0.3	47.5	38.9
			Q_{prog1} (mc/h)	696.9

Sistema 2

Stato di progetto	Superficie (mq)	Cd	i (mm/h)	Q (mc/h)
Lotto 3	3395			
Lotto 4	6780			
Lotto 5	3012			
Lotto 7	6707			
Viabilità, marciapiedi e parcheggi pubblici	11084			
Tot. superficie impermeabile	30978	1.0	47.5	1471.5
Lotto 3	854			
Lotto 4	1876			
Lotto 5	1912			
Lotto 7	1480			
Tot. superficie semipermeabile	6122	0.5	47.5	145.4
Lotto 3	606			
Lotto 4	1034			
Lotto 5	88			
Lotto 7	0			
Verde pubblico	15954			
Tot. superficie permeabile	17594	0.3	47.5	250.7
			Q_{prog2} (mc/h)	1867.5

Dai calcoli svolti risulta che le portate/volumi immessi nel reticolo idrografico nella condizione di progetto sono complessivamente pari a: $Q_{prog1} + Q_{prog2} = 2'564.4$ mc/ h, pari a 712.3 l/s. Riportando i valori di portata in l/s, risultano le seguenti portate per i due sistemi $Q_{prog1} = 193.4$ l/s e $Q_{prog2} = 518.8$ l/s.

5.3. Volumi da stoccare temporaneamente

In base a quanto riportato precedentemente, i volumi prodotti in surplus da compensare per effetto dell'impermeabilizzazione dei suoli possono essere calcolati mediante la relazione ($V_{prog} - V_{att}$); da questa risultano pari a circa **1520 mc** ($V_{comp} = 2564 - 1044 = 1520$ mc).

6. INTERVENTI COMPENSATIVI PER RIDUZIONE PERMEABILITA' DEI SUOLI

Per stoccare temporaneamente i suddetti 1'520 mc d'acqua, è stato previsto di utilizzare una porzione dell'area a verde pubblico posta sul lato est dell'area oggetto di piano attuativo. Nello specifico la porzione da destinare ad area di compensazione interessa una superficie in pianta pari a circa 8'750 mq a quota 15.70 m s.l.m. Detta zona sarà idraulicamente collegata alla fognatura da realizzare sotto la nuova viabilità di lottizzazione che raccoglie le acque meteoriche provenienti dai Sistemi 1 e 2 sopra descritti.

Come indicato in precedenza il "caricamento" della vasca di compensazione avviene attraverso la condotta fognaria del Sistema 2 per effetto di rigurgito da valle dovuto alla presenza della "strozzatura" sullo scarico provocato dalla bocca tarata. Lo svuotamento della vasca di compensazione avverrà per gravità una volta concluso l'evento meteorico sempre attraverso la condotta fognaria e la bocca tarata del Sistema 2.

6.1. Dimensionamento delle bocche tarate di scarico

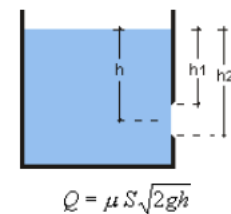
Il dimensionamento idraulico delle bocche tarate di scarico dei Sistemi 1 e 2 è stato condotto con riferimento alle formule della foronomia e nello specifico alla condizione di luce a battente circolare.

La formula di riferimento per il calcolo è la seguente: $Q = \mu A (2 g h)^{0.5}$ dove $\mu = 0.6$.

Dai calcoli svolti con riferimento a una situazione di carico idraulico rispetto al centro del tubo (vedi h di figure 5 e 6) pari rispettivamente a 80 cm per il Sistema 1 e 48 cm per il Sistema 2, risulta che:

- Sistema 1: una tubazione in PVC Ø200 (diametro interno 19 cm) è in grado di smaltire una portata di circa 68.5 l/s, quindi pari a quella massima scaricabile (68.3 l/s);
- Sistema 2: una tubazione in PVC Ø400 (diametro interno 38 cm) è in grado di smaltire una portata di circa 212.3 l/s, quindi di poco inferiore a quella massima scaricabile (221.6 l/s).

Q	<input type="text" value="0.06850666943"/>	m ³ /s
h	<input type="text" value="0.8"/>	m
D	<input type="text" value="0.19"/>	m

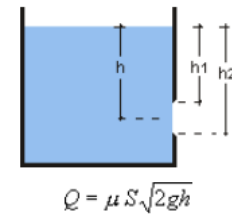


Legenda

- Q = Portata effluente dalla luce
- h = distanza tra il baricentro della luce e il pelo libero
- D = Diametro della luce circolare

FIG. 5 – CALCOLO DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLA BOCCA TARATA DI SCARICO DEL SISTEMA 1

Q m³/s
 h m
 D m



Legenda

- Q = Portata effluente dalla luce
- h = distanza tra il baricentro della luce e il pelo libero
- D = Diametro della luce circolare

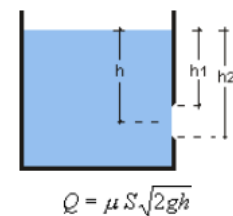
FIG. 6 – CALCOLO DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLA BOCCA TARATA DI SCARICO DEL SISTEMA 2

6.2. Dimensionamento dello scolmatore di collegamento tra i Sistemi 1 e 2

Applicando la stessa metodolgia di calcolo utilizzata delle bocche tarate, è stato eseguito il calcolo per il dimensionamento idraulico dello scolmatore di collegamento tra il Sistema 1 ed il Sistema 2 e tramite quest'ultimo all'area a verde di compensazione.

Dai calcoli svolti con riferimento a una situazione di carico idraulico rispetto al centro del tubo (vedi h di figura 7) pari a 20 cm (ossia in condizioni di tubo scolmatore completamente pieno), risulta che una tubazione $\varnothing 400$ (diametro interno 38 cm) è in grado di smaltire una portata di circa 137 l/s, quindi superiore a quella massima che potrebbe affluire pari a circa 125.1 l/s ($Q_{scolm} = Q_{prog1} - Q_{att1} = 193.4 - 68.3 = 125.1$ l/s).

Q m³/s
 h m
 D m



Legenda

- Q = Portata effluente dalla luce
- h = distanza tra il baricentro della luce e il pelo libero
- D = Diametro della luce circolare

FIG. 7 – CALCOLO DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLO SCOLMATORE DA SISTEMA 1 A SISTEMA 2

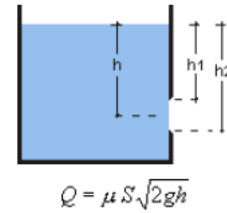
Nel dimensionamento idraulico della condotta del Sistema 2 è stato fatto riferimento cautelativamente ad una portata scolmata pari a 150 l/s, invece dei suddetti 125 l/s massimi stimati.

6.3. Dimensionamento dello scolmatore dalla fognatura pubblica

Applicando la stessa metodologia di calcolo utilizzata delle bocche tarate, è stata stimata la massima portata che potrebbe essere scolmata dalla fognatura pubblica.

Dai calcoli svolti con riferimento a una situazione di carico idraulico rispetto al centro del tubo (vedi h di figura 8) pari a 25 cm (ossia in condizioni di tubo scolmatore completamente pieno), risulta che una tubazione $\varnothing 500$ corrugato esternamente e liscio internamente è in grado di derivare una portata di circa 265 l/s.

$Q = 0.26521047396 \text{ m}^3/\text{s}$
 $h = 0.25 \text{ m}$
 $D = 0.5 \text{ m}$



Legenda

- Q = Portata effluente dalla luce
- h = distanza tra il baricentro della luce e il pelo libero
- D = Diametro della luce circolare

FIG. 8 – CALCOLO DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLO SCOLMATORE DA FOGNATURA PUBBLICA

7. VALUTAZIONI IDRAULICHE IN MERITO ALLA VASCA DI COMPENSAZIONE

Nell'ipotesi di considerare un livello di riempimento massimo "ammissibile" della vasca di compensazione pari a 16.30 m s.l.m. e un fondo a quota 15.70 m s.l.m. su una superficie pari a circa 8'750 mq, il volume invasabile è pari a circa 5'500 mc.

Nelle ipotesi "cautelative" che:

- lo scarico nel Rio di Fucecchio sia impedito a partire dal momento iniziale dell'evento piovoso;
- la portata scolmata dalla fognatura pubblica sia pari a quella massima smaltibile dal tubo scolmatore Ø500, ossia circa 220 l/s (vedi calcoli al seguente capitolo);
- lo scarico di "troppo pieno" previsto con tubazione Ø500 a quota 16.20 m s.l.m. non entri in funzione;

facendo riferimento ad eventi con Tr 20 anni e nell'ipotesi di idrogrammi "triangolari" con valore di picco al termine dell'evento piovoso, in ragione di durate di pioggia "critiche" pari a 1 e 3 ore (3 ore è pari alla pioggia critica per il bacino del Rio di Fucecchio), risulta che le portate di picco da "scaricare" sono pari rispettivamente a 930 l/s e 520 l/s.

In base a quanto sopra riportato i volumi da stoccare all'interno della vasca sono pari rispettivamente a circa 3'400 mc e 5'600 mc e quindi compatibili con le dimensioni della vasca (volume "massimo" invasabile pari a 5'500 mc a quota 16.30 m s.l.m.).

In ragione delle ipotesi cautelative fatte si ritiene pertanto ragionevolmente ipotizzabile che anche in caso di eventi meteorici di durata maggiore, durante i quali si può verificare un'intermittenza di scolo del sistema fognario sopra descritto nel Rio di Fucecchio, la vasca di compensazione prevista sia di dimensioni adeguate.

Si segnala inoltre che in riferimento alle ipotesi fatte, ossia quote dei piazzali e delle strade pari o superiori a 16.80 m s.l.m. e livello idrometrico di riferimento in vasca di 16.30 m s.l.m., c'è ancora un franco di 50 cm, corrispondente ad un volume invasabile di ulteriori circa 4'800 mc, prima che la vasca possa tracimare ed allagare le aree limitrofe.

In ragione comunque di una ulteriore sicurezza, in particolare legata al funzionamento dello scolmatore delle acque dalla fognatura mista, è stato previsto di realizzare una serie di opere a carico del lottizzante al fine di poter installare da parte degli enti preposti, in una seconda fase, un sistema di sollevamento meccanico delle acque che scarichi nel Rio di Fucecchio. Nello specifico è stato previsto di realizzare la vasca in c.a. di dimensioni utili interne pari a 3.0x6.0x2.6 m per l'alloggio di un sistema di pompaggio e di predisporre già in questa fase la tubazione di scarico nel Rio di Fucecchio a cui poi potrà essere allacciato l'impianto. Per la tubazione è stato previsto di mettere in opera una tubazione in PEAD Ø250.

8. DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLE CONDOTTE FOGNARIE PRINCIPALI

Per dimensionare i collettori fognari di raccolta delle acque meteoriche drenate dai Sistemi 1 e 2 dell'area di lottizzazione in progetto e dello scolmatore dalla fognatura pubblica è stato fatto riferimento alla formula di Chezy, valida per condizioni di moto uniforme. Di seguito sono riportati i calcoli svolti per i due sistemi idraulici.

Sistema 1

- portata di progetto pari a 193.4 l/s (vedi paragrafo 6.2);
- tubazione in PEAD corrugata esternamente e liscia internamente in condizioni di esercizio → coefficiente di scabrezza secondo Gauckler Strickler pari a $100 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$;
- livelletta di fondo con pendenza pari a 0.2%;

- riempimento del tubo per la portata di progetto non superiore al 72% dell'altezza della sezione, corrispondente a un franco minimo del 38%;
- è necessario mettere in opera una tubazione diametro interno $\varnothing 500$ (vedi calcoli riportati nella seguente figura 9).

Sistema 2

- portata di progetto pari a 518.8 l/s (vedi paragrafo 6.2);
 - tubazione in PEAD corrugata esternamente e liscia internamente in condizioni di esercizio → coefficiente di scabrezza secondo Gauckler Strickler pari a $100 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$;
 - livelletta di fondo con pendenza pari a 0.28%;
 - riempimento del tubo per la portata di progetto pari al 69% dell'altezza della sezione, corrispondente a un franco minimo del 31%;
- è necessario mettere in opera una tubazione diametro interno $\varnothing 700$ (vedi calcoli riportati nella seguente figura 10).

Scolmatore da fognatura pubblica

- tubazione diametro interno $\varnothing 500$;
- tubazione in PEAD corrugata esternamente e liscia internamente in condizioni di esercizio → coefficiente di scabrezza secondo Gauckler Strickler pari a $100 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$;
- livelletta di fondo con pendenza di progetto pari a 0.17%;
- condizione di riempimento del tubo pari al 95% dell'altezza della sezione (condizione che massimizza la portata in transito);

la massima portata scolmata che la tubazione è in grado di far transitare è pari a circa **220 l/s** (vedi calcoli riportati nella seguente figura 11), ossia di poco inferiore a quella massima teoricamente scolmabile stimata in 265 l/s (vedi paragrafo 6.3).

Dati di calcolo

D	<input type="text" value="0.5"/>	m	=	Diametro interno del canale
w	<input type="text" value="72"/>	%	=	Livello percentuale riempimento del canale
i	<input type="text" value="0.002"/>	m/m	=	Pendenza del canale
k	<input type="text" value="100"/>		=	Coefficiente di scabrezza

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

Q m³/s = **Portata della condotta**

FIG. 9 – CALCOLO DIMENSIONAMENTO IDRAULICO COLLETTORE FOGNARIO SISTEMA 1

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

FIG. 10 – CALCOLO DIMENSIONAMENTO IDRAULICO COLLETTORE FOGNARIO SISTEMA 2

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

FIG. 11 – CALCOLO DIMENSIONAMENTO IDRAULICO SCOLMATORE DA FOGNATURA PUBBLICA

Prato, li 1 Ottobre 2021

Dott. Ing. Cristiano Cappelli

