

**COMUNE DI FERRARA**

## **P.U.A. 2019**

Pagina | 1

### **PROGETTO ATTUATIVO RELATIVO A:**

(AREA POC) ACCORDO A NORMA DELL'ART. 18 L.R. 20/2000 RELATIVO AL COMPARTO:

“NUOVO INSEDIAMENTO RESIDENZIALE IN QUARTESANA, VIA COMACCHIO”

SCHEDA N.° 18ANS\_03

VARIANTE POC APPROVATA IN C.C. 03/12/2018

Proprietà:

Dott. Andrea LAZZARI

Dott. Massimo LAZZARI

## **RELAZIONE IDRAULICA E CALCOLI FOGNATURE**



*Aggiornamento Marzo 2019*

## PREMESSA

La presente Relazione Idraulica costituisce parte integrante degli elaborati relativi al NUOVO PUA presentato dai Sigg.ri Andrea e Massimo Lazzari, riferita ad un'area sita a Quartesana (FE); il Nuovo PUA sostituisce integralmente il precedente e decaduto PUA, PG 106935 PR 2982 del 20/10/15, in forza della approvazione in Consiglio Comunale il 03/12/2018 della 5° Variante POC.

Pagina | 2

Il P.U.A. che viene presentato riguarda una parte dell'intera area di proprietà dei Sigg.ri Andrea e Massimo Lazzari, ed è identificata al NCT del Comune di Ferrara al Foglio n. 238 mapp. 349 (parte) per una superficie territoriale S.T. di mq. 7.434.

## 1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- *"Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto"*  
Circ.Min. LL.PP. n.11633/74
- *"Norme tecniche generali per la regolamentazione dell'installazione e dell'esercizio degli impianti di fognatura e depurazione"* - Legge n. 319 10/5/1976
- *"Norme tecniche relative alle tubazioni"* - D.M 12/12/1985
- *"Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole"* – D.Lgs. 11 maggio 1999, n.152
- *"Direttiva concernente gli indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne (Art. 39 - D.Lgs. 11 maggio 1999 n. 152)"* – Deliberazione della Giunta Regionale Emilia Romagna 14 febbraio 2005, n.286
- *"Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento"* Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, n. 152
- *"Linee Guida di indirizzo per la gestione delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di prima pioggia in attuazione della deliberazione Giunta regionale 14 febbraio 2005 n. 286"*- Deliberazione della Giunta Regionale Emilia Romagna 18 dicembre 2006, n.1860
- *"Linee Guida della Direzione Tecnica Arpa Emilia Romagna: criteri di applicazione del DGR 286/05 e 1860/06 - acque meteoriche e di dilavamento"* - Revisione del 14/04/2008.
- *Prescrizioni tecniche Hera Ferrara relative alla progettazione delle reti fognarie nelle Lottizzazioni*
- *" Procedure di calcolo dei volumi di accumulo per l'applicazione del principio di invarianza idraulica-Determinazioni"* - Deliberazione n°61 del 4 dicembre 2009 Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara

## 2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E INFORMAZIONI GEOMORFOLOGICHE

L'ambito del Piano Urbanistico Attuativo si colloca poco a SE del centro abitato di Ferrara, frazione Pagina | 4  
 Quartesana, in un'area quasi totalmente urbanizzata, dove si inserisce tra la zona agricola-artigianale (a nord), alcune abitazioni (a est), altra lottizzazione (a ovest) e via Comacchio (a sud) – (Figura 1).



*Figura 1 – Inquadramento dell'area oggetto di Piano Urbanistico Attuativo*

L'area di intervento è ubicata nell'ambito della piana alluvionale appartenente al lobo deltizio attivo dall'epoca etrusca fino al XII secolo e che oggi costituisce un paleodelta incorporato nell'attuale sistema fluvio-deltizio. La piana è delimitata a nord da un paleoalveo del Po di Volano ed è caratterizzata dai dossi dei canali distributori di un piccolo delta interno che si apriva in corrispondenza di Quartesana e che, in età molto probabilmente altomedievale, avanzava all'interno di una palude di acqua dolce. L'area di lottizzazione è in parte circoscritta da un piccolo corpo sedimentario limoso, associato a un canale minore di piana interfluviale che defluiva verso Borgo Baiesi (Figura 2).

La serie sedimentaria locale è rappresentata da prevalenti depositi coesivi ascrivibili di piana inondabile, in cui si distinguono argille limose, argille sabbiose e limi argillosi con probabili lenti torbose, con depositi granulari di copertura (sabbie e limi sabbiosi) dello spessore di circa 3m. Oltre 15m di profondità (fino ad

almeno 30m) si riscontrano prevalenti limi sabbiosi con importanti intercalazioni di sabbie deposti in ambienti di media pianura alluvionale, probabilmente durante fasi glaciali.

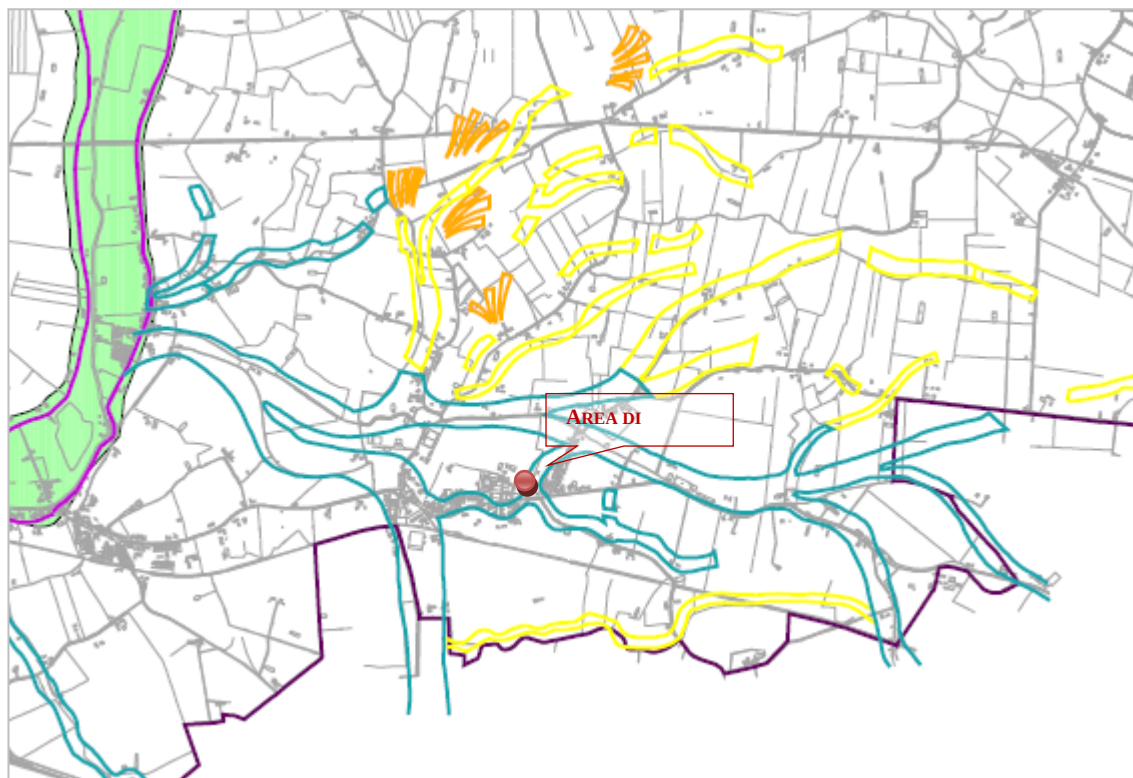


Figura 2 – Schema geomorfologico della pianura a est di Cona

### 3 IL PIANO OPERATIVO COMUNALE DEL COMUNE DI FERRARA

Il Comune di Ferrara è dotato di un proprio Piano Operativo Comunale, modificato con la 5° Variante POC approvata in Consiglio Comunale in data 03/12/2018.

L'area oggetto del presente Piano Urbanistico rientra nella struttura insediativa n. **18\_Cocomaro, Codrea, Cona, Quartesana**, ubicata a SE di Ferrara.



Gli obiettivi del POC individuati nella scheda 18 ANS -03 comprendono la realizzazione di un nuovo insediamento residenziale di completamento dell'esistente complesso residenziale di via Alvisi. La scheda rileva che l'area di Quartesana è potenzialmente soggetta ad allagamenti e ristagno di acque anche in assenza di rotte fluviali; è pertanto attesa, in fase di attuazione, l'adozione di congrui sistemi di

drenaggio e la loro connessione alla prevista area di laminazione con recapito finale nel condotto Ricco.

Per quanto concerne la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche, il Regolamento Urbanistico Edilizio (RUE) dispone:

**Art. 75 - Raccolta e smaltimento acque meteoriche**

Pagina | 6

1. La rete di raccolta delle acque meteoriche dovrà, in generale, essere realizzata separatamente dalla rete di raccolta dei reflui.

2. Ovunque sia disponibile un ricettore della rete di scolo superficiale, dovrà essere evitata la confluenza delle acque meteoriche in fognatura mista. Sono raccomandati sistemi di recupero e riutilizzo delle acque piovane, come da scheda

requisito di prestazione ambientale 4.1 di cui all'Allegato 4 al presente RUE. In alternativa, laddove le caratteristiche dei terreni e delle falde sotterranee lo consentano e le attività previste non comportino rischi di inquinamento delle falde medesime, potranno, previo parere favorevole del Servizio Ambiente del Comune, essere previsti adeguati dispositivi per l'infiltrazione delle acque meteoriche in falda, quali trincee drenanti o pozzi disperdenti.

3. Al fine di perseguire la sicurezza idraulica complessiva del territorio, la rete di raccolta delle acque meteoriche dovrà rispondere al principio dell'invarianza idraulica. Ogni intervento che diminuisca la superficie permeabile  $S_p$ , come definita nell'Allegato 1 al presente RUE, in misura superiore a 2.000 mq, dovrà pertanto predisporre adeguati volumi d'invaso nell'ambito del dimensionamento delle condotte, ovvero mediante la realizzazione di specifici contenitori o la previsione di superfici temporaneamente allagabili (intendendo, con ciò, che la superficie allagata durante l'evento di precipitazione meteorica eccezionale si dovrà svuotare completamente in tempi compatibili con la capacità di ricezione del ricettore), salvo che tali volumi d'invaso non siano stati previsti a scala più ampia di insediamento. I progetti di tali interventi dovranno essere corredati da relazione di calcolo idraulico per il dimensionamento dei volumi d'invaso, delle diverse condotte, delle opere accessorie e di ogni ulteriore elemento idraulico: la medesima relazione dovrà dar conto dei livelli massimi previsti per il canale ricettore e per la falda sotterranea, valutandone l'andamento stagionale. Tutte le quote dello stato di fatto e di progetto del terreno e quelle idrauliche dovranno essere riferite ad uno stesso caposaldo, possibilmente coincidente con un noto riferimento del Consorzio di Bonifica.

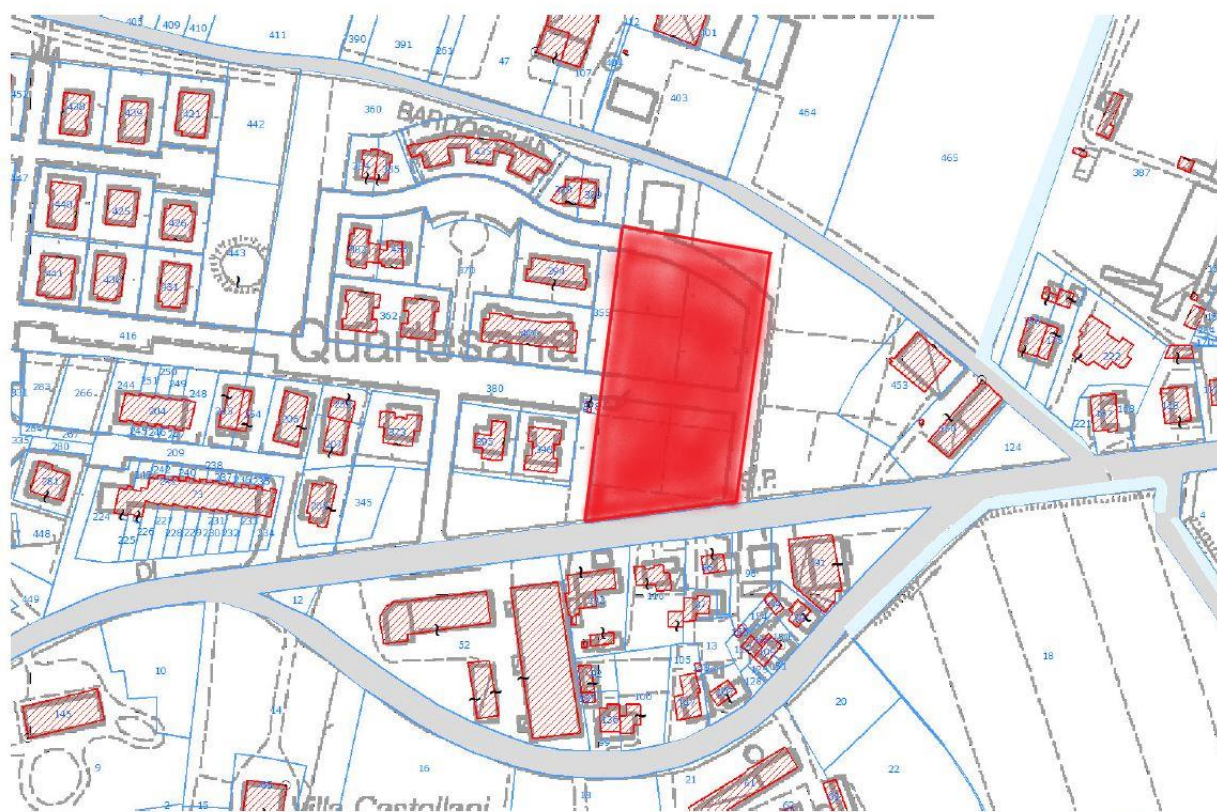
4. La disposizione planoaltimetrica della rete di raccolta delle acque meteoriche dovrà essere tale da consentire ai volumi d'invaso di riempirsi, evitando allagamenti indesiderati, e di svuotarsi completamente una volta terminata la pioggia. Dovranno essere accuratamente evitati i ristagni d'acqua.

5. Qualora i volumi d'invaso vengano ricavati mediante allagamento di superfici a cielo aperto appositamente sagomate e idraulicamente attrezzate, esse dovranno avere pendenze di fondo e di scarpata adeguate al tipo di finitura superficiale; in caso di superfici erbose, la pendenza di fondo non potrà essere inferiore al 2% e ~~dovrà essere accuratamente evitato l'impantanamento, predisponendo adeguati dispositivi di scarico di~~

fondo (quali trincee drenanti, se la quota massima di falda lo consenta). La differenza fra la quota massima di pelo libero dell'acqua invasata e la quota del piano di campagna circostante non potrà essere inferiore a ml 0,20 su tutto il perimetro dell'invaso. Qualora le superfici temporaneamente allagate siano destinate alla pubblica fruizione, l'altezza massima di progetto dell'acqua non dovrà superare 0,40 ml, la pendenza di eventuali scarpate non dovrà superare 2/3 e dovranno essere predisposti adeguati percorsi per l'accesso da parte di disabili e mezzi di manutenzione. Qualora l'altezza massima di progetto dell'acqua superi 0,40 ml, gli invasi a cielo libero dovranno essere adeguatamente recintati, al fine di impedirne l'accesso ai non addetti alla manutenzione. Dovrà in ogni caso essere garantita una manutenzione adeguata dei volumi d'invaso, al fine di evitare la creazione di habitat favorevoli alla crescita delle zanzare e di insetti nocivi in genere.

#### 4 IL PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

Il Nuovo PUA che viene qui presentato sostituisce integralmente il precedente e decaduto PUA, PG 106935 PR 2982 del 20/10/15, in forza della approvazione in Consiglio Comunale il 03/12/2018 della 5° Variante POC. Il P.U.A. che viene presentato riguarda **una parte** dell'intera area di proprietà dei Sigg.ri Andrea e Massimo Lazzari, ed è identificata al NCT del Comune di Ferrara al Foglio n. 238 mapp. 349 (parte) per una superficie territoriale S.T. di mq. 7.434.



Scala 1:2.000

Ufficio SIG  
Provincia di Ferrara



Estratto dalla scheda POC 18ANS-03 approvata in C.C. 03/12/2018

## 5 CARATTERIZZAZIONE IDRAULICA DELL'AREA INTERESSATA DAL PIANO URBANISTICO

### 5.1 PERMEABILITA' DEI SUOLI

In Figura 6 (tratta dalla Carta della permeabilità dei suoli del PDC) sono rappresentati gli elementi della rete di bonifica e le classi di permeabilità dei terreni. Come si evince, l'ambito del Piano Urbanistico in oggetto (cerchio rosso in figura) è caratterizzato da terreni a media permeabilità.

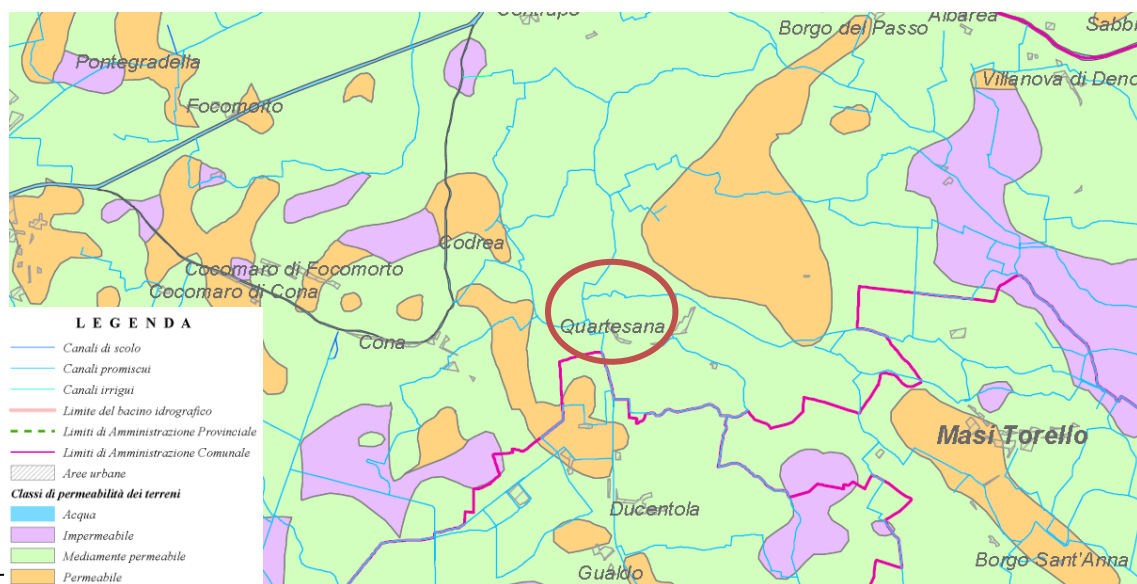


Figura 6 – Estratto della Carta della permeabilità dei suoli del PDC

La frazione di Quartesana ricade nel Bacino Burana–Volano<sup>1</sup>, sottobacino “polesine” a sud del Po di Volano (119.500 ettari), territorio di bonifica dell'ex Consorzio Il Circondario Polesine di S. Giorgio (ora Consorzio Pianura di Ferrara). Il sottobacino, delimitato dalla fascia costiera e dai corsi di Panaro, Po di Primaro, Po di Volano e Reno, comprende vaste depressioni con quote fino a 4m sotto il livello marino. In particolare, l'area di intervento afferisce al Bacino principale Comprensorio Masi Gattola Terre Alte, che interessa tutta l'area compresa tra il Po di Volano e la congiungente Codrea, Quartesana, Runco, Verginese, Medelana. Le acque sono raccolte dalla Fossa Gattola e dalla Fossa Masi, che confluiscono nel Canale Convogliatore e sboccano nel Canale Circondariale N.W.

Come evidenziato in Figura 6, che riporta uno stralcio della Carta dei bacini di scolo e ordini di afferenza, rete dei canali di bonifica e impianti idrovori del PDC, l'area di interesse ricade nel Bacino Masi Gattola.

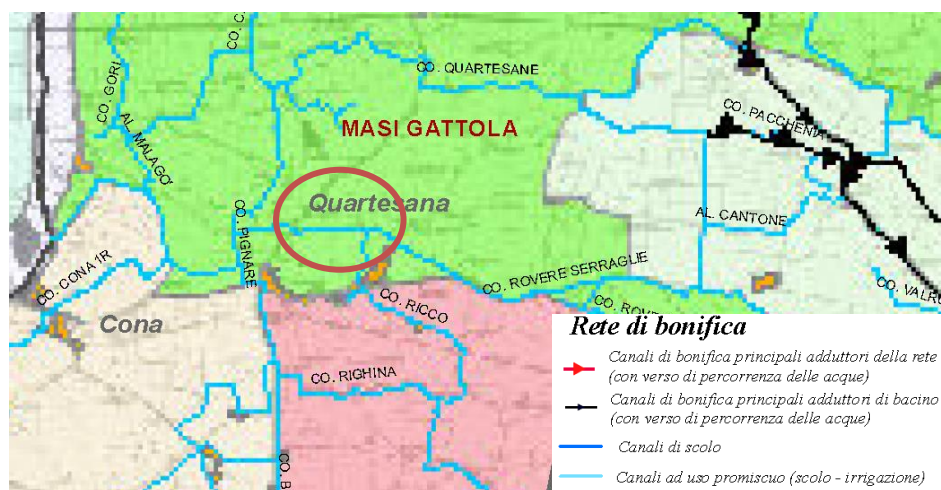


Figura 7 – Estratto della Carta dei bacini di scolo del PDC

## 5.2 CRITICITA' DI NATURA IDRAULICA INDIVIDUATE

Dall'analisi della Carta delle Aree Idraulicamente Sensibili del PDC emerge che l'area interessata dall'intervento **NON ricade tra le aree idraulicamente sensibili**.

Non si segnalano pertanto criticità di natura idraulica

<sup>1</sup> Il territorio del Bacino Burana Volano, che corrisponde convenzionalmente a un bacino idrografico in pianura, è ripartito su base altimetrica in cinque "sottobacini".

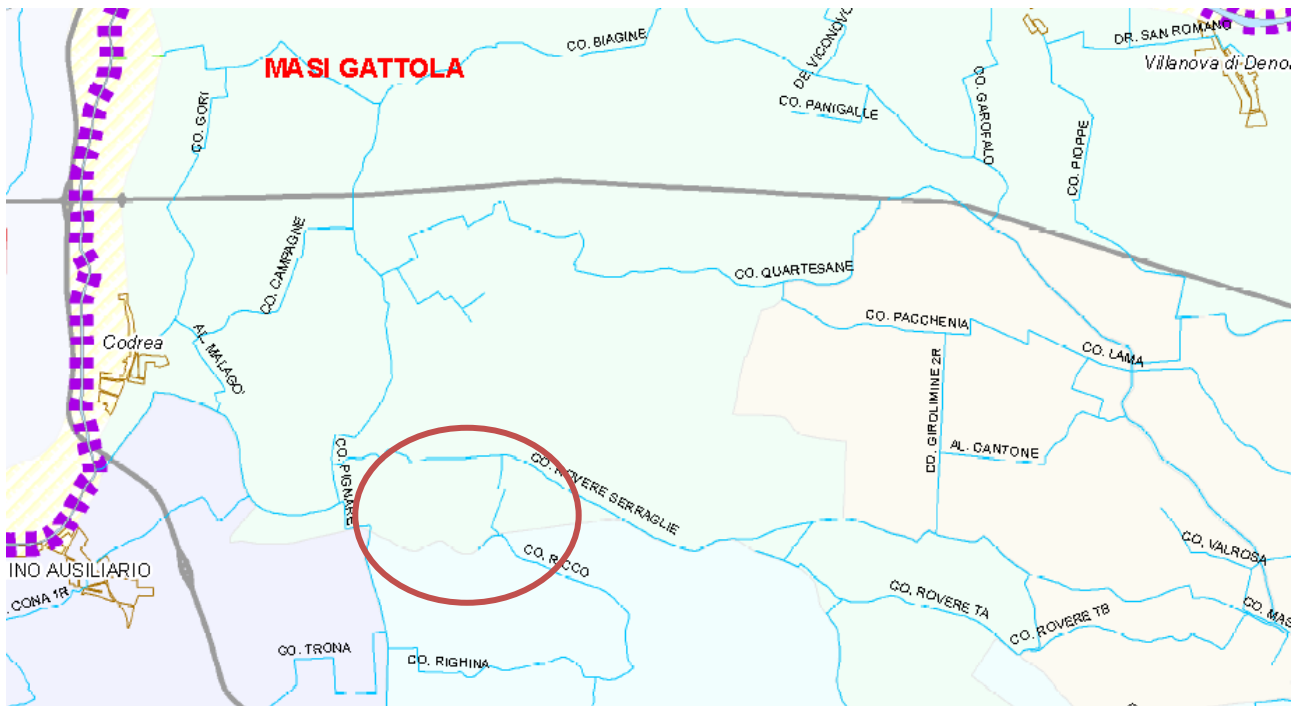


Figura 8 – Estratto della Carta del Rischio Idraulico

## 6 LE CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

La curva di possibilità pluviometrica fornisce la relazione tra l'altezza di precipitazione  $h$  e la durata dell'evento di pioggia  $t$  per un prefissato tempo di ritorno  $Tr$ , intendendo per tempo di ritorno quel periodo nel quale un determinato evento pluviometrico è mediamente uguagliato o superato.

L'espressione che definisce le curve di possibilità pluviometrica è del tipo:

$$h = a \cdot t^n$$

in cui l'altezza di precipitazione  $h$  è espressa in mm, il tempo di pioggia  $t$  in ore o minuti, mentre  $a$  ed  $n$  sono due parametri che devono essere ricavati dall'elaborazione dei dati di pioggia.

Si riportano di seguito, per  $TR=20$  anni, la tabella riassuntiva dei valori dei parametri  $a$  ed  $n$  ricavati e i relativi grafici.

| Stazione di Ferrara Urbana |        |
|----------------------------|--------|
| $a$                        | 50,025 |
| $n$                        | 0,203  |

Tabella 1 – Parametri  $a$  ed  $n$  della curva di Possibilità Climatica ricavata per  $TR$  20 anni.

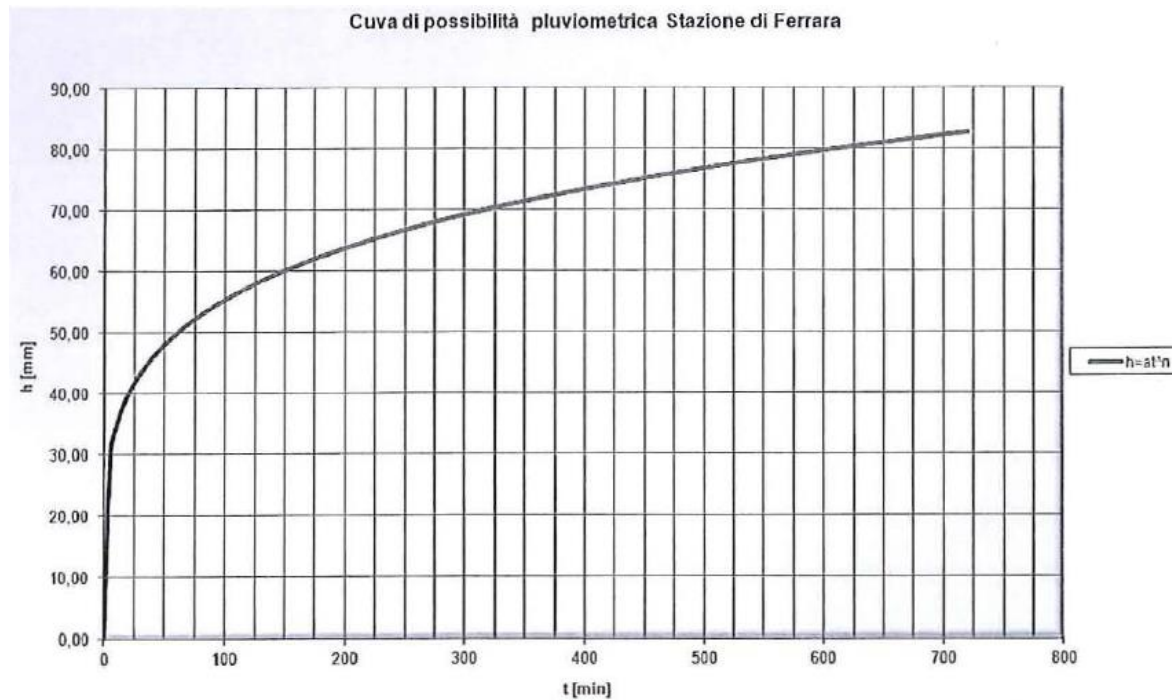


Figura 9 – Curva di possibilità pluviometrica – Stazione di Ferrara

## 7 METODOLOGIA DI CALCOLO DEI VOLUMI DI INVASO E DELLE OPERE DI LAMINAZIONE

Nel presente capitolo è illustrata la metodologia di calcolo utilizzata per il dimensionamento del volume di laminazione e delle relative opere accessorie.

### 7.1 L'INVARIANZA IDRAULICA

Ogni intervento che provoca impermeabilizzazione dei suoli e aumento delle velocità di corrivazione deve prevedere azioni correttive volte a mitigarne gli effetti, e tali azioni sono da rilevare essenzialmente nella realizzazione di volumi di invaso finalizzati alla laminazione; se la laminazione è attuata in modo da mantenere inalterati i colmi di piena (del corpo idrico ricevente) prima e dopo la trasformazione<sup>2</sup>, si parla di “invarianza idraulica” delle trasformazioni di uso del suolo (Pistocchi, 2001)<sup>3</sup>.

In altre parole, il criterio dell’invarianza idraulica prevede di dimensionare le opere idrauliche sulla base dei parametri idrologici **in modo che, per ogni durata della precipitazione (a prefissato tempo di ritorno), la curva di piena generata dal bacino, dopo le modifiche all’uso del suolo, sviluppi una portata massima dello stesso ordine di grandezza di quella ante modifica.**

<sup>2</sup> Il coefficiente udometrico (portata massima per unità di superficie drenata) rimane costante.

<sup>3</sup> A. Pistocchi, La valutazione idrologica dei piani urbanistici – un metodo semplificato per l’invarianza idraulica nei piani regolatori generali, Ingegneria Ambientale, vol. XXX, no. 7/8, luglio/agosto 2001

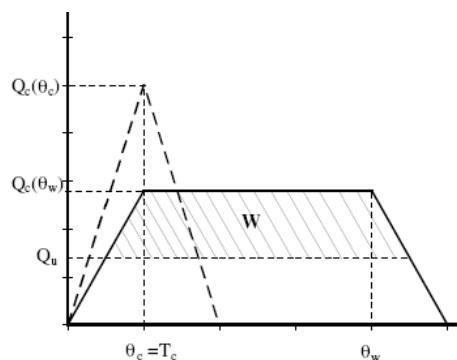
Il tempo di ritorno cui fare riferimento viene assunto pari a 20 anni.

Per garantire l'invarianza idraulica occorre prevedere volumi di stoccaggio temporaneo dei deflussi che compensino, mediante una azione di laminazione, l'incremento delle portate massime.

Ciò comporta la necessità di individuare la portata massima scaricabile e, quindi, il volume di invaso necessario a trattenere la portata in eccesso restituendola successivamente ai canali di bonifica.

Noti i parametri della curva di possibilità climatica, la superficie del bacino oggetto di trasformazione urbanistica, il tempo di corrivazione dell'area urbanizzata, il coefficiente di afflusso e, soprattutto, la massima portata scaricabile nella rete di canali consortile, è possibile stimare il Volume Massimo di Invaso utilizzando, ad esempio, il metodo cinematico (*Alfonsi e Orsi, 1979*).

La seguente figura riporta una schematizzazione del calcolo del volume di invaso ( $W$ ) secondo il metodo cinematico.



Operativamente, il calcolo si sviluppa individuando la durata dell'evento di pioggia  $\mathcal{G}_w$  che massimizza il volume di invaso  $W$  mediante la seguente formula:

$$n \cdot \varphi \cdot A \cdot a \cdot \mathcal{G}_w^{n-1} + (1-n) \cdot T_c \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\mathcal{G}_w^{-n}}{\varphi \cdot A \cdot a} - Q_u = 0$$

Dove:

$n$  = Esponente della curva di possibilità climatica

$\varphi$  = Coefficiente di deflusso dell'area urbanizzata

$A$  = Superficie oggetto di trasformazione urbanistica

$a$  = Coefficiente della curva di possibilità climatica

$T_c$  = Tempo di corrivazione dell'area urbanizzata

$Q_u$  = Portata massima scaricabile

Tale formula è risolta mediante procedura iterativa (la soluzione è cercata tramite una successione di soluzioni approssimate).

Nota la durata di pioggia  $\mathcal{G}_w$  è possibile calcolare il volume di invaso  $W$  mediante la seguente formula:

$$W = \varphi \cdot A \cdot a \cdot g_w^n + T_c \cdot Q_u^2 \cdot \frac{g_w^{1-n}}{\varphi \cdot A \cdot a} - Q_u \cdot g_w - Q_u \cdot T_c$$

## 7.2 COEFFICIENTI DI DEFLUSSO

Il **coefficiente di deflusso** è definito come il rapporto tra il volume defluito attraverso una sezione in un certo intervallo di tempo e il volume meteorico precipitato nello stesso intervallo.

I valori dei coefficienti di deflusso cui fare riferimento, relativi ad una pioggia di durata oraria, sono convenzionalmente assunti pari a (Tabella 2):

| Tipo di superficie                                            | Coefficiente di deflusso ( $\varphi$ ) |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Superfici permeabili (aree verdi...)                          | 0,2                                    |
| Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali...) | 0,9                                    |

Tabella 1 – Coefficienti di deflusso per piogge orarie

Se una superficie S è composta da aree  $S_i$  caratterizzate da diversi coefficienti di deflusso  $\varphi_i$  si calcola il coefficiente medio ponderale tramite la relazione:

$$\bar{\varphi} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot \varphi_i}{\sum_{i=1}^n S_i}$$

Come richiesto dal Consorzio di Bonifica, indipendentemente dall'effettiva utilizzazione è assunto un coefficiente udometrico allo scarico di 8 l/s/ha, valore utilizzato per la stima della portata prodotta alla situazione attuale e quindi per il successivo dimensionamento della condotta di scarico.

## 7.3 TEMPO DI CORRIVAZIONE

Il tempo di corrvazione  $t_c$  è definito come il tempo mediamente impiegato dalla particella di pioggia che cade nel punto più lontano del bacino a raggiungere la sezione di chiusura., cioè,

Il tempo di corrvazione per lo stato di progetto (urbanizzazione) è calcolato in base alla relazione:

$$t_c = T_{\text{accesso}} + T_{\text{rete}}$$

Dove  $T_{\text{accesso}}$  rappresenta il tempo di accesso in fognatura, assunto pari a 15 minuti vista l'estensione dei singoli lotti, mentre  $T_{\text{rete}}$  rappresenta il tempo di percorrenza della rete scolante stimato con la seguente formula:

$$T_{\text{rete}} = \frac{L_{\text{rete}}}{V_{\text{rete}}}$$

in cui  $L_{\text{rete}}$  è la lunghezza del percorso fino alla sezione terminale, mentre  $V_{\text{rete}}$  è la velocità all'interno della

rete fognaria.

## 8 DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI INVASO E LAMINAZIONE

### 8.1 STIMA COEFFICIENTE DI DEFLUSSO MEDIO E TEMPO DI CORRIVAZIONE

Pagina |

L'ambito di urbanizzazione comprende la nuova viabilità, i marciapiedi e i parcheggi, il verde pubblico e i lotti edificabili.

Per quanto riguarda i futuri lotti si assume che la superficie coperta non sia superiore al 40% della superficie del lotto. Si assume, inoltre, che la restante superficie sia dedicata a giardino ed eventuali accessi carrai siano realizzati mediante pavimentazioni drenanti.

In conformità a tali considerazioni per l'area occupata dall'edificio (40%) è stato adottato un coefficiente di afflusso pari a 0,9 e per il restante 60% un coefficiente di afflusso pari a 0,2 (con media pesata pari a 0,48).

E' possibile quindi ricavare il coefficiente di deflusso medio dell'ambito di intervento:

| TIPO DI SUPERFICIE                            | TIPO DI PAVIMENTAZIONE | SUPERFICIE |      | Φ     |
|-----------------------------------------------|------------------------|------------|------|-------|
|                                               |                        | m2         | %    |       |
| superficie coperta del fabbricato             | impermeabile           | 1901,4     | 25,6 | 0,9   |
| giardino e carrai con pavimentazione drenante | permeabile             | 2852,1     | 38,4 | 0,2   |
| Viabilità, marciapiedi e parcheggi            | impermeabile           | 1691       | 22,7 | 0,9   |
| area verde                                    | permeabile             | 989,5      | 13,3 | 0,2   |
| Totale superficie/coeff.medio                 |                        | 7434       | 100  | 0,538 |

Tabella 2 – Coefficiente di deflusso medio nello stato di progetto

Sulla base dello schema della rete acque bianche è stato stimato un tempo di corrivazione di 20 minuti.

### 8.2 DIMENSIONAMENTO VOLUME DI INVASO

Il calcolo del Volume è eseguito limitando la portata allo scarico a **8 l/s/ha**, utilizzando la curva di possibilità climatica valida da 1 a 12 ore.

La seguente tabella riporta i risultati del calcolo:

| STATO ATTUALE                           | UNITA' DI MISURA  | VALORE |
|-----------------------------------------|-------------------|--------|
| Coefficiente udometrico massimo ammesso | [l/s/ha]          | 8,0    |
| Superficie interessata                  | [m <sup>2</sup> ] | 7.434  |
| Portata massima scaricabile             | [l/s]             | 5,95   |
| STATO TRASFORMATO                       |                   |        |
| Tempo di corrivazione area urbanizzata  | [min]             | 20     |

|                                                      |                      |              |
|------------------------------------------------------|----------------------|--------------|
| Coefficiente di deflusso area urbanizzata            | -                    | 0,538        |
| Durata di pioggia che massimizza il volume di invaso | [h]                  | 2,23         |
| Volume massimo da invasare                           | [m <sup>3</sup> ]    | <b>187,7</b> |
| Volume di invaso specifico                           | [m <sup>3</sup> /ha] | <b>252,5</b> |

*Tabella 3 – Risultati del calcolo relativo al dimensionamento del volume di invaso.*

Il volume di invaso necessario è pari a **187,70 m<sup>3</sup>** corrispondenti ad un volume specifico di circa **252,50 m<sup>3</sup>/ha**.

#### BACINO DI LAMINAZIONE

Dal calcolo più sopra illustrato, il volume di invaso necessario a garantire la laminazione delle piene è pari a circa **188 mc**.

Considerate le caratteristiche e la conformazione dell'ambito di intervento si è deciso di ricavare il volume di invaso necessario sfruttando l'area adibita a verde pubblico e le stesse condotte della rete Acque Bianche.

Il bacino di laminazione sarà configurato come una grande area verde, fruibile e utilizzabile dai residenti nei periodi non piovosi. L'accesso sarà possibile dalla strada di lottizzazione mediante idonea scarpata con pendenza massima del 15%.

Il dimensionamento del bacino rispetta le prescrizioni di cui all'art.75 del RUE del Comune di Ferrara, ossia:

- *pendenza di fondo non inferiore al 2%;*
- *differenza fra quota massima di pelo libero dell'acqua invasata e quota del piano di campagna circostante non inferiore a ml 0,20 su tutto il perimetro dell'invaso;*
- *altezza massima dell'acqua (di progetto) non superiore 0,40 ml (per superfici destinate alla pubblica fruizione);*
- *pendenza delle scarpate non superiore a 2/3.*

L'ingresso delle acque avverrà mediante pozzetto con griglia collegato alle condotte della rete acque bianche.

La quota di sommità dei pozzetti sarà pari a +13,40 m s.l.m. mentre la quota idrica di massimo invaso sarà pari a 13,80 m s.l.m., pertanto il tirante idrico massimo sarà di 40 cm.

In ogni punto il fondo ha pendenza minima pari al 2% verso i punti di scarico, la pendenza delle scarpate è pari a 2/3.

La superficie dell'area verde che si è deciso di utilizzare (per intero) come area di laminazione è di gran lunga superiore rispetto alle necessità e con le caratteristiche di pendenza e di altezza massima dell'acqua invasabile, ne deriva un volume teorico di capacità di invaso superiore a quanto previsto da calcolo; infatti la superficie del bacino utilizzabile è di circa 860 mq. che portano ad un volume invasabile (con altezza massima non superiore a cm. 40), pari a circa mc. 344, con un fattore di sagoma che, per ottenere un valore di

sicurezza, si assume del 75%= mc. 258

Si assume quindi un valore di sicurezza per il volume invasabile nel bacino pari a 258 m<sup>3</sup>, al quale è necessario sommare il volume invasabile dalle condotte della rete acque bianche (pari a circa 20 m<sup>3</sup>), per complessivi 278 m<sup>3</sup>.

Le condotte della rete Acque Bianche, essendo posizionate a quota inferiore rispetto a quella del bacino di laminazione, durante gli eventi meteorici funzioneranno sempre in pressione.

#### VERIFICA INVARIANZA IDRAULICA (Del. 61 del Consorzio di Bonifica di Ferrara)

Si procede ora ad una ulteriore verifica dell'invarianza idraulica con le modalità previste alla Del. 61 del Consorzio di Bonifica di Ferrara:

*[A] Calcolo del Volume di laminazione con 500 mc/Ha di superficie impermeabilizzata:*

Superfici impermeabili:

- |                                                  |                     |
|--------------------------------------------------|---------------------|
| 1. strade                                        | mq. 890             |
| 2. parcheggi                                     | mq. 300             |
| 3. marciapiedi e area RSU: mq. 464+37,50 =       | mq. 501,50          |
| 4. <u>max sup. coperta fabbricati = 40% SF =</u> | <u>mq. 1.901,20</u> |

Totale Superficie impermeabilizzata = mq. 3.597,70

Calcolo Volume Laminazione = 500 mc./Ha = 500 x 0,3598 = **mc. 179,90**

*[B] Calcolo del Volume di laminazione con 350 mc/Ha di superficie urbanizzata*

Superficie urbanizzata = ST – area verde di laminazione = mq. 6.441

Calcolo Volume Laminazione = 350 mc./Ha = 350 x 0,644 = **mc. 225,40**

I DUE METODI DI CALCOLO PORTANO A DEFINIRE COME VALORE PRUDENZIALE IL PIU' ALTO = **mc. 225,40**

**Volume massimo invasabile (comprese le condotte) = mc. 278 > mc. 225,40**

### 8.3 DIMENSIONAMENTO CONDOTTA DI SCARICO

Lo scarico dell'acqua contenuta nel bacino di invaso avverrà per mezzo di una condotta dimensionata in modo da limitare la portata massima al valore di 8 l/s/ha.

Per quanto riguarda il dimensionamento del diametro, fissata la portata massima scaricabile e nota la scabrezza della condotta è possibile ricavare (con procedura iterativa) il diametro che consente di mantenere le perdite di carico equivalenti alla differenza di quota tra massimo invaso e scolo ricettore.

Le perdite di carico totali possono essere ricavate mediante la seguente relazione:

$$\Delta H = J \cdot L + \sum \xi \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

Dove:

J = Cadente relativa alle perdite di carico distribuite

$L$  = Lunghezza della condotta

$\xi$  = coefficiente relativo alle perdite di carico concentrate

$V$  = Velocità dell'acqua

$g$  = Accelerazione di gravità

La cadente relativa alle perdite di carico distribuite può essere stimata mediante la formula di Hazen-Williams:

$$J = \frac{10.675 \cdot Q^{1.852}}{C^{1.852} \cdot D^{4.8704}}$$

dove:

$Q$  = Portata [m<sup>3</sup>/s]

$C$  = coefficiente di scabrezza (assume il valore 150 per tubi PE, PVC e PRFV)

$D$  = diametro interno della condotta [m]

Nel caso in esame le perdite di carico localizzate sono date da imbocco e sbocco, in entrambi i casi si assume  $\xi = 1$

Il diametro della condotta di scarico è determinato in modo che, con il tirante idrico di massimo invaso, la portata defluita non sia superiore a quella consentita di 5,97 l/s (corrispondenti a 8 l/s/ha). La massima perdita di carico tra monte e valle della condotta è stata assunta pari a 0,65 metri.

I dati utilizzati per il dimensionamento della condotta sono riportati in Tabella 5.

|                                         | Valore | U.M.     |
|-----------------------------------------|--------|----------|
| Quota massima idrica nell'invaso        | 13,8   | m s.l.m. |
| Quota fondo condotta fognaria esistente | 12,67  | m s.l.m. |
| Diametro interno condotta esistente     | 0,6    | m        |
| Grado di riempimento presunto           | 80     | %        |
| Dislivello Geodetico calcolato          | 0,65   | m        |

*Tabella 5 – Dati iniziali per il dimensionamento della condotta*

Il diametro interno che garantisce una perdita di carico totale (comprensiva di perdite di imbocco e sbocco) di 0,65m con una portata di 5,95 l/s è pari a 4,7 cm. **La condotta di scarico in PVC potrà essere pertanto realizzata con diametro commerciale immediatamente superiore: DN 75 mm o DN90.**

|                                                  | Valore   | U.M.              |
|--------------------------------------------------|----------|-------------------|
| Portata massima scaricabile                      | 0,011484 | m <sup>3</sup> /s |
| Scabrezza della condotta in PVC (hazen-williams) | 120      |                   |
| Lunghezza della condotta in PVC                  | 2        | m                 |
| Diametro                                         | 0,0798   | m                 |
| Velocità                                         | 2,30     | m/s               |
| Perdita di carico complessiva tra monte e valle  | 0,65     | m                 |

Tabella 6 – Dimensionamento della condotta di scarico

## 9 SCHEMA DELLA RETE ACQUE BIANCHE

Lo schema planimetrico della rete acque bianche è illustrata nella tavola 06 - Fognature

### 9.1 CARATTERISTICHE DELLE CADITOIE

La caditoia è elemento del sistema di drenaggio necessario ad intercettare le acque meteoriche che scorrono in superficie o nella cunetta e a convogliarle nella rete fognaria pluviale.

Fissato uno specifico set di dimensioni, l'efficienza di un particolare tipo di caditoia dipende da numerosi fattori, fra i quali:

- altezza e velocità di moto;
- pendenza trasversale della piattaforma stradale;
- coeff. di Manning per la cunetta,
- ubicazione della caditoia, in avvallamento o su tratto in pendenza (le caditoie poste negli avvallamenti devono essere dimensionate per intercettare tutta la portata in arrivo, quelle su tratto in pendenza possono essere dimensionate per intercettare anche solo una parte della portata).

Le caditoie saranno dotate di griglie asolate rialzabili in ghisa sferoidale, classe di appartenenza non inferiore a C250, secondo la Norma EN 124 e telaio di dimensioni interne almeno 400 x 400 mm.

Il pozzetto della caditoia sarà del tipo con sifone incorporato, privo di vaschetta di raccolta; l'immissione dell'acqua raccolta dalla caditoia nella dorsale portante sarà realizzata con fognoli di diametro non inferiore a 160 mm, posti in esercizio con pendenza almeno pari allo 0,1% (uno per mille), che si innesteranno direttamente ai pozzetti, mantenendo in tal modo l'integrità della dorsale stessa e le relative caratteristiche di tenuta idraulica.

### 9.2 CARATTERISTICHE DELLE CONDOTTE

Le condotte saranno in PVC SN 4.

La scelta del PVC è derivata dal minor costo rispetto alle condotte in cemento ed alla maggiore velocità di posa.

## 10 DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLE CONDOTTE

Pagina |

Per il calcolo delle portate massime in ingresso alle condotte è stato utilizzato il metodo cinematico, mentre per la verifica della sezione del tubo è stata utilizzata la formula di **Chezy con coefficiente scabrezza di Gauckler-Strickler**.

A ciascuna caditoia è stata assegnata una determinata area contribuyente, che a sua volta è stata suddivisa in funzione della copertura del suolo (lotto, strada/parcheggio, area verde)

Per il progetto e la verifica delle condotte sono state utilizzate le seguenti notazioni:

**Tratto:** porzione della condotta esaminata;

**A. LOTTI [m²]:** area drenata compresa tra due sezioni destinata a lotti edificabili;

**Aree IMPERMEABILI [m²]:** area drenata compresa tra due sezioni destinata a strade, marciapiedi e parcheggi;

**A. VERDE [m²]:** area drenata compresa tra due sezioni destinata a verde pubblico;

**Area totale [m²]:** area complessiva drenata fino alla sezione in esame;

**L TRATTO [m]:** lunghezza del tratto di condotta in esame;

**Sf [%]:** pendenza longitudinale della condotta;

**L MAX [m]:** Lunghezza massima del percorso a monte

**φ medio [-]:** coefficiente di deflusso medio dell'area drenata fino alla sezione in esame;

**T.A. [sec]:** tempo di accesso in rete assunto pari a 600 secondi

**D interno [m]:** diametro interno della condotta

**A sez. Piena [m²]:** area della condotta

**V sez. Piena [m2]:** velocità a sezione piena definita dall'espressione:

$$V_p = k_s * \left( \frac{D^2}{4} \right)^{2/3} * i^{1/2} \quad \text{con } k_s [m^{1/3}/s]: \text{ scabrezza della condotta in PVC pari a } 120$$

$$Q \text{ sez. Piena } [m^2]: \text{ area della condotta definita dall'espressione: } Q_p = V_p * \left( \frac{\pi * D^2}{4} \right)$$

**TR [secondi]:** tempo di transito in rete: tempo necessario all'acqua per arrivare alla sezione di calcolo:

$$Tr = \left( \frac{L}{V_p} \right) * \frac{1}{60}$$

**TC [secondi]:** tempo di corrivazione: tempo che impiega la goccia più lontana per arrivare alla sezione di sbocco:

$$T_{cr} = T_a + \left( \frac{T_r}{1.5} \right)$$

***h [mm]***: altezza di pioggia per durata evento pari al tempo di corrivazione TC

***I [mm/h]***: Intensità di pioggia definita dall'equazione:  $i(T_c) = a * T_c^{(n-1)}$

***Qmax [l/s]***: portata massima transitante nel tratto di condotta e definita dall'espressione:

$$Q_c = i(T_c) * \varphi * Stot$$

***U [l/s/ha]***: coefficiente udometrico relativo all'area drenata fino alla sezione in esame

***Tirante [m]***: tirante idrico calcolato sulla base della Qmax

***Area Bagnata [m²]***: area della sezione bagnata

***Vreale [m/s]***: velocità calcolata sulla base della Qmax

***% RIEMPIM [%]***: Percentuale di riempimento della condotta

I risultati del dimensionamento delle condotte sono riportati nella tabella allegata.

Le quote di posa, i diametri e le pendenze sono riportati anche nei profili longitudinali.

## FOGNATURA ACQUE NERE DIMENSIONAMENTO

### 1 PREMESSA

La presente relazione riporta il dimensionamento della rete acque nere relativa alla nuova lottizzazione di proprietà “Lazzari” situata in Via Comacchio nella frazione di Quartesana.

Il dimensionamento è stato effettuato sulla base delle *linee guida di progettazione e verifica delle reti di drenaggio delle acque reflue a servizio di aree di nuova lottizzazione* messe a disposizione da HERA.

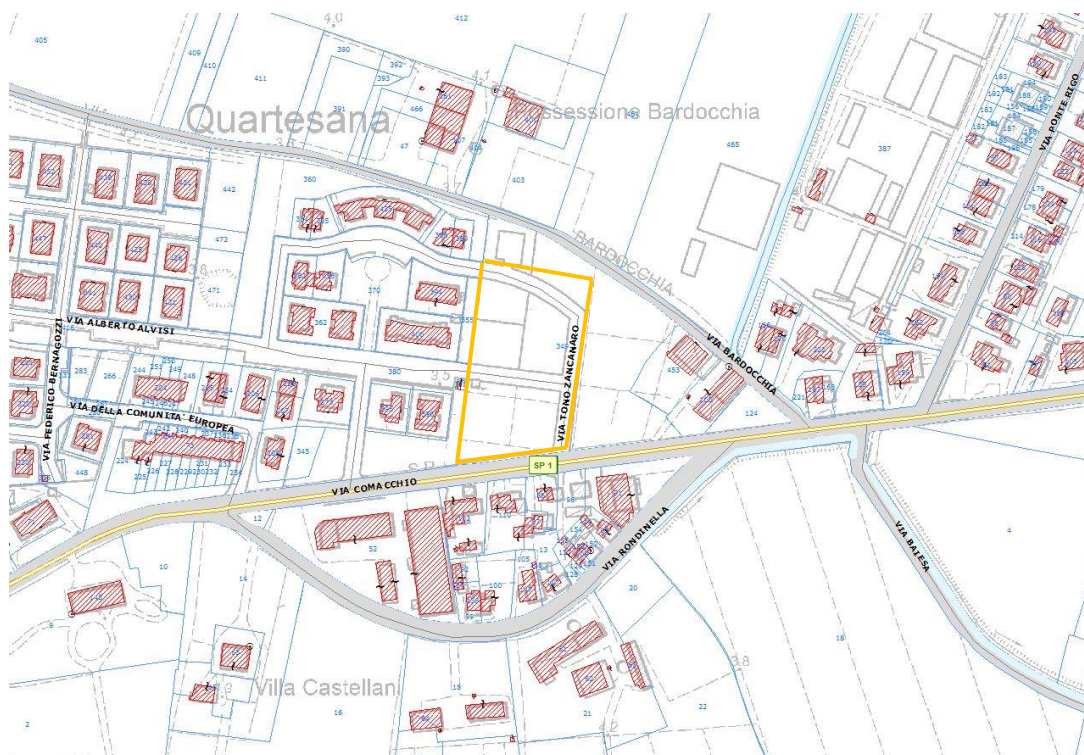


Figura 2- Quartesana: Carta Unica Provinciale - planimetria catastale

### 2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento prevede la realizzazione di una nuova rete fognaria per la raccolta delle acque nere a servizio della lottizzazione di proprietà Lazzari.

La rete acque nere di progetto sarà allacciata alla fognatura esistente, a valle del pozzetto scolmatore.

#### 2.1 PERCORSO PLANIMETRICO

Il percorso planimetrico della rete prevede due tronchi che confluiscono in un'unica condotta prima di raccordarsi con la tubazione acque nere esistente (DN 200 mm). Ognuno dei 6 lotti è dotato di un pozzetto di allaccio.

Per maggiori dettagli si rimanda alla planimetria di progetto.

## 2.2 PERCORSO ALTIMETRICO

Considerata la quota della condotta acque nere esistente, alla quale la nuova lottizzazione si dovrà raccordare, le condotte saranno posizionate con pendenza costante pari al 2‰, a una quota tale da sottopassare le condotte acque bianche.

Il deflusso avverrà a gravità.

La quota di scorrimento della condotta acque nere esistente è pari a 12,25 m s.l.m.

Per maggiori dettagli si rimanda alla tavola relativa ai profili longitudinali.

## 3 DIMENSIONAMENTO DELLA RETE FOGNARIA

Il dimensionamento delle condotte della rete fognaria acque nere è stato effettuato secondo le linee guida di HERA.

Pur essendo ammessi anche usi diversi dalla residenza, si è ipotizzato che si tratti esclusivamente di utenze domestiche.

### 3.1 STIMA DELLA PORTATA

La portata nera massima transitante in una condotta fognaria può essere calcolata ai sensi della norma UNI EN 12056-2, utilizzando la seguente formula:

$$Q_{NERA} = K \cdot \sqrt{\sum DU} \quad \left[ \frac{l}{s} \right] \quad (1)$$

Dove  $K$  rappresenta il coefficiente di frequenza (assunto pari a 0,5 per abitazioni e uffici), mentre  $DU$  indica il numero di Unità di Scarico (per un appartamento vale circa 8,5).

| Destinazione d'uso dei locali | Coefficiente K |
|-------------------------------|----------------|
| Abitazioni e uffici           | 0.5            |
| Ospedali, scuole, ristoranti  | 0.7            |
| Bagni e/o docce pubbliche     | 1.0            |

Tabella 4 - Valore dei coefficienti di frequenza  $K$  in base alla diversa destinazione d'uso

| Tipologia di utenza | $\Sigma DU$ |
|---------------------|-------------|
| Appartamento        | 8.5         |
| Casa singola        | 10          |

Tabella 5 - parametri per la stima delle  $DU$  derivanti da utenze civili

Nel caso in esame gli standard urbanistici prevedono un massimo di 12 alloggi.

Dalla formula (1) pertanto si ricava la portata nera massima relativa all'intera area di intervento:

$$Q_{NERA} = 0.5 \cdot \sqrt{(12 \cdot 8.5)} = 5,5 \, l/s$$

### 3.2 DIMENSIONAMENTO DELLE CONDOTTE

Al fine di garantire la maggior velocità possibile ed evitare depositi si è deciso di utilizzare condotte in PVC, materiale molto liscio che garantisce maggiore velocità del fluido.

Il dimensionamento delle condotte è stato eseguito nell'ipotesi di moto uniforme, utilizzando la formulazione di Manning valida per condotte a pelo libero: Pagina |

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i_f^{\frac{1}{2}}$$

(4)

Dove  $n$  rappresenta il "coefficiente di manning",  $A$  l'area della sezione bagnata,  $R$  il raggio idraulico della sezione bagnata,  $i_f$  la pendenza del fondo.

Il coefficiente di Manning è stato assunto pari a  $0.01 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  valore valido per condotte internamente lisce come ad esempio il PVC. Utilizzando una condotta in PVC SN4  $\phi$  200 avente diametro interno di 190,2 mm si ricavano, nell'ipotesi di condizioni di moto uniforme e pendenza del 2 ‰, i valori - riportati nella seguente tabella - di tirante idrico, area bagnata, perimetro bagnato, raggio idraulico, velocità e portata del fluido (calcolate con la formulazione di Manning ipotizzando  $n = 0.01 \text{ m}^{1/3}\text{s}$ ), al variare del grado di riempimento della condotta.

| GRADO RIEMPIMENTO | TIRANTE        | AREA              | PERIMETRO BAGNATO | RAGGIO IDRAULICO | VELOCITA'     | PORTATA     |
|-------------------|----------------|-------------------|-------------------|------------------|---------------|-------------|
| [%]               | [m]            | [m <sup>2</sup> ] | [m]               | [m]              | [m/s]         | [l/s]       |
| 5                 | 0,00951        | 0,0005            | 0,0858            | 0,0062           | 0,1508        | 0,08        |
| 10                | 0,01902        | 0,0015            | 0,1224            | 0,0121           | 0,2355        | 0,35        |
| 15                | 0,02853        | 0,0027            | 0,1513            | 0,0177           | 0,3033        | 0,81        |
| 20                | 0,03804        | 0,0040            | 0,1764            | 0,0229           | 0,3610        | 1,46        |
| 25                | 0,04755        | 0,0056            | 0,1992            | 0,0279           | 0,4113        | 2,28        |
| 30                | 0,05706        | 0,0072            | 0,2205            | 0,0325           | 0,4556        | 3,27        |
| 35                | 0,06657        | 0,0089            | 0,2408            | 0,0368           | 0,4948        | 4,39        |
| <b>40</b>         | <b>0,07608</b> | <b>0,0106</b>     | <b>0,2605</b>     | <b>0,0407</b>    | <b>0,5295</b> | <b>5,62</b> |
| 45                | 0,08559        | 0,0124            | 0,2797            | 0,0443           | 0,5602        | 6,95        |
| 50                | 0,0951         | 0,0142            | 0,2988            | 0,0476           | 0,5870        | 8,34        |
| 55                | 0,10461        | 0,0160            | 0,3178            | 0,0504           | 0,6100        | 9,77        |
| 60                | 0,11412        | 0,0178            | 0,3371            | 0,0528           | 0,6295        | 11,20       |
| 65                | 0,12363        | 0,0196            | 0,3567            | 0,0548           | 0,6453        | 12,61       |
| 70                | 0,13314        | 0,0212            | 0,3770            | 0,0563           | 0,6573        | 13,96       |
| 75                | 0,14265        | 0,0229            | 0,3984            | 0,0574           | 0,6653        | 15,21       |
| 80                | 0,15216        | 0,0244            | 0,4212            | 0,0579           | 0,6690        | 16,30       |
| 85                | 0,16167        | 0,0257            | 0,4462            | 0,0577           | 0,6676        | 17,18       |
| 90                | 0,17118        | 0,0269            | 0,4751            | 0,0567           | 0,6599        | 17,77       |

|     |         |        |        |        |        |       |
|-----|---------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 95  | 0,18069 | 0,0279 | 0,5117 | 0,0545 | 0,6427 | 17,92 |
| 100 | 0,1902  | 0,0284 | 0,5975 | 0,0476 | 0,5870 | 16,68 |

*Tabella 6 – Determinazione della portata al variare del grado di riempimento della condotta*

In condizioni di portata massima il grado di riempimento è pari al 50,6 % e la velocità pari a 0,59 m/s.

Poiché la velocità è maggiore del valore minimo accettabile di 0,4 m/s e il grado di riempimento della condotta risulta inferiore al 70%, la verifica idraulica si considera soddisfatta.

Appare superfluo eseguire il calcolo per ciascun tratto in quanto il diametro della condotta non potrà essere inferiore a 200 mm al fine di evitare intasamenti.

### **3.3 CARATTERISTICHE DEI POZZETTI DI ALLACCIO E DI ISPEZIONE**

Gli allacci alle utenze saranno realizzati mediante pozzetti di dimensioni interne 60x60 cm posizionati internamente ai lotti, all'interno dei quali è presente un sifone in PVC  $\phi$  160. Le condotte di allaccio tra il pozzetto sifonato e il monolite principale di ispezione della rete acque nere saranno in PVC SN 4  $\phi$  160.

I pozzetti di ispezione della rete acque nere saranno del tipo "a monolite" di sezione circolare e con diametro interno di 1 m, avranno inoltre il fondo sagomato e saranno internamente resinati.

I monoliti dovranno essere adatti a sopportare un carico stradale di 1° categoria, muniti di chiusino di sezione circolare  $\phi$  600 in ghisa a norma UNI EN 124 classe D 400 montato su telaio quadrato fissato con malta cementizia o calcestruzzo.

Tutte le condotte saranno posate su uno strato di sabbia di 10 cm e ricoperte sempre con sabbia per almeno 15 cm, l'innesto con il monolite di ispezione avverrà nel foro predisposto munito di apposita guarnizione.