

# COMUNE DI CASTENASO

## PROVINCIA DI BOLOGNA





### COMPARTO VILLANOVA ANS C2.4

PROPRIETA'
<b>• ABITARE VILLANOVA S.R.L.</b>  
<b>• CASTENASO IMMOBILIARE S.R.L.</b>  
<b>• DIPIERRI R.E. S.R.L.</b>  

PROGETTO	VERIFICA IDRAULICA
<b>RELAZIONE TECNICA - Elaborato corretto a seguito della richiesta di integrazioni emerse nell'ambito della CDS del 23/10/2017</b>	



A	1	a
B	2	b
C	3	c
D	4	d
E	5	e
F	6	f
G	7	g
H	8	h
I	9	i
L	10	l
M	11	m
N	12	n
O	13	o
P	14	p
Q	15	q
R	16	r
S	17	s
T	18	t
U	19	u
V	20	v
Z	21	z

TECNICI		
	<b>STUDIO GBA</b> Arch. Gianluca Brini Arch. Luca Pedrazzi	
	<b>STUDIO GIOVANNINI</b> Ing. Gian Franco Giovannini Ing. Roberto Tranquilli	
	<b>STUDIO TEAM WORK S.C.A.R.L.</b> Arch. Ing. Nicola Zanni	
	<b>Galileo Ingegneria S.r.l.</b> Ing. Francesco Faraone Ing. Alessandra Senesi	

---

# COMUNE DI CASTENASO

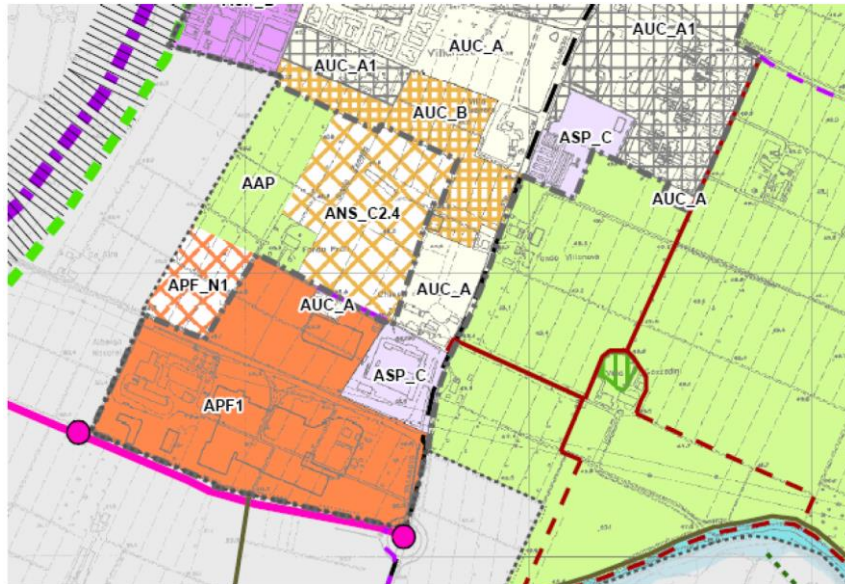
## LOCALITÀ VILLANOVA

---

**Opera:**

---

### **PIANO PARTICOLAREGGIATO DI INIZIATIVA PRIVATA AMBITO ANS\_C2.4**



---

**Oggetto:**

### **RELAZIONE DI VERIFICA IDRAULICA** **Elaborato corretto a seguito della richiesta di** **integrazioni emerse nell'ambito della CDS del** **23/10/2017**

---

**Tecnico Incaricato:**

**Committente:**



**Ing. Francesco Faraone**  
(Ordine degli Ingegneri della  
Provincia di Bologna n. 7935/A)

**Ing. Alessandra Senesi**

**Abitare Villanova S.r.L.**

**Castenaso immobiliare S.r.L.**

**DIPIERRI R.E. S.r.L.**

---


**Sasso Marconi 30/10/2017**

---

**Galileo Ingegneria s.r.l.**


via Cartiera, 120 – 40037 SASSO MARCONI (BO)  
Telefono 051 6781325 Fax 051 0544670 - e-mail: info@galileo-ingegneria.it  
Web: www.galileo-ingegneria.it  
Partita IVA e C.F. 02171351204



	Committente: <i>IMPRESA DIPIERRI - STUDIO INGEGNERIA ARCHITETTURA URBANISTICA - ing. Gian Franco Giovannini</i>	Data: 2017/10/30	Rev.03
	Commessa: Documento: <i>RELAZIONE DI VERIFICA IDRAULICA</i>	File: 2017_10_30_relazione di verifica idraulica_Rev03	

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO .....	3
3	BREVE DESCRIZIONE DEL PIANO PARTICOLAREGGIATO.....	4
4	NORMATIVA URBANISTICA VIGENTE .....	7
4.1	PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO .....	7
4.2	PIANO STRALCIO NAVILE-SAVENA ABBANDONATO .....	9
4.3	PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE .....	10
4.4	PIANO STRUTTURALE COMUNALE .....	11
4.5	DELIBERA COMUNALE N. 2/3 DEL 28 MAGGIO 2004 .....	12
4.6	ANALISI DI QUANTO PREVISTO DAGLI STRUMENTI URBANISTICI VIGENTI .....	13
5.	METODOLOGIA DI ANALISI PROPOSTA PER LA VALUTAZIONE DEGLI APPORTI D'ACQUA ..	13
5.1	CALCOLO PORTATA DELLE ACQUE DI DILAVAMENTO PROVENIENTI DAL NUOVO COMPARTO.....	13
5.2	CAPACITÀ DEL SISTEMA FOGNARIO ESISTENTE .....	14
5.3	CONTROLLO DEI VOLUMI D'ACQUA DELL'INVASO DI LAMINAZIONE .....	16
6	DESCRIZIONE DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI.....	16

	Committente: <i>IMPRESA DIPIERRI - STUDIO INGEGNERIA ARCHITETTURA URBANISTICA - ing. Gian Franco Giovannini</i> Commessa:	Data: 2017/10/30	Rev.03
	Documento: <i>RELAZIONE DI VERIFICA IDRAULICA</i>	File: 2017_10_30_relazione di verifica idraulica_Rev03	

## 1 PREMESSA

La presente relazione idraulica riporta indicazioni circa i chiarimenti richiesti nell'ambito della CDS del 23/10/2017. Tali chiarimenti sono rintracciabili alle pagine 6, 7, 24, evidenziati in ***corsivo grassetto*** e riferiti alla riclassificazione dello Scolo Zenetta a Pubblica Fognatura di tipo misto.

A seguito di tali considerazioni e di ulteriori approfondimenti in merito alla capacità del sistema fognario per lo smaltimento delle acque bianche di smaltire le acque di pioggia recapitandole direttamente nel Torrente Savena è stato inoltre eliminato il riferimento ad un ipotetico troppopieno delle vasche di laminazione recapitante all'interno dello Scolo Zenetta.

La presente relazione costituisce una verifica preliminare della capacità del sistema di raccolta delle acque meteoriche esistente, ad accogliere le acque di dilavamento provenienti dalle nuove urbanizzazioni, nell'ambito dell'attuazione del Piano Urbanistico Attuativo di iniziativa privata denominato ANS\_C 2.4 ed ubicato sul territorio comunale di Castenaso (BO) in località Villanova.

L'elaborato è stato strutturato prevedendo:

- un inquadramento geografico e normativo dell'area in oggetto in relazione allo stato di fatto dei luoghi ed alle opere di progetto previste;
- una analisi preliminare dei nuovi apporti d'acqua al sistema fognario di acque meteoriche esistente, al fine di valutarne l'efficienza per garantirne lo smaltimento diretto in acque superficiali;
- l'individuazione degli interventi necessari volti a superare le problematiche riscontrate nella fase di analisi.


Si rimanda ai paragrafi successivi per un approfondimento della metodologia di analisi utilizzata e delle soluzioni tecniche e tecnologiche individuate per la regimazione ed il controllo delle acque di dilavamento.

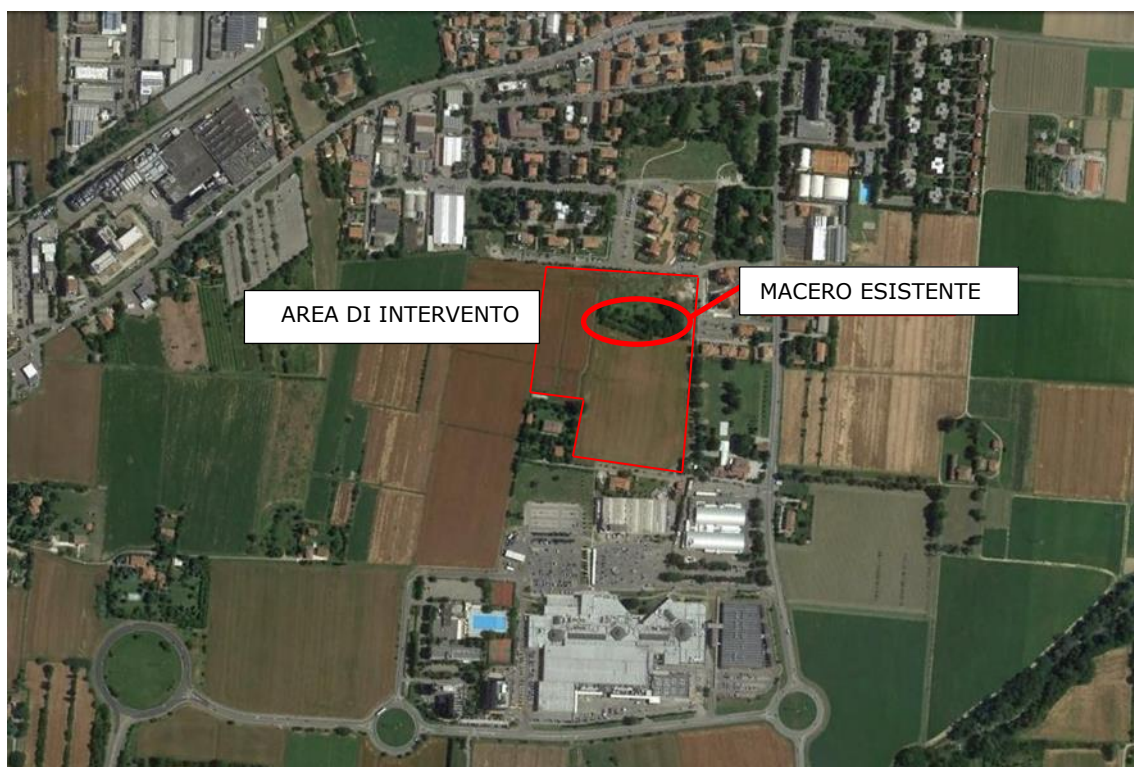
## 2 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

Il comparto territoriale oggetto di studio risulta attualmente libero da costruzioni ed utilizzato a fini agricoli.

L'area di intervento è dotata di ottima accessibilità al sistema della viabilità principale attraverso via Elsa Morante a nord e via Baden Powell a sud, entrambe in comunicazione con Via di Villanova e collegate fra loro, lungo il perimetro est del comparto, da via Gheorghe Sand, risulta inoltre in prossimità della fermata SFM ubicata a circa 1 km a nord dal comparto.

L'ambito, evidenziato in figura 1 dal contorno rosso, è da considerarsi come elemento di completamento della fascia urbanizzata della frazione di Villanova di Castenaso risultando intercluso fra l'abitato di Villanova, posto a nord-nord-est, ed il polo funzionale, denominato Centro Nova, situato a sud.

	Committente: IMPRESA DIPIERRI - STUDIO INGEGNERIA ARCHITETTURA URBANISTICA - ing. Gian Franco Giovannini Commessa:	Data: 2017/10/30	Rev.03
	Documento: RELAZIONE DI VERIFICA IDRAULICA	File: 2017_10_30_relazione di verifica idraulica_Rev03	



**Figura 1 – Immagine aerea della zona oggetto dell'intervento**

All'interno del comparto, non sono presenti emergenze paesaggistiche rilevanti se non la presenza di un macero nel quadrante di nord est (si veda Figura 1).

Si evidenzia inoltre la presenza di un fossato di raccolta delle acque denominato scolo Zenetta che attraversa l'area a cielo aperto, in direzione Sud-Nord, per poi risultare tombato a nord dell'area di intervento ed utilizzato come recapito al depuratore per le acque nere. **Tale scolo risulta riclassificato a pubblica fognatura mista come da Convenzione sottoscritta tra Consorzio Bonifica Renana, Atersir e Regione Emilia Romagna in data 12/01/2011 - P.G. nr.0000167.**

Risulta inoltre presente un fosso di campagna, collegato al macero che scorre parallelamente a via Elsa Morante


Il comparto risulta infine facilmente allacciabile:

- alla rete dei sotto servizi esistenti realizzati a seguito delle recenti edificazioni,
- al depuratore, attraverso lo scolo Zenetta **riclassificato come pubblica fognatura riclassificato a pubblica fognatura**
- al sistema di smaltimento dei reflui meteorici costituito da una tubazione interrata avente un diametro pari a 120 cm direttamente collegata al torrente Savena. A tale tubazione confluiscono le acque meteoriche del nucleo abitato esistente, dell'area di pertinenza della Chiesa di Villanova e di una parte del Centro Nova (si veda quanto meglio approfondito al paragrafo 6).

### **3 BREVE DESCRIZIONE DEL PIANO PARTICOLAREGGIATO**

La Superficie territoriale totale di progetto pari a 68.426,00 m<sup>2</sup>, è frutto di una verifica tecnica volta a correggere un errore nella perimetrazione dell'ambito che comprendeva anche aree già inserite nel comparto vicino ex C1.1a. (via Elsa Morante).



	Committente: <i>IMPRESA DIPIERRI - STUDIO INGEGNERIA ARCHITETTURA URBANISTICA - ing. Gian Franco Giovannini</i> Commessa:	Data: 2017/10/30	Rev.03
	Documento: <i>RELAZIONE DI VERIFICA IDRAULICA</i>	File: 2017_10_30_relazione di verifica idraulica_Rev03	

L'urbanizzazione prevede la realizzazione di una serie di unità abitative pensate come singole villette mono o bifamiliari unitamente e complessi abitativi più densi costituiti da condomini predisposti su più piani.

Sarà inoltre prevista la realizzazione di una viabilità interna che consentirà l'accesso ai singoli edifici ed aprirà collegamenti diretti con il sistema della viabilità esistente.

Per quanto riguarda l'impermeabilizzazione dei terreni l'intervento garantisce il reperimento degli standard e delle dotazioni richieste dalla normativa vigente, offrendo quantità superiori ai suddetti minimi e come di seguito calcolate:

**DOTAZIONI TERRITORIALI OFFERTE DAL PUA 17.599,75 mq, distinte in:**

- parcheggi pubblici 2.889,44 mq
- verde pubblico 14.710,31 mq

Il PUA offre altre cessioni: strade, aiuole, percorsi, area di laminazione, verde di dotazione ecologica. Individua inoltre due brevi strade private a fondo cieco che non saranno cedute.

È altresì verificato il numero dei parcheggi pubblici per cicli e moto in ragione di almeno 1 ogni 3 posti auto.

Inoltre, ai sensi del vigente PSC, l'indice di permeabilità territoriale deve essere pari ad almeno il 25% della Superficie territoriale St. La superficie permeabile è da reperire indifferentemente tra le Aree da cedere per verde pubblico (V1) e le Aree private permeabili. È esclusa la superficie del macero in quanto tale, mentre sono incluse le aree ad esso esterne e limitrofe facenti parte del sistema di laminazione delle acque di comparto.

La superficie permeabile "privata" deve essere pari ad almeno il 10% delle singole Superfici fondiari Sf, ad eccezione di alcuni lotti meglio individuati negli elaborati allegati al PUA.

In ogni caso, sia a seguito di variazioni tra lotti della medesima proprietà sia a seguito di accordi tra i differenti attuatori, le superfici permeabili relative ai lotti potranno essere tra di esse compensate, fatta salva la superficie totale minima.

La verifica della Superficie permeabile territoriale è la seguente:

Superficie permeabile richiesta:  $Sp = St \times 25\% = 17.106,50$

Superficie permeabile progettata in aree da cedere al Comune:  $= 17.444,91$  mq; pertanto essa è verificata.

Le aree di cessione permeabili corrispondono in tutto od in parte alle aree di:

- dotazione territoriale di verde pubblico, compresa la superficie del percorso ciclabile esistente e nuovo, come da ART. 1.3.3.3 del RUE;
- dotazione di area verde ecologica;
- verde esondabile dal macero, questi escluso, come area di compensazione idraulica.


Ai fini del presente piano e della verifica di permeabilità complessiva del comparto si considerano superfici permeabili tutte le aree pubbliche di verde compatto, come da norme vigenti.

Si noti che la verifica è condotta su aree di cessione, senza considerare le aree private, che in ogni caso vanno verificate come sopra in termini di permeabilità.

La permeabilità complessiva, pertanto, sarà molto superiore al minimo richiesto.

Il tutto come meglio dettagliato nell'elaborato n. C.4.a del PUA.

In figura 2 è stata riportata la rappresentazione schematica del Piano Particolareggiato in cui risultano evidenti le aree precedentemente descritte.


	Committente: <b>IMPRESA DIPIERRI - STUDIO INGEGNERIA</b> ARCHITETTURA URBANISTICA - ing. Gian Franco Giovannini Commessa:	Data: 2017/10/30	Rev.03
	Documento: <b>RELAZIONE DI VERIFICA IDRAULICA</b>	File: 2017_10_30_relazione di verifica idraulica_Rev03	

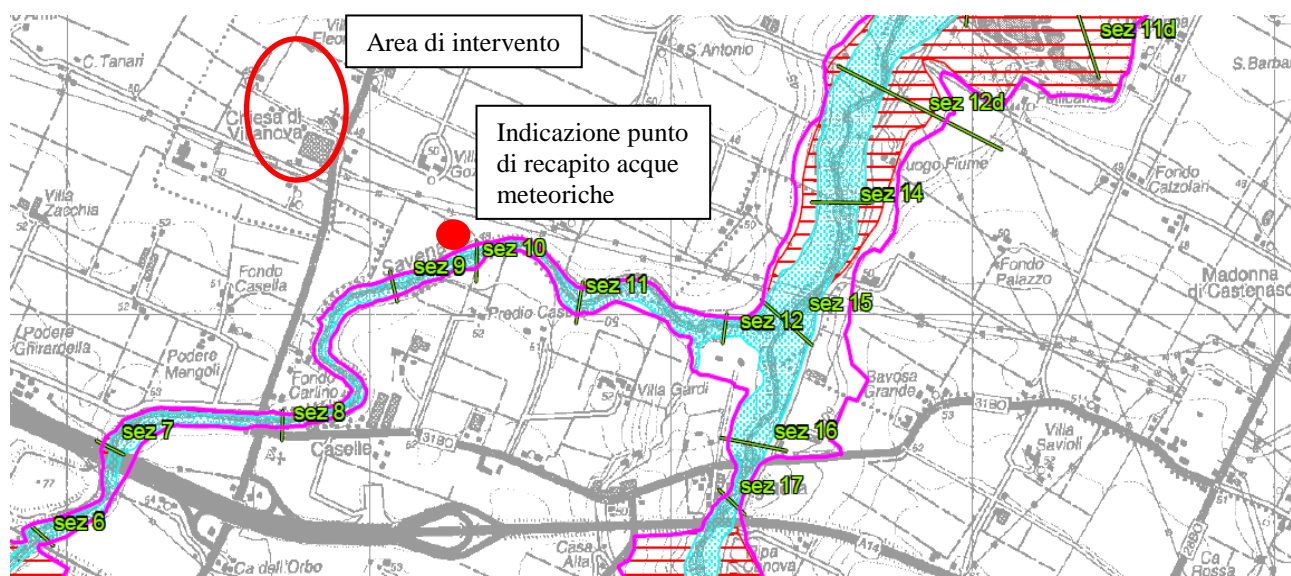


**Figura 2– Indicazione sullo stato di progetto**

Nel progetto del comparto è stato previsto il tombamento dello scolo Zenetta **riclassificato come pubblica fognatura mista da Convenzione sottoscritta tra Consorzio Bonifica Renana, Atersir e Regione Emilia Romagna in data 12/01/2011** e collegato al depuratore, con una tubazione scatolare, di dimensione 250 cm di base x 200 cm di altezza, all'interno della quale confluiranno le sole acque reflue del nuovo insediamento urbano ed il tombamento del fosso di campagna parallelo a Via Elsa Morante che rimarrà collegato al macero esistente.

Per quanto riguarda il sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, oggetto della presente relazione e pertanto approfondito ai paragrafi successivi, sarà prevista, la realizzazione di un sistema di accumulo, mediante una vasca di laminazione, in grado di garantire il pieno accoglimento da parte della rete esistente, dei nuovi apporti idrici generati prima del loro recapito diretto al torrente Savena tra la sezione 9 e la sezione 10 dello stesso, come indicato nella figura che segue.

	Committente: IMPRESA DIPIERRI - STUDIO INGEGNERIA ARCHITETTURA URBANISTICA - ing. Gian Franco Giovannini Commessa:	Data: 2017/10/30	Rev.03
	Documento: RELAZIONE DI VERIFICA IDRAULICA	File: 2017_10_30_relazione di verifica idraulica_Rev03	



**Figura 3 - Estratto Tavola B.1 m1 "Aree passibili di inondazione e sezioni trasversali di riferimento" con indicazione dell'area in esame e punto di recapito acque meteoriche**

L'invaso di laminazione suddetto, verrà realizzato operando un ampliamento ed una risistemazione del macero esistente posizionato a nord-est;

Le terre derivanti dagli scavi di costruzione verranno utilizzate al fine di realizzare una risagomatura dell'estradosso del comparto. Tale nuova sistemazione consentirà di sollevare il piano di campagna attuale e di aumentare il volume utile del macero che sarà dunque utilizzato come bacino di accumulo delle acque meteoriche generate dalla nuova urbanizzazione.

#### 4 NORMATIVA URBANISTICA VIGENTE

Nel paragrafo seguente si riportano gli stralci della normativa urbanistica vigente considerata ai fini delle valutazioni proposte in merito agli apprestamenti necessari per la gestione delle acque meteoriche dilavanti le superfici impermeabilizzate del comparto.

##### 4.1 PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

Il PSAI all'art. 20 in relazione alla componente acque superficiali, al fine di non incrementare gli apporti d'acqua piovana al sistema di smaltimento e di favorire il riuso di tale acqua, per le aree ricadenti nel territorio di pianura e pedecollina indicate nelle tavole del "Titolo II Assetto della Rete Idrografica" richiede che:

[...]


*"i Comuni prevedano nelle zone di espansione, per le aree non già interessate da trasformazioni edilizie, che la realizzazione di interventi edilizi sia subordinata alla realizzazione di sistemi di raccolta delle acque piovane per un volume complessivo di almeno 500 m<sup>3</sup> per ettaro di superficie territoriale, ad esclusione delle superfici permeabili destinate a parco o a verde compatto che non scolino, direttamente o indirettamente e considerando saturo d'acqua il terreno, nel sistema di smaltimento delle acque meteoriche".*

Inoltre al comma 5 dello stesso art. 20 del PSAI è previsto che

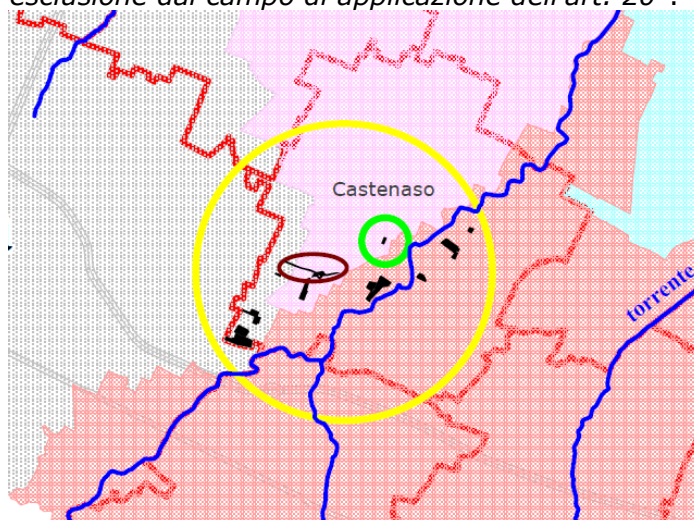
[...]

*"i Comuni ricadenti nelle aree di applicazione del presente articolo e il cui territorio è in parte interessato da tratti non arginati dei corsi d'acqua principali, sulla base del quadro conoscitivo di cui all'art. 21 comma 3, possono individuare le parti del territorio che recapitano direttamente nei corsi d'acqua principali Reno, Idice, Savena, Quaderna, Zena, Sillaro e*













	Committente: IMPRESA DIPIERRI - STUDIO INGEGNERIA ARCHITETTURA URBANISTICA - ing. Gian Franco Giovannini Commessa:	Data: 2017/10/30	Rev.03
	Documento: RELAZIONE DI VERIFICA IDRAULICA	File: 2017_10_30_relazione di verifica idraulica_Rev03	

Santerno e proporre l'esclusione dal campo di applicazione dell'art. 20".



#### LEGENDA

<div>vedi tavole da 1.1 a 1.11 bacino fiume Reno</div> <div>vedi tavole da 1.1 a 1.4 bacino torrente Idice</div> <div>vedi tavole "B1" e "B2" bacino torrente Sillaro</div> <div>vedi tavole "B1" e "B2" bacino torrente Santerno e canale Zaniolo</div>	<b>Aree di applicazione dell'articolo 20 delle norme di piano</b>
<b>a</b>	Territorio soggetto alle norme (vedi art. 5) del "Piano stralcio per il sistema idraulico Navile-Savona A."
<b>b</b>	Territorio soggetto alle norme (vedi art. 19) del "Piano stralcio per il bacino del torrente Senio"
<b>c</b>	Territorio soggetto alle norme (vedi art. 24) del "Piano stralcio per il bacino del torrente Samoggia"
	Corsi d'acqua
	Confine comunale
	Strada statale n. 9 "via Emilia"
	Autostrade
Localizzazione e parti del territorio da escludere dall'applicazione della norma relativa al controllo degli apporti d'acqua: vedi delibera del	
	Comitato Istituzionale n. 2/3 del 28/05/2004
	Comitato Istituzionale n. 2/9 del 25/07/2005
	Comitato Istituzionale n. 2/3 del 13/12/2006
	Comitato Istituzionale n. 1/11 del 23/04/2008
	Comitato Istituzionale n. 1/11 del 25/02/2009.

	Committente: IMPRESA DIPIERRI - STUDIO INGEGNERIA ARCHITETTURA URBANISTICA - ing. Gian Franco Giovannini Commessa:	Data: 2017/10/30	Rev.03
	Documento: RELAZIONE DI VERIFICA IDRAULICA	File: 2017_10_30_relazione di verifica idraulica_Rev03	

**Figura 4 - Estratto Tavola b.0/M5 Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico**

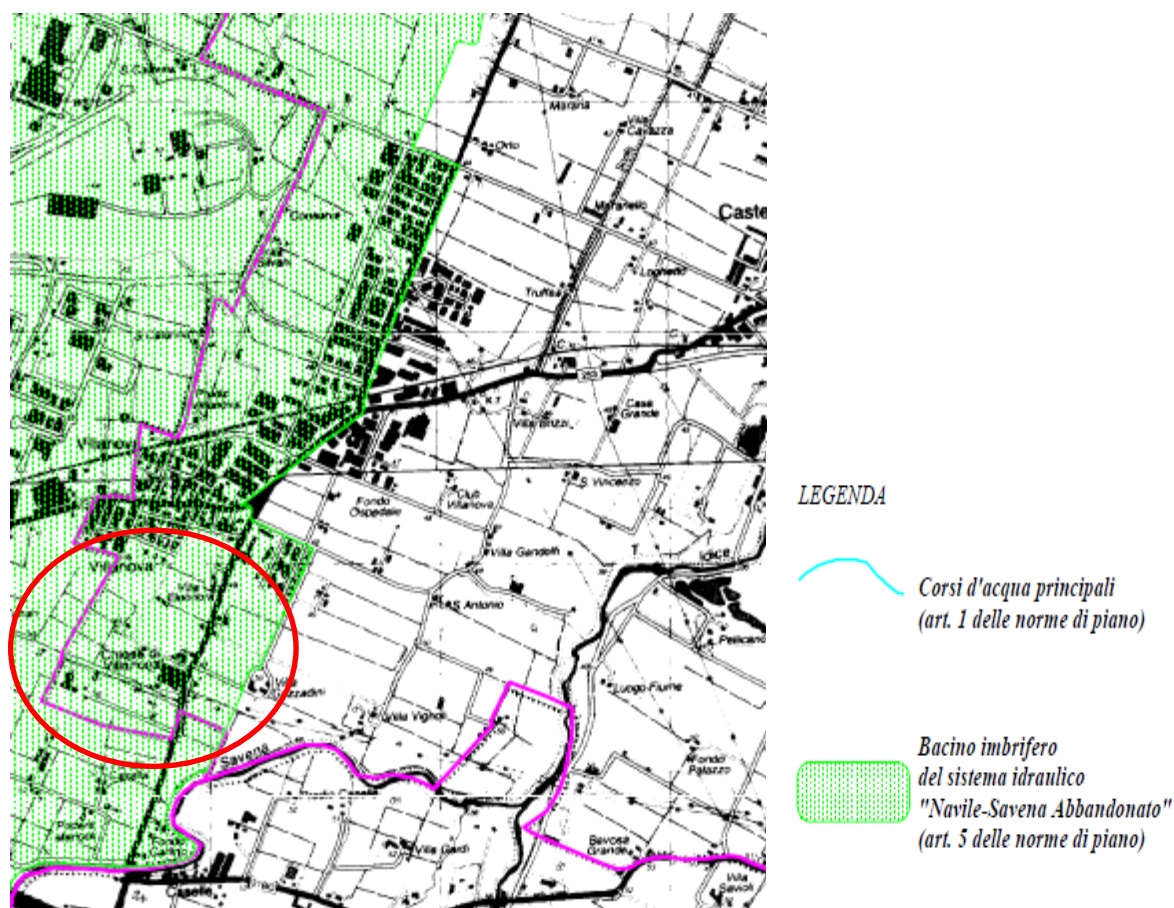
**Aree soggette al controllo degli apporti d'acqua**

## 4.2 PIANO STRALCIO NAVILE-SAVENA ABBANDONATO


L'area in esame ricade all'interno del sistema idrografico Navile-Savena abbandonato che prevede all'art. 5 c.1:

[...]

*"i Comuni compresi nel bacino imbrifero del sistema, come delimitato nella tavola "B", dovranno introdurre norme nei piani regolatori che rendano obbligatoria, nelle zone di espansione o trasformazione o comunque nelle zone soggette a intervento urbanistico preventivo, la realizzazione di vasche di raccolta delle acque piovane per un volume complessivo di almeno 500 m<sup>3</sup> per ogni ettaro di superficie territoriale delle suddette zone."*



**Figura 5 – Estratto Tavola B del piano stralcio per il sistema idraulico "Navile-Savena abbandonato con indicazione dell'area in esame**

	Committente: IMPRESA DIPIERRI - STUDIO INGEGNERIA ARCHITETTURA URBANISTICA - ing. Gian Franco Giovannini Commessa:	Data:2017/10/30	Rev.03
	Documento: RELAZIONE DI VERIFICA IDRAULICA	File: 2017_10_30_relazione di verifica idraulica_Rev03	

#### 4.3 PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE

I principi base emanati dallo PSAI e dai piani stralcio sono stati recepiti dal PTC all'interno dell'art.4.8, che regola la Gestione delle acque meteoriche, al comma 1 richiede che:

[...]

*"Al fine di non incrementare gli apporti d'acqua piovana al sistema di smaltimento e di favorire il riuso di tale acqua, negli ambiti di controllo degli apporti d'acqua, come individuati nella tav. 2A, i Comuni in sede di redazione o adeguamento dei propri strumenti urbanistici, prevedono per i nuovi interventi urbanistici e comunque per le aree non ancora urbanizzate, la realizzazione di sistemi di raccolta delle acque di tipo duale..."*

*...e un sistema maggiore costituito da sistemi di laminazione per le acque bianche non contaminate ABNC (v.). Il sistema maggiore deve garantire la laminazione delle acque meteoriche per un volume complessivo di:*

*– almeno 500 metri cubi per ettaro di superficie territoriale, ad esclusione delle superfici permeabili destinate a parco o a verde compatto, nelle aree ricadenti nell'Ambito di controllo degli apporti d'acqua in pianura (tale esclusione non vale nel bacino del Navile e Savena Abbandonato, che è regolato dalle misure più restrittive previste dal Piano Stralcio per il sistema idraulico "Navile-Savena Abbandonato");..."*

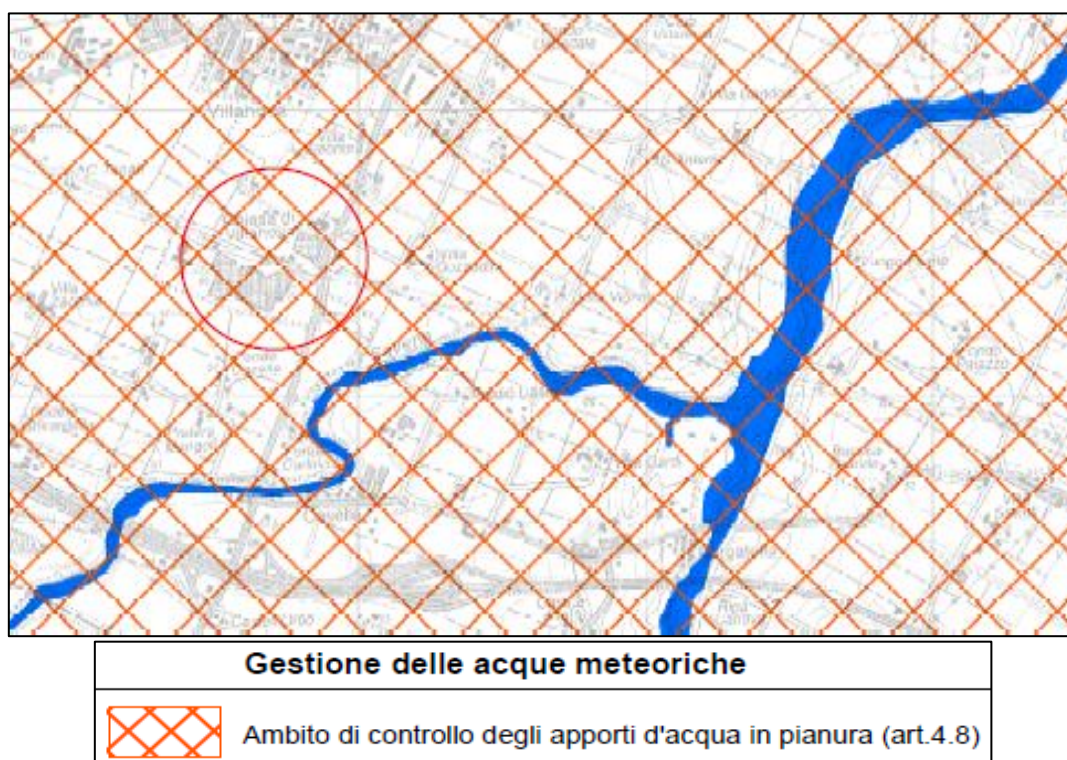



Figura 6 – Estratto Tavola 2.A del PTCP con indicazione dell'area in esame



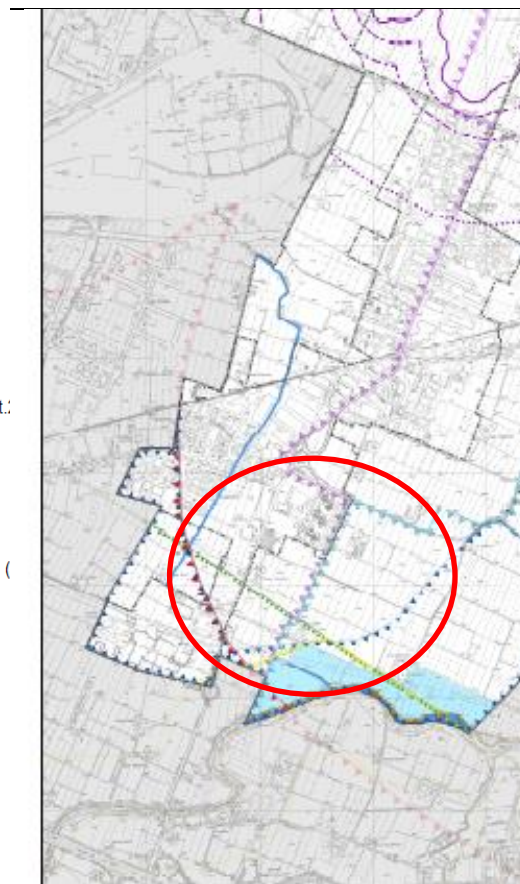
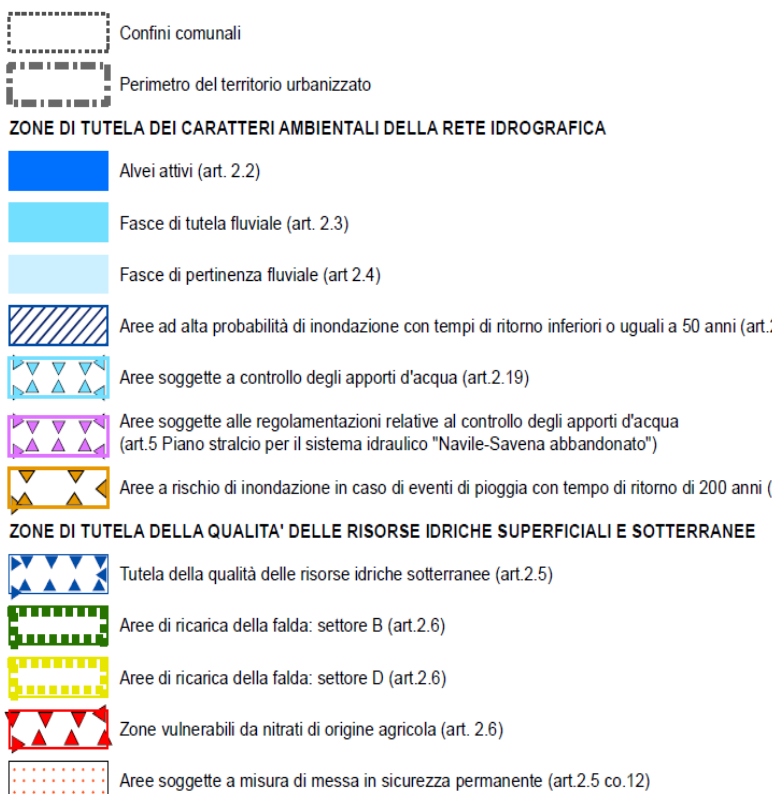
	Committente: IMPRESA DIPIERRI - STUDIO INGEGNERIA ARCHITETTURA URBANISTICA - ing. Gian Franco Giovannini Commessa:	Data: 2017/10/30	Rev.03
	Documento: RELAZIONE DI VERIFICA IDRAULICA	File: 2017_10_30_relazione di verifica idraulica_Rev03	

#### 4.4 PIANO STRUTTURALE COMUNALE

il Piano Strutturale Comunale approvato dal comune di Castenaso, all' art. 2.19 comma 2 impone che:


*"...per gli ambiti di nuovo insediamento e comunque per le aree non ancora urbanizzate, è prevista la realizzazione di sistemi di raccolta delle acque di tipo duale, ossia composte da un sistema minore costituito dalle reti fognarie per le acque nere e parte delle acque bianche (prima pioggia), e un sistema maggiore costituito da collettori, interrati o a cielo aperto, e da sistemi di accumulo per le acque bianche; il sistema maggiore deve prevedere sistemi di raccolta e accumulo delle acque, piovane per un volume complessivo di almeno 500 mc per ettaro di superficie territoriale dell'intervento. Dalla superficie territoriale è possibile detrarre le superfici permeabili destinate a parco o a verde compatto, salvo che nelle aree disciplinate dal Piano Stralcio per il sistema idraulico Navile-Savena abbandonato, ove tale detrazione non è applicabile".*

##### Legenda



**Figura 7 – Estratto dell'Elaborato Ca.PSC.2.2 riportante le aree soggette alle regolamentazioni relative al controllo degli apporti d'acqua - (Art.5 Piano stralcio per il sistema idraulico "Navile-Savena abbandonato")**



	Committente: IMPRESA DIPIERRI - STUDIO INGEGNERIA ARCHITETTURA URBANISTICA - ing. Gian Franco Giovannini Commessa:	Data: 2017/10/30	Rev.03
	Documento: RELAZIONE DI VERIFICA IDRAULICA	File: 2017_10_30_relazione di verifica idraulica_Rev03	

#### 4.5 DELIBERA COMUNALE N. 2/3 DEL 28 MAGGIO 2004

Con riferimento al c. 5 dell'art. 20 del PSAI il Comune di Castenaso con delibera n. 2/3 del 28 maggio 2004 per alcune aree contermini a quella oggetto della presente relazione ha stabilito:

[...]

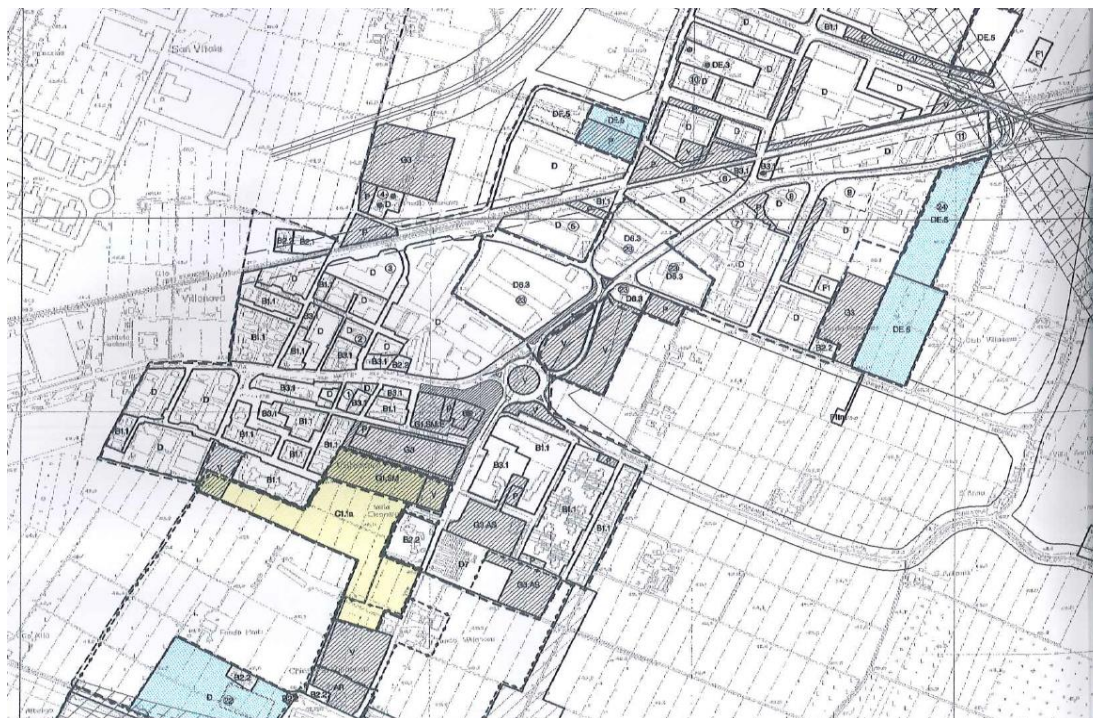
*"il Comune di Castenaso (BO) con nota del 23 dicembre 2003 ha richiesto l'applicazione di tale norma per alcune aree situate in loc. Villanova e individuate in una allegata tav. di Piano in relazione al fatto che esse già recapitano in corsi d'acqua principali o saranno realizzate reti di scolo allo scopo".*

[...]


*"Pur derivando tale proposta da un quadro conoscitivo relativo alla valutazione puntuale di singoli interventi urbanistici, si ritiene sia comunque accoglibile in quanto migliorativa delle condizioni idrauliche del territorio e della capacità di smaltimento della rete di recettori di bonifica e dunque coerente con gli obiettivi del Piano Stralcio2".*

Con tale con tale delibera il Comune ha pertanto decretato:

*"di escludere dal campo di applicazione dell'art. 20 c. 1 del Piano Stralcio Assetto Idrogeologico, in attuazione del c. 5 dello stesso articolo, le aree in Comune di Castenaso (BO), loc. Villanova", individuate nella figura 7 precedentemente riportata.*



**Figura 8 – Aree escluse dal campo di applicazione dell'art. 20 c. 1 del Piano Stralcio Assetto Idrogeologico**

	Committente: <i>IMPRESA DIPIERRI - STUDIO INGEGNERIA ARCHITETTURA URBANISTICA - ing. Gian Franco Giovannini</i>	Data: 2017/10/30	Rev.03
	Commessa: Documento: <i>RELAZIONE DI VERIFICA IDRAULICA</i>	File: <i>2017_10_30_relazione di verifica idraulica_Rev03</i>	

#### 4.6 ANALISI DI QUANTO PREVISTO DAGLI STRUMENTI URBANISTICI VIGENTI

Per quanto precedentemente riportato in materia di pianificazione territoriale e nel rispetto delle misure più restrittive previste dal Piano Stralcio per il sistema idraulico "Navile-Savena Abbandonato" (si veda paragrafo 4.2) sarebbe necessario prevedere una vasca di laminazione con un volume di accumulo almeno pari a:

$$V = 500 \times 7 = 3500 \text{ m}^3$$

In cui 7 sono gli ettari della superficie territoriale interessata dal Piano Urbanistico

Tuttavia, in virtù del fatto che le acque meteoriche ivi raccolte possono essere convogliate all'interno della rete di scolo esistente, di diametro 120 cm (sia veda quanto descritto al paragrafo 2 della presente relazione) a servizio del comprato già urbanizzato ed escluso dal campo di applicazione dell'art. 20 c. 1 del Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (delibera n. 2/3 del 28 maggio 2004) si ritiene possibile proporre la possibilità di uno scarico diretto nella predetta tubazione esistente, dopo aver opportunamente verificato la capacità di quest'ultima ad accogliere il nuovo apporto idrico. a seguito di una laminazione il cui volume è stato calcolato con quanto previsto dall'art 20 dello PSAI (si veda paragrafo 4.1).

In tal senso il volume dell'invaso di laminazione sarà relazionato al nuovo apporto idrico generato dalle nuove opere di urbanizzazione così come riportato ed approfondito nella ipotesi progettuale individuata al paragrafo 6 della presente relazione. In tal senso in linea con quanto già disposto dalla delibera comunale di cui al paragrafo 4.5, la soluzione individuata dovrà essere valutata con il Servizio Tecnico di Bacino al fine di valutarne l'effettiva fattibilità.

#### 5. METODOLOGIA DI ANALISI PROPOSTA PER LA VALUTAZIONE DEGLI APPORTI D'ACQUA

La metodologia di analisi proposta a partire da quanto richiesto dalla normativa vigente in materia di controllo degli apporti d'acqua al sistema idrografico esistente individua, attraverso formule matematiche e calcoli idraulici, l'ammontare di tali apporti e propone una specifica soluzione per l'ambito di studio.


I calcoli per la verifica dell'effettiva capacità della tubazione esistente e per il dimensionamento dei manufatti predetti sono stati effettuati sulla base delle formule classiche dell'idraulica, nello specifico:

- la formula razionale o metodo degli Ingegneri Tedeschi per il calcolo della portata delle acque di dilavamento generata dalla nuova urbanizzazione,
- la formula di Chezy per valutare l'effettiva capacità di raccolta della tubazione esistente,
- la formula di Luce a battente per il calcolo della massima portata in uscita dalla vasca di laminazione.

##### 5.1 CALCOLO PORTATA DELLE ACQUE DI DILAVAMENTO PROVENIENTI DAL NUOVO COMPARTO

L'urbanizzazione prevista, aumenta sensibilmente l'estensione delle superfici impermeabilizzate, comportando un'alterazione delle frazioni di pioggia infiltrata ed aumentando il deflusso superficiale e quindi i contributi di piena.

Il calcolo della portata è stato eseguito utilizzando il metodo degli Ingegneri Tedeschi, che

	Committente: <i>IMPRESA DIPIERRI - STUDIO INGEGNERIA ARCHITETTURA URBANISTICA - ing. Gian Franco Giovannini</i>	<i>Data: 2017/10/30</i>	<i>Rev.03</i>
	Commessa: Documento: <i>RELAZIONE DI VERIFICA IDRAULICA</i>	<i>File: 2017_10_30_relazione di verifica idraulica_Rev03</i>	

fornisce l'indicazione della portata in funzione della piovosità, delle caratteristiche di permeabilità del terreno e dell'estensione dell'area in oggetto.

Si riporta la formula di calcolo generale:

$$Q = \frac{\varphi \times \psi \times \lambda \times A}{360} \quad \text{mc/sec}$$

dove il significato delle lettere adottato nelle formule è il seguente:

$\varphi$  = coefficiente di ritardo che tiene conto della variabilità dell'intensità di pioggia nell'area

Considerata

$$\varphi = \frac{1}{n\sqrt{A}} \quad \text{con } A \text{ espresso in ettari e } n = 5$$

Per aree inferiori ad un ettaro  $\varphi = 1$

$\psi$  = coefficiente di assorbimento che rappresenta il rapporto fra la quantità di acqua che arriva alla rete da una data area e quella totale di pioggia caduta sull'area stessa.

$\lambda$  = intensità di pioggia espressa in mm/ora

Per lo svolgimento del calcolo si assumono i seguenti coefficienti:

$\psi = 0.9$  per le aree impermeabili;

$\psi = 0.15$  per le aree permeabili;

Per superfici fino a 1 ettaro si considera

$\lambda = 72 \text{ mm/ora} - 200 \text{ l/s} \times \text{ha}$  (vedi Dgr 1860/2006)

$A$  = area considerata espressa in ettari

Computando unicamente gli apporti derivanti dalle aree pavimentate e dai coperti dei fabbricati avremo

**Superficie totale impermeabile: 34.616 m<sup>2</sup>**

$$Q = Q(\psi=0.9) = \frac{0,78 \times 0.9 \times 72 \times 34.616}{360} = 0,48 \text{ (mc/sec) approssimato per eccesso a } 500$$

l/sec

## 5.2 CAPACITÀ DEL SISTEMA FOGNARIO ESISTENTE

La portata massima delle acque, in grado di essere gestita dal sistema di raccolta esistente, è stata calcolata utilizzando la formula di Chezy per le condotte a pelo libero con coefficiente scabrezza di Gauckler-Strickler.

Chezy calcola la velocità del refluo utilizzando la seguente formula:

$$V = C \sqrt{RI}$$


$V$  = velocità media [L T<sup>-1</sup>]

$C$  = coefficiente di Chézy [L<sup>1/2</sup> T<sup>-1</sup>]

$R$  = raggio idraulico [L] rapporto tra la sezione bagnata ( $\Omega$ ) e il perimetro bagnato ( $C$ )

$I$  = pendenza del fondo del canale [°]

$C$  dipende da:

	Committente: <i>IMPRESA DIPIERRI - STUDIO INGEGNERIA ARCHITETTURA URBANISTICA - ing. Gian Franco Giovannini</i> Commessa:	Data: 2017/10/30	Rev.03
	Documento: <i>RELAZIONE DI VERIFICA IDRAULICA</i>	File: 2017_10_30_relazione di verifica idraulica_Rev03	

1. parametri geometrici della sezione (forme e dimensione)
  2. natura delle pareti e del fondo del canale
- e può essere calcolata con varie formule.

Gauckler-Strickler interviene sul calcolo e partendo dalla formula di Chezy indica le seguenti formule per il calcolo della velocità e della portata:

$$V = K R^{2/3} i^{1/2}$$

$$Q = A K R^{2/3} i^{1/2}$$

In cui:

*K* = coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler (tabellato in funzione del materiale - si veda tabella 1)  
*R* = raggio idraulico  
*i* = pendenza della tubazione  
*A* = area bagnata

Tabella coefficienti scabrezza di Gauckler-Strickler	
Tubi Pe, PVC, PRFV	k = 120
Tubi nuovi gres o ghisa rivestita	k = 100
Tubi in servizio con lievi incrostazioni o cemento ord.	k = 80
Tubi in servizio corrente con incrostazioni e depositi	k = 60
Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo	k = 40

Valutando il diametro della tubazione esistente ed una pendenza del terreno pari a circa 0.15%, la portata della tubazione esistente sarà:

$$Q = 1.78 \text{ m}^3/\text{sec} \text{ ovvero } 1780 \text{ l/sec.}$$

Il calcolo è stato elaborato ragionando in termini di sicurezza scegliendo un grado di riempimento della tubazione non superiore a 65% e un coefficiente di scabrezza pari a 120.

Tale valore risulta maggiore rispetto a quello calcolato al punto precedente.

$$1780 \text{ l/sec} \gg 500 \text{ l/sec}$$

Tuttavia, il nuovo apporto idrico, andrà a sommarsi alle acque meteoriche di dilavamento raccolte dal comparto urbano esistente.


Per quest'ultima componente si fa riferimento a calcoli svolti in passato sulla base dei quali è stata realizzata l'attuale rete di raccolta delle acque meteoriche.

Il calcolo, è stato effettuato utilizzando ancora una volta il metodo degli Ingegneri Tedeschi (descritto nel paragrafo 5.2) considerando un coefficiente di ritardo  $\phi$  pari a 0.65 ed una altezza di pioggia distribuita uniformemente su tutta l'area pari a 0.281 m.

Computando unicamente gli apporti derivanti dalle aree pavimentate e dai coperti dei fabbricati è stata quindi calcolata una portata di:

$$Q = 1.4 \text{ m}^3/\text{sec} \text{ ovvero } 1400 \text{ l/sec}$$



	Committente: <i>IMPRESA DIPIERRI - STUDIO INGEGNERIA ARCHITETTURA URBANISTICA - ing. Gian Franco Giovannini</i>	Data: 2017/10/30	Rev.03
	Commessa: Documento: <i>RELAZIONE DI VERIFICA IDRAULICA</i>	File: <i>2017_10_30_relazione di verifica idraulica_Rev03</i>	

Sommando i due contributi è possibile affermare che il sistema di raccolta attualmente presente non risulta essere in grado di servire sia le abitazioni esistenti sia quelle della nuova urbanizzazione.

### 5.3 CONTROLLO DEI VOLUMI D'ACQUA DELL'INVASO DI LAMINAZIONE

Le opere idrauliche di regolazione di un invaso di laminazione sono essenzialmente una luce sotto battente e uno sfioratore di superficie, rappresentabili in termini di equazioni secondo i classici schemi della foronomia.

Per le luci a superficie libera, quali lo sfioratore di superficie, la portata uscente è stata calcolata utilizzando la formula di Chezy descritta in precedenza, ipotizzando un riempimento al 100%.

Per quanto riguarda il funzionamento a luce a battente invece, l'equazione che descrive l'andamento della portata uscente è la seguente

$$Q = \mu S \sqrt{2gh}$$

Dove S indica l'area della luce, h il battente sulla stessa mentre  $\mu$  indica il coefficiente di efflusso, il cui valore dipende dal tipo di contrazione che subisce la vena al passaggio attraverso la luce.

Il tempo necessario allo svuotamento per gravità della vasca è stato calcolato ipotizzando una portata in uscita costante, calcolata come media aritmetica tra la portata uscente in condizioni di minimo (funzionamento a luce libera) e la portata uscente nella condizione di massimo riempimento (funzionamento a luce a battente).

### 6 DESCRIZIONE DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI

I contributi idrici attualmente convogliati nella rete esistente, desunti sulla base dei calcoli effettuati e valutati secondo la metodologia di calcolo riportata al capitolo 5.2, comportano un apporto idrico pari a:

$$Q_{\text{esistente}} = 1.4 \text{ m}^3/\text{sec} \text{ ovvero } 1400 \text{ l/sec};$$

mentre, la capacità della tubazione collegata al torrente Savena realizzata in PVC ed avente un diametro di 1200 mm, espressa in termini di portata massima supportabile, calcolata attraverso la formula di Chezy, risulta essere pari a:

$$Q_{\text{max}} = 1.78 \text{ m}^3/\text{sec} \text{ ovvero } 1780 \text{ l/sec}.$$


Tale portata  $Q_{\text{max}}$  rappresenta dunque la massima portata che può defluire nel condotto senza mandare in crisi la rete di raccolta.

Volendo stimare il nuovo quantitativo d'acqua che potrà essere accolto in sicurezza dalla rete di scarico esistente, sarà sufficiente sottrarre alla portata massima il contributo idrico derivante dall'urbanizzazione esistente, ne deriva pertanto una portata utile pari a:

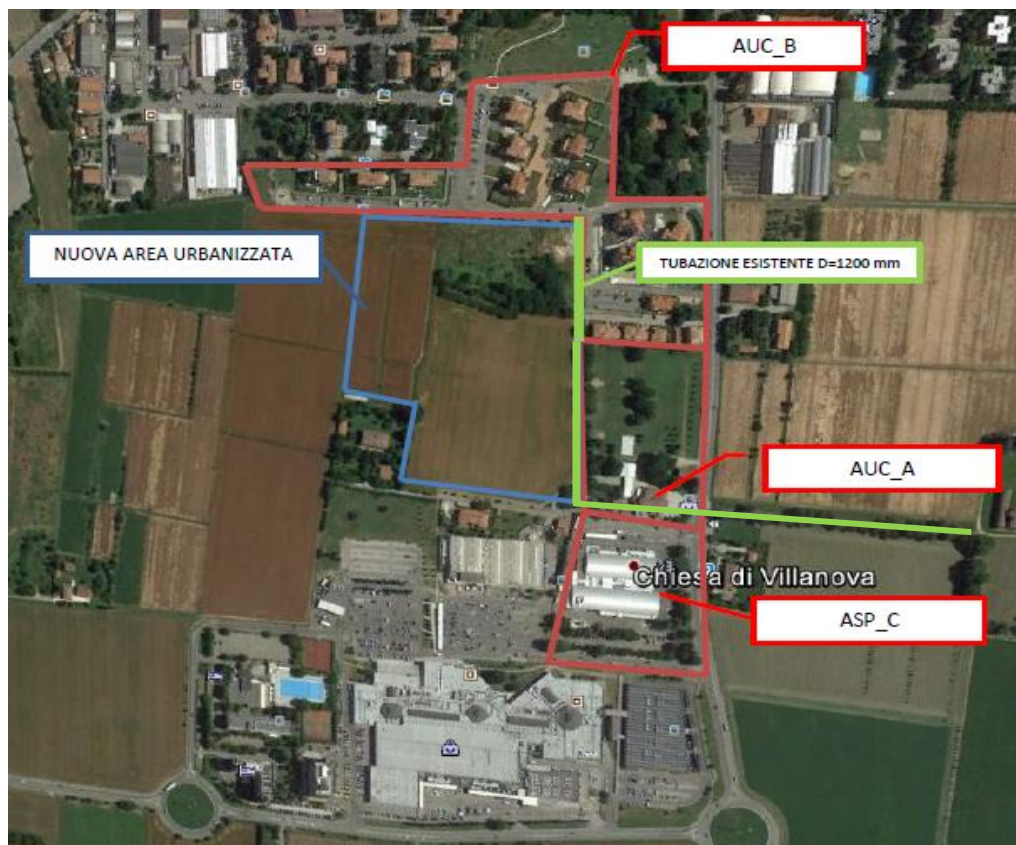
$$Q_{\text{utile}} = 1780 \text{ l/s} - 1400 \text{ l/sec} = 380 \text{ l/sec}$$

a fronte di un apporto idrico, generato dalla nuova urbanizzazione (per la metodologia di calcolo si faccia riferimento a quanto riportato al paragrafo 5.1) pari a:

$$Q = 500 \text{ l/sec} > 380 \text{ l/sec}.$$

	Committente: <b>IMPRESA DIPIERRI - STUDIO INGEGNERIA</b> ARCHITETTURA URBANISTICA - ing. Gian Franco Giovannini Commessa:	Data: 2017/10/30	Rev.03
	Documento: <b>RELAZIONE DI VERIFICA IDRAULICA</b>	File: 2017_10_30_relazione di verifica idraulica_Rev03	

è possibile affermare che la portata generata dalla nuova urbanizzazione, risulti superiore alla portata massima accettabile dalla tubazione esistente.



**Figura 9 – Individuazione dei comparti già urbanizzati (evidenziati con il colore rosso), comparto di nuova urbanizzazione (evidenziato con il colore blu) e ubicazione della tubazione esistente (evidenziata con il colore verde).**


Verificato dunque, che il sistema di raccolta attualmente presente non sia in grado di servire sia le abitazioni esistenti sia quelle della nuova urbanizzazione, si propone, in linea con quanto riportato al paragrafo 4.6, la realizzazione di una vasca di laminazione, in cui confluiranno la totalità delle acque meteoriche proveniente dal nuovo comparto urbanizzato.

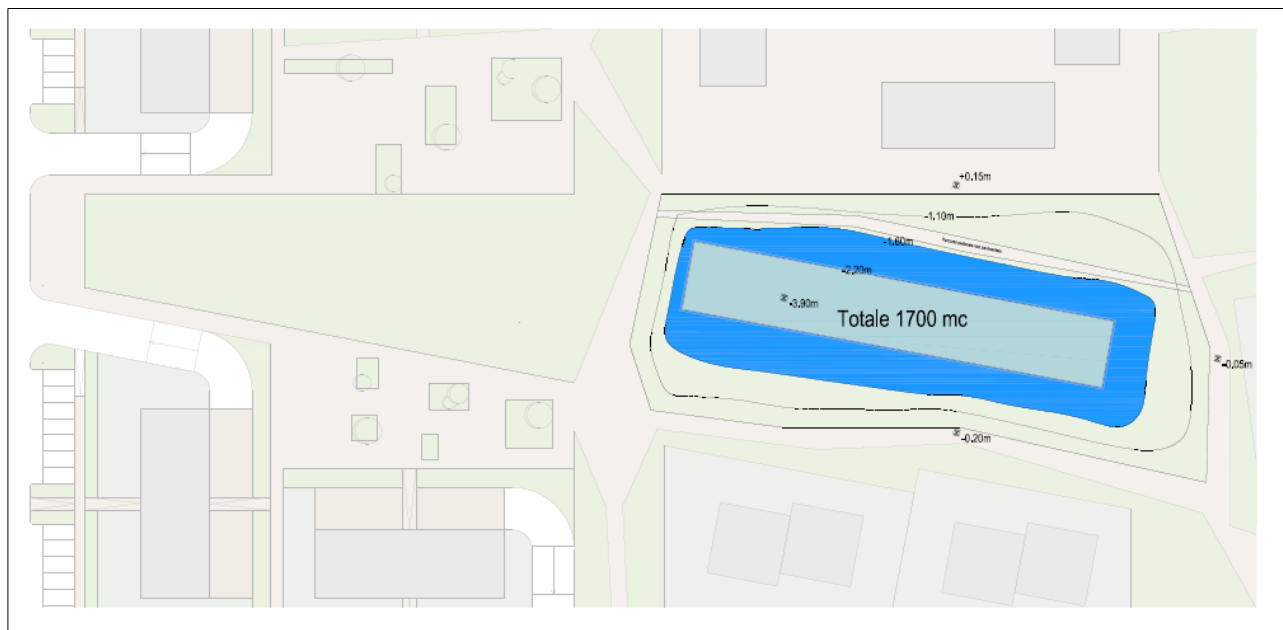
Il dimensionamento dell'invaso di laminazione è stato eseguito attraverso una stima del volume massimo realizzabile, tenendo in considerazione oltre alla portata in entrata anche quella in uscita dal tubo di scarico.

L' invaso sarà realizzato in adiacenza al lato nord del comparto e come allargamento e risistemazione del macero esistente.

Avrà dimensioni tali da garantire un volume di accumulo massimo di circa 1.700 m<sup>3</sup> in grado di accogliere in totale sicurezza i nuovi apporti idrici generati delle acque meteoriche di dilavamento delle nuove superfici urbanizzate desunti sulla base dei calcoli effettuati e valutati secondo la metodologia di calcolo riportata al capitolo 5.1.

Sarà inoltre garantita una sezione rettangolare minima, (con battente d'acqua di circa 1.60 m) sul sedime dell'attuale macero.

	Committente: <b>IMPRESA DIPIERRI - STUDIO INGEGNERIA ARCHITETTURA URBANISTICA</b> - ing. Gian Franco Giovannini Commessa:	Data: 2017/10/30	Rev.03
	Documento: <b>RELAZIONE DI VERIFICA IDRAULICA</b>	File: 2017_10_30_relazione di verifica idraulica_Rev03	



**Figura 10 – Particolare vasca di laminazione estratto dal PUA**

Le acque superficiali durante l'evento meteorico saranno convogliate ed accumulate all'interno della vasca di laminazione e da qui gradualmente scaricate alla rete di raccolta (tubazione di diametro 1200 mm).

La vasca, sarà dotata di uno scarico di fondo dal diametro di 315 mm e sarà prevista una valvola di non ritorno che assicuri il flusso nella sola direzione voluta.

Attraverso lo scarico di fondo, ipotizzando un funzionamento a luce a battente, si riuscirà a convogliare nella rete di raccolta esistente una portata massima pari a:

$$Q = 0.26 \text{ m}^3/\text{s}$$

In riferimento ai volumi di accumulo previsti al fine di fornire una stima del tempo di riempimento massimo della vasca, si è ipotizzata una portata in uscita costante calcolata come media aritmetica tra la portata uscente in condizioni di minimo (funzionamento a luce libera) e la portata uscente nella condizione di massimo riempimento (funzionamento a luce a battente).


Dividendo poi il volume massimo raggiungibile per la portata effettiva in ingresso  $Q_i$ , è stato calcolato un tempo di riempimento pari a:

$$T_r = V/Q_i = 1,34 \text{ ore.}$$

Analogo discorso è stato fatto per la stima del tempo di svuotamento della vasca, considerando questa volta la sola portata media in uscita dalla luce di fondo.

Ne consegue quindi un tempo di svuotamento pari a:

$$T_s = V/Q_u = 2,21 \text{ ore.}$$

	Committente: <i>IMPRESA DIPIERRI - STUDIO INGEGNERIA</i> <i>ARCHITETTURA URBANISTICA - ing. Gian Franco Giovannini</i> Commessa:	<i>Data: 2017/10/30</i>	<i>Rev.03</i>
	<i>Documento: RELAZIONE DI VERIFICA IDRAULICA</i>	<i>File: 2017_10_30_relazione di verifica idraulica_Rev03</i>	

Applicando tale ipotesi di progettazione si può quindi affermare che, grazie alla realizzazione delle opere idrauliche appena descritte, potrà essere realizzato l'allaccio alla rete di raccolta delle acque meteoriche esistente che sarà in questo modo sufficiente ad accogliere i nuovi afflussi d'acqua generati dalla nuova area urbanizzata.

<i>Rev.</i>	<i>Data</i>	<i>Redatto</i>	<i>Verificato</i>
00	09/06/2016	A. Senesi	F. Faraone
01	03/05/2017	A. Senesi	F. Faraone
02	01/07/2017	A. Senesi	F. Faraone
03	30/10/2017	A. Senesi	F. Faraone