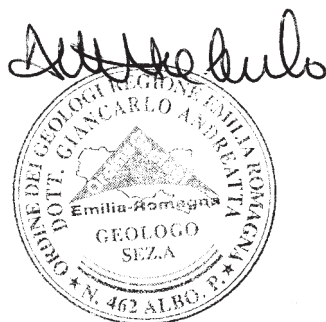


# RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA

**OGGETTO: RELAZIONE SULL'INVARIANZA IDRAULICA  
ESEGUITA IN VIA MARCHESINA ANGOLO  
VIA CASOLANA COMUNE DI  
CASTELBOLOGNESE PER LA  
REALIZZAZIONE DI LOTTI EDIFICABILI**

COMMITTENTE : Spett.



**ANDREATTA Dr. GIANCARLO**

Studio di **Geologia Tecnica**

Via XXV Aprile, 140

CASTELBOLOGNESE (RA)

Tel. 0546/656362-333/2209149

## INDICE

- a. PREMESSA, 3
- b. VALUTAZIONE DELL'INVARIANZA IDRAULICA, 3
- c. CALCOLO DEGLI ABITANTI EQUIVALENTI, 5

## **a. PREMESSA**

Per incarico del Geom.

, è stato eseguito il calcolo della invarianza idraulica sull'area interessata alla realizzazione di lotti edificabili sita in via Marchesina angolo via Casolana in comune di CastelBolognese (Ra). Nella presente si riferiscono le scelte metodologiche e progettuali adottate per il dimensionamento dei dispositivi atti a garantire l'invarianza idraulica nella trasformazione urbanistica in oggetto. Le metodologie di calcolo sono riferite alle indicazioni tecniche redatte dal Servizio Tecnico Bacino competente.

Per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la modifica di un'area in modo che i deflussi superficiali originati dall'area stessa non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente prevedendo quindi dei volumi di invaso di compensazione. Tali volumi andranno riempiti prima che si verifichi il deflusso delle aree stesse, garantendo l'effettiva invarianza del picco di piena. La portata al colmo di piena risultante dal drenaggio di quell'area rimarrà così costante prima e dopo la trasformazione dell'uso del suolo, garantendo il principio di invarianza idraulica.

## **b. VALUTAZIONE DELL'INVARIANZA IDRAULICA**

Per la realizzazione dei lotti edificabili in esame si è considerata un'AREA TOTALE pari a 6.041 mq (vedi planimetria allegata) di cui:

ANTE OPERAM	Superficie impermeabile esistente	mq. 0
	Superficie permeabile esistente	mq. 6.041
POST OPERAM	Superficie impermeabile di progetto	mq. 3.775
	Superficie permeabile di progetto	mq. 2.266

Questi calcoli delle superfici derivano dalle informazioni fornite dal progettista. A tutto vantaggio della sicurezza si sono considerati completamente impermeabili le superfici e i lotti in esame non considerando quindi la quota di verde prevista per i giardini a servizio della proprietà e quindi con un aumento dell'area impermeabile. Il principio dell'invarianza idraulica sancisce che la portata al colmo di piena risultante dal drenaggio di un'area debba essere costante prima e dopo la trasformazione dell'uso del suolo.

Occorre quindi valutare quali siano gli interventi di mitigazione degli impatti idrologici indotti dall'impermeabilizzazione e regolarizzazione delle superfici:

#### INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA.

Superficie trasformata rispetto all'agricola	mq.4.811 (considerando la vasca di laminazione)
Superficie agricola inalterata	mq. 1230

Il Piano di Bacino recepisce il principio di invarianza idraulica delle trasformazioni prevedendo quindi volumi di stoccaggio temporaneo dei deflussi che compensino, mediante un'azione laminante, l'accelerazione dei deflussi e la riduzione dell'infiltrazione che sono un effetto inevitabile di ogni trasformazione di uso del suolo da non-urbano ed urbano.

In linea generale, si dovrà ritenere permeabile ogni superficie non rivestita con pavimentazioni di alcun genere, mentre per pavimentazioni dal carattere semipermeabile si dovrà valutare caso per caso in sede di concessione edilizia anche sulla base delle specifiche tecnologiche dei prodotti impiegati.

Nei casi in cui la superficie in trasformazione superi l'estensione di 10 ha, occorrerà procedere ad uno studio di maggiore dettaglio che porti a dimensionare

i dispositivi (vasche volano, bocche di efflusso tarate associate ad aree di espansione, ecc.).

Come evidenziato nel calcolo allegato appare evidente che la superficie trasformata in impermeabile porta ad un **volume di acqua pari a mc. 263,4** per laminare le piene che si generano a seguito della trasformazione all'interno dell'area considerata con tratto rosso.

Occorre quindi prevedere per questa area un bacino/vasca accumulo di laminazione posizionato all'interno dell'area d'intervento (vedi planimetria allegata) con profondità massima di cm 50 e della capienza totale di mc. 280 in modo da escludere un aggravio delle portate massime defluenti verso i recettori dell'area interessata confermando quindi l'insussistenza di condizioni peggiorative derivate dal cambiamento d'uso del terreno.

Viene inoltre calcolata la portata ammissibile effluente verso il corpo riceettore (fosso di scolo). Adottando:  $Q_{agr} = 20$  litri/sec/ha si ottiene  $Q = 12,08$  litri/sec e con un battente  $h = m. 0,50$  corrisponde un diametro di mm. 100 (tabella di riferimento del Consorzio di Bonifica).

### **c. CALCOLO DEGLI ABITANTI EQUIVALENTI**

Per la rete fognaria acque nere viene qui di seguito proposto il calcolo degli abitanti equivalenti per l'area di futura edificazione:

### CALCOLO ABITANTI EQUIVALENTI

SUL PROPOSTA           mq.   1.449,84

### CALCOLO ABITANTI EQUIVALENTI E VERIFICA SUL VOLUME

Interpiano H.           ml.   3,10

VOLUME PREVISTO       mc.   4.494,50

INCIDENZA a.e./mc                   100,00       a.e./mc

n° abitanti equivalenti (a.e.)       44,95

**VIENE ADOTTATTO IL VALORE       44,95 a.e.**

Castelbolognese 18.07.2020

Dott.Geol. Andreatta Giancarlo



**Requisiti richiesti per ogni classe sulla base del volume minimo di laminazione determinato:**

$$w = w^{\circ} (\phi / \phi^{\circ})^{(1/(1-n))} - 15 I - w^{\circ} P$$

$$\phi^{\circ} = 0.9 Imp^{\circ} + 0.2 Per^{\circ} \quad \phi = 0.9 Imp + 0.2 Per$$

$w^{\circ}$  = 50 mc/ha volume "convenzionale" d'invaso prima della trasformazione  
 $\phi$  = coefficiente di deflusso post trasformazione  $\phi^{\circ}$  = coefficiente di deflusso ante trasformazione  
 $n = 0.48$  I e P espressi come frazione dell'area trasformata  
 Imp e Per espressi come frazione totale dell'area impermeabile e permeabile prima della trasformazione (se connotati dall'apice°) o dopo (se non c'è l'apice°)  
 VOLUME RICAIVATO dalla formula va moltiplicato per la Superficie territoriale dell'intervento

**Oggetto: Geom. SAELE GIBERTI - VIA MARCHESINA - CASTELBOLOGNESE (Ra).**

(INSERIRE I DATI ESCLUSIVAMENTE NEI CAMPI CONTORNATI)

Superficie fondiaria-lotto (mq)	=	6041.00	mq	Inserire la superficie totale dell'intervento
<b>ANTE OPERAM</b>				
Superficie impermeabile esistente	=	0.00	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale 50% della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati, stabilizzato)
<b>Imp°</b>	=	0.00		
Superficie permeabile esistente (mq)	=	6041.00	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale 50% della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
<b>Per°</b>	=	1.00		
<b>Imp° + Per°</b>	=	1.00		
<b>POST OPERAM</b>				
Superficie impermeabile trasformata o di progetto	=	3775.00	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale 50% della superficie trasformata con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati, stabilizzato)
<b>Imp</b>	=	0.62		
Superficie permeabile di progetto	=	2266.00	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale 50% della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
<b>Per</b>	=	0.38		
<b>Imp + Per</b>	=	1.00		
<b>INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA</b>				
Superficie trasformata/livellata	=	4811.00	mq	superficie impermeabile più superficie permeabile trasformata rispetto all'agricola
<b>I</b>	=	0.80		
Superficie agricola inalterata	=	1230.00	mq	superficie inalterata
<b>P</b>	=	0.20		
<b>I + P</b>	=	1.00		

Il principio dell'invarianza idraulica sancisce che la portata al colmo di piena risultante dal drenaggio di un'area debba essere costante prima e dopo la trasformazione dell'uso del suolo. Occorre quindi valutare quali siano gli interventi di mitigazione degli impatti idrologici indotti dall'impermeabilizzazione e regolarizzazione delle superfici. Il Piano di Bacino recepisce il principio di invarianza idraulica delle trasformazioni prevedendo quindi volumi di stoccaggio temporaneo dei deflussi che compensino, mediante un'azione laminante, l'accelerazione dei deflussi e la riduzione dell'infiltrazione che sono un effetto inevitabile di ogni trasformazione di uso del suolo da non-urbano ed urbano. Quindi si calcolano i coefficienti di deflusso.

**CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM**

$\phi^{\circ}$	$0,9 \times Imp^{\circ} + 0,2 \times Per^{\circ}$	=	0.9	x	0.00	+	0.2	x	1.00	=	0.20
$\phi$	$0,9 \times Imp + 0,2 \times Per$	=	0.9	x	0.62	+	0.2	x	0.38	=	0.64

Ai fini di una applicazione del principio, i Piani Regolatori adottano come misura del volume minimo di invaso da prescrivere in aree sottoposte a una quota di impermeabilizzazione I (% dell'area che viene trasformata) e in cui viene lasciata una quota P (tale che I + P = 100%) il valore convenzionale:

<b>W</b>	$w = w^{\circ} (\phi / \phi^{\circ})^{(1/(1-n))} - 15 I - w^{\circ} P$	=	50	x	9.29	-	15	x	0.80	-	50	x	0.20	=	442.44 mc/ha
----------	--	---	----	---	------	---	----	---	------	---	----	---	------	---	--------------

essendo:

**W°** 50 mc/ha volume di invaso terreno non urbanizzato che vale:  
 a) 100-150 mc/ha per zone di bonifica (Datei, 1997)      b) 40-50 mc/ha per fognatura urbana (caditoie, ecc.)  
 1. Datei, 1997      pari a 10-15 mm. di velo idrico      2. Paoletti, 1996      10-15 mc/ha per piccoli invasi.

**( $\phi / \phi^{\circ}$ )** 3.19

n = 0,48 esponente curve di possibilità climatica di durata inferiore all'ora, da dati sperimentali citati in letteratura - si veda ad es. Paoletti, 1996.

Il volume W deve essere moltiplicato per l'area totale dell'intervento a prescindere dalla quota P che viene lasciata inalterata, per cui per laminare le piene che si generano a seguito della trasformazione occorre quindi invasare:

**VOLUME MINIMO DI INVASO** 442.44 : 10,000.00 x 6,041.00 = **267.28 mc**

Come da normativa vigente, si considera che parte del volume da invasare possa essere contenuto all'interno dell'apparato fognario (condotte, tombini).

Dati tecnici:

		Cond. 1	Cond. 2	
1	Diam. fognatura:	120	140	mm.
	Lunghezza totale:	200.00	100.00	ml.
	Volume totale:	2.26	1.54	mc.
2	Tombini volume:	1.00	mc.	

quindi si deduce un volume accumulato calcolato all'80% pari a : 3.8 mc.

Sottraendo al volume di invarianza calcolato i volumi di immagazinati nelle rete fognaria si ha:

**Volume da laminare nella vasca in progetto = 263.4 mc**

N.B. In linea generale, si dovrà ritenere permeabile ogni superficie non rivestita con pavimentazioni di alcun genere, mentre per pavimentazioni dal carattere semipermeabile si dovrà valutare caso per caso in sede di concessione edilizia anche sulla base delle specifiche tecnologiche dei prodotti impiegati.

E' da notare che anche le aree che non vengono pavimentate con la trasformazione, ma vengono sistemate e regolarizzate, devono essere incluse a computare la quota I. La quota P dell'area in trasformazione è costituita solo da quelle parti che non vengono significativamente modificate, mediante regolarizzazione del terreno o altri interventi anche non impermeabilizzanti, dalla trasformazione.

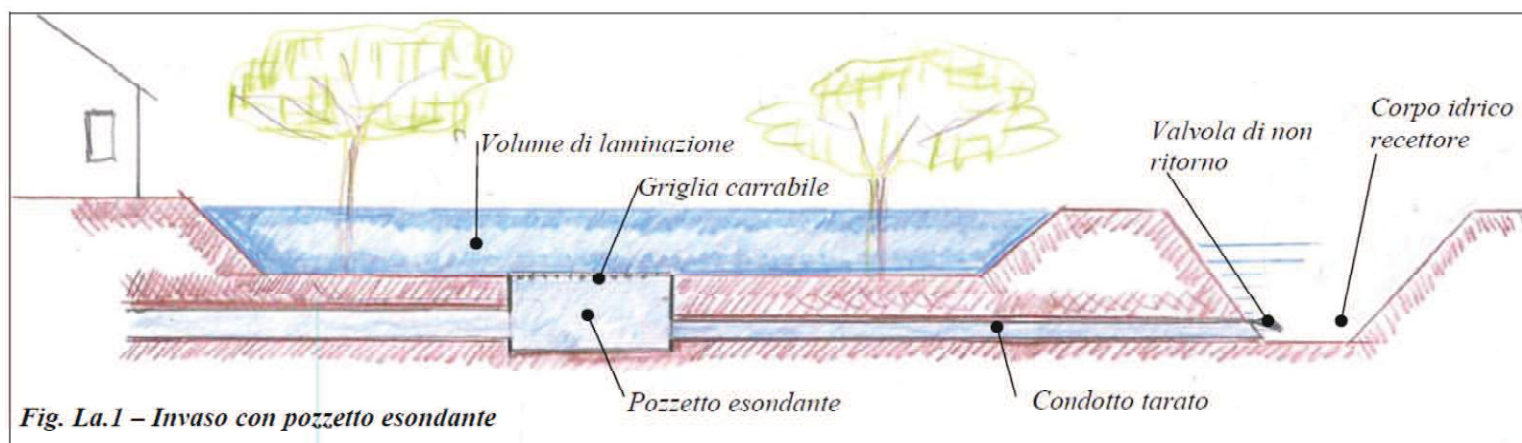
Nei casi in cui la superficie in trasformazione superi l'estensione di 10 ha, occorrerà procedere ad uno studio di maggiore dettaglio che porti a dimensionare i dispositivi (vasche volano, bocche di efflusso tarate associate ad aree di espansione, ecc.) che evitino un aggravio delle portate massime defluenti verso i recettori, e evitino un aggravio delle portate massime defluenti verso i recettori, e dimostri l'insussistenza di condizioni peggiorative.

Q Portata ammissibile effluente verso il corpo ricettore (Qagr = 20 l/s/ha): **12.08 l/sec**

Tabella di riferimento del Consorzio di Bonifica

μ = 0,6 battente h (m)	Diametro tubo di scarico								
	80	100	120	150	160	200	250	315	400
0,2	5,97	9,33	13,44	20,99	23,88	37,32	58,31	92,58	149,28
0,3	7,31	11,43	16,45	25,71	29,25	45,71	71,42	113,38	182,83
0,4	8,44	13,19	19	29,69	33,78	52,78	82,47	130,82	211,12
0,5	9,44	14,75	21,24	33,19	37,77	59,01	92,2	146,38	236,03
0,6	10,34	16,16	23,27	36,36	41,37	64,64	101	160,35	258,56
0,7	11,17	17,45	25,14	39,27	44,66	69,82	109,09	173,2	279,28
0,8	11,94	18,66	26,87	41,99	47,77	74,64	116,63	185,15	298,58
0,9	12,67	19,79	28,5	44,53	50,67	79,17	123,7	196,39	316,67
1	13,35	20,86	30,04	46,94	53,41	83,45	130,39	207,01	333,8
1,1	14	21,88	31,51	49,23	56,02	87,52	136,76	217,11	350,09
1,2	14,63	22,85	32,91	51,42	58,51	91,42	142,84	226,77	365,66
1,3	15,22	23,79	34,25	53,52	60,89	95,15	148,67	236,03	380,59
1,4	15,8	24,69	35,55	55,54	63,19	98,74	154,28	244,94	394,96
1,5	16,35	25,55	36,79	57,49	65,41	102,21	159,7	253,53	408,82
1,6	16,89	26,39	38	59,38	67,56	105,56	164,93	261,85	422,23
1,7	17,41	27,2	39,17	61,2	69,64	108,81	170,01	269,91	435,22
1,8	17,91	27,99	40,31	62,98	71,85	111,96	174,94	277,73	447,84
1,9	18,4	28,76	41,41	64,7	73,62	115,03	179,73	285,34	460,11
2	18,88	29,5	42,49	66,38	75,53	118,02	184,4	292,76	472,07

Qui di seguito vengono rappresentati alcuni esempi di vasca di laminazione:





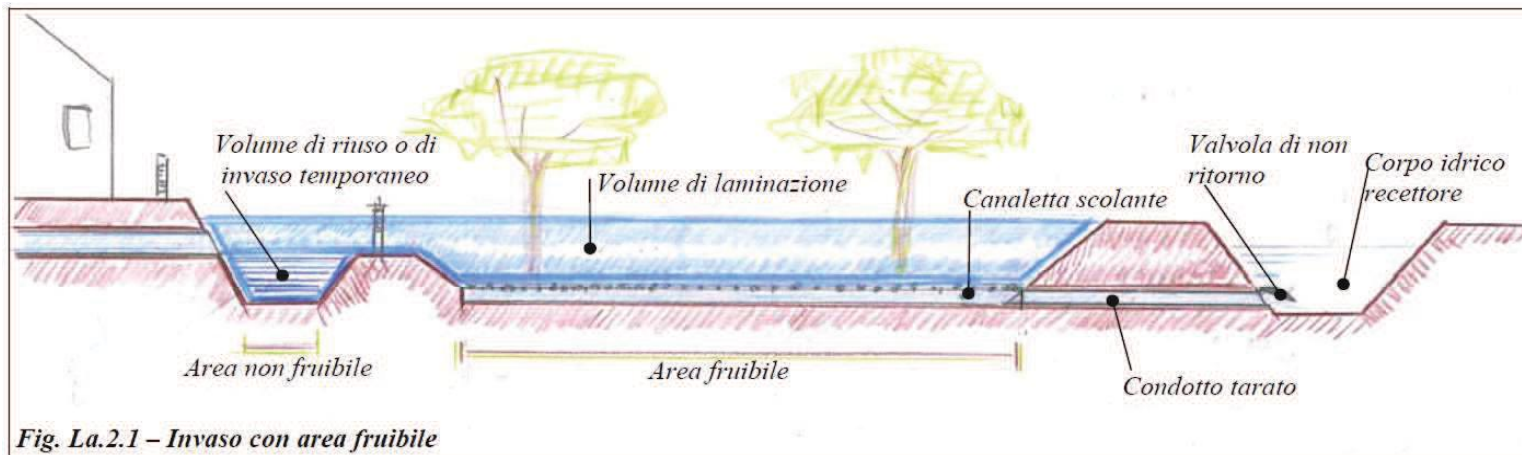


Fig. La.2.1 – Invaso con area fruibile

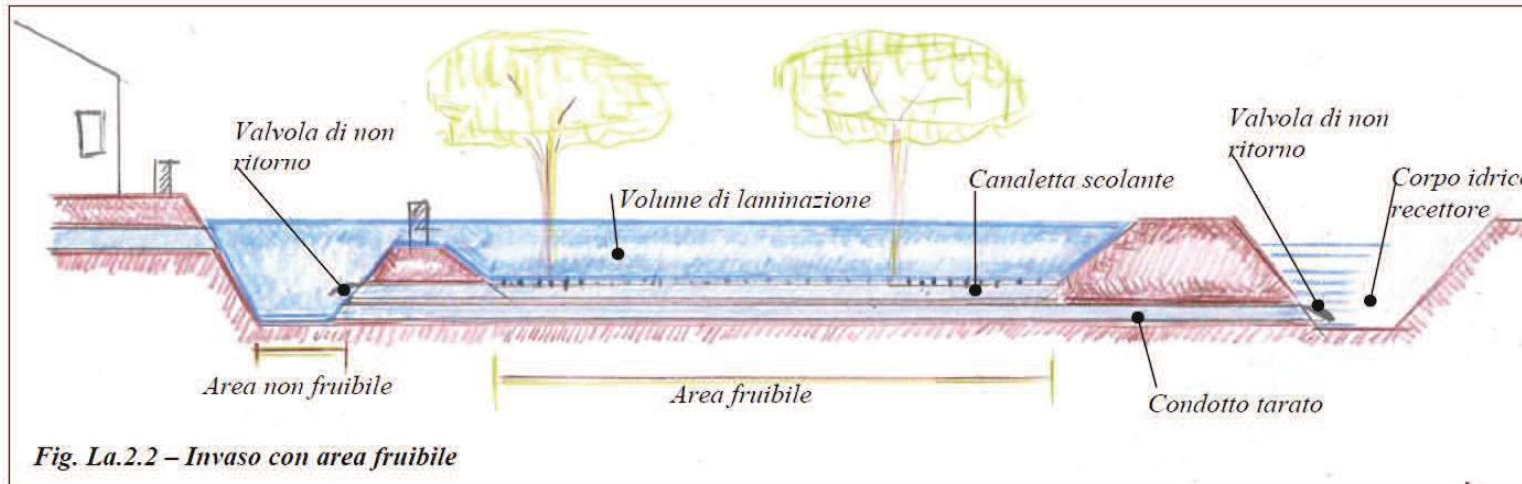


Fig. La.2.2 – Invaso con area fruibile

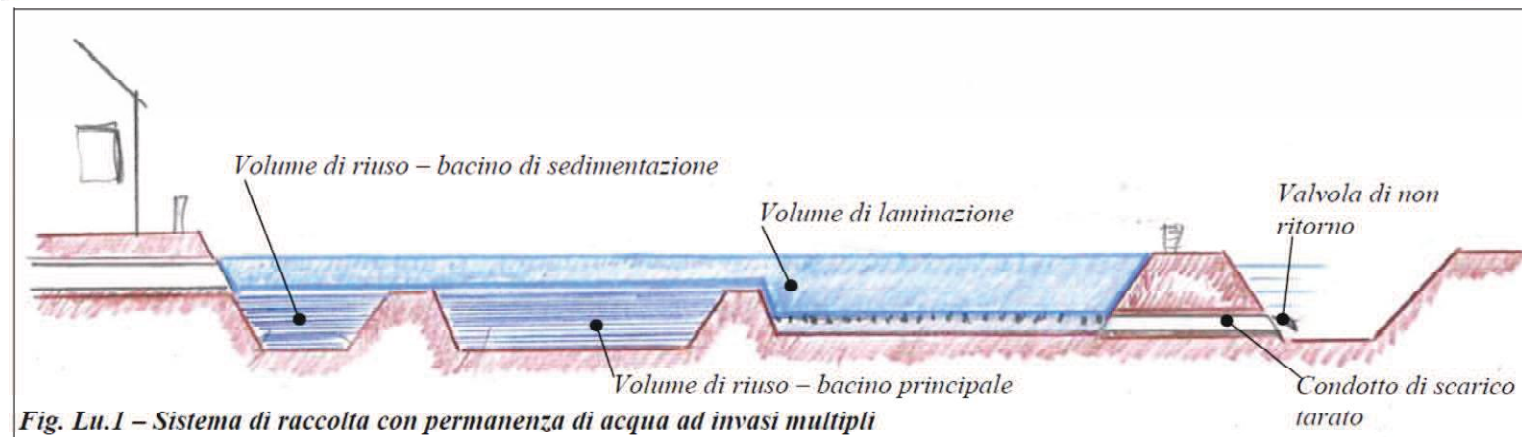


Fig. Lu.1 – Sistema di raccolta con permanenza di acqua ad invasi multipli

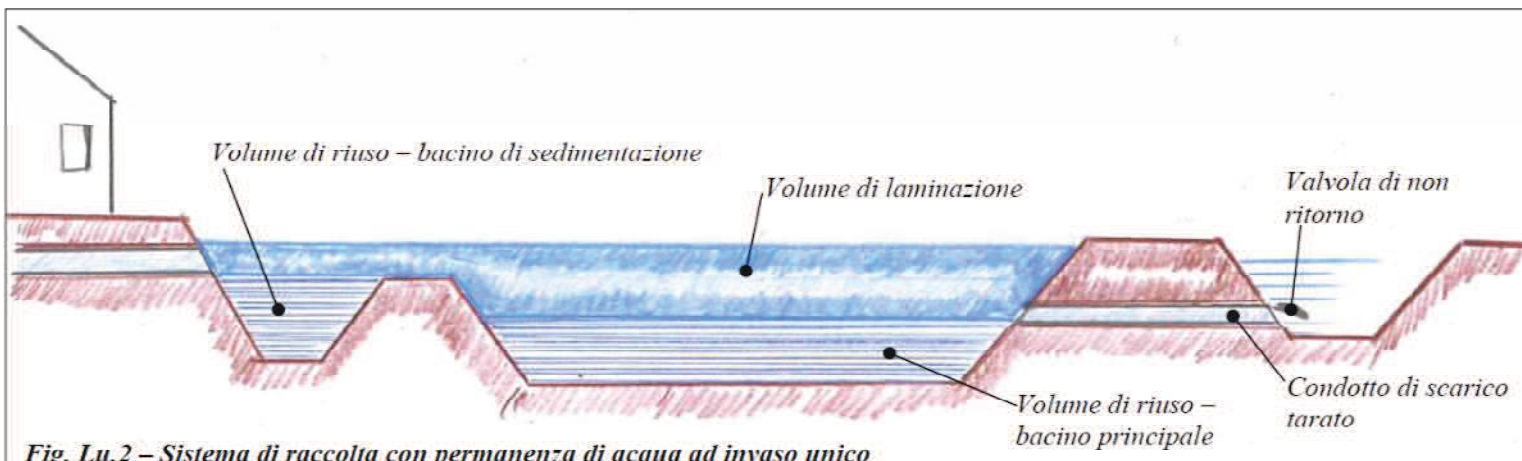
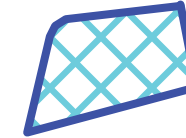


Fig. Lu.2 – Sistema di raccolta con permanenza di acqua ad invaso unico

LEGENDA:



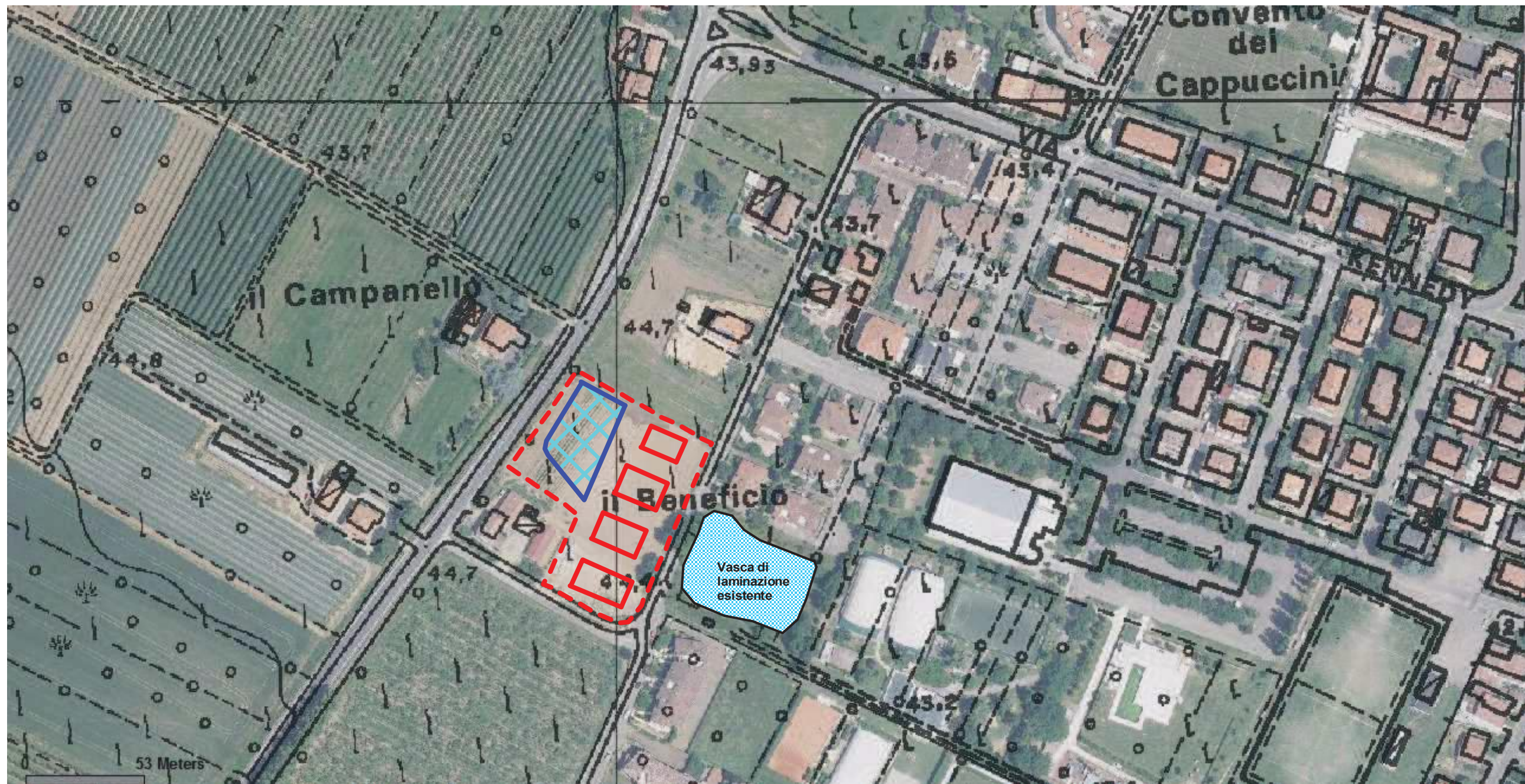
Lottizzazione in  
progetto



Vasca di laminazione  
in progetto

PLANIMETRIA  
C.T.R. +  
ORTOFOTO

Scala 1:2.000



# INVARIANZA IDRAULICA PLANIMETRIA DI PROGETTO

Scala 1:500

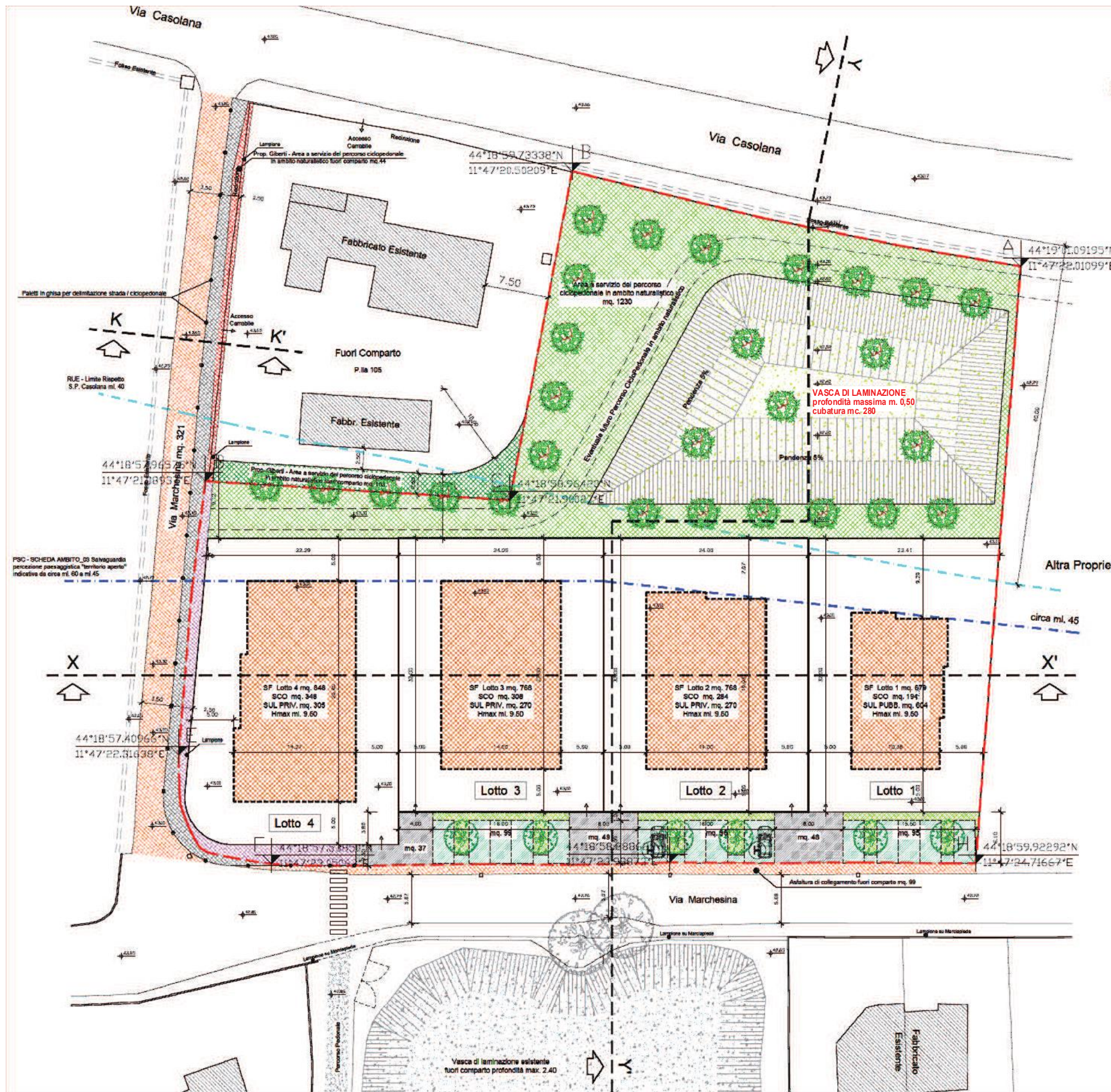
## CALCOLI QUANTITATIVI:

Area totale considerata mq. 6.041

Area trasformata in impermeabile mq. 3.775

Area trasformata rispetto all'agricola mq. 4.811

Area esterna demandata all'accumulo della cubatura idraulica calcolata: mq 1.036 (vasca laminazione)



## LEGENDA

	Perimetro COMPARTO mq. 6.041 (Ha 0.60.41)
	PSC - SCHEDA AMBITO_03 Salvaguardia percezione paesaggistica "territorio aperto" indicativa da circa ml. 60 a ml.45
	RUE - Limite di RISPETTO S.P. Casolana ml. 40
	Fabbricati Esistenti FUORI COMPARTO
	Area a servizio del PERCORSO CICLOPEDONALE in ambito naturalistico in PROGETTO mq. 1230
	Area a servizio del PERCORSO CICLOPEDONALE in ambito naturalistico in PROGETTO FUORI COMPARTO mq. 103
	PARCHEGGI ALBERATI in PROGETTO mq. 290
	Percorso CICLOPEDONALE ENTRO COMPARTO mq. 84
	Percorso CICLOPEDONALE FUORI COMPARTO mq. 139 + 44
	Sagoma Massimo Ingombro Fabbricati in PROGETTO con Destinazione RESIDENZIALE
	Piazzole di manovra di uso pubblico mq. 134
	Strada Via Marchesina FUORI COMPARTO mq 321. + Asfaltatura di collegamento mq. 99
	Sedime Vasca di Laminazione mq. 1036
	Sedime Vasca di Laminazione FUORI COMPARTO
	Quote Piano-Altmetriche riferita a S.L.M. di Progetto o Stato di Fatto se Invariata
	GeoLocalizzazione - Coordinate GPS vertice (A, B, C, ...)

Dott. ANDREATTA GIANCARLO  
GEOLOGO  
CASTELBOLOGNESE (Ra)