

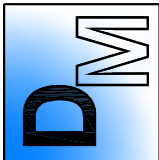
**DOTT. ING. DANILO MICHIELETTO**

Via Moglianese, 19 - 30037 Scorze (Ve)

Tel. 041 5840499 - Fax. 041 5849770 - mail: info@michielettostudio.it

C.F.: MCH DNL 04E12 F904K - P. IVA: 02529860278

Iscritto all'ordine degli ingegneri della provincia di Venezia al n° 2109



## COMUNE DI MARTELLAGO (VE)

Provincia di Venezia

Il proprietario

Ditta:



**CST LOGISTICA  
TRASPORTI SRL**

P.iva: 04032470272  
Via Moglianese 23/F  
30037 SCORZE' (VE)

Progetto:

### VARIANTE A PIANO DI LOTTIZZAZIONE INDUSTRIALE

**"CASTELLANA-VIA BOSCHI Z.T.O. D1 b/2"**

Approvato con D.C.C. n. 55 del 01-09-2008 - D.G.C. n. 262/2010  
Convenzione Rep. N.82798 del 07-09/2010

Comune di Martellago Fg. 1 Mapp. 83-84-86-87-178-220-230-278-279-284-442  
448-525-540-541-761-770-764-765-782-791-852-858-860-862

Il progettista

## ELABORATO ARCHITETTONICO

Elaborato:

RELAZIONE  
INVARIANZA IDRAULICA

Scala:

File:  
VARIANTE.dwg

Data:  
25/06/2020

Rif.:  
018-2020

Tavola:

**C**



R.	REVISIONE	APPROVAZIONE	R.	REVISIONE	APPROVAZIONE
00	14/12/2020	L.C.	14/12/2020	D.M.	
01	04/03/2021	L.C.	04/03/2021	D.M.	

Il presente disegno è di proprietà dello Studio Michieletto. Senza timbro e firma in originale non potrà essere utilizzato per la costruzione dell'oggetto rappresentato, nè venire comunicato a terzi o riprodotto. Lo Studio proprietario tutela i propri diritti a rigore di Legge.



**ING. DANILO MICHIELETTO**

Via Moglianese, 19 30037 Scorzè (VE)  
Tel. 041 5840499 - fax 041 5849770  
mail: info@michielettostudio.it - ingmic@pec.it  
http://www.michielettostudio.it

P.IVA: 02529860278 - C.F.: MCH DNL 64E12 F904K



## **Premessa**

Per l'intervento in oggetto, è già stato espresso parere favorevole con nota Prot. N. 1777/CB/DD del 04/04/2008. Con la presente variante sono state riviste le superfici permeabili/impermeabili in progetto con conseguente rielaborazione dei volumi compensativi necessari.

## **Relazione**

La presente Relazione Idrologica ed Idraulica riguarda l'analisi idrologica ed il dimensionamento idraulico delle opere per il collettamento e lo smaltimento delle acque meteoriche previste per la realizzazione nuova lottizzazione industriale denominata "Castellana-Via Boschi ZTO D1/b2" da realizzare lungo la S.R.515- var 2 e SR 245 Castellana a Martellago (VE)

Il presente progetto prevede la variante a piano di lottizzazione industriale denominato "Castellana-Via Boschi ZTO D1/b2" approvato con D.C.C. n° 55 del 01-09/2008 D.G.C. n° 262/2010 e Convenzione Urbanistica Rep. N° 82798 del 07-09/2010.

Successivamente, in data 29/04/2020, la ditta CST Trasporti Srl, legalmente rappresentata dal Sig. Scarpa Roberto, ha sottoscritto regolari contratti notarili preliminari registrati per l'acquisto di porzioni di terreno insistenti nell'area oggetto di realizzazione del piano di lottizzazione in oggetto.

Su tali atti, le ditte proprietarie, conferiscono alla ditta CST Trasporti Srl, mandato all'espletamento di pratiche edilizie (varianti, frazionamenti, cessioni aree, ecc...) inerenti il citato P.d.I. Boschi.

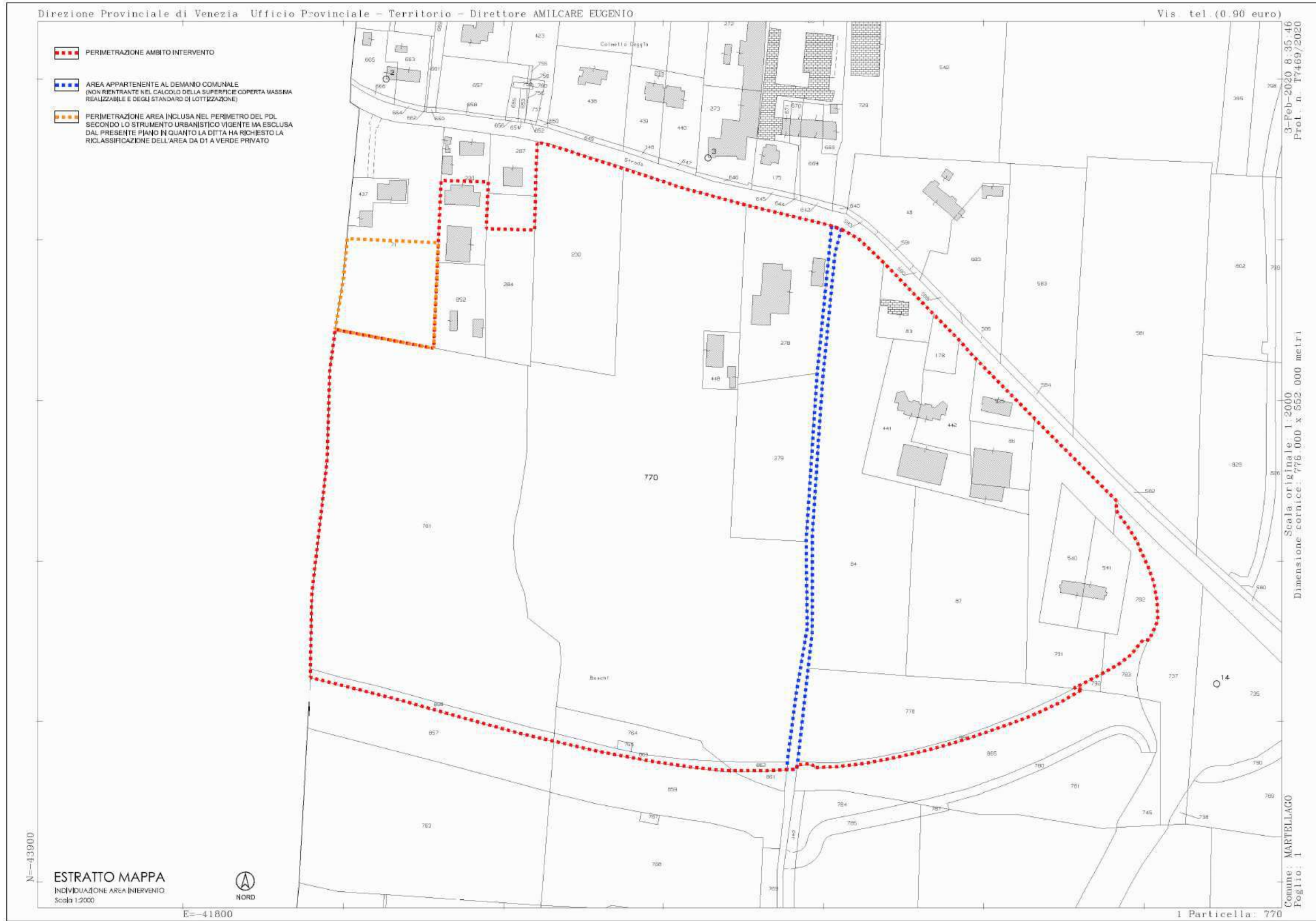
L'area in oggetto è classificata catastalmente in Comune di Martellago al Foglio 20, per una superficie considerata ai fini idrologici di 131.630 mq.



ING. DANILO MICHIELETTO

Via Moglianese, 19 30037 Scorzè (VE)  
Tel. 041 5840499 - fax 041 5849770  
mail: info@michielettostudio.it - ingmic@pec.it  
http://www.michielettostudio.it

P.IVA: 02529860278 - C.F.: MCH DNL 64E12 F904K

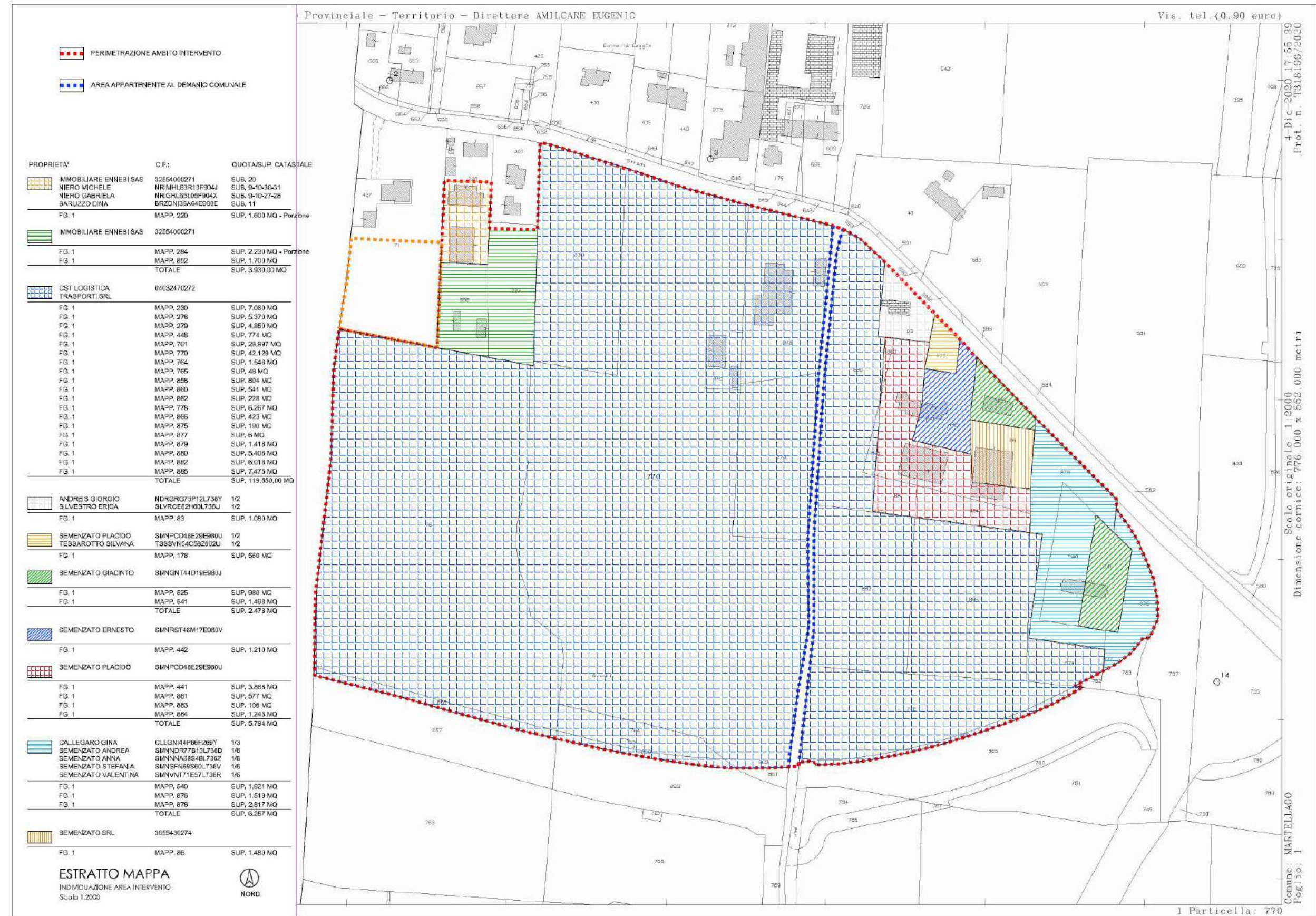




ING. DANILLO MICHIELETTI

Via Moglianese, 19 30037 Scorzà (VE)  
Tel. 041 5840499 - fax 041 5849770  
mail: info@michielettostudio.it - ingmic@pec.it  
http://www.michielettostudio.it

P.IVA: 02529860278 - C.F.: MCH DNL 64E12 F904K





**ING. DANILO MICHIELETTO**

Via Moglianese, 19 30037 Scorzè (VE)  
Tel. 041 5840499 - fax 041 5849770  
mail: [info@michielettostudio.it](mailto:info@michielettostudio.it) - [ingmic@pec.it](mailto:ingmic@pec.it)  
<http://www.michielettostudio.it>

P.IVA: 02529860278 - C.F.: MCH DNL 64E12 F904K

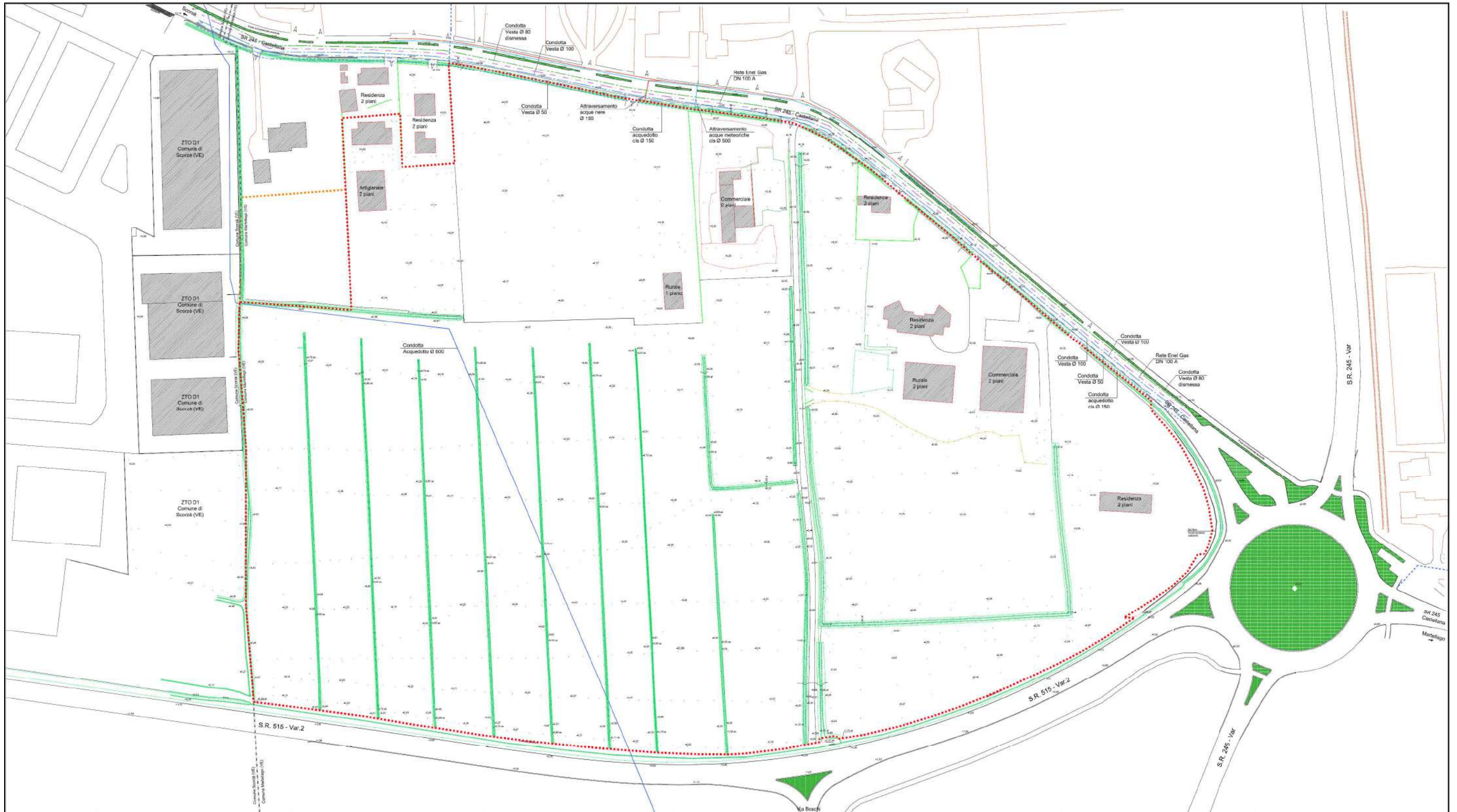


## **STATO DI FATTO**

Allo stato di fatto l'area oggetto d'intervento risulta essere in parte urbanizzata con la presenza di edifici residenziali, rurali, commerciali ed artigianali (lungo il alto nord dell'area a confine con la SR 245 "Castellana").

Parte di tali edifici saranno demoliti per l'attuazione del presente PDL.

Nella parte sud a confine con la Variante 2 alla SR 515, l'area è attualmente adibita a coltivazione di cereali.



Estratto Tav. 02



**ING. DANILO MICHIELETTO**

Via Moglianese, 19 30037 Scorzè (VE)  
Tel. 041 5840499 - fax 041 5849770  
mail: info@michielettostudio.it - ingmic@pec.it  
http://www.michielettostudio.it

P.IVA: 02529860278 - C.F.: MCH DNL 64E12 F904K



## **CONSISTENZA DELL'INTERVENTO IN PROGETTO**

Il progetto prevede una nuova redistribuzione delle aree a standard e dei lotti fondiari suddividendo sostanzialmente in 2 l'area oggetto d'intervento.

La prima a sud prospiciente la SR 515 – Var 2 dalla quale si avrà accesso, è caratterizzata da una fascia a verde alberato di circa 12.000 mq (dov'è prevista la realizzazione dei necessari bacini d'invaso) ed un'area a parcheggio autovetture ed autoarticolati di circa 11.000 mq.

Tale area, sarà a servizio del lotto 01 (lotto principale della lottizzazione) avente una superficie fondiaria di 73.125 mq con una superficie coperta massima assegnata di 45.000 mq e del lotto 04 avente superficie fondiaria di 6.788 mq con una superficie coperta massima assegnata di 3.670 mq (tale lotto ricade quasi per intero all'interno della fascia di 100 metri dalla SR 245).

La seconda a nord prospiciente la SR 245 dalla quale si avrà accesso, è caratterizzata da aree a verde alberato di circa 2.000 mq (dov'è prevista la realizzazione dei necessari bacini d'invaso) ed un'area a parcheggio autovetture di circa 4.000 mq.

Tale area, sarà a servizio del lotto 02 avente una superficie fondiaria di 4.998 mq con una superficie coperta massima assegnata di 2.160 mq e del lotto 03 avente superficie fondiaria di 11.526 mq con una superficie coperta massima assegnata di 4.723,80 mq (tale lotto ricade quasi per intero all'interno della fascia di 100 metri dalla SR 245).

Ad eccezione del lotto 04, già allacciato alle reti tecnologiche di servizio (enel, telecom, acquedotto, gas e fognature), i restanti lotti saranno alimentati attraverso al nuova strada di penetrazione in progetto dalla SR 245.

A seguito della realizzazione della nuova intersezione lungo la SR 245, si prevede la sistemazione del tratto interessato della SR 245 mediante l'allargamento della stessa al fine di ricavare le giuste corsie d'immissione e la realizzazione di un nuovo marciapiede rialzato a servizio delle residenze esistenti.



ING. DANILÒ MICHIELETTO

Via Moglianese, 19 30037 Scorzè (VE)  
Tel. 041 5840499 - fax 041 5849770  
mail: info@michielettostudio.it - ingmic@pec.it  
http://www.michielettostudio.it

P.IVA: 02529860278 - C.F.: MCH DNL 64E12 F904K



VERIFICA STANDARD - Scala 1:1000





ING. DANILLO MICHIELETTO

Via Moglianese, 19 30037 Scorzè (VE)  
Tel. 041 5840499 - fax 041 5849770  
mail: info@michielettostudio.it - ingmic@pec.it  
http://www.michielettostudio.it

P.IVA: 02529860278 - C.F.: MCH DNL 64E12 F904K



### **Verifica di compatibilità idraulica.**

La valutazione di compatibilità idraulica è stata redatta secondo i criteri stabiliti dalla D.G.R. 1322/2006 e s.m.i. imponendo un tempo di ritorno di 50 anni ed utilizzando le Curve di possibilità pluviometrica pubblicati dal Commissario Delegato per l’Emergenza (OPCM n. 3621/2007) .

Il dimensionamento di tali opere è stato svolto secondo le seguenti fasi:

#### 1) STUDIO IDROLOGICO PER LA DETERMINAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI DI PROGETTO

- a) si è effettuata l’analisi statistica delle precipitazioni interessanti le zone in esame con l’utilizzo delle curve di probabilità pluviometrica fornite dal Commissario straordinario con ordinanza 2. **Il Comune di Martellago rientra tra i Comuni elencati in tabella 8 dell’Ordinanza.**
- b) si sono determinati gli idrogrammi di progetto, a partire dall’equazione di possibilità pluviometrica.

#### 2) STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO DELLO STATO DI FATTO

- c) individuata l’area scolante afferente al collettore principale, si sono determinate le caratteristiche idrauliche, geomorfologiche ed idrogeologiche che hanno influenza sui deflussi;
- d) attraverso l’applicazione di un modello afflussi-deflussi si è determinato l’idrogramma di piena per il bacino scolante, a partire dal pluviogramma di progetto e dalle caratteristiche del bacino stesso, assumendo come portata massima scaricata nel ricettore finale la portata ammissibile sopra detta;

#### 3) STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO DELLO STATO DI PROGETTO

- e) si è individuata l’area scolante afferente all’intero sistema fognario di progetto relativo alla lottizzazione e di cui si sono determinate le caratteristiche idrauliche, geomorfologiche ed idrogeologiche che influenzano i deflussi;
- f) attraverso l’applicazione del modello afflussi-deflussi si è determinato l’idrogramma di piena per il bacino scolante, a partire dal pluviogramma di progetto e dalle caratteristiche del bacino stesso;
- g) si è formulata un’ipotesi di progetto del manufatto di controllo delle portate e delle condotte fognarie;

Infine sono state indagate le condizioni di deflusso della rete di fognatura bianca progettata verso il ricettore finale, valutando gli eventuali interventi necessari a garantire il deflusso in sicurezza delle acque e quelli riguardanti il ripristino della funzionalità idraulica della rete scolante preesistente alla lottizzazione.



ING. DANILLO MICHIELETTO

Via Moglianese, 19 30037 Scorzè (VE)  
Tel. 041 5840499 - fax 041 5849770  
mail: info@michielettostudio.it - ingmic@pec.it  
http://www.michielettostudio.it

P.IVA: 02529860278 - C.F.: MCH DNL 64E12 F904K



---

## 1. ANALISI IDROLOGICA E CARATTERISTICHE PLUVIOMETRICHE

---

Per poter operare una quantificazione degli eventi meteorici che risultano critici ai fini delle opere in progetto si è condotta l'elaborazione statistica dei dati di precipitazione di durata superiore all'ora, misurati nelle stazioni pluviometriche più vicine in cui siano state registrate precipitazioni intense.

L'equazione di possibilità pluviometrica per il luogo e l'evento di interesse è stata definita considerando per il Comune di Martellago la possibilità pluviometrica della **zona nord-orientale**.

Il modello afflussi-deflussi utilizzato per il progetto e la verifica in oggetto si basa sulla simulazione di un evento di piena conseguente ad una precipitazione assunta come la più pericolosa tra quelle di una data frequenza o tempo di ritorno.

Affinché l'intera area del bacino delineato contribuisca alla generazione delle portate si stima necessario un tempo di precipitazione relativi agli scrosci di pioggia, sia per la carenza degli stessi a formare una serie storica significativa.

La scelta del tempo di ritorno di progetto più gravoso è quello di 50 anni; si è scelto di considerare anche quello relativo ai 20 anni.

Alla luce delle considerazioni svolte risultano univocamente determinati i due pluviogrammi di progetto generanti, gli idrogrammi di piena delle portate con cui si è eseguita la verifica idraulica del sistema di collettamento in esame.

## 2. DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI AFFLUSSO MEDIO DELL'AREA

Nella tabella seguente si riporta la suddivisione delle aree considerate in base alla tipologia della stesse ed alla loro destinazione d'uso

Tipologia superficie	Area [m <sup>2</sup> ]	
Tetti, terrazze, pavimentazioni in asfalto.	<b>100.519,00</b>	
Percorsi in betonelle Parcheggi in betonelle tipo Dreno-pav e pavimentazione in ghiaio	<b>1.346,00</b>	
Superficie non battute, parchi, boschi, giardini, terre coltivate	<b>29.765,00</b>	
<b>Sup. Totale</b>	<b>131.630,00</b>	

Nella tabella seguente si riporta il calcolo del valore medio calcolato del coefficiente di afflusso:

### COMUNE di Martellago (Venezia)

FATTORE DI PERMEABILITA'

Zona n. 4 zona nord-orientale

coeff. di afflusso

$\varphi_m$  0,74

Tipologia superficie	Area [m <sup>2</sup> ]	Coeff. di afflusso $\varphi$		
Tetti, terrazze, pavimentazioni in asfalto	100.519,00	0,90		
Parcheggi in betonelle tipo drenopav e ghiaio e percorsi permeabili lotti;	1.346,00	0,75		
Superficie non battute, parchi, boschi, giardini, terre coltivate	29.765,00	0,20		
<b>Sup. Totale</b>	<b>131.630,00</b>	<b><math>\varphi_m = 0,74</math></b>		

Si sono, quindi, individuati, con riferimento al coefficiente di afflusso medio e relativamente al tempo di ritorno considerato, i volumi di pioggia generati dagli eventi caratteristici e i volumi che sarà necessario invasare, stimati come differenza di quelli affluenti ai punti di recapito rispetto alla portata massima che potrà essere scaricata.

Le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento a tre variabili per sottoaree omogenee (zona interna nord-orientale) indicate dal Commissario per l'Emergenza (OPCM 3621 del 18/10/2007) al paragrafo 4.1.4. sono di seguito riportate.

#### 4.1.4 Zona nord-orientale

Stazioni: Breda di Piave (BP), Ponte di Piave (PT), Noventa di Piave (NP), Villorba (VB), Roncade (RC), Eraclea (ER), Zero Branco (ZB), Castelfranco Veneto (CF)

Grandezze indice:

Durata (min)	5	10	15	30	45	60	180	360	720	1440
h	10.142	16.821	21.371	28.725	32.581	34.707	44.203	51.755	60.646	75.789

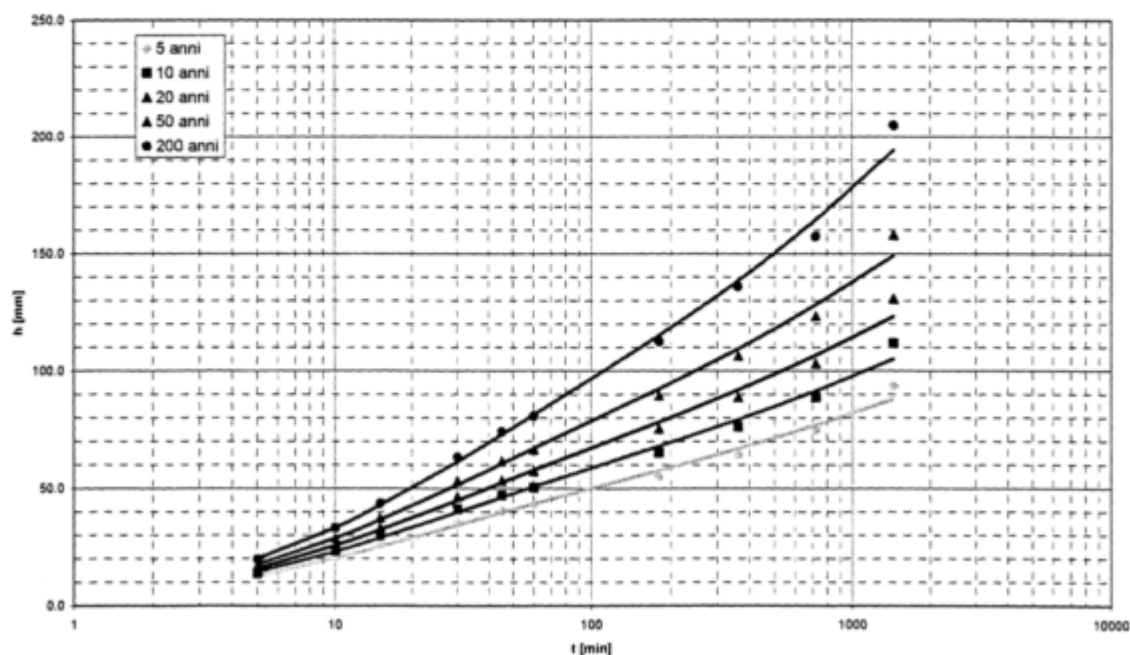
Valori attesi di precipitazione:

T (anni)	durata (min)									
	5	10	15	30	45	60	180	360	720	1440
2	9.8	16.2	20.5	27.2	30.7	32.6	40.9	47.6	55.8	69.3
5	12.3	20.6	26.3	35.7	40.5	43.1	55.1	64.3	75.0	93.8
10	13.9	23.3	29.9	41.2	47.1	50.3	65.2	76.4	88.9	111.9
20	15.4	25.8	33.3	46.4	53.4	57.3	75.4	88.9	103.2	130.9
30	16.2	27.2	35.2	49.5	57.0	61.4	81.6	96.5	112.0	142.6
50	17.2	28.9	37.6	53.2	61.6	66.5	89.5	106.5	123.4	158.1
100	18.5	31.1	40.6	58.2	67.9	73.6	100.8	120.7	139.9	180.5
200	19.7	33.1	43.6	63.2	74.2	80.8	112.6	136.0	157.4	204.9

Parametri della curva segnalatrice:

T	a	b	c
2	17.6	8.7	0.819
5	23.1	9.8	0.816
10	26.5	10.4	0.810
20	29.4	10.9	0.802
30	30.9	11.3	0.797
50	32.7	11.6	0.790
100	34.9	12.2	0.781
200	36.9	12.7	0.771

Curve segnalatrici a 3 parametri



### 3. DETERMINAZIONE DEL VOLUME DI PIENA - METODO PIOGGE

Date le curve di probabilità pluviometrica sopra indicate, si calcola il seguente volume di piena sia per il periodo di ritorno T=20 anni che T=50 anni:

#### Idrogramma di piena T=20

$$h = \frac{a}{(t+b)^c} t$$

LUOGO: Martellago (Venezia)

Area: 131630 m<sup>2</sup>

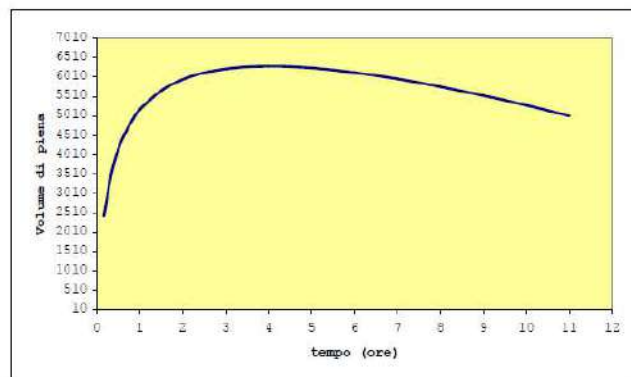
coeff.deflusso medio 0,74

portata bacino ammissibile 131,63 l/s

4	T	a	b	c
	20	29,4	10,9	0,802

zona nord-orientale  
(pari a 10 l/s/ettaro)

tempo [min]	tempo [ore]	h [mm]	Volume pioggia [m <sup>3</sup> /t]	Volume smaltito [m <sup>3</sup> /t]	MAX Volume di PIENA [m <sup>3</sup> ]	MAX [m <sup>3</sup> ]
10	0,167	25,68	2501,96	78,98	2422,98	
20	0,333	37,53	3656,97	157,96	3499,02	
30	0,500	44,96	4300,84	236,93	4143,91	
40	0,667	50,31	4901,29	315,91	4505,38	
50	0,833	54,46	5305,73	394,88	4910,84	
60	1,000	57,85	5636,00	473,87	5162,14	
90	1,500	65,38	6370,30	710,80	5659,50	
120	2,000	70,75	6893,41	947,74	5945,67	
150	2,500	74,95	7302,50	1184,67	6117,83	
180	3,000	78,42	7640,19	1421,60	6218,59	
210	3,500	81,38	7928,89	1658,54	6270,36	
240	4,000	83,98	8181,82	1895,47	6286,35	
270	4,500	86,29	8407,44	2132,41	6275,03	
300	5,000	88,39	8611,48	2369,34	6242,14	
330	5,500	90,30	8798,03	2606,27	6181,75	
360	6,000	92,07	8970,09	2843,21	6126,88	
390	6,500	93,71	9129,94	3080,14	6049,80	
420	7,000	95,24	9275,35	3317,08	5962,27	
450	7,500	96,68	9416,72	3554,01	5865,71	
480	8,000	98,04	9552,19	3790,94	5761,25	
510	8,500	99,33	9677,69	4027,89	5649,81	
540	9,000	100,55	9796,97	4264,81	5532,16	
570	9,500	101,72	9910,69	4501,75	5408,94	
600	10,000	102,84	10019,39	4738,68	5280,71	
630	10,500	103,91	10123,55	4975,61	5147,94	
660	11,000	104,93	10223,87	5212,55	5011,02	



#### Idrogramma di piena T=50

$$h = \frac{a}{(t+b)^c} t$$

LUOGO: Martellago (Venezia)

Area: 131630 m<sup>2</sup>

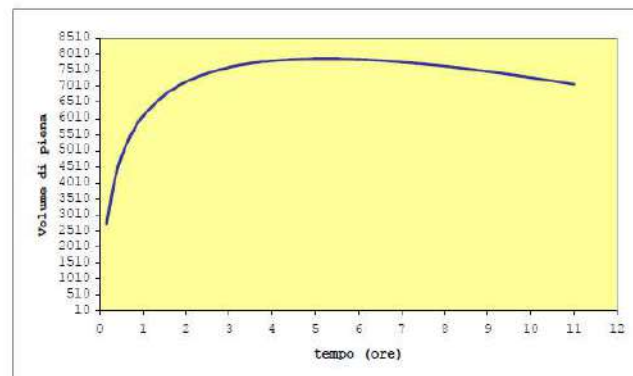
Coeff.deflusso medio 0,74

portata bacino ammissibile 131,63 l/s

4	T	a	b	c
	50	32,7	11,6	0,750

zona nord-orientale  
(pari a 10 l/s/ettaro)

tempo [min]	tempo [ore]	h [mm]	Volume pioggia [m <sup>3</sup> /t]	Volume smaltito [m <sup>3</sup> /t]	MAX Volume di PIENA [m <sup>3</sup> ]	MAX [m <sup>3</sup> ]
10	0,167	28,86	2812,03	78,98	2733,05	
20	0,333	42,74	4164,05	157,96	4006,09	
30	0,500	51,59	5036,62	236,93	4789,69	
40	0,667	58,02	5653,34	315,91	5337,43	
50	0,833	63,06	6143,04	394,88	5748,16	
60	1,000	67,19	6546,49	473,87	6072,62	
90	1,500	76,44	7447,92	710,80	6737,12	
120	2,000	83,08	8094,83	947,74	7147,09	
150	2,500	88,30	8603,22	1184,67	7418,55	
180	3,000	92,62	9024,41	1421,60	7602,80	
210	3,500	96,33	9385,51	1658,54	7726,97	
240	4,000	99,59	9702,61	1895,47	7807,14	
270	4,500	102,49	9986,02	2132,41	7853,62	
300	5,000	105,13	10242,78	2369,34	7873,44	
330	5,500	107,54	10477,88	2606,27	7871,61	
360	6,000	109,77	10695,01	2843,21	7851,81	
390	6,500	111,84	10896,99	3080,14	7816,84	
420	7,000	113,78	11085,97	3317,08	7768,89	
450	7,500	115,61	11263,70	3554,01	7709,69	
480	8,000	117,33	11431,59	3790,94	7640,64	
510	8,500	118,97	11590,77	4027,89	7562,89	
540	9,000	120,52	11742,19	4264,81	7477,38	
570	9,500	122,00	11886,67	4501,75	7384,93	
600	10,000	123,42	12024,89	4738,68	7286,20	
630	10,500	124,78	12157,39	4975,61	7181,78	
660	11,000	126,09	12284,72	5212,55	7072,17	



La situazione più gravosa, come facilmente prevedibile, si ottiene, nel caso corrispondente alle precipitazioni orarie con tempi di ritorno cinquantennali (Tr=50 anni).



**ING. DANILLO MICHIELETTO**

Via Moglianese, 19 30037 Scorzè (VE)  
Tel. 041 5840499 - fax 041 5849770  
mail: info@michielettostudio.it - ingmic@pec.it  
http://www.michielettostudio.it

P.IVA: 02529860278 - C.F.: MCH DNL 64E12 F904K



#### 4. VERIFICA INVASO DI RETE - METODO PIOGGE

Il metodo stima il volume d'invaso necessario per garantire l'invarianza idraulica.

La valutazione del volume di invaso si basa sulla curva di possibilità pluviometrica, sulle caratteristiche di permeabilità della superficie drenante e sulla portata massima, supposta costante, imposta in uscita dal sistema

##### Capacità invaso tubazioni ed area sommersibile

tubi	area	area riemp.	lunghezza	mc	altezza massimo riempimento [cm]	grado di riempimento
ø500	0,196	0,1767	<b>168,5</b>	29,78	<b>45</b>	<b>90%</b>
ø800	0,503	0,4398	<b>1662</b>	730,99	<b>70</b>	<b>88%</b>
ø1000	0,785	0,6480	<b>485</b>	314,26	<b>82,5</b>	<b>83%</b>
pozzetti					altezza max riempimento	=
100	0,450	-1° x 0,45	<b>3</b>	1,35	<b>45</b>	
120	1,008	-1,2° x 0,7	<b>43</b>	43,34	<b>70</b>	
150	1,856	-1,5° x 0,825	<b>14</b>	25,99	<b>82,5</b>	
200	3,300	-2° x 0,825	<b>1</b>	3,30	<b>82,5</b>	
200	3,300	-2° x 0,825 [laminazione]	<b>1</b>	3,30	<b>82,5</b>	
				volume totale d'invaso:	1152,30 m <sup>3</sup>	

Volume da ricavare all'interno dei lotti privati	mc	900,00
--	----	--------

Area invaso naturale sommersibile di progetto	mq	7200,0
Altezza tirante liquido media	m	0,88
Area invaso naturale sommersibile di progetto	mq	1700,0
Altezza tirante liquido media	m	0,50

Volume invaso naturale sommersibile di progetto **7186,0 m<sup>3</sup>**

	piogge	invaso
Invaso totale di progetto Itot	8338,3 m <sup>3</sup>	9238,3 m <sup>3</sup>
Volume max di piena T = 50 anni ΔQ	7873,44 m <sup>3</sup>	8906,09 m <sup>3</sup>
	<b>464,9 m<sup>3</sup></b>	<b>332,2 m<sup>3</sup></b>

**Itot > ΔQ quindi INVASO SUFFICIENTE**

Volume max di piena T=20 anni ΔQ	6286,35 m <sup>3</sup>	Verificato T = 20
Volume max di piena T=50 anni ΔQ	7873,44 m <sup>3</sup>	Verificato T = 50

volume di riferimento zona artigianale/industriale	500m <sup>3</sup> /ha =	6581,5 m <sup>3</sup>
volume di riferimento zona residenziale	300m <sup>3</sup> /ha =	3948,9 m <sup>3</sup>

## 5. VERIFICA INVASO DI RETE - METODO DELL'INVASO

Il metodo consiste nella determinazione del volume di invaso specifico  $v_0$  dell'area oggetto d'intervento al fine di individuare il volume complessivo d'invaso da realizzare. Si considera che operano attivamente come invaso utile tutti i volumi a monte del recapito, compreso l'invaso proprio dei collettori della rete di drenaggio ed i piccoli invasi. Secondo le indicazioni delle Linee guida suddette si considera che per il velo idrico si può assumere un valore compreso tra 10 e 25 m<sup>3</sup>/ha, (attribuendo il valore maggiore alle superfici irregolari ed a debole pendenza) e che il volume attribuibile alle caditoie ecc. può variare tra 10 e 35 m<sup>3</sup>/ha.

Secondo le indicazioni delle Linee guida suddette si considera la tabella relativa al metodo dell'invaso per **la zona interna nord-orientale** considerando un coeff. di afflusso pari 0,74 e un coefficiente udometrico imposto allo scarico pari a 10 l/s ha.

Zona nord-orientale - Tr = 50 anni			Comuni: Breda di Piave, Carbonera, Castelfranco Veneto, Fossalta di Piave, Jesolo, Martellago, Meolo, Monaster di Treviso, Musile di Piave, Preganziol, Quinto di Treviso, Roncade, Salzano, San Biagio di Callalta, Scorzè, Silea, Treviso, Veduggio, Zenson di Piave, Zero Branco.											
a	32,7	[mm min <sup>-1</sup> ]												
b	11,6	[min]												
c	0,79	[-]												
Esponente della scala delle portate $\alpha$			1											
VOLUME DI INVASO SPECIFICO [m <sup>3</sup> /ha] NECESSARIO PER OTTENERE L'INVARIANZA IDRAULICA														
f	Coefficiente udometrico imposto allo scarico [l/s.ha]													
	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20			
0,1	106	86	69	59	52	47	43	39	36	33	30			
0,15	178	146	118	103	93	85	78	73	68	64	60			
0,2	257	212	173	152	138	127	118	111	104	99	94			
0,25	341	282	231	204	186	172	161	152	144	137	131			
0,3	430	356	292	259	237	220	207	195	186	177	170			
0,35	523	433	357	317	290	270	254	241	230	220	211			
0,4	619	513	423	377	346	322	304	289	275	264	254			
0,45	719	596	492	439	403	376	355	338	323	310	298			
0,5	822	682	563	502	462	432	408	389	372	357	344			
0,55	927	760	636	568	523	489	463	441	422	406	392			
0,6	1.035	859	711	635	585	548	518	494	474	456	440			
0,65	1.146	951	788	704	648	608	575	549	526	507	490			
0,7	1.259	1.045	866	774	713	669	634	605	580	559	540			
0,75	1.374	1.141	945	845	779	731	693	662	635	612	592			
0,8	1.491	1.238	1.026	918	847	794	753	720	691	666	645			
0,85	1.610	1.337	1.109	992	915	859	815	779	748	722	698			
0,9	1.731	1.438	1.192	1.067	985	924	877	838	806	777	753			
0,95	1.853	1.540	1.277	1.143	1.055	991	940	899	864	834	808			
1	1.978	1.643	1.363	1.220	1.127	1.058	1.005	961	924	892	864			

Interpolando i valori di tabella si ottiene un volume di invaso specifico pari a 718,60 [m<sup>3</sup>/ha] che depurato col valore del volume corrispondente ai piccoli invasi pari a 42 [m<sup>3</sup>/ha] si ottiene un volume specifico pari a 676,60 [m<sup>3</sup>/ha] cioè un invaso minimo pari a 8.906,09 m<sup>3</sup>. Come evidenziato nella tabella seguente tale invaso viene garantito.



# ING. DANILÒ MICHIELETTO

Via Moglianese, 19 30037 Scorzè (VE)  
 Tel. 041 5840499 - fax 041 5849770  
 mail: info@michielettostudio.it - ingmic@pec.it  
 http://www.michielettostudio.it

P.IVA: 02529860278 - C.F.: MCH DNL 64E12 F904K



## Capacità invaso tubazioni ed area sommersibile

tubi	area	area riemp.	lunghezza	mc	altezza massimo riempimento [cm]	grado di riempimento
ø500	0,196	0,1767	<b>168,5</b>	29,78	<b>45</b>	<b>90%</b>
ø800	0,503	0,4398	<b>1662</b>	730,99	<b>70</b>	<b>88%</b>
ø1000	0,785	0,6480	<b>485</b>	314,26	<b>82,5</b>	<b>83%</b>
pozzetti					altezza max riempimento [m]	
100	0,450	-1° x 0,45	<b>3</b>	1,35	<b>45</b>	
120	1,008	-1,2° x 0,7	<b>43</b>	43,34	<b>70</b>	
150	1,856	-1,5° x 0,825	<b>14</b>	25,99	<b>82,5</b>	
200	3,300	-2° x 0,825	<b>1</b>	3,30	<b>82,5</b>	
200	3,300	-2° x 0,825 [laminatione]	<b>1</b>	3,30	<b>82,5</b>	
volumi totale d'invaso:				1152,30 m <sup>3</sup>		

Volume da ricavare all'interno dei lotti privati	mc	900,00
--	----	--------

Area invaso naturale sommersibile di progetto	mq	7200,0
Altezza tirante liquido media	m	0,88
Area invaso naturale sommersibile di progetto	mq	1700,0
Altezza tirante liquido media	m	0,50

Volume invaso naturale sommersibile di progetto **7186,0 m<sup>3</sup>**

	piogge	invaso
Invaso totale di progetto Itot	8338,3 m <sup>3</sup>	9238,3 m <sup>3</sup>
Volume max di piena <b>T = 50 anni</b> ΔQ	7873,44 m <sup>3</sup>	8906,09 m <sup>3</sup>
	<b>464,9 m<sup>3</sup></b>	<b>332,2 m<sup>3</sup></b>

**Itot > ΔQ quindi INVASO SUFFICIENTE**

Volume max di piena T=20 anni ΔQ	6286,35 m <sup>3</sup>	Verificato T = 20
Volume max di piena T=50 anni ΔQ	7873,44 m <sup>3</sup>	Verificato T = 50

volume di riferimento zona artigianale/industriale	500m <sup>3</sup> /ha =	6581,5 m <sup>3</sup>
volume di riferimento zona residenziale	300m <sup>3</sup> /ha =	3948,9 m <sup>3</sup>



## 6. DIMENSIONAMENTO MANUFATTO DI SCARICO

### 6.1. Dimensionamento foro di laminazione

In corrispondenza della sezione terminale della rete del lotto viene posto in opera n. 1 pozzetto di laminazione, al cui interno viene realizzato un setto trasversale in acciaio sorretto da setti in calcestruzzo avente una luce di fondo circolare posta a quota media - 2.35 m, dimensionata sulla portata ordinaria, e una quota di sfioro pari a -1.45 m, al di sopra della quale il sistema funzionerà a stramazzo.

Tale pozzetto quindi, grazie alla luce di fondo di ridotte dimensioni accoppiata al funzionamento "a stramazzo", che interviene quando il grado di riempimento della rete dovesse superare un limite definito, garantisce gli obiettivi richiesti unicamente ad un corretto grado di sicurezza di tutto il sistema.

Come descritto in precedenza, sia in accordo con le indicazioni del Consorzio di Bonifica Acque Risorgive, sia in riferimento alle indicazioni contenute nel Piano delle Acque del Comune di Martellago, si evidenzia la richiesta di avviare allo scarico una portata non superiore a 10,00 l/s\*ha. La dimensione del foro della luce a battente è stata calcolata mediante le equazioni della foronomia  $Q = c_c \cdot A \cdot \sqrt{2gh}$  attribuendo al coefficiente di contrazione  $c_c$  un valore pari a 0,55.

Il diametro risultante dall'equazione, al fine di è pari a 28 cm, valore limite al fine di scaricare la massima portata consentita (pari a 131.63 l/s); nel progetto verrà adottata una luce di 25 cm, in grado di scaricare una portata stimata pari a 114.70 l/s a fronte di un carico idraulico di 90 cm.

DIMENSIONAMENTO FORO LAMINAZIONE	
Diametro foro circolare	0.25 m
Area	0.049 mq
Carico idraulico massimo	0.90 m
Cc	0.55
Portata effluente	114.70 l/s
Portata specifica	8.71 l/s*ha < 10 l/s*ha

## 6.2. Dimensionamento stramazzo di sfioro

Nel caso in cui si verifichi un evento meteorico di forte intensità e breve durata a fronte di un parziale o totale riempimento della rete di invaso (per un precedente evento meteorico tale da limitare la capacità d'invaso o per un'occlusione del foro di scarico), la portata raccolta verrà scaricata mediante lo sfioro di emergenza della soglia mediante stramazzo in parete sottile.

Per l'intervento in oggetto, il cui tempo di corrivazione è stato valutato pari a circa 30 minuti, la portata di progetto di una precipitazione breve e intensa avente TR=50 anni è pari a circa 800 l/s; tale valore è stato stimato mediante modellazione matematica come di seguito descritto e tiene conto dell'azione di riduzione dei picchi di portata dovuta alla conformazione di progetto della rete, comprensiva della posizione e della grandezza dei bacini di invaso.

Lo stramazzo di sfioro risulta pertanto dimensionato come segue:

DIMENSIONAMENTO STRAMAZZO DI SFIORO (funzionamento anche del foro di laminazione)	
Lunghezza stramazzo di sfioro	2.50 m
Carico idraulico massimo	0.15 m
Cc	0.62
Cq	2/3 Cc = 0.41
Portata scaricata dallo stramazzo	711.98 l/s
Portata scaricata dal foro di laminazione	124.10 l/s
Portata scaricata complessivamente	835.08 l/s

Nel caso di malfunzionamento dello scarico al fondo (p.e. il foro circolare di scarico di diametro 0.25 m sia ostruito), il tirante idraulico tale da generare una portata di scarico pari a circa 820 l/s risulta pari a 0.18 m.

## 6.3. Dimensionamento condotta di scarico

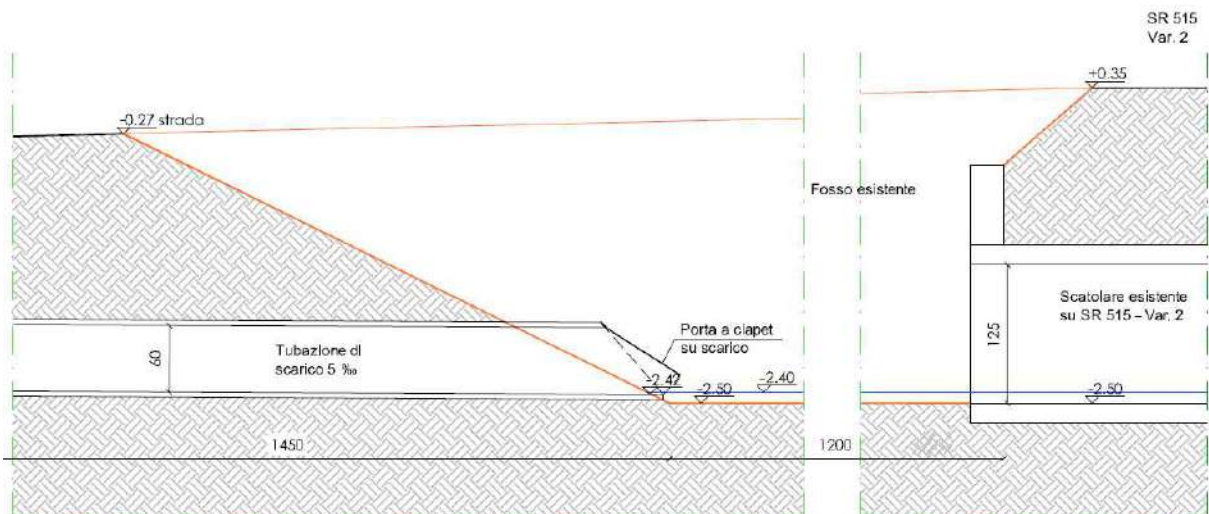
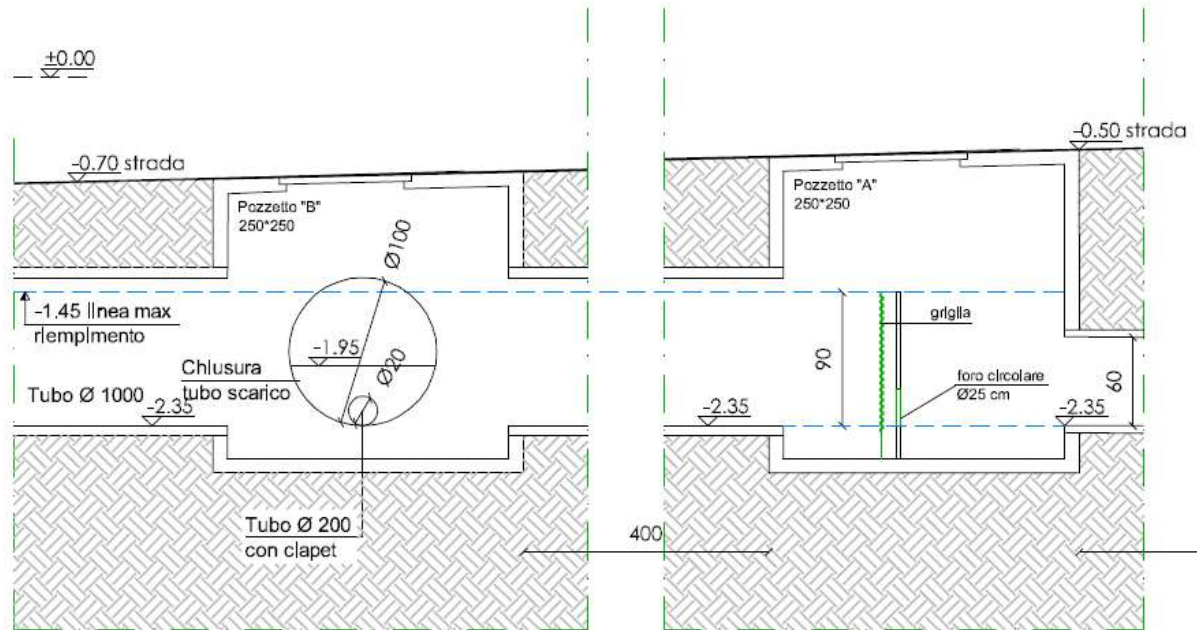
A valle del manufatto di laminazione si prevede la posta di una condotta di scarico di diametro pari a Ø60 cm e pendenza pari a 0.5%, in grado di scaricare la portata emergenziale prevista prevedendo un breve scarico in pressione delle portate, aumentando il carico idraulico di monte entro, comunque, a valori contenuti rispetto ai piani campagna di progetto ed esistenti.



# ING. DANILO MICHIELETTO

Via Moglianese, 19 30037 Scorzè (VE)  
Tel. 041 5840499 - fax 041 5849770  
mail: info@michielettostudio.it - ingmic@pec.it  
http://www.michielettostudio.it

P.IVA: 02529860278 - C.F.: MCH DNL 64E12 F904K



## 7. CALCOLO VOLUME PRESUNTO NECESSARIO PER L'INVARIANZA IDRAULICA DA REALIZZARE SU LOTTI PRIVATI 02-03-04

### Lotto privato 02:

Area lotto: 4.998 mq di cui:

- Area Impermeabile: 4.198 mq
- Area Verde: 800 mq

Quota fondo tubo di scarico derivante da rete PDL in progetto : - 2.00 m

Quota massimo riempimento : - 1.45 m (riemp. 55 cm)

COMUNE di Martellago (Venezia)		LOTTO PRIVATO 02				
FATTORE DI PERMEABILITA'		Zona n.	4 zona nord-orientale			
coeff. di afflusso	$\phi_m = 0,78$					
Tipologia superficie	Area [m <sup>2</sup> ]	Coeff. di afflusso $\phi$				
Tetti, terrazze, pavimentazioni in asfalto	4.198,00	0,90				
Parcheggi in betonelle tipo drenopav e ghiaio e percorsi permeabili lotti;	0,00	0,75				
Superficie non battute, parchi, boschi, giardini, terre coltivate	800,00	0,20				
<b>Sup. Totale</b>	<b>4.998,00</b>	<b><math>\phi_m = 0,78</math></b>				
Volume max di piena T = 50 anni $\Delta Q$		piogge 319,19 m <sup>3</sup>	invaso 363,25 m <sup>3</sup>			
COSI' SUDDIVISO:						
- DA REPERIRE ALL'INTENO DEL LOTTO:		250,00 m <sup>3</sup>				
- MESSO A DISPOSIZIONE DA RETE PDL:		113,25 m <sup>3</sup>				
MODALITA' REPERIMENTO VOLUME D'INVASO PREVISTO ALL'INTERNO DEL LOTTO (NON VINCOLANTE)						
tubi	area	area riemp.	lunghezza	mc	altezza massimo riempimento [cm]	grado di riempimento
$\phi 800$	0,503	0,3443	680	234,14	55	69%
pozzetti					altezza max riempimento cm	
120	0,789	-1,2 <sup>2</sup> x 0,548	22	17,36	55	
volume totale d'invaso:				251,50 m <sup>3</sup>		

**Lotto privato 03:**

Area lotto: 11.526 mq di cui:

- Area Impermeabile: 9.526 mq
- Area Verde: 2.000 mq

Quota fondo tubo di scarico derivante da rete PDL in progetto : - 2.00 m

Quota massimo riempimento : - 1.45 m (riemp. 55 cm)

**COMUNE di Martellago (Venezia)** **LOTTO PRIVATO 03**

**FATTORE DI PERMEABILITA'** Zona n. **4** zona nord-orientale

**coeff. di afflusso**  $\phi_m$ : **0,78**

Tipologia superficie	Area [m <sup>2</sup> ]	Coeff. di afflusso $\phi$		
Tetti, terrazze, pavimentazioni in asfalto	9.526,00	0,90		
Parcheggi in betonelle tipo drenopav e ghiaio e percorsi permeabili lotti;	0,00	0,75		
Superficie non battute, parchi, boschi, giardini, terre coltivate	2.000,00	0,20		
<b>Sup. Totale</b>	<b>11.526,00</b>	<b><math>\phi_m = 0,78</math></b>		

Volume max di piena **T = 50 anni**  $\Delta Q$  piogge 736,81 m<sup>3</sup> invaso 837,71 m<sup>3</sup>

**COSI' SUDDIVISO:**

- DA REPERIRE ALL'INTENO DEL LOTTO: **350,00 m<sup>3</sup>**
- MESSO A DISPOSIZIONE DA RETE PDL: **487,71 m<sup>3</sup>**

**MODALITA' REPERIMENTO VOLUME D'INVASO PREVISTO ALL'INTERNO DEL LOTTO (NON VINCOLANTE)**

	tubi	area	area riemp.	lunghezza	mc	altezza massimo riempimento (cm)	grado di riempimento
	ø800	0,503	0,3443	<b>980</b>	337,43	<b>55</b>	<b>69%</b>
	pozzetti					altezza max riempimento cm	
	120	0,789	-1,27 x 0,548	<b>24</b>	18,94	<b>55</b>	
volume totale d'invaso:					356,37 m <sup>3</sup>		

**Lotto privato 04:**

Area lotto: 6.788 mq di cui:

- Area Impermeabile: 5.588 mq
- Area Verde: 1.200 mq

Quota fondo tubo di scarico derivante da rete PDL in progetto : - 2.10 m

Quota massimo riempimento : - 1.45 m (riemp. 65 cm)

**COMUNE di Martellago (Venezia)**

**LOTTO PRIVATO 04**

**FATTORE DI PERMEABILITA'**

Zona n. **4** zona nord-orientale

coeff. di afflusso  $\phi_m$  : **0,78**

Tipologia superficie	Area [m <sup>2</sup> ]	Coeff. di afflusso $\phi$		
Tetti, terrazze, pavimentazioni in asfalto	5.588,00	0,90		
Parcheggi in betonelle tipo drenopav e ghiaio e percorsi permeabili lotti;	0,00	0,75		
Superficie non battute, parchi, boschi, giardini, terre coltivate	1.200,00	0,20		
<b>Sup. Totale</b>	<b>6.788,00</b>	<b><math>\phi_m = 0,78</math></b>		

Volume max di piena **T = 50 anni**  $\Delta Q$  piogge invaso  
432,26 m<sup>3</sup> 493,35 m<sup>3</sup>

**COSI' SUDDIVISO:**

- **DA REPERIRE ALL'INTERNO DEL LOTTO:** 300,00 m<sup>3</sup>
- **MESSO A DISPOSIZIONE DA RETE PDL:** 193,35 m<sup>3</sup>

**MODALITA' REPERIMENTO VOLUME D'INVASO PREVISTO ALL'INTERNO DEL LOTTO (NON VINCOLANTE)**

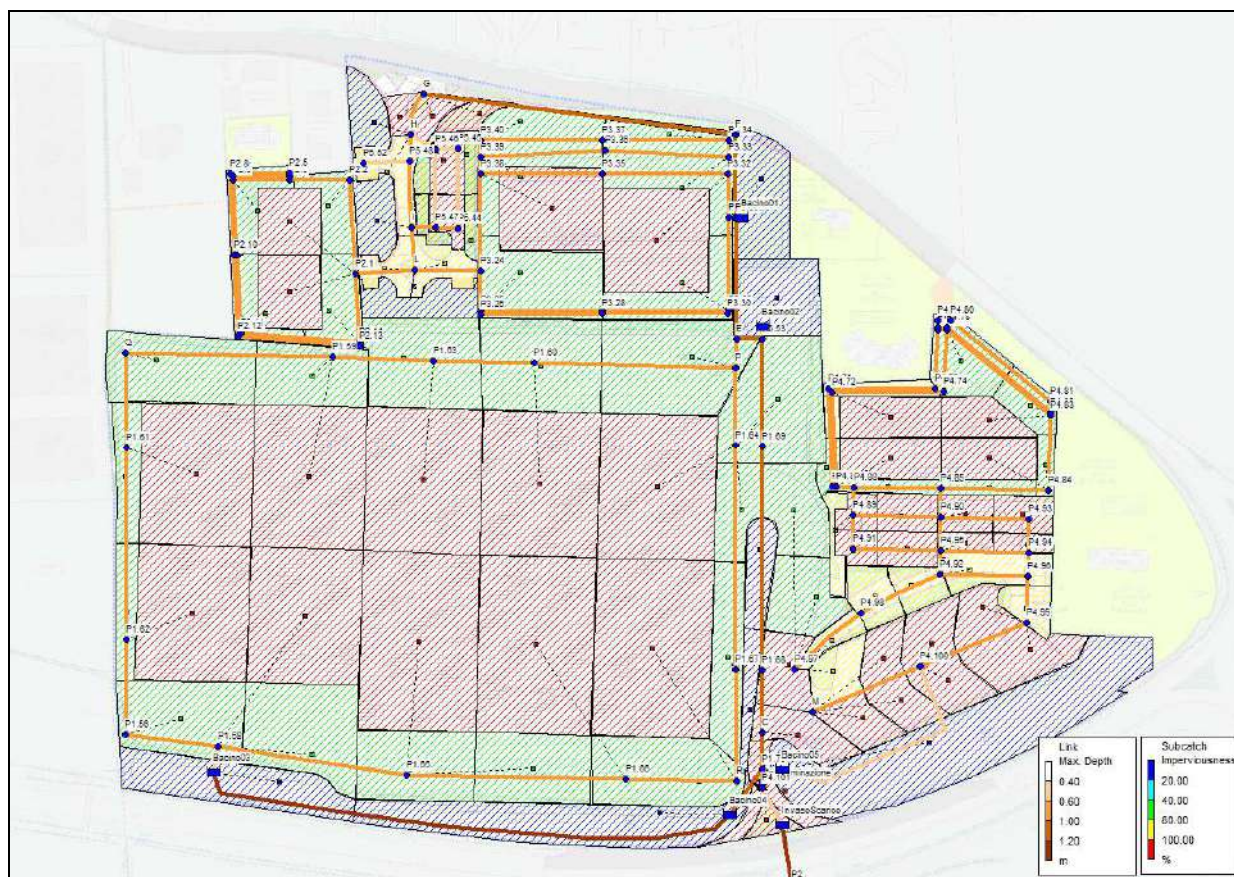
	tubi	area	area riemp.	lunghezza	mc	altezza massimo riempimento [cm]	grado di riempimento
	ø800	0,503	0,4021	690	277,47	64	80%
	pozzetti					altezza max riempimento cm	
	120	0,922	-1,2 <sup>a</sup> x 0,64	26	23,96	64	
volume totale d'invaso:					301,43 m <sup>3</sup>		

## 8. MODELLAZIONE IDRAULICA DELL'AMBITO

A valle del dimensionamento effettuato mediante i metodi di calcolo descritti, al fine di simulare il funzionamento della rete d'invaso descritta in precedenza, si è utilizzato il programma Storm Water Management Model (SWMM).

Il software, risolvendo le equazioni di De Saint Venant a moto vario, consente di verificare il comportamento dei canali e delle condotte a seguito di un evento pluviometrico di progetto. Sebbene il programma sia nato per il calcolo della rete urbana tombinata è possibile applicarlo anche a tratti di canali, sia con forma regolare che con forma varia e tiene conto di particolari manufatti di regolazione delle portate, bocche tarate ed invasi di laminazione.

A tal scopo, la rete di collettamento è stata schematizzata come una sequenza di nodi e tronchi. I bacini imbriferi afferenti ai diversi tronchi e nodi della rete sono stati anch'essi schematizzati, caratterizzandoli in base alla forma, alle dimensioni, alla tipologia e all'uso del suolo; nello specifico, sono stati utilizzati i sottobacini già definiti per l'applicazione del metodo cinematico.



*Geometria del modello implementato.*

Il modello di simulazione implementato è rappresentato in ed è costituito dai seguenti elementi:

- sottobacini (“subcatchments”): essi sono stati definiti tenendo in considerazione le quote altimetriche di progetto di viabilità e piazzali e la disposizione dei pluviali per le superfici coperte;
- nodi (“junction nodes”), contenenti principalmente informazioni di carattere altimetrico;
- rete di collettamento (“link”): costituita da elementi a sezione chiusa in riferimento a condotte;
- serbatoio di invaso (“storage units”): schematizza i bacini d’invaso ricettori delle portate a valle del sistema modellato.

Nello specifico, inoltre, per la modellazione del manufatto di laminazione del sistema, sono stati utilizzati elemento tipo “*orifice*” ovvero aperture di forma regolare attraverso le quali il deflusso è proporzionale alla radice quadrata della lama d’acqua che ivi si dispone. Gli elementi “*orifice*” possono essere posti su parete verticale (*side orifice*) o simulare un’apertura sul fondo (*bottom orifice*); le equazioni che regolano il moto attraverso l’elemento “*orifice*” gestiscono inoltre la transizione tra il funzionamento a battente (luce sommersa) ed a stramazzo, oltre che il comportamento a luce rigurgitata nel caso di side openings.

Lo stramazzo è stato modellato mediante elementi di tipo “*weir*”, in grado di simulare soglie di tipo lineare (con diversi tipi di forma), a seconda di lunghezza e altezza di sfioro, oltre che coefficiente di portata.



### 8.1. **Modello di trasformazione afflussi-deflussi**

Per stimare l'idrogramma di piena a partire dalla conoscenza della precipitazione di progetto, è necessario utilizzare un modello di trasformazione afflussi-deflussi.

La simulazione mediante modelli matematici del processo di trasformazione delle precipitazioni in deflussi, che si verifica in un bacino idrografico, per la complessità dei fenomeni fisici coinvolti, rende necessaria l'introduzione di semplificazioni che riguardano sia le leggi che governano le varie fasi del processo che la rappresentazione geomorfologica ed idrografica del bacino stesso. Con riferimento allo studio in esame, è stato utilizzato il modello hortoniano di generazione dei deflussi superficiali. Si è quindi ipotizzato che l'acqua di precipitazione in parte si accumuli nelle depressioni superficiali del terreno ed in parte si infiltri nel terreno fino a saturarlo; a questo punto l'acqua meteorica si infiltra solamente in minima parte e praticamente tutta scorre in superficie fino a raggiungere la rete drenante. La formulazione matematica del processo di infiltrazione sopra descritto è riassumibile nella curva di Horton:

$$f(t) = f_c + (f_0 - f_c) \cdot e^{-kt}$$

- $f(t)$  è la capacità di infiltrazione nel tempo espressa in mm/h;
- $f_0$  è l'infiltrazione massima che si verifica al tempo  $t = 0$ ;
- $f_c$  è il valore di infiltrazione raggiunto asintoticamente ad un tempo infinito;
- $k$  è una costante che qualifica la velocità dell'esaurimento, cioè del passaggio dal valore  $f_0$  al valore  $f_c$ .

Per quanto riguarda i valori da attribuire ai parametri della legge di Horton, lo statunitense Soil Conservation Service (SCS) propone quattro differenti classi di suoli con copertura erbosa, riportati nella tabella seguente.

*Tipologie di suolo previste dal metodo del CN*

Classe	Descrizione
A	<u>Scarsa potenzialità di deflusso.</u> Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.
B	<u>Potenzialità di deflusso moderatamente bassa.</u> Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.

<i>C</i>	<u>Potenzialità di deflusso moderatamente alta.</u> Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloid, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
<i>D</i>	<u>Potenzialità di deflusso molto alta.</u> Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza delle superfici.

Per ciascuna delle quattro tipologie di suolo sopra illustrate, sono stati definiti quindi i parametri caratteristici della curva di Horton, riepilogati in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

*Parametri delle curve di Horton proposti dal Soil Conservation Service [1956].*

Classe suolo	$f_0$ [mm/ora]	$f_c$ [mm/ora]	$k$ [ore <sup>-1</sup> ]
A	250	25.4	2
B	200	12.7	2
C	125	6.3	2
D	76	2.5	2

Con specifico riferimento al caso in esame, in considerazione delle caratteristiche geolitologiche dei terreni dell'area in esame, la scelta è ricaduta sulla classe di suolo "B", con corrispondenti parametri caratteristici assegnati agli elementi modellati.

## **8.2. Parametri caratteristici**

In seguito alla definizione della geometria degli elementi costituenti il modello, per l'attribuzione dei parametri caratteristici, in particolare dei sottobacini inseriti, sono state fatte le seguenti considerazioni:

- la percentuale di impermeabilizzazione di ciascuno dei sottobacini tracciati è stata imposta sulla base della configurazione d'uso del suolo di progetto. Sono stati valutati diversi gradi di impermeabilizzazione variando il parametro "%imperv" tra:
  - 100% per la copertura;
  - 74% per i piazzali dei lotti fondiari di progetto – valutando e mediando la distribuzione dell'area a verde prevista di 10.505 mq tra l'estensione complessiva delle superfici impermeabile dei lotti ad esclusione della copertura, e pari a  $96437-55.554=40.883$  mq;
  - 0% o 20% per le aree a verde, a seconda della presenza o meno di cordoli delimitanti l'area.



ING. DANILO MICHIELETTO

Via Moglianese, 19 30037 Scorzè (VE)  
Tel. 041 5840499 - fax 041 5849770  
mail: info@michielettostudio.it - ingmic@pec.it  
http://www.michielettostudio.it

P.IVA: 02529860278 - C.F.: MCH DNL 64E12 F904K



- il parametro caratteristico “*width*”, definito come il rapporto tra l’area del sottobacino e la lunghezza calcolata tra la particella più distante del sottobacino e l’outlet dello stesso, è stato calcolato come da definizione per ciascuno dei sottobacini individuati;
- i valori di pendenza (*%Slope*), dei sottobacini verso il corrispondente Outlet, sono stati imposti ai piazzali ed alla copertura un valore medio dell’1%.

A completamento, per la corretta definizione del modello idrologico è stato necessario assegnare: la dimensione dei piccoli invasi su terreno impermeabile (“Dstore Imperv”); la dimensione dei piccoli invasi su terreno permeabile (“Dstore Perv”); la percentuale, all’interno di un sottobacino, di terreno impermeabile con assenza di piccoli invasi (“%Zero Imperv”). Tali parametri sono stati attribuiti sulla base dell’esperienza e delle caratteristiche fisiche e idrologiche dell’ambito analizzato.

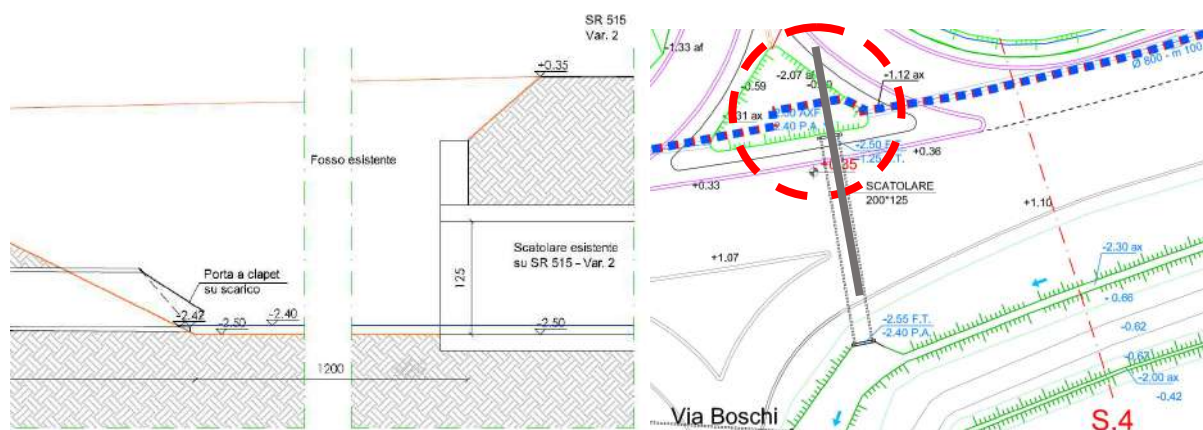
Tra i parametri caratteristici della modellazione si annovera infine la ponded area, intesa come la superficie allagabile associata ogni nodo (junction) al superamento dell’altezza di ricoprimento della condotta (Max Depth). Al fine di condurre un’analisi significativa dei risultati, la ponded area è stata assegnata pari alla stima della superficie fisica afferente ad ogni singolo nodo. I parametri caratteristici del modello matematico implementato sono quindi riepilogati nella tabella seguente.

*Valori assegnati ai parametri caratteristici del modello idrologico-idraulico.*

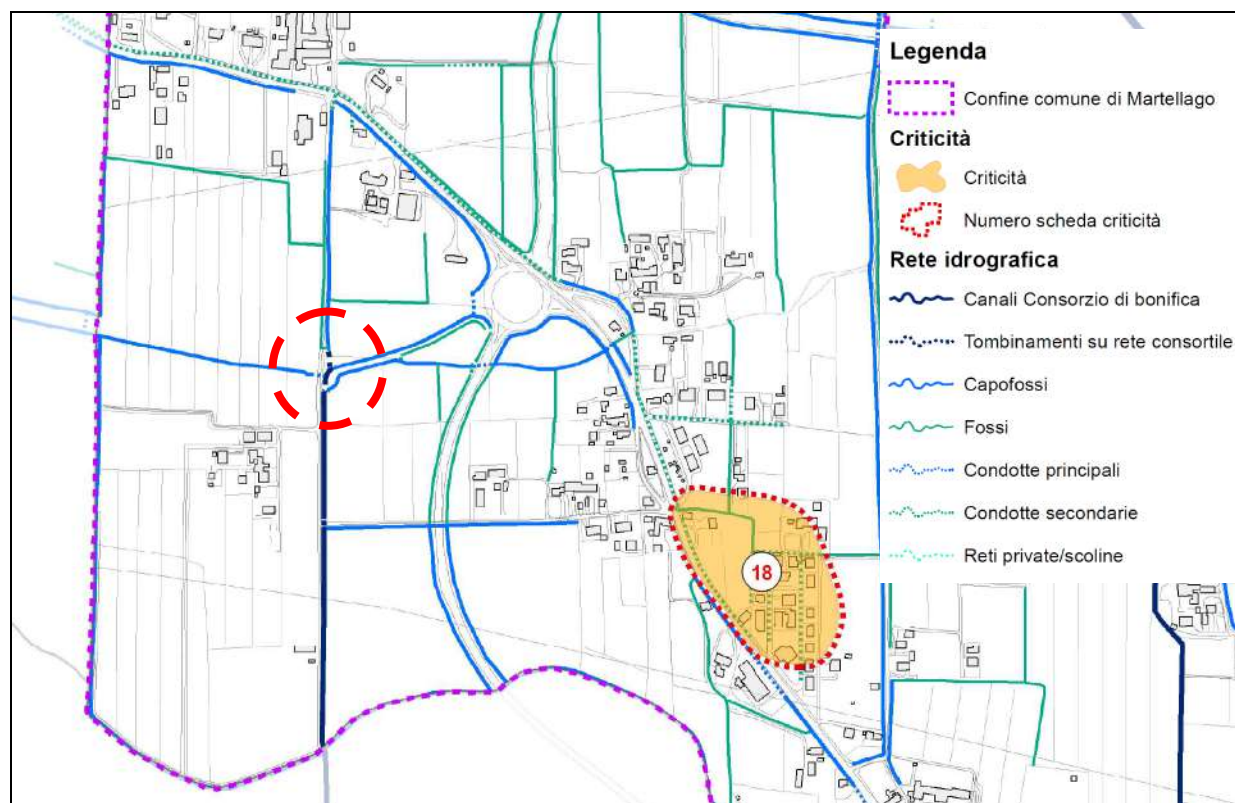
Dstore Imperv	1 mm
Dstore Perv	10 mm
Poned Area	variabile tra 0 e 1000 mq
%Zero Imperv	0
N (Manning)–Imperv	0.03
N (Manning)–Perv	0.05

### 8.3. Condizioni al contorno

Il modello idraulico è stato implementato con la schematizzazione dell'elemento scatolare 2.00x1.25 m di scarico delle portate dal fossato ricettore al Canale Consortile di Bonifica posto a sud dell'area d'intervento. Non disponendo di indicazioni relative all'effettivo bacino afferente di tale Canale, o misurazioni di livello effettuate in concomitanza con eventi meteorici reali, al nodo in uscita (*outfall*) è stata imposta condizione di valle normale di moto uniforme.



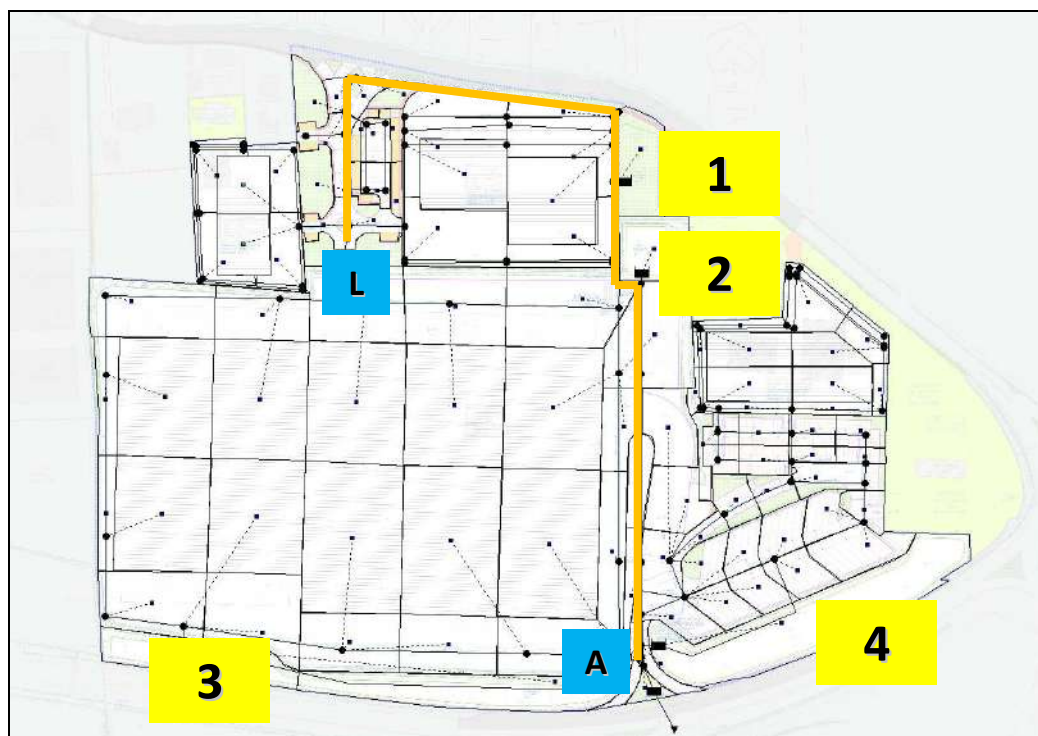
Particolare del fossato di scarico schematizzato nelle condizioni al contorno del sistema.



Estratto elaborato "03.02.00 – Carta delle principali criticità idrauliche" del Piano delle Acque di Martellago, aggiornamento 2018.

#### **8.4. Indicazione bacini di invaso**

Ai fini della modellazione idraulica dell'intervento sono stati denominati i bacini di invaso secondo la seguente indicazione. In riferimento a tale denominazione sono riportati i livelli di massimo livello raggiunti negli stessi nei paragrafi seguenti. La dorsale principale di invaso risulta individuata da una sequenza alfabetica di pozzetti dalla lettera A (nei pressi del manufatto di laminazione) alla lettera L (nei pressi del lotto fondiario n. 2).



*Numerazione dei bacini di invaso adottati nel modello e della dorsale principale di invaso.*

#### **8.5. Eventi pluviometrici di progetto**

Gli eventi di precipitazione selezionati per effettuare le simulazioni che consentano la verifica del sistema di invaso di progetto sono relativi al tempo di ritorno per il quale il sistema è stato dimensionato, ovvero 50 anni; le durate scelte si rifanno invece:

- al tempo necessario al raggiungimento del massimo livello di invaso nel sistema di invaso valutato mediante il Metodo Piogge; tale durata è stata stimata pari a 5.00 ore.
- Al tempo necessario per simulare, in uno scenario combinato con il precedente caso, l'avvenimento di uno scroscio di pioggia avente tempo di ritorno pari a 50 anni e durata pari al tempo di corrivazione; tale durata è stata stimata pari a 30 minuti.

In base a tali durate di pioggia sono stati definiti i seguenti scenari adottando la forma di ietogramma rettangolare:

*Intensità degli ietogrammi di progetto utilizzati nelle simulazioni.*

EVENTI DI PROGETTO SIMULATI			
TR [anni]	DURATA [minuti]	INTENSITÀ [mm/ora]	CONDIZIONE CONTORNO DI VALLE
50	300	21	Deflusso libero
50	300+30	21 (per 300 minuti) + 103 (per 30 minuti)	Deflusso libero
50	300	21	Deflusso parzializzato (livello idraulico ricettore -1.90 m, ovvero 60 cm nello scatolare, riempimento al 50%)

### 8.6. Equazioni alla base della modellazione

Le equazioni alla base del codice usato da SWMM sono le equazioni differenziali alle derivate parziali del primo ordine di De Saint Venant, composte da:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (8.1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left( \frac{Q^2}{A} \right)}{\partial t} + gAS' \frac{\partial H}{\partial x} + gAS_f = 0 \quad (8.2)$$

Dove:

- A è l'area bagnata del flusso;
- Q è la portata;
- x è la distanza lungo l'asse del condotto;
- t è il tempo;
- g è la costante gravitazionale;
- H è il carico idraulico totale dato da z + h;
- z è il livello dello scorrimento;
- h è il livello idrico;
- Sf è la cadente piezometrica.

La (8.1) è l'equazione di continuità del moto vario in assenza di flussi e deflussi laterali, la (8.2) è l'equazione del momento della quantità di moto.

Considerando che:



$$\frac{Q^2}{A} = V^2 A \quad (8.3)$$

$$\frac{\partial(V^2 A)}{\partial x} = 2AV \frac{\partial V}{\partial x} + V^2 \frac{\partial A}{\partial x} \quad (8.4)$$

dove con V si intende la velocità media lungo il condotto.

Sostituendo nell'equazione del momento della quantità di moto (8.2):

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + 2AV \frac{\partial V}{\partial x} + V^2 \frac{\partial A}{\partial x} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gAS_f = 0 \quad (8.5)$$

Sapendo che  $Q=AV$  l'equazione di continuità (8.1) può essere riformulata come:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + A \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial A}{\partial x} = 0 \quad (8.6)$$

nella quale, moltiplicando per V :

$$AV \frac{\partial V}{\partial x} = -V \frac{\partial A}{\partial t} - V^2 \frac{\partial A}{\partial x} \quad (8.7)$$

Sostituendo quest'ultima equazione (8.7), nell'equazione (8.5) si ottiene:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + gAS_f - 2V \frac{\partial A}{\partial t} - V^2 \frac{\partial A}{\partial x} + gA \frac{\partial H}{\partial x} = 0 \quad (8.8)$$

che è l'equazione del moto risolta lungo i rami da SWMM.

La formula adottata per descrivere la perdita di carico è definita dall'equazione di Manning:

$$S_f = \frac{k}{gAR_H^{4/3}} Q|V| \quad (8.9)$$

dove:

- k è un parametro dato da  $gn^2$ ;
- n è il coefficiente di scabrezza di Manning;
- g è la costante gravitazionale;
- Q è la portata;
- V è la velocità media;
- $R_H$  è il raggio idraulico.

Il termine V compare in valore assoluto per rendere direzionale la grandezza  $S_f$ , assicurando, inoltre, che le forze di attrito siano sempre opposte al moto. Sostituendo la (8.9) nella (8.8) ed esprimendo il tutto alle differenze finite:



$$Q_{t+\Delta t} = Q_t - \frac{k\Delta t}{R^{4/3}} |V_t| Q_{t+\Delta t} + 2\bar{V} \left( \frac{\Delta A}{\Delta t} \right)_t \Delta t + \bar{V}^2 \frac{A_2 - A_1}{L} \Delta t - g\bar{A} \frac{H_2 - H_1}{L} \Delta t \quad (8.10)$$

dove:

- $\Delta t$  è il passo di calcolo;
- $L$  è la lunghezza del condotto.

Risolvendo la precedente equazione (8.10) si ottiene:

$$Q_{t+\Delta t} = \frac{1}{1 + \frac{k\Delta t}{R^{4/3}} |V_t|} \left[ Q_t + 2\bar{V} \left( \frac{\Delta A}{\Delta t} \right)_t \Delta t + \bar{V}^2 \frac{A_2 - A_1}{L} \Delta t - g\bar{A} \frac{H_2 - H_1}{L} \Delta t \right] \quad (8.11)$$

Dove  $\bar{V}$ ,  $\bar{R}$  ed  $\bar{A}$  sono le medie pesate, al tempo  $t$ , lungo il condotto e  $\left( \frac{\Delta A}{\Delta t} \right)_t$  è calcolata al passo temporale precedente. Le incognite dell'equazione (8.11) sono  $Q_{t+\Delta t}$ ,  $H_1$  e  $H_2$ . E' possibile esprimere le variabili  $\bar{V}$ ,  $\bar{R}$  ed  $\bar{A}$  in funzione di  $Q$  e di  $H$ . Ora si rende necessario mettere a sistema un'ulteriore equazione, che può essere ricavata scrivendo l'equazione di continuità del moto:

$$\left( \frac{\partial H}{\partial t} \right)_t = \left( \frac{\sum Q_t}{A_s} \right)_t \quad (8.12)$$

dove  $A_s$  è l'area della superficie libera al nodo.

La precedente equazione (8.12) può essere scritta alle differenze finite:

$$H_{t+\Delta t} = H_t + \left( \frac{\sum Q_t \Delta t}{A_s} \right)_t \quad (8.13)$$

Le equazioni (8.11) e (8.13) possono essere risolte tramite il metodo di Eulero modificato.

Il metodo permette di arrivare ad una soluzione numerica dell'equazione del moto per il calcolo delle portate nei rami e dell'equazione di continuità per il calcolo del carico idraulico nei nodi.

Si presta bene all'implementazione per la sua semplicità, che induce una minore memoria utilizzata per i calcoli, ma proprio per questa il metodo non è stabile e richiede passi di calcolo brevi. Dall'esperienza è risultato che il programma è numericamente stabile quando si verificano le seguenti condizioni:

Per i rami:

$$\Delta t \leq \frac{L}{\sqrt{gD}}$$





ING. DANILO MICHIELETTO

Via Moglianese, 19 30037 Scorzè (VE)  
Tel. 041 5840499 - fax 041 5849770  
mail: info@michielettostudio.it - ingmic@pec.it  
http://www.michielettostudio.it

P.IVA: 02529860278 - C.F.: MCH DNL 64E12 F904K



dove:

- $\Delta t$  è il passo di calcolo;
- L è la lunghezza della condotta;
- g è la costante gravitazionale;
- D è il diametro della condotta.

Questa non è altro che una forma della condizione di Courant, in cui il passo di calcolo temporale è limitato dal tempo necessario alla propagazione dell'onda nella condotta.

Per i nodi:

$$\Delta t \leq \frac{C' A_s \Delta H_{\max}}{Q}$$

dove:

- $\Delta t$  è il passo di calcolo;
- C' è una costante adimensionale approssimativamente pari a 0,1;
- $A_s$  è l'area della superficie libera corrispondente al nodo;
- $\Delta H_{\max}$  è il massimo sovrizzo della superficie dell'acqua durante il passo di calcolo  $\Delta t$  ;
- Q afflusso netto al nodo.

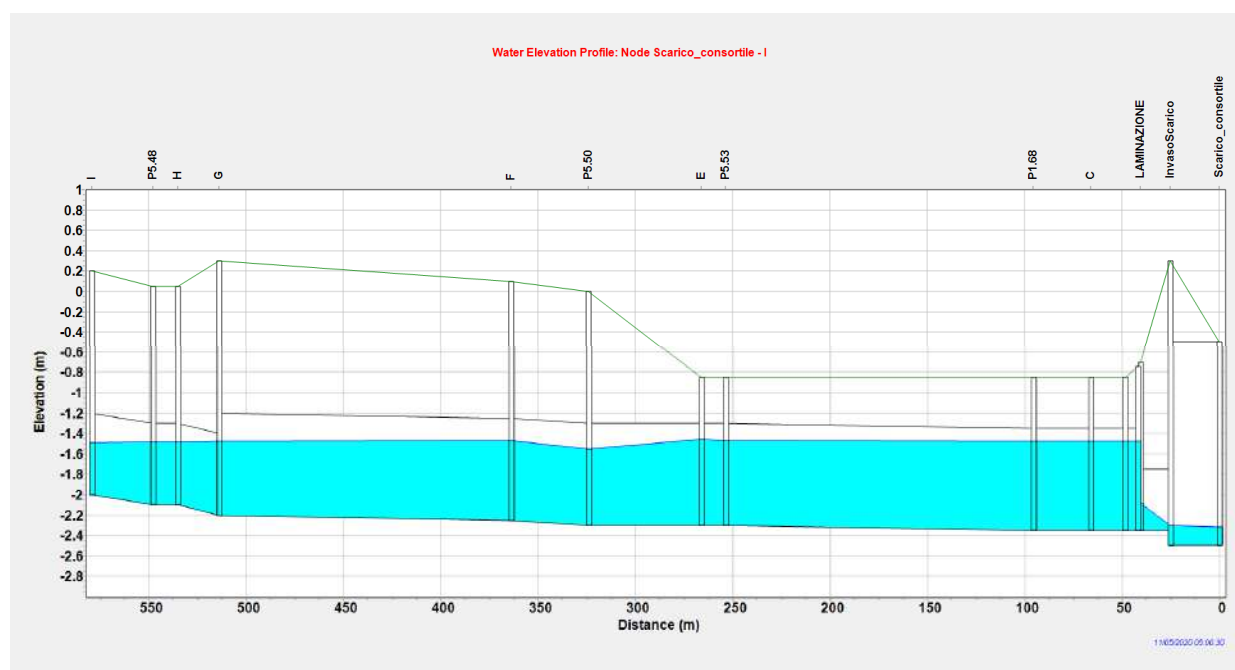
Quindi, dalle precedenti disuguaglianze si deduce che il passo di calcolo massimo ammissibile  $\Delta t$  è determinato dal più piccolo e corto condotto con elevati afflussi.

### 8.7. Risultati della modellazione

Vengono di seguito riportati alcuni dei risultati più significativi in termini di massimi livelli raggiunti all'interno della rete di collettamento di progetto e di portate complessive uscenti dal sistema.

Quanto illustrato fa riferimento a tre differenti scenari analizzati; per brevità di trattazione, si mostreranno solo i tratti di rete più critici, interessati dai maggiori tiranti idraulici.

#### EVENTO 1: durata evento 300 MINUTI



EVENTO 1 - Profilo disposto lungo la dorsale principale di invaso A-L con sezione estesa alla condotta di scarico e allo scatolare di recapito verso il canale consortile ( $t=300$  minuti).

Come evidenziato dall'estratto del modello idraulico della dorsale di invaso si registrano gradi di riempimento assimilabili a quanto riportato al paragrafo 4 e 5 circa la verifica di invaso condotta.

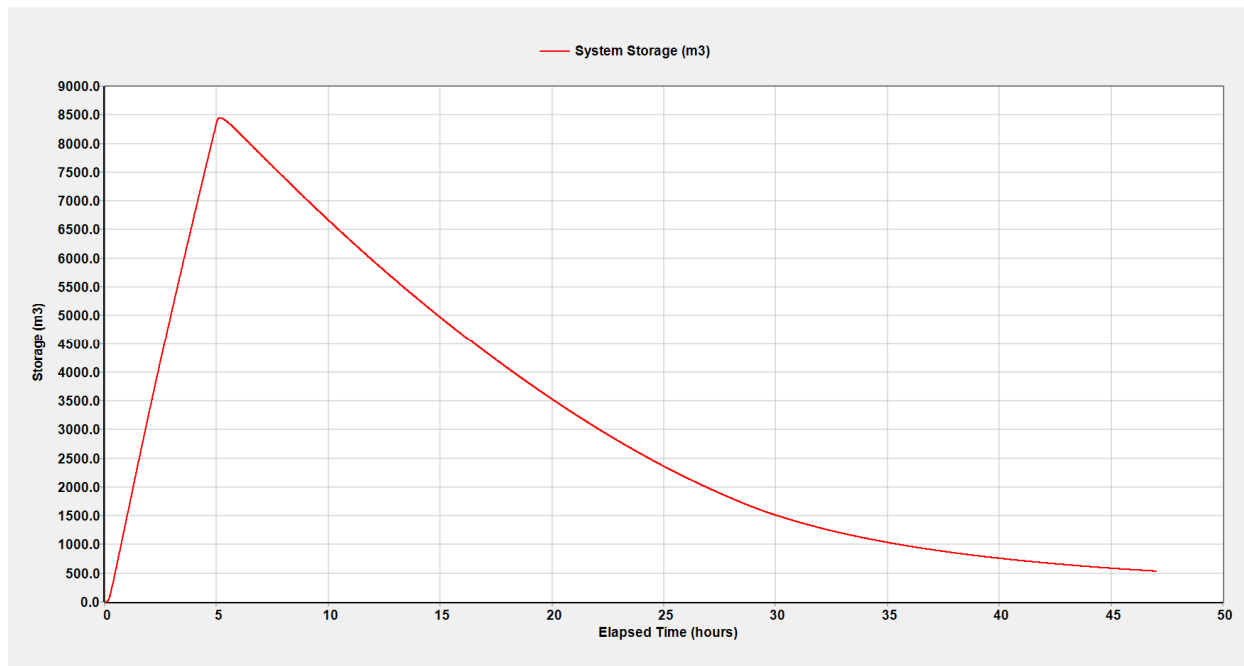
Analogamente nel seguito si riportano gli andamenti temporali del massimo volume invasato nel sistema e della portata in uscita dal manufatto di laminazione; non si verifica lo sfioro della soglia del manufatto.



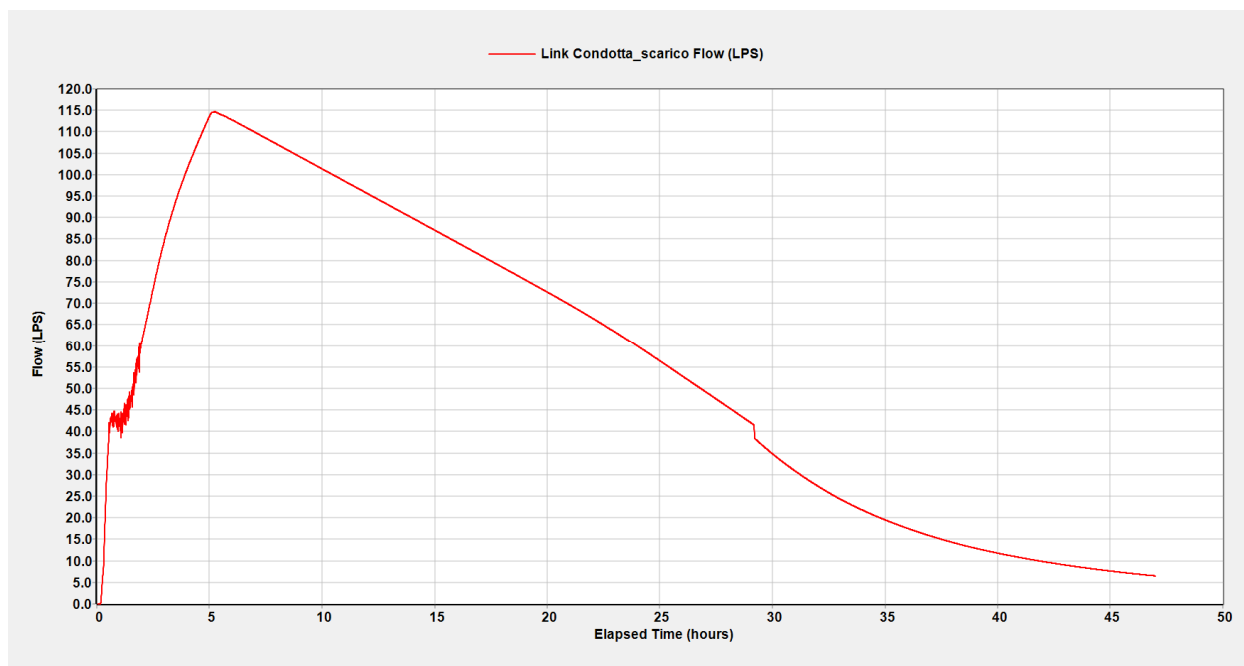
ING. DANILLO MICHIELETTO

Via Moglianese, 19 30037 Scorzè (VE)  
Tel. 041 5840499 - fax 041 5849770  
mail: info@michielettostudio.it - ingmic@pec.it  
http://www.michielettostudio.it

P.IVA: 02529860278 - C.F.: MCH DNL 64E12 F904K



EVENTO 1 – Massimo volume invasato nel sistema.



EVENTO 1 – Portata in uscita dal manufatto di laminazione.

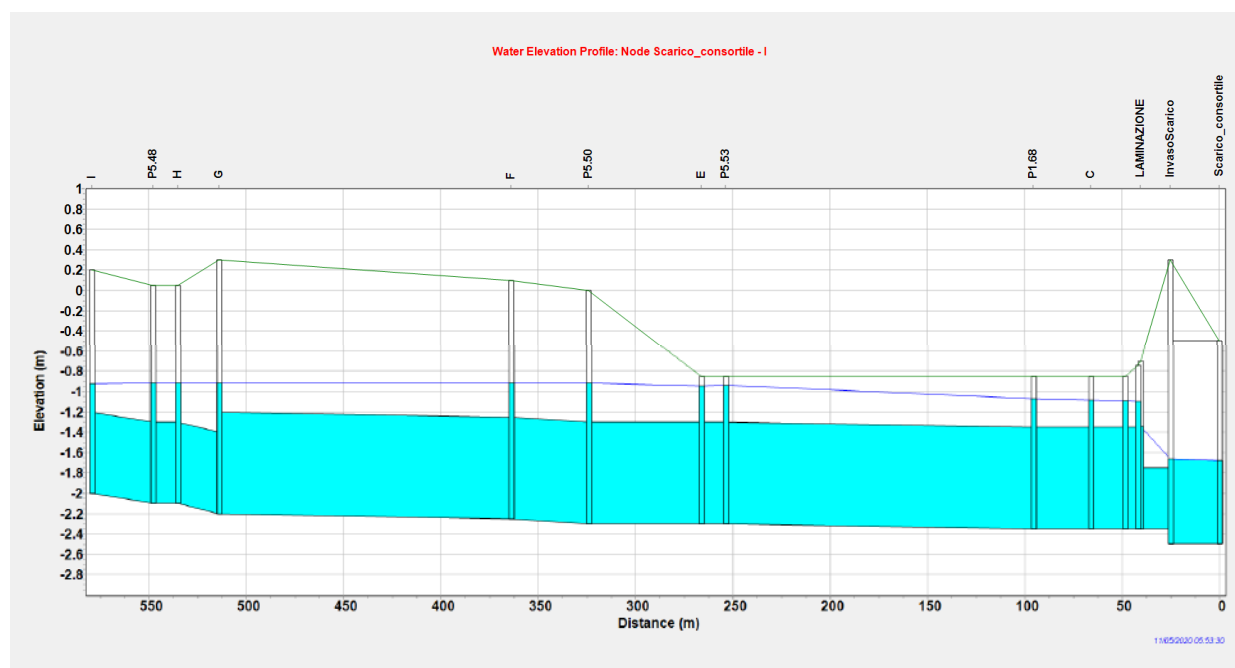
In merito al massimo livello di invaso nei bacini di laminazione si riporta nel seguito l'andamento del tirante in ognuno di essi; i massimi livelli di invaso registrati sono gli stessi di quelli previsti.



## **EVENTO 2: durata evento 300+30=330 MINUTI**

Lo scenario simulato prevede che, al momento di raggiungimento del massimo livello di invaso a  $t=300$  minuti si verifichi un secondo evento meteorico, breve e intenso, avente come tempo di ritorno 50 anni e durata pari al tempo di corrivazione del sistema.

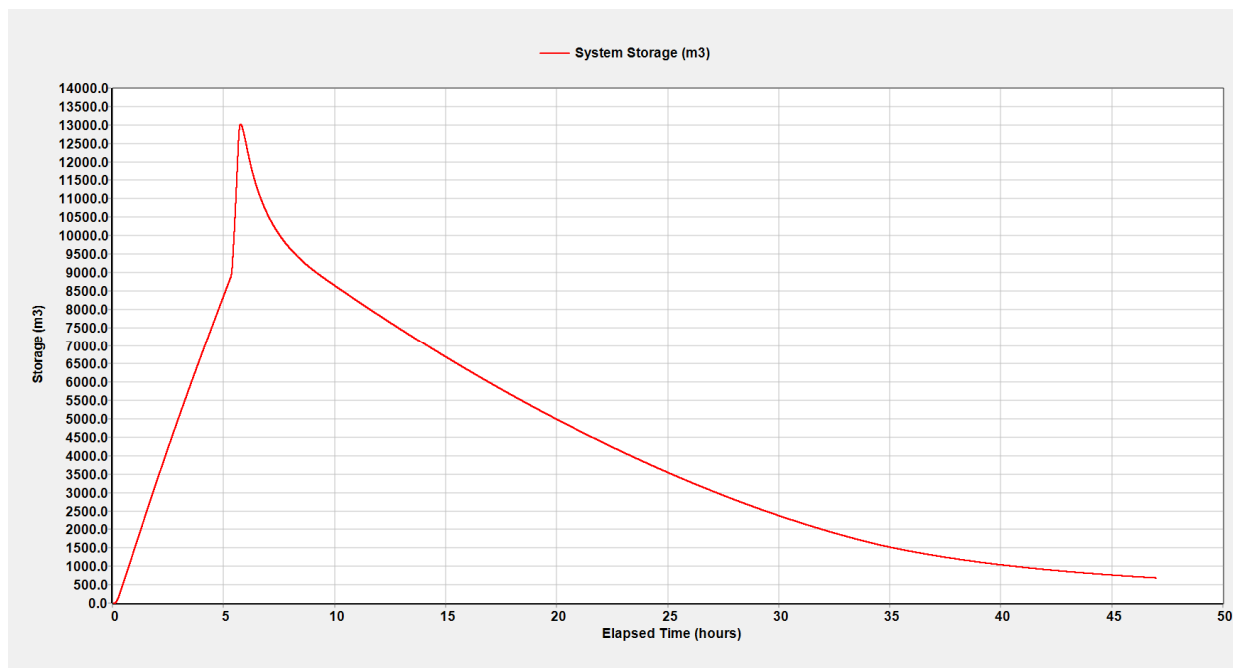
Tale evento, se associabile ad una probabilità combinata molto ridotta di accadimento, ha lo scopo di verificare il funzionamento dello sfioro emergenziale di progetto.



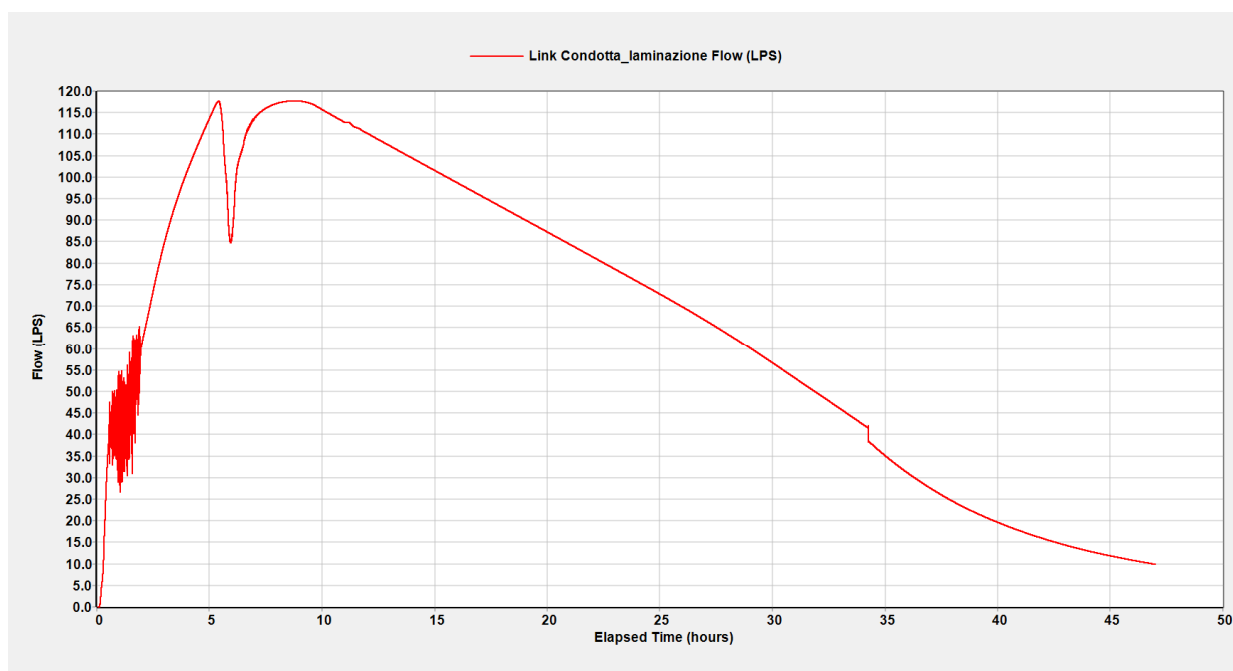
*EVENTO 2 - Profilo disposto lungo la dorsale principale di invaso A-L con sezione estesa alla condotta di scarico e allo scatolare di recapito verso il canale consortile ( $t=330$  minuti).*

Come si nota dall'estratto del modello la dorsale principale di invaso evidenzia, nel momento di massimo livello di invaso, stati di sofferenza idraulica, con scarico a pressione delle portate, senza però evidenziare eventi di spandimento delle portate (*flooding nodale*).

Analogamente a quanto riportato in precedenza si riportano gli andamenti temporali del massimo volume invasato nel sistema (aumentato rispetto a prima) e della portata in uscita dal manufatto di laminazione, oltre a quella in uscita dallo sfioro emergenziale.



EVENTO 2 – Massimo volume invasato nel sistema.



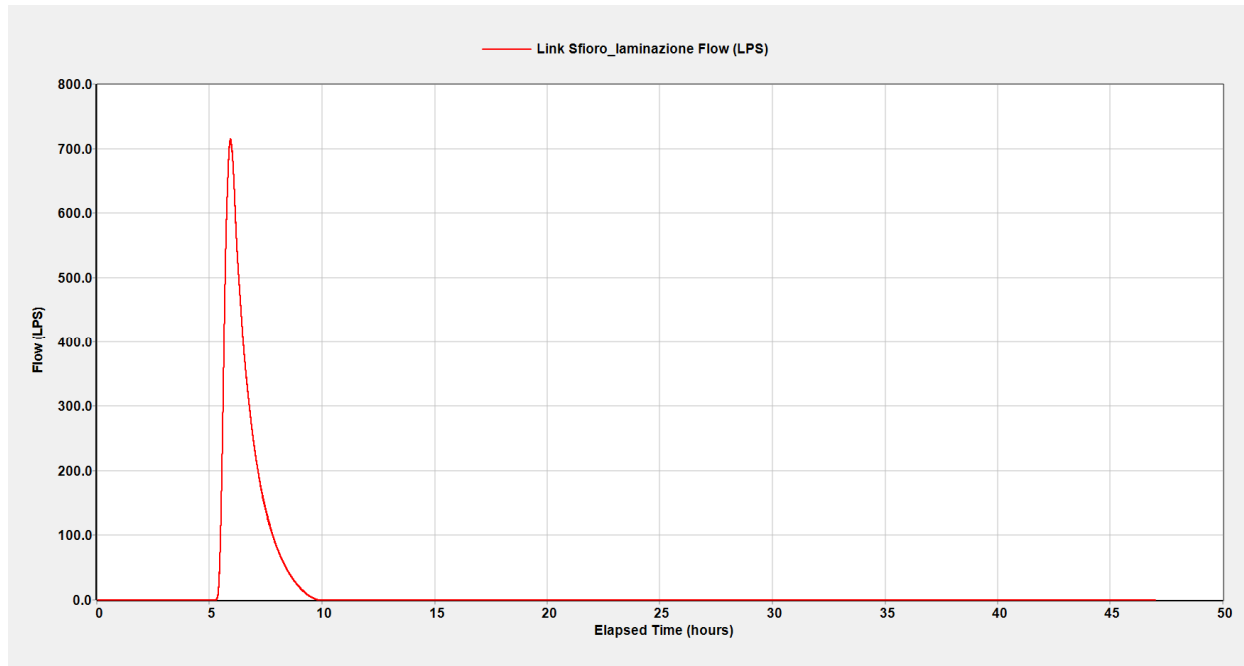
EVENTO 2 – Portata in uscita dal manufatto di laminazione; si registra una instabilità della portata computata dal modello in corrispondenza dell'istante di inizio dello sfioro emergenziale dovuta a discontinuità tra gli elementi schematizzati.



ING. DANILO MICHIELETTO

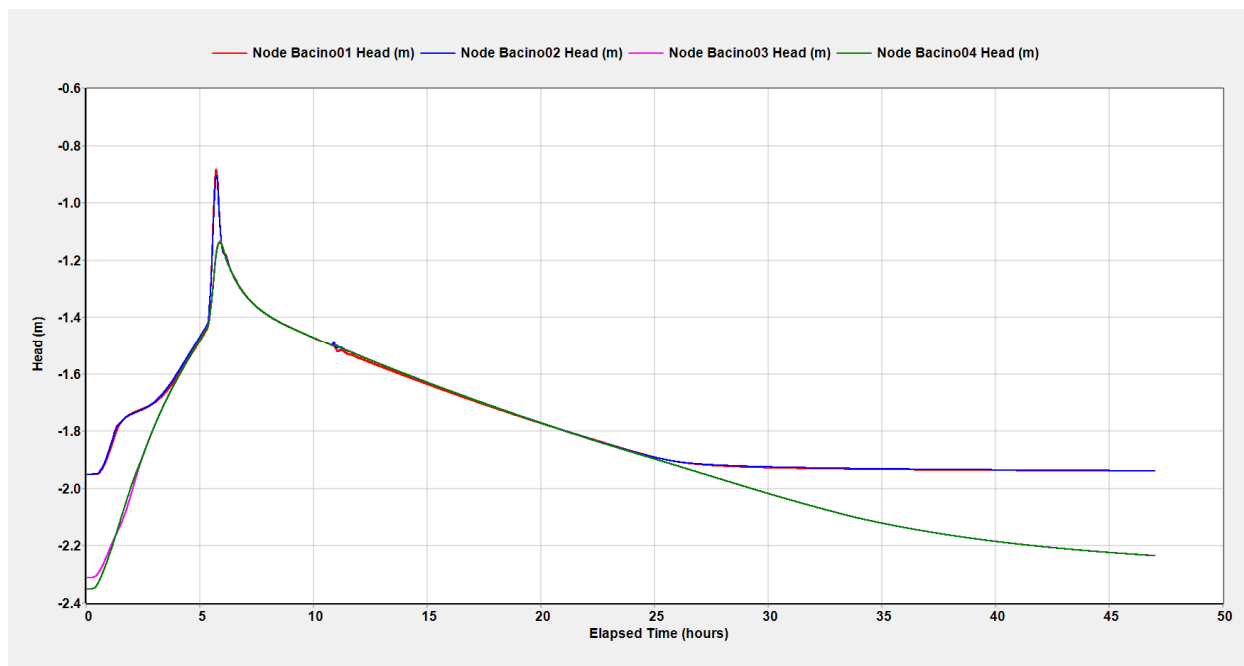
Via Moglianese, 19 30037 Scorzè (VE)  
Tel. 041 5840499 - fax 041 5849770  
mail: info@michielettostudio.it - ingmic@pec.it  
http://www.michielettostudio.it

P.IVA: 02529860278 - C.F.: MCH DNL 64E12 F904K



*EVENTO 2 – Portata in uscita dallo sfioro emergenziale del manufatto di laminazione, stimabile*

In merito al massimo livello di invaso nei bacini di laminazione si riporta nel seguito l'andamento del tirante in ognuno di essi.

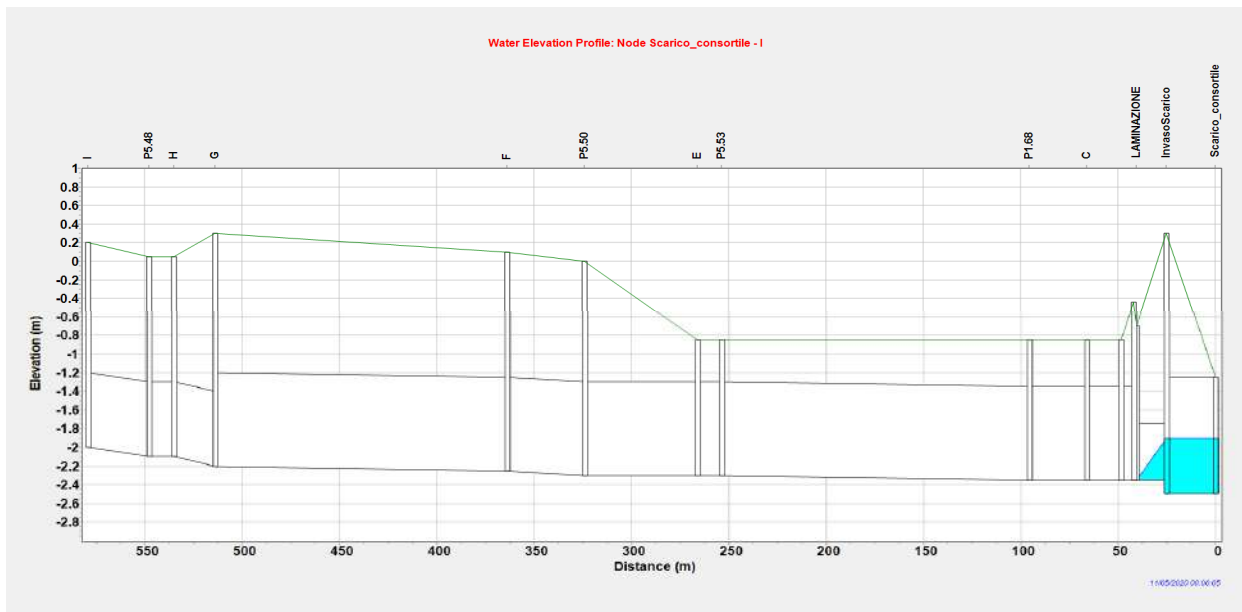


*EVENTO 2 – Andamento temporale del massimo livello di invaso nei bacini di laminazione.*

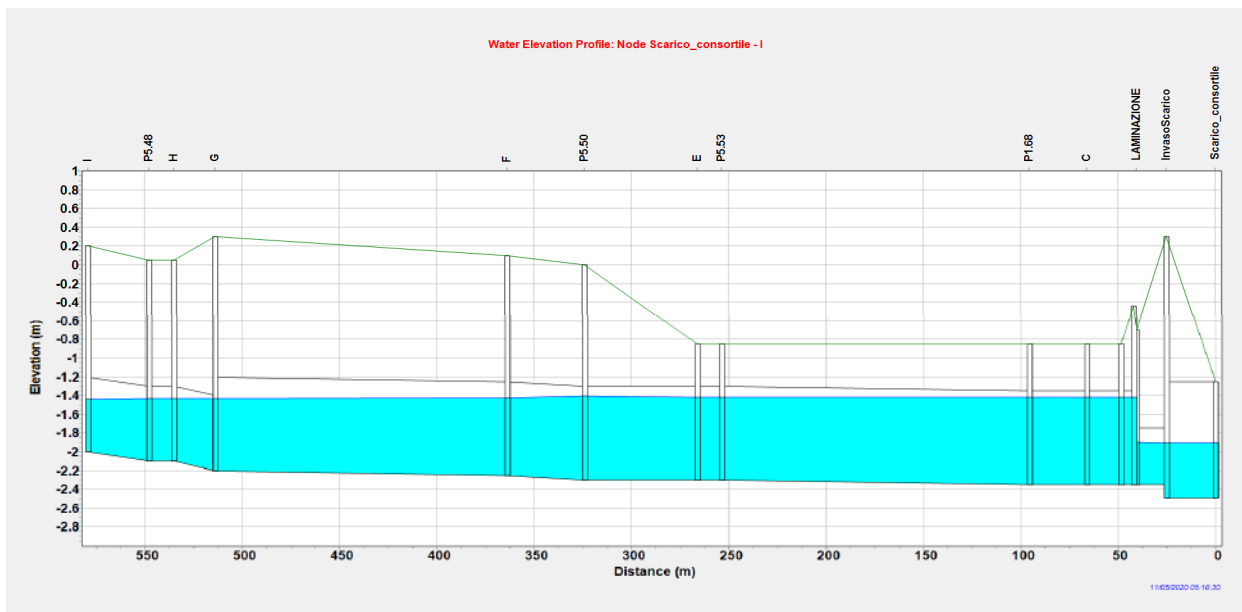
**EVENTO 3: durata evento 300 MINUTI**

L'evento 3 rappresenta lo scenario in cui si registra parziale riempimento del fosso ricettore di valle con livelli stimati pari al riempimento del 50% dello scatolare 2.00x1.25 m di scarico nel canale consortile; il livello fissato come condizione al contorno di valle si attesta a -1.90 m.

t = 0 min



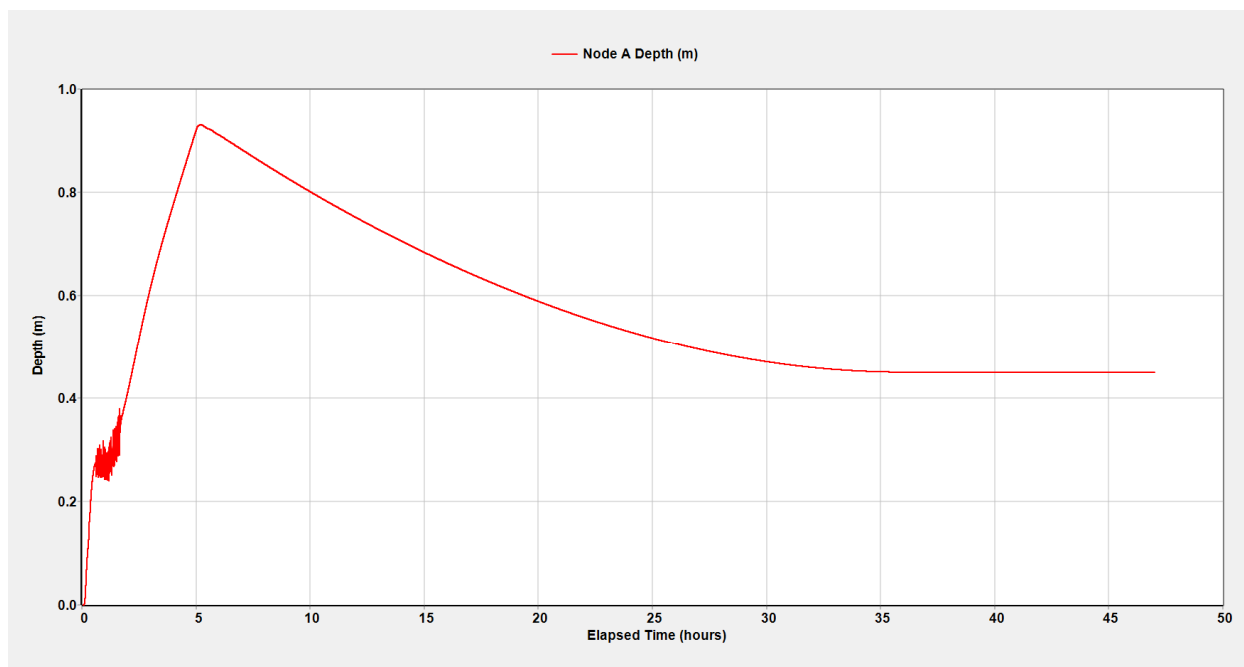
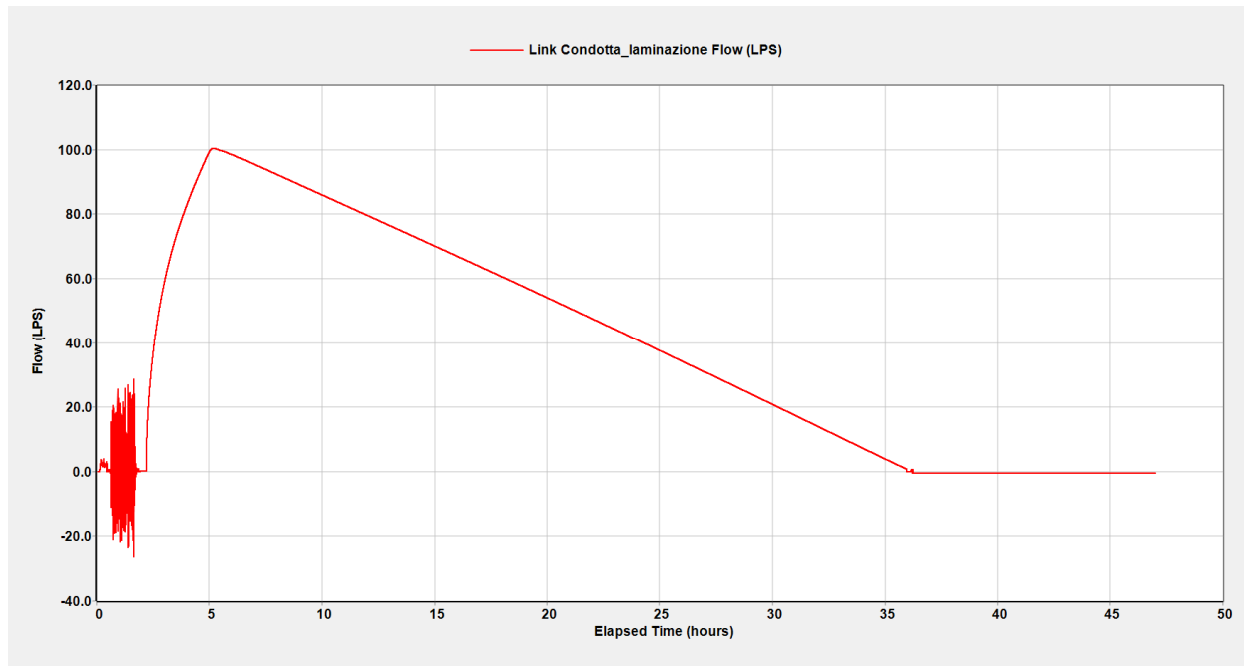
t = 300 min



EVENTO 3 - Profilo disposto lungo la dorsale principale di invaso A-L con sezione estesa alla condotta di scarico e allo scatolare di recapito verso il canale consortile (t=300 minuti).



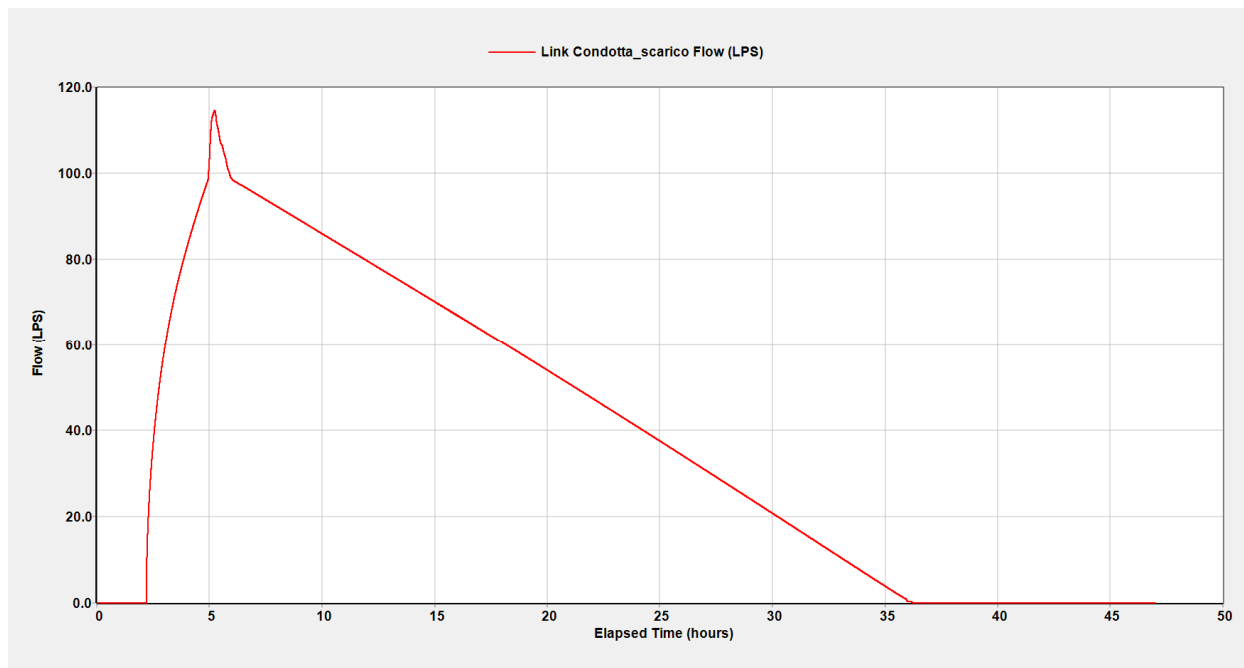
In merito alle portate in uscita dal manufatto di laminazione si evidenzia il ruolo del clapet posto in corrispondenza della condotta di scarico. Esso, per i livelli presenti a valle, impedisce in una prima fase della simulazione lo scarico delle portate invase con formazione di carichi idraulici a monte crescenti sino alla sua apertura.



*EVENTO 3 – Portata in uscita dal manufatto di laminazione.*

Come si nota la portata scaricata risulta minore di quanto previsto a luce di efflusso libera.

Analizzando la portata in uscita dallo sfioro emergenziale si registra un lieve momentaneo superamento della soglia, mantenendo tuttavia le portate di scarico entro i valori massimi previsti dal Consorzio (131.63 l/s).



*EVENTO 3 – Portata in uscita dalla condotta di scarico.*



---

## **9. CONCLUSIONI**

---

### **9.1. Rete di smaltimento acque meteoriche**

La rete di smaltimento delle acque meteoriche realizzata con tubazioni diam. 100-80 cm, viene scaricata su fossato posto a sud e successivamente, attraverso la tubazione scatolare esistente sotto al SR 515-Var2, viene scaricato nel Fosso Vernise.

Il dimensionamento della rete di fognatura è stato previsto mantenendo la quota del fondo tubo costante (quindi con pendenza nei diversi tratti pari a 0 – 1 ‰). Le quote di posa e la distribuzione planimetrica della rete sono riportate nelle tavole di progetto.

### **9.2. Individuazione volumi d'invaso**

Il volume d'invaso di progetto complessivo è pari a 9.238,30 m<sup>3</sup> (di cui 1.152,30 m<sup>3</sup> di invaso di rete e 7.186,00 di invaso dovuto all'invaso naturale sommergibile mentre il volume massimo di piena (T ritorno 50 anni) è pari a 7.873,44 m<sup>3</sup> col metodo delle piogge e pari a 8.906,09 col metodo dell'invaso.

### **9.3. Individuazione ricettore finale**

Le acque meteoriche provenienti dalla nuova area urbanizzata in progetto, oggetto della presente relazione verrà immessa nel fossato posto a sud e successivamente, attraverso la tubazione scatolare esistente sotto al SR 515-Var2, viene scaricato nel Fosso Vernise.

### **9.4. Recupero del volume d'invaso generato dai fossi esistenti all'interno dell'area**

All'interno dell'area oggetto d'intervento, sono presenti alcune affossature che con l'intervento in oggetto verranno chiuse.

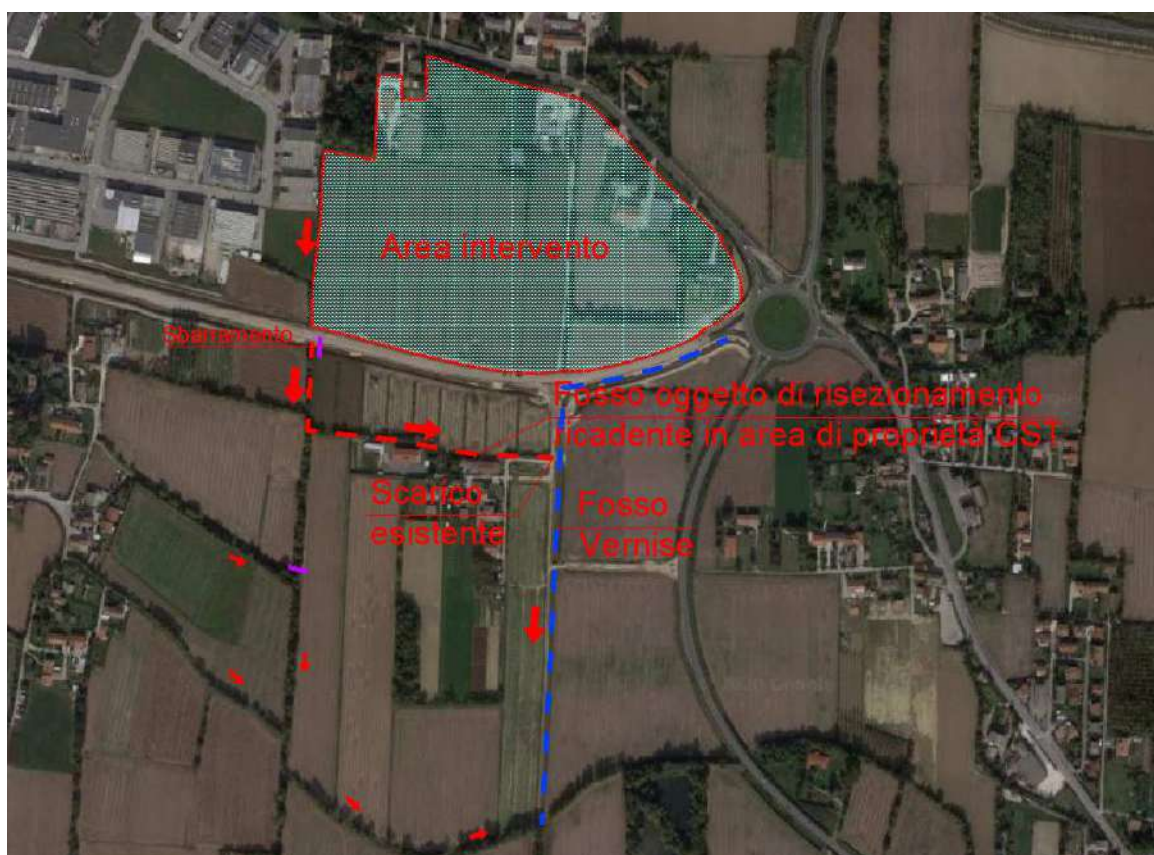
Le sezioni e profili di tali affossature, sono riportate nelle tavv. 05-07-08 (sezioni 12-14-15-16-18-18-19-20-20.1 e relativi profili scoline 1-2-3-4-5-6-7-8, FH, GL, BE).

Il volume generato, pari a mc. 1745,47, verrà completamente recuperato mediante il risezionamento di fossi esistenti (aventi volume esistente pari a 928,20 mc per un totale di volume esistente pari a 2.673,67 mc) a sud della SR 515 – Var2. (su terreno di recente acquisto da parte della ditta CST Logistica Trasporti) come riportato nelle tavole di progetto (nuovo volume compensativo realizzato mediante allargamento fossi e bacino d'invaso per 3.126,13 mc).

Le sezioni e profili di progetto sono riportate nella Tavv. 06-08 (sezioni 3-25-26-27 e relativo profilo NO).

Di seguito si riporta tabella riepilogativa di confronto:

<b>CALCOLO VOLUMI INVASO</b>							
<b>STATO DI FATTO</b>				<b>STATO DI PROGETTO</b>			
TRATTO	VOLUME DA FOSSI (mc)	VOLUME DA TUBAZIONI (mc)	TOTALE MC	TRATTO	VOLUME DA FOSSI (mc)	VOLUME DA TUBAZIONI (mc)	TOTALE MC
Scolina 1	80,57		80,57				
Scolina 2	47,86		47,86				
Scolina 3	50,28		50,28				
Scolina 4	55,30		55,30				
Scolina 5	31,96		51,96				
scolina 6	91,06		91,06				
Scolina 7	39,65		39,65				
Scolina 8	175,04		175,04				
Tratto F-H	558,79	8,80	567,59				
Tratto G-L	509,27	18,62	527,89				
Tratto B-E	58,27		58,27				
<b>TOTALE (da compensare)</b>			<b>1.745,47</b>				
Tratto N-O	885,92	42,28	928,2	Tratto N-O	1.316,13		1.316,13
				Area esondabile	1.810,00		1.810,00
<b>TOTALE COMPLESSIVO</b>			<b>2.673,67</b>	<b>TOTALE COMPLESSIVO</b>			<b>3.126,13</b>



Individuazione fosso oggetto di allargamento per recupero volumi compensativi



## **10.2. Tombinamento tratto di fosso ad Ovest lungo il confine con il Comune di Scorzè**

Il progetto prevede inoltre il tombinamento di tratto di fosso posto sul lato ovest del lotto al confine con la Zona industriale del Comune di Scorzè.

Allo stato attuale, tale fosso, soprattutto nel tratto a nord, risulta parzialmente ostruito e non garantisce il regolare deflusso delle acque provenienti dal fosso lungo la SR 245 in senso nord-sud (Tavv. 05-08 sezioni 11-13-24, profilo AD). Tale fosso genera una capacità d'invaso di 428,94 mc.

Con il presente progetto, si prevede il risezionamento del fosso esistente e la chiusura di un tratto di circa 80 metri con scatolare 160\*100. Con tale intervento il tratto in oggetto genererà una capacità d'invaso di 630,18 mc (Tavv. 06-08 sezioni 11-13-24, profilo AD).

Di seguito si riporta tabella riepilogativa di confronto:

<b>CALCOLO VOLUMI INVASO</b>							
<b>STATO DI FATTO</b>				<b>STATO DI PROGETTO</b>			
TRATTO	VOLUME DA FOSSI (mc)	VOLUME DA TUBAZIONI (mc)	TOTALE MC	TRATTO	VOLUME DA FOSSI (mc)	VOLUME DA TUBAZIONI (mc)	TOTALE MC
Tratto A-D	428,94		428,94	Tratto A-D	502,18	128,00	630,18
	<b>TOTALE COMPLESSIVO</b>		<b>428,94</b>		<b>TOTALE COMPLESSIVO</b>		<b>630,18</b>

Rimanendo a disposizione si porgono cordiali saluti.

Scorzè 01/02/2021

Dott. Ing. Danilo Michieletto