

COMUNE DI SUISIO

(Provincia di Bergamo)

**SC IMMOBILIARE SRL Via san Rocco 283
24033 Calusco d'Adda (BG)**

**PIANO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA
LOTTIZZAZIONE DENOMINATA "ATR 8 - COMPARTO B"
VIA A. DE GASPERI SN. – SUISIO (BG)**



DIMENSIONAMENTO RETI ACQUE BIANCHE E NERE

=== RELAZIONE IDRAULICA ===

Bergamo 25 aprile 2022

Ing. Pier Giuseppe FENAROLI



Dr. ing. Pier Giuseppe FENAROLI
VIA CROCEFISSO 37/F – 24123 BERGAMO (BG)
e-mail: pgfena@gmail.com

INDICE

1. PREMESSA	3
2. CARATTERIZZAZIONE PLUVIOGRAFICA DELL'AREA IN ESAME	4
3. DIMENSIONAMENTO RETE ACQUE "METEORICHE"	6
3.1 Classificazione aree drenate.....	6
3.2 Determinazione portata "meteorica" di progetto	7
3.3 Verifiche idrauliche per il dimensionamento del diametro della tubazione	8
4. DIMENSIONAMENTO RETE DI FOGNATURA ACQUE "NERE".....	9

FIGURE

Fig. 1: Corografia con ubicazione intervento

Fig. 2: Celle "Discretizzazione spaziale piogge intense ARPA Lombardia"

Fig. 3: Schematizzazione del sistema di raccolta delle acque meteoriche e suddivisione tipologie aree drenanti

Figg.4: Dimensionamento/verifica elementi della rete acque METEORICHE:

a) Tempo di ritorno $Tr=50$ anni

b) Tempo di ritorno $Tr=100$ anni

1. PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di illustrare le valutazioni effettuate per il dimensionamento delle reti acque “*meteoriche*” e “*nera*” da posare lungo il fronte del nuovo lotto dell’insediamento denominato “*PIANO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA - LOTTIZZAZIONE DENOMINATA “ATR 8 - COMPARTO B” VIA A. DE GASPERI SN. – SUISIO (BG)*”, così come concordato dal committente SC IMMOBILIARE SRL con gli Enti competenti (Comune di Suisio ed Uniacque S.p.A., gestore della rete fognaria comunale). (vedi Fig.1)

Metodologie, ipotesi di calcolo e risultati delle valutazioni effettuate sono illustrate in dettaglio nei capitoli successivi.

2. CARATTERIZZAZIONE PLUVIOGRAFICA DELL'AREA IN ESAME

Come suggerito anche dal recente Regolamento Regionale sull'Invarianza idraulica, (R.R. 8/2019), per la valutazione delle precipitazioni caratteristiche del sito in esame si sono utilizzate le informazioni fornite da ARPA Lombardia ed in particolare dalle risultanze dei seguenti studi:

- “IL REGIME DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE SUL TERRITORIO DELLA LOMBARDIA: Modello di Previsione Statistica delle Precipitazioni di Forte Intensità e Breve Durata” – (Arpa Lombardia - Politecnico di Milano, febbraio 2005)
- “PROGETTO STRADA - STRATEGIE DI ADATTAMENTO DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI PER LA GESTIONE DEI RISCHI NATURALI NEL TERRITORIO TRANSFRONTALIERO”: Il monitoraggio degli eventi estremi come strategia di adattamento ai cambiamenti climatici - le piogge intense e le valanghe in Lombardia (Arpa Lombardia 2013).

in cui vengono formulati i criteri e i metodi per la caratterizzazione idrologica del regime pluviale in Lombardia sviluppando, in particolare, la parametrizzazione della Linee Segnalatrici di Probabilità Pluviometrica (LSPP) secondo il modello probabilistico GEV (Generalized Extreme Value) scala-invariante.

A partire dai parametri determinati per le singole stazioni analizzate, con tali studi ARPA ha provveduto a costruire l'atlante regionale delle piogge intense, caratterizzato da una griglia a maglia quadrata (lato 1.5 km) dove per ogni cella sono forniti i parametri della GEV per durate da 1 a 24 ore e per tempi di ritorno dai 10 ai 200 anni (vedi Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia).

Per il caso in esame si è quindi proceduto ad individuare la cella dell'atlante regionale delle piogge intense in cui rientra l'insediamento in questione (vedi Fig. 2); essa è caratterizzata dai seguenti valori dei parametri di interesse:

<i>riga/colonna cella Atlante regionale</i>	<i>R94-C69</i>
• A1 - coeff. pluviometrico orario	30.790
• N - coefficiente di scala	0.2979
• GEV - parametro “α”	0.2984
• GEV - parametro “k”	-0.015
• GEV -parametro “ε”	0.8231

Considerando le espressioni analitiche:

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n \quad w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

si possono poi determinare le LSPP per vari tempi di ritorno, espresse nell'usuale forma $h = a_T \cdot d^n$, cui corrispondono i seguenti valori dei parametri “a” ed “n”:

LSPP ARPA	<i>Tr=10 anni</i>		<i>Tr=20 anni</i>		<i>Tr=50 anni</i>		<i>Tr=100 anni</i>		<i>Tr=200 anni</i>	
	$w_T =$		$w_T =$		$w_T =$		$w_T =$		$w_T =$	
	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>n</i>
durate>1h	46.372	0.2979	53.2497	0.2979	62.2631	0.2979	69.1005	0.2979	75.9845	0.2979

Considerato che le valutazioni ARPA derivano dall'analisi di registrazioni storiche di durata da 1 a 24 ore bisogna osservare che le corrispondenti LSPP risultano non del tutto significative per precipitazioni di durata inferiori ad 1 ora. Dalle indicazioni di letteratura risulta peraltro che il parametro "a" (cioè la precipitazione oraria) è sufficientemente rappresentativo sia delle precipitazioni di durata superiori ad 1 ora, sia di quelle inferiori, mentre è il parametro "n" che deve essere meglio differenziato per i due campi di durata. Alla luce di tali considerazioni, le LSPP per durate inferiori ad 1 ora possono ragionevolmente essere stimate:

- mantenendo il valore di "a" della cella dell'atlante regionale delle piogge intense ARPA;
- adottando un valore di "n" pari a 0.5, come suggerito dalla letteratura tecnica e dal già citato R.R. 8/2019;

fino ad ottenere il seguente risultato:

LSPP ARPA	<i>Tr=10 anni</i>		<i>Tr=20 anni</i>		<i>Tr=50 anni</i>		<i>Tr=100 anni</i>		<i>Tr=200 anni</i>	
	<i>w_T =</i>		<i>w_T =</i>		<i>w_T =</i>		<i>w_T =</i>		<i>w_T =</i>	
	<i>a</i>	<i>n</i>								
durate>1h	46.372	0.5000	53.2497	0.5000	62.2631	0.5000	69.1005	0.5000	75.9845	0.5000
durate>1h	46.372	0.2979	53.2497	0.2979	62.2631	0.2979	69.1005	0.2979	75.9845	0.2979

3. DIMENSIONAMENTO RETE ACQUE “METEORICHE”

3.1 Classificazione aree drenate

La configurazione del sistema di raccolta delle acque meteoriche è stata definita in coordinamento con il progettista dell'intervento edilizio in quanto ovviamente dipendente dalle caratteristiche del progetto architettonico e strutturale (vedi elaborati progettuali); la situazione è schematizzata in Fig. 3, dove sono indicate le aree drenate dalla rete stessa, suddivisa per tipologia e per tratto di competenza.

Come si può notare, la rete è al servizio esclusivo delle aree pubbliche, perché per lo smaltimento delle acque meteoriche all'interno dei lotti privati è prevista una gestione autonoma basata su specifici sistemi di infiltrazione.

Va anche evidenziato che si progetto produce sostanzialmente un semplice riordino della situazione preesistente, in quanto l'area in questione è già attualmente asfaltata (via De Gasperi) e le relative acque meteoriche sono già captate dalla griglia ubicata a ridosso dell'incrocio con via 25 Aprile (e che verrà dismessa a seguito della posa della nuova tubazione e delle relative caditoie).

Osservando la Fig. 3, si nota inoltre che la tubazione da posare interessa solo il fronte della lottizzazione, come concordato con gli enti competenti, ma che tra le aree drenate è stato incluso anche il tratto più a nord di via De Gasperi, considerando una possibile configurazione futura simile a quella prevista per il tratto “fronte lottizzazione” (cioè con allargamento della sede stradale e marciapiede su entrambi i lati).

Le superfici “cumulate” di competenza dei singoli tratti, sono riportate nella tabella seguente:

Tratto	grandezze CUMULATE						
	LUNGHEZZA [m]	Superfici grandezze CUMULATE [m2]					
		STRADE	PARCHEGGI	MARCIAPIEDE	GREEN-BLOCK	VERDE	TOT
B0-B1	35.74	213.23	0.00	110.02	0.00	0.00	323.26
B1-B2	64.64	386.63	0.00	200.47	0.00	0.00	587.10
B2-B3	84.69	507.48	0.00	258.17	0.00	0.00	765.65
B3-B4	101.03	641.49	0.00	292.21	0.00	0.00	933.70

3.2 Determinazione portata “meteorica” di progetto

La portata di progetto è stata poi calcolata considerando il contributo meteorico e l'estensione corrispondente alle porzioni gravanti su ciascun tratto della rete (vedi figg. 3 e 4/a÷4/b), utilizzando la classica formula “razionale”:

$$Q = 0.278/1000 C_d h_c S/t_c = 0.278/1000 C_d i_c S$$

dove:

Q = portata di progetto (l/s),

h_c = altezza di pioggia (mm),

S = superficie del bacino (m^2),

t_c = tempo critico del bacino (ore), usualmente assimilato al tempo di corrivazione

C_d = coefficiente di deflusso (posto pari a 1 per le aree impermeabili, a 0.7 per quelle semi-permeabili ed a 0.3 per il verde),

i_c = intensità di pioggia (mm/h).

Per la valutazione dei contributi meteorici si sono innanzitutto considerate le caratteristiche pluviometriche del sito, con riferimento alle LSPP illustrate nel Cap.2. Per ciascun tratto delle rete, l'intensità di precipitazione i_c è stata calcolata considerando una durata dell'evento meteorico stessa pari al tempo di corrivazione t_c calcolato nel nodo di valle del tratto. Per la determinazione di t_c si è partiti dall'approccio fornito dai “Criteri di Pianificazione – PRRA” che suggerisce di calcolarlo come:

$$t_c = t_{rete} + t_e$$

dove:

t_e = tempo di entrata, fissato in 5 minuti;

t_{rete} = tempo di percorrenza della rete di drenaggio, calcolabile come rapporto L/V tra il percorso idraulicamente più lungo L e la velocità di riferimento della corrente (che il PRRA indica in 1 m/s per le zone pianeggianti).

Nei calcoli si è comunque adottata una durata di progetto minima pari a 10 minuti, anche per tener conto del fatto che per durate inferiori le LSPP, determinate sulla base di registrazioni storiche di eventi di maggior durata, fornirebbero stime eccessivamente severe delle intensità della precipitazione.

Un riepilogo dei dati di base considerati e dei risultati delle stime per tempo di ritorno $Tr=50$ anni sono dettagliati in Fig. 4/a. A titolo di ulteriore cautela analoghe stime sono state effettuate anche per $Tr= 100$ anni (Fig. 4/b).

3.3 Verifiche idrauliche per il dimensionamento del diametro della tubazione

Sulle già citate Figg. 4/a-4/b, oltre alle stime delle portate di “progetto”, sono riportate le corrispondenti verifiche per il dimensionamento delle tubazioni, effettuate considerando condizioni di moto uniforme ed utilizzando la classica formula di Chezy con il coefficiente di scabrezza di Gaucker-Strickler;

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

dove:

Q = portata di calcolo (m³/s)

k = parametro di scabrezza di Strickler (m^{1/3}/s)

A = superficie bagnata al riempimento considerato (m²)

R = raggio idraulico (m), corrispondente al rapporto tra area e perimetro bagnato

i = pendenza di progetto (-).

Osservando entrambe le succitate figure, si può rilevare che le **acque meteoriche** dell'insediamento in questione sono adeguatamente convogliabili impiegando una tubazione:

- **PVC-SN8 250 mm - pendenza 1%**

che risulta in grado di smaltire la portata di progetto con un riempimento massimo pari al 60% per la portata con Tr=100 anni ed al 56% per quella con Tr=50 anni.

4. DIMENSIONAMENTO RETE DI FOGNATURA ACQUE “NERE”

Come schematizzato in Fig.3, nell’ambito del progetto è prevista la realizzazione di una tubazione per l’allaccio alla pubblica fognatura delle acque nere provenienti dal nuovo complesso residenziale del comparto B, composto da 2 nuovi edifici per un totale di 7 u.i.u. (unità immobiliari urbane).

Per il dimensionamento della tubazione da posare, bisogna innanzitutto tener conto che la massima portata da considerare per il dimensionamento di un collettore acque “nere” dipende dal numero degli apparecchi presumibilmente in funzione in contemporanea, con riferimento anche alla destinazione d'uso dei fabbricati. Detta Q_t la portata totale degli apparecchi allacciati a monte della sezione considerata, la portata probabile Q_p è stimabile con la seguente relazione sperimentale:

$$Q_p = K_r \sqrt{Q_t}$$

dove K_r è un coefficiente di riduzione che nel caso specifico può essere assunto pari a 0.5, alla luce di quanto suggerito al riguardo dalla norma UNI EN 12056 -2:

Utilizzo degli apparecchi	K
Uso intermittente, per esempio in abitazioni, locande, uffici	0.5
Uso frequente, per esempio in ospedali, scuole, ristoranti, alberghi	0.7
Uso molto frequente, per esempio in bagni e/o docce pubbliche	1
Uso speciale, per esempio laboratori	1.2

Ai fini del dimensionamento si è poi ipotizzata la seguente configurazione degli apparecchi idrosanitari associabili a ciascuna unità abitativa:

appartamento tipo (portate scaricate da norma UNI EN 12056 -2)

bagno 1		bagno 2		cucina	
	[l/s]		[l/s]		[l/s]
lavamani, lavabo	0.5	lavamani, lavabo	0.5	lavello cucina	0.8
bidet	0.5	bidet	0.5	lavatrice	1.5
vasca bagno	0.8	piatto doccia	0.6	lavastoviglie	0.8
W.C.	2.5	W.C.	2.5		
<i>Totale</i>	4.3		4.1		3.1
11.5 l/s					

Considerando il numero di unità abitative (pari a 7, come precedentemente riportato) si è determinata dapprima la portata totale e successivamente, sulla base della sopra richiamata relazione sperimentale, la portata probabile Q_p :

appart.	QTOT [l/s]	fattore contemp. K	Q_{probab} [l/s]
7	80.5	0.0557	4.486

Considerando condizioni di moto uniforme e utilizzando la classica formula di Chezy, già illustrata nel precedente § 3.3, si è infine proceduto alla scelta della tubazione da posare, verificando che la velocità e il rapporto di riempimento della tubazione stessa assumano valori accettabili.

Q _{probab} [l/s]	Pend	Diam nom mm	mater	Diam netto mm	Coeff. K	V [m/s]	riempimento	
							%	[m]
4.486	1.00%	200	PVC-SN8	188.2	100	0.89	24%	0.04

Alla luce di tale risultato si può dunque concludere che le **acque nere** dell'insediamento in questione sono adeguatamente convogliabili impiegando una tubazione:

- **PVC-SN8 200 mm - pendenza 1%**

Si deve per la verità sottolineare che dal punto di vista esclusivamente idraulico potrebbe essere utilizzato anche un diametro decisamente inferiore, ma ciò non si ritiene opportuno al fine di garantire condizioni di esercizio tali da scongiurare l'eventualità di intasamenti indesiderati.

Bergamo, 25 aprile 2022

Dr. Ing. Pier Giuseppe FENAROLI



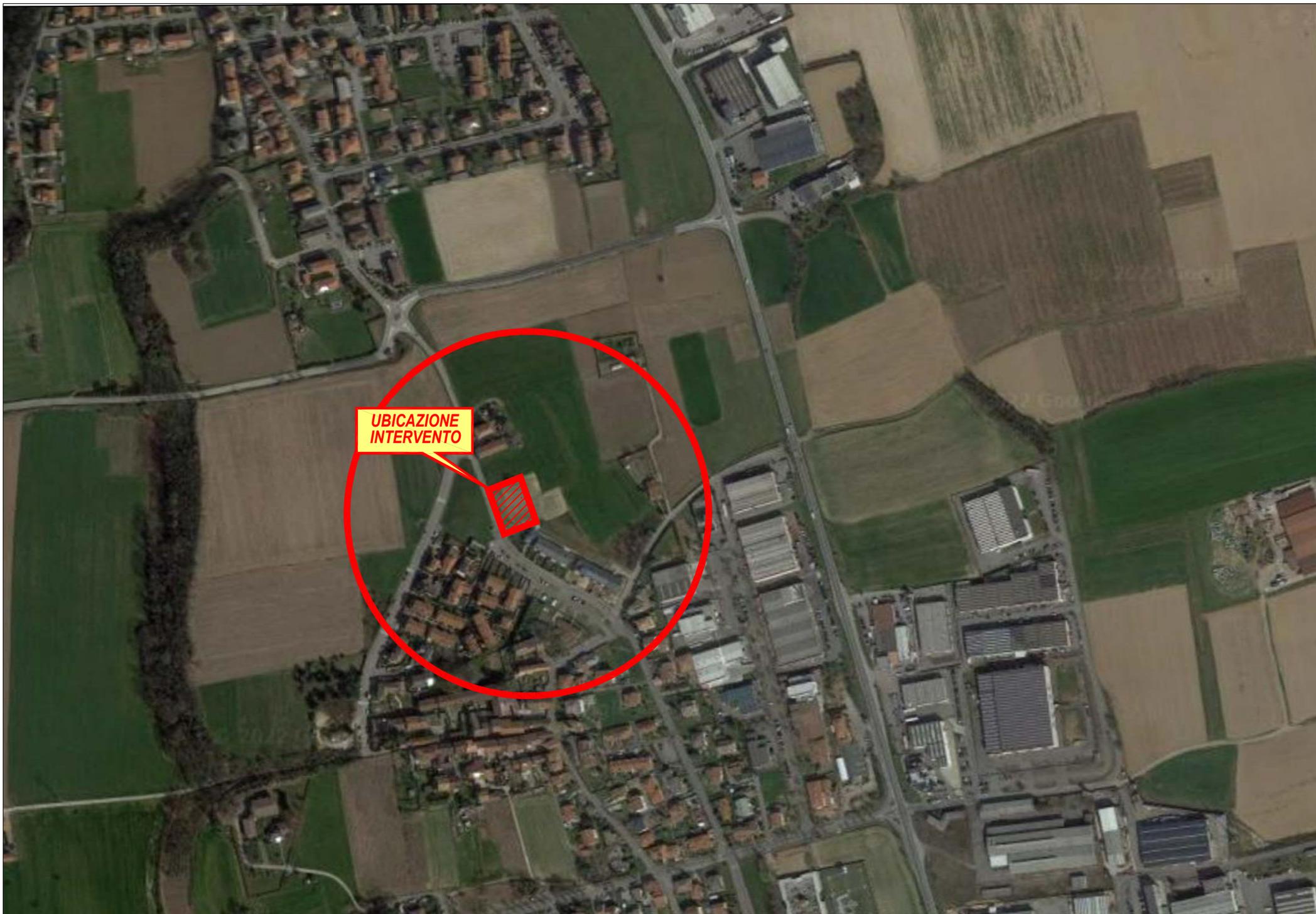
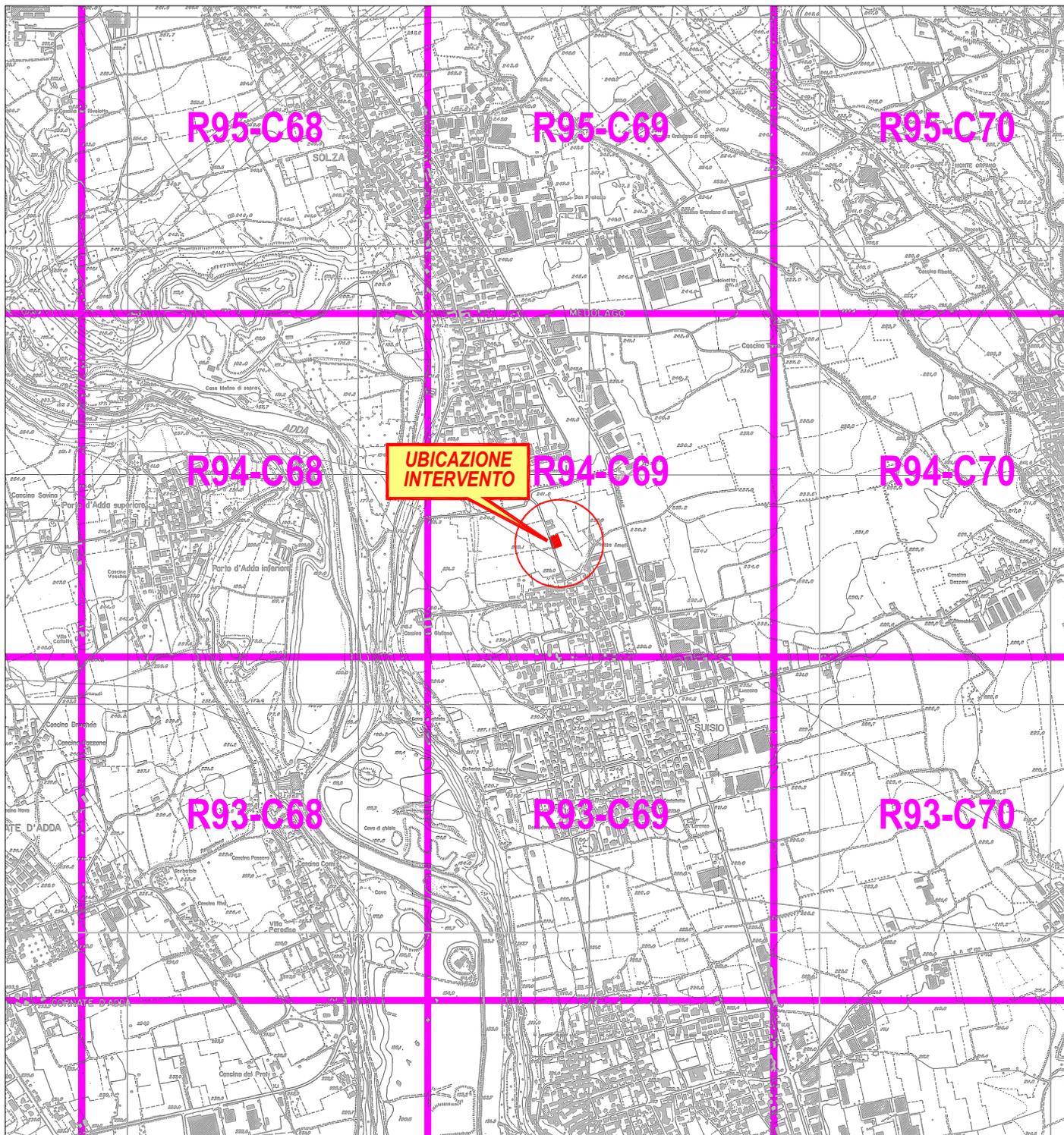


Fig. 1: Corografia con ubicazione intervento



R92-C86

Celle discretizzazione spaziale piogge intense secondo ARPA Lombardia

Fig. 2: celle "Discretizzazione spaziale piogge intense ARPA Lombardia" (scala 1:25.000)

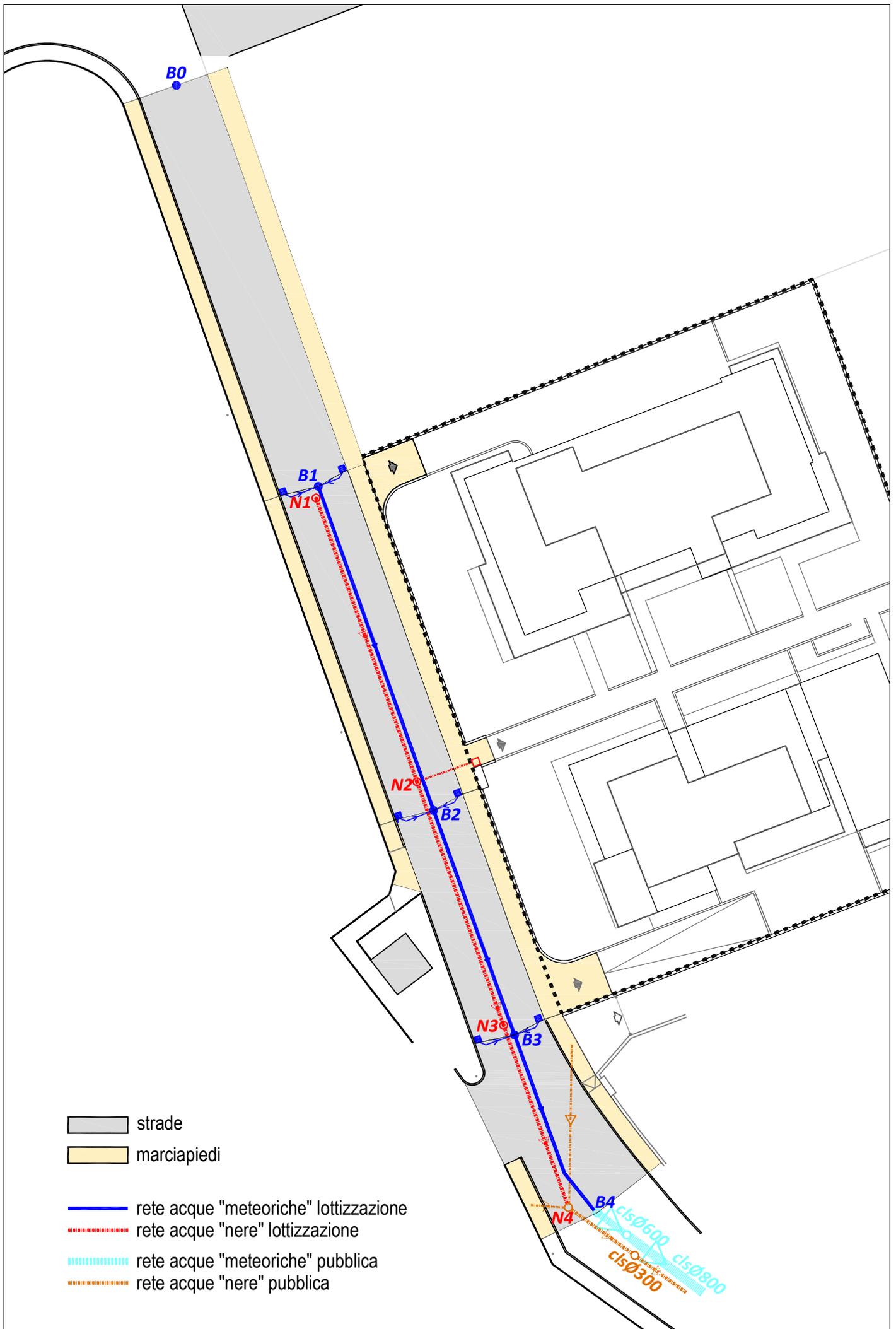


Fig. 3: Schematizzazione del sistema di raccolta delle acque meteoriche e suddivisione tipologie aree drenanti

LSPP-Linea Segnalatrice Probabilità Pluviometrica	cella	Tempo ritorno:	a_t	62.263	parametri stima durata evento pluviom.				Q _{calc}	Verifica in condiz.MOTO UNIFORME (formula di Chezy con coeff. Scabrezza Strickler)									
	r94-c69	50 anni	n<1h	0.5000	T _c = T _{ing} +T _{rete}	T _{ing} [min]	V [m/s]	dur min [min]											
			n>1h	0.2979	con T _{rete} =L/V	5.0	1.0	10.0											
Superfici grandezze CUMULATE [m2]							coeff defluss o medio	lung cumul	T _c = T _{ing} +T _{rete}	durata adottata	Intensità pioggia dur=T _c I _{Tc}	Portata di Progetto	Pend	Diametro nominale	MATER	Diametro netto	Coeff.	riempimento	
STRADE	PARCHEGGI	MARCIAPIEDE	GREEN+BLOCK	VERDE	TOT	Φ													
Φ	1.00	1.00	1.00	0.70	0.30	===	Φ	m ²	[min]	[min]	l/s.m ²	l/s	---	mm	---	mm	K	%	[m]
B0-B1	213.23	0.00	110.02	0.00	0.00	323.26	1.0000	35.74	5.60	10.00	0.0424	13.7	1.00%	250	PVC-SN8	235.4	100	31%	0.07
B1-B2	386.63	0.00	200.47	0.00	0.00	587.10	1.0000	64.64	6.08	10.00	0.0424	24.9	1.00%	250	PVC-SN8	235.4	100	43%	0.10
B2-B3	507.48	0.00	258.17	0.00	0.00	765.65	1.0000	84.69	6.41	10.00	0.0424	32.4	1.00%	250	PVC-SN8	235.4	100	50%	0.12
B3-B4	641.49	0.00	292.21	0.00	0.00	933.70	1.0000	101.03	6.68	10.00	0.0424	39.6	1.00%	250	PVC-SN8	235.4	100	56%	0.13

Fig. 4/a - Dimensionamento/Verifica elementi della Rete acque meteoriche: tempo di ritorno Tr=50 anni

LSPP-Linea Segnalatrice Probabilità Pluviometrica	cella	Tempo ritorno:	a_t	69.101	parametri stima durata evento pluviom.				Q _{calc}	Verifica in condiz.MOTO UNIFORME (formula di Chezy con coeff. Scabrezza Strickler)									
	r94-c69	100 anni	n<1h	0.5000	T _c = T _{ing} +T _{rete}	T _{ing} [min]	V [m/s]	dur min [min]											
			n>1h	0.2979	con T _{rete} =L/V	5.0	1.0	10.0											
Superfici grandezze CUMULATE [m2]							coeff defluss o medio	lungh cumul	T _c = T _{ing} +T _{rete}	durata adottata	Intensità pioggia dur=T _c I _{Tc}	Portata di Progetto	Pend	Diametro nominale	MATER	Diametro netto	Coeff.	riempimento	
STRADE	PARCHEGGI	MARCIAPIEDE	GREEN+BLOCK	VERDE	TOT	Φ													
Φ	1.00	1.00	1.00	0.70	0.30	===	Φ	m ²	[min]	[min]	l/s.m ²	l/s	---	mm	---	mm	K	%	[m]
B0-B1	213.23	0.00	110.02	0.00	0.00	323.26	1.0000	35.74	5.60	10.00	0.0470	15.2	1.00%	250	PVC-SN8	235.4	100	33%	0.08
B1-B2	386.63	0.00	200.47	0.00	0.00	587.10	1.0000	64.64	6.08	10.00	0.0470	27.6	1.00%	250	PVC-SN8	235.4	100	45%	0.11
B2-B3	507.48	0.00	258.17	0.00	0.00	765.65	1.0000	84.69	6.41	10.00	0.0470	36.0	1.00%	250	PVC-SN8	235.4	100	53%	0.12
B3-B4	641.49	0.00	292.21	0.00	0.00	933.70	1.0000	101.03	6.68	10.00	0.0470	43.9	1.00%	250	PVC-SN8	235.4	100	60%	0.14

Fig. 4/b - Dimensionamento/Verifica elementi della Rete acque meteoriche: tempo di ritorno Tr=100 anni