



COMUNE DI LONATO DEL GARDA

PROVINCIA DI BRESCIA

REGIONE LOMBARDIA



"PIANO DI LOTTIZZAZIONE TIRACOLLO TRE UMI 1"
VIA TIRACOLLO - FG. 47 MAPP. 124p - 125p - 466 COMUNE DI LONATO D/G (BS)

STUDIO DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE BIANCHE
PROGETTO PRELIMINARE DI INVARIANZA IDROLOGICA E IDRAULICA
(R.R. 23.11.2107 N. 7 - R.R. 19.04.2019 N. 8)



RELAZIONE TECNICA

Committente : OXYTURBO S.P.A.
Via Serio, 15 - 25015 Desenzano del Garda (BS)
C.F. 01768550178 - P.Iva 00653320986

I progettisti:

Dott. Ing. Giuseppe Negrinelli
(Ordine degli Ingegneri della Provincia di Brescia n.1564)

Dott. Ing. Giulia Negrinelli
(Ordine degli Ingegneri della Provincia di Brescia n.A6360)

Marzo 2021

INDICE

1	PREMESSA	3
2	QUANTIFICAZIONE DELLE PORTATE AMMISSIBILI ALLO SCARICO NEL COLLETTORE DI ALIMENTAZIONE DELLA VASCA DI LAMINAZIONE DEL LEONE	5
2.1	STUDIO IDRAULICO "NUOVO SCARICO ACQUE METEORICHE IN LOCALITA' CAMPAGNOLI ED OPERE DI RIASSETTO IDRAULICO" – APRILE 2010	5
2.2	STUDIO DI FATTIBILITA' "ANALISI DELLE MODALITA' DI DEFLUSSO DELL'AREA DI SAN CIPRIANO E DEFINIZIONE DELLE OPERE DI RIPRISTINO DELLA CONTINUITA' IDRAULICA" – GIUGNO 2011.....	10
2.3	QUANTIFICAZIONE DEGLI APPORTI TEORICI AMMESSI AL CIS AFFLUENTE DEL RIO RUDONE.....	13
2.4	SOTTO BACINO NUOVA URBANIZZAZIONE	16
3	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO	22
4	PRESCRIZIONI DEL "REGOLAMENTO PER L'INVARIANZA IDRAULICA" (REGOLAMENTO REGIONALE 23.11.2017 N. 7)	29
4.1	DESTINAZIONI AMMESSE PER LE ACQUE METEORICHE E LIMITI QUANTITATIVI.....	30
4.2	DEFINIZIONE DELLE AREE IMPERMEABILI.....	32
4.3	DEFINIZIONE DEI SOTTOBACINI DI INTERVENTO	33
4.4	DEFINIZIONE DELLE PIOGGE DI PROGETTO.....	36
4.4.1	<i>PARAMETRI DELLA CURVA SEGNALETRICE PER EVENTI DI DURATA TRA 1 – 24 ORE</i>	<i>37</i>
4.4.2	<i>PARAMETRI DELLA CURVA SEGNALETRICE PER EVENTI DI DURATA TRA 1 – 5 GIORNI</i>	<i>39</i>
4.5	METODO DI CALCOLO	41
4.6	DEFINIZIONE DEI DATI DI PROGETTO INDIVIDUAZIONE SISTEMA DI SMALTIMENTO	42
4.7	ANALISI DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DELL'AREA DI INTERESSE.....	43
5	PRE DIMENSIONAMENTO DEI SISTEMI DI DISPERSIONE	50
5.1	METODOLOGIA DI CALCOLO.....	50
5.1.1	<i>CALCOLO DEL VOLUME AFFLUENTE $V_e(T)$</i>	<i>51</i>
5.1.2	<i>CALCOLO DEL VOLUME INFILTRATO $V_i(T)$</i>	<i>52</i>
5.1.3	<i>CALCOLO DEL VOLUME ACCUMULATO V_A</i>	<i>52</i>
5.2	DESCRIZIONE DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI PROPOSTE	54
5.2.1	<i>SOTTOBACINO B0 - STRADA CHIUSA</i>	<i>54</i>
5.2.2	<i>SOTTOBACINO B1 - VIA MANTOVA NORD</i>	<i>54</i>
5.2.3	<i>SOTTOBACINO B2 - VIA MANTOVA NORD</i>	<i>55</i>
5.2.4	<i>SOTTOBACINO B3 - ROTATORIA VIA TIRACOLLO</i>	<i>55</i>
5.2.5	<i>SOTTOBACINO B4 - PIAZZALI BASSI</i>	<i>56</i>
5.2.6	<i>SOTTOBACINO B5.2 - AREA OVEST</i>	<i>56</i>
5.2.7	<i>SOTTOBACINO B5.1 - B6 - PIAZZALI ALTI</i>	<i>57</i>
6	DIMENSIONAMENTO DEI SISTEMI DI SMALTIMENTO CON PROCEDURA DETTAGLIATA	58
6.1	VERIFICA REQUISITO MINIMO - VOLUME INVASO - ART. 12 C. 2	62
6.2	VERIFICA DEL TEMPO DI SVUOTAMENTO DEL DISPOSITIVO DI LAMINAZIONE.....	63
6.3	VERIFICA DIMENSIONAMENTO DEI SISTEMI DI SMALTIMENTO TR 100 ANNI	63
7	DIMENSIONAMENTO COLLETTORI	64
7.1	DETERMINAZIONE DELLE MASSIME PORTATE DI PIOGGIA AFFLUENTI IN RETE	64
7.2	MODALITÀ DI DIMENSIONAMENTO DELLE TUBAZIONI	65
7.3	TUBAZIONI PVC	65

7.4	TUBAZIONI CLS.....	66
7.5	NUOVA VASCA DI LAMINAZIONE.....	67
7.6	MANUFATTO DI SCARICO MODULATO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE	70
8	NATURA DELLE ACQUE ALLO SCARICO	71
9	CONCLUSIONI	72

1 PREMESSA

La presente relazione è relativa alla definizione preliminare, degli interventi atti a garantire il rispetto del principio di invarianza idraulica ed idrologica in ottemperanza ai disposti del Regolamento Regionale 23.11.2017 n. 7 , "*Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (legge per il governo del territorio)* e del Regolamento Regionale 19.04.2019 n. 8 , "*Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7*", relativamente agli interventi previsti dal "Piano di Lottizzazione Tiracollo Tre – UMI 1", ubicato sul terreno sito in Lonato del Garda prospiciente le vie Tiracollo e Mantova, catastalmente identificato nel NCT al foglio 47, mappali 124p, 125p e 466, proposto dalla società OXITURBO S.p.a. con sede in Desenzano del Garda, via Serio n. 15, C.F. 01768550178 - P.IVA 00653320986, in qualità di proprietaria dell'immobile.

Tali principi sono riassunti all'Art. 1 comma 1 lettere a) e b) del Regolamento n. 7, così come modificato ed integrato dal Regolamento regionale n. 8 del 17.04.2019.

Ai sensi dell'Art. 3 del R.R. 7/2017, comma 2, così come modificato dal R.R. 8 del 17.04.2019, sono soggetti ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica gli interventi di:

- b) di nuova costruzione, così come definiti dall'articolo 3, comma 1, lettera e), del d.p.r. 380/2001, compresi gli ampliamenti; sono escluse le sopraelevazioni che non aumentano la superficie coperta dell'edificio;
- d) relativi a opere di pavimentazione e di finitura di spazi esterni, anche per le aree di sosta, di cui all'articolo 6, comma 1, lettera e-ter), del d.p.r. 380/2001, con una delle caratteristiche che seguono:
 - 1. di estensione maggiore di 150 mq;
 - 2. di estensione minore o uguale di 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c), del presente comma o di cui al comma 3;

L'Art. 3 del R.R. 7/2017, comma 2 bis, prevede inoltre che siano soggetti ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica gli interventi di realizzazione di:

a) parcheggi, aree di sosta e piazze, con una delle caratteristiche che seguono:

- 1. estensione maggiore di 150 mq;
- 2. estensione minore o uguale di 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c), del comma 2;

Infine, l'Art. 3 del R.R. 7/2017, comma 3, così come modificato dal R.R. 8 del 17.04.2019, prevede che, nell'ambito degli interventi relativi alle infrastrutture stradali e autostradali, loro pertinenze e parcheggi, assoggettati ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica, siano esclusi dall'applicazione del R.R. 7/2017:

- a) gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria della rete ciclopedonale, stradale e autostradale;
- b) gli interventi di ammodernamento, definito ai sensi dell'articolo 2 del regolamento regionale 24 aprile 2006, n. 7 (Norme tecniche per la costruzione delle strade), ad eccezione della realizzazione di nuove rotonde di diametro esterno superiore ai 50 metri su strade diverse da quelle di tipo «E – strada urbana di quartiere», «F – strada locale» e «F-bis – itinerario ciclopedonale», così classificate ai sensi dell'articolo 2 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285 (Nuovo codice della strada);
- c) gli interventi di potenziamento stradale, così come definito ai sensi dell'articolo 2 del r.r. 7/2006, per strade di tipo «E – strada urbana di quartiere», «F – strada locale» e «F-bis – itinerario ciclopedonale», così classificate ai sensi dell'articolo 2 del d.lgs. 285/1992;
- d) la realizzazione di nuove strade di tipo «F-bis – itinerario ciclopedonale», così classificate ai sensi dell'articolo 2 del d.lgs. 285/1992.

Pertanto gli interventi proposti dal "Piano di Lottizzazione Tiracollo Tre – UMI 1" rientrano in parte nell'ambito di applicazione del R.R. 7, mentre parte degli interventi riguardanti la manutenzione straordinaria di viabilità esistenti non sono soggetti allo stesso.

La presente relazione viene redatta con la finalità di fornire un inquadramento preliminare della problematica dell'invarianza idrologica ed idraulica degli interventi proposti e delle soluzioni previste per la sua risoluzione a costituire parte del Studio del Sistema di Smaltimento delle Acque Bianche - Progetto Preliminare di invarianza idraulica e idrologica, conformemente alle disposizioni del regolamento e secondo i contenuti di cui all'articolo 10 del R.R. 7/2017.

La soluzione proposta, considerate le buone caratteristiche di permeabilità del terreno presente in situ, è costituita da uno smaltimento negli strati superiori del sottosuolo mediante campo pozzi perdenti, unitamente allo scarico in fognatura Bianca pubblica, verso il collettore/Vasca di laminazione del centro Commerciale "Il Leone", secondo i valori di portata ammessi dalla norma e/o compatibili con il ricettore finale.

La presente è suddivisa in capitoli:

- Il Capitolo 2 riassume i contenuti degli studi precedentemente realizzati relativi alla problematica del drenaggio del bacino Campagnoli di Lonato ed allo smaltimento delle acque meteoriche verso il T. Redone con portate compatibili con il ricettore;
- Il Capitolo 3 localizza l'intervento e contiene una descrizione sommaria degli interventi di progetto edilizio del Piano di Lottizzazione Tiracollo Tre UMI 1;
- Il Capitolo 4 riassume gli aspetti principali del Regolamento Regionale n. 7, così come modificato dal R.R. 8 del 17.04.2019, evidenziandone la rilevanza con specifico riferimento alle opere della presente relazione, individua i sottobacini di calcolo considerati, le modalità di drenaggio e smaltimento prescelto, i dati di progetto e le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche delle aree di interesse;
- Il Capitolo 5 descrive la metodologia di calcolo utilizzata per il predimensionamento dei sistemi di smaltimento proposti e le soluzioni progettuali individuate per ciascun sottobacino di intervento, ai fini della realizzazione di sistemi di smaltimento efficienti e della garanzia del principio di invarianza laddove soggetti;
- Il Capitolo 6 descrive la metodologia di calcolo di dettaglio per il dimensionamento dei sistemi di smaltimento con Ietogramma Chicago, e illustra le modalità di verifica previste dal R.R. 7/2017 e R.R. 8/2019;
- Il Capitolo 7 illustra la tipologia dei collettori individuati e descrive le modalità di verifica di idoneità idraulica.
- Il Capitolo 8 descrive la natura delle acque convogliate allo smaltimento nel sottosuolo la cui qualità risulta compatibile con la tutela qualitativa della falda.
- Il Capitolo 10 riassume i contenuti della Relazione.

In ottemperanza allo spirito del citato Regolamento, la relazione, corredata di specifico elaborato di calcolo, non riporta solo i risultati del dimensionamento, ma descrive nel dettaglio i parametri assunti e i calcoli svolti così da consentire la verifica dei dimensionamenti proposti al lettore esperto.

2 QUANTIFICAZIONE DELLE PORTATE AMMISSIBILI ALLO SCARICO NEL COLLETTORE DI ALIMENTAZIONE DELLA VASCA DI LAMINAZIONE DEL LEONE

Il sistema di smaltimento delle acque bianche del nuovo piano di lottizzazione commerciale "Tiracollo TRE UMI 1" prevede, oltre allo smaltimento delle acque di provenienza meteorica mediante infiltrazione negli strati superficiali del sottosuolo, lo scarico delle portate di natura meteorica provenienti da idonea Vasca di laminazione nello collettore della Fognatura Bianca di recente realizzato a monte del centro Commerciale " Il Leone". Pertanto è necessario, in via preliminare, con lo scopo di poterne valutare la compatibilità, richiamare sinteticamente i risultati degli studi idrologico - idraulici relativi alla zona dei Campagnoli di Lonato del Garda e le opere di riassetto idraulico di recente realizzate consistenti nel " Nuovo scarico acque meteoriche in località Campagnoli di Lonato ed opere di riassetto idraulico".

A tale scopo, si segnala che della problematica del drenaggio del bacino Campagnoli di Lonato è stato diffusamente trattato negli studi precedentemente realizzati dall'estensore della presente:

- Nuovo Scarico acque meteoriche in località Campagnoli di Lonato ed opere di riassetto Idraulico – aprile 2010,
- Analisi delle modalità di deflusso dell'area di San Cipriano e definizione delle opere di ripristino della continuità idraulica – giugno 2011.

che vengono di seguito per sommi capi riassunti, unitamente alle conclusioni ed alle proposte di un piano di Bacino per la modulazione e smaltimento delle acque meteoriche al T. Redone.

2.1 STUDIO IDRAULICO "NUOVO SCARICO ACQUE METEORICHE IN LOCALITA' CAMPAGNOLI ED OPERE DI RIASSETTO IDRAULICO" – APRILE 2010

In sintesi, con il primo studio è stato individuato:

- il recapito idoneo delle acque meteoriche il corpo idrico superficiale appartenente al R.I.M., posto a Sud della rotatoria di interconnessione tra la vecchia S.P. 567 e la nuova superstrada (rotatoria "ex Genux"), e successivamente confluyente nel T. Redone;
- le modalità di drenaggio di tutto del bacino studiato e teoricamente afferente a tale recapito.

Trattasi di un bacino che presenta un'estensione significativa (nell'ordine di 1.88 km²), perimetrato in maniera abbastanza netta da elementi morfologici di immediata individuazione:

- ad Ovest dal ciglio superiore di una cresta che si sviluppa in direzione Nord – Sud a partire approssimativamente dall'abitato di Brodena;
- a Sud da Via Corte Ferrarini, il cui percorso corrisponde grosso modo ad uno spartiacque naturale;
- a Est dal rilevato di Via Mantova;
- a Nord dal perimetro dell'area di cava posta a Nord di Via Tiracollo (A.d.T. 11).

Si tratta di un bacino in larga misura non urbanizzato, particolarmente nella parte occidentale, ove si ha una forte presenza di terreni coltivati a seminativo.

In esso sono stati individuati 5 sottobacini:

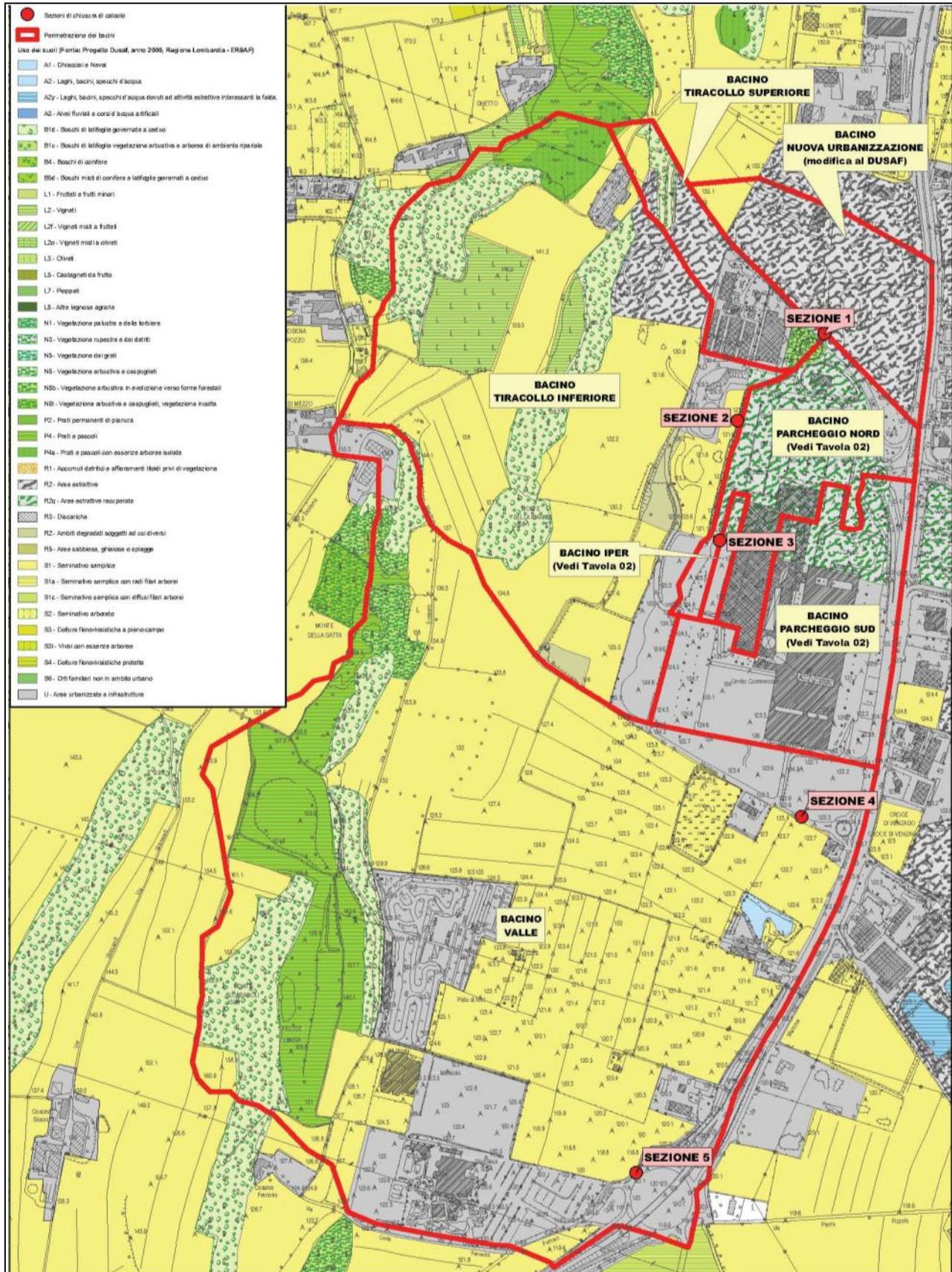
1. il bacino "Nuova Urbanizzazione – Tiracollo 1": si tratta di un'area attualmente ospitante usi di carattere residuale posta a Nord di Via Tiracollo e soggetta ad un prossimo intervento di urbanizzazione Ambito di Trasformazione 11;
2. Il bacino denominato "Tiracollo Superiore": esso comprende le aree direttamente afferenti a Via Tiracollo: la strada, attualmente priva di efficienti opere di drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche funge pertanto da improprio vettore delle acque meteoriche affluenti, che di fatto oggi finiscono convogliate sui

parcheggi settentrionali del centro commerciale "Il Leone", attraverso la viabilità di servizio che si immette su Via Tiracollo;

3. il bacino del centro commerciale "Il Leone";
4. il bacino "Tiracollo inferiore": che include aree, essenzialmente non urbanizzate, i cui contributi si sommano a quelli dei bacini sopracitati nella sezione di chiusura posta immediatamente a valle del centro commerciale;
5. il bacino "Valle": rappresenta il contributo delle aree residuali afferenti alla sezione di chiusura della rotatoria della multisala King (ex Genux) che si somma a quelli dei bacini succitati.

Di seguito vengono riportati i principali dati idrologici dei bacini perimetrati (e della relativa suddivisione in sottobacini) desunti dallo Studio – aprile 2010.

	Superf. bacino [km ²]	Coeff. CN [-]	Lungh. asta princ. [km]	Altezza mass. bacino [m.s.l.m.]	Altezza min. bacino [m.s.l.m.]	Altezza media bacino [m.s.l.m.]	Tempo di corrivazione [minuti]
Tiracollo superiore	0.0548	77.39	0.505	156.42	125.00	134.99	40.18
Nuova urbanizzazione – A.d.T. 11	0.0862	81.11	0.46				20.00
Leone Parcheggio Nord	0.0973	87.89	0.35	Bacino urbano			19.86
<i>Nord 01</i>	<i>0.0435</i>	<i>83.39</i>	<i>0.35</i>				19.86
<i>Nord 02</i>	<i>0.0538</i>	<i>91.54</i>	<i>0.35</i>				19.86
Leone Parcheggio Sud	0.1413	85.91	0.63	Bacino urbano			22.35
<i>Sud basso</i>	<i>0.0562</i>	<i>86.73</i>	<i>0.52</i>				20.20
Sud basso 01	0.0450	94.74	0.52				20.20
Sud basso 02	0.0112	84.73	0.52				20.20
<i>Sud alto</i>	<i>0.0850</i>	<i>85.38</i>	<i>0.63</i>				22.35
Area Iper	0.0068	97.98	0.151	Bacino urbano			7.96
Bacino di valle	1.0292	72.35	2.01	177.21	120.00	129.99	167.89
Tiracollo inferiore	0.4721	69.68	1.10	198.19	124.02	141.17	79.64

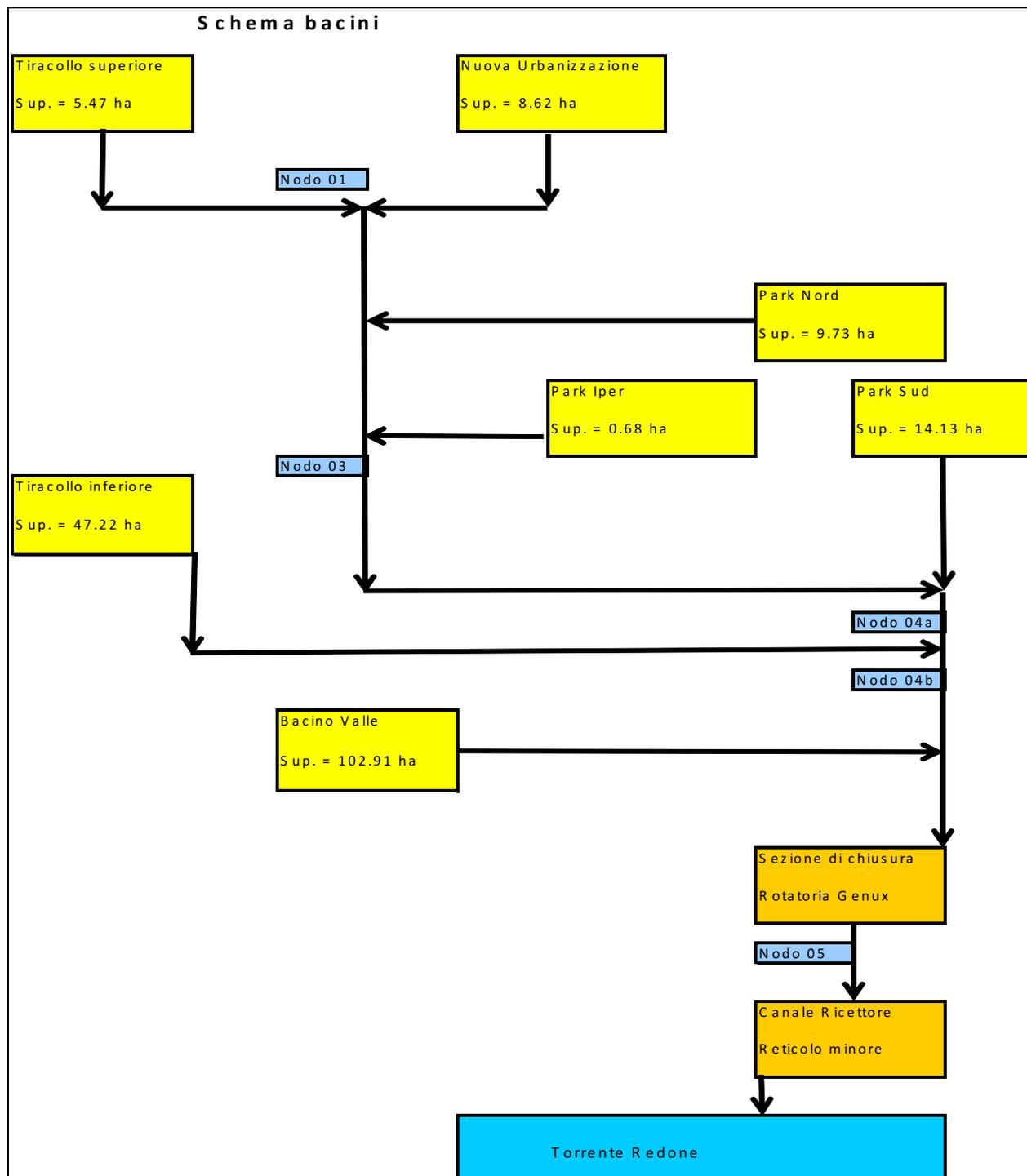


Estratto planimetrico S_Bacini oggetto dell'analisi idrologica

I principali risultati dell'analisi idrologica svolta su ciascun bacino sono riportati nella successiva tabella, ove, per ciascun evento considerato (t pioggia in minuti), sono riportati per ciascun sottobacino, la portata al colmo e il volume complessivo dell'idrogramma di piena per Tr pari a 50 anni.

Bacino	Minuti	20'	45'	60'	70'	90'	180'	360'	720'	1.440'
Nuova Urban.	Qmax [l/s]	797.70	905.93	803.90	744.21	648.06	422.14	265.27	163.60	99.69
	V [m ³]	957.24	1425.04	1626.99	1743.84	1948.07	2608.02	3430.18	4443.35	5680.37
Tiracollo Sup.	Qmax [l/s]	364.60	383.65	357.13	346.21	319.51	226.05	148.38	94.44	58.66
	V [m ³]	434.31	682.10	793.20	855.67	968.19	1337.31	1805.98	2392.96	3119.60
Tiracollo Inf.	Qmax [l/s]	808.19	1435.53	1650.12	1671.25	1615.83	1351.83	975.80	670.67	436.95
	V [m ³]	1659.41	3094.84	3765.67	4165.11	4880.81	7320.24	10566.18	14794.77	20207.38
Iper	Qmax [l/s]	245.47	132.73	106.48	94.60	77.99	45.76	26.83	15.72	9.21
	V [m ³]	261.80	322.24	346.56	360.27	383.70	455.79	540.33	639.42	755.53
Parch. Nord	Qmax [l/s]	1519.86	1388.01	1176.94	1069.08	907.39	561.95	341.07	204.87	122.27
	V [m ³]	1823.83	2501.81	2784.85	2946.59	3226.16	4108.17	5174.19	6454.63	7984.87
Parch. Nord 01	Qmax [l/s]	484.94	511.73	446.78	410.83	354.50	226.81	140.76	85.99	52.00
	V [m ³]	581.93	841.00	951.51	1015.18	1126.00	1481.08	1918.66	2452.95	3100.21
Parch. Nord 02	Qmax [l/s]	1088.88	876.67	727.18	654.55	548.81	331.96	198.33	117.77	69.66
	V [m ³]	1306.66	1723.41	1894.66	1991.94	2159.24	2681.22	3303.48	4042.46	4917.33
Parch. Sud	Qmax [l/s]	1908.35	1858.65	1595.92	1457.29	1245.68	782.26	479.31	289.96	174.02
	V [m ³]	2290.02	3211.98	3600.45	3823.21	4209.42	5435.88	6930.54	8738.34	10911.04
Parch. Sud Alto	Qmax [l/s]	1103.59	1093.27	941.97	861.38	737.74	465.07	285.71	173.19	104.10
	V [m ³]	1324.31	1868.91	2098.96	2231.00	2460.12	3189.06	4079.45	5158.46	6457.37
Parch. Sud Basso	Qmax [l/s]	807.10	765.56	653.90	595.79	507.76	317.01	193.46	116.68	69.97
	V [m ³]	968.52	1345.83	1504.19	1594.87	1751.88	2249.12	2852.99	3581.23	4461.46
Parch. Sud Bas. 01	Qmax [l/s]	282.76	200.64	163.51	146.14	121.39	72.15	42.63	25.11	14.77
	V [m ³]	339.32	432.64	470.52	491.95	528.65	642.26	776.35	934.34	1120.21
Parch. Sud Bas. 02	Qmax [l/s]	557.00	563.19	487.30	446.39	383.23	242.73	149.60	90.90	54.75
	V [m ³]	668.40	950.39	1069.89	1138.55	1257.82	1638.12	2103.96	2669.84	3352.40
Valle	Qmax [l/s]	2484.49	3140.41	3342.04	3323.58	3191.12	2586.25	1910.23	1429.60	959.38
	V [m ³]	6018.23	7654.48	9221.53	10150.73	11809.67	17421.87	24822.65	34392.50	46565.54

Risultati dell'analisi idrologica: dati salienti degli idrogrammi di piena per ciascun sottobacino in rapporto agli eventi con 50 anni di tempo di ritorno per ciascuna durata considerata



Schema idrico dei sottobacini afferenti alla sezione di chiusura costituita dalla rotatoria "Ex Genus (Multisala King)"

Per far fronte alle problematiche emerse ed approfondite, con lo studio è stata avanzata la proposta progettuale di realizzare un idoneo sistema di raccolta, convogliamento, laminazione, modulazione e rilascio controllato, con la portata di 200 l/s, delle acque provenienti dal bacino Tiracollo Superiore, dai bacini urbanizzati del centro commerciale "Il Leone" e delle acque provenienti dal bacino "Nuova Urbanizzazione – AdT 11" previa laminazione, da avviare verso il Recapito finale individuato mediante un nuovo collettore di collegamento tra la Via Tiracollo, la nuova vasca di laminazione ("Vasca Sud" Leone) e successivamente dalla

vasca al corpo idrico ricettore. Il nuovo condotto di scarico della Vasca, realizzato con una tubazione in cls DN 100 cm, della lunghezza di circa 1250 metri, è stato dimensionato in modo da poter ricevere nel suo tragitto verso valle, gli ulteriori apporti provenienti dagli altri Bacini tributari, fino alla massima portata compatibile con il Ricettore finale.

2.2 STUDIO DI FATTIBILITA' "ANALISI DELLE MODALITA' DI DEFLUSSO DELL'AREA DI SAN CIPRIANO E DEFINIZIONE DELLE OPERE DI RIPRISTINO DELLA CONTINUITA' IDRAULICA" – GIUGNO 2011

Con lo studio successivo è stato approfondito il deflusso delle acque meteoriche e delle portate di magra provenienti dall'area di San Cipriano e Colombare, poste a cavallo del confine comunale tra Lonato del Garda e Desenzano, che afferiscono ad un sistema di drenaggio, che spaglia in Località Campagnoli, nelle esistenti cave di ghiaia, con la finalità di:

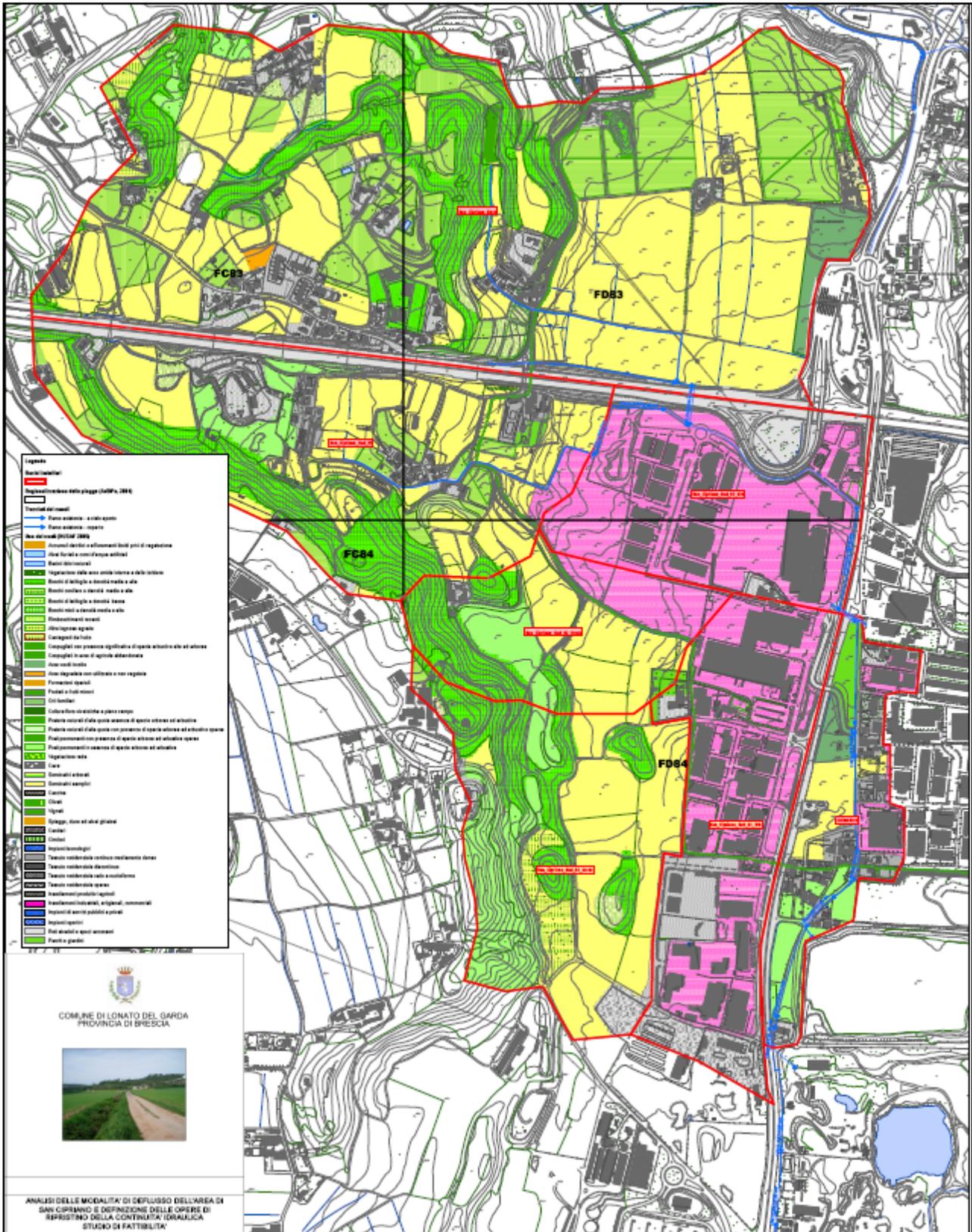
- quantificare l'entità degli afflussi meteorici provenienti da tale bacino,
- proporre uno scenario di soluzioni atte al ripristino del sistema di drenaggio.

Trattasi nuovamente di un importante area, posta a cavallo del confine comunale tra Lonato e Desenzano, approssimativamente delimitata dall'Autostrada Milano – Venezia e dalla località Tiracollo, che afferisce ad un sistema di drenaggio fortemente compromesso da insediamenti urbani oltre che dalla viabilità comunale / provinciale, che a seguito della probabile soppressione di parte del reticolo idrografico naturale superficiale, spaglia ora in Località Campagnoli, nel sistema dei laghetti di cava esistenti.

La sezione di chiusura di interesse ai fini dello Studio del giugno 2011 è stata assunta quella dove oggi è interrotta la continuità idraulica della rete di drenaggio e le acque provenienti dal bacino di San Cipriano vengono immesse nel laghetto di cava della ditta Vezzola.

	Superf. bacino [km ²]	Coeff. CN [-]	Lungh. asta princ. [km]	Altezza mass. bacino [m.s.l.m.]	Altezza min. bacino [m.s.l.m.]	Altezza media bacino [m.s.l.m.]	Tempo di corrivazione [minuti]
San_Cipriano_Nord	1.088	75.32	1.8400	218.82	136.52	165.72	(103.61) 90
San_Cipriano_Sud_01	0.448	76.45	1.5800	219.94	138.75	172.39	(75.15) 65
San_Cipriano_Sud_02_Verde	0.174	77.66	0.6900	210.42	137.01	151.95	(55.64) 50
San_Cipriano_Sud_03_Verde	0.298	75.84	0.9500	205.48	134.46	155.68	(63.06) 60
Colombare	0.149	82.95	1.100	Bacino urbano			(33.53) 30
San_Cipriano_Sud_02_Urb	0.250	87.76	1.200	Bacino urbano			(31.57) 30
San_Cipriano_Sud_03_Urb	0.265	87.61	1.100	Bacino urbano			(31.57) 30

Riassunto dei principali dati idrologici dei bacini (e della relativa suddivisione in sottobacini) perimetrati ai fini dello Studio del giugno 2011



Estratto planimetrico S_Bacini oggetto dell'analisi idrologica

Sono stati presi in esame eventi con 10 anni di tempo di ritorno: si è infatti ritenuto che tale tempo fosse idoneo, stante le caratteristiche delle aree e dei siti interessati dai fenomeni di accumulo e scarico delle

acque meteorica e la relativa vocazione industriale.

Gli ietogrammi sintetici utilizzati sono del tipo costante, di durata compresa tra 60' e 1'440': 60', 120', 180', 240', 360', 480', 600', 720', 1'440'.

Bacino	Minuti	60'	120'	180'	240'	360'	480'	600'	720'	1.440'
San_Cipriano_Nord	Qmax [m ³ /s]	2.18	2.48	2.31	2.10	1.75	1.52	1.35	1.22	0.80
	V [m ³]	7'705	10'921	13'468	15'658	19'299	22'312	24'917	27'229	37'683
San_Cipriano_Sud_01	Qmax [m ³ /s]	1.34	1.22	1.07	0.95	0.78	0.66	0.58	0.52	0.34
	V [m ³]	3'527	4'927	6'029	6'972	8'534	9'822	10'933	11'917	16'348
San_Cipriano_Sud_02_Verde	Qmax [m ³ /s]	0.68	0.53	0.45	0.39	0.32	0.27	0.23	0.21	0.14
	V [m ³]	1'528	2'104	2'554	2'938	3'571	4'091	4'538	4'934	6'708
San_Cipriano_Sud_03_Verde	Qmax [m ³ /s]	0.88	0.69	0.65	0.59	0.50	0.43	0.38	0.34	0.22
	V [m ³]	2'217	3'121	3'835	4'447	5'463	6'303	7'028	7'671	10'573
Colombare	Qmax [m ³ /s]	0.89	0.65	0.51	0.43	0.33	0.28	0.24	0.21	0.13
	V [m ³]	2'030	2'650	3'122	3'517	4'160	4'680	5'123	5'511	7'225
San_Cipriano_Sud_02_Urb	Qmax [m ³ /s]	1.93	1.30	1.00	0.83	0.63	0.52	0.44	0.39	0.24
	V [m ³]	4'847	6'077	6'994	7'754	8'972	9'947	10'769	11'486	14'609
San_Cipriano_Sud_03_Urb	Qmax [m ³ /s]	2.02	1.37	1.05	0.87	0.66	0.54	0.47	0.41	0.25
	V [m ³]	5'074	6'369	7'336	8'137	9'421	10'449	11'316	12'073	15'370

Risultati dell'analisi idrologica: dati salienti degli idrogrammi di piena per ciascun sottobacino in rapporto agli eventi con 10 anni di tempo di ritorno per ciascuna durata considerata.

In base ai risultati dello Studio Idrologico, vennero tratte le seguenti conclusioni:

1. le acque meteoriche e quelle di magra, provenienti dai bacini di San Cipriano, affluenti sull'area di interesse (cava Vezzola – via Mantova e est della Strada Provinciale) provenienti dai bacini dominanti posti a nord non sono oggi convogliate verso un recapito a seguito della compromissione del reticolo idrografico superficiale avvenuta in passato con la sostanziale interruzione e soppressione dei corsi d'acqua pre-esistenti che non consente il naturale recapito delle acque di monte alla rete idrografica superficiale CIS;
2. l'unico recapito idoneo è costituito da un C.I.S. affluente del Rio Redone, circa 2'490 m a Sud della sezione di chiusura del bacino individuata lungo la via Mantova nel quale in passato è già stata concessa, da parte del Comune di Lonato del Garda, la facoltà di attivare uno scarico congiuntamente alle ditte Vezzola e Lorenzoni della portata di 90 l/s, compatibili con le portate scaricate nello stesso per tramite della Vasca di laminazione del Centro Commerciale "Il Leone" (200 l/s) di recente realizzata, ed il futuro convogliamento delle acque del bacino residuo; dalle quali si è proceduto alla definizione delle proposte di intervento consistenti nel:
 - ripristino della continuità idraulica del condotto di scarico parzialmente esistente con collegamento ed immissione finale nel pozzetto immediatamente a valle del sottopasso della Provinciale del nuovo collettore di scarico proveniente dalla Vasca di laminazione del Centro Commerciale "Il Leone"-, in modo

tale da rendere possibile il convogliamento delle portate di magra lungo tale percorso eliminando le immissioni in cava.

- consentire il rilascio, durante gli eventi meteorici, della portata limitata di 90 l/s vettoriabili per gravità verso valle, ;
- invasare le portate eccedenti i 90 l/s scaricabili a pelo libero, durante gli eventi meteorici in una idonea depressione o bacino artificiale, per realizzare la necessaria laminazione;
- rilasciare i volumi laminati, successivamente all'evento meteorico, mediante idoneo sollevamento dal bacino artificiale di laminazione delle acque invasate, alla portata di 45 l/s .

In sostanza veniva proposta la realizzazione di un nuovo collettore di gronda circolare DN 600 mm in cls., della lunghezza complessiva di circa 1270,14 metri, da posare lungo la contro strada di via Mantova, che dalla località "casa del sig. Kappa" colleghi la tubazione di recente realizzata dal Centro Commerciale "Il Leone" in prossimità dell'insediamento della ditta Lorenzoni.

2.3 QUANTIFICAZIONE DEGLI APPORTI TEORICI AMMESSI AL CIS AFFLUENTE DEL RIO RUDONE

Con gli studi del 2010 e del 2011, sono stati determinati degli apporti che il corpo idrico recapito dell'immissione è in grado di accogliere, tenendo conto degli apporti già presenti e dei contributi degli altri bacini imbriferi insistenti su di esso.

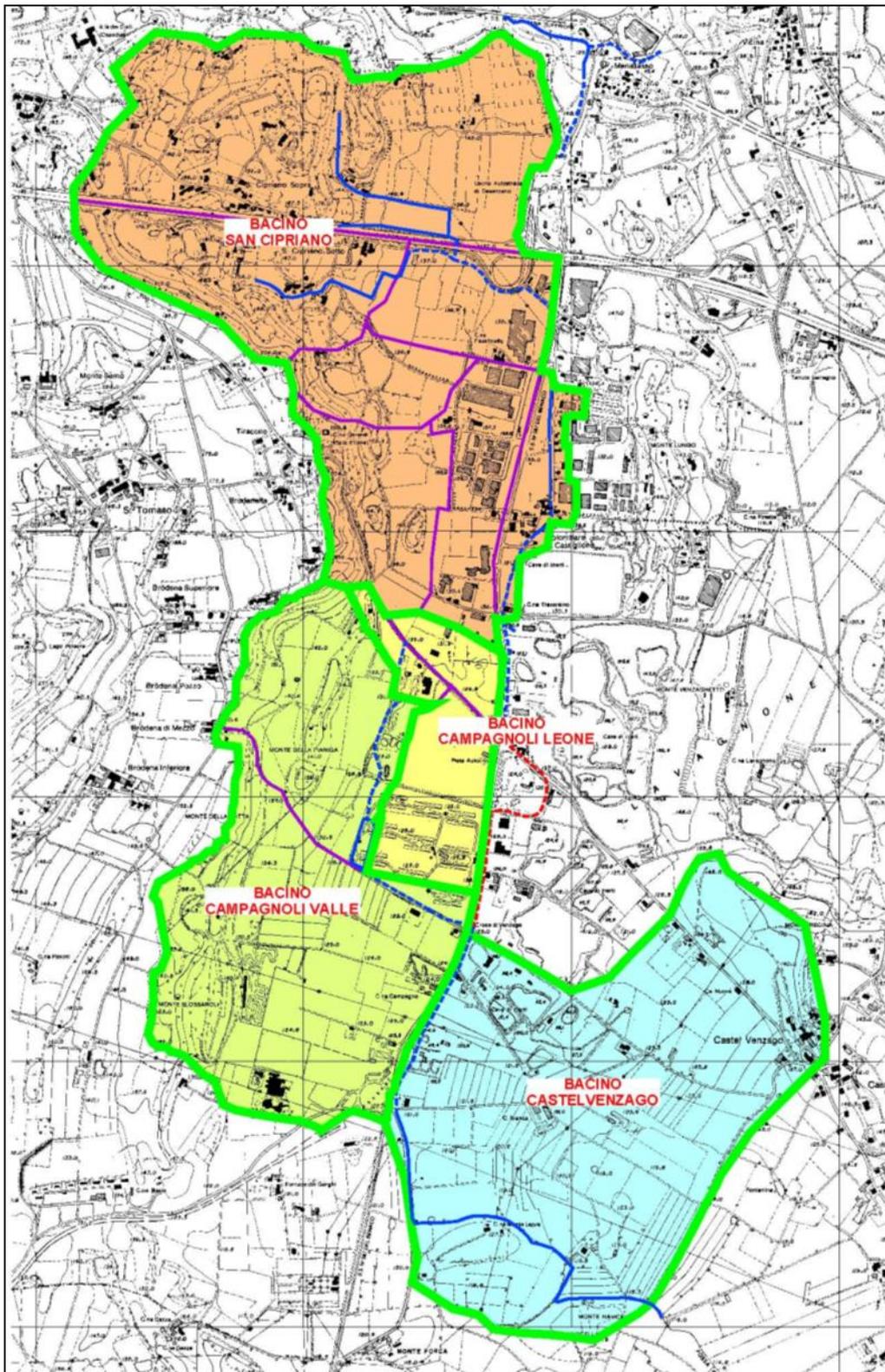
Il corpo idrico individuato quale recapito finale è stato l'affluente del Rio Redone che si origina all'altezza della rotatoria sulla S.P. 567 in corrispondenza della Multisala "King"; al quale pervengono tutte le acque oggi coltate o di futuro coltamento per tramite della tubazione già predisposta nell'ambito dei lavori di riassetto idraulico dell'area della località "Campagnoli" (Interventi del centro Commerciale Leone).

Proprio nell'ambito dello Studio del 2010 era stata condotta una prima analisi di dettaglio, successivamente approfondita con lo studio del bacino di San Cipriano, circa la capacità idraulica del CIS affluente del Rio Redone, determinando le portate convogliabili nelle diverse sezioni di quest'ultimo in differenti condizioni di riempimento.

Nello specifico si fa riferimento a portate convogliabili garantendo un franco idraulico minimo pari a 0.20 m in tutte le sezioni, pari a circa 650 l/s, seppur la portata convogliabile a franco nullo, all'epoca, venne stimata in circa 900 – 1'000 l/s.

Di fatto nell'approfondimento effettuato, il bacino imbrifero dell'affluente del Rio Redone viene ad essere costituito da tre differenti sottobacini individuati dalla successiva cartografia:

- Il bacino di San Cipriano, oggetto di specifico Studio del 2011;
- Il bacino della località "Campagnoli", oggetto dello Studio 2010, per il riassetto idraulico (Leone).
- Il bacino posto a valle della confluenza tra il bacino San Cipriano e il bacino Campagnoli (sezione in corrispondenza del sottopasso della Provinciale del collettore di scarico proveniente dal Leone), definito bacino "Castelvenzago".



Va inoltre posto in evidenza che il Comune di Lonato, in qualità di titolare delle competenze in materia di Polizia Idraulica sull'affluente del Rio Redone, corpo idrico appartenente al Reticolo Idrografico Minore, in passato ha già autorizzato due scarichi nello stesso:

- lo scarico della vasca di laminazione posta a Est del Centro Commerciale "Il Leone", realizzata nell'ambito del riassetto idraulico della località "Campagnoli", per complessivi 200 l/s. Tale scarico esaurisce l'apporto di tutti i bacini della parte settentrionale località "Campagnoli", che comprende il Centro Commerciale "Il Leone", alcune aree in via di urbanizzazione a nord di quest'ultimo (A.d.T. 11) e il bacino naturale gravante su Via Tiracollo superiore. La vasca di laminazione ed il relativo condotto di scarico, nonché tutte le opere interne al Centro Commerciale "Il Leone" sono completate e pertanto lo scarico è ad oggi attivo;
- lo scarico delle acque di aggettamento della falda in capo a due insediamenti a Est della S.P. 567, la cava "Vezzola" e la cava "Lorenzoni", ciascuno per 45 l/s, per complessivi 90 l/s. Tali scarichi non sono oggi operativi.

In merito agli scarichi concessi alle cave "Vezzola" e "Lorenzoni" si evidenzia come la loro natura, la loro funzione e la loro localizzazione siano pienamente sovrapponibili alle esigenze di convogliamento verso valle delle acque meteoriche affluenti dal bacino di San Cipriano: l'aggettamento delle acque negli specchi della cava "Lorenzoni" e, ancor più, nella cava "Vezzola" si rendono necessari a causa dell'innalzamento dei tiranti idrici conseguenti anche agli apporti del bacino di San Cipriano. La proposta progettuale all'epoca sviluppata ha fatto specifico riferimento, per la definizione delle portate massime convogliabili verso valle durante e dopo gli eventi meteorici da parte del bacino imbrifero di San Cipriano, al valore di 90 l/s, già concesso allo scarico, introducendo un vincolo sull'esercizio dell'autorizzazione rilasciata alle cave "Vezzola" e "Lorenzoni", che consiste nell'interdizione dello scarico per tutto la durata corso degli eventi meteorici e fintanto che viene convogliata verso valle a gravità una portata pari a 90 l/s, con la sospensione del pompaggio dai laghetti di cava, per contenere gli apporti al ricettore pari alla portata massima prefissata.

Facendo pertanto riferimento:

- ai fini del convogliamento degli apporti del bacino di San Cipriano, alle portate già concesse agli insediamenti "Vezzola" e "Lorenzoni" pari a 90 l/s,
- alle portate allo scarico consentite al Bacino Campagnoli Leone, risultante dalla somma del Bacino corrispondente all'A.d.T. 11, Tiracollo Superiore e del Centro Commerciale "il Leone" che dopo la laminazione risultano complessivamente pari a 200 l/s,
- alla potenzialità del ricettore di complessivi 650 l/s,

si è valutata la capacità teorica di drenaggio dei rimanenti bacini di valle rapportata alle caratteristiche idrologiche dei singoli bacini ed individuato l'apporto unitario ammissibile allo scarico verso il RIM.

Di seguito vengono riassunti i dati idrologici di tutti bacini afferenti all'affluente del Rio Redone (area drenata, coefficiente di afflusso determinato ad hoc sulla base dell'uso dei suoli del Progetto DUSAF, area impermeabile), nonché gli apporti meteorici già concessi all'area urbanizzata "Campagnoli - Leone" e cave "Vezzola" e "Lorenzoni" - San Cipriano e quindi quelli residui sull'area non ancora urbanizzata del Tiracollo Inferiore, del Bacino Valle e del Bacino Castel Venzago, in termini assoluti e specifici per ettaro di area impermeabile.

Bacino	Superficie totale	Φ	Superficie impermeabile	Apporto concesso	Portata risultante	Portata totale
	[m ²]		[m ²]	[l/s*ha]	[l/s]	[l/s]
C. Comm. "Il Leone"	244'321.83	70.00	171'025.28	7.64	130.58	200.00
Tiracollo Superiore	53'911.44	61.20	32'993.80	7.64	25.19	
Nuova Urbanizzazione	86'190.59	67.20	57'920.08	7.64	44.22	

Colombare	149'434.19	46.76	69'873.66	0.93	6.50	90.00
SC_Nord	1'088'298.71	23.74	258'404.49	0.93	24.02	
SC_Sud_01	447'924.45	27.25	122'070.36	0.93	11.35	
SC_Sud_02_Urb	250'050.37	81.03	202'616.41	0.93	18.83	
SC_Sud_02_Verde	173'943.57	29.69	51'638.05	0.93	4.80	
SC_Sud_03_Urb	264'584.19	77.00	203'739.04	0.93	18.94	
SC_Sud_03_Verde	297'944.69	20.09	59'844.23	0.93	5.56	
Tiracollo Inferiore	472'084.30	31.50	148'706.55	4.40	65.49	360.00
Bacino Valle	1'028'325.32	14.60	150'135.50	4.40	66.12	
Bacino "Castel Venzago"	1'856'107.14	27.94	518'596.33	4.40	228.39	
Totale					650.00	

Quantificazione degli apporti teorici ammessi all'affluente del Rio Rudone, suddivisi in base agli usi concessi

In base a quanto riportato i limiti imposti alle autorizzazioni allo scarico già rilasciate garantiscono all'affluente del Rio Rudone una capacità residua di convogliamento nell'ordine di 360 l/s (a fronte di una portata massima imposta in 650 l/s), cui corrisponde un apporto specifico di 4.40 l/(s*ha), ampiamente compatibile con un'area non urbanizzata e con eventuali future urbanizzazioni, a condizione che anche a queste ultime vengano imposti limiti allo scarico analoghi a quelli sopra riportati, ed a suo tempo imposti per la località "Campagnoli" ed al bacino di San Cipriano.

Tali valori dello scarico si rappresentano pertanto come limiti in termini di apporto complessivo che vanno assunti come vincolanti per il dimensionamento del sistema di drenaggio nel caso di trasformazione urbanistica dei suoli all'interno dei singoli Bacini individuati, a garanzia dell'assetto idraulico del corpo ricettore e dei territori di valle.

Gli elementi indicati intermini di portata si rappresentano conseguentemente caratterizzanti e costituenti un Piano di bacino degli scarichi delle acque meteoriche del territorio d'interesse.

2.4 SOTTO BACINO NUOVA URBANIZZAZIONE

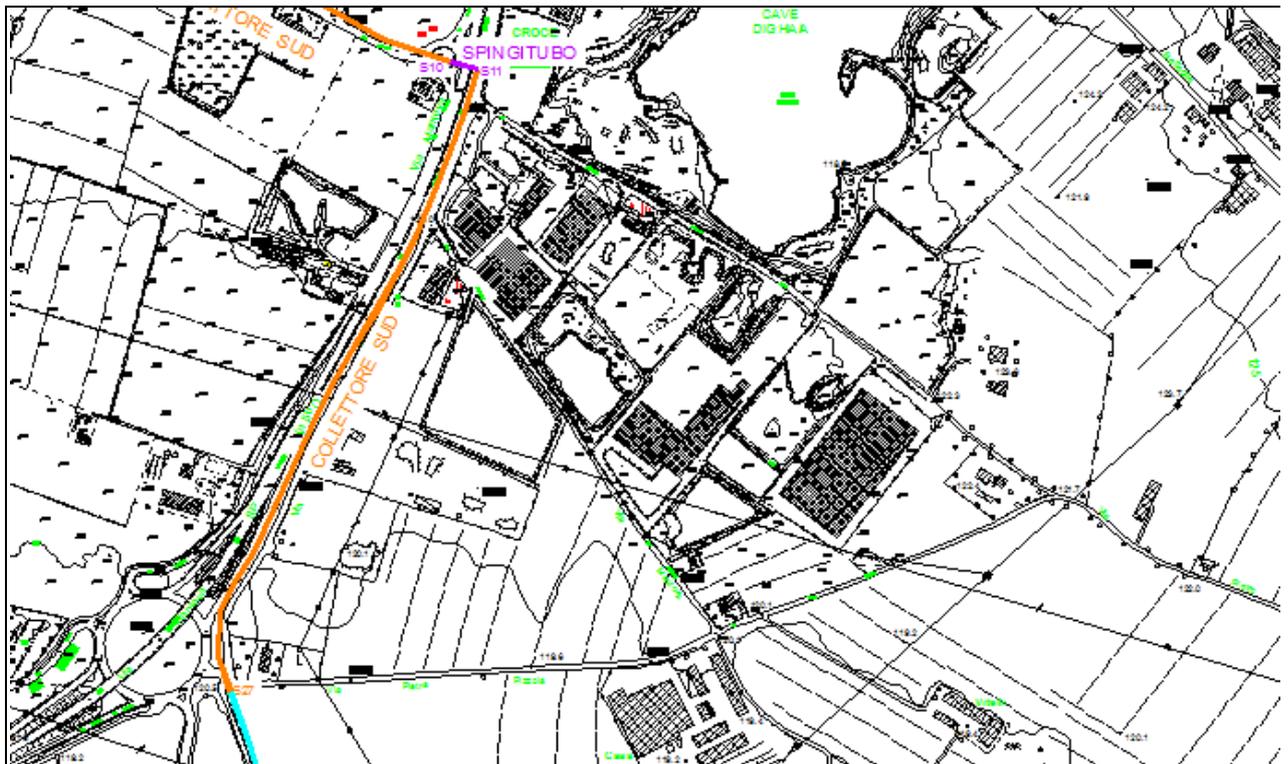
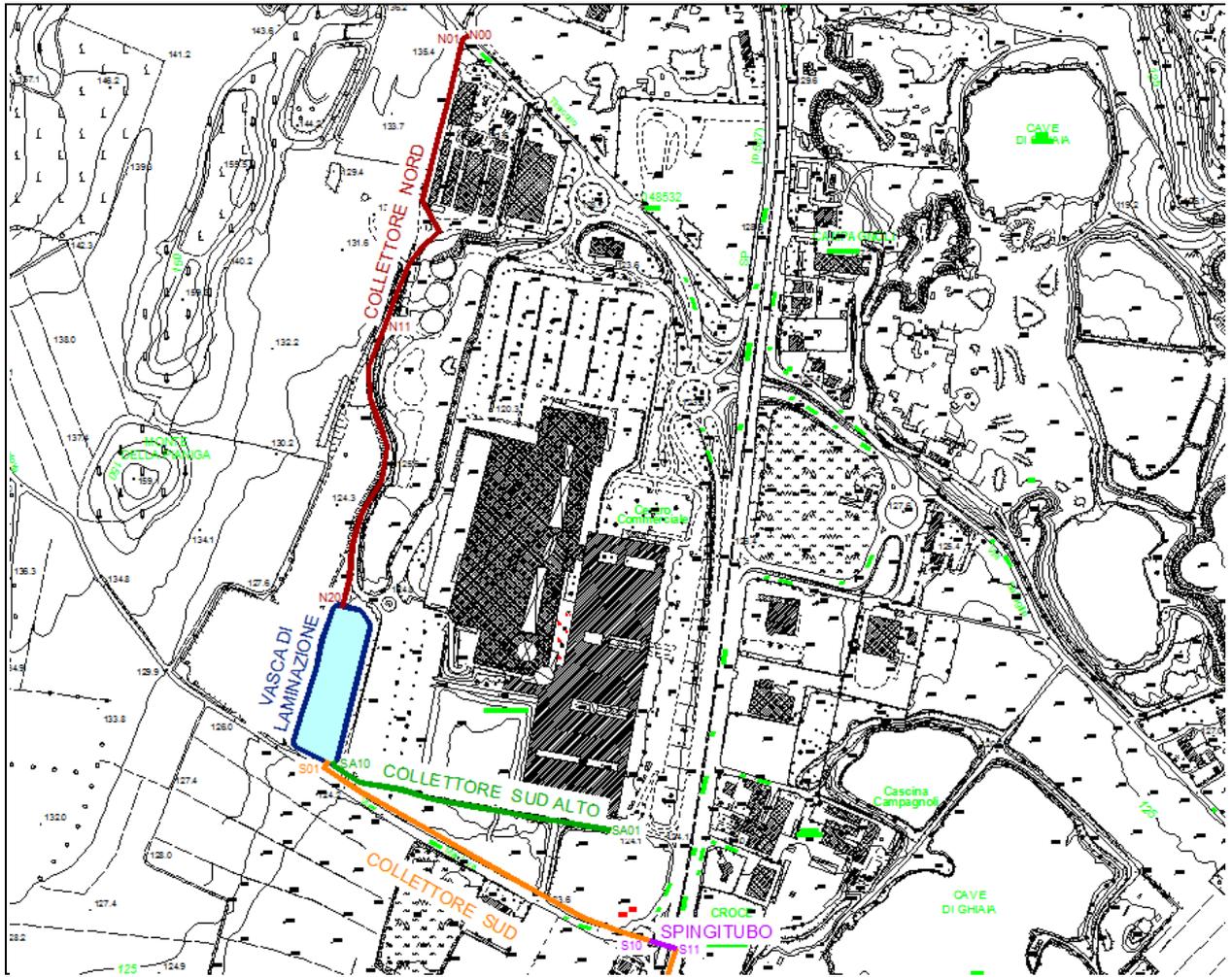
Le aree individuate dal Sotto Bacino Nuova Urbanizzazione, di complessivi 86190 mq circa, sono collocate in fregio alla strada del Tiracollo che collega la via Mantova ed il capoluogo Lonato appunto, in prossimità del lato Nord del centro Commerciale "Il Leone".

Tali aree, negli Studi effettuati risultano incluse nel Bacino Campagnoli - Leone, e si prevede che siano tributarie del CIS affluente del Rio Rudone mediante il potenziale allaccio, a monte del centro commerciale Il Leone, previa modulazione, convogliamento alla Vasca di laminazione del Leone e successivamente scarico nel nuovo collettore, di recente realizzato.

Pertanto, poiché il sistema di smaltimento delle acque bianche del nuovo piano di lottizzazione "Tiracollo TRE UMI 1" prevede, oltre allo smaltimento in campi pozzi perdenti anche lo scarico in F. Bianca con l'allaccio allo scaricatore di recente realizzato a monte del centro Commerciale " Il Leone", è opportuno, in via preliminare, allo scopo di poterne valutare la compatibilità, richiamare sinteticamente le opere del " Nuovo scarico acque meteoriche in località Campagnoli di Lonato ed opere di riassetto idraulico" già realizzate.

Gli interventi di recente realizzati che consistono in:

- realizzazione del collettore Nord di collegamento tra Via Tiracollo e la nuova vasca di laminazione ("Vasca Sud"), composto da:
 1. un primo tronco (Nodi N0-N11) che consente di convogliare le acque provenienti da Via Tiracollo e dall'area di nuova urbanizzazione, con tubazione in cls DN 800 ,
 2. un secondo tronco (Nodo N11-N20), in continuazione del precedente, idoneo a ricevere l'immissione dello scarico modulato delle aree del centro commerciale "Il Leone" poste intorno a quota 120.00 m s.l.m. (corrispondente al piano terra del centro - Parcheggio nord), in tubazione in cls DN 1000.
 - realizzazione del collettore Sud Alto , di collegamento e raccolta delle reti esistenti di drenaggio del bacino "Parcheggio Sud Alto", e la nuova vasca di laminazione ("Vasca Sud"), composto da :
 3. un primo tronco in tubazione cls DN 1'000 , (Nodi SA01-SA3),
 4. un secondo tronco in tubazione cls DN 1'200, (Nodi SA3-SA10),
 - realizzazione della vasca di laminazione (definita "Vasca Sud"), con la finalità di raccogliere le acque provenienti da tutti i bacini della località "Campagnoli" (ovvero i bacini del centro commerciale, del Tiracollo superiore e della Nuova Urbanizzazione – A.d.T 11) ed atto a garantire il rilascio controllato di portate compatibili con la capacità del corpo ricettore di valle (200 l/s).
 - realizzazione del collettore di scarico Sud per il collegamento della vasca di laminazione al corpo idrico ricettore costituito da:
 1. un primo tratto (Nodi S01-S10), dalla vasca alla S. P. 567, posato sulla banchina settentrionale della Via Mantova posto a Sud del Centro commerciale, in tubazione in cls DN 1'000 e pendenza dello 0.2%;
 2. l'attraversamento del la S.P. 567 per raggiungere la contro-strada posta a Est della Provinciale mediante spingitubo con fossa di spinta all'interno della rotatoria di Via Mantova, e cameretta di arrivo nella contro – strada a est, con posa di tubazione in cls DN 1'000 e pendenza dello 0.2%;
 3. un secondo tratto (Nodi S11-S27), dalla S. P. 567 al canale ricettore a valle della rotatoria "ex Genux", posato in sede della Via Mantova posto a Sud del Centro commerciale, in tubazione in cls DN 1'000, con pendenza dello 0.2%;
 - realizzazione di manutenzione al tratto di canale ricettore a valle della rotatoria "Multisala King" dal punto di scarico della nuova tubazione fino all'immissione nel Torrente Redone, per uno sviluppo complessivo di circa 1'700 metri, onde garantire la capacità di smaltimento delle nuove portate convogliate;
- il tutto come illustrato nelle immagini qui allegate, o più correttamente definibili dagli elaborati disponibili presso l'Ufficio tecnico Comunale.





Le opere realizzate, di fatto, consentono oggi e/o sono predisposte per il collettamento, l'accumulo e lo scarico controllato delle acque drenate dai bacini afferenti direttamente od indirettamente all'area del centro commerciale "Il Leone", vale a dire:

- le acque provenienti dal bacino "Tiracollo Superiore";
- le acque provenienti dal bacino "Nuova Urbanizzazione";
- le acque provenienti dal bacino "Parcheggio Sud Alto", raccolte attraverso il nuovo collettore in cls DN 1'200 mm;
- le acque sollevate dalla stazione di sollevamento presso il parcheggio Nord;

in conformità alla Valutazione di compatibilità idraulica effettuata da parte di Garda Uno s.p.a. espressa con nota prot. 20100015126 Città di Lonato D/G in data 11/06/2010, che :

"data la notevole estensione dei bacini idrografici gravanti sulla sezione soggetta allo scarico (di cui la vasca di laminazione raccoglie solo le acque provenienti da 1/5 dell'area totale) si ritiene che la portata scaricata non debba essere superiore al 25 % della potenziale, pari a circa 200 l/s",

imponendo la precisa limitazione alle portate di scarico al valore indicato nelle precedenti tabelle.

Tale limitazione, per ragioni di dimensioni della vasca, impone che presso il bacino di laminazione del centro commerciale "Il Leone" vengano laminate soltanto le portate provenienti dal centro commerciale stesso, nonché quelle provenienti dal bacino "Tiracollo Superiore", di tipo extraurbano, per il quale non è possibile prevedere una laminazione in loco.

Diversamente, a seguito della limitazione imposta allo scarico dalla vasca, le acque meteoriche provenienti dal bacino "Nuova Urbanizzazione" possono essere collettate nello Scaricatore a monte del Centro, purché ivi pervengano già modulate a seguito di una laminazione in situ, da realizzarsi con opere di accumulo e rilascio controllato da realizzarsi nell'ambito dell'intervento di urbanizzazione.

L'apporto di tale bacino, nello Studio Idraulico a corredo della progettazione esecutiva delle opere di riassetto della località Campagnoli è stato determinato in circa 7.6 l/s*ha di superficie impermeabilizzata, recependo in tal modo, le raccomandazioni formulate, nel citato parere di Garda Uno, a maggior tutela del corpo idrico ricettore e di tutto il bacino idrografico che vi gravita.

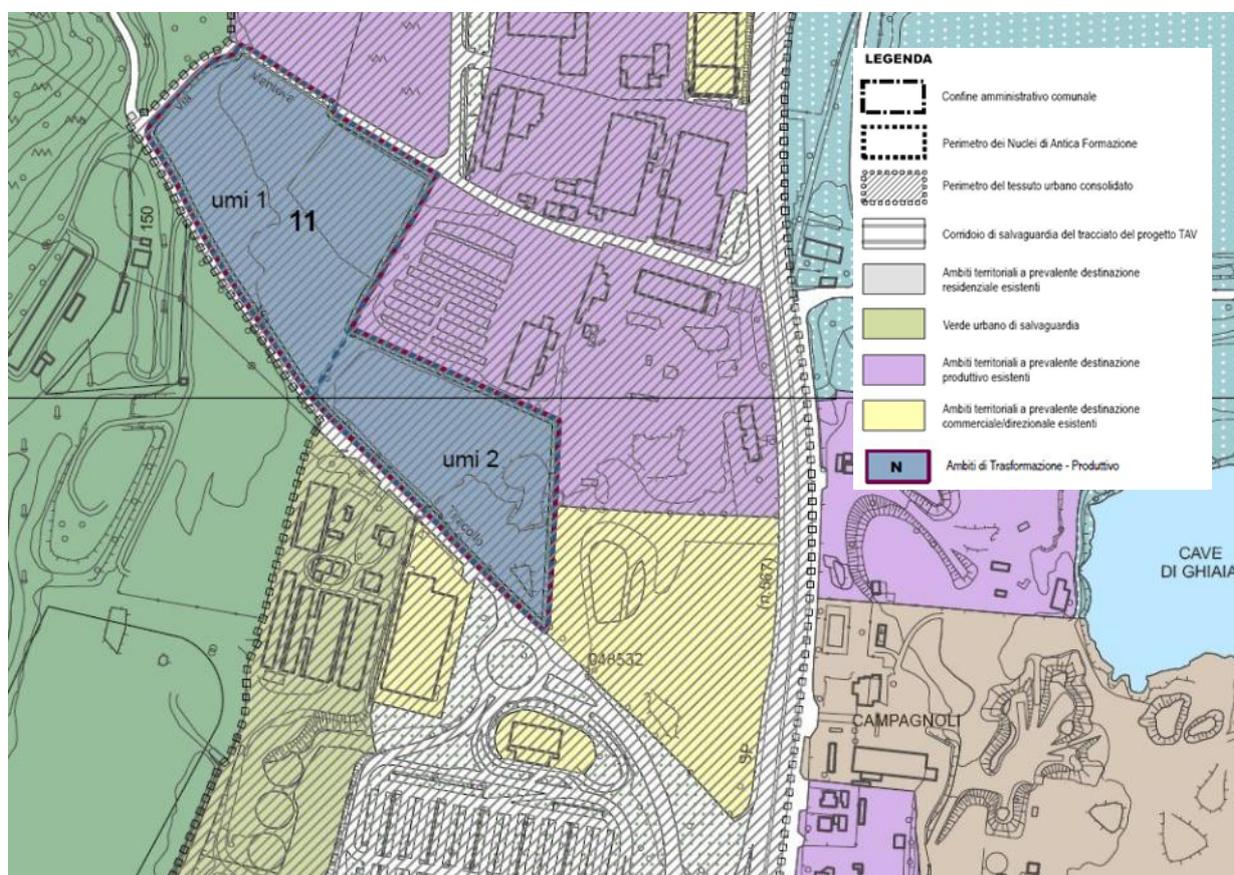
Per definire l'idrogramma risultante per il bacino "Nuova Urbanizzazione" in uscita dal bacino di laminazione, è stato necessario definire le portate ammesse allo scarico per quest'ultima.

A tal fine si è adottato il criterio, conforme a quanto contenuto nelle vigenti normative regionali, di definire una portata ammessa allo scarico in base a contributi specifici per ettaro di superficie impermeabile.

Definita sommariamente ed in via presuntiva la percentuale di area impermeabile ricompresa in ciascun bacino afferente al recapito finale, è stato possibile definire proporzionalmente per ciascuno di essi la portata massima ammessa. Tale calcolo, in rapporto a differenti contributi specifici è riportato nella sottostante tabella. Per la determinazione della percentuale di area impermeabile si è applicato un criterio ponderale per sottoaree analogo a quello seguito per la determinazione dei coefficienti CN.

Bacino	Superficie totale [m ²]	Φ	Superficie impermeabile [m ²]	Apporto concesso [l/s*ha]	Portata risultante [l/s]	Portata totale [l/s]
C. Comm. "Il Leone"	244'321.83	70.00	171'025.281	7.64	130.58	200.00
Tiracollo Superiore	53'911.44	61.20	32'993.80	7.64	25.19	
Nuova Urbanizzazione	86'190.59	67.20	57'920.08	7.64	44.22	
Totale	384423.86				200	

*Contributi specifici ammissibili alla Vasca di laminazione del "Il Leone"
 (Nuova Urbanizzazione = Ambito di Trasformazione 11 + Tiracollo Uno)*



Estratto P.G.T. tav. U 660_T01c- 2015 - Previsioni di Piano _ Nuova Urbanizzazione = AT 11

In definitiva, dal bacino "Nuova Urbanizzazione" così definito negli studi pregressi, oggi individuato nel vigente P.G.T. da:

- Ambito di trasformazione n. 11 (UMI 1 e UMI 2) - ambito di trasformazione Produttivo, posto a nord della strada per il Tiracollo,
- Lotto individuato dai mappali 543 e 544 del Fg. 47 - ambito territoriale a prevalente destinazione commerciale direzionale esistenti - Tiracollo Uno,

in base a quanto oggetto di Studio, approfondimento e progettazione delle opere di riassetto idraulico del Bacino Campagnoli – Centro Commerciale "Il Leone", possono essere complessivamente convogliati allo scaricatore di monte del centro Commerciale "Il Leone" circa **44 - 45 l/s**.

Per la suddivisione delle portate conferibili allo scarico da parte di ogni singola Unità appartenente all' ex bacino "Nuova Urbanizzazione", è parso opportuno utilizzare lo stesso criterio ponderale per sottoaree, rapportando alla superficie territoriale complessiva quella di ciascun comparto:

- Piano di Lottizzazione commerciale" Tiracollo Uno", della superficie di circa 29580 mq. – con assegnata la portata ammissibile convogliabile al collettore di Scarico Nord del centro commerciale " Il Leone" è stata determinata in complessivi 15 l/s;
- Piano di lottizzazione "Tiracollo Tre UMI 1" dell'Ambito di trasformazione 11 della superficie complessiva di circa 29673 mq. - con assegnata la portata ammissibile convogliabile al collettore di Scarico Nord del centro commerciale " Il Leone" è stata determinata in complessivi 15 l/s;
- Piano di lottizzazione "UMI 2" dell'Ambito di trasformazione 11 della superficie complessiva di circa 20726 mq. - con assegnata la portata ammissibile convogliabile al collettore di Scarico Nord del centro commerciale " Il Leone" è stata determinata in complessivi 14 l/s;

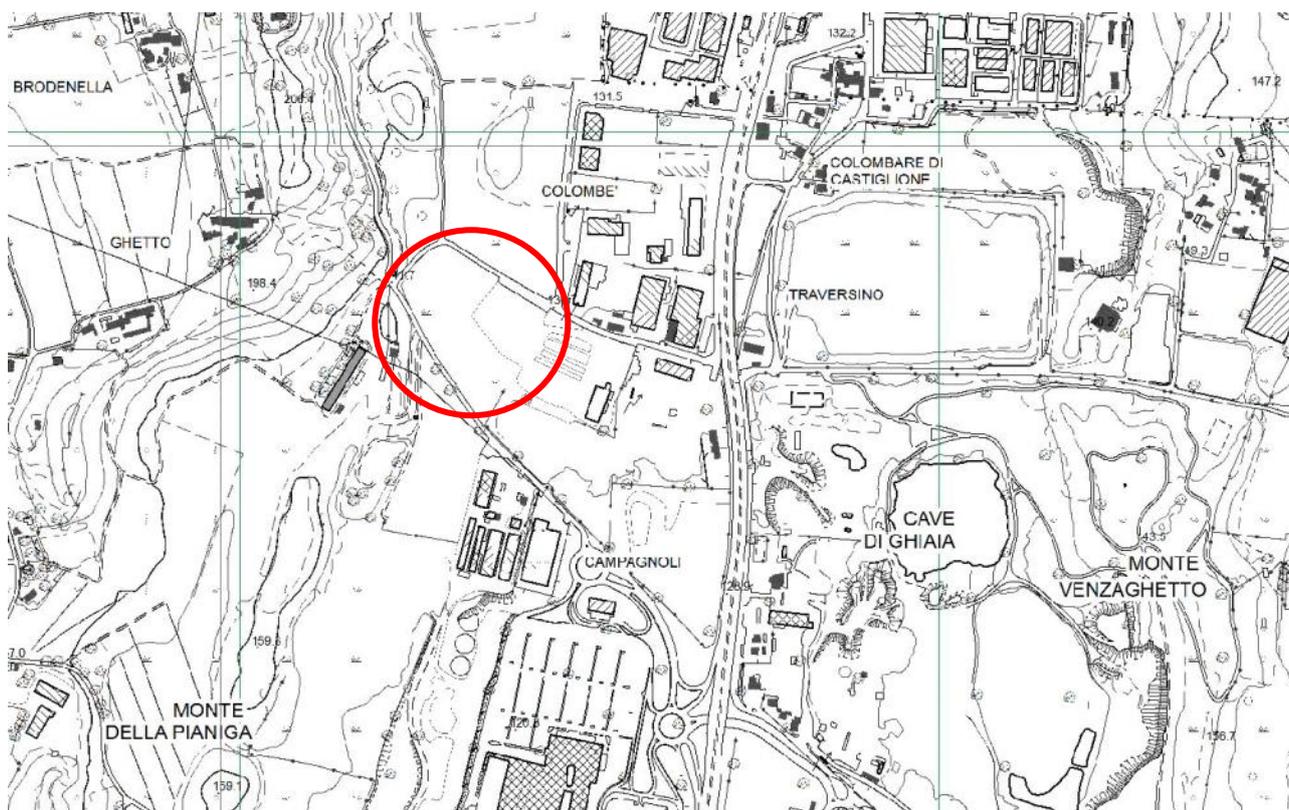
In base a ciò la portata ammissibile convogliabile al collettore di Scarico Nord del centro commerciale " Il Leone" è determinata in complessivi 15 l/s per il Piano di lottizzazione "Tiracollo Tre UMI 1" dell'Ambito di trasformazione 11.

Tale valore, qualora maggiormente restrittivo rispetto a quanto previsto dall'art. 8 comma 1 del Regolamento Regionale 23.11.2017 n. 7, "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica", così come integrato e modificato dal Regolamento Regionale 19.04.2019 n. 8, verrà assunto quale valore massimo complessivo dello scarico ammissibile delle acque meteoriche provenienti dal nuovo intervento edilizio, nell'esistente collettore di monte del Centro Commerciale "Il Leone" e successivamente in Corpo idrico superficiale, differentemente verrà assunto il valore che verrà calcolato secondo il citato art. 8 del Regolamento Regionale 7.

3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO

L'intervento di progetto si colloca nella parte sud - est del comune di Lonato del Garda, nella porzione di territorio posta alle pendici orientali del monte Tiracollo e ricompresa a sud dalla via Tiracollo stessa ed a est dalla via Mantova (strada provinciale Desenzano - Castiglione delle Stiviere), in un'area classificata da vigente P.G.T. come ambito di trasformazione a destinazione produttiva esistente all'interno del perimetro del tessuto urbano consolidato, confinante con viabilità pubblica a Nord, a Sud ed a Ovest, a Est con aree a prevalente destinazione produttiva esistenti e con aree a prevalente destinazione commerciale/direzionale esistenti.

Le aree di interesse sono inserite nell'Ambito di Trasformazione 11 del Comune di Lonato d/G.



Estratto CTR (Fuori scala) - Lonato del Garda

Le opere interessano il terreno posto tra le vie Tiracollo e Mantova, **catastralmente identificato nel NCT di Lonato del Garda al fg. 47, mappali 124p, 125p e 466**; trattasi di aree in parte già da tempo sottratte al loro assetto naturale ed alle attività agricole, oggi dismesse dall'attività cantieristica edile - stradale, ed in parte tutt'oggi destinate all'attività agricola.

Alle aree di interesse si accede direttamente dalla via Tiracollo e dalla via Mantova.

La tipologia dell'intervento in oggetto rientra nella categoria degli insediamenti produttivi con fabbricato arretrato dal fronte strada della via Tiracollo e della via Mantova, con accesso mediante strada di penetrazione e collegamento tra le due vie di nuova realizzazione, con realizzazione di nuova rotatoria sulla via Tiracollo. Il nuovo fabbricato, di superficie coperta complessiva pari a circa 6000 m², risulta perimetrato da ampie viabilità di manovra e parcheggi; in particolare sul lato Ovest le aree di manovra saranno poste ribassate rispetto al piano dei piazzali e pavimenti fabbricati a costituire piano di carico dei mezzi. L'intervento prevede inoltre la riqualificazione dell'esistente via Mantova del tratto posto in fregio al lato Nord del nuovo insediamento.

Allo stato attuale parte dell'area in esame, corrispondente al mappale 125p del Fg. 47 di Lonato del Garda, risulta già parzialmente impermeabilizzato con massciata in ghiaione, mentre la restante parte risulta essere terreno agricolo.

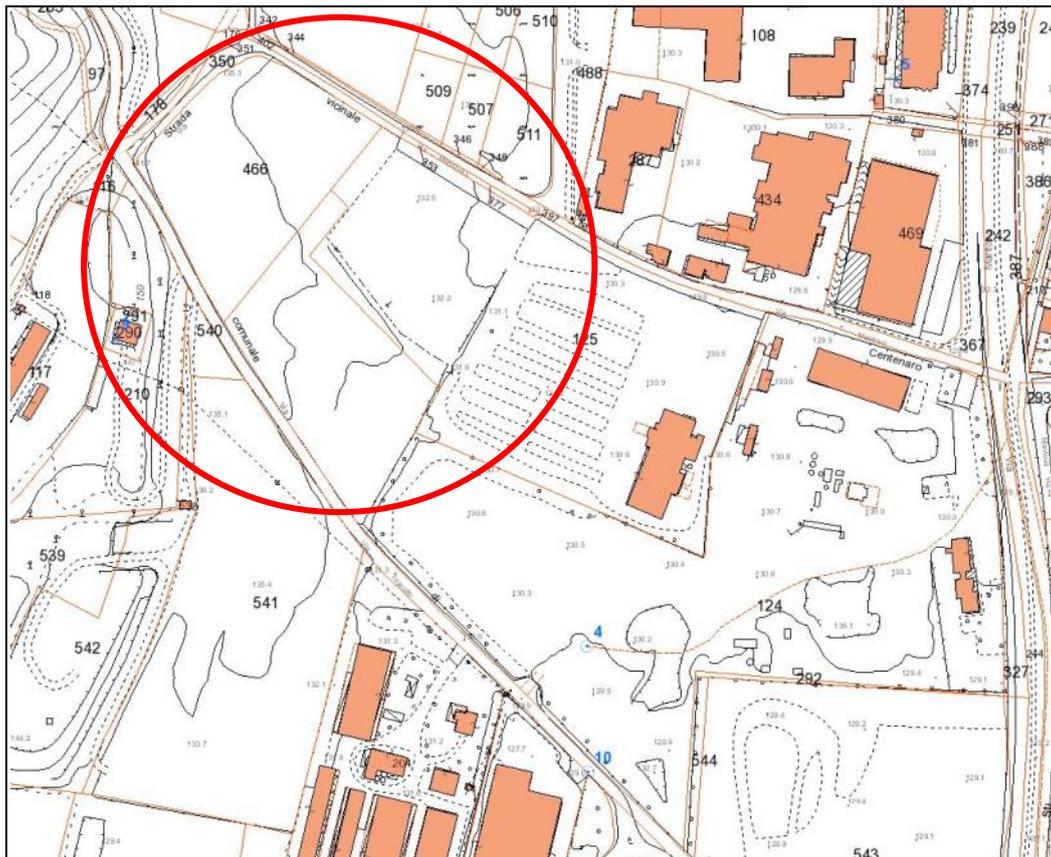
L'intervento in esame apporta pertanto un significativo incremento della superficie impermeabile.

Per tutte le aree oggetto di trasformazione, per le viabilità oggetto di riqualificazione/potenziamento il progetto prevede la realizzazione di idonee linee di raccolta delle acque meteoriche del nuovo fabbricato e delle aree di pertinenza per parcheggi ed aree di manovra, unitamente ai collettori principali ed al sistema di modulazione delle portate e smaltimento per infiltrazione, preventivamente al loro scarico verso il collettore Nord del Centro Commerciale "Il Leone", che verrà effettuato a gravità mediante idoneo collettore alimentato da manufatto modulatore delle portate, il tutto come verrà meglio descritto e pre - dimensionato nel seguito della presente relazione.

Per una compiuta descrizione degli interventi di progetto si rimanda agli elaborati progettuali dello Studio di Architettura F.G.I. VISCONTI relativi al "Piano di Lottizzazione Tiracollo Tre UMI 1 – 2021 – via Tiracollo m.n. 124p-125p-466 Fg. 47" redatto per conto della Ditta Oxyturbo S.p.A. Committente.



Estratto Mappa – Fg. 47 mappali 124p - 125p - 466 Lonato del Garda (Fuori scala)



Estratto Mappa – Fg. 47 Lonato del Garda - con Viabilità da Aereofotogrammetrico (Fuori scala)



Estratto Ortofoto- Localizzazione Intervento (Fuori scala)



Vista dalla via Tiracollo - Angolo Sud



Vista dalla via Mantova - Angolo Nord - Ovest



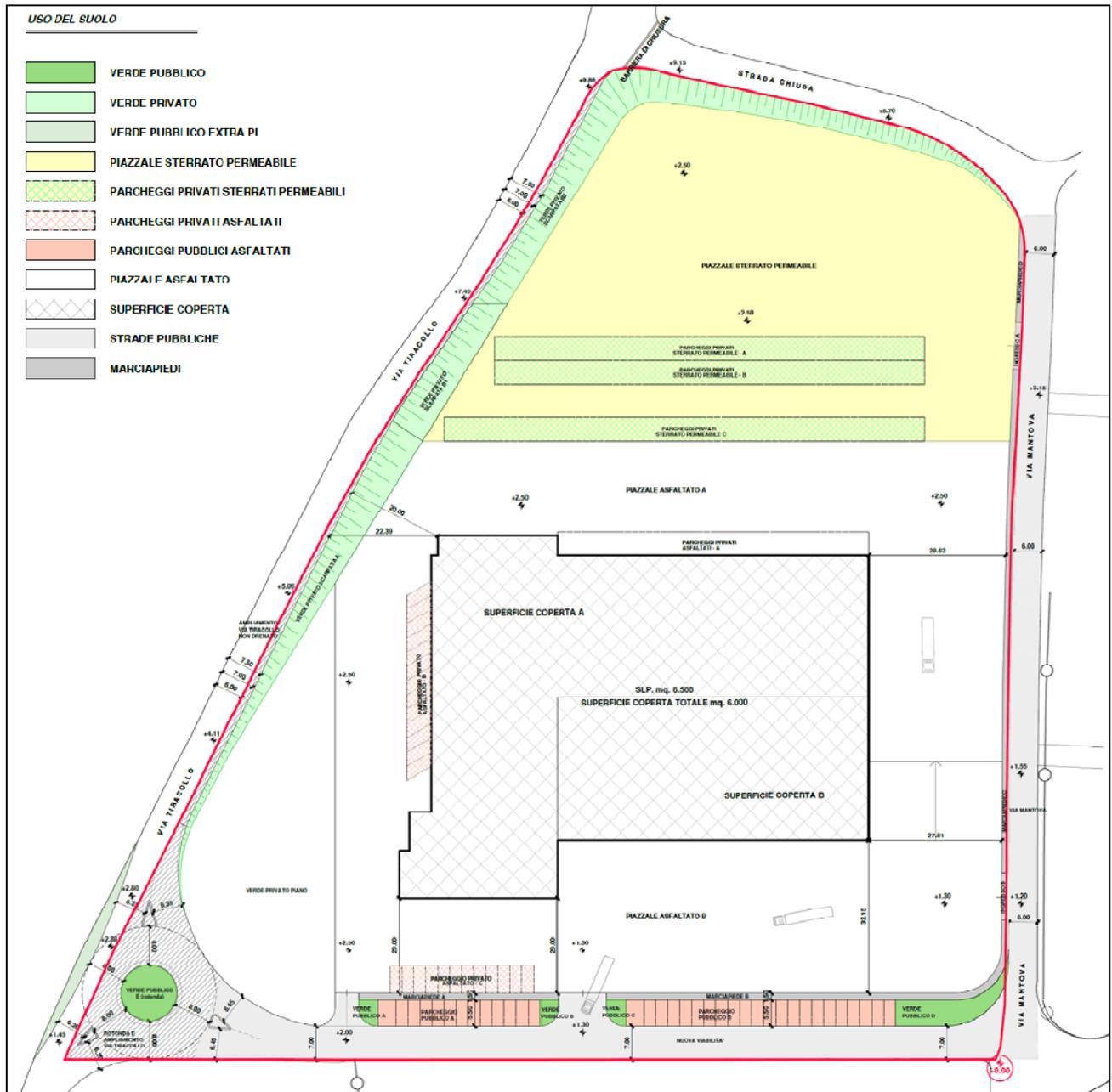
Vista dalla via Mantova - Angolo Nord - Est



Vista dalla via Tiracollo - Angolo Sud - Est

SUPERFICIE TERRITORIALE

	SUPERFICIE TERRITORIALE INTERNA AL PIANO DI LOTTIZZAZIONE "TIRACOLLO TRE UMI 1"	m²	29.301,76
	SUPERFICIE TERRITORIALE ESTERNA AL PIANO DI LOTTIZZAZIONE "TIRACOLLO TRE UMI 1"	m²	2.223,58
	SUPERFICIE TERRITORIALE COMPLESSIVA	m²	31.525,34



*Estratto Progetto Studio di Architettura F.G.I. VISCONTI – P.L. Tiracollo Tre UMI 1
 Fg. 47 mappali 124p - 125p - 466 Lonato del Garda - Individuazione Uso del Suolo (fuori scala)*

La successiva tabella individua le aree oggetto del presente intervento, interne/esterne al Piano di Lottizzazione Tiracollo Tre UMI 1, che devono essere corredate di opere di drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche atte a garantire l'invarianza idraulica dell'intervento, dove previsto dal Regolamento, in quanto la riduzione della permeabilità del suolo va verificata con riferimento alla permeabilità naturale originaria del sito, ovvero alla condizione preesistente all'urbanizzazione, e non alla condizione urbanistica precedente eventualmente già alterata rispetto alla condizione zero, preesistente all'urbanizzazione.

COMUNE DI LONATO PIANO DI LOTTIZZAZIONE "TIRACOLLO TRE UMI 1"			
DITTA OXYTURBO S.P.A. VIA TIRACOLLO FG. 47 MAPP. 124p - 125p - 466	Interno comparto	Area	Area
		[m²]	[km²]
Verde privato - piano	SI	1914.36	0.00191
Verde pubblico A	SI	18.82	0.00002
Verde pubblico B	SI	18.22	0.00002
Verde pubblico C	SI	18.89	0.00002
Verde pubblico D	SI	116.05	0.00012
Verde pubblico E (rotonda)	SI	105.07	0.00011
Verde extra PL rotonda	NO	86.32	0.00009
Verde via Mantova extra PL	NO	2.54	0.00000
Verde privato - scarpata A	SI	410.21	0.00041
Verde privato - scarpata B1	SI	222.96	0.00022
Verde privato - scarpata B2	SI	702.87	0.00070
Piazzale sterrato permeabile A (esclusi parcheggi privati)	SI	1916.21	0.00192
Piazzale sterrato permeabile B	SI	3385.64	0.00339
Parcheggio privato permeabile A	SI	447.66	0.00045
Parcheggio privato permeabile B	SI	447.66	0.00045
Parcheggio privato permeabile C	SI	500.00	0.00050
Superficie coperta A	SI	4052.21	0.00405
Superficie coperta B	SI	1944.60	0.00194
Piazzale asfaltato A	SI	5801.63	0.00580
Piazzale asfaltato B	SI	3415.71	0.00342
Parcheggio privato asfaltato A	SI	324.10	0.00032
Parcheggio privato asfaltato B	SI	195.00	0.00020
Parcheggio privato asfaltato C	SI	167.90	0.00017
Ampliamento via Tiracollo - non drenato	SI	235.74	0.00024
Ampliamento via Tiracollo - drenato	SI	76.17	0.00008
Rotonda	SI	591.62	0.00059
Nuova viabilità in cessione	SI	1413.38	0.00141
Via Mantova (extra PL)	NO	1100.72	0.00110
Banchina destra Via Mantova (extra PL)	NO	41.70	0.00004
Marciapiede via Mantova (extra PL)	NO	5.07	0.00001
Marciapiede A	SI	62.44	0.00006
Marciapiede B1	SI	9.00	0.00001
Marciapiede B2	SI	127.86	0.00013
Marciapiede C	SI	116.65	0.00012
Marciapiede D	SI	24.75	0.00002
Parcheggio pubblico A	SI	185.64	0.00019
Parcheggio pubblico B	SI	309.36	0.00031
Ingresso A	SI	11.69	0.00001
Ingresso B	SI	11.69	0.00001
Rotonda extra PL	NO	305.95	0.00031
Strada Chiusa	NO	681.28	0.00068
Superficie totale interessata dall'intervento		31525.34	0.03153
Superficie Territoriale PL		29301.76	0.02930
Superficie Territoriale extra PL		2223.58	0.00222

*Riepilogo superfici a varia permeabilità sui mappali 124p - 125p - 466 del Fg. 47 di Lonato del Garda
 - aree interessate dagli interventi di Progetto -*



Estratto Ortofoto 3D - Area di Intervento - situazione esistente (Fuori scala)

4 PRESCRIZIONI DEL "REGOLAMENTO PER L'INVARIANZA IDRAULICA" (REGOLAMENTO REGIONALE 23.11.2017 N. 7)

Il Regolamento Regionale 23.11.2017 n. 7, "*Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (legge per il governo del territorio)*", unitamente al Regolamento Regionale 19.04.2019 n. 8 di modifica ed integrazione, contengono una serie estremamente ampia e dettagliata di prescrizioni e indicazioni finalizzate alla definizione e al dimensionamento delle opere di invarianza idraulica ed idrologica.

Tali principi sono riassunti all'Art. 1 comma 1 del medesimo Regolamento:

- a) invarianza idraulica: principio in base al quale le portate massime di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera a), della l.r. 12/2005;
- b) invarianza idrologica: principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera b), della l.r. 12/2005; Tale regolamento Ai sensi della legge 12 del 2005 e s.m.i., Art. 58 bis, sono infatti soggetti al principio di invarianza idraulica ed idrologica, gli interventi edilizi definiti dall'articolo 3, comma 1, lettere d), e) ed f)1, del D.P.R. n. 380/2001 e a tutti gli interventi che comportano una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione, secondo quanto specificato nel regolamento regionale di cui al comma 5.

In sintesi il disposto regolamentare sancisce che gli interventi di nuova edificazione (lettere d), e) ed f) del D.P.R. 06.06.2001 n. 380, unitamente agli interventi di nuova pavimentazione di spazi esterni (sup > 150 mq.) agli interventi pertinenziali (vol < 20% ma con sup > 150 mq.), ai parcheggi e aree di sosta (sup >

150 mq.), alle aree verdi sovrapposte a solette, alle infrastrutture stradali e autostradali loro pertinenze e parcheggi (salvo le manutenzioni ordinarie o straordinarie, gli ammodernamenti, i potenziamenti stradali e le piste ciclopedonali), non devono comportare un peggioramento delle condizioni di deflusso preesistenti, intendendo con "preesistente" la condizione antecedente all'intervento edificatorio, ovvero con riferimento al terreno vergine.

Poiché gli interventi previsti dal Piano di Lottizzazione "Tiracollo TRE UMI 1" ubicato sulla porzione di terreno sito in Lonato del Garda prospiciente le vie Tiracollo e Mantova, catastalmente identificato nel NCT al foglio 47, mappali 124p, 125p e 466, proposto dalla società OXITURBO S.p.a. rientrano nella fattispecie per le quali il Regolamento n. 7 così come modificato ed integrato dal Regolamento Regionale 19.04.2019 n. 8, trova applicazione, all'interno del successivo paragrafo si riassumono le principali prescrizioni ivi contenute, sulla base delle quali si descriverà il dimensionamento svolto.

4.1 DESTINAZIONI AMMESSE PER LE ACQUE METEORICHE E LIMITI QUANTITATIVI

L'art. 5, il Regolamento Regionale n. 07/2017, indica esplicitamente che il controllo e la gestione delle acque pluviali debba essere effettuato, ove possibile, mediante sistemi che garantiscano l'infiltrazione, l'evapotraspirazione e il riuso ed in subordine, solo nell'impossibilità di tale gestione, mediante lo scarico controllato in corso d'acqua o in rete fognaria. Il Regolamento definisce inoltre una classificazione delle priorità delle modalità di smaltimento delle acque meteoriche; si privilegia il riuso, in subordine l'infiltrazione e solo come extrema ratio lo scarico in corpo idrico superficiale e, successivamente, a maggior ragione, in fognatura.

Nella scelta degli interventi da realizzare per la gestione delle acque pluviali, sono da preferire, laddove possibile, quelli di tipo naturale quali avvallamenti, rimodellazioni morfologiche, depressioni del terreno, trincee drenanti, nonché quelli che consentono un utilizzo multifunzionale dell'opera (art. 5 comma 4 bis).

Ai fini della definizione dei limiti quantitativi allo scarico in corpo idrico o in fognatura e dei volumi di accumulo minimi atti alla garanzia del rispetto di tali limiti, il Regolamento individua una suddivisione del territorio regionale in tre classi, cui corrispondono limiti diversi:

- a) le aree A (ad alta criticità idraulica) comprendono i territori dei comuni, elencati nell'allegato C al Regolamento, ricadenti, anche parzialmente, nei bacini idrografici elencati nell'allegato B;
- b) le aree B (a media criticità idraulica) comprendono i territori dei comuni, elencati nell'allegato C al Regolamento, non rientranti nelle aree A e ricadenti, anche parzialmente, all'interno dei comprensori di bonifica e irrigazione;
- c) le aree C (a bassa criticità idraulica) comprendono i territori dei comuni, non rientranti nelle aree A e B. Gli scarichi nel ricettore sono limitati mediante l'adozione di interventi atti a contenere l'entità delle portate scaricate entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore stesso e comunque entro i seguenti valori massimi ammissibili (u_{lim}) (art. 8 comma 1):
 - a) per le aree A di cui al comma 3 dell'articolo 7: 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
 - b) per le aree B di cui al comma 3 dell'articolo 7: 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
 - c) per le aree C di cui al comma 3 dell'articolo 7: 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

Il requisito minimo da soddisfare, previsto dall'art. 12 comma 2, consiste nella realizzazione di uno o più invasi di laminazione, comunque configurati, dimensionati adottando i valori parametrici del volume minimo dell'invaso, o del complesso degli invasi, di laminazione di seguito riportati:

- per le aree A ad alta criticità idraulica di cui all'articolo 7: 800 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento moltiplicato per il 'coefficiente **P'** (0.8 - 1 a seconda dei comuni), di cui alla tabella riportata nell'Allegato C al R.R. 8/2019;
- per le aree B a media criticità idraulica di cui all'articolo 7: 500 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
- per le aree C a bassa criticità idraulica di cui all'articolo 7: 400 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

I valori di portate ammesse allo scarico (art. 8 c.1) e dei minimi volumi di dimensionamento (art. 12 c. 2 sono di seguito riportati.

	Portata massima scaricabile (Art. 8 comma 1 R.R. 7/2017 - R.R. 8/2019) [l/(s*ha)]	Volume di laminazione minimo (Art. 12 comma 2 R.R. 7/2017 - R.R. 8/2019) [m ³]
Aree A	10	800 * P (= 800 - 640)
Aree B	20	500
Aree C	20	400
(*) per una serie di Comuni, localizzati per la pressoché totalità in Provincia di Brescia, a tale volume minimo è applicato un coefficiente correttivo pari a 0,8, per cui il volume minimo effettivamente da prevedere è pari a 640 m ³ /ha.		

Tabella 3.1 Portate ammesse allo scarico e volumi minimi di invaso per lo scarico in c.i.s. o in fognatura secondo R.R. 7/2017 - R.R.8/2019 (art. 12 comma 2)

Va inoltre segnalato che:

- (art. 11 comma 2 lettera n. 3): il volume di laminazione da adottare per la progettazione degli interventi di invarianza idraulica e idrologica è il maggiore tra quello risultante dai calcoli e quello valutato in termini parametrici come requisito minimo di cui all'articolo 12, comma 2. Qualora si attui il presente regolamento mediante la realizzazione di sole strutture di infiltrazione, e quindi non siano previsti scarichi verso ricettori, il requisito minimo di cui all'articolo 12, comma 2, è ridotto del 30 per cento, purché i calcoli di dimensionamento delle strutture di infiltrazione siano basati su prove di permeabilità, allegate al progetto, rispondenti ai requisiti riportati nell'Allegato F.
Tale riduzione non si applica nel caso in cui si adotti il requisito minimo di cui all'articolo 12, comma 2, senza pertanto applicare la procedura di calcolo delle sole piogge o dettagliata;
- (art. 11 comma 2 lettera n. 4bis): il volume dei vuoti di un sistema di infiltrazione, opportunamente ridotto al fine di tenere conto della progressiva tendenza all'intasamento, come indicato alla lettera c), numero 4, è computabile come parte del volume da realizzare ai sensi del presente regolamento; non è considerabile, a tali fini, il volume infiltrato.

Il Regolamento inoltre precisa che:

- è facoltà dell'Ente Gestore del corso d'acqua (Regione, Comune, Consorzio di Bonifica o privato, Ente Gestore della rete fognaria) imporre limiti più restrittivi allo scarico di quelli sopra indicati (art. 8 comma 2).
- indipendentemente dall'ubicazione territoriale, sono assoggettate ai limiti e alle procedure indicati nel presente regolamento per le aree A di cui al comma 3, anche le aree lombarde inserite nei PGT comunali come ambiti di trasformazione o anche come piani attuativi previsti nel piano delle regole (l'art. 7 comma 5).

Con riferimento al Comune di "**Lonato del Garda**", esso è classificato, in allegato C al R.R. 7/2017 -

R.R.8/2019 come Area "B".

Nel caso specifico, come rilevato negli elaborati dello Studio di Architettura F.G.I. VISCONTI ed indicato nel vigente P.G.T. alla tav. U 660_T01c- 2015 - Previsioni di Piano del vigente strumento urbanistico, l'area d'interesse individuata dai mappali 124p, 125p e 466 del Fg. 47, risulta classificata "Ambito di Trasformazione - Produttivo" la cui trasformazione richiede la redazione di apposito piano di lottizzazione.

Pertanto, in osservanza dell'art. 7 comma 5 del Regolamento, si provvederà, per lo studio preliminare alla progettazione e verifica delle opere d'invarianza idraulica, all'applicazione dei parametri previsti per l'ambito territoriale "A", più restrittivi:

- come indicati dall'art. 12 comma 2 lettera a, circa il **Volume minimo** di laminazione di **800 mc** per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento,
- come indicati dall'art. 8 comma 1 lettera a, circa il valore massimo ammissibile della portata meteorica scaricabile nei ricettori, pari a u_{lim} pari a **10 l/s** per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento. Si intende con ricettore il corpo idrico naturale o artificiale o rete di fognatura, nel quale si immettono le acque meteoriche.

4.2 DEFINIZIONE DELLE AREE IMPERMEABILI

Il Regolamento come si è detto pone una serie di vincoli espliciti alle modalità da seguire per il calcolo delle opere per la garanzia dell'invarianza idraulica ed idrologica, uno di questi vincoli concerne la quantificazione degli apporti al deflusso superficiale in funzione del grado di impermeabilizzazione delle aree; ai fini della determinazione delle aree impermeabili alle aree lorde dell'insediamento sono applicati coefficienti riduttivi (rappresentanti in sostanza la percentuale di area impermeabilizzata) funzione della tipologia degli usi dei suoli presenti, riportati all'interno dell'art. 11 lettera d) del R.R. 7/2017 come modificato dal R.R. 8/2019 e sono:

- pari a $\phi=1.0$ per tutte le sotto-aree interessate da tetti, coperture e pavimentazioni continue di strade, vialetti, parcheggi;
- pari a $\phi=0.7$ i tetti verdi, i giardini pensili e le aree verdi sovrapposti a solette comunque costituite, per le aree destinate all'infiltrazione delle acque gestite ai sensi del presente regolamento e per le pavimentazioni discontinue drenanti o semipermeabili, di strade, vialetti, parcheggi;
- pari a $\phi=0.3$ per le sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo comprese le aree verdi munite di sistemi di raccolta e collettamento delle acque ed escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo.

Tali parametri saranno utilizzati nel calcolo di dimensionamento riportato nel seguito.

COMUNE DI LONATO PIANO DI LOTTIZZAZIONE "TIRACOLLO TRE UMI 1"					
DITTA OXYTURBO S.P.A. VIA TIRACOLLO FG. 47 MAPP. 124p - 125p - 466	Sottobacino	Interno comparto	ψ	interessata Intervento	Scolante Impermeabile
			[-]	[m ²]	[m ²]
Verde privato - piano	B6	SI	0.00	1914.36	0.00
Verde pubblico A	B2	SI	0.00	18.82	0.00
Verde pubblico B	B2	SI	0.00	18.22	0.00
Verde pubblico C	B2	SI	0.00	18.89	0.00
Verde pubblico D	B2	SI	0.00	116.05	0.00
Verde pubblico E (rotonda)	B3	SI	0.00	105.07	0.00
Verde extra PL rotonda	B3	NO	0.00	86.32	0.00
Verde via Mantova extra PL	B1	NO	0.00	2.54	0.00
Verde privato - scarpata A	B6	SI	0.30	410.21	123.06
Verde privato - scarpata B1	B5.1	SI	0.30	222.96	66.89
Verde privato - scarpata B2	B5.2	SI	0.30	702.87	210.86
Piazzale sterrato permeabile A (esclusi parcheggi privati)	B5.1	SI	0.70	1916.21	1341.35
Piazzale sterrato permeabile B	B5.2	SI	0.70	3385.64	2369.95
Parcheggio privato permeabile A	B5.1	SI	0.70	447.66	313.36
Parcheggio privato permeabile B	B5.1	SI	0.70	447.66	313.36
Parcheggio privato permeabile C	B5.1	SI	0.70	500.00	350.00
Superficie coperta A	B6	SI	1.00	4052.21	4052.21
Superficie coperta B	B4	SI	1.00	1944.60	1944.60
Piazzale asfaltato A	B6	SI	1.00	5801.63	5801.63
Piazzale asfaltato B	B4	SI	1.00	3415.71	3415.71
Parcheggio privato asfaltato A	B6	SI	1.00	324.10	324.10
Parcheggio privato asfaltato B	B6	SI	1.00	195.00	195.00
Parcheggio privato asfaltato C	B6	SI	1.00	167.90	167.90
Ampliamento via Tiracollo - non drenato		SI	1.00	235.74	235.74
Ampliamento via Tiracollo - drenato	B3	SI	1.00	76.17	76.17
Rotonda	B3	SI	1.00	591.62	591.62
Nuova viabilità in cessione	B2	SI	1.00	1413.38	1413.38
Via Mantova (extra PL)	B1	NO	1.00	1100.72	1100.72
Banchina destra Via Mantova (extra PL)	B1	NO	1.00	41.70	41.70
Marciapiede via Mantova (extra PL)	B1	NO	1.00	5.07	5.07
Marciapiede A	B2	SI	1.00	62.44	62.44
Marciapiede B1	B1	SI	1.00	9.00	9.00
Marciapiede B2	B2	SI	1.00	127.86	127.86
Marciapiede C	B1	SI	1.00	116.65	116.65
Marciapiede D	B1	SI	1.00	24.75	24.75
Parcheggio pubblico A	B2	SI	1.00	185.64	185.64
Parcheggio pubblico B	B2	SI	1.00	309.36	309.36
Ingresso A	B1	SI	1.00	11.69	11.69
Ingresso B	B1	SI	1.00	11.69	11.69
Rotonda extra PL	B3	NO	1.00	305.95	305.95
Strada Chiusa	B0	NO	1.00	681.28	681.28
Superficie totale interessata dall'intervento				31525.34	
Caratteristiche bacino drenato					
Superficie Territoriale PL				29301.76	
Superficie Territoriale extra PL				2223.58	
ψ medio				0.8343	
Superficie Scolante Impermeabile (ridotta)				26300.69	

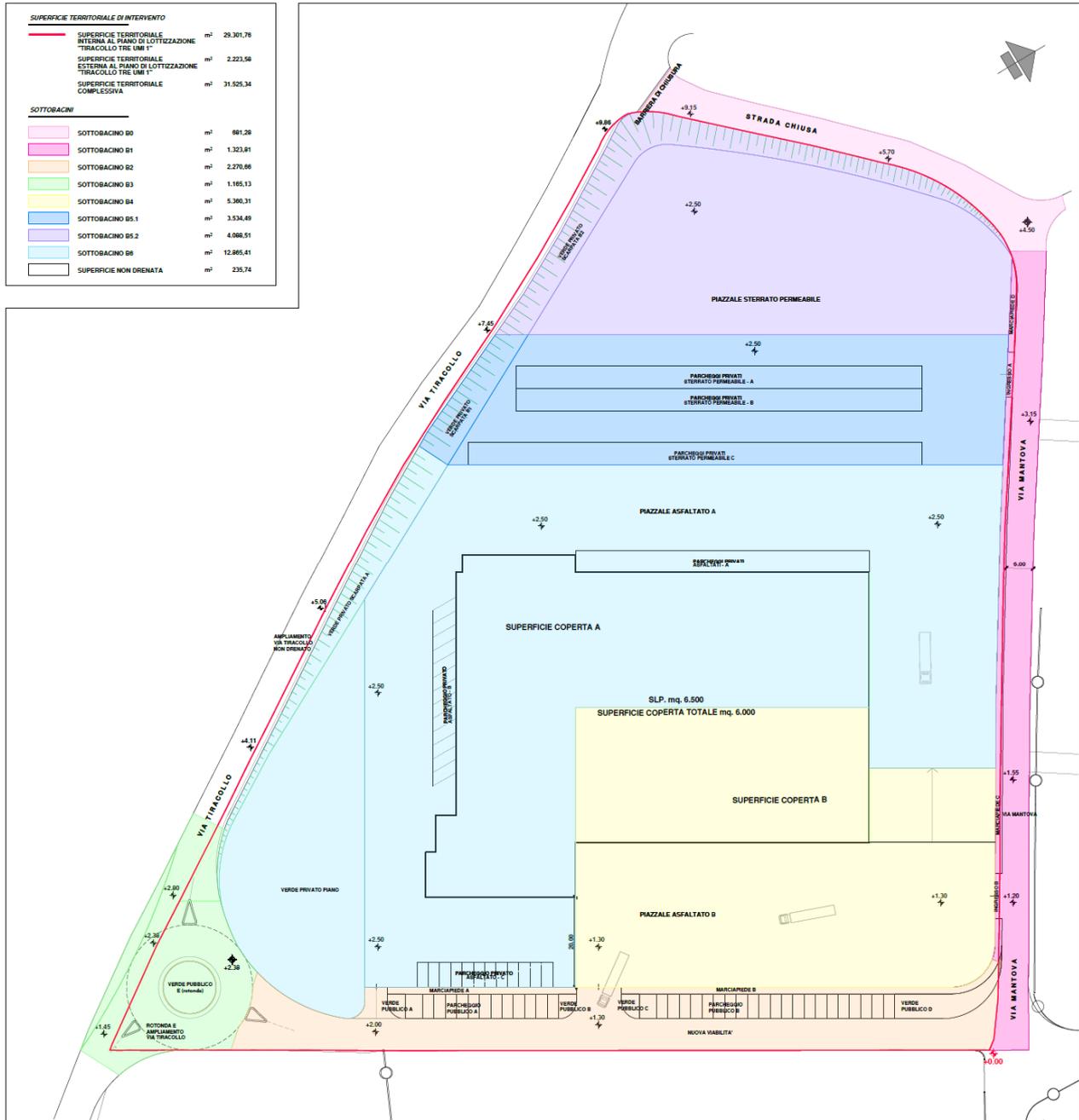
4.3 DEFINIZIONE DEI SOTTOBACINI DI INTERVENTO

Trattandosi di un comparto particolarmente vasto, si è reso necessario procedere alla suddivisione dell'intera area in sottobacini, con l'obiettivo di ottimizzare le soluzioni progettuali per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche.

Tale suddivisione è funzionale alla specifica morfologia dei luoghi, in quanto sono presenti importanti dislivelli, realizzazione di nuovi piazzali ed aree di manovre a quote differenti, destinazione finale in cessione

o ad uso pubblico o di esclusiva competenza privata.

Data l'estensione del comparto, per ciascun sottobacino individuato verrà svolta lo studio preliminare del dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque bianche in modo autonomo ed indipendente.



Suddivisione in sottobacini dell'area di intervento complessiva

SOTTOBACINO B0 - STRADA CHIUSA

Il Sottobacino comprende il tratto di viabilità esistente che ad oggi collega la via Tiracollo e la via Mantova e perimetra sul lato Nord-Ovest il terreno oggetto di trasformazione, non oggetto di alcun tipo di intervento, che si prevede di chiudere al transito veicolare dopo la realizzazione della nuova viabilità di collegamento tra le vie Tiracollo e Mantova. Nell'ambito dell'intervento complessivo di manutenzione straordinaria del sistema

di smaltimento delle acque meteoriche lungo la via Mantova, vista la morfologia dei luoghi e le caratteristiche altimetriche del sistema viario esistente che determinano il defluire delle portate che si generano lungo la viabilità in dismissione verso la via Mantova stessa, si è scelto di intervenire localmente ed in modo autonomo rispetto alla restante parte della via Mantova anche sul sottobacino in oggetto.

SOTTOBACINO B1 - VIA MANTOVA NORD

Il Sottobacino comprende l'area interessata dalla manutenzione straordinaria della viabilità di via Mantova esistente, oggetto di riqualificazione della rete di smaltimento delle acque meteoriche.

SOTTOBACINO B2 - NUOVA VIABILITA'

Il Sottobacino comprende l'area interessata dalla realizzazione della nuova viabilità di accesso sul lato Est del fabbricato di progetto e di collegamento tra la via Tiracollo e la via Mantova del nuovo fabbricato, parcheggi ad uso pubblico, marciapiedi e pertinenze.

SOTTOBACINO B3 - ROTATORIA VIA TIRACOLLO

Il Sottobacino comprende l'area interessata dall'ammodernamento della viabilità di via Tiracollo esistente con realizzazione di una nuova Rotonda per l'immissione nella nuova viabilità in progetto per l'accesso al fabbricato e per il collegamento con la via Mantova.

SOTTOBACINO B4 - PIAZZALI BASSI

Il Sottobacino comprende parte dell'area interessata dalla viabilità di accesso dalla via Mantova al nuovo fabbricato e di parte della copertura dello stesso e i piazzali adibiti ad area di carico/scarico dei mezzi posto sul lato Est del nuovo fabbricato con quota ribassata rispetto al piano campagna del resto dell'edificato.

SOTTOBACINO B5.2 - AREA OVEST

Il Sottobacino comprende l'area interessata dalla nuova edificazione in progetto costituita da piazzale sterrato permeabile al piano campagna posto a ovest del nuovo fabbricato e accessori.

SOTTOBACINO B5.1-B6 - PIAZZALI ALTI

Il Sottobacino comprende le aree interessate dalla nuova edificazione in progetto, dal fabbricato e di parte della copertura dello stesso, piazzali al piano campagna, aree sterrate.

COMUNE DI LONATO PIANO DI LOTTIZZAZIONE "TIRACOLLO TRE UMI 1"	
DITTA OXYTURBO S.P.A. VIA TIRACOLLO FG. 47 MAPP. 124p - 125p - 466	Superficie interessata Intervento [m ²]
SOTTOBACINO B0	681.28
SOTTOBACINO B1	1323.81
SOTTOBACINO B2	2270.66
SOTTOBACINO B3	1165.13
SOTTOBACINO B4	5360.31
SOTTOBACINO B5.1	3534.49
SOTTOBACINO B5.2	4088.51
SOTTOBACINO B6	12865.41
Ampliamento via Tiracollo (non drenato)	235.74
Superficie complessiva area di intervento	31525.34

Si segnala che, per il Sottobacino B0 (Strada Chiusa) ed il Sottobacino B1 (via Mantova), per i quali l'intervento prevede la riqualificazione della sede stradale esistente con la sola manutenzione straordinaria del tratto di via Mantova sul lato Nord del Comparto, ai sensi del R.R. 7/2017 art. 3 comma 3 lettera a): *"Nell'ambito degli interventi relativi alle infrastrutture stradali e autostradali, loro pertinenze e parcheggi, assoggettati ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica, sono esclusi dall'applicazione del presente*

regolamento:

a) gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria della rete ciclopedonale, stradale e autostradale;" si provvederà alla progettazione del sistema di drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche secondo le modalità indicate dal Regolamento stesso, ma prescindendo dal rispetto dei Requisiti minimi indicati all'art. 12 dello stesso, in quanto non richiesto.

Analogamente, sensi del R.R. 7/2017 art. 3 comma 3 lettera b) sono esclusi dall'applicazione del Regolamento:

b) gli interventi di ammodernamento, definito ai sensi dell'articolo 2 del regolamento regionale 24 aprile 2006, n. 7 (Norme tecniche per la costruzione delle strade), ad eccezione della realizzazione di nuove rotonde di diametro esterno superiore ai 50 metri su strade diverse da quelle di tipo "E – strada urbana di quartiere", "F – strada locale" e "F-bis – itinerario ciclopedonale", così classificate ai sensi dell'articolo 2 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285 (Nuovo codice della strada);

e quindi anche per il Sottobacino B3 (nuova Rotonda su via Tiracollo) si provvederà alla progettazione del sistema di drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche secondo le modalità indicate dal Regolamento stesso, ma prescindendo dal rispetto dei Requisiti minimi indicati all'art. 12 dello stesso, in quanto non richiesto.

4.4 DEFINIZIONE DELLE PIOGGE DI PROGETTO

La definizione delle piogge di progetto da assumere all'interno del progetto delle opere di invarianza idraulica è contenuto all'interno dell'art. 11 comma 2 lettera b) del Regolamento, ove si prescrive di fare riferimento ai dati regionalizzati delle curve di possibilità pluviometrica prodotti da ARPA Lombardia e reperibili on-line.

I parametri delle curve definite dall'ARPA fanno riferimento ad una espressione monomia della curva di possibilità pluviometrica (CPC), matematicamente rappresentata mediante una funzione esponenziale che assume l'espressione: $h = a \cdot t^n$

dove h [mm] è l'altezza d'acqua corrispondente all'evento di durata t [ore], a [mm·h-n] ed n [-] sono due parametri dipendenti dalle caratteristiche meteoriche della zona e dal valore del tempo di ritorno T, che rappresenta il numero di anni in cui mediamente l'altezza h viene eguagliata o superata una sola volta.

Coordinate	
GB Monte Mario Italy1	X: 1618370.19 Y: 5032732.8
lat/lon WGS84	X: 10.5133551 Y: 45.4372445
UTM32	X: 618364.67 Y: 5032638.45

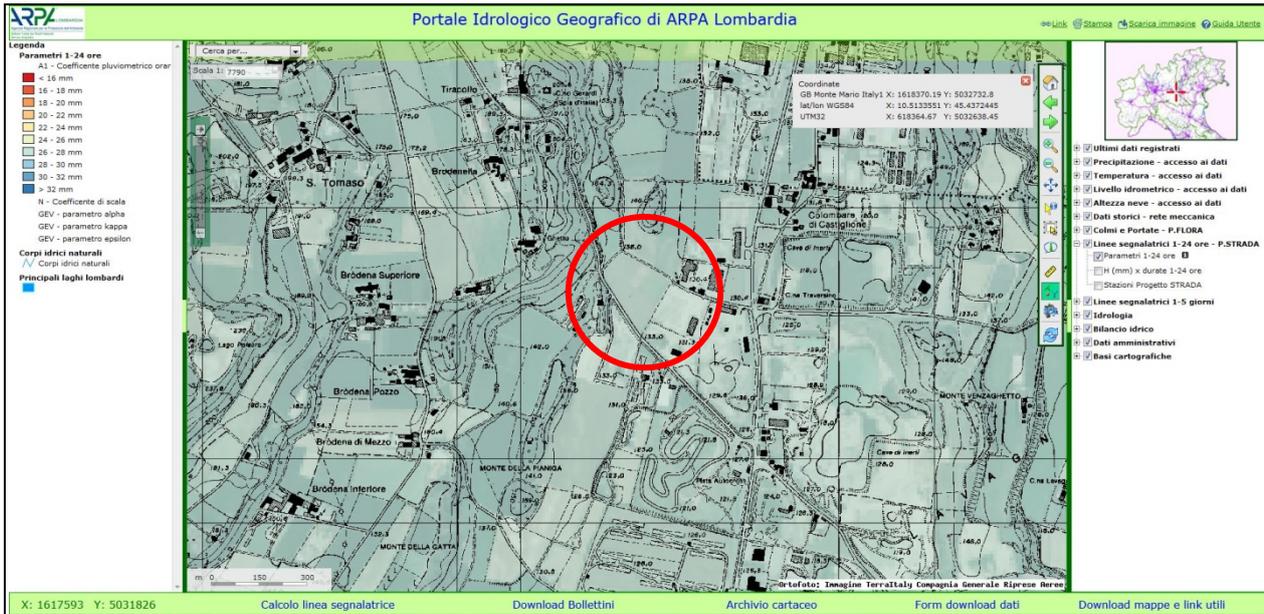


Immagine Portale ARPA _ Linee segnalatrici 1 - 24 ore Parametri

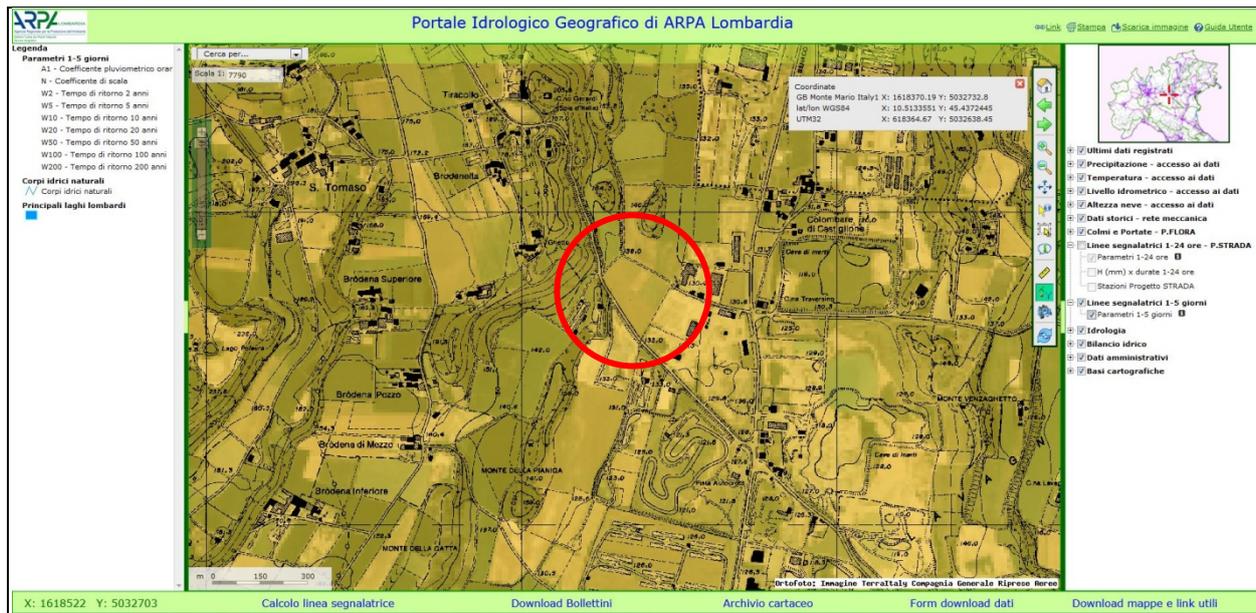


Immagine Portale ARPA _ Linee segnalatrici 1 - 5 giorni Parametri

4.4.1 Parametri della curva segnalatrice per eventi di durata tra 1 – 24 ore

Con riferimento all'area in Lonato del Garda, in via Tiracollo/via Mantova, mappali 124p, 125p, 466 del Fg. 47, ove si colloca l'intervento in oggetto di verifica (Piano di Lottizzazione Tiracollo Tre UMI 1), i parametri della C.P.C. per eventi della durata compresa tra 1 e 24 ore, unitamente alle modalità di calcolo, sono di seguito riportati.

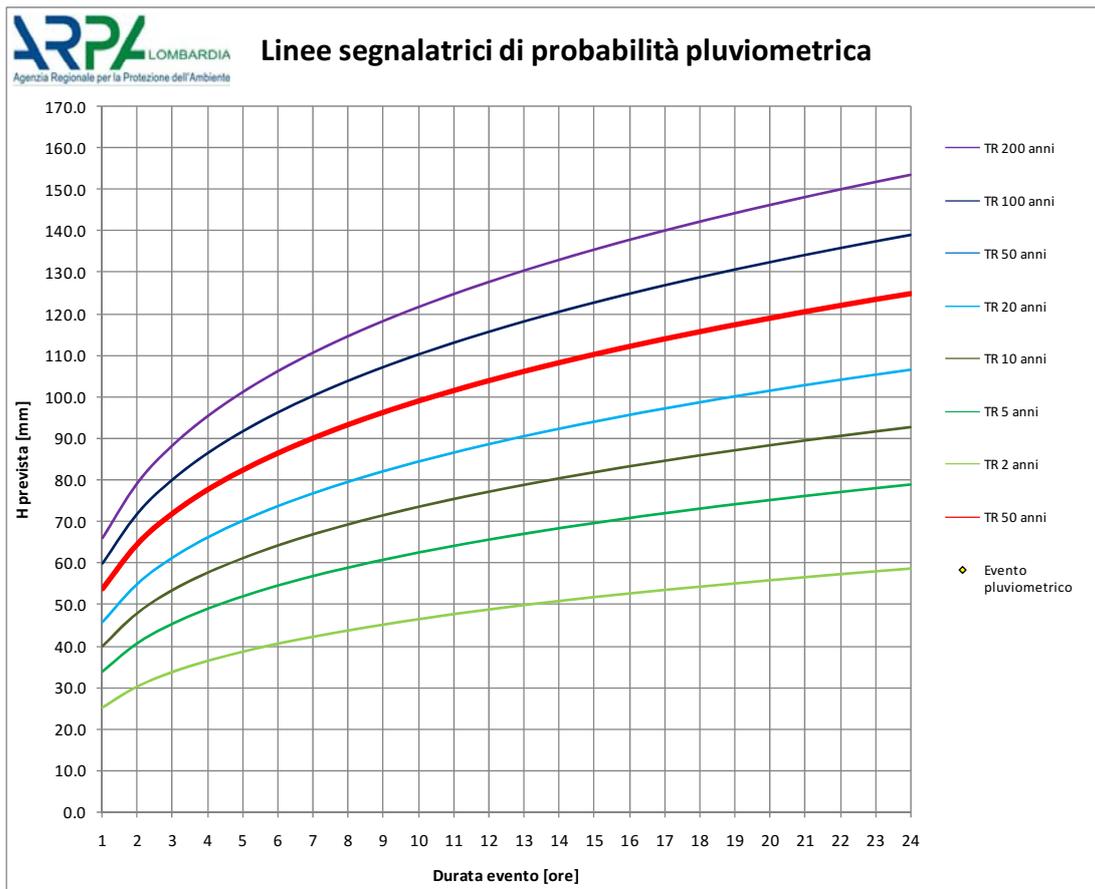
 <p>Parametri ricavati da: http://idro.arpalombardia.it</p> <p>A1 - Coefficiente pluviometrico orario 27.110001</p> <p>N - Coefficiente di scala 0.26530001</p> <p>GEV - parametro alpha 0.27309999</p> <p>GEV - parametro kappa -0.0394</p> <p>GEV - parametro epsilon 0.83109999</p>	<h2>Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore</h2>	
	Località: Lonato d/G - OXYTURBO - BS Coordinate: X=1618370.19 Y=5032732.8	Linea segnatrice Tempo di ritorno (anni) <input type="text" value="50"/>
	Evento pluviometrico Durata dell'evento [ore] <input type="text"/> Precipitazione cumulata [mm] <input type="text"/>	

Formulazione analitica

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

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

Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno								
Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0.93192	1.25308	1.47374	1.69163	1.98300	2.20845	2.43934	1.98299569
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 50 anni
1	25.3	34.0	40.0	45.9	53.8	59.9	66.1	53.7590151
2	30.4	40.8	48.0	55.1	64.6	72.0	79.5	64.6122053
3	33.8	45.5	53.5	61.4	72.0	80.1	88.5	71.950129
4	36.5	49.1	57.7	66.2	77.7	86.5	95.5	77.6565022
5	38.7	52.1	61.2	70.3	82.4	91.8	101.4	82.3925706
6	40.6	54.6	64.3	73.8	86.5	96.3	106.4	86.4758497
7	42.3	56.9	67.0	76.8	90.1	100.3	110.8	90.0856926
8	43.9	59.0	69.4	79.6	93.3	103.9	114.8	93.3342595
9	45.3	60.9	71.6	82.1	96.3	107.2	118.5	96.296799
10	46.5	62.6	73.6	84.5	99.0	110.3	121.8	99.0264735
11	47.7	64.2	75.5	86.6	101.6	113.1	124.9	101.562362
12	48.8	65.7	77.2	88.7	103.9	115.8	127.9	103.934109
13	49.9	67.1	78.9	90.6	106.2	118.2	130.6	106.164785
14	50.9	68.4	80.5	92.4	108.3	120.6	133.2	108.272729
15	51.8	69.7	82.0	94.1	110.3	122.8	135.6	110.272781
16	52.7	70.9	83.4	95.7	112.2	124.9	138.0	112.177136
17	53.6	72.0	84.7	97.2	114.0	127.0	140.2	113.995948
18	54.4	73.1	86.0	98.7	115.7	128.9	142.4	115.73777
19	55.2	74.2	87.3	100.2	117.4	130.8	144.4	117.409881
20	55.9	75.2	88.5	101.5	119.0	132.6	146.4	119.018528
21	56.7	76.2	89.6	102.9	120.6	134.3	148.3	120.569121
22	57.4	77.1	90.7	104.1	122.1	135.9	150.2	122.066377
23	58.0	78.1	91.8	105.4	123.5	137.6	151.9	123.514434
24	58.7	78.9	92.8	106.6	124.9	139.1	153.7	124.916947



Tr	2	5	10	20	50	100	200
a	25.264	33.971	39.953	45.860	53.759	59.871	66.130
n	0.2653	0.2653	0.2653	0.2653	0.2653	0.2653	0.2653

Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per Lonato del Garda - Fg. 47 mappali 124p - 125p - 466, per eventi di durata compresa tra 1 - 24 ore (Dati ARPA Lombardia)

4.4.2 Parametri della curva segnalatrice per eventi di durata tra 1 - 5 giorni



ARPA LOMBARDIA
 Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente

Calcolo della linea segnalatrice 1-5 giorni

Località: *Lonato d/G - OXYTURBO - BS*
 Coordinate: *X=1618370.19 Y=5032732.8*

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 19.258841
 N - Coefficiente di scala 0.3148565
 W2 - Tempo di ritorno 2 anni 0.94263232
 W5 - Tempo di ritorno 5 anni 1.215171
 W10 - Tempo di ritorno 10 anni 1.403636
 W20 - Tempo di ritorno 20 anni 1.59068
 W50 - Tempo di ritorno 50 anni 1.83813
 W100 - Tempo di ritorno 100 anni 2.0334859
 W200 - Tempo di ritorno 200 anni 2.2364299

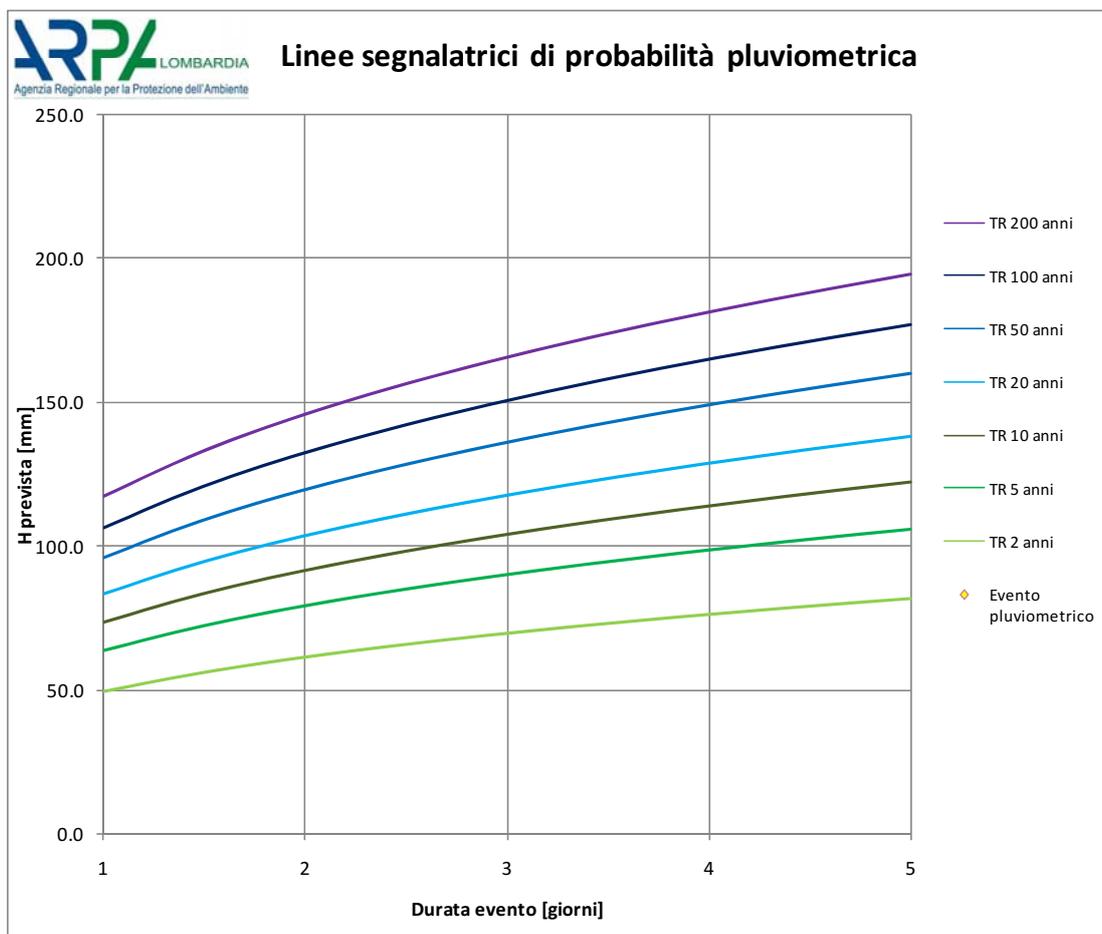
Evento pluviometrico

Durata dell'evento [ore]

Precipitazione cumulata [mm]

Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200
wT	0.94263	1.21517	1.40364	1.59068	1.83813	2.03349	2.23643
Durata (gg)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni
1	49.4	63.7	73.5	83.3	96.3	106.5	117.2
1.5	56.1	72.3	83.5	94.7	109.4	121.0	133.1
2	61.4	79.2	91.5	103.6	119.8	132.5	145.7
2.5	65.9	84.9	98.1	111.2	128.5	142.1	156.3
3	69.8	90.0	103.9	117.8	136.1	150.5	165.6
3.5	73.3	94.4	109.1	123.6	142.8	158.0	173.8
4	76.4	98.5	113.8	128.9	149.0	164.8	181.3
4.5	79.3	102.2	118.1	133.8	154.6	171.0	188.1
5	82.0	105.7	122.0	138.3	159.8	176.8	194.5



Con riferimento all'area in Lonato del Garda, in via Tiracollo/via Mantova, mappale 124p, 125p, 466 del Fg. 47, ove si colloca l'intervento in oggetto di verifica (Piano di Lottizzazione Tiracollo Tre UMI 1), i parametri della C.P.C. per eventi della durata tra 1 – 5 giorni, sono riportati nella successiva tabella.

Tr	2	5	10	20	50	100	200
a	18.154	23.403	27.032	30.635	35.400	39.163	43.071
n	0.314857	0.314857	0.314857	0.314857	0.314857	0.314857	0.314857

Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per Lonato del Garda - Fg. 47 mappali 543 - 544, per eventi di durata compresa tra 1 5 giorni (Dati ARPA Lombardia)

Poiché gli eventi che comportano i maggiori picchi di portata negli apporti al sistema di drenaggio urbano sono quelli con intensità maggiore, che nei territori di specifico interesse pedecollinari – di pianura sono quelli di breve durata, essendo l'intensità di norma decrescente con la durata stessa, verrà assunta la curva di possibilità pluviometrica determinata per eventi con durata compresa tra 1 e 24 ore.

Ai fini del dimensionamento delle opere di invarianza idraulica l'art. 11 comma 2 lettera a) del Regolamento prescrive di fare riferimento all'evento cinquantennale ($tr = 50$ anni), ovvero:

$$a = 53.759$$

$$n = 0.2653$$

mentre la verifica dovrà essere effettuata per l'evento centennale ($tr = 100$ anni), ovvero:

$$a = 59.8711$$

$$n = 0.2653$$

4.5 METODO DI CALCOLO

Per quanto riguarda il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica, l'art 9 del R.R. n. 7/2017, come modificato ed integrato dal R.R. n. 8/2019, formula prescrizioni esplicite anche sul metodo di calcolo da utilizzare in funzione dell'estensione dell'intervento, del grado di impermeabilizzazione imposto dallo stesso e delle aree ove si colloca l'insediamento, secondo lo schema riportato in tabella desunta dall'art. 9 del Regolamento aggiornata in relazione alle recenti disposizioni del R.R. 8/2019.

Classe di intervento		Superficie interessata dall'intervento	Coefficiente di deflusso medio ponderale	Modalità di calcolo	
				Aree A, B	Area C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0.03 ha	Qualsiasi	Requisiti minimi art. 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	Da > 0.03 a ≤ 0.1 ha	≤ 0.4	Requisiti minimi art. 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	Da > 0.01 a ≤ 0.1 ha	> 0.4	Metodo di sole piogge (Vedi art. 11 e allegato G)	Requisiti minimi art. 12 comma 2
		Da > 0.1 a ≤ 1 ha	qualsiasi		
		Da > 1 a ≤ 10 ha	≤ 0.4		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	Da > 1 a ≤ 10 ha	> 0.4	Procedura dettagliata (Vedi art. 11 e allegato G)	Requisiti minimi art. 12 comma 2
		> 10 ha	qualsiasi		

Modalità di calcolo da applicare per le opere di invarianza idrologica ed idraulica.

Ne consegue che il dimensionamento delle opere atte a garantire il rispetto dei principi di invarianza idrologica ed idraulica dovrà essere oggetto di uno specifico *progetto di invarianza idraulica e idrologica*, redatto da un tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici conformemente alle disposizioni del regolamento e secondo i contenuti di cui all'articolo 10 del R.R. 7/2017 del medesimo, come modificato ed integrato dal R.R. 8/2019.

Sulla scorta della superficie interessata dall'intervento e dei coefficienti di deflusso di riferimento è possibile arrivare alla definizione della classe di intervento ex Art. 9 sulla base della tabella sopra riportata.

Con riferimento ai dati dimensionali complessivi dell'insediamento e alla permeabilità imposta dal

Regolamento si ricavano i seguenti parametri dimensionali:

Superfici drenanti	ψ [-]	Superficie interessata Intervento [m ²]	Superficie Scolante Impermeabile [m ²]
Aree a verde profondo - aree agricole - incolti	0.00	2280.27	0
Aree a verde drenate	0.30	1336.04	400.81
Aree semipermeabili	0.70	6697.17	4688.02
Aree impermeabili	1.00	21211.86	21211.86
Sup. Complessiva		31525.34	26300.69
Coeff. Deflusso medio Ponderale	0.8343		

Tabella di Calcolo dell'impermeabilizzazione potenziale dell'intervento

In base a quanto riportato, essendo il territorio del comune di Lonato del Garda incluso nelle le aree B (a media criticità idraulica), l'intervento di specifico interesse si colloca in **Classe 3 - Impermeabilizzazione potenziale alta** (il lotto d'intervento ha estensione compresa tra 1 e 10 ha, con grado di impermeabilizzazione $\psi > 0.4$ (comunque pari a 0.834); conseguentemente il dimensionamento delle opere di invarianza deve essere svolto con la "**Procedura dettagliata (art. 11 e allegato G)**".

4.6 DEFINIZIONE DEI DATI DI PROGETTO INDIVIDUAZIONE SISTEMA DI SMALTIMENTO

Il Regolamento n. 7/2017, come modificato ed integrato dal R.R. n. 8/2019, relativamente alle modalità di controllo e gestione delle acque pluviali, individua come destinazione privilegiata per gli apporti meteorici l'infiltrazione (fatto salvo il riutilizzo che, per una questione di volumi e disponibilità degli accumuli nella maggior parte dei casi non può essere considerato come la destinazione di tutti gli apporti meteorici).

Al fine di valutare la effettiva possibilità di garantire un'efficiente dispersione nel suolo o nel sottosuolo il Regolamento prescrive esplicitamente la necessità di analisi conoscitive delle caratteristiche di infiltrabilità dei suoli; con riferimento alla Relazione Geologica riguardante il sito d'interesse, redatta in data 02/03/2021 a firma del Dott. Geol. Niccolò Crestana, n. 1691 Ordine dei Geologi della Lombardia, si individuano valori di permeabilità medi con buone capacità di drenaggio tali da consentire, in questa fase preliminare, la possibilità di smaltimento di parte delle acque meteoriche per infiltrazione nel sottosuolo.

Ne consegue che lo studio preliminare della rete di smaltimento delle acque meteoriche e delle opere di invarianza idraulica e idrologica verrà sviluppato prevedendo lo smaltimento degli afflussi meteorici:

- **nel sottosuolo attraverso la metodologia a "Pozzo perdente" - "Trincea Drenante";**
- **mediante scarico, per la sola portata ammissibile assegnata al comparto in conformità al Regolamento o a quanto indicato al precedente paragrafo 2.4 (15 l/s), nel collettore della fognatura bianca posto a Nord del centro commerciale Il Leone, che successivamente alla laminazione in Vasca alimenta il collettore Sud e per tramite di questo un Corpo idrico superficiale tributario del T. Redone.**

Nonostante il Comune di Lonato del Garda risulti tra quelli del territorio Lombardo classificati in zona "B", il disposto dell'art. 7 comma 5 impone che, indipendentemente dalla ubicazione territoriale sono assoggettati ai limiti indicati per le aree "A", ovvero ad alta criticità idraulica, anche le aree lombarde inserite nei PGT comunali come ambiti di trasformazione o anche piani attuativi previsti nel piano delle regole.

Pertanto, lo scarico dell'invaso di laminazione asservito sarà condotto alla rete fognaria bianca nel rispetto della portata limite ammissibile complessiva che, essendo $u_{lim} = 10$ l/s per ettaro di superficie scolante

impermeabile dell'intervento, è pari a:

$$Q_{lim} = A_{tot} \times \phi \times u_{lim} = 3,1525 \text{ ettari} \times 0,8343 \times 10 = 26,30 \text{ l/s}$$

Poiché la portata ammissibile allo scarico prevista dal R.R. 7/2017, come modificato ed integrato dal R.R. n. 8/2019, risulta superiore alla portata ammissibile individuata nel precedente paragrafo 2.4 (di 15 l/s complessivi per il "Piano di Lottizzazione Commerciale Tiracollo Tre UMI1"), sulla scorta delle risultanze degli studi idrologici idraulici a livello di Bacino Campagnoli e San Cipriano precedentemente realizzati, in conformità a quest'ultimi ai quali pare opportuno fare riferimento assegnando agli stessi valenza di Piano di Bacino degli scarichi di acque meteoriche confluenti a corpo idrico superficiale confluyente nel T. Redone, è necessario assumere quest'ultimo valore quale portata limite sulla quale procedere nel pre - dimensionamento delle opere d'invarianza idrologica e idraulica: **Q_{lim} = 15,00 l/s.**

Il Requisito minimo previsto delle misure d'invarianza idraulica e idrologica dall' art. 12 comma 3 del R.R. 7/2017 e dal R.R. 8/2019 indicato in 800 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, ridotto del 30% per le aree oggetto di smaltimento per sola infiltrazione e determinato per le porzioni che rientrano nella disciplina del Regolamento risulta pari a **V_{min} = 1713,34 m³** come illustrato nella seguente tabella attesa la suddivisione dell'intero comparto in sottobacini con modalità di smaltimento differenziate.

COMUNE DI LONATO PIANO DI LOTTIZZAZIONE "TIRACOLLO TRE UMI 1"									
DITTA OXYTURBO S.P.A. VIA TIRACOLLO FG. 47 MAPP. 124p - 125p - 466	Modalità di smaltimento	Superficie interessata Intervento	ψ medio	SOGGETTO A REQUISITO MINIMO (Vol min. R.R. 7 - R.R. 8 Art. 7 c. 5 e Art. 12 c. 2)	Volume minimo per ettaro Art. 12 c. 2)	Riduzione Art. 11 c.2 lett. e) pto 3	Volume minimo Art. 12 c. 2) di verifica	note	
SOTTOBACINO B0	INFILTRAZIONE	681.28	1.0000	NO	-	-	-	non soggetto ad invarianza Art.3 c.3 lett.a)	
SOTTOBACINO B1	INFILTRAZIONE	1323.81	0.9981	NO	-	-	-	non soggetto ad invarianza Art.3 c.3 lett.a)	
SOTTOBACINO B2	INFILTRAZIONE	2270.66	0.9243	SI	800	SI	117.53		
SOTTOBACINO B3	INFILTRAZIONE	1165.13	0.8357	NO	-	-	-	non soggetto ad invarianza Art.3 c.3 lett.b)	
SOTTOBACINO B4	INFILTRAZIONE	5360.31	1.0000	SI	800	SI	300.18		
SOTTOBACINO B5.2	INFILTRAZIONE	4088.51	0.6312	SI	800	SI	144.53		
SOTTOBACINO B5.1-B6	INFILTRAZIONE/S CARICO IN FB	16399.9	0.8774	SI	800	NO	1151.11		
Totale Volume Minimo								1713.34	

4.7 ANALISI DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DELL'AREA DI INTERESSE

Avendo previsto lo smaltimento per infiltrazione delle acque meteoriche provenienti dal nuovo comparto, pare opportuno richiamare quanto segue.

Per quanto riguarda la possibilità effettiva di garantire un'efficiente possibilità di dispersione nel suolo o nel sottosuolo il Regolamento prescrive esplicitamente la necessità di analisi conoscitive delle caratteristiche idrogeologiche del suolo e sottosuolo (infiltrabilità dei suoli).

Il comma 2 lettera c dell'art. 11) prevede espressamente che nel calcolo del processo d'infiltrazione:

1. è necessario analizzare i processi di interscambio che intervengono durante i fenomeni piovosi intensi tra la superficie del suolo e il sistema idrico sotterraneo per valutare la soggiacenza della superficie piezometrica rispetto al piano campagna. Se la falda più superficiale è a quota sufficientemente inferiore al piano campagna è possibile infiltrare una parte dell'afflusso meteorico, in funzione della capacità di infiltrazione del suolo. Se la falda più superficiale è prossima o coincidente con il piano campagna, non è ammissibile l'infiltrazione dell'afflusso meteorico. In ogni caso il progetto di invarianza idraulica e

- idrologica di cui all'articolo 10 deve valutare ogni possibilità di incentivare l'infiltrazione delle acque meteoriche afferenti da superfici non suscettibili di inquinamento allo scopo di tendere alla restituzione delle stesse ai naturali processi di infiltrazione preesistenti all'intervento. Il progetto deve conseguentemente valutare la realizzazione di strutture di infiltrazione quali aree verdi di infiltrazione, trincee drenanti, pozzi drenanti, cunette verdi, pavimentazioni permeabili, adeguate a tale obiettivo;
2. il progetto di invarianza idraulica e idrologica di cui all'articolo 10 deve valutare anche se l'infiltrazione di una parte dell'afflusso meteorico è possibile o invece è da escludere in funzione:
 - 2.1. della qualità delle acque meteoriche di cui si prevede l'infiltrazione in relazione alla loro compatibilità con la tutela qualitativa delle falde;
 - 2.2. della stabilità dei versanti o del sottosuolo. Il progetto deve accertare che le infiltrazioni non contribuiscano all'instabilità di versanti franosi o alla formazione, all'ampliamento o al collasso di cavità sotterranee, quali gli occhi pollini;
 - 2.3. della possibile interferenza con le fondazioni o anche i piani interrati degli edifici esistenti;
 - 2.3.bis. della presenza di aree non adatte o poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, quali aree caratterizzate da falda subaffiorante, aree con terreni a bassa permeabilità;
 3. l'analisi dell'infiltrabilità dei deflussi superficiali deve basarsi sulle conoscenze e su quanto previsto dagli strumenti di pianificazione regionali e provinciali di settore, nonché nella componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT del comune;
 4. nel calcolo del processo di infiltrazione devono essere adottati valori cautelativi dei coefficienti di permeabilità che tengano conto della progressiva tendenza all'intasamento dei materassi permeabili e conseguente riduzione dei coefficienti di permeabilità. Per tale coefficiente devono conseguentemente assumersi nel progetto valori idonei a rappresentare condizioni di permeabilità a lungo termine. Il calcolo deve tenere conto:
 - 4.1. dei volumi di laminazione necessari durante i transitori di pioggia intensa, in cui occorre determinare cautelativamente la portata possibile di infiltrazione durante il breve termine dell'evento meteorico;
 - 4.2. della portata possibile di infiltrazione al di fuori dei transitori di pioggia, per valutare il tempo di svuotamento nel sottosuolo delle strutture di infiltrazione, anche con riferimento a quanto indicato alla lettera f).
 5. il dimensionamento delle strutture di infiltrazione deve discendere da un progetto idraulico dettagliato e specifico basato su parametri idrogeologici sito specifici che, in funzione dell'importanza dell'intervento, possono essere calcolati e ricavati da adeguate indagini idrogeologiche sito specifiche e prove di dettaglio. Il progetto delle strutture di infiltrazione deve comprendere anche un piano di gestione e manutenzione, nonché l'indicazione degli interventi atti al mantenimento delle caratteristiche di progetto dell'opera.

Nel merito di quanto indicato dal comma 2 lettera C punto 3 dell'art. 11) che prevede che l'analisi dell'infiltrabilità si basi sulle conoscenze e su quanto previsto dagli strumenti di pianificazione regionali e provinciali di settore, nonché nella componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. comunale, si ritiene che tale livello di approfondimento possa essere ritenuto idoneo solo per una definizione preliminare delle opere, e che pertanto sia richiesta l'esecuzione di analisi ad hoc in situ preventivamente alla realizzazione delle opere previste dal Progetto di invarianza, come peraltro suggerito dall'art. 11, comma 2, lettera c, punto 5.

Di seguito, ai fini della individuazione del coefficiente di permeabilità dei suoli interessati dall'intervento edificatorio e della soggiacenza della falda nel presente Studio si è fatto riferimento alla Relazione Geologica riguardante il sito d'interesse, redatta in data 02/03/2021 a firma del Dott. Geol. Niccolò Crestana, n. 1691

Ordine dei Geologi della Lombardia, che viene allegato al progetto edilizio dell'intervento e del quale di seguito in estratto si riportano le parti di specifico interesse.

Pag. 8

2.3 Caratteri Idrogeologici locali

L'assetto idrogeologico del territorio lonatese è legato alla circolazione idrica sotterranea che si instaura in funzione della permeabilità delle unità litologiche sopra descritte e ai loro rapporti stratigrafici.

Nell'area d'interesse, il modello idrogeologico di riferimento per il settore di pianura è quello di un acquifero di tipo multistrato, circolante entro i depositi quaternari, in cui i diversi orizzonti acquiferi sono costituiti da livelli ghiaioso-sabbiosi e conglomeratici fessurati separati da intervalli argillosi, argilloso-limosi o conglomeratici compatti.

In generale, per quanto riguarda il modello idrogeologico superficiale di riferimento, si segnala che a seguito dell'esecuzione delle indagini geognostiche eseguite all'interno del sito progettuale, non è stata rinvenuta la presenza di una falda freatica, fino ad almeno 7,5 m di profondità dal p.c.. Quanto riscontrato risulta compatibile con l'assetto idrogeologico dell'area, caratterizzato dalla presenza di acquiferi a profondità maggiori rispetto a quelle progettuali.

A tal proposito più in profondità sono presenti falde confinate o semiconfinite contenute negli acquiferi ghiaioso-sabbiosi o ghiaioso-conglomeratici compresi tra intervalli prevalentemente limoso-argillosi.

Nelle piane di Lonato d/G come quella oggetto di studio, le falde medie, presenti a partire da circa -40/-50 m dal p.c. (vedi stratigrafia pozzi in allegato), sono separate da quelle profonde, presenti a partire da circa -70/-80 m dal p.c., da conglomerati e unità argillose, che costituiscono localmente la base del sovrastante acquifero freatico.

Nello specifico, nella quasi totalità dell'area di progetto, si ha la presenza, oltre il primo orizzonte superficiale, di depositi fluvio-glaciali, costituiti da ghiaie e sabbie con ciottoli con valori di permeabilità definiti dalle indagini in sito compresi tra $3,92 \times 10^{-4}$ e $1,36 \times 10^{-3}$ m/s.

Come confermato all'interno della "Carta Idrogeologica con indicazione sulla Vulnerabilità degli acquiferi superficiali" (Fig. 3), allegata allo studio geologico del PGT del Comune di Lonato d/G si segnala, per il sito d'interesse, un grado di vulnerabilità alto, in funzione dallo scarso grado di protettività dei suoli, caratterizzati da una buona capacità di drenaggio.

Pag. 9-10

2.4 Permeabilità dei terreni

Per la stima dei valori di permeabilità k sono stati reperiti dati sia da letteratura, riguardanti le caratteristiche di permeabilità dei terreni, sia da stratigrafie di alcuni pozzi terebrati in aree limitrofe a quella di studio e tenendo in considerazione le indagini geognostiche eseguite dal sottoscritto, all'interno del lotto progettuale.

La circolazione idrica sotterranea dell'area di progetto è in funzione della permeabilità delle unità idrogeologiche presenti. In merito, il lotto d'interesse è costituito da depositi fluvio-glaciali permeabili per porosità, caratterizzati da una permeabilità complessivamente medio-alta, con sequenze ghiaioso-sabbiose con ciottoli che favoriscono la filtrazione idrica verticale.

In tali terreni i valori del coefficiente di permeabilità risultano variabili, passando da sequenze in prevalenza ghiaiose maggiormente permeabili ($k=1,0 \cdot 10^{-3}$ / $1,0 \cdot 10^{-4}$) a sequenze ricche di frazione sabbioso-limosa che ne riducono invece la permeabilità ($k=1,0 \cdot 10^{-5}$ / $1,0 \cdot 10^{-6}$).

Ne consegue che, sulla base dei dati raccolti dalle prove in situ, ai terreni presenti all'interno dell'area d'interesse, possono essere attribuiti valori di permeabilità medi (da $1,36 \times 10^{-3}$ m/s a $3,92 \times 10^{-4}$ m/s) con buone capacità di drenaggio.

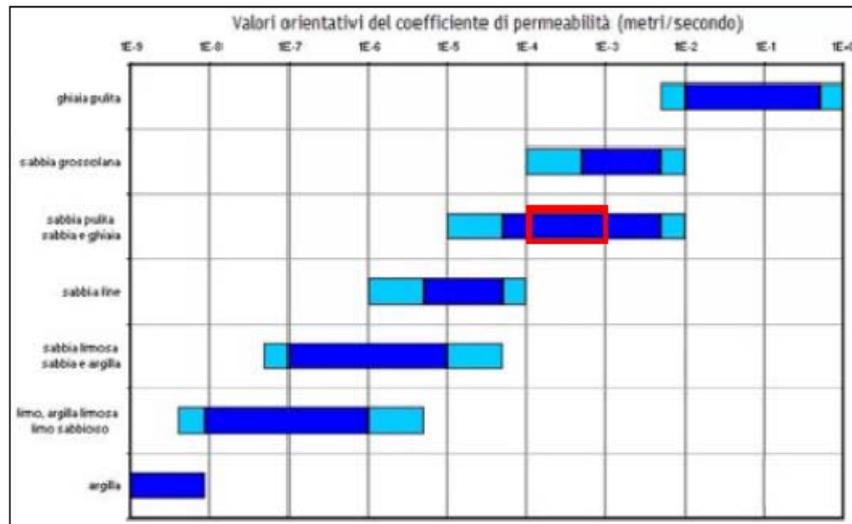


Fig. 4 - Valori indicativi del coefficiente di permeabilità.

Pag. 14-15

3.2 Permeabilità dei terreni

Per la definizione delle caratteristiche di permeabilità dei terreni presenti in sito, sono state eseguite, entro gli scavi esplorativi T1, T4 e T5, specifiche prove di permeabilità a carico variabile.



Fig. 7 - Ubicazione Scavi esplorativi.

Metodologia ed esecuzione della prova

La prova di permeabilità è stata eseguita inserendo all'interno dello scavo esplorativo un tubo cieco del diametro di 196 mm e con lunghezza pari a 2,0 m.

Le prove di permeabilità possono essere di due tipologie:

- prove a carico costante, effettuate cioè riempiendo d'acqua il tubo e misurando la portata necessaria per mantenere costante il livello;

- prove a carico variabile, effettuate misurando la velocità di abbassamento in funzione del tempo.



Fig. 8 - Esecuzione di prova di permeabilità in sito.

La prova, in questo caso di tipo a carico variabile, è stata eseguita nel terreno preventivamente saturato, mediante riempimento del fondo foro, circoscritto dal tubo circolare del diametro di 196 mm, con acqua per quasi l'intera altezza del tubo, con misura della velocità di abbassamento del livello idrico in funzione del tempo.

La stima del *coefficiente di permeabilità (k)*, è stata ricavata utilizzando la seguente formula (A.G.I. - 1977):

$$k = \frac{A}{C_L(t_2 - t_1)} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

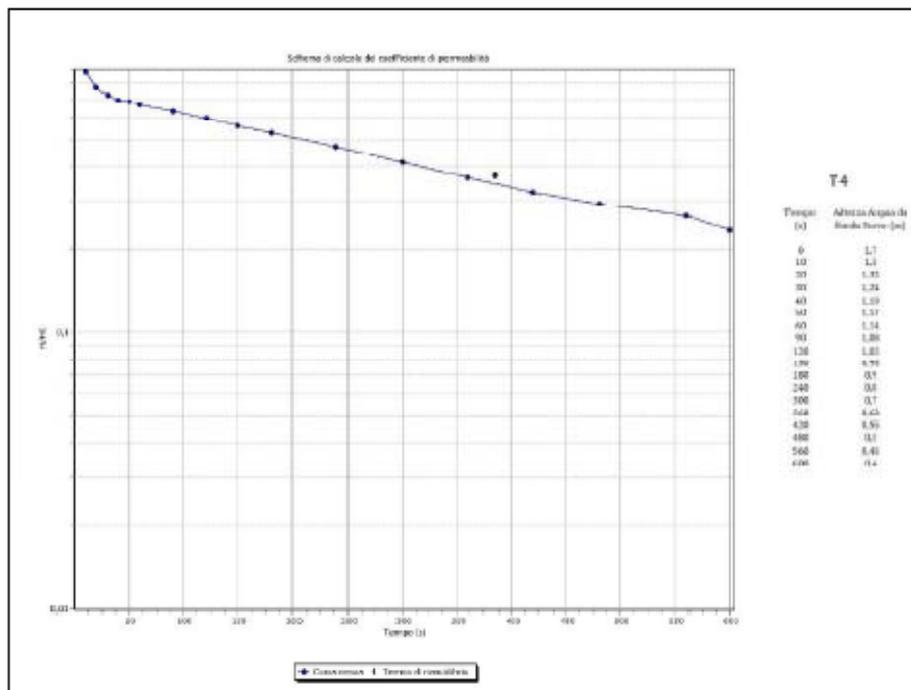
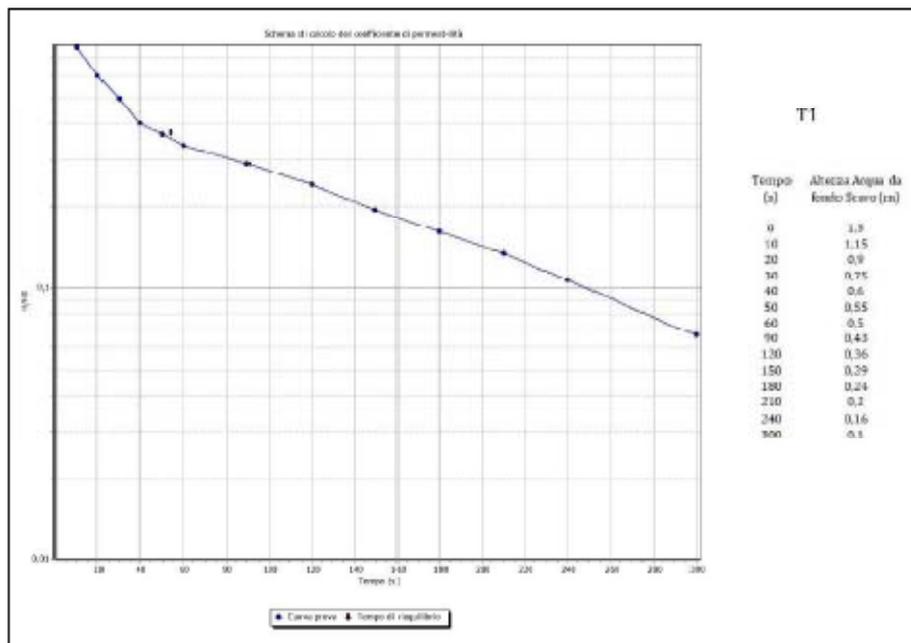
in cui:

A = area di base della tubazione;

$h_2 - h_1$ = altezza dei livelli d'acqua nel foro rispetto al livello della falda indisturbata o al fondo del foro stesso agli istanti t_1 e t_2 ;

$t_2 - t_1$ = tempi ai quali si misurano h_1 e h_2 ;

C_L = coefficiente di forma dipendente dall'area del foro della tubazione e dalla lunghezza del tratto di foro scoperto.



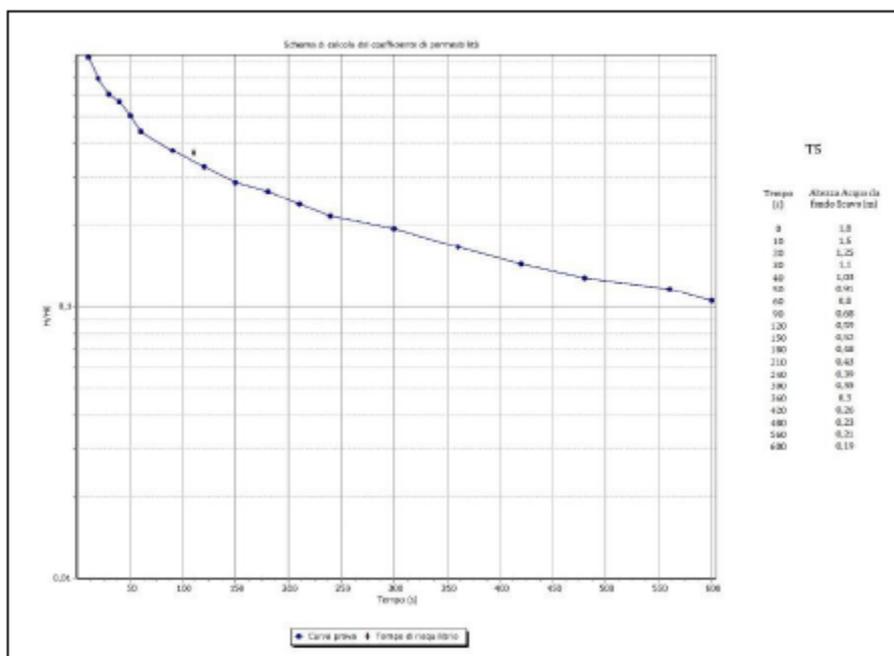


Fig. 9 - Schema di calcolo del coefficiente di permeabilità.

Interpretazione dei risultati

In relazione alla formula riportata e ai risultati presentati in Fig. 9, si ottiene il seguente coefficiente di permeabilità (k) di sito:

SCAVO	PROFONDITÀ DEL TRATTO DI PROVA (m da p.c.)	LITOLOGIA	PERMEABILITÀ K
T1	Da -2,0	Ghiaia con sabbia e ciottoli	$2,79 \times 10^{-3} \text{ m/s}$
T4	Da -1,8	Sabbia e ghiaia fine con ciottoli	$3,92 \times 10^{-4} \text{ m/s}$
T5	Da -1,8	Ghiaia e sabbia	$1,36 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

Sulla base dei dati raccolti dalle prove in situ, ai terreni presenti all'interno dell'area d'interesse, costituiti prevalentemente da depositi fluvioglaciali ghiaioso-sabbiosi, sono attribuiti valori di permeabilità medi (da $1,36 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ a $3,92 \times 10^{-4} \text{ m/s}$) con buone capacità di drenaggio.

L'esame degli elementi contenuti nella Relazione Geologica e desunti dalle prove di permeabilità effettuate ha consentito di assumere, per il dimensionamento delle opere di dispersione delle acque nel sottosuolo, un valore del coefficiente di permeabilità pari a:

SCAVO T1 $K = 6,02 - 6,07 \times 10^{-4} \text{ m/s}$

SCAVO T4 $K = 1,83 - 2,04 \times 10^{-4} \text{ m/s}$

SCAVO T5 $K = 3,28 - 3,65 \times 10^{-4} \text{ m/s}$

Inoltre, gli elementi d'indagine riportati nell'approfondimento geologico e dalle prove di permeabilità effettuate consentono di escludere la presenza di una circolazione idrica (Falda) fino alla **profondità di circa 7.50 m da p.c.**

5 PRE DIMENSIONAMENTO DEI SISTEMI DI DISPERSIONE

La soluzione progettuale di invarianza idraulica proposta, come si è detto, prevede, per la parte prevalente, lo smaltimento delle acque meteoriche per infiltrazione negli strati superficiali del sottosuolo.

Il calcolo del sistema di infiltrazione delle portate meteoriche nel suolo viene all'interno della presente relazione sviluppato sulla base di alcune ipotesi progettuali di seguito riassunte in sintesi:

- Si prevede, per ciascun sottobacino, l'accumulo e lo smaltimento delle acque meteoriche mediante dispositivi di dispersione costituiti da batterie di pozzi perdenti / pozzi perdenti isolati / trincea drenante, opportunamente dimensionamenti e localizzati all'interno dei sottobacini di appartenenza, circondati / colmati da uno strato di materiale inerte naturale drenante ad elevata permeabilità (porosità > 0.35).
- Non si prevede la possibilità di scarico diretto delle acque di troppo pieno provenienti dal nuovo insediamento e pertinenze verso il reticolo superficiale o verso la rete fognaria comunale.
- Ai fini dell'invaso delle acque meteoriche eccedenti la capacità di infiltrazione dei dispositivi previsti a progetto, per la modulazione delle portate entranti con quello allo scarico per infiltrazione, si è considerato il volume del pozzo/i perdente, quello dello strato drenante previsto intorno ai manufatti opportunamente ridotto del 10%, (in osservanza all'art. 11 comma 2 lettera e) punto 4bis), e la capacità di invaso nella rete. In prima analisi si è trascurata la capacità di invaso delle acque per la quota parte che tende ad accumularsi in superficie in quelli che comunemente vengono definiti "piccoli invasi": tale accumulo viene usualmente quantificato in 0.004 – 0.006 m³/m² delle superfici piane, salvo specifiche necessità di volta in volta valutate e illustrate negli elaborati di dettaglio.
- Si è previsto che, alla fine dell'evento meteorico di dimensionamento, tutte le acque meteoriche defluite in superficie provenienti dall'intervento di nuova edificazione - opere di urbanizzazione ed accessori e non mandate a dispersione durante l'evento siano stoccata all'interno dei dispositivi di dispersione medesimi. La possibilità di un accumulo delle acque meteoriche nella rete, viene eventualmente riservato esclusivamente al soddisfacimento del requisito minimo previsto dall'art. 12 comma 2. L'accumulo delle acque meteoriche in aree opportunamente ribassate rispetto a p.c., non viene, nello specifico, utilizzato.
- Si prevede lo scarico modulato delle sole acque meteoriche di troppo pieno dei dispositivi di dispersione provenienti dal nuovo insediamento ed afferenti al sistema di raccolta e dispersione del Sottobacino B5.1-B6 in rete fognaria pubblica previa laminazione in Vasca dedicata, nel rispetto di limiti più restrittivi rispetto a quanto previsto dal R.R. 7/2017 e disciplinato dal apposito pozzetto limitatore.

5.1 METODOLOGIA DI CALCOLO

Il dimensionamento dei manufatti di dispersione viene preliminarmente effettuato senza considerare lo sviluppo temporale dell'evento meteorico e dei fenomeni di infiltrazione, ma considerando gli eventi nel loro complesso in termini di volumi complessivi affluiti e infiltrati.

I dispositivi di dispersione (Batteria di Pozzi Perdenti/Pozzi Perdenti Isolati/Trincea Drenante) sono pertanto dimensionati in base ad una semplice equazione di continuità, valutata per eventi meteorici di differente durata t:

$$V_a(t) = V_e(t) - V_i(t)$$

ove:

- $V_a(t)$ è il volume d'acqua da accumulare all'interno del pozzo perdente al termine dell'evento di durata pari a t;

- $V_e(t)$ è il volume di acqua meteorica affluente al pozzo perdente al termine dell'evento di durata pari a t ;
- $V_i(t)$ è il volume di acqua infiltrato nel terreno al termine dell'evento di durata pari a t a partire dall'inizio della pioggia.

Il secondo membro dell'equazione sopra scritta presenta un massimo in funzione di t : il dimensionamento dei dispositivi disperdenti si ottiene semplicemente individuando tale massimo, calcolando la relazione sopra scritta per differenti durate di pioggia, comprese tra 0 e 48 ore:

$$V_a = \max_t [V_e(t) - V_i(t)]$$

Il calcolo di ciascuno dei termini che compare nell'equazione di continuità necessita di un approfondimento, che viene presentato nei paragrafi seguenti.

5.1.1 Calcolo del volume affluente $V_e(t)$

Il volume d'acqua complessivamente affluente all'interno dei dispositivi di infiltrazione per un evento di durata t viene calcolato tramite la seguente relazione:

$$V_e(t) = \psi \cdot A \cdot h(t) = \psi \cdot A \cdot a \cdot t^n$$

essendo:

- ψ il coefficiente di afflusso medio ponderale del bacino, dato pertanto dalla seguente:

$$\psi = \frac{\sum_i \psi_i \cdot A_i}{\sum_i A_i}$$

essendo A_i e ψ_i rispettivamente l'estensione e il coefficiente di permeabilità di ciascuna tipologia di aree permeabili presenti sul lotto.

Nel caso specifico si sono individuate:

- Aree a verde profondo non drenato $\psi=0.00$;
- Aree a verde drenato $\psi=0.30$;
- Aree semipermeabili – verde sovrapposto a solette $\psi=0.70$;
- Aree impermeabili, coperture e strade $\psi=1.00$.

Per quanto concerne la pioggia di progetto si richiama quanto già detto al paragrafo 4.4: si fa riferimento alla pioggia con tempo di ritorno cinquantennale in base ai dati ARPA: i parametri della curva monomia, per eventi di durata compresa tra 1 e 24 ore, che rappresenta l'altezza cumulata di pioggia sono i seguenti:

$$\begin{aligned} a &= 54.759 \\ n &= 0.2653 \end{aligned}$$

Si osservi che il parametro n (esponente della curva di possibilità pluviometrica) da utilizzare nelle equazioni precedenti deve essere congruente con la durata risultante dal calcolo, tenendo conto che il valore di n è generalmente diverso per le durate inferiori all'ora, per le durate tra 1 e 24 ore e per le durate maggiori di 24 ore. Poiché tali parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica riportati da ARPA Lombardia si riferiscono generalmente a durate di pioggia maggiori dell'ora, per le durate inferiori all'ora si sono utilizzati, tutti i parametri indicati da ARPA, tranne il parametro n per il quale si indica il valore $n = 0,5$ in aderenza agli standard suggeriti dalla letteratura tecnica idrologica, come riportato a pag 60 del Testo coordinato del regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 (BURL serie ordinaria n. 51 del 21/12/2019), nell'Allegato "G" Punto 2 "Calcolo dell'Idrogramma Netto".

5.1.2 Calcolo del volume infiltrato $V_i(t)$

Il volume infiltrato fino all'istante t nel terreno attraverso le pareti della struttura di accumulo è dato dalla relazione seguente:

$$V_i(t) = k_t \cdot S_d \cdot t$$

ove:

- k_t è il coefficiente di permeabilità del terreno;
- S_d è la superficie disperdente.

La superficie disperdente dei dispositivi, ipotizzando che i manufatti di dispersione siano contenuti all'interno di un volume di forma rettangolare in pianta di materiale drenante di dimensioni $A \times B$ è data dalla seguente:

$$S_d = 2 \cdot [(D + i) \cdot (n - 1) + (D + i) \cdot (m - 1) + \pi \cdot (D / 2 + b)] \cdot H$$

Con le seguenti notazioni:

- n è il numero di pozzi perdenti su una fila;
- m è il numero delle file;
- b è l'ampiezza dello strato di separazione fra l'estradosso dei manufatti dei pozzi e il limite esterno dello strato drenante;
- D è il diametro netto dei pozzi perdenti;
- i è l'interasse tra i pozzi perdenti;
- H è l'altezza dello strato drenante, data dalla differenza tra l'altezza complessiva da p.c. del pozzo e la profondità dello strato da p.c. stesso.

Nella valutazione della superficie di infiltrazione viene considerata solo la superficie laterale dello strato drenante, trascurando a favore di sicurezza l'infiltrazione attraverso il fondo dello stesso e il fondo del pozzo: tale superficie tende infatti a perdere rapidamente la propria capacità per effetto dell'accumulo di particelle fini (limi et similia) che tendono ad impermeabilizzarla.

Nella valutazione della superficie disperdente è stato inoltre considerato un coefficiente correttivo pari al 50%, per tener conto del fatto che, nel corso dell'evento meteorico, il pozzo non resta sempre pieno (quindi con la superficie disperdente funzionante al 100%), ma presenta periodi (almeno all'inizio dell'evento) in cui è parzialmente o completamente vuoto.

5.1.3 Calcolo del volume accumulato V_a

Nel calcolo del volume invasabile si sono considerate le potenzialità di invaso date dalla rete, vale a dire i potenziali accumuli all'interno dei condotti di raccolta delle acque bianche; si è dunque ipotizzato, a favore di sicurezza, che il volume di pioggia netto affluito in rete, per un evento meteorico con un tempo di ritorno di 50 anni, possa essere disperso attraverso il pozzo perdente oppure debba essere stoccato a fine evento all'interno dei pozzi stessi e del sistema di drenaggio.

Come già detto, nel calcolo del volume invasabile si sono considerate le potenzialità di invaso date dalla rete ma, a favore di sicurezza, non quelle date dagli accumuli in superficie, ancorché per eventi estremi quale quello assunto ai fini del progetto (l'evento centennale) sarebbe ammissibile considerare una lama d'acqua sulle superfici.

Il volume invasabile nel pozzo è dato dalla seguente:

$$V_{a, \text{pozzi}} = \pi \cdot D^2 / 4 \cdot H + P \cdot Cr * V_c$$

ove il primo membro è il volume invasabile all'interno del pozzo vero e proprio di diametro D e profondità H, mentre il secondo membro rappresenta il volume d'acqua accumulabile all'interno degli interstizi del rinterro in ghiaia, essendo V_c il volume di tale rinterro (al netto del volume del pozzo in cls), assunta P la porosità minima del materiale di rinterro pari a 0.33, e Cr (Coef. rid. Porosità (Art. 11 c. 2) - R.R. 8 c.2 l. e n.4bis) coefficiente di riduzione al fine di tenere conto della progressiva tendenza all'intasamento, assunto pari a 0.90.

Il volume del materiale di riempimento (al netto dal volume occupato dal pozzo perdente), ipotizzando che il pozzo perdente siano contenuto all'interno di un volume a forma di parallelepipedo di dimensioni A x B x H, è dato dalla seguente:

$$V_c = \left[\pi \cdot (D/2 + b)^2 + (D + i)^2 \cdot (n - 1) \cdot (m - 1) + (2 \cdot b + D) \cdot (D + i) \cdot (n - 1) + (2 \cdot b + D) \cdot (D + i) \cdot (m - 1) - n \cdot \pi \cdot D^2 / 4 \right] \cdot H$$

Essendo (in base alle notazioni esposte):

- n il numero di pozzi perdenti per ogni fila;
- m il numero di file;
- b l'ampiezza dello strato di separazione fra l'estradosso del campo pozzi e il limite esterno dello strato drenante;
- D il diametro netto dei pozzi perdenti;
- i è l'interasse tra i pozzi perdenti;
- H è l'altezza dello strato drenante.

Il volume invasato nelle tubazioni è dato dalla sommatoria dello sviluppo dei tubi per la superficie netta di ciascun condotto:

$$V_t = \sum_i \pi \cdot D_i^2 \cdot L_i$$

Essendo L_i lo sviluppo complessivo delle tubazioni di diametro V_i .

Affinché non si abbia tracimazione dal pozzo, la somma del volume invasabile nel dispositivo disperdente V_a e del volume infiltrato $V_i(t)$ deve essere maggiore o uguale a quello affluente $V_e(t)$, ovvero:

$$V_a \geq \max_t [V_e(t) - V_i(t)]$$

Il tempo di svuotamento del campo pozzi viene calcolato, per ogni evento considerato, dal confronto tra il volume invasato e la portata istantanea infiltrata.

Poiché tale confronto conduce a una stima dei tempi di svuotamento dei dispositivi di infiltrazione per difetto, in quanto la portata istantanea infiltrata è funzione del tirante idrico presente nel pozzo e il valore di calcolo del metodo di sole piogge fa riferimento al pozzo completamente pieno, si è introdotto un coefficiente correttivo arbitrario pari al 50%, ipotizzando perciò che, a evento concluso, il campo pozzi possa, durante il periodo di svuotamento, essere mediamente considerato pieno a metà.

Il tempo di svuotamento pertanto viene valutato, per ogni evento considerato come:

$$T_{\text{svuot}}(t) = \frac{[V_e(t) - V_i(t)]}{0.50 \cdot k_t \cdot S_d}$$

e:

$$T_{\text{svuot}}_{\text{max}} \geq \max_t \frac{[V_e(t) - V_i(t)]}{0.50 \cdot k_t \cdot S_d}$$

Per quanto riguarda il sistema di smaltimento del Sottobacino B5.2 previsto mediante infiltrazione tramite trincea drenante, le modalità di calcolo utilizzate per il dimensionamento risultano del tutto analoghe a quelle dei sistemi a pozzo perdente, con ovvia sostituzione delle espressioni geometriche riferite ad elementi rettangolari, essendo comunque il fenomeno descritto dalle stesse leggi fisiche (formula di Darcy).

5.2 DESCRIZIONE DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI PROPOSTE

Per ogni singolo sottobacino individuato e studiato in modo indipendente e descritto al precedente paragrafo 4.3, si riporta di seguito breve descrizione delle soluzioni progettuali proposte.

5.2.1 Sottobacino B0 - Strada chiusa

Si prevede la raccolta delle acque meteoriche generate dal sottobacino mediante n. 1 canaletta di intercettazione (dim. interne 300x496 mm, lunghezza complessiva 8.00 m) posta nella sezione a quota più bassa del bacino e collegata a **n. 1 Pozzo Perdente** per lo smaltimento tramite infiltrazione costituito da manufatti aventi le caratteristiche seguenti:

- Tipologia: Pozzo disperdente circondato da strato drenante;
- Materiale: anelli prefabbricati in c.a., altezza cadauno 0.50 m;
- Diametro interno anelli: 1.50 m;
- Ampiezza dello strato drenante: 1.50 m;
- Profondità minima della parte drenante rispetto a p.c. : 0.50 m;
- Profondità del piano di posa rispetto a p.c.: 3.00 m.

Il pozzo perdente risulta chiuso mediante caditoia in ghisa sferoidale sifonata.

Il volume di invaso complessivo del sistema viene realizzato mediante nel pozzo perdente e nel materiale di drenaggio circostante.

5.2.2 Sottobacino B1 - via Mantova Nord

Si prevede lo smaltimento delle portate meteoriche generate dal sottobacino e raccolte dalla rete di drenaggio per infiltrazione mediante un sistema di pozzi perdenti isolati opportunamente collocati all'interno dell'area di interesse.

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche è costituito da complessive n. 6 caditoie opportunamente collocate sulla viabilità esistente oggetto di manutenzione straordinaria e da tratti di collettori in PVC SN8 DN 250 mm che collegano tali dispositivi al sistema di smaltimento.

Il sistema di smaltimento per infiltrazione è composto come di seguito descritto:

- **3 Pozzi Perdenti Isolati** collegati da collettori di drenaggio al servizio del Sottobacino B1 e aree di pertinenza esclusiva con intercettazione delle acque pluviali provenienti da superfici della viabilità, costituiti da manufatti aventi le caratteristiche seguenti:
 - Tipologia: Pozzi disperdenti circondati da strato drenante;
 - Materiale: anelli prefabbricati in c.a., altezza cadauno 0.50 m;
 - Diametro interno anelli: 1.50 m;
 - Ampiezza dello strato drenante: 1.50 m;
 - Profondità minima della parte drenante rispetto a p.c. : 0.50 m;
 - Profondità del piano di posa rispetto a p.c.: 3.00 m.

I pozzi perdenti risultano chiusi mediante caditoie in ghisa sferoidale sifonate.

Il volume di invaso complessivo del sistema viene realizzato mediante invaso nelle tubazioni del sistema di collettamento e invaso nei pozzi perdenti e nel materiale di drenaggio circostante.

5.2.3 Sottobacino B2 - via Mantova Nord

Si prevede lo smaltimento delle portate meteoriche generate dal sottobacino e raccolte dalla rete di drenaggio per infiltrazione mediante un sistema di pozzi perdenti isolati opportunamente collocati all'interno dell'area di interesse.

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche è costituito da complessive n. 14 caditoie opportunamente collocate sulla nuova viabilità e nelle aree a parcheggio pubblico e da tratti di collettori in PVC SN8 DN 250 mm che collegano tali dispositivi al sistema di smaltimento.

Il sistema di smaltimento per infiltrazione è composto come di seguito descritto:

- **6 Pozzi Perdenti Isolati** collegati da collettori di drenaggio al servizio del Sottobacino B2 e aree di pertinenza esclusiva con intercettazione delle acque pluviali provenienti da superfici dei parcheggi e della viabilità, costituiti da manufatti aventi le caratteristiche seguenti:
 - Tipologia: Pozzi disperdenti circondati da strato drenante;
 - Materiale: anelli prefabbricati in c.a., altezza cadauno 0.50 m;
 - Diametro interno anelli: 1.50 m;
 - Ampiezza dello strato drenante: 1.50 m;
 - Profondità minima della parte drenante rispetto a p.c. : 0.50 m;
 - Profondità del piano di posa rispetto a p.c.: 3.00 m.

I pozzi perdenti risultano chiusi mediante caditoie in ghisa sferoidale sifonate.

Il volume di invaso complessivo del sistema viene realizzato mediante invaso nelle tubazioni del sistema di collettamento e invaso nei pozzi perdenti e nel materiale di drenaggio circostante.

5.2.4 Sottobacino B3 - Rotatoria via Tiracollo

E' previsto lo smaltimento delle portate meteoriche generate dal sottobacino e raccolte dalla rete di drenaggio per infiltrazione mediante un Pozzo perdente isolato collocato al centro dell'area verde all'interno della nuova rotatoria.

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche è costituito da n. 4 caditoie opportunamente collocate e da una rete di collettori in PVC SN8 DN 250 mm che collegano tali dispositivi al sistema di smaltimento.

Il sistema di smaltimento per infiltrazione è composto come di seguito descritto:

- **1 Pozzo Perdente Isolato** alimentato da collettori di drenaggio al servizio del Sottobacino B3 e aree di pertinenza esclusiva con intercettazione delle acque pluviali provenienti dalla viabilità, avente le caratteristiche seguenti:
 - Tipologia: Pozzo disperdente circondato da strato drenante;
 - Materiale: anelli prefabbricati in c.a., altezza cadauno 0.50 m;
 - Diametro interno anelli: 2.00 m;
 - Ampiezza dello strato drenante: 2.00 m;
 - Profondità minima della parte drenante rispetto a p.c. : 0.50 m;
 - Profondità del piano di posa rispetto a p.c.: 3.00 m.

Il volume di invaso complessivo del sistema viene realizzato mediante invaso nelle tubazioni del sistema di collettamento e invaso nel pozzo perdente e nel materiale di drenaggio circostante.

5.2.5 Sottobacino B4 - Piazzali bassi

Si prevede lo smaltimento delle portate meteoriche generate dal sottobacino e raccolte dalla rete di drenaggio per infiltrazione mediante un sistema di pozzi perdenti isolati opportunamente collocati all'interno dell'area di interesse.

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche è costituito da n. 1 canaletta di intercettazione (dim. interne 300x496 mm, lunghezza complessiva 25.00 m) posta alla base della rampa di accesso ai piazzali ribassati e da n. 7 caditoie opportunamente collocate nel piazzale ribassato e da una rete di collettori in PVC SN8 DN 250 - 315 mm che collegano tali dispositivi al sistema di smaltimento.

Il sistema di smaltimento per infiltrazione è composto come di seguito descritto:

- **6 Pozzi Perdenti Isolati** collegati da collettori di drenaggio al servizio del Sottobacino B4 e aree di pertinenza esclusiva con intercettazione delle acque pluviali provenienti da tetti, da superfici dei piazzali e viabilità di manovra, costituiti da manufatti aventi le caratteristiche seguenti:
 - Tipologia: Pozzi disperdenti circondati da strato drenante;
 - Materiale: anelli prefabbricati in c.a., altezza cadauno 0.50 m;
 - Diametro interno anelli: 2.00 m;
 - Ampiezza dello strato drenante: 2.00 m;
 - Profondità minima della parte drenante rispetto a p.c. : 0.50 m;
 - Profondità del piano di posa rispetto a p.c.: 3.50 m.

I pozzi perdenti risultano chiusi mediante caditoie in ghisa sferoidale sifonate.

Il volume di invaso complessivo del sistema viene realizzato mediante invaso nelle tubazioni del sistema di collettamento, invaso nei pozzi perdenti e nel materiale di drenaggio circostante unitamente all'invaso superficiale corrispondente ad una lama d'acqua di 2.00 cm sul piazzale di carico dell'area complessiva di 2'906.07 m², compatibile con le attività di logistica previste sul piazzale stesso.

5.2.6 Sottobacino B5.2 - Area Ovest

Lo Studio prevede lo smaltimento delle portate meteoriche generate dal sottobacino e raccolte dalla rete di drenaggio per infiltrazione attraverso la formazione di una trincea drenante posta lungo il lato Est dell'area del sottobacino.

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche è costituito da un fossetto di guardia perimetrale posto al piede delle scarpate che delimitano l'area di interesse sui lati Sud, Ovest e Nord per l'intercettazione delle acque di ruscellamento provenienti dalle aree poste a quota superiore rispetto al piazzale permeabile. Tale fossetto si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 146,40 m, ha una profondità di circa 50 cm e una larghezza in sommità pari ad 1,00 m, e oltre alla funzione di raccolta si configura anche come volume di invaso disponibile per la laminazione dei deflussi. In corrispondenza dell'angolo Nord-Est dell'area esso viene intubato con tubazione PVC SN8 DE 315 mm per un breve tratto di circa 18,76 m atto a consentire il libero accesso al terreno.

Le acque raccolte dal fossetto di guardia e le acque di ruscellamento superficiale sono convogliate al sistema di smaltimento per infiltrazione costituito da una trincea drenante posta sul lato Est del terreno avente le caratteristiche seguenti:

- Tipologia: trincea drenante riempita con materiale inerte naturale ad elevata permeabilità;
- Lunghezza trincea: 78.30 m;
- Larghezza trincea: 3.00 m;
- Profondità trincea: 1.00 m;

- Altezza dello strato drenante (porosità > 0.35): 0.85 m;
- Altezza dello strato d'invaso superficiale: 0.15 m;
- Tubazione di trasferimento: PEAD FESSURATO SN8 DE 315 mm.

5.2.7 Sottobacino B5.1 - B6 - Piazzali Alti

Trattasi dell'area più rilevante sia dal punto di vista delle dimensioni del sottobacino che sotto l'aspetto della trasformazione dell'uso dei suoli in progetto a seguito della realizzazione del nuovo fabbricato e piazzali accessori.

Lo Studio prevede lo smaltimento delle acque meteoriche per:

- infiltrazione mediante un sistema di pozzi perdenti isolati e/o in batteria;
- scarico modulato in fognatura bianca pubblica.

Il sistema di collettamento posto al di sotto dei piazzali circostanti il fabbricato al piano campagna è costituito da caditoie opportunamente collocate sui piazzali e collegate a due dorsali principali. La dorsale Ovest è realizzata con tubazioni in PVC con diametro DE 250 - 315 mm e tubazioni in cls di diametro DN 600 mm; la dorsale Sud è realizzata con tubazioni in PVC con diametro DE 250 - 315 - 400 mm e tubazioni in cls di diametro DN 600 mm. I due rami principali confluiscono mediante tubazione in cls DN 800 mm alla Batteria di pozzi perdenti, alla quale sono convogliati i deflussi generati sul piazzale permeabile Ovest mediante tubazioni in PVC DE 250 - 315 - 400 mm.

La Batteria di pozzi perdenti è collegata con scarico in troppo pieno alla vasca di laminazione dedicata mediante tubazione in cls DN 800 mm posata sul lato Sud del piazzale.

Il sistema di smaltimento per infiltrazione è composto come di seguito descritto:

- **4 Pozzi Perdenti Isolati** collegati da collettore di drenaggio principale al sevizio del Sottobacino B6 - B5.1 e aree di pertinenza esclusiva con intercettazione delle acque pluviali provenienti da tetti, da superfici dei piazzali e viabilità di manovra, costituiti da manufatti aventi le caratteristiche seguenti:
 - Tipologia: Pozzi disperdenti circondati da strato drenante;
 - Materiale: anelli prefabbricati in c.a., altezza cadauno 0.50 m;
 - Ampiezza dello strato drenante: 1.50 m;
 - diametro interno: 1.50 m;
 - profondità minima della parte drenante rispetto a p.c. : 0.50 m;
 - profondità del piano di posa rispetto a p.c.: 3.00 m.
- **1 Batteria di 6 Pozzi Perdenti** collegati da collettore di drenaggio principale al sevizio del Sottobacino B6 - B5.1 e aree di pertinenza esclusiva con intercettazione delle acque pluviali provenienti da tetti, da superfici dei piazzali e viabilità di manovra, costituiti da manufatti aventi le caratteristiche seguenti:
 - Tipologia: Pozzi disperdenti circondati da strato drenante;
 - Materiale: anelli prefabbricati in c.a., altezza cadauno 0.50 m;
 - Ampiezza dello strato drenante: 1.50 m;
 - diametro interno: 1.50 m;
 - profondità minima della parte drenante rispetto a p.c. : 0.50 m;
 - profondità del piano di posa rispetto a p.c.: 3.00 m.

Il sistema di smaltimento per scarico in fognatura bianca pubblica è composto come di seguito indicato:

- **Vasca di laminazione** per la modulazione delle acque allo scarico in fognatura collegata al troppo pieno del sistema di drenaggio complessivo dell'insediamento (Batteria Pozzi Perdenti) mediante idoneo collettore e dotata di manufatto di scarico modulato, costituito da manufatti aventi le caratteristiche seguenti:

- Quota sommità Vasca: + 2.50 m;
 - Quota media fondo Vasca: + 1.50 m;
 - Quota massimo riempimento Vasca: + 2.30 m;
 - Tirante massimo in Vasca: 0.80 m;
 - Superficie sommità Vasca: 1'496.78 m²;
 - Superficie fondo Vasca: 1'236.27 m²;
 - Superficie massimo riempimento Vasca: 1'443.55 m²;
 - Volume utile di invaso: 1'071.93 m³;
 - Portata manufatto di modulazione scarico Vasca 14.39 l/s.
- **Collettore di collegamento** manufatto di scarico Vasca - pozzetto pubblica fognatura costituito da tubazione PVC SN8 DE 315 mm.

6 DIMENSIONAMENTO DEI SISTEMI DI SMALTIMENTO CON PROCEDURA DETTAGLIATA

Il complesso degli interventi di specifico interesse si colloca in Classe 3 – "Impermeabilizzazione potenziale alta", come determinato nel recedente paragrafo 4.5, ed il Regolamento preveda che il dimensionamento delle opere di invarianza venga effettuato mediante la procedura di calcolo dettagliata indicata nell'Allegato "G" del Regolamento stesso.

Nello sviluppo del presente studio per il dimensionamento-verifica del sistema di smaltimento si è pertanto applicata la metodologia prescritta per ciascun Sottobacino individuato, e ,per omogeneità di trattazione, anche per quelli non soggetti al rispetto del R.R. 7/2017.

Lo svolgimento ed i risultati della procedura di calcolo per ciascun Sottobacino sono riportati nel dettaglio in apposito elaborato redatto a corredo del presente studio; di seguito si illustrano le basi analitiche generali utilizzate per la piena comprensione delle stesse e l'eventuale ripetibilità.

La procedura di dimensionamento/verifica di dettaglio richiede di computare la trasformazione afflussi - deflussi del bacino fino alla sezione di ingresso nell'invaso (o nel complesso degli invasi) di laminazione in progetto, in particolare adottando idonei criteri di scelta:

- dello ietogramma di progetto e della sua durata complessiva a partire dalla curva di possibilità pluviometrica valida per l'area in esame;
- della procedura di calcolo dello ietogramma netto in funzione delle perdite idrologiche per accumuli iniziali e per infiltrazione, in relazione alle tipologie del suolo e della urbanizzazione in progetto;
- del modello di trasformazione afflussi netti-deflussi idoneo a rappresentare sia la formazione degli idrogrammi di piena nelle diverse sotto-aree, sia la loro propagazione e formazione dell'idrogramma complessivo $Q_e(t)$ in corrispondenza della sezione di ingresso nell'invaso (o nel complesso degli invasi) di laminazione in progetto.

A tale scopo è stato utilizzato:

- uno ietogramma di progetto tipo Chicago avente una durata superiore al tempo di corrivazione del bacino sotteso dall'invaso e che sia rappresentativa dell'evento critico per il volume;
- la stima del processo di infiltrazione indicato nell'articolo 11, comma 2, lettera c), punti da 1 a 6 del regolamento, o l'adozione dei coefficienti di deflusso indicati nell'articolo 11, comma 2, lettera d) del regolamento;
- il modello di trasformazione aree – tempi (metodo di corrivazione) del bacino afferente all'invaso di laminazione.

Il dimensionamento o la verifica del dimensionamento dell'invaso (o degli invasi) di laminazione avviene poi

applicando le equazioni seguenti al fine di computare l'idrogramma uscente $Q_u(t)$ dalla bocca (o dall'insieme delle bocche) di scarico dell'invaso (o degli invasi) e quindi verificare il rispetto del valore della massima portata ammissibile nel caso in esame (articolo 8 del regolamento) e del tempo massimo di svuotamento (articolo 11, comma 2, lettera f)).

I fattori che influiscono sull'effetto di laminazione operato da un vaso di tipo statico sono il volume massimo in esso contenibile, la sua geometria e le caratteristiche delle opere di scarico. Il processo di laminazione nel tempo t è descritto matematicamente dal seguente sistema di equazioni:

- equazione differenziale di continuità:

$$Q_e(t) - Q_u(t) = \frac{dW(t)}{dt} \quad (1)$$

- legge di efflusso che governa le opere preposte allo scarico dall'invaso o in generale allo svuotamento dell'invaso:

$$Q_u = Q_u[H(t)] \quad (2)$$

_ curva d'invaso, esprime il legame geometrico tra il volume invasato ed il battente idrico H nell'invaso:

$$W = W[H(t)] \quad (3)$$

dove $Q_e(t)$ rappresenta la portata entrante, $Q_u(t)$ quella complessivamente uscente dall'insieme delle opere di scarico e/o di infiltrazione e/o di riuso, $W(t)$ il volume invasato, $H(t)$ il battente idrico nell'invaso.

Nota l'onda di piena entrante $Q_e(t)$ e note le funzioni (2) e (3) riferite alle effettive caratteristiche geometriche ed idrauliche dello scarico (eq. 2) ed all'effettiva geometria dell'invaso (eq. 3), l'integrazione del sistema (1) (2) (3) consente di calcolare le tre funzioni incognite $Q_u(t)$, $H(t)$ e $W(t)$.

Il calcolo viene riferito ad un evento di piena entrante $Q_e(t)$ selezionato come "evento di progetto" e cercando le soluzioni dimensionali affinché la portata uscente $Q_u(t)$ sia sempre inferiore o al massimo uguale al preassegnato limite massimo $Q_{u \max}$ indicato nell'articolo 8 del regolamento, o nel caso sussistano maggiori restrizioni dalla portata limite assegnata come nel caso di specifico interesse.

Il sistema composto dalle tre equazioni è integrabile in forma chiusa solo quando le relazioni (2) e (3) e l'onda di piena in ingresso all'invaso siano rappresentabili mediante funzioni analitiche.

Più frequentemente, la portata in ingresso all'invaso è una funzione non esprimibile analiticamente, come nel caso di un'onda di piena conseguente ad una pioggia reale; oppure il legame volume invasato battente idrico (3) può essere notevolmente complicato a causa della geometria dell'invaso. Infine, anche la legge di efflusso può essere non facilmente rappresentabile, come ad esempio si verifica nel caso in cui si hanno diversi dispositivi in uscita, di caratteristiche differenti e predisposti per entrare in funzione a diverse quote idriche. In tutti questi casi il sistema delle equazioni (1), (2), (3) deve essere integrato numericamente alle differenze finite.

Risolto il sistema di equazioni e quindi calcolate le funzioni incognite $Q_u(t)$, $H(t)$ e $W(t)$, si individuano i rispettivi valori massimi $Q_{u \max}$, H_{\max} e W_{\max} riportati per ciascun Sottobacino di calcolo in apposito elaborato, e si procede alla verifica che essi siano compatibili con i vincoli assegnati.

Con riferimento allo ietogramma Chicago, pare opportuno richiamare quanto segue.

Con ietogramma sintetico si intende un evento pluviometrico generato sinteticamente con l'obiettivo di pervenire ad un corretto dimensionamento o alla verifica di uno o più componenti di una rete di drenaggio (ad esempio canalizzazioni, vasche volano, ecc.). Esso viene normalmente dedotto con analisi statistiche, più o meno complesse, sulla base di informazioni pluviografiche regionalizzate. Ad uno ietogramma sintetico viene associato un tempo di ritorno, intendendo che una qualche caratteristica dello ietogramma (ad esempio l'intensità del picco, il volume totale, ecc) presenta quel tempo di ritorno.

La maggior parte degli ietogrammi sintetici sviluppati ed usati attualmente sono stati dedotti allo scopo di dare "corrette" valutazioni delle portate al colmo, cioè portate al colmo che abbiano ragionevolmente lo stesso tempo di ritorno associato allo ietogramma sintetico.

Nei paragrafi precedenti, in conformità a quanto indicato nell' Allegato G del Regolamento regionale n. 7, si sono utilizzati ietogramma di progetto tipo Chicago avente una durata poco superiore al tempo di corrivazione del bacino sotteso dall'invaso laminazione/impianto di smaltimento.

Va segnalato che lo ietogramma Chicago fu sviluppato da Keifer e Chu nel 1957 con riferimento alla fognatura di Chicago. La principale caratteristica di questo ietogramma consiste nel fatto che per ogni durata minore o uguale a quella totale dell'evento considerato, l'intensità media della precipitazione dedotta dal suddetto ietogramma è congruente con la curva di possibilità pluviometrica.

Il volume di pioggia di assegnata durata θ è individuato dalla curva di possibilità pluviometrica nella forma:
 $h = a \theta^n$

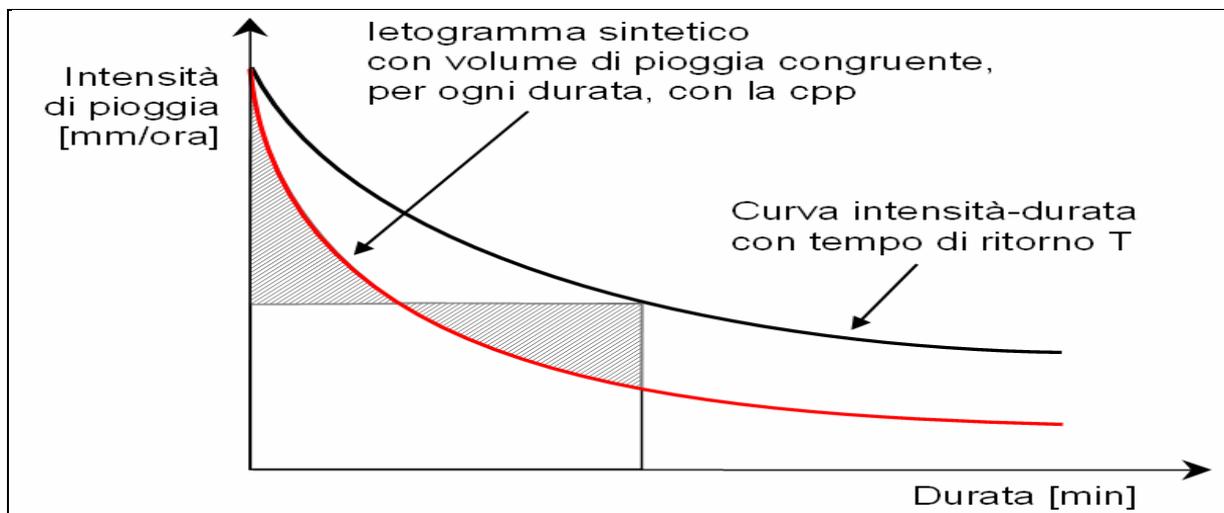
Si immagini, per il momento, di voler definire l'andamento temporale di una precipitazione sintetica con il picco all'inizio dell'evento e con volume congruente, per ogni durata parziale θ , a quello deducibile dalla curva di possibilità pluviometrica. Dovrà sussistere la relazione:

$$\int_0^{\theta} i dt = a \theta^n \quad \forall \theta$$

Differenziando l'espressione sopra scritta si ottiene:

$$i(\theta) = n a \theta^{n-1}$$

Lo ietogramma descritto ha la stessa intensità media per ogni durata di quella fornita dalla curva di possibilità pluviometrica da cui è stato dedotto (Figura).



Ietogramma con volume di pioggia congruente, per ogni durata, con la CPP

Si ipotizzi ora di dividere la durata totale θ in due parti (Figura), attraverso un coefficiente $0 \leq r \leq 1$, in modo tale che

$t_b = r \theta$ è la durata della parte precedente il picco e $t_a = (1-r) \theta$ è la durata della la parte seguente il picco.

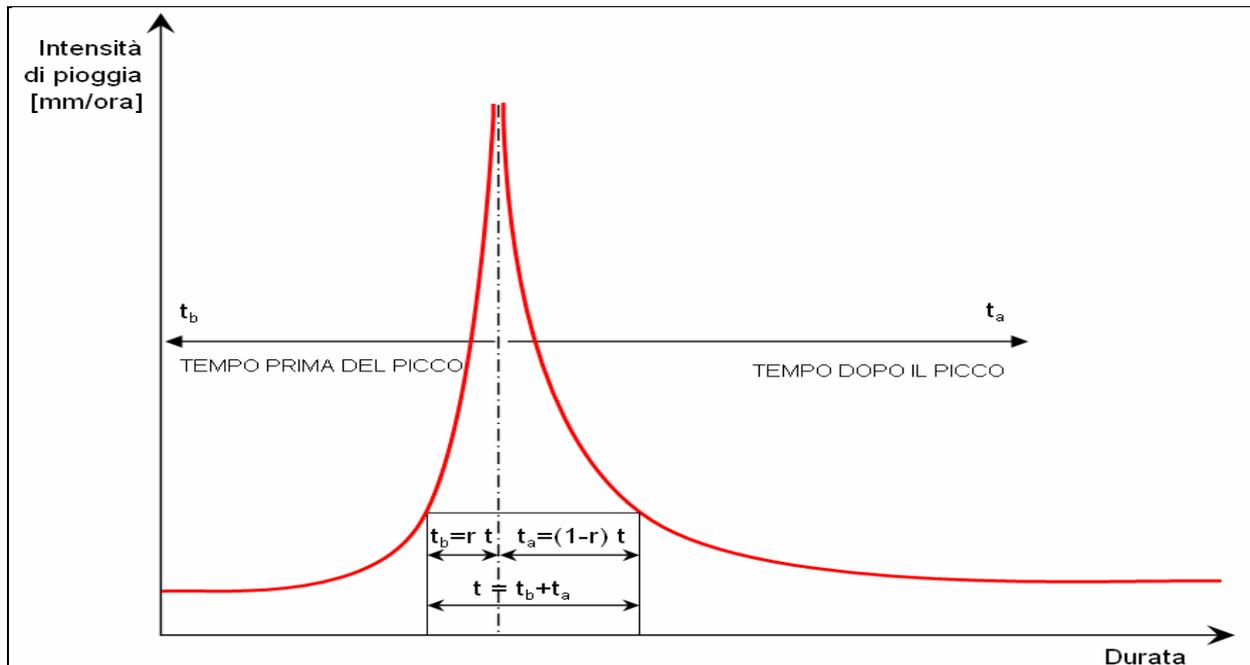
Sostituendo nelle relazioni precedenti le definizioni di t_a e t_b , si ottengono due equazioni che descrivono l'andamento dell'intensità di pioggia nel ramo ascendente prima del picco ed in quello discendente dopo il picco:

$$i(\theta) = n a \left(\frac{t_b}{r} \right)^{n-1} \quad t < t_b$$

$$i(\theta) = n a \left(\frac{t_a}{1-r} \right)^{n-1} \quad t > t_b$$

dove t_b è il tempo contato dal picco verso l'inizio della pioggia, t_a è il tempo contato dal picco verso la fine della pioggia e r è il rapporto tra il tempo prima del picco di intensità e la durata totale θ dell'evento. Le equazioni precedenti forniscono un andamento temporale delle intensità il cui valore medio è congruente per ogni durata con quello dedotto dalle curva di possibilità pluviometrica.

Il valore di r , cioè la posizione relativa del picco all'interno dell'intera durata, deve essere individuato sulla base di indagini statistiche relative alla zona in esame.



Ietogramma Chicago (con volume di pioggia congruente, per ogni durata, con la CPP)

La costruzione dello ietogramma Chicago è effettuata numericamente, discretizzando le precedenti relazioni a seconda dell'intervallo di lavoro prescelto.

Lo ietogramma Chicago presenta il vantaggio di essere poco sensibile alla variazione della durata di base θ . Infatti la parte centrale dello ietogramma rimane la stessa per durate progressivamente maggiori dal momento che si allungano solo le due code all'inizio ed alla fine dell'evento. Perciò, pur essendo dedotto dalle curve di possibilità pluviometrica, se la durata complessiva è sufficientemente lunga, tale ietogramma non risente se non in minima parte della sottostima dei volumi insita nel procedimento di definizione delle curve stesse. La scelta della durata complessiva rimane comunque un problema aperto. Keifer & Chu adottarono per Chicago la durata di $\theta = 180$ minuti, pressoché pari al tempo di concentrazione dell'intera rete; in genere per determinare la portata massima si adotta una durata dello ietogramma uguale o poco superiore al tempo di corrivazione del bacino complessivo, mentre per determinare l'evento critico per il volume di compensazione, determinata la portata di scarico possono adottarsi varie metodologie.

Tra queste, per la sola determinazione della durata della precipitazione da assumere per il dimensionamento del Volume di compensazione nel presente Studio si è utilizzata la Formula di Alfonsi e Orsi (1987).

Tale durata θ_w si determina risolvendo per iterazione la seguente equazione:

$$W = 2.75 * n * \varphi * S * a * \vartheta_w^{n-1} + 0.36 * (n-1) * t_c * Q_u^2 * \frac{\vartheta_w^{-n}}{\varphi * S * a} - Q_u = 0$$

Nel caso in cui il valore di durata ottenuto mediante il procedimento sopra esposto risulti inferiore al tempo di corrivazione caratteristico del Sottobacino, essa è stata assunta cautelativamente pari 1-2 volte il tempo di corrivazione stesso o pari a 60 minuti, durata funzionale all'utilizzo dello ietogramma Chicago.

6.1 VERIFICA REQUISITO MINIMO - VOLUME INVASO - ART. 12 C. 2

Il requisito minimo da soddisfare, previsto dall'art. 12 comma 2, consiste nella realizzazione di uno o più invasi di laminazione, comunque configurati, dimensionati adottando i valori parametrici del volume minimo dell'invaso, o del complesso degli invasi, di laminazione.

Come determinato al precedente paragrafo 4.6, il volume minimo complessivo previsto dal R.R. 7/2017 e determinato per le porzioni che rientrano nella disciplina del Regolamento stesso, risulta pari a **V_{min} = 1713,34 m³**.

L'ipotesi progettuale sviluppata prevede la realizzazione di un Volume Totale invasabile complessivo, per i Sottobacini soggetti al rispetto del R.R 7/2017, determinato in **1'944,18 m³**, che risulta soddisfare i requisiti minimi previsti dall'Art. 12 comma 2 e 3 del Regolamento n. 7 come meglio indicato nella sottostante tabella e dettagliato nell'elaborato di calcolo.

COMUNE DI LONATO PIANO DI LOTTIZZAZIONE "TIRACOLLO TRE UMI 1" - VERIFICA VOLUME MINIMO ART. 12 C. 2							
DITTA OXYTURBO S.P.A. VIA TIRACOLLO FG. 47 MAPP. 124p - 125p - 466	Modalità di smaltimento	Superficie interessata Intervento	ψ medio	SOGGETTO A REQUISITO MINIMO (Vol min. R.R. 7 - R.R. 8 Art. 7 c. 5 e Art. 12 c. 2)	Volume minimo Art. 12 c. 2) di verifica	VOLUME DI PROGETTO	note
SOTTOBACINO B0	INFILTRAZIONE	681.28	1.0000	NO	-		non soggetto ad invarianza Art.3 c.3 lett.a)
SOTTOBACINO B1	INFILTRAZIONE	1323.81	0.9981	NO	-		non soggetto ad invarianza Art.3 c.3 lett.a)
SOTTOBACINO B2	INFILTRAZIONE	2270.66	0.9243	SI	117.53	117.63	
SOTTOBACINO B3	INFILTRAZIONE	1165.13	0.8357	NO	-		non soggetto ad invarianza Art.3 c.3 lett.b)
SOTTOBACINO B4	INFILTRAZIONE	5360.31	1.0000	SI	300.18	303.21	
SOTTOBACINO B5.2	INFILTRAZIONE	4088.51	0.6312	SI	144.53	153.74	
SOTTOBACINO B5.1-B6	INFILTRAZIONE/S CARICO IN FB	16399.9	0.8774	SI	1151.11	1369.60	
Totale complessivo Volume di Progetto					1713.34	1944.18	

Si evidenzia inoltre che gli interventi di progetto nel loro complesso, e pertanto includendo anche i Sottobacini non soggetti al rispetto del Regolamento di invarianza, ma per i quali è stato comunque

dimensionato un idoneo sistema di drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche, prevede la realizzazione di un Volume di Invaso complessivo pari a **2'049,24 m³** .

6.2 VERIFICA DEL TEMPO DI SVUOTAMENTO DEL DISPOSITIVO DI LAMINAZIONE

L'art. 11 comma 2, lettera f, punto 1 - 2, del R.R. 7/2017 come modificato ed integrato dal R.R. 8/20198, prevede che nel progetto vengano inoltre effettuate valutazioni circa il tempo di svuotamento nel sottosuolo delle strutture di smaltimento. Con riferimento a quanto indicato dalla lettera f, punto 2 dello stesso articolo, "per tener conto di possibili eventi meteorici ravvicinati, il tempo di svuotamento dei volumi calcolati secondo quanto indicato alla lettera e) non deve superare le 48 ore, in modo da ripristinare la capacità d'invaso quanto prima possibile".

In funzione delle portate uscenti dai sistemi di smaltimento o mediante infiltrazione/disperdimento o come scarico dall'invaso di laminazione (nel rispetto della portata limite ammissibile di cui all'articolo 8 del regolamento o di valori maggiormente restrittivi impartiti dal gestore del Servizio idrico integrato o del RIM) è possibile determinare la portata complessiva in uscita dal ciascun sistema e conseguentemente valutare il tempo di svuotamento dei sistemi dopo il termine dell'evento critico per il volume, a partire dal massimo invaso W_{lam} , decorrente dal termine della pioggia, come:

$$t_{svuot} = \frac{W_{lam}}{Q_u + Q_{inf}}$$

Il dettaglio dei risultati relativi alla verifica del tempo di svuotamento sono riportati per ciascun sottobacino nell'elaborato di calcolo; la verifica risulta in ogni caso soddisfatta.

6.3 VERIFICA DIMENSIONAMENTO DEI SISTEMI DI SMALTIMENTO TR 100 ANNI

L'art. 11 comma 2, lettera a, punto 2, del Regolamento prevede che gli interventi di contenimento e controllo delle acque meteoriche sono oggetto di verifica del dimensionamento. Per tale attività la norma individua l'evento con tempo di ritorno **Tr = 100 anni**: quello da adottare per la verifica del corretto funzionamento dei gradi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate, atte al drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche provenienti dall'intervento in oggetto relativo al sottobacino d'interesse.

Tale verifica è mirata a valutare che, in presenza di un evento con T 100, non si determinino esondazioni che arrechino danni a persone o a cose, siano esse le opere stesse o le strutture presenti nell'intorno.

La verifica viene svolta con le stesse procedure sopra descritte e utilizzate per il dimensionamento, utilizzando quindi il metodo di dettaglio.

Determinata la durata critica dell'evento che massimizza il Volume d'invaso necessario per la laminazione delle portate allo scarico prefissate e/o ammissibili dalla norma, si procede al calcolo dello ietogramma di progetto di tipo Chicago con TR =100 anni (con durata di pioggia pari alla durata critica sopra determinata, posizione del picco posta a 3/8 della durata dell'evento), alla determinazione dell'idrogramma di piena generato dal sottobacino e del conseguente volume di invaso con prefissata portata uscente, mediante l'utilizzo di codici di calcolo dedicati.

Per ciascun sottobacino di calcolo e relativo sistema di smaltimento indipendente, la verifica del grado di sicurezza delle opere come sopra dimensionate è ampiamente soddisfatta. Anche in presenza di un evento con T 100, non si determinino esondazioni che arrechino danni a persone o a cose, siano esse le opere stesse o le strutture presenti nell'intorno.

I sistemi di smaltimento e le opere inerenti il nuovo intervento non richiedono eventuali ulteriori misure locali

anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati, quali barriere e paratoie fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi.

7 DIMENSIONAMENTO COLLETTORI

7.1 DETERMINAZIONE DELLE MASSIME PORTATE DI PIOGGIA AFFLUENTI IN RETE

Il calcolo delle portate di piena transitanti nelle tubazioni è stato effettuato utilizzando un modello di trasformazione afflussi-deflussi.

Lo scopo di un tale modello è, essenzialmente, quello di consentire il calcolo delle caratteristiche più importanti delle onde di piena (in particolare la portata al colmo) a partire da precipitazioni estreme statisticamente significative.

Nel caso in esame il modello viene utilizzato introducendo in ingresso un ietogramma di progetto "sintetico" costruito dalla curva di possibilità pluviometrica corrispondente ad un dato tempo di ritorno T.

Data la limitata estensione dei bacini considerati, non si sono utilizzate formule di ragguglio delle piogge di progetto all'area: si ipotizza perciò, a favore di sicurezza, che l'evento meteorico sia il medesimo del centro di scroscio su tutto il bacino scolante.

La portata viene calcolata con la nota espressione dell'integrale di convoluzione che richiede, oltre alla pioggia netta, anche la definizione della funzione u (idrogramma unitario istantaneo o IUH):

$$q(t) = \int_0^t u(t - \tau) \cdot i(\tau) d\tau$$

ove:

- q è la portata di deflusso;
- i è la intensità di pioggia netta;
- u(t) è l'idrogramma unitario istantaneo.

L'idrogramma unitario istantaneo è una funzione particolare che assume espressioni diverse a seconda del metodo di trasformazione adottato; nel caso del presente progetto si è adottato il *metodo di corrivazione*.

Nel caso specifico si è scelto il metodo di corrivazione rispetto ad altri metodi (in primis il metodo dell'invaso) in quanto, rispetto a quest'ultimo, porta, nel caso di reti largamente insufficienti quale quella in esame, a risultati di più immediata interpretazione fisica (nel caso del metodo dell'invaso si può assistere, teoricamente, ad una riduzione progressiva delle portate al colmo lungo lo sviluppo della rete, legata alle specifiche caratteristiche del metodo di calcolo).

Il metodo di corrivazione considera prevalenti i fenomeni di traslazione dell'acqua all'interno del bacino. Esso si basa sulla conoscenza del tempo T_c di corrivazione del bacino, definito come il tempo necessario ad una particella d'acqua per raggiungere la sezione di chiusura del bacino lungo il percorso idraulicamente più lungo. Si ammette che tale tempo sia una costante caratteristica del bacino sotteso alla sezione considerata, indipendente dall'evento meteorico e dalle diverse condizioni stagionali della superficie del bacino stesso.

Per applicare tale metodo occorre individuare preliminarmente la cosiddetta curva "aree-tempi" A(t) del bacino: essa rappresenta le aree A del bacino comprese tra la sezione di chiusura e la linea isocorriva relativa al generico tempo t di corrivazione, vale a dire la linea che unisce i punti del bacino che si trovano distanti temporalmente dalla sezione di chiusura di un medesimo valore t del tempo di corrivazione.

Con tali ipotesi, l'idrogramma unitario istantaneo assume la seguente forma:

$$u(t) = \frac{1}{A} \frac{dA(t)}{dt}$$

ove A è l'area del bacino.

La portata di piena attesa in corrispondenza dell'evento piovoso con tempo di ritorno fissato viene dunque espressa dalla relazione:

$$Q_p = \psi \cdot a \cdot A \cdot \theta_c^{n-1}$$

ove:

- Q_p = portata di piena;
- A = area del bacino scolante;
- a, n = parametri della curva di possibilità pluviometrica in funzione del tempo di ritorno;
- θ_c = durata dell'evento critico.

Nel caso in esame si è adottato per semplicità di calcolo uno schema in cui la curva aree-tempi A(t) può essere considerata lineare. In questa ipotesi il valore di θ_c è uguale al tempo di corrivazione T_c .

Per la determinazione delle portate al colmo, in conclusione, noti i parametri a e n della curva di possibilità pluviometrica è necessario determinare i seguenti parametri di progetto:

- l'area A dei bacini drenati;
- il coefficiente di afflusso ψ , funzione principalmente della morfologia del territorio e dell'uso del suolo;
- il tempo di corrivazione T, funzione della morfologia del terreno e delle caratteristiche dei condotti.

Il dimensionamento della rete viene effettuato in riferimento ad un evento con tempo di ritorno cinquantennale.

7.2 MODALITÀ DI DIMENSIONAMENTO DELLE TUBAZIONI

La verifica idraulica viene condotta, utilizzando la formula di Chézy per il moto uniforme di correnti a pelo libero:

$$v = c \cdot R^{1/2} \cdot i^{1/2}$$

ove:

- v: velocità media del fluido;
- c: coefficiente di conduttanza, secondo la formula monomia di Gauckler – Strickler: $c = k_s \cdot R^{1/6}$, essendo k_s pari a 90 per tubazioni plastiche, pari a 70 per tubazioni in cls.
- R: raggio idraulico definito come rapporto tra la superficie della sezione del flusso, A, ed il perimetro bagnato P;
- i: pendenza della condotta.

In base alla formula di Chezy, pertanto, la portata transitante in un condotto e il tirante con cui tale corrente transita sono legate univocamente.

Ai fini della verifica del condotto occorre che il tirante idrico relativo alla portata critica stimata in base al criterio di calcolo non superi, preferibilmente, l'80% dell'altezza del condotto.

Il dimensionamento è stato svolto per ciascun ramo di ogni sotto-rete indipendente e per ogni singolo sottobacino.

Gli elementi di calcolo ed i risultati in forma tabellare sono riportati nell'elaborato di calcolo.

7.3 TUBAZIONI PVC

Lo Studio d'invarianza idraulica prevede che le acque di pioggia provenienti dal "Piano di Lottizzazione Tiracollo Tre – UMI 1", ubicato sul terreno sito in Lonato del Garda prospiciente le vie Tiracollo e Mantova, catastalmente identificato nel NCT al foglio 47, mappali 124p, 125p e 466, vengano vettorate, invasate e laminate da un sistema di collettori che verrà realizzato mediante posa di Tubazioni in PVC SN 8 DE 250 - 315 - 400 SDR 34 da posizionarsi al di sotto dei nuovi piazzali - viabilità.

Trattasi di tubazione:

- a parete solida di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) per scarichi e fognature non a pressione, per installazione interrati all'esterno della struttura dell'edificio;
- prodotti con policloruro di vinile in ragione superiore all'80% in massa, con la aggiunta di additivi di alta qualità in conformità allo standard UNI EN 1401;
- prodotti da azienda con sistema Qualità ISO 9001:2008 certificato da ente terzo accreditato e sono prodotti secondo la norma UNI EN 1401-1 con marchio di conformità rilasciato da un Organismo di certificazione di parte terza accreditato per il prodotto oggetto dell'appalto (certificazione di conformità di prodotto secondo le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17065/2012 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020/2012);
- colore dei tubi è rosso mattone RAL 8023 con marcatura stampata sul componente. I tubi possono essere forniti in barre di lunghezza 3 m / 6 m con bicchiere integrato;
- la cui posa è prevista con una pendenza di fondo regolare pari allo 0.25 - 0.5 - 1.0 % circa.

CARATTERISTICHE DELLA MATERIA PRIMA		
Densità media	g/cm ³	1,44 – 1,49
Modulo di elasticità	MPa	3000
Coefficiente di Poisson	-	0,4
Resistenza elettrica superficiale	Ω	> 10 ¹²
Coefficiente di espansione termica lineare medio	mm/mK	0,06 - 0,08
Conducibilità termica	W/mK	≈ 0,15
Infiammabilità	-	Autoestinguente (classe 1)
Compatibilità chimica secondo UNI ISO/TR 7473		

7.4 TUBAZIONI CLS

Lo Studio d'invarianza idraulica prevede che le acque di pioggia provenienti dal "Piano di Lottizzazione Tiracollo Tre – UMI 1", ubicato sul terreno sito in Lonato del Garda prospiciente le vie Tiracollo e Mantova, catastalmente identificato nel NCT al foglio 47, mappali 124p, 125p e 466, per quanto riguarda il solo Sottobacino B5.1-B6 vengano vettorate, invasate e laminate da un sistema di collettori che verrà realizzato in parte anche mediante posa di Tubazione in CLS DN 600 - 800 mm da posizionarsi al di sotto dei nuovi piazzali - viabilità, come individuato negli elaborati di progetto.

Trattasi di tubazione:

- a base piana autoportanti in CLS ad alta resistenza a vibrocompressione radiale secondo UNI-EN 1916, con piano di posa e giunzione a bicchiere con resistenze meccaniche alla compressione non inferiore a 135 kN/m, valutata con prove eseguite in laboratorio a secco con carico distribuito lungo la generatrice superiore del volto.
- con incastro a bicchiere sagomato e guarnizione di tenuta a rotolamento in gomma sintetica con durezza di 40 ± 5° IRHD conforme alle norme UNI EN 681.1.
- Il cemento utilizzato per la produzione del manufatto soddisfa le prescrizioni fissate dalla UNI-ENV 197/1, tipo portland 42,5 ad alta resistenza, soggetto a marcatura CE. Gli aggregati, soddisfano i requisiti della norma UNI-EN 12620, di granulometria assortita hanno dimensione massima di mm. 18, soggetti a marcatura CE.- L'acqua di impasto esente da cloruri e sostanze organiche secondo norma UNI-EN 1008:2003. Rapporto acqua/cemento : < 0,45. Classe di resistenza CLS C35/45 N/mm²a 28 gg di maturazione determinata su provini cubici secondo UNI-EN 12390:2003.

- a sezione interna perfettamente circolare di spessore uniforme e senza screpolature. La lunghezza dell'innesto dei tubi dovrà essere almeno uguale allo spessore dei tubi stessi, esente da fori passanti.
- controllata nelle varie fasi della produzione secondo quanto previsto nelle tabelle dalla I° alla V° della Guida Applicativa I.C.M.Q. per la certificazione del sistema di qualità per le tubazioni prefabbricate in calcestruzzo.
- posa su base d'appoggio continua in calcestruzzo di classe minima Rck 25 con eventuale rete elettrosaldata, se richiesta, delle dimensioni come da disegno, e con eventuali rinfianchi come da indicazione del calcolo statico. La giunzione tra le tubazioni dovrà essere realizzata, in ottemperanza al D. Leg.vo 81/2008, solamente mediante apparecchiature idrauliche o manuali di tiro (TIR-FOR) comandate dall'esterno dello scavo, previo controllo in stabilimento delle tolleranze dimensionali. La compressione ottimale della guarnizione è individuata tra il 28 ed il 42% del suo spessore a riposo in modo da assicurare la perfetta tenuta come risultato della geometria di maschio e femmina e della qualità della gomma.
- prova di collaudo a tenuta idraulica a norma delle leggi in vigore.
- la cui posa è prevista con una pendenza di fondo regolare pari allo 0.25 % circa.

7.5 NUOVA VASCA DI LAMINAZIONE

La vasca di laminazione in progetto, posta sul lato Sud Est del terreno di nuova edificazione, in fregio alla via Tiracollo, ha la finalità di raccogliere le acque provenienti dal troppo pieno della Batteria di pozzi perdenti al servizio del Sottobacino B 5.1 - B6 e di garantire il rilascio controllato di portate di circa 15 l/s, inferiori e pertanto compatibili con il disposto del R.R. 7/2017.

La Vasca di laminazione proposta ha le caratteristiche seguenti:

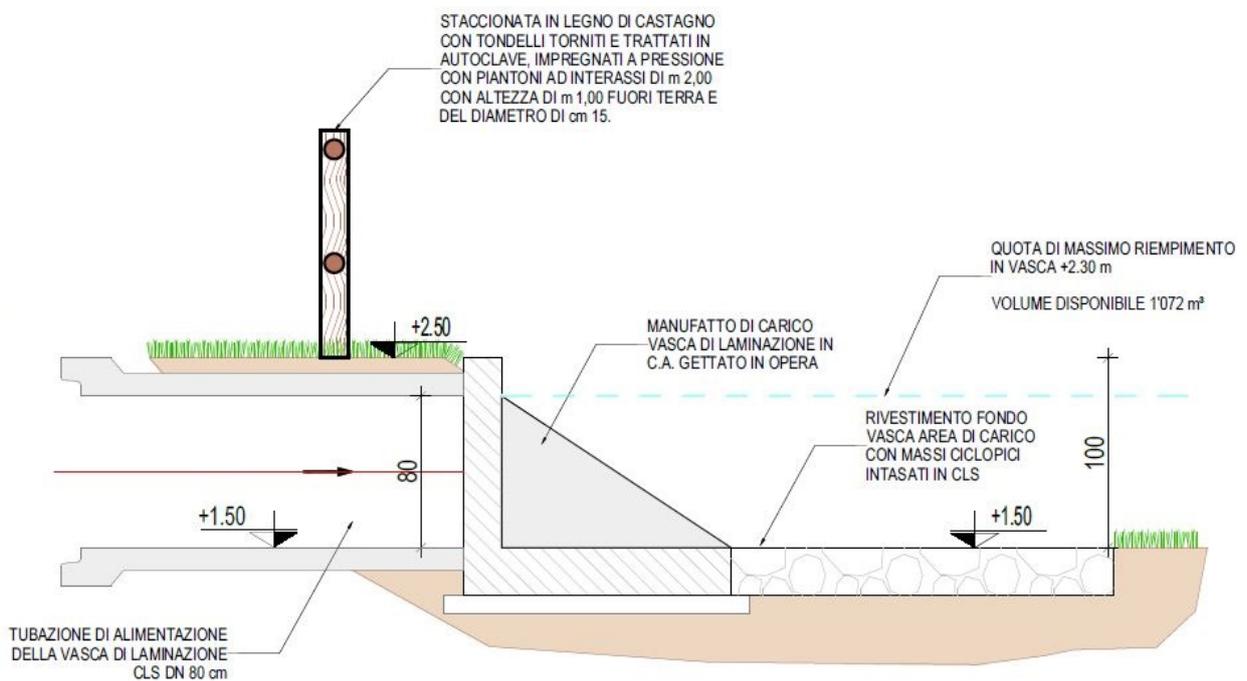
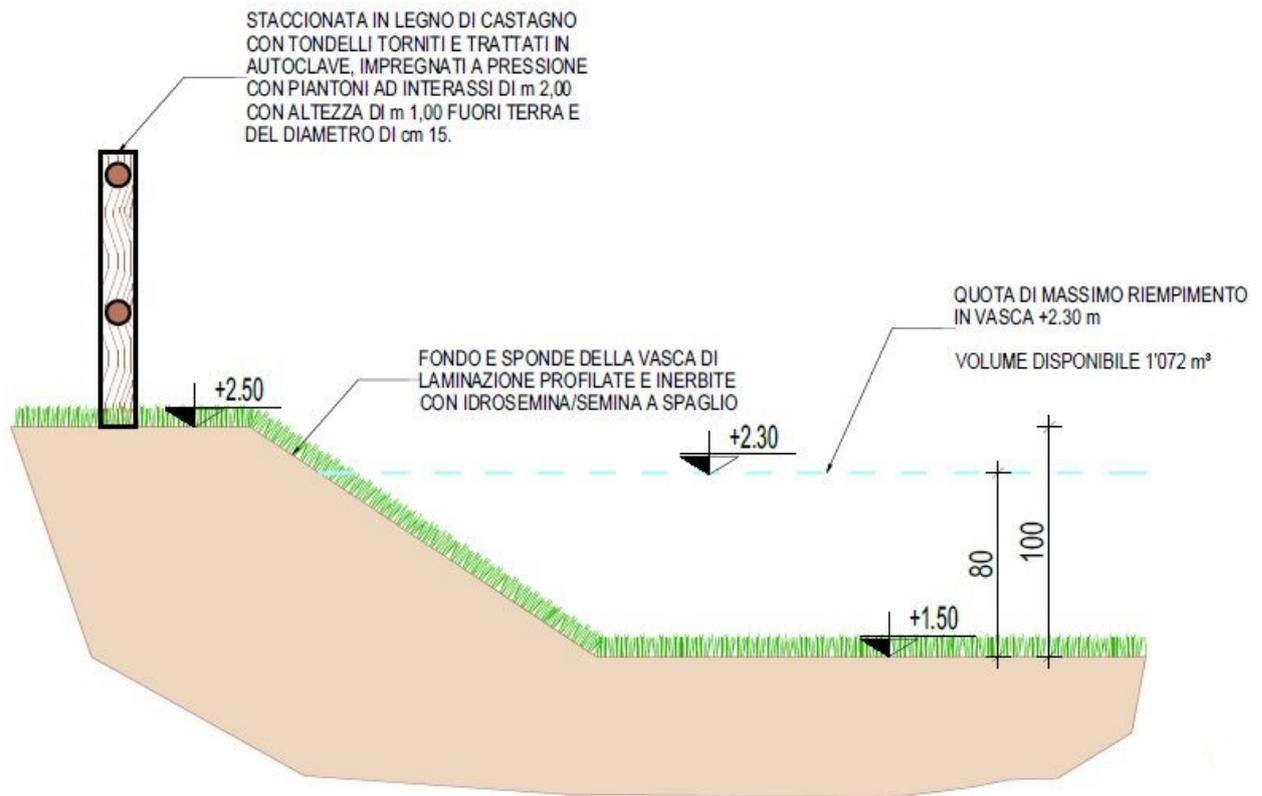
– Quota sommità Vasca:	+ 2.50 m;
– Quota media fondo Vasca:	+ 1.50 m;
– Quota massimo riempimento Vasca:	+ 2.30 m;
– Tirante massimo in Vasca:	0.80 m;
– Superficie sommità Vasca:	1'496.78 m ² ;
– Superficie fondo Vasca:	1'236.27 m ² ;
– Superficie massimo riempimento Vasca:	1'443.55 m ² ;
– Volume utile di invaso:	1'071.93 m ³ ;
– Portata manufatto di modulazione scarico Vasca	14.39 l/s.

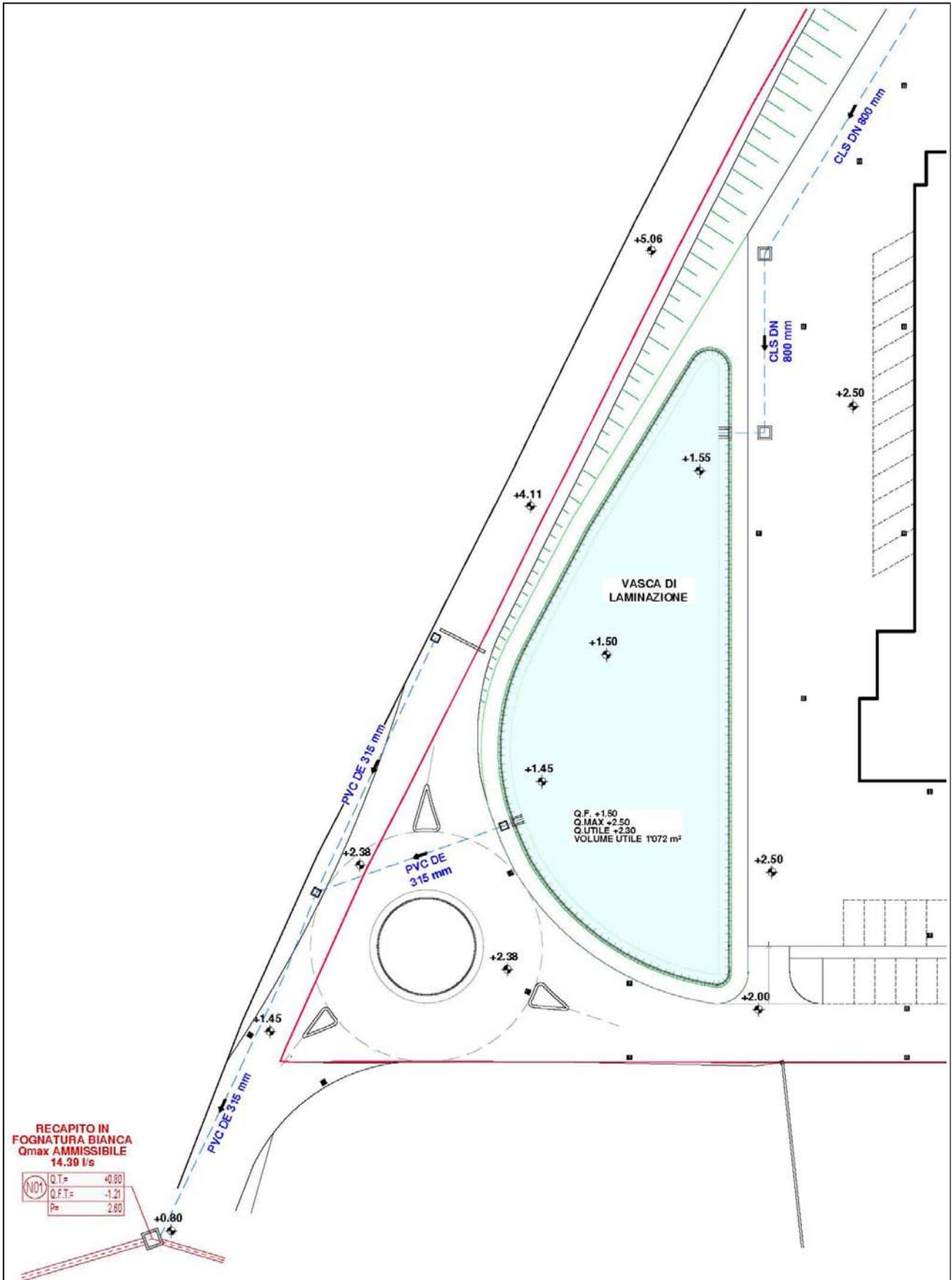
La profondità effettiva del fondo vasca risulta pari a circa 1.0 metri dal piano campagna, con franco rispetto alla quota di massimo riempimento pari a 0.20 m.

L'invaso complessivo di progetto si ottiene senza la formazione di arginature perimetrali, risultando la vasca completamente incassata rispetto al piano campagna - piazzali.

Si prevede la realizzazione di una vasca in terra, con fondo e pareti inclinate (2/3), completamente inerbita ad eccezione per il manufatto di immissione e scarico per il quale è previsto il rivestimento in pietrame.

In lato Nord è previsto il manufatto di immissione del collettore di collegamento Batteria Perdenti con la Vasca di laminazione; tale collettore è costituito da tubazione in cls. DN 800. Il manufatto di innesto in Vasca verrà opportunamente realizzato in sagoma delle arginature per mitigare l'impatto visivo dello stesso.





Il fondo della Vasca verrà opportunamente sagomato secondo le pendenze di progetto, atte allo svuotamento della stessa verso il Pozzetto di Scarico, e in seguito alla sua profilatura, inerbito unitamente alle scarpate, con idrosemina/semina a spaglio. Non sono previste opere di impermeabilizzazione in quanto la quota di fondo vasca si attesta ad una quota di sicurezza in rapporto al livello di falda, e non sono presenti arginature fuori terra.

Il fondo della vasca, posto alla quota teorica convenzionale di +1,50, verrà sagomato con una minimale pendenza verso la bocca di uscita.

L'uscita dalla Vasca è prevista con pozzetto sagomato posto in argine sud e collegamento alla rete mediante collettore di svuotamento in PVC DE 315. All'interno del pozzetto di scarico verranno realizzati/alloggiati idonei dispositivi atti a garantire lo scarico modulato alla portata massima ammissibile.

La superficie piana di coronamento della sommità perimetrale della Vasca, sarà oggetto d'intervento di ripristino con inerbimento; a completamento dell'opera, il progetto dovrà prevedere la realizzazione di una recinzione di protezione intorno al manufatto per l'interdizione al libero accesso di persone od animali e l'eventuale piantumazione del ciglio superiore della vasca.

La collocazione, le modalità realizzative del manufatto e dei ripristini, la limitata profondità sono tali da configurare l'elemento di laminazione come area a verde leggermente depresso rispetto al piano campagna che solo in condizioni meteorologiche particolarmente avverse e con eventi con elevato tempo di ritorno si attiva alla funzione di laminazione dello scarico modulato; in tale circostanza da area verde assume la connotazione di un laghetto il cui svuotamento si completa, nelle condizioni di massimo riempimento, nell'arco di circa 20 ore.

7.6 MANUFATTO DI SCARICO MODULATO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE

Per la regolazione delle portate effluenti dalla Vasca di laminazione verso il recapito in pubblica fognatura bianca in corrispondenza del pozzetto denominato N01, si prevede la realizzazione di un pozzetto dotato di strozzatura ottenuta attraverso una paratoia che occluda la luce di efflusso DE 315 mm, entro lo scudo della quale viene praticato un foro tarato secondo la portata da scaricare.

Per le sue modalità di funzionamento un sistema di tale tipo non è in grado di garantire uno scarico a portata costante, ma bensì uno scarico crescente con il battente di monte. Poiché il dispositivo deve garantire lo scarico della portata massima al valore prefissato, la luce di efflusso verrà conseguentemente determinata con il tirante massimo coincidente con la quota di massimo invaso della vasca di laminazione.

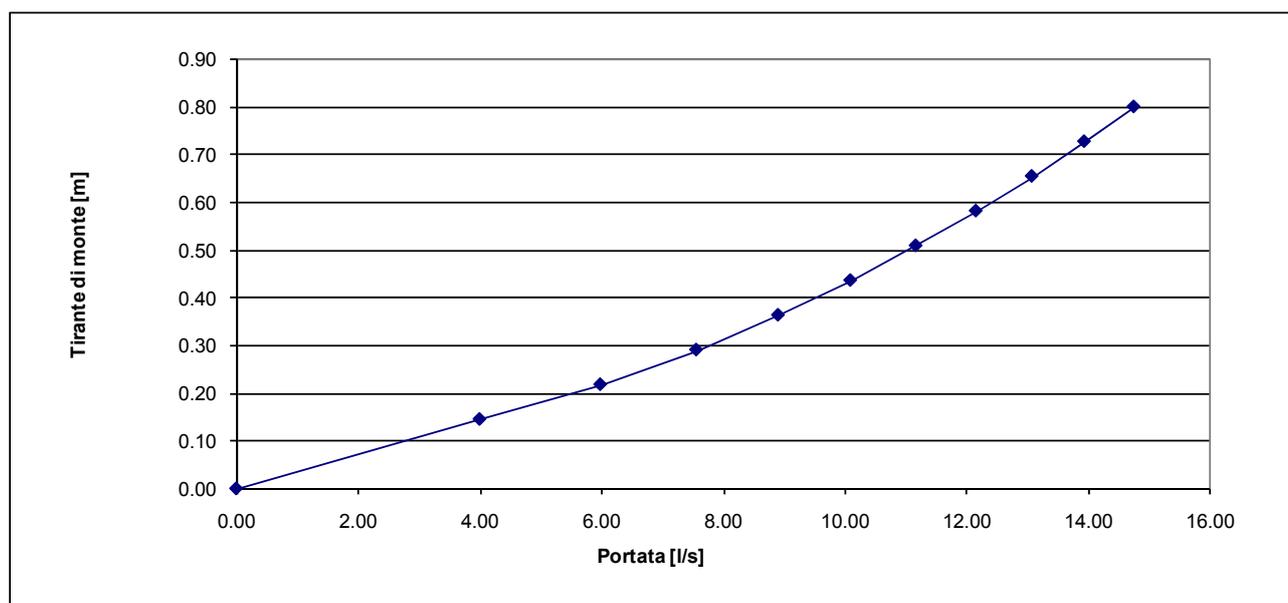
L'interposizione di una paratoia forata quale elemento di separazione tra vasca e collettore di scarico si rappresenta funzionale ai necessari interventi di manutenzione e pulizia della luce di scarico, anche attese le sue ridotte dimensioni; per la garanzia dell'attivazione dello scarico anche in condizioni di luce occlusa, sarà opportuno prevedere all'interno dello stesso pozzetto uno sfioratore superficiale, opportunamente dimensionato per la portata di scarico ammissibile e che al tempo stesso garantisca il franco di bonifica previsto per le sponde della vasca.

In via preliminare si individua la strozzatura da effettuare con una luce circolare del diametro di 7,00 - 8,0 cm, come di seguito descritto .

OXYTURBO - COMUNE DI LONATO - Paratoia forata - scarico modulato

Luce di deflusso		CIRCOLARE		Paratoia Forata luce	
Larghezza (b)	0.072	m		diametro	
Altezza (a)	0.072	m		dimametro	
Area	0.004	m ²		Area della Luce di efflusso	
Coeff. contrazione Cc	0.610				
Coeff. velocità Cv	0.980			H max riempimento	2.3
Coeff. efflusso μ	0.598			Hmax1 sfioro	2.3
Quota assoluta fondo	1.500			Hmax2 sponde	2.5

Quota [m s.l.m.]	Portata [l/s]	Velocità [m/s]	Cv	Tirante [m]
1.50	0.0000	0.0000		0.0000
1.65	3.9975	0.9818	0.8179	0.1455
1.72	5.9790	1.4685	0.8671	0.2182
1.79	7.5547	1.8555	0.8953	0.2909
1.86	8.8981	2.1855	0.9136	0.3636
1.94	10.0858	2.4772	0.9265	0.4364
2.01	11.1600	2.7410	0.9360	0.5091
2.08	12.1472	2.9835	0.9433	0.5818
2.15	13.0650	3.2089	0.9492	0.6545
2.23	13.9257	3.4203	0.9539	0.7273
2.30	14.7386	3.6199	0.9578	0.8000



8 NATURA DELLE ACQUE ALLO SCARICO

Circa la natura delle acque drenate dal sistema di collettamento - infiltrazione - laminazione - scarico a gravità nel collettore Nord del Centro Commerciale "Il Leone" proposto a corredo del "Piano di Lottizzazione Tiracollo Tre – UMI 1", ubicato sul terreno sito in Lonato del Garda prospiciente le vie Tiracollo e Mantova, catastalmente identificato nel NCT al foglio 47, mappali 124p, 125p e 466, pare opportuno precisare che trattasi di acque meteoriche afferenti alla rete di raccolta dalla copertura del Nuovo Insediamento unitamente a quella dei parcheggi, piazzali e viabilità ed aree di manovra di nuova realizzazione/esistenti al servizio dello stesso, e pertanto provenienti da superfici non suscettibili di inquinamento, la cui qualità è

compatibile con la tutela qualitativa delle falde, per le quali il R. R. n. 7/2017 - R.R. n. 8/2019, all'art. 11 comma 2 lettera c, punto 1, ne incentiva lo smaltimento mediante infiltrazione allo scopo di tendere alla restituzione delle stesse ai naturali processi di infiltrazione preesistenti all'intervento.

Per quanto afferisce alle Acque di prima pioggia e alle acque di lavaggio, l'attività che si insedierà non risulta soggetta all'obbligo di separazione delle acque di prima pioggia.

La collocazione delle opere di drenaggio, infiltrazione e laminazione indicata porta ad escludere possibili interferenze con le fondazioni o anche i piani interrati degli edifici esistenti e/o di nuova costruzione; ciò nonostante, attesa la particolare delicatezza dei tali aspetti, pare opportuno che il progettista delle opere civili ed in particolare lo Strutturista delle opere in C.A. individuino accorgimenti progettuali – costruttivi atti ad escludere tale evenienza sia agli edifici limitrofi esistenti che in particolare a quelli di nuova edificazione.

9 CONCLUSIONI

La presente relazione è relativa alla definizione preliminare degli interventi atti a garantire il rispetto del principio di invarianza idraulica ed idrologica in ottemperanza ai disposti del Regolamento Regionale 23.11.2017 n. 7 , "*Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (legge per il governo del territorio)*" e del Regolamento Regionale 19.04.2019 n. 8 , "*Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7*", relativamente agli interventi previsti dal "Piano di Lottizzazione Tiracollo Tre – UMI 1", ubicato sul terreno sito in Lonato del Garda prospiciente le vie Tiracollo e Mantova, catastalmente identificato nel NCT al foglio 47, mappali 124p, 125p e 466, proposto dalla società OXITURBO S.p.a. con sede in Desenzano del Garda, via Serio n. 15, C.F. 01768550178 - P.IVA 00653320986, in qualità di proprietaria dell'immobile.

L'intervento di progetto si colloca nella parte sud - est del comune di Lonato del Garda, nella porzione di territorio posta alle pendici orientali del monte Tiracollo e ricompresa a sud dalla via Tiracollo stessa ed a est dalla via Mantova (strada provinciale Desenzano - Castiglione delle Stiviere), in un'area classificata da vigente P.G.T. come ambito di trasformazione a destinazione produttiva esistente all'interno del perimetro del tessuto urbano consolidato, confinante con viabilità pubblica a Nord, a Sud ed a Ovest, a Est con aree a prevalente destinazione produttiva esistenti e con aree a prevalente destinazione commerciale/direzionale esistenti. Le aree di interesse sono inserite nell'Ambito di Trasformazione 11 del Comune di Lonato d/G e sono catastalmente identificato nel NCT di Lonato del Garda al fg. 47, mappali 124p, 125p e 466; trattasi di aree in parte già da tempo sottratte al loro assetto naturale ed alle attività agricole, oggi dismesse dall'attività cantieristica edile - stradale, ed in parte tutt'oggi destinate all'attività agricola.

Alle aree di interesse si accede direttamente dalla via Tiracollo e dalla via Mantova.

La tipologia dell'intervento in oggetto rientra nella categoria degli insediamenti produttivi con fabbricato arretrato dal fronte strada della via Tiracollo e della via Mantova, con accesso mediante strada di penetrazione e collegamento tra le due vie di nuova realizzazione, con realizzazione di nuova rotatoria sulla via Tiracollo. Il nuovo fabbricato, di superficie coperta complessiva pari a circa 6000 m², risulta perimetrato da ampie viabilità di manovra e parcheggi; in particolare sul lato Ovest le aree di manovra saranno poste ribassate rispetto al piano dei piazzali e pavimenti fabbricati a costituire piano di carico dei mezzi. L'intervento prevede inoltre la riqualificazione dell'esistente via Mantova del tratto posto in fregio al lato Nord del nuovo insediamento. Allo stato attuale parte dell'area in esame, corrispondente al mappale 125p del Fg. 47 di Lonato del Garda, risulta già parzialmente impermeabilizzato con massiciata in ghiaione, mentre la restante parte risulta essere terreno agricolo. L'intervento in esame apporta pertanto un significativo incremento della superficie impermeabile.

L'intervento in esame apporta un incremento dell'impermeabilizzazione del lotto; l'art. 3, comma 4, del R.R. n. 7/2017 e R.R. n. 8/2019, prevede quindi che, nella fattispecie, la riduzione della permeabilità del suolo vada calcolata facendo riferimento alla permeabilità naturale originaria del sito, ovvero alla condizione preesistente all'urbanizzazione, sia in caso di intervento sul suolo libero, sia in caso d'intervento su suolo già trasformato.

L'intervento di progetto è sito in comune di Lonato del Garda, al quale è stato assegnato un livello di Media Criticità essendo incluso nella perimetrazione "B" dell'Allegato C del R.R. 7/2017; tuttavia, trattandosi di intervento derivante da Piano di Lottizzazione, ai sensi dell'art. 7 comma 5 del suddetto R.R., i parametri da utilizzare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica sono quelli della classe di criticità superiore, cioè "A - Alta Criticità". Inoltre, ai sensi dell'art. 9 del R. Regionale inerente la classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica e modalità di calcolo, presenta un grado di impermeabilizzazione del 83.43%, che pertanto, in relazione ai parametri indicati dalla tabella 1 allegata al citato articolo, rientra nella Classe di intervento "3" ad Impermeabilizzazione potenziale alta.

Nella presente relazione si sono analizzate le caratteristiche del sito e dimensionate le opere necessarie per garantire il rispetto, da parte del nuovo intervento edilizio, delle prescrizioni del nuovo Regolamento sull'invarianza idraulica; essa è stata redatta in conformità ai disposti dell'art. 10 R. R. n. 7/2017 così come modificato ed integrato dal R.R. n. 8/2019, vi sono contenuti e sviluppati tutti i punti previsti, con riferimento ai sistemi di collettamento - smaltimento - laminazione - scarico individuato.

Le informazioni assunte per la redazione del presente progetto di invarianza, con riferimento alla Relazione Geologica riguardante il sito d'interesse, redatta in data 02/03/2021 a firma del Dott. Geol. Niccolò Crestana, n. 1691 Ordine dei Geologi della Lombardia, in base alle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche dell'area di intervento individuano valori di permeabilità medi con buone capacità di drenaggio tali da consentire, in questa fase preliminare, la possibilità di smaltimento di parte delle acque meteoriche per infiltrazione nel sottosuolo, attraverso la metodologia a "Pozzo perdente" - "Trincea Drenante".

La restante parte delle acque meteoriche, in effetti di modesta entità e solo proveniente da troppo pieno di batteria di pozzi perdenti, sarà smaltita mediante scarico, per la sola portata ammissibile assegnata al comparto ed in conformità al Regolamento, nel collettore della fognatura bianca posto a Nord del centro commerciale Il Leone, che successivamente alla laminazione in Vasca alimenta il collettore Sud e per tramite di questo un Corpo idrico superficiale tributario del T. Redone.

Lo scarico delle acque di natura meteorica provenienti dal Piano di Lottizzazione Tiracollo Tre UMI 1, risulta già compiutamente e diffusamente trattato in studi precedentemente realizzati ed inerenti la problematica del drenaggio del bacino Campagnoli - San Cipriano di Lonato, al seguito del quale sono state realizzate negli anni scorsi importanti opere di collettamento, laminazione e smaltimento dal parte del Centro Commerciale "Il Leone", unitamente alla formulazione di un Piano di Bacino per la modulazione e smaltimento delle acque di pioggia al reticolo idrografico superficiale e successivamente al T. Redone secondo portate compatibili.

Ne consegue che il recapito finale di parte delle acque meteoriche del nuovo insediamento viene individuato nel collettore della fognatura bianca posto a Nord del centro commerciale Il Leone, che successivamente alla laminazione in Vasca alimenta il collettore Sud e per tramite di questo un Corpo idrico superficiale tributario del T. Redone.

In base alla pianificazione, al nuovo Piano di Lottizzazione è stata assegnata un portata massima complessiva dello scarico pari a $Q_{lim} = 15,00$ l/s, inferiore alla portata ammissibile allo scarico (26.30 l/s) prevista dal R.R. 7/2017, come modificato ed integrato dal R.R. n. 8/2019.

Il sistema di smaltimento individuato prevede la realizzazione di sotto-reti indipendenti a servizio dei singoli sottobacini, costituite da collettori realizzati mediante posa di Tubazioni in PVC SN 8 DE 250 - 315 - 400 SDR 34 e Tubazioni in cls DN 600 - 800 mm, collegati ad impianti di smaltimento per infiltrazione delle acque nel

sottosuolo costituiti da Pozzi perdenti isolati/Batterie di pozzi perdenti/Trincea drenante.

Per quanto concerne il solo Sottobacino B5.1-B6, corrispondente alla maggior parte delle coperture e dei piazzali del nuovo Fabbricato in progetto, il sistema di disperdimento costituito da una Batteria di pozzi perdenti è collegato con scarico in troppo pieno mediante tubazione in cls DN 800 mm posata sul lato Sud del piazzale ad una Vasca di laminazione dedicata con scarico modulato verso la pubblica fognatura bianca.

Il calcolo del sistema di infiltrazione delle portate meteoriche nel suolo è stato all'interno della presente relazione sviluppato sulla base di alcune ipotesi progettuali di seguito riassunte in sintesi:

- Si prevede, per ciascun sottobacino, l'accumulo e lo smaltimento delle acque meteoriche mediante dispositivi di dispersione costituiti da batterie di pozzi perdenti / pozzi perdenti isolati / trincea drenante, opportunamente dimensionamenti e localizzati all'interno dei sottobacini di appartenenza, circondati / colmati da uno strato di materiale inerte naturale drenante ad elevata permeabilità (porosità > 0.35).
- Non si prevede la possibilità di scarico diretto delle acque di troppo pieno provenienti dal nuovo insediamento e pertinenze verso il reticolo superficiale o verso la rete fognaria comunale.
- Ai fini dell'invaso delle acque meteoriche eccedenti la capacità di infiltrazione dei dispositivi previsti a progetto, per la modulazione delle portate entranti con quello allo scarico per infiltrazione, si è considerato il volume del pozzo/i perdente, quello dello strato drenante previsto intorno ai manufatti opportunamente ridotto del 10%, (in osservanza all'art. 11 comma 2 lettera e) punto 4bis), e la capacità di invaso nella rete. In prima analisi si è trascurata la capacità di invaso delle acque per la quota parte che tende ad accumularsi in superficie in quelli che comunemente vengono definiti "piccoli invasi": tale accumulo viene usualmente quantificato in $0.004 - 0.006 \text{ m}^3/\text{m}^2$ delle superfici piane, salvo specifiche necessità di volta in volta valutate e illustrate negli elaborati di dettaglio.
- Si è previsto che, alla fine dell'evento meteorico di dimensionamento, tutte le acque meteoriche defluite in superficie provenienti dall'intervento di nuova edificazione - opere di urbanizzazione ed accessori e non mandate a dispersione durante l'evento siano stoccata all'interno dei dispositivi di dispersione medesimi. La possibilità di un accumulo delle acque meteoriche nella rete, viene eventualmente riservato esclusivamente al soddisfacimento del requisito minimo previsto dall'art. 12 comma 2. L'accumulo delle acque meteoriche in aree opportunamente ribassate rispetto a p.c., non viene, nello specifico, utilizzato.
- Si prevede lo scarico modulato delle sole acque meteoriche di troppo pieno dei dispositivi di dispersione provenienti dal nuovo insediamento ed afferenti al sistema di raccolta e dispersione del Sottobacino B5.1-B6 in rete fognaria pubblica previa laminazione in Vasca dedicata, nel rispetto di limiti più restrittivi rispetto a quanto previsto dal R.R. 7/2017 e disciplinato dal apposito pozzetto limitatore.

Il dimensionamento così condotto, con smaltimento completo mediante laminazione e scarico modulato da stazione di sollevamento:

- soddisfa, in termini di portata convogliata allo scarico, i disposti dell'art. 8 comma 1 lettera a del R.R. 7/2017 e R.R. 8/2019 " Valori massimi ammissibili della portata meteorica scaricabile nei ricettori" ($Q_{\text{scarico}} = 14.39 \text{ l/s} < Q_{\text{lim}} = A_{\text{tot}} \times \phi \times u_{\text{lim}} = 3,1525 \text{ ettari} \times 0,8343 \times 10 = 26,30 \text{ l/s}$;
- soddisfa, in termini di Volume di invaso, i "Requisiti minimi delle misure d'invarianza idraulica e idrologica" previsti dall' art. 12 comma 3 del R.R. 7/2017 e dal R.R. 8/2019 sulle aree soggette al loro rispetto ($V_{\text{laminazione}} = 1944,18 \text{ m}^3 > V_{\text{min}} = 1713,34 \text{ m}^3$);
- soddisfa, in termini di tempo di svuotamento degli volumi di laminazione, quanto previsto dall'art. 11 comma 2, lettera f, punto 1 - 2, del R.R. 7/2017 come modificato ed integrato dal R.R. 8/20198 ($T_{\text{svuot.}} 50 \text{ anni} < 48 \text{ ore}$ per ciascun sistema di invaso);
- ottimizza il sistema di smaltimento ed allontanamento delle acque di natura meteorica per gli eventi di progetto ($T_r=50 - 100 \text{ anni}$);
- rende compatibile lo scarico delle acque meteoriche del Piano di Lottizzazione Tiracollo Tre UMI 1 con

l'allaccio nello Scaricatore a monte del Centro Commerciale "Il Leone";

- si uniforma alle prescrizioni e limitazioni imposte dalla citata nota di Garda Uno s.p.a. (prot. 20100015126 Città di Lonato D/G in data 11/06/2010) maggiormente restrittive rispetto a valori limite indicati dal R.R. 7/2017 e R.R. 8/2019..

Rezzato (Bs), Marzo 2021

Il Professionista

Dott. Ing. Giuseppe Negrinelli