

Committente:

CITTA' DI RIVOLI



Oggetto:

**PIANO REGOLATORE GENERALE COMUNALE
VARIANTE GENERALE**

***Progetto preliminare ai sensi dell'art. 14 e 15 della
L.R. n. 56/77 e s.m.i.***

IA02

Relazione idrologico-idraulica

Identificazione elaborato	Ambito	Tipologia	Commessa	n. elaborato	
GC60921IA02	G	C	609/21	I	A02

Dati consulenti

Geol. Teresio Barbero

GEO sintesi Associazione tra Professionisti
Corso Unione Sovietica 560 - 10135 Torino
tel. 0113283940 - fax 0113470903
e-mail: info@geosintesi.eu

Rev.	Redatto	Verificato	Validato	Data	Timbri e firme
1	Geol. T. Barbero	Ing. M. Tuberga	Geol. E. Rabajoli	12/21	
2	Geol. T. Barbero	Ing. M. Tuberga	Geol. E. Rabajoli	02/23	

GEO sintesi Associazione tra Professionisti

File: GC60921IA02.pdf

Responsabile del procedimento: Arch. Antonio Graziani

INDICE

1.0	INTRODUZIONE	2
2.0	RIO GAROSSO	3
3.0	TETTI NEIROTTI	5
3.1	VALUTAZIONI IDROLOGICHE	8
3.2	VALUTAZIONI IDRAULICHE	10
4.0	VIA REANO	12
6.1	VALUTAZIONI IDROLOGICHE	13
6.2	VALUTAZIONI IDRAULICHE	16
5.0	VIA ISONZO	19
6.0	VILLA MELANO	22
6.1	VALUTAZIONI IDROLOGICHE	25
6.2	VALUTAZIONI IDRAULICHE	33
7.0	STRADA POZZETTO	44
8.0	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	47

1.0 INTRODUZIONE

Nell'ambito della Variante generale al P.R.G.C.. di adeguamento al Piano per l'Assetto idrogeologico (PAI) è stata redatta la presente relazione al fine di illustrare le criticità dal punto di vista idraulico individuate sul territorio comunale.

Si omette la trattazione delle problematiche inerenti il Fiume Dora Riparia, in quanto già interessato dalle Fasce fluviali del PAI e dagli scenari di pericolosità del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), non oggetto di modifiche nella presente variante urbanistica.

Come evidenziato negli elaborati GA01 – Relazione geologica illustrativa e IA01 - Fascicolo sulla rete idrografica, non sono stati individuati areali di esondazione relativi alla rete idrografica artificiale.

Per alcuni settori del territorio comunale sono stati individuati dissesti riferibili a fenomeni di ruscellamento delle acque superficiali, talora incanalate entro tratti in trincea della viabilità, o comunque di non corretto smaltimento delle acque meteoriche.

2.0 RIO GAROSSO

Il principale corso d'acqua naturale della rete idrografica secondaria è il Rio Garosso, iscritto al n. 154 dell'Elenco delle Acque pubbliche della Provincia di Torino e pertanto soggetto ai disposti del R.D. 523/1904, limitatamente al tratto a valle della S.P. n. 184 Rivoli-Corbiglia.

Il corso d'acqua tra origine da una forma impluviale poco più a valle di Strada San Giorgio, nella quale converge, circa 250 m a valle della S.P. n. 184, un affluente di destra proveniente dal Comune di Villarbasse. Nel suo tratto superiore il Rio scorre in un alveo inciso con sponde di altezza di circa 1÷2 m, localmente caratterizzato da processi di erosione di fondo e laterale.



Figura 1 - Alveo a monte di Via Villarbasse.



Figura 2 – Alveo immediatamente a monte di Via Villarbasse.

Al piede del versante, immediatamente a monte di Via Villarbasse (S.P. n. 184), assume una debolissima incisione, inferiore a 1 m, per poi a tornare a essere progressivamente inciso più a valle. In Via Rivalta le sponde presentano altezze comprese tra 4 e 6 m.



Figura 3 – Attraversamento di Strada Rivalta visto da valle.

Più a valle, nel territorio comunale di Rivalta T.se, *“La sezione del Garosso di Rivoli ha una larghezza di 3-5 m con sponde alte 1.5-2.5 m”* (Bortolami - Di Molfetta s.r.l. & Anselmo Associati (2012).

Il Rio Garosso confluisce nel T. Sangone circa 1 km a Sud dell'Ospedale San Luigi di Orbassano.

Nel territorio comunale di Rivoli non sono noti fenomeni di esondazione imputabili a tale corso d'acqua, mentre sono stati individuati e perimetrati dissesti in prossimità dell'Ospedale San Luigi e in località San Vittore, ad Est di Rivalta (Bortolami - Di Molfetta s.r.l. & Anselmo Associati (2012).

Il P.R.G.C. vigente di Rivoli individua una fascia di rispetto di 50 m da entrambe le sponde a valle della S.P. n. 184 Rivoli-Corbiglia, che nella presente variante generale viene cautelativamente mantenuta e pertanto non si procede a ulteriori verifiche.

3.0 TETTI NEIROTTI

Nel progetto di fattibilità tecnica ed economica relativo agli *Interventi di mitigazione del rischio idrogeologico e messa in sicurezza dell'abitato di Rivoli* a firma dell'Ing. C. Amore e dell'Ing. R. Sesenna di SRIA S.R.L. (2018), sono state individuate aree soggette ad allagamenti da parte della rete viaria che funge da collettore delle acque di ruscellamento provenienti dalle pendici del versante meridionale della collina morenica: *“L'area è soggetta a processi di ruscellamento concentrato con interessamento della viabilità e delle abitazioni. Oltre alla portata liquida, la problematica riscontrata è legata al trasporto solido in sospensione ed il conseguente rilascio della frazione solida nel sistema fognario provocando forti criticità alla rete di deflusso riducendone la capacità e compromettendo i sistemi di raccolta (griglie, fossi e canalette). La zona è caratterizzata da ampie superfici agricole poste ad una quota superiore rispetto alla rete viaria la quale in conseguenza a ciò diventa il recapito delle acque di ruscellamento superficiale, veicolando la portata solida e liquida all'interno del centro abitato di Tetti Neirotti fino al deposito in corrispondenza della zona maggiormente depressa della frazione.”*



Foto 1 – Strada Vecchia di Rivoli, tratto iniziale che in occasione di eventi pluviometrici intensi diventa veicolo di portata liquida e solida.

Figura 4 – Foto tratte da SRIA S.R.L. (2018).



Foto 2 – Strada Vecchia di Rivoli: le griglie risultano inadeguate a convogliare la portata nella rete fognaria mista a causa della cospicua presenza di materiale solido che ostruisce i manufatti.



Foto 3 – Evidenti tracce di allagamenti e depositi di materiale.

Figura 5 – Foto tratte da SRIA S.R.L. (2018).

I Progettisti riassumono le criticità idrogeologiche nel modo seguente:

- eventi meteorologici intensi provocano un importante fenomeno di ruscellamento di terreni agricoli e viabilità agro-pastorale, con conseguente asportazione di materiale;
- la rete viaria (via Vecchia di Rivoli), posta ad una quota inferiore, si trasforma in un vero e proprio canale inciso che trasporta il materiale solido e liquido in direzione del centro abitato;
- le caditoie presenti lungo le strade comunali risultano intasate in breve

tempo dal materiale solido inerte e vegetale trasportato. In corrispondenza dell'abitato le pendenze degradano, si riduce la capacità di trasporto solido della corrente e avviene il deposito con conseguente allagamento di cantine e interrati e blocco della viabilità.



Figura 3 - Strada Vecchia di Rivoli in seguito ad un evento meteorico e ostruzione delle caditoie del sistema fognario misto.

Figura 6 – Foto tratta da SRIA S.R.L. (2018).

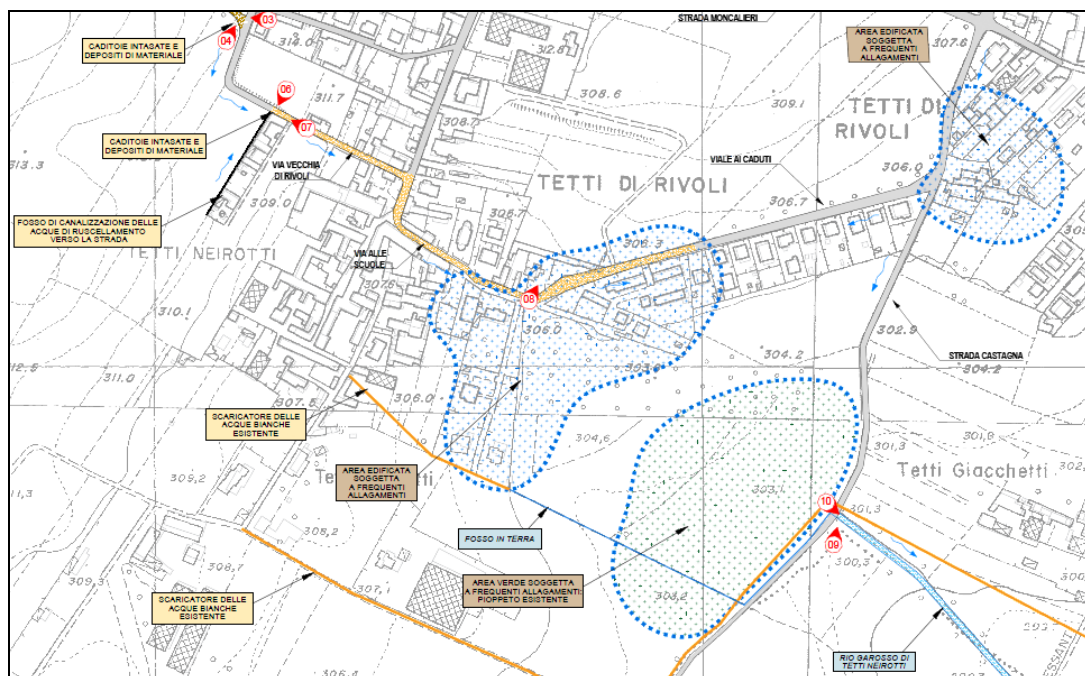


Figura 7 – Stralcio dall'elaborato 10 - *Planimetria stato attuale e quadro delle criticità* (SRIA S.R.L., 2018).

Inoltre (SRIA S.R.L., 2018) perimetrano, anche sulla base delle indicazioni dei Tecnici comunali, due areali di esondazione presso Viale ai Caduti e Via alla Chiesa e un'area di ristagno delle acque meteoriche alla testata del rio denominato localmente "Garossetto".

Attualmente è stata predisposta la progettazione esecutiva del primo lotto (SRIA S.R.L., 2021) nell'abitato di Tetti Neirotti, da cui si riportano nel seguito ampi stralci delle analisi idrologiche e idrauliche condotte.

3.1 VALUTAZIONI IDROLOGICHE

In considerazione delle criticità idrogeologiche individuate, è stato analizzato il fenomeno assumendo che l'asta principale del bacino idrografico sia costituito dalla rete viaria che raccoglie pertanto il deflusso della superficie di ruscellamento afferente. Sono state inoltre individuate n. 3 sezioni di chiusura di sottobacini in corrispondenza delle vasche di laminazione in progetto.

Tabella 1 – Caratteristiche principali dei bacini idrografici.

Bacino	Recapito	Superficie [km ²]	Perimetro [km]	Lunghezza asta [km]	Quota max asta [m s.l.m.]	Quota max [m s.l.m.]	Quota media [m s.l.m.]	Quota chiusura [m s.l.m.]	i media asta
01	Vasca 01	0,20	2,45	1,16	318	333	323	312	0,005
02	Vasca 01	0,04	1,13	0,51	317	326	319	312	0,010
03	Vasca 02	0,11	1,45	0,59	312	320	315	310	0,003
Bacino completo		<i>0,35</i>	<i>2,98</i>	<i>1,28</i>	<i>318</i>	<i>333</i>	<i>321</i>	<i>310</i>	<i>0,006</i>

Figura 8 – Caratteristiche dei bacini idrografici (SRIA S.R.L., 2021).

Al fine di descrivere la risposta del bacino ad eventi meteorici sono stati calcolati il numero di curva adimensionale CN (*runoff curve number*) e il tempo di corrivazione Tc.

Il CN è un indice di ritenzione potenziale del suolo, che dipende dalla pedologia, dal tipo e grado di copertura del suolo e dal grado di umidità iniziale del terreno. Per il caso specifico è pari a 82.

Per quanto concerne il tempo di corrivazione Tc, sono stati utilizzati i metodi maggiormente noti in Letteratura e di questi, al fine di quantificare la durata dell'idrogramma di piena, è stato adottato il valore medio corretto riferito alle sezioni di chiusura in corrispondenza delle vasche di laminazione in progetto.

Tabella 4 – Calcolo del Tc

Bacino	Recapito	Kirpich (h)	Pasini (h)	Pezzoli (h)	Ventura (h)	Media (h)	Media (min)
01	Vasca 01	0,56	0,92	0,88	0,79	0,79	47
02	Vasca 01	0,23	0,31	0,28	0,27	0,27	16
03	Vasca 02	0,39	0,74	0,55	0,71	0,60	36

Figura 9 – Tempi di corrivazione (SRIA S.R.L., 2021).

Per la determinazione delle curve di possibilità pluviometrica i Progettisti hanno fatto riferimento ai valori dei parametri di celle omogenee della rete dell'Atlante delle Piogge dell'Arpa Piemonte.

Tabella 5 – Valori di a ed n relativi al bacino completo.

	Coeff.	Tempo di ritorno in anni						
		2	5	10	20	50	100	200
Bacino completo	a	25,79	34,88	40,92	46,70	54,18	59,79	65,37
	n	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309

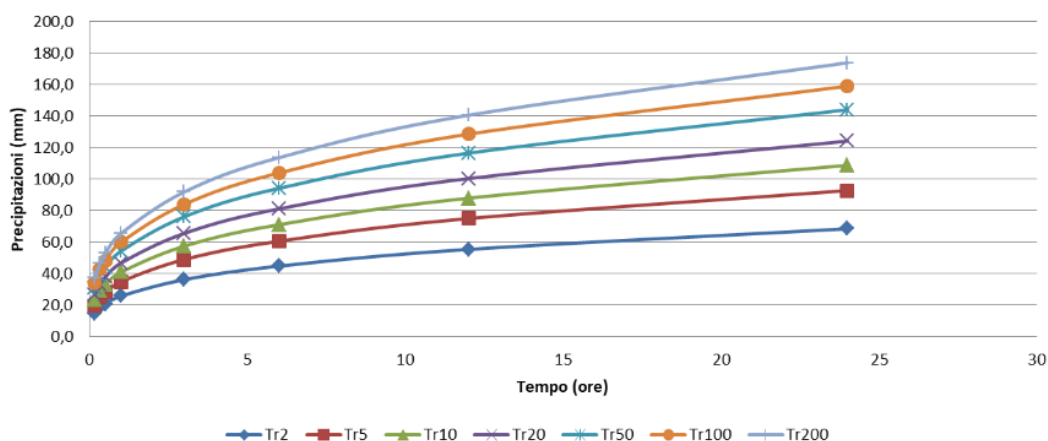


Figura 6 – Curve di possibilità pluviometrica per il bacino completo per Tr2-Tr200

Figura 10 – Curve di possibilità pluviometrica (SRIA S.R.L., 2021).

È stato ritenuto adeguato il calcolo della portata di piena in riferimento ad un tempo di ritorno pari a 20 anni (Tr20) congruente con i parametri adottati per il dimensionamento della rete di smaltimento delle acque bianche da parte delle Società di gestione.

Per determinare i valori di portata alle sezioni considerate è stato definito lo ietogramma della pioggia di progetto avente andamento triangolare detto “di Chicago”.

Successivamente sono stati calcolati i valori di portata utilizzando sia il metodo razionale che il metodo afflussi-deflussi, che peraltro hanno fornito risultati confrontabili.

Tabella 9 – Sintesi dei risultati per il calcolo della portata al colmo di piena per TR20 dei diversi bacini – Metodo Razionale e modello afflussi deflussi

BACINO	METODO RAZIONALE	AFFLUSSI-DEFLUSSI HEC-HMS
01	1,1	1,2
02	0,4	0,3
03	0,7	0,7
Vasca 1	-	1,2

Figura 11 – Confronto tra metodo razionale e afflussi-deflussi (SRIA S.R.L., 2021).

3.2 VALUTAZIONI IDRAULICHE

I progettisti (SRIA S.R.L., 2021) hanno ritenuto maggiormente rappresentativi i risultati delle simulazioni condotte con il modello afflussi-deflussi e pertanto hanno effettuato le verifiche idrauliche facendo riferimento a questi ultimi. Tali verifiche hanno permesso di definire gli interventi in progetto, che prevedono la realizzazione di opere funzionali alla sedimentazione, laminazione ed al convogliamento delle portate liquide al recettore finale per eventi pluviometrici intensi che possono interessare i bacini di riferimento individuati in località Tetti Neirotti.

Sulla base del volume dell'idrogramma atteso, della relativa portata di picco e della massima portata compatibile con lo stato attuale della rete di collettamento fognario, è stato identificato il volume di prima approssimazione che caratterizza complessivamente le vasche. A tale scopo è stata utilizzata la formula di Marone considerando un evento meteorico con tempo di ritorno pari a 20 anni.

La stima dei volumi invasabili per le due nuove vasche di laminazione “è stata effettuata considerando un battente idrico massimo rispetto al fondo delle vasche in progetto. Inoltre la valutazione dell'ingombro delle opere in progetto è stato frutto dell'equilibrio tra diversi fattori quali la superficie di terreno a disposizione, le quote di scarico ed i volumi di scavo risultando quanto riportato in Tabella 11 il migliore compromesso

[...]

In conclusione si prevede che per un evento meteorico con Tr20, le due vasche previste siano in grado di laminare le portate in ingresso e consentire l'immissione in rete di portate compatibili con la massima capacità della rete fognaria tramite l'esclusivo funzionamento degli scarichi di fondo. Nell'eventualità in cui questi siano per qualsiasi motivo otturati entreranno in funzione i rispettivi sfioratori di sicurezza, tarati anch'essi al fine di convogliare in rete portate compatibili con recapito finale. Tuttavia in caso di eventi con Tr maggiori tale condizione non può essere garantita, poiché la portata tracimante gli sfioratori di sicurezza andrebbe a sommarsi a quella proveniente dallo scarico di fondo superando la capacità di smaltimento della rete fognaria, per tale motivo si propone l'installazione di paratoie a monte delle tubazioni in modo da regolare la massima immissione nelle condotte pari al 70% del loro riempimento. In tali condizioni, al fine di garantire che si verifichi l'allagamento dei terreni agricoli posti ad est rispetto alle vasche prioritariamente rispetto a via Vecchia di Rivoli, il progetto prevede l'adeguamento dell'argine a ridosso della strada ad una quota maggiore rispetto a quello dei terreni agricoli, invariato rispetto al piano campagna attuale" (SRIA S.R.L., 2021).

Tabella 11 – Volume invasabile disponibile per la soluzione di progetto

<u>BACINO di sedimentazione e laminazione</u>	<u>STIMA del volume invasabile delle vasche in progetto (m³)</u>	<u>Battente idrico massimo (m)</u>
BACINO 1	1'880	1,50
BACINO 2	1'120	1,40
VOLUME COMPLESSIVO DISPONIBILE PER LA LAMINAZIONE	2'940	

Figura 12 – Volumi invasabili delle vasche in progetto (SRIA, 2021).

Poiché secondo le verifiche idrauliche condotte da SRIA S.R.L. (2018) gli areali di esondazione sono riferibili a portate per tempi di ritorno di 20 anni, in analogia con i dissesti torrentizi del PAI e del PGRA sono stati attribuiti cautelativamente livelli di pericolosità H o molto elevata: “Con specifico riferimento all'intervento n. 1 (Tetti Neirotti), negli elaborati grafici sono state perimetrate le aree soggette a frequenti allagamenti con un tempo di ritorno sicuramente inferiore ai 20 anni, comunque assimilabile ad eventi di breve durata e forte intensità alle quali è possibile attribuire una probabilità di alluvioni elevata – H (in conformità con la classificazione fornita dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni - P.G.R.A.)”.

4.0 VIA REANO

Nel progetto di fattibilità tecnica ed economica relativo agli *Interventi di mitigazione del rischio idrogeologico e messa in sicurezza dell'abitato di Rivoli* a firma dell'Ing. C. Amore e dell'Ing. R. Sesenna di SRIA S.R.L. (2018), sono state individuate n. 3 aree soggette ad allagamenti da parte della rete viaria che funge da collettore delle acque di ruscellamento provenienti dal versante settentrionale della collina morenica. Pertanto, nell'ambito della progettazione, vengono effettuate le specifiche analisi idrologiche e idrauliche relativi a tali siti.



Foto 4 – Processi erosivi lungo gli impluvi convogliano ingenti quantità di materiale fine in sospensione intasando griglie e canalette.

Figura 13 – Foto tratte da SRIA (2018).

I Progettisti riassumono le criticità idrogeologiche nel modo seguente:

- *“gli eventi meteorologici intensi provocano un importante fenomeno di ruscellamento di terreni con conseguente asportazione di materiale;*
- *la rete viaria (via Reano e via Monginevro) canalizzano le acque in direzione di valle attraversando le zone urbanizzate;*
- *la rete di smaltimento delle acque bianche presente non sembra essere sufficiente allo smaltimento della portata liquida fluente lungo le strade.*

Il bacino di laminazione esistente, realizzato alcuni anni fa, non sembra svolgere

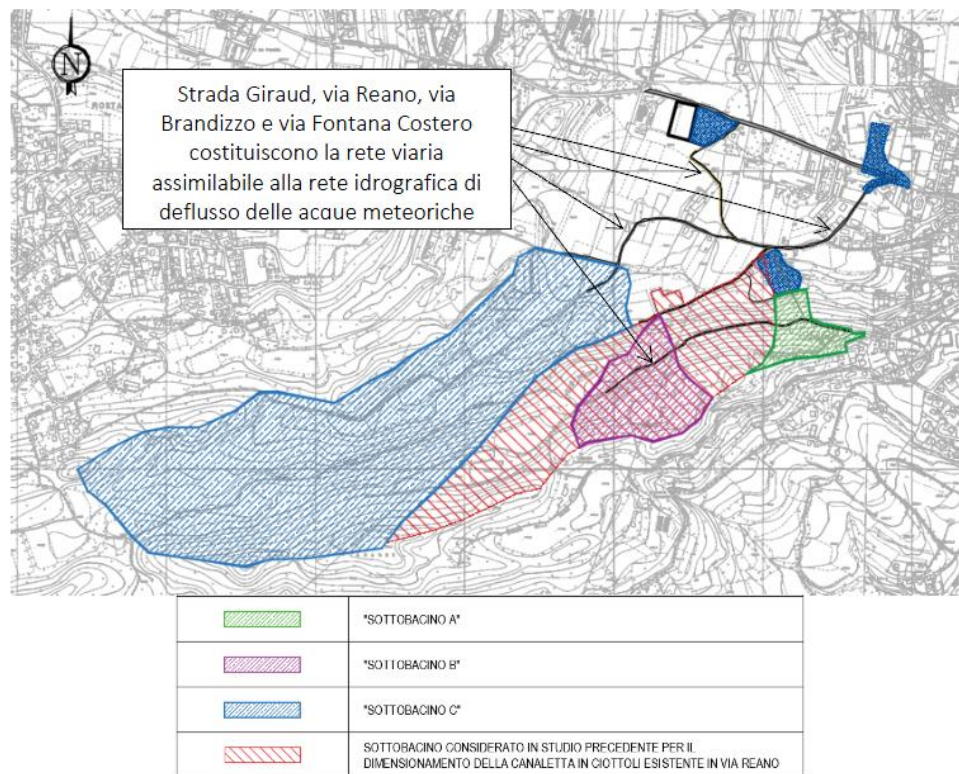


Figura 4 – Intervento 2 – via Reano: Bacino idrografico di riferimento e reticolo di deflusso. Si evidenziano anche le aree soggette ad allagamenti.

Figura 15 – Sottobacini analizzati da SRIA (2018).

Tabella 1 – Caratteristiche principali dei bacini idrografici.

Sottobacino	Superficie [km ²]	Perimetro [km]	Lunghezza asta [km]	Quota max asta [m s.l.m.]	Quota max [m s.l.m.]	Quota media [m s.l.m.]	Quota chiusura [m s.l.m.]	i media asta	i media bacino
1 - Tetti Neirotti	0,31	2,85	0,60	318	332	321	310	0,01	0,04
2 - Via Reano - A	0,04	1,14	0,27	450	490	450	410	0,15	0,30
2 - Via Reano - B	0,11	1,43	0,23	450	490	453	415	0,15	0,33
2 - Via Reano - C	0,80	4,62	1,93	455	520	458	395	0,03	0,06

Figura 16 – Caratteristiche dei bacini (SRIA S.R.L., 2018).

Al fine di descrivere la risposta del bacino ad eventi meteorici sono stati calcolati il numero di curva adimensionale CN (*runoff curve number*) e il tempo di corrivazione Tc.

Il CN è un indice di ritenzione potenziale del suolo, che dipende dalla pedologia, dal tipo e grado di copertura del suolo e dal grado di umidità iniziale del terreno. Per il caso specifico è pari a:

- 65 per il sottobacino A;
- 70 per il sottobacino B;
- 58 per il sottobacino C.

Per quanto concerne il tempo di corrivazione T_c , sono stati utilizzati i metodi maggiormente noti in Letteratura e di questi, al fine di quantificare la durata dell'idrogramma di piena, è stato adottato il valore medio corretto riferito alle sezioni di chiusura in corrispondenza delle vasche di laminazione in progetto.

Tabella 4 – Calcolo del T_c

Bacino	Giandotti (h)	Viparelli (h)	Kirpich (h)	Pasini (h)	Pezzoli (h)	Ventura (h)	SCS (h)	Media (h)	Media corretta (h)
1 - Tetti Neirotti	0,25	0,13	0,23	0,53	0,28	0,61	0,41	0,35	0,34
2 - Via Reano - A	0,07	0,06	0,05	0,06	0,04	0,07	0,13	0,07	0,06
2 - Via Reano - B	0,10	0,05	0,04	0,08	0,03	0,11	0,11	0,07	0,08
2 - Via Reano - C	0,40	0,41	0,42	0,71	0,60	0,64	1,15	0,62	0,56

Figura 17 – Tempi di corrivazione (SRIA S.R.L., 2018).

Per la determinazione delle curve di possibilità pluviometrica i Progettisti hanno fatto riferimento ai valori dei parametri di celle omogenee della rete dell'Atlante delle Piogge dell'Arpa Piemonte.

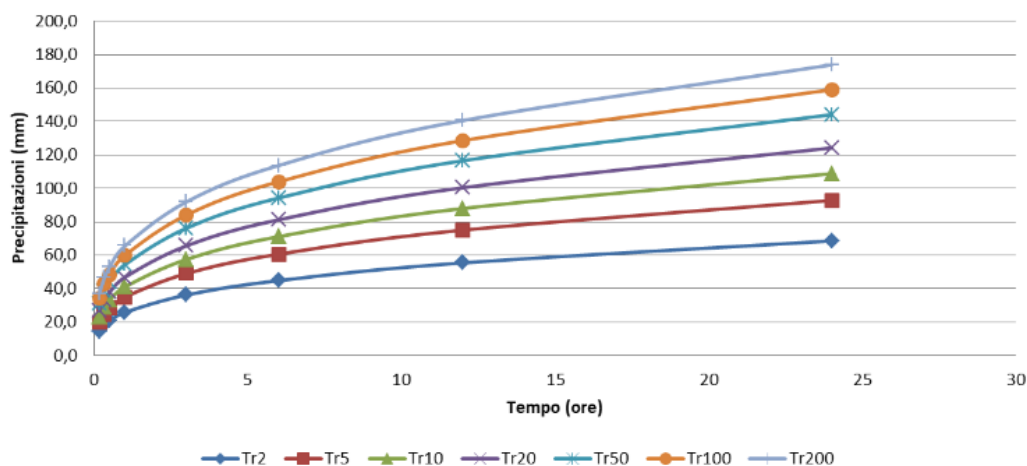


Figura 9 - Curve di possibilità pluviometrica per il sottobacino 2 – Via Reano per Tr2-Tr200

Figura 18 – Curve di possibilità pluviometrica (SRIA S.R.L., 2018).

Per l'intervento 2 – Via Reano si è fatto riferimento ad un tempo di ritorno pari a 100 anni (Tr100).

Per determinare i valori di portata alle sezioni considerate è stato definito lo ietogramma della pioggia di progetto avente andamento triangolare detto “di Chicago”.

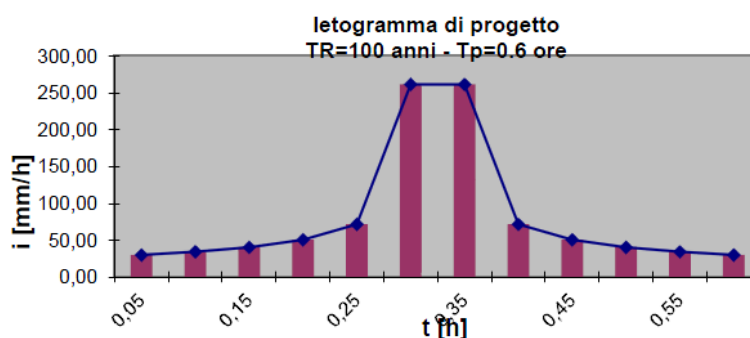


Figura 11 - Intervento 2 – Via Reano - Ietogramma Chicago definito in base ai coefficienti a ed n per Tr_{100} e un tempo di pioggia pari a 0,6 h

Figura 19 – Ietogramma di progetto (SRIA S.R.L., 2018).

Successivamente sono stati calcolati i valori di portata applicando il modello di trasformazione afflussi-deflussi mediante l'utilizzo del software HEC-HMS.

Tabella 6 – Portate di piena calcolate col metodo afflussi – deflussi.

Bacino	Q_{20} (m ³ /s)	Q_{100} (m ³ /s)
1 – Tetti Neirotti	2,1	/
2 - Via Reano - A		0,8
2 - Via Reano - B		1,3
2 - Via Reano - C		2,0
2 – Tratto ABC (vasca di laminazione)		2,5

Figura 20 – valori di portata calcolati con il metodo afflussi-deflussi (SRIA S.R.L., 2018).

6.2 VALUTAZIONI IDRAULICHE

Sulla base dei valori di portata così ottenuti è stato effettuato il dimensionamento dei collettori in progetto, facendo riferimento alla formula di Chezy: “Si è proceduto al calcolo della portata massima smaltibile da collettori in PP con K_s assunto pari a 0,011, con una percentuale di riempimento del 70%, indicando anche la portata

massima eccezionale nel caso di riempimento del 90%. In Tabella 10 si riportano i risultati ottenuti per ogni tratto”.

Tabella 10 – Suddivisione in tratti e valore della pendenza assunta costante per ogni tratto e dimensionamento dei collettori oggetto dell'intervento.

tratto	Lunghezza [m]	Pendenza i [m/m]	PROGETTO		
			Φ [m]	$Q_{70\%}$ [m ³ /s]	$Q_{90\%}$ [m ³ /s]
A3	277	0,068	0,50	1,0	1,3
A4	441	0,009	0,70	0,9	1,2
B2	160	0,037	0,60	1,3	1,6
C1	95	0,010	0,80	1,5	2,0
BC	218	0,018	0,80	2,1	2,7
BC	218	0,013	0,90	2,4	3,1
ABC	60	0,033	0,80	2,7	3,4

Figura 21 – Caratteristiche dimensionali collettori in progetto (SRIA, 2018).

Poiché secondo le verifiche idrauliche condotte da SRIA S.R.L. (2018) gli areali di esondazione sono riferibili a portate per tempi di ritorno di 20 anni, in analogia con i dissesti torrentizi del PAI e del PGRA sono stati attribuiti cautelativamente livelli di pericolosità H o molto elevata: *“Analogamente all'intervento n. 1, anche per quanto riguarda l'intervento di via Reano e via Rosta sono state perimetrare le aree soggette a frequenti allagamenti con un tempo di ritorno sicuramente inferiore ai 20 anni, comunque assimilabile ad eventi di breve durata e forte intensità quali è possibile attribuire una probabilità di alluvioni elevata – H (in conformità con la classificazione fornita dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A))”.*

La proposta progettuale di SRIA (2018) considera anche altri interventi di riassetto territoriale preesistenti, al fine di integrarli o migliorarne la funzionalità:

- “Realizzazione del bacino di laminazione in via Rosta” commissionato dal Comune di Rivoli;
- “Sistemazione strada di accesso alla cabina n. 124 in Comune di Rivoli” realizzato da SNAM RETE GAS.

In sintesi si prevede:

- sistemazione dei due impluvi che originano da via Fontana Costero mediante la realizzazione di briglie in legname e pietrame atte a ridurre la

velocità di ruscellamento contrastare l'erosione;

- realizzazione, in corrispondenza dei due impluvi sopra citati, di due vasche di sedimentazione e raccolta che consentano di dissipare l'energia, sedimentare il materiale trasportato e convogliare la portata liquida ai nuovi collettori in progetto;
- realizzazione della rete di collettamento mediante tubazioni interrate poste in corrispondenza della attuale viabilità che convogli le acque proveniente dal ruscellamento dei bacini individuati sino al bacino di laminazione esistente di via Rosta.

5.0 VIA ISONZO

Come descritto nel progetto di fattibilità tecnica ed economica relativa agli *Interventi di mitigazione del rischio idrogeologico e messa in sicurezza dell'abitato di Rivoli* a firma dell'Ing. C. Amore e dell'Ing. R. Sesenna di SRIA S.R.L. (2018), *“La problematica di Via Isonzo è legata alle caratteristiche della rete di raccolta delle acque urbane di precipitazione che gravano sulla rete fognaria mista mandando in crisi il sistema in particolare nell'area morfologicamente più depressa, dove sono presenti i campi da tennis. In passato veniva utilizzato un bacino di laminazione che tuttavia non è adatto, senza opportuni interventi che lo rendano in grado di operare una fitodepurazione, alla raccolta di acque provenienti dalla fognatura mista. La ricerca della soluzione tecnica ottimale ha necessitato il confronto con i tecnici SMAT con i quali è stato condotto un sopralluogo congiunto; è stato quindi possibile di verificare alcuni elementi che, almeno in questa prima fase di progetto di fattibilità tecnico-economica, permettono di individuare la possibile risoluzione della problematica. Elemento fondamentale è stata la conferma della presenza di un condotto in galleria che scarica parte delle acque della rete mista, sotto forma di troppo pieno, nella Bealera, delle sue condizioni di funzionalità e continuità. In particolare è stata svolta una prima parte di video-ispezione e controllo con canal-jet per assicurarsi la continuità del condotto in galleria esistente che si ritiene opportuno consolidare/risanare al fine di utilizzarlo alla massima efficienza e possibilità. Il canale esistente, che nella prima parte è a sezione circolare ϕ 1200, mentre nel tratto terminale è a sezione composta di dimensioni maggiori (h circa 180 cm) e si presenta almeno per la parte che è stata oggetto di video ispezione in buone condizioni. Il tratto finale, ispezionato visivamente, è parzialmente usurato e danneggiato sul fondo. Lo scarico in Bealera è idraulicamente svincolato da un salto di fondo che impedisce che il canale venga rigurgitato.”*

Anche per l'intervento di via Isonzo, i Progettisti di SRIA (2018) hanno perimetrato *“aree soggette a frequenti allagamenti che interessano le aree dei campi da tennis in occasione di eventi di breve durata e forte intensità quali è possibile attribuire una probabilità di alluvioni elevata – H (in conformità con la classificazione fornita dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni - P.G.R.A.)”*.

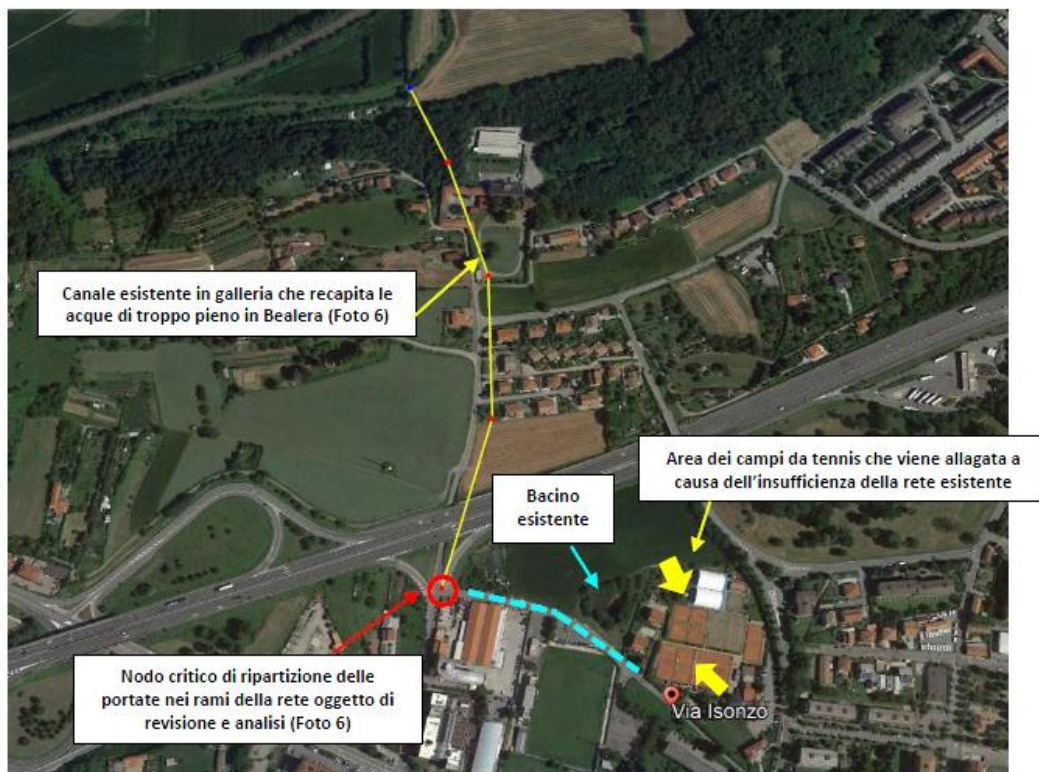


Figura 7 – Via Isonzo: inquadramento generale.

Figura 22 – Inquadramento delle criticità di Via Isonzo tratto da SRIA (2018).



Foto 6 – Nodo di ripartizione, tratto terminale del canale di troppo pieno e scarico in Bealera.

Figura 23 – Foto tratte da SRIA (2018).

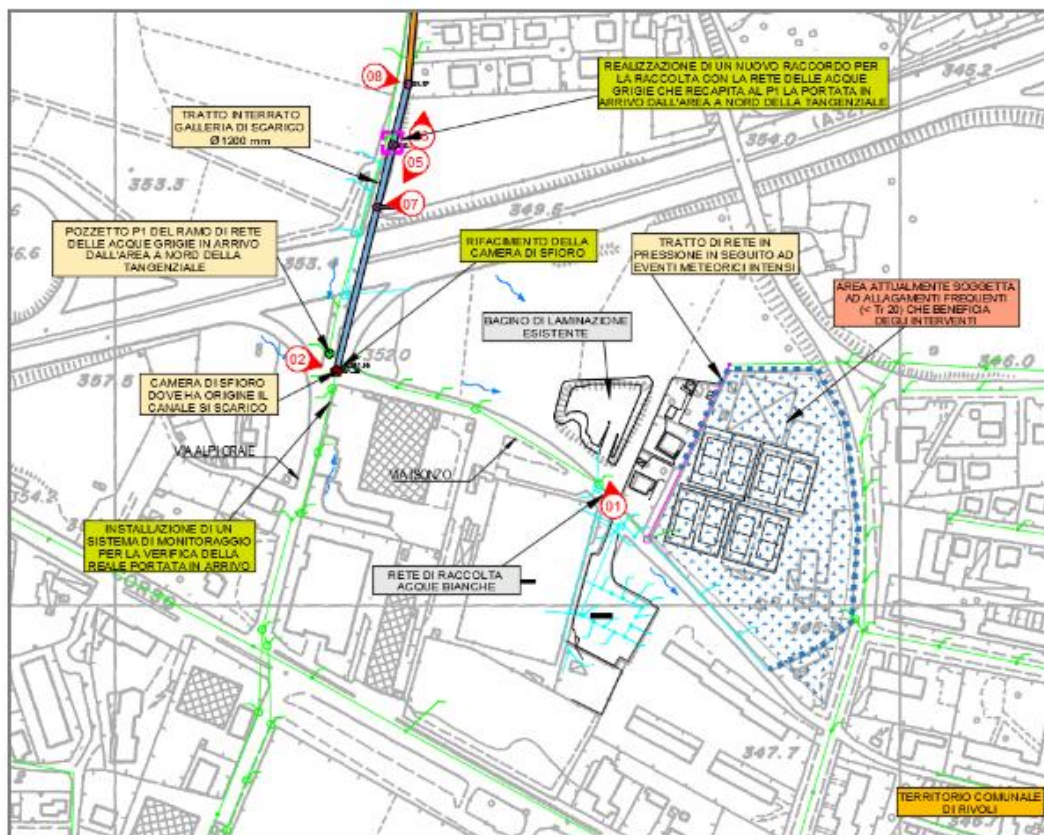


Figura 8 - Estratto dell'elab. 15 – Quadro delle criticità e planimetria di progetto. Sono evidenziate le aree soggette ad allagamenti in accordo con la documentazione fotografica riportata e quanto indicato dai tecnici comunali.

Figura 24 – Area di esondazione individuate da SRIA (2018).

6.0 VILLA MELANO

Come descritto nel progetto di fattibilità tecnica ed economica relativa agli *Interventi di mitigazione del rischio idrogeologico e messa in sicurezza dell'abitato di Rivoli* a firma dell'Ing. C. Amore e dell'Ing. R. Sesenna di SRIA S.R.L. (2018), *“Il presente lotto fa riferimento agli interventi progettati dall'ing. Tuberga (Geo sintesi, 2016) nell'ambito dello “Studio geologico e idrologico-idraulico in seguito a nubifragio nel sito di Via Melano area albergo e parco pubblico”, qui sinteticamente richiamati e proposti nell'ambito del Progetto complessivo. La problematica è relativa alla regimazione delle acque superficiali nella zona del Parco Pubblico e di Villa Melano, interessata da dissesti a seguito di eventi temporaleschi intensi. In generale si riscontra una insufficienza idraulica del tratto fognario a valle del muro di cinta del Parco di competenza di Villa Melano per le portate massime attese per un tempo di ritorno di 50 anni connesse ad eventi di breve durata”*.

Nelle *“Schede sugli effetti e sui danni indotti da fenomeni di instabilità naturale”* relative al territorio comunale (Arpa Piemonte, 2006) e del GeoPortale dell'Arpa Piemonte (2021) è presente una segnalazione di dissesto relativa all'evento alluvionale del 5-6 Novembre 1994. Inoltre, l'area risulta interessata dagli effetti di un evento temporalesco dell'Agosto 2013 (Arpa Piemonte, 2013).

Nell'ambito del Rapporto di Evento di ARPA Piemonte (2013) intitolato *“Eventi temporaleschi del agosto 2013”* viene documentato sotto il profilo meteo climatico-idrologico l'evento di massima intensità che ha interessato la zona oggetto di studio. L'evento è dovuto al transito di una cella temporalesca evolutasi a partire dalla Valle di Susa verso l'area torinese che ha raggiunto il settore dell'Anfiteatro morenico di Rivoli-Avigliana intorno alle 15.

Da un punto di vista idrologico, l'evento è stato caratterizzato come illustrato nella tabella, dalla quale si evincono massimi orari mediamente prossimi o superiori ai 40 mm.

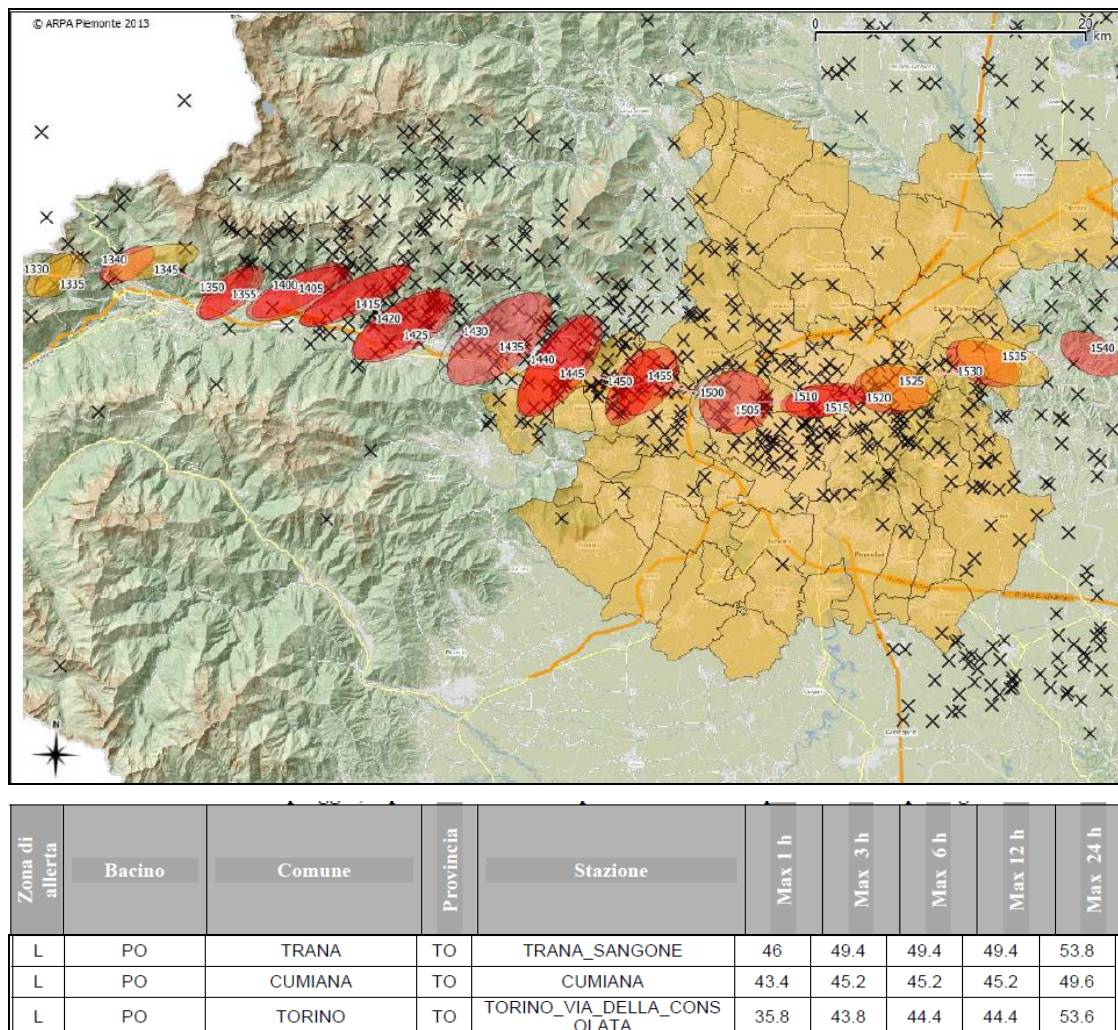


Figura 25 – Estratti da Arpa Piemonte (2013).

L'intenso ruscellamento superficiale diffuso ha determinato la formazione di un'onda di piena che non è stata smaltita dal punto di recapito esistente altimetricamente inferiore nella zona del Parco di Villa Melano e dell'adiacente area di cantiere nella proprietà omonima. Il rigurgito del manufatto di imbocco del canale in sotterraneo verso Vicolo San Pietro ha determinato il cedimento di parte del muro perimetrale della Villa Melano con conseguenti allagamenti localizzati con danni al civico 16A.

Nel seguito si riportano fotogrammi acquisiti dai progettisti dell'Albergo Villa Melano nel corso dello svolgimento dell'incarico, a testimonianza dell'occlusione verificatasi a monte del tratto ricoperto del canale di drenaggio una volta attivo a valle del Parco.



Figura 26 – Occlusione, in corso di evento, del manufatto di attraversamento (in rosso) a monte del muro perimetrale di valle della proprietà Albergo di Villa Melano.



Figura 27 - Allagamento della vasca di calma a valle del muro perimetrale di valle della proprietà Albergo di Villa Melano; il manufatto si trova nell'area di proprietà del civico 16A di Vicolo San Pietro, circa 2 metri più in basso della sommità del muro perimetrale.

6.1 VALUTAZIONI IDROLOGICHE

Sono innanzitutto stati individuati i sottobacini afferenti al punto di recapito presente a valle del bacino in studio allorquando si verificano eventi meteorologici intensi ed impulsivi. La definizione areale dei suddetti deriva, oltre che dagli aspetti morfologici propri dell'area da considerazioni di ordine amministrativo: il bacino meridionale (contornato in giallo) risulta in capo dell'Amministrazione Pubblica della Città mentre il bacino settentrionale (contornato in verde) risulta in capo alla Società costruttrice dell'erigendo Albergo Melano. Sull'immagine è inoltre segnata, con la linea tratteggiata in giallo e nero, la porzione dell'area sui cui si sviluppa Villa Melano (il cui bacino è contornato in azzurro) che drena le acque direttamente verso i recapiti esistenti lungo la via Melano, secondo il sistema di drenaggio – in parte esistente ed in parte in progetto - segnato con le frecce in blu.



Figura 28 - Delimitazione dei bacini nell'area del Parco Melano e dell'omonima Villa. In rosa il punto di recapito più depresso delle acque nell'area del Parco pubblico. In arancione il ricettore esistente di convogliamento al sistema fognario di via del Parco.

Il bacino 1 (delimitato in giallo) raccoglie le acque provenienti da gran parte del Parco Melano convogliandole verso il punto di maggior depressione relativa

indicato dal punto in colore rosa posto in corrispondenza del confine di proprietà con la Villa Melano ed è delimitato a Nord-Ovest dal muro che lo separa dal parco di San Grato.

Anche il bacino 2 (delimitato in verde) segue la direttrice del muro esistente tra i due parchi, ma esso drena le acque della porzione Nord-Orientale del parco Melano e parte delle acque che si sviluppano sull'area della Villa Melano.

I bacini hanno un'estensione complessiva di circa 3 ettari; nel dettaglio il sottobacino delimitato in giallo (nel seguito denominato bacino_1) copre un'area di 16500 m², mentre il sottobacino delimitato in verde (nel seguito denominato bacino_2) copre un'area leggermente inferiore e pari a 13650 m².

Lo studio si è concentrato sui settori di competenza del punto di recapito delle acque
segnato
in



Figura 28, escludendo l'apporto di volumi idrici da parte della porzione sita più a Nord, comprendente parte del parco di San Grato, in quanto recapitante le acque all'interno della rete che si sviluppa ai piedi del parco stesso, lungo Viale Papa Giovanni XXIII. Inoltre è stato escluso il contributo dato dall'area delimitata in azzurro del bacino 3, la quale, come accennato in precedenza, convoglia le acque direttamente verso i recapiti esistenti lungo la via Melano (fognatura diametro 300 mm).

Dal punto di vista idrologico il bacino idrografico in esame ha le caratteristiche tipiche di un bacino collinare, con influenza delle precipitazioni nevose trascurabile, a causa della modesta altitudine. Il periodo maggiormente critico per il manifestarsi di piene gravose lungo i corsi d'acqua è compreso tra settembre e novembre anche se sono possibili fenomeni alluvionali nel periodo primaverile aprile-maggio. Per settori con superficie di qualche ettaro tuttavia il periodo di maggior criticità è quello connesso al verificarsi di eventi temporaleschi che in genere tendono a svilupparsi con maggior frequenza ed intensità nel periodo estivo.

Per una corretta valutazione delle portate di piena attese si è proceduto alla valutazione delle piogge intense nell'area in esame.

Trattandosi di un valore di portata che si sviluppa potenzialmente in seguito ad eventi di breve durata e forte intensità, è stato necessario ricavare le Curve di Possibilità Pluviometrica per piogge aventi durata inferiori all'ora, a differenza di quelle fornite dall'Autorità di Bacino del Fiume Po, le quali forniscono i parametri delle CPP per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni e durate superiori all'ora, discretizzati su un reticolo avente maglia quadrata con lato 2 km.

Si è quindi proceduto alla raccolta ed alla elaborazione dei dati pubblicati da Arpa Piemonte all'interno della Banca Dati Meteorologica per la stazione di Avigliana, la più prossima alla zona di studio. I valori raccolti per le durate di 10, 20, 30 minuti e 1 ora sono riportati nel seguito:

anno	10 minuti	anno	20 minuti	anno	30 minuti	anno	60 minuti
1991	25.4	1991	41.6	1991	51	1991	63.4
1992	20.2	1992	26.3	1992	27.3	1992	29.3
1993	17.8	1993	23.8	1993	27	1993	32.4
1994	16.9	1994	21.4	1994	23.2	1994	33.5
1995	14.8	1995	22.9	1995	26.3	1995	31
1996	18.2	1996	29.3	1996	31.3	1996	32.7
1997	11.1	1997	12.8	1997	16.7	1997	18.1
1998	20	1998	31.5	1998	36	1998	39.6
1999	11.2	1999	17	1999	21.8	1999	24
2000	15.2	2000	16.4	2000	17.2	2000	20.3
2001	20.9	2001	30.2	2001	32.3	2001	45.7
2002	13.4	2002	24.8	2002	34.2	2002	45.9
2003	20.8	2003	26.6	2003	27.6	2003	28
2004	14.6	2004	18.1	2004	18.5	2004	18.5
2005	8.3	2005	10.7	2005	11.7	2005	16.3
2006	8.7	2006	12.5	2006	13.3	2006	14.8
2007		2007		2007		2007	
2008		2008		2008		2008	
2009	10.6	2009	16.6	2009	23.5	2009	36.6

Tabella 1: massimi annui per durate inferiori e uguali all'ora

Sfruttando tali dati pubblicati si è costruito un campione indicativo delle durate inferiori all'ora e successivamente si è proceduto alla costruzione delle

corrispondenti Curve di Probabilità Pluviometrica (CPP). L'elaborazione statistica dei dati forniti dalla stazione di Avigliana ha permesso di procedere alla costruzione delle curve di possibilità pluviometrica rappresentative dell'area di interesse per diversi tempi di ritorno e qui riportate.

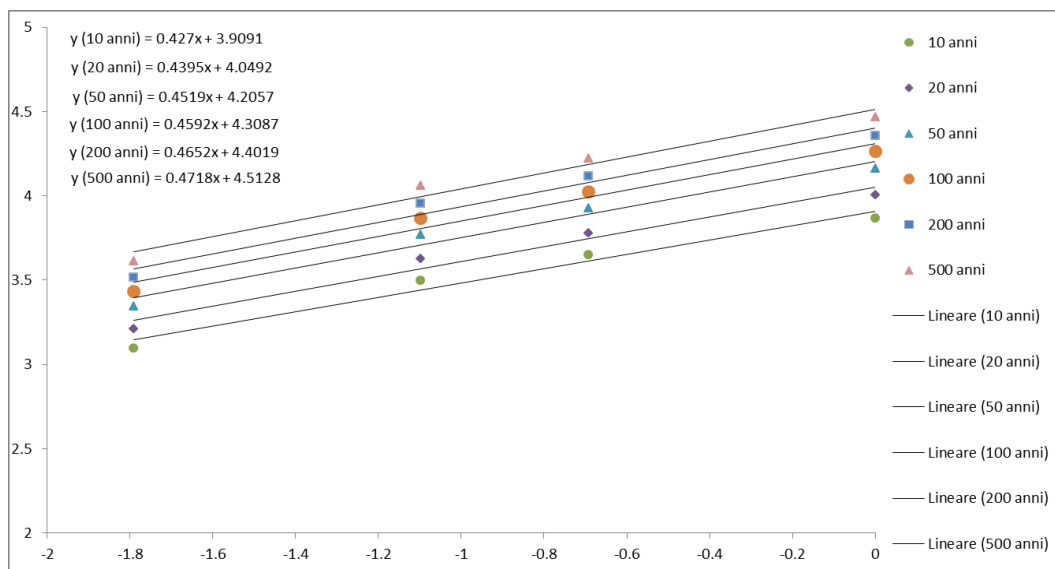


Figura 29 - CPP per durate inferiori o uguale all'ora – Stazione di Avigliana.

Tempo di ritorno	<1h
10 anni	$h = 49.85 t^{0.427}$
20 anni	$h = 57.35 t^{0.440}$
50 anni	$h = 67.07 t^{0.452}$
100 anni	$h = 74.34 t^{0.459}$
200 anni	$h = 81.61 t^{0.465}$
500 anni	$h = 91.18 t^{0.472}$

Tabella 2 - Espressioni delle CPP per durate inferiori o uguale all'ora – stazione di Avigliana

Per la determinazione della portata di progetto si è scelto dunque di adottare la CPP per durate inferiori all'ora e tempo di ritorno pari a 50 anni.

Alfine di calcolare le portate massime alla sezione di chiusura considerate, per valutarne la compatibilità con il ricettore esistente di convogliamento al sistema fognaria cittadino, sono stati utilizzati sia il metodo razionale riferito alla stazione pluviometrica presente nell'ambito del bacino idrografico di interesse che al Metodo SCS (Soil Conservation Service). Per poter giungere a valori congruenti della portata di piena di progetto è stato inoltre considerato il comportamento idraulico del settore su cui si inseriranno gli interventi, i dati di rilevamento, la

morfologia del settore collinare e dei settori ad esso limitrofi nonché alle caratteristiche generali del bacino.

Metodo razionale

Per quanto concerne i coefficienti di deflusso, stante la presenza di una coltre di copertura limoso-sabbiosa plurimetrica si è assunto un coefficiente di deflusso C pari a 0,30 per entrambi i sottobacini individuati.

Il valore del tempo di corrivazione, espresso in ore, secondo le formulazioni proposte al capitolo precedente delle quali è stata fatta una media, è riportato nella tabella seguente.

t_c	Ventura	Pezzoli	Kirpich	ore	minuti
bacino_1	0.38	0.22	0.19	0.26	15.63
bacino_2	0.35	0.21	0.19	0.25	15.02

Tabella 3 - Valori del tempo di corrivazione per i bacini delimitati.

Sulla base delle curve di possibilità climatica precedentemente determinate e del tempo di corrivazione calcolato, è possibile definire l'altezza della pioggia di progetto per un tempo di ritorno di 50 anni. I valori ottenuti sono riportati nella Tabella 4 di seguito riportata.

h_{bacino_1}	36.52	mm
h_{bacino_2}	35.86	mm

Tabella 4 - Altezze di pioggia per i bacini delimitati ($T_R = 50$ anni).

Il calcolo delle portate con il metodo cinematico ha condotto ai seguenti risultati, riportati in Tabella 5.

Q_{bacino_1}	0.19	m^3/s
Q_{bacino_2}	0.16	m^3/s

Tabella 5 - Valori di portata per i bacini delimitati ($T_R = 50$ anni) – Metodo cinematico.

Metodo S.C.S.

Il metodo del Soil Conservation Service risulta applicabile per piccoli bacini (estensione massima pari ad alcune decine di chilometri quadrati) e trova largo impiego negli USA ove è stato formulato.

I bacini oggetto di studio rientrano all'interno della categoria B: *“infiltrazione moderata, per suoli con tessitura da moderatamente fine a moderatamente grossolana, quali limi sabbiosi”* e la tipologia di uso del suolo che li caratterizza può descriversi come *“Aree a parco e di fruizione ricreativa”* per il quale il CN varia tra 61 e 69. Nel presente studio si è scelto di associare ai bacini un valore di Curve Number pari alla media dei due precedenti e quindi di 65.

Per la valutazione delle capacità potenziale d'infiltrazione S si è fatto riferimento a una condizione del terreno di tipo saturo (AMC III) utilizzando la correlazione:

$$CN_{III} = \frac{CN_{II}}{(0,43 + 0,0057 \cdot CN_{II})}$$

Il calcolo delle portate con il metodo S.C.S. ha condotto ai seguenti risultati:

Q_{bacino_1}	0.17	m ³ /s
Q_{bacino_2}	0.14	m ³ /s

Tabella 6 - Valori di portata per i bacini delimitati (TR = 50 anni) – Metodo S.C.S.

I valori di portata ricavati applicando i due diversi metodi risultano essere congrui e confrontabili, a conferma dell'adeguata scelta idrologica fatta.

In particolare per le verifiche idrauliche che saranno descritte nel seguito si è scelto di adottare i valori di portata mediati:

Q_{bacino_1}	0.18	m ³ /s
Q_{bacino_2}	0.15	m ³ /s

Tabella 7: Valori di portata di progetto per i bacini delimitati (TR = 50 anni)

Storicamente, nel punto morfologicamente più depresso della muratura perimetrale sul lato Sud-Est della Villa Melano, situato a monte dell'attuale civico 16A di Vicolo San Pietro, era presente una breccia passante in muratura ad arco, avente una larghezza di 2.20 metri per un'altezza in chiave di 80 cm circa, meglio visibile sino al 2007, che convogliava le acque di deflusso superficiale a una roggia a cielo aperto che proseguiva verso la Via del Parco.

Nel recente passato (presumibilmente anni 80-90 del secolo scorso), a seguito degli interventi di edificazione e urbanizzazione a monte di vicolo S. Pietro la roggia risulta essere stata tombata con sezione circolare in PVC di diametro nominale 315 mm.

L'attuale scarico delle acque del Parco è ora affidato ad un pozzetto di caduta che adduce ad una vasca di calma ampia circa 2 m², posta ad una quota inferiore del terreno a monte del muro, in cui trova recapito una tubazione in PVC con diametro nominale 315 mm; dalla vasca si diparte il condotto sotterraneo di pari diametro che raggiunge la fognatura in Vicolo San Pietro. Da qui il condotto, dopo aver ricevuto le acque bianche stradali e degli insediamenti urbani del Vicolo, si collega al condotto fognario di Via del Parco tramite un pozzetto di salto ben visibile in testata alla suddetta via. Su tale pozzetto si intesta una tubazione in c.a. con diametro interno di 400 mm.

Il catasto della rete fognaria non dà indicazioni circa le dimensioni del condotto esistente a monte e lungo il Vicolo S. Pietro, per cui si presume che lo stesso nell'ambito della proprietà privata mantenga le dimensioni di imbocco (PVC DN 315) e lungo la via presenti una sezione in c.a. pari a quella di sbocco.

La prima indicazione circa la rete esistente si rileva circa 100 m a valle del limite di cinta di Villa Melano, in corrispondenza della Via del Parco ove risulta presente una condotta in c.a. con diametro 600 mm disposta su una pendenza di circa il 3%. Nelle figure seguenti da monte verso valle si dà una indicazione del sistema di smaltimento delle acque attuale rilevato a valle della Villa Melano.



Figura 30 - Tracciato del condotto di raccordo tra Villa Melano e Vicolo S. Pietro.



Figura 31 - Manufatto di imbocco del tratto in sotterraneo a valle del muro perimetrale.



Figura 32 - La tubazione in PVC in uscita dal muro di cinta del parco e della villa.



Figura 33 - L'imbocco del tratto in sotterraneo a valle della vasca di calma



Figura 34: Settore di raccordo del condotto alla fognatura di Vicolo S. Pietro.



Figura 35: Settore di raccordo del condotto di Vicolo S. Pietro alla fognatura di Via del Parco.

6.2 VALUTAZIONI IDRAULICHE

Sulla base delle analisi idrologiche suddette, la massima portata addotta al recapito esistente, per un tempo di ritorno 50 anni, è stimabile per via breve in totali 350 l/s. Peraltro non si considerano gli effetti connessi ad un evento di piena quali trasporto solido o di materiale in sospensione che potrebbero influire già sul sistema di convogliamento alla rete a monte della stessa (ostruzione del recapito, formazione di invasi temporanei con successivo sfondamento, ecc.) con modificazione favorevole o sfavorevole delle portate addotte al sistema fognario esistente.

Procedendo da monte verso valle risulta che il primo tratto di collegamento con il Vicolo S. Pietro è costituito da un condotto in PVC a sezione circolare con diametro interno 300 mm disposto su una pendenza non nota.

Assumendo una pendenza limite inferiore i per il tratto collinare in esame del 3% e conoscendo la geometria ed il coefficiente di scabrezza C (secondo Strickler) del materiale della tubazione (assunto pari a 70 per condotte in PVC soggette ad incrostazioni e/o depositi), si è costruita con riferimento alla nota formula di Chézy:

$$Q = \Omega \chi \sqrt{R \cdot i}$$

dove:

Q = portata

Ω = area della sezione

c = coefficiente di scabrezza

R = raggio idraulico della sezione (area/contorno bagnato)

i = pendenza

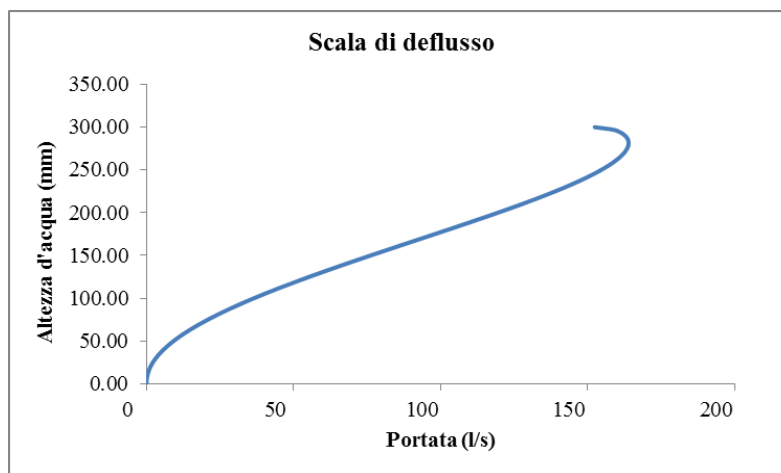


Figura 36: Scala di deflusso della tubazione di scarico delle acque in fognatura

I calcoli svolti permettono di determinare una portata massima smaltibile pari a 164 l/s. Analogamente facendo variare la pendenza si ottiene una portata massima smaltibile di 211 l/s per una pendenza del 5% e di 300 l/s per una pendenza limite superiore del 10%. È dunque verificata l'incongruenza tra portate attese e portate smaltibili dal tratto di collegamento al Vicolo S. Pietro.

Analogamente procedendo verso valle assumendo un diametro 400 mm per una pendenza limite inferiore del 3% la portata massima smaltibile risulta pari a 353 l/s, appena congruente con le portate attese.

Relativamente al condotto di Via del Parco avente diametro 600 mm, la portata massima smaltibile supera 1,0 m³/s (1000 l/s) per cui le portate attese impegneranno tale condotto per circa un terzo della sua capacità di convogliamento.

Dalle analisi idrauliche si evince una insufficienza idraulica del tratto fognario a valle del muro di cinta dell'area in studio per le portate massime attese per un tempo di ritorno di 50 anni connesse ad eventi di breve durata, quali esemplificativamente l'evento dell'agosto 2013.

A far fronte a tale insufficienza si può prevedere la riduzione delle portate addotte o l'aumento della capacità di deflusso. Stante la posizione dell'area in studio, posta alla sommità del bacino idrografico gravante sul centro edificato storico della Città, la seconda ipotesi risulta poco lungimirante, ciò pur non conoscendo lo stato della

rete e in particolare la presenza di criticità nei settori posti a valle. È evidente che una riduzione/diluizione delle portate al colmo non possono che avere un effetto benefico sulla rete nei settori di valle.

Relativamente alla prima ipotesi la riduzione delle portate massime, non potendo ovviamente incidere sul regime pluviometrico, potrebbe essere ottenuta o riducendo l'area sottesa dal bacino o imponendo un controllo sulle portate rilasciate verso la rete. La riduzione dell'area sottesa peraltro potrebbe essere praticata solo sull'area a parco pubblico, convogliando parte della rete esistente verso la Via Montelimar. Tuttavia dall'esame della cartografia della rete fognaria anche tale rete si convoglia verso la Via alle Fontane come la condotta proveniente dalla Via del Parco per cui l'effetto di mitigazione verso valle sarebbe ridotta alla sola Via del Parco e alla sottostante Via Viotti.

In definitiva si ritiene che la miglior soluzione dal punto di vista prettamente idraulico sia agire sulle portate rilasciate verso valle, peraltro congruentemente a quanto già previsto a seguito dell'evento dell'agosto 2013, con la formazione di vasche di laminazione delle piene lungo le principali vie di corrivazione superficiale sia nell'area a Parco pubblico sia nelle pertinenze della Villa Melano.

Per predimensionare il sistema di rilascio controllato delle acque meteoriche a valle dell'area in studio occorre fare riferimento alle equazioni che consentono di descrivere il fenomeno della laminazione e quindi il funzionamento idraulico di una vasca di laminazione. I fattori che influiscono nel processo di laminazione sono tre: il volume della vasca, la sua geometria e le caratteristiche della bocca di scarico.

Solitamente la geometria della vasca e le caratteristiche della bocca di scarico vengono definite a priori, salvo successivi affinamenti, quindi l'unica incognita rimane il volume che è necessario assegnare alla vasca per ridurre la portata massima in uscita al valore $Q_{u,max}$ comunque inferiore al valore della portata massima entrante $Q_{e,max}$.

I metodi utilizzati per l'individuazione della durata dell'evento pluviometrico critico e del volume da affidare alle vasche di raccolta sono:

- il metodo delle sole piogge,
- il metodo dell'invaso di Paoletti – Rege Gianas,
- il metodo cinematico di Alfonsi - Orsi.

Nel seguito si riporta la tabella riassuntiva dei valori ricavati applicando le diverse metodologie descritte nei paragrafi precedenti assumendo come portate entranti dai bacini considerati i valori definiti al paragrafo 5.3 e come portata uscente da

ogni bacino il valore 80 l/s pari a $\frac{1}{2}$ della portata smaltibile dalla tubazione esistente in corrispondenza del civico 16A di Vicolo S. Pietro.

<i>metodologia applicata</i>		<i>bacino_1</i>	<i>bacino_2</i>
delle sole piogge	θ_w	0.29 h	0.20 h
	W	104.16 m ³	73.21 m ³
cinemático Alfonsi e Orsi	θ_w	0.37 h	0.30 h
	W	65.33 m ³	37.62 m ³
invaso Paoletti e Rege Ganas	θ_w	0.64 h	0.48 h
	W	81.92 m ³	42.42 m ³
valore medio		W 83.80 m ³	51.08 m ³

Tabella 8: Volumi e tempi critici della vasca.

Nell'area del Parco Pubblico di Villa Melano sono stati ultimati nel corso del mese di dicembre 2013, e, come tali, successivi all'evento intenso di agosto 2013, importanti interventi di riqualificazione, impattanti positivamente sulla formazione dei deflussi superficiali, in grado di generare i seguenti effetti sinergici:

- rallentamento della velocità di deflusso delle acque di scorrimento superficiale;
- incremento complessivo dei tempi di corrivazione del bacino imbrifero;
- valorizzazione della capacità di infiltrazione e ritenuta idrica della zona insatura.

I primi due effetti derivano congiuntamente dall'inserimento di una cospicua serie di canalette (longitudinali e trasversali) lungo i percorsi pedonali in terra battuta, che hanno conferito un sistematico reticolo di drenaggio ben organizzato e provvisto di caditoie e tombini.



Figura 37 - Canalette di raccolta longitudinali e trasversali nel Parco di San Grato.

Il terzo effetto è stato raggiunto inserendo una serie di pozzi disperdenti di medio-largo diametro, in grado di sottrarre al deflusso superficiale un'aliquota di precipitazione volumetricamente limitata ma pur sempre utile.

La generalizzata diffusione di copertura arborea ad alto fusto rappresenta inoltre un'importante fattore di intercettazione e rallentamento dell'afflusso al suolo, (diminuzione della capacità erosiva della pioggia battente).

Per prevenire un massiccio afflusso idrico a monte del muro di contenimento di valle del Parco Pubblico, aggettante sulle abitazioni di Vicolo San Pietro, è stato inoltre realizzato un rilevato artificiale avente un'altezza in sommità superiore al metro, avente funzione di argine naturale nei confronti del deflusso laminare altrimenti indirizzato verso il manufatto suddetto.



Figura 38 - Rilevato avente funzione di intercettazione dei deflussi altrimenti diretti verso il muro di sostegno di valle del Parco

È inoltre stata provvisoriamente realizzata una vasca di laminazione in terra, in prossimità del rilevato suddetto, in prossimità dell'area di cantiere dell'Albergo di Villa Melano, con funzione di recapito dei deflussi provenienti dalla zona sovrastante del Parco. La vasca presenta un volume utile valutabile nell'ordine di grandezza di 15 m^3 , destinato ad una progressiva riduzione nel tempo in ragione del trasporto di materiale sedimentabile e da possibili cedimenti localizzati delle sponde in terra.

Nell'area di cantiere di Villa Melano, a seguito degli eventi temporaleschi dell'estate 2013, sono stati eseguiti da Villa Melano S.p.A. alcuni interventi provvisori con la finalità di migliorare le condizioni di intercettazione dei drenaggi in caso di ulteriori eventi meteo pluviometrici di elevata intensità.

Tali interventi consistono nella riprofilatura/riapertura delle canalette in terra, otturate dal trasporto di sedimenti, nell'apertura di drenaggi trasversali alla pista di cantiere, e nella realizzazione di due vasche di laminazione in terra.



Figura 39 - Vasca di laminazione provvisoria in terra nel Parco Pubblico, al limite con la zona di cantiere, a valle del rilevato di contenimento di cui alla figura precedente



Figura 40: Canalette di raccolta delle acque superficiali, a monte del muro perimetrale a valle del cantiere di Villa Melano

La vasca superiore, prossima al confine con il Parco Pubblico, presenta un volume utile valutabile nell'ordine di grandezza di 15 m³, mentre quella inferiore, prossima al muro di sostegno sul lato di valle, presenta un volume invasabile di poco superiore a 10 m³.



Figura 41 - Vasca di laminazione superiore in terra (cantiere di Villa Melano, adiacente al Parco Pubblico).



Figura 42: Vasca di laminazione inferiore (cantiere di Villa Melano, prossimo al muro inferiore)

Il volume utile delle vasche è destinato ad una progressiva riduzione nel tempo in ragione del trasporto di materiale sedimentabile e da possibili cedimenti localizzati delle sponde in terra.

Per quanto è stato possibile apprendere dalla approfondita documentazione tecnica analitica resa in sede di C.T.U. da Villa Melano (con particolare riferimento alle tavole 1_6_1_A2 A02.PDF, 1_6_1_A3 A03.PDF, 1_6_1_A6 P03A.PDF, 1_6_1_A7 P09.PDF), il settore orientale del medesimo presenta un reticolo di drenaggio e di intercettazione degli apporti pluviali e ipogei storicamente organizzato secondo linee di deflusso che interconnettono antiche cisterne in muratura, aventi capacità medie di circa 25 m³ ciascuna, provviste di elettropompe per l'eduazione delle acque aventi recapito finale - secondo due linee distinte - nella fognatura di Via Melano, con diametro caratteristico di 300 mm.

Nell'attuale fase di cantiere, un sistema di pompe idrovore supplisce alla temporanea interruzione delle linee di connessione delle cisterne, dovuta alla realizzazione delle maniche degli edifici.

Di fatto, questo settore di considerevole estensione presenta una direttrice di drenaggio rivolta verso Nord-Est, che, in quanto tale, non comporta apporti idrici verso il manufatto di recapito delle acque del Parco Pubblico e del settore occidentale del cantiere di Villa Melano.

Il progetto di rimodellamento topografico del settore occidentale dell' Albergo di Villa Melano prevede la realizzazione di raccordi tramite declivi artificiali tra l'attuale superficie e i tetti delle due costruzioni disposte circa parallelamente alle curve di livello del pendio, generando una morfologia a guisa di cordoni morenici di piccole dimensioni; è stata consultata in proposito la tavola 1_0_1_A11 A18N_modellazione_terreno, costituente elaborato allegato alla C.T.U.

Anche questa soluzione di rimodellamento topografico viene valutata positivamente, in quanto contribuirà ad un generale rallentamento del deflusso superficiale in corso di evento idrologico intenso, con incremento del tempo di corrivazione del rispettivo bacino imbrifero di pertinenza.

È stato inoltre visionato il progetto di piantumazione del Parco di Villa Melano, che conferirà un considerevole incremento della capacità di intercettazione delle precipitazioni, una volta realizzato, con indubbio beneficio in termini di riduzione del coefficiente di deflusso nella fase di esercizio; è stata consultata in proposito la tavola 1_0_1_A7 A07, costituente elaborato allegato alla C.T.U.

Si evidenzia, per contro, che la persistenza dell'area di cantiere – e quindi la carenza di una copertura arborea sufficientemente continua ed estesa - comporta una bassa capacità di intercettazione delle precipitazioni intense; così come la presenza di piste di cantiere in terra battuta acclivi e prive di adeguati dispositivi per il rallentamento delle acque ruscellamento e deflusso laterale favorisce l'innescare di fenomeni di ruscellamento e di erosione concentrata con solchi nell'intorno, in approfondimento.

Sulla base delle considerazioni idrologiche e idrauliche esposte nei punti precedenti si è giunti a definire quale linea di riassetto idraulico locale guida, la riduzione delle portate di colmo addotte alla rete esistente.

La soluzione così prescelta tende a confermare e potenziare le modalità di riassetto idraulico già anticipate dai primi interventi di messa in sicurezza, realizzati successivamente all'evento dell'agosto 2013 nel Parco Pubblico e nell'area di Villa Melano (apertura di vasche temporanee di laminazione in terra, drenaggio controllato ed incremento dei tempi di corrivazione lungo i sentieri del Parco Pubblico, realizzazione di rilevati di smorzamento degli afflussi verso valle nell'area del Parco Pubblico).

Vista la scarsa capacità di infiltrazione nel sottosuolo e la condizione morfologica caratterizzata da elevate pendenze, con connessa elevata predisposizione al dissesto in caso di saturazione della coltre superficiale, non risulta risolutivo né consigliabile un intervento limitato alla dispersione nel sottosuolo delle acque corrivanti.

Relativamente all'area a parco pubblico, in affiancamento ai sistemi di invaso in essere, richiedenti peraltro una sistematica manutenzione, si propone la formazione di un volume di invaso della capacità definita al punto **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, posto in prossimità del muro perimetrale orientale del parco a valle dell'attuale invaso in terra realizzato a seguito dell'evento dell'agosto 2013. L'invaso esistente, opportunamente protetto perimetralmente ed attrezzato, potrà avere la funzione di sghiaiatore e limitare l'apporto della frazione solida o di sospensione inglobata nelle acque di corrivazione nel corso di eventi impulsivi.

Relativamente alla tipologia, rimandando peraltro la definizione dell'intervento alle future scelte progettuali, le condizioni al contorno fanno propendere per l'implementazione di un sistema a vasche impermeabili interrato. Ciò in ragione:

- delle condizioni morfologiche caratterizzate da un pendio anche a valle del muro perimetrale per cui infiltrazioni significative nel sottosuolo potrebbero indurre fenomeni di dissesto;
- da ragioni di sicurezza in quanto anche battenti minimi di invaso temporaneo in aree aperte al pubblico e all'infanzia potrebbero essere causa di incidenti;
- da ragioni di inserimento ambientale sia per il pregio dell'area che ad evitare lo svilupparsi di fauna insettivora risultando l'area proximale all'edificato urbano e all'erigendo albergo.

Relativamente all'area limitrofa al bacino 1 è possibile estendere le stesse considerazioni sin qui fatte demandando peraltro alla proprietà e ai professionisti incaricati il miglior inserimento nel progetto in fase di realizzazione.



Figura 43: Ipotesi preliminare di ubicazione delle vasche di laminazione (poligoni in rosso)

Come riportato nel progetto di fattibilità tecnica ed economica relativo agli *Interventi di mitigazione del rischio idrogeologico e messa in sicurezza dell'abitato di Rivoli* a firma dell'Ing. C. Amore e dell'Ing. R. Sesenna di SRIA S.R.L. (2018), *“Anche per quanto riguarda l'intervento di Villa Melano sono state perimetrare le aree soggette a frequenti allagamenti associati ad eventi di breve durata e forte intensità quali è possibile attribuire una probabilità di alluvioni elevata – H (in conformità con la classificazione fornita dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.)”.*

7.0 STRADA POZZETTO

Come descritto nel progetto di fattibilità tecnica ed economica relativa agli *Interventi di mitigazione del rischio idrogeologico e messa in sicurezza dell'abitato di Rivoli* a firma dell'Ing. C. Amore e dell'Ing. R. Sesenna di SRIA S.R.L. (2018): “*I fenomeni di allagamento diffuso dell'area di interesse derivano dal mancato collettamento delle portate provenienti dal soprastante versante che non sono correttamente gestite e si disperdono. Analogamente a casi precedenti, si rende necessario completare/adeguare interventi in precedenza realizzati che, nello specifico, non erano stati opportunamente definiti a causa di problematiche legate anche alle proprietà. Come si evidenzia dalla Figura 10 e dalle immagini di Foto 9 e Foto 8, le acque di versante vengono raccolte e recapitate in un manufatto a valle di Strada Pozzetto.*”

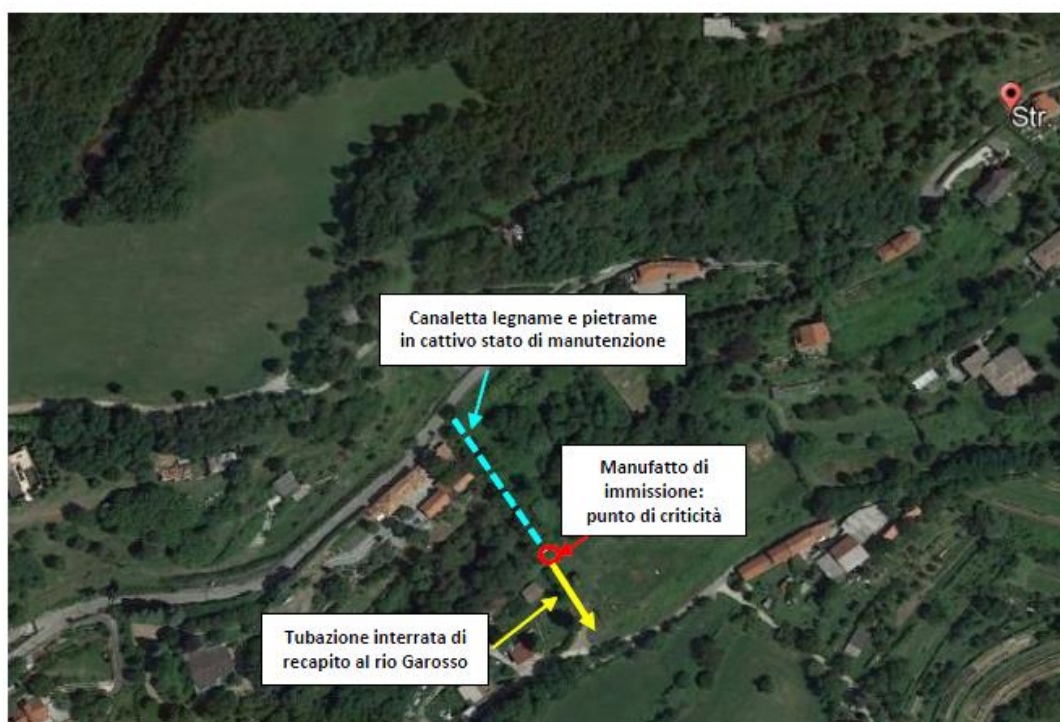


Figura 10 – Strada Pozzetto: inquadramento generale.

Figura 44 – Inquadramento dell'area tratto da SRIA S.R.L. (2018).

Dopo il primo collegamento realizzato con tubazione, allo stato attuale è presente un tratto di circa 80 m realizzato a cielo aperto mediante una canaletta in legname e pietrame. Al termine del tratto, la portata dovrebbe essere convogliata in un

manufatto sormontato da griglia e successivamente convogliata al recapito finale, nell'impluvio del Rio Garosso, mediante tubazione. Attualmente, tuttavia, il sistema è poco funzionante in quanto la mancata manutenzione della canaletta, unitamente alle problematiche di trasporto solido e alla presenza di materiale che intasa la griglia, compromette la corretta immissione nel manufatto (Foto 9).



Foto 8 – Immagini scattate in fase di realizzazione dell'intervento.

Figura 45 – Foto tratte da SRIA S.R.L. (2018).



Foto 9 – Canaletta in legname e pietrame esistente e tratto terminale con griglia per immissione nel pozzetto di raccordo con il canale per il Rio Garosso.

Figura 46 – Foto tratte da SRIA S.R.L. (2018).

[...]

L'intervento di Strada Pozzetto si configura come il completamento di opere già realizzate ma in parte non più funzionali a causa della mancata manutenzione e della mancata funzionalità in particolare di opere di regimazione superficiale, vanificando di fatto la presenza di un collettore realizzato nel recente periodo. Anche in questo caso sono state perimetrate le aree soggette a frequenti allagamenti associati ad eventi di breve durata e forte intensità quali è possibile attribuire una probabilità di alluvioni elevata – H.

L'intervento è mirato alla sostituzione della canaletta superficiale con una tubazione di dimensione pari a quella di recapito al rio Garosso, che consenta di convogliare le portate senza disperderle. La raccolta del deflusso superficiale potrà essere mantenuta, di dimensioni più ridotte, realizzando una opportuna vaschetta di raccolta a monte del manufatto: il fondo della canaletta dovrà essere più basso della griglia e consentire l'immissione dei deflussi superficiali, oltre che dall'alto, anche da una luce laterale opportunamente sagomata e protetta da griglia posta trasversalmente alla corrente. In alternativa è possibile adeguare i manufatti esistenti realizzando una vasca di calma a monte dell'attuale pozzetto per migliorare il processo di canalizzazione e sedimentare la quota di materiale solido in aggiunta alla posa di un geocomposito al di sopra dell'attuale canaletta con la funzione di limitare l'erosione del fondo e tramite la realizzazione di opportuni salti permetta la diminuzione dell'energia di ruscellamento, in considerazione della notevole pendenza del versante... Entrambe le soluzioni saranno dimensionate considerando una portata di circa $1 \text{ m}^3/\text{s}$ (stimata in base alle risultanze del progetto "Regimazione acque in strada Pozzetto - strada San Giorgio con scarico nel Rio Garosso" redatto da Hy.M. Studio)".

8.0 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

ARPA PIEMONTE (2013) - *Eventi temporaleschi del 19, 24 - 26 agosto 2013.*

ARPA PIEMONTE (2021) - *Geoportale.*

ARPA PIEMONTE (2006) - *Schede sugli effetti e sui danni indotti da fenomeni di instabilità naturale Informazioni sugli effetti morfologici e sui danni indotti da fenomeni di instabilità naturale, di interesse per il comune di: Rivoli.*

BORTOLAMI - DI MOLFETTA S.R.L. & ANSELMO ASSOCIATI (2012) – *Comune di Rivalta T.se. II^ Variante Generale al PRGC vigente. Progetto definitivo.*

GEO SINTESI ASSOCIAZIONE TRA PROFESSIONISTI (2016) – *Città di rivoli. Studio geologico e idrologico-idraulico in seguito a nubifragio nel sito di Via Melano area albergo e parco pubblico.*

SRIA S.R.L. (2018) - *Interventi di mitigazione del rischio idrogeologico e messa in sicurezza dell'abitato di Rivoli. Progetto di fattibilità tecnica ed economica.*

SRIA S.R.L. (2021) - *Interventi di mitigazione del rischio idrogeologico e messa in sicurezza dell'abitato di Rivoli. - Lotto I: Tetti Neirotti. Progetto esecutivo.*