

Comune di Monsummano Terme

Sede legale: Piazza IV Novembre, 75/H Monsummano Terme

Tel 0572/9590-Fax: 0572/52283

Piano Insediamenti Produttivi Zona D2.2: Area Produttiva Via Pratovecchio Comparto N. 33

Relazione idrologica-idraulica relativamente al Fosso Arrù e al Rio Pratovecchio



Pistoia, Aprile 2008

Il Tecnico incaricato

Dott.Ing. Simone Galardini

(D.R.E. An. Italia)



Sommario

1. Premessa	2
2. Inquadramento generale	2
3. Bacino del Fosso Arrù	5
4. Bacino del Rio di Pratovecchio	10
5. Analisi idrologica	13
5.1 Tempo di corrivazione.....	13
5.2 Curve di possibilità pluviometrica	14
5.3 Portata di piena.....	15
6. Considerazioni idrauliche sullo stato attuale	18
6.1 Fosso Arrù	19
6.2 Rio di Pratovecchio.....	26
7. Considerazioni idrauliche sullo stato di progetto	29
7.1 Volumi di acqua da stoccare per insufficienza della rete di drenaggio	29
7.2 Volumi di acqua da stoccare per impermeabilizzazione delle superfici.....	30
7.3 Volumi di acqua da stoccare per battenti attesi.....	30
7.4 Volume totale d'acqua da stoccare	31
7.5 Progetto idraulico del Comparto 33.....	31
8. Conclusioni	35

Allegato: Tavola delle opere di sistemazione idraulica



1. Premessa

Nel presente elaborato è stato redatto uno studio idrologico ed idraulico a supporto della progettazione del Comparto 33 nel Comune di Monsummano Terme, denominato comparto produttivo di Via Pratovecchio; scopo del lavoro è quello di chiarire lo stato attuale e di progetto e le problematiche idrauliche della zona d'interesse, con particolare riferimento al Fosso Arrù ed al Rio Pratovecchio, così come emerso dalle richieste e dagli incontri avuti con i Tecnici dell'U.R.T.A.T. di Pistoia.

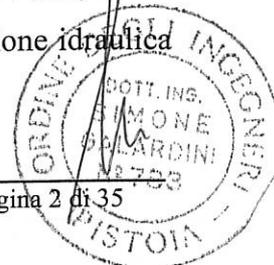
Dopo aver inquadrato la zona di riferimento, sono stati analizzati i bacini idrografici di ciascun fosso, per poi calcolare con un opportuno modello idrologico le portate di piena significative a varie sezioni di chiusura d'interesse. Da queste è stato possibile valutare le condizioni attuali di deflusso, individuando le situazioni critiche presenti nei vari tratti.

A seguito della realizzazione del Comparto 33, si intende modificare l'andamento del reticolo superficiale minore, aumentando anche il carico idraulico gravante su quest'ultimo, a seguito dell'impermeabilizzazione delle superfici; sarà quindi analizzata la compatibilità della situazione progettuale con l'effettiva capacità di scolo della rete, evidenziando le soluzioni tecniche da attuare nella realizzazione del comparto, al fine di annullare gli impatti sul reticolo superficiale, garantendo la sicurezza idraulica del comparto stesso ed il non aggravio delle condizioni preesistenti nelle aree limitrofe.

2. Inquadramento generale

La zona d'interesse è ubicata nel Comune di Monsummano Terme, quasi a confine con il Comune di Pieve a Nievole, in prossimità della zona produttiva di Via Pratovecchio, posta poco a Nord di Via del Terzo.

Questa zona risulta "storicamente" affetta da problematiche di scolo dovuto alle acque basse, anche se di recente la situazione è decisamente migliorata, a seguito di lavori di manutenzione idraulica ordinaria e straordinaria effettuati dal Consorzio di Bonifica del Padule di Fucecchio.



In effetti tutti i fossi di acque basse e di scolo a servizio di quest'area **risultano catastalmente demaniali solo a valle della S.P. del Terzo**, e dunque privati per tutto il tratto a monte. Proprio per quest'aspetto il reticolo scolante si è trovato in totale stato di abbandono, con inevitabili e prevedibili ripercussioni sul deflusso delle acque.

Il fatto che i fossi risultino privati ha causato continue alterazioni del tracciato, che attualmente risultano estremamente frammentati e caratterizzati da continue interruzioni, immissioni campestri laterali e deviazioni che rendono difficile persino la ricostruzione planimetrica degli stessi.

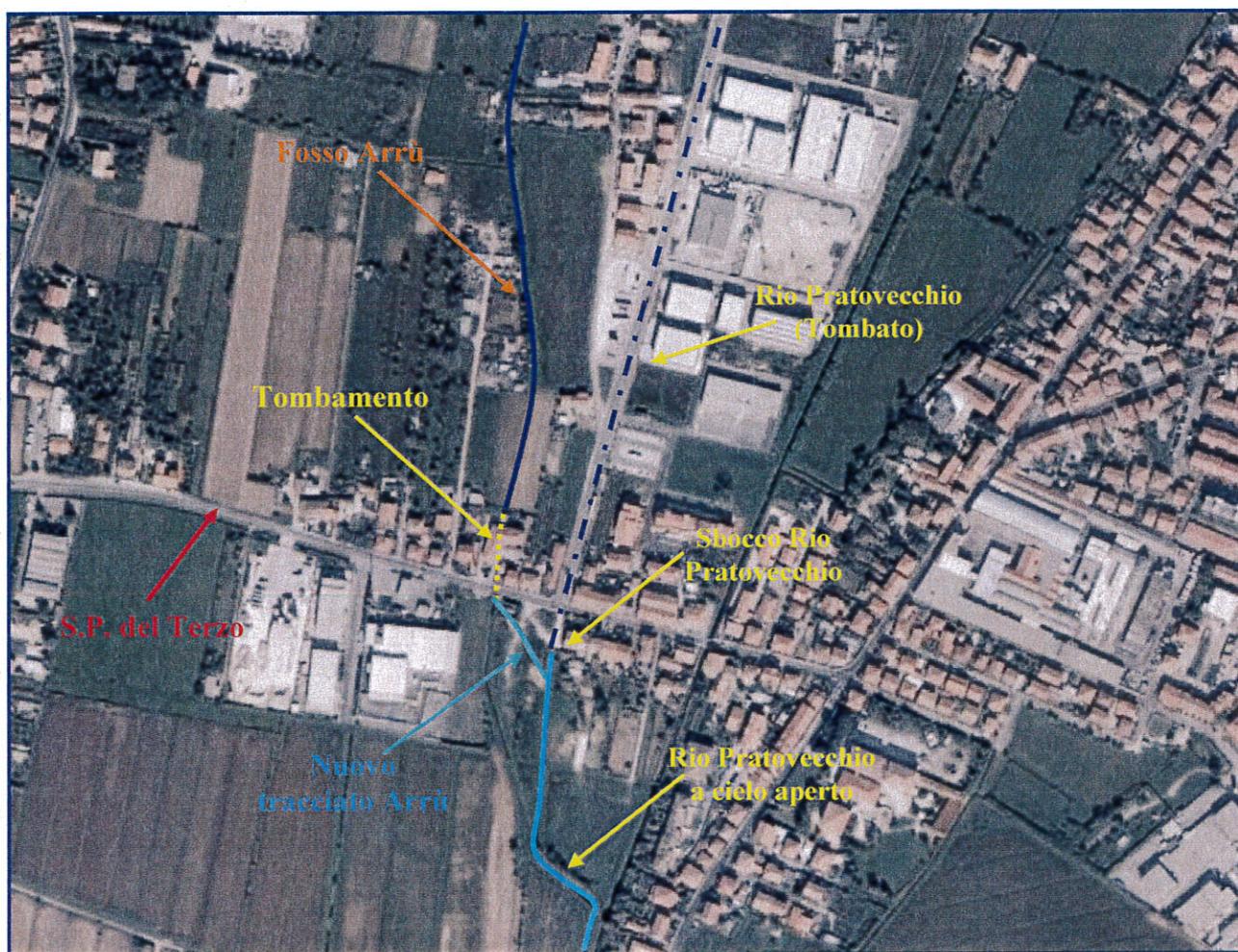


Figura 1 - Vista aerea della zona d'interesse (Fonte Google Earth)

L'area di studio non ricade nella carta guida delle aree allagate della Regione Toscana, ed è esterna alla perimetrazione delle aree a rischio elevato redatta dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno.

Nella cartografia del P.A.I. l'area ricade nella classificazione di pericolosità idraulica P.I. 1, mentre non ricade nelle classe con pericolosità da fenomeni geomorfologica di versante.

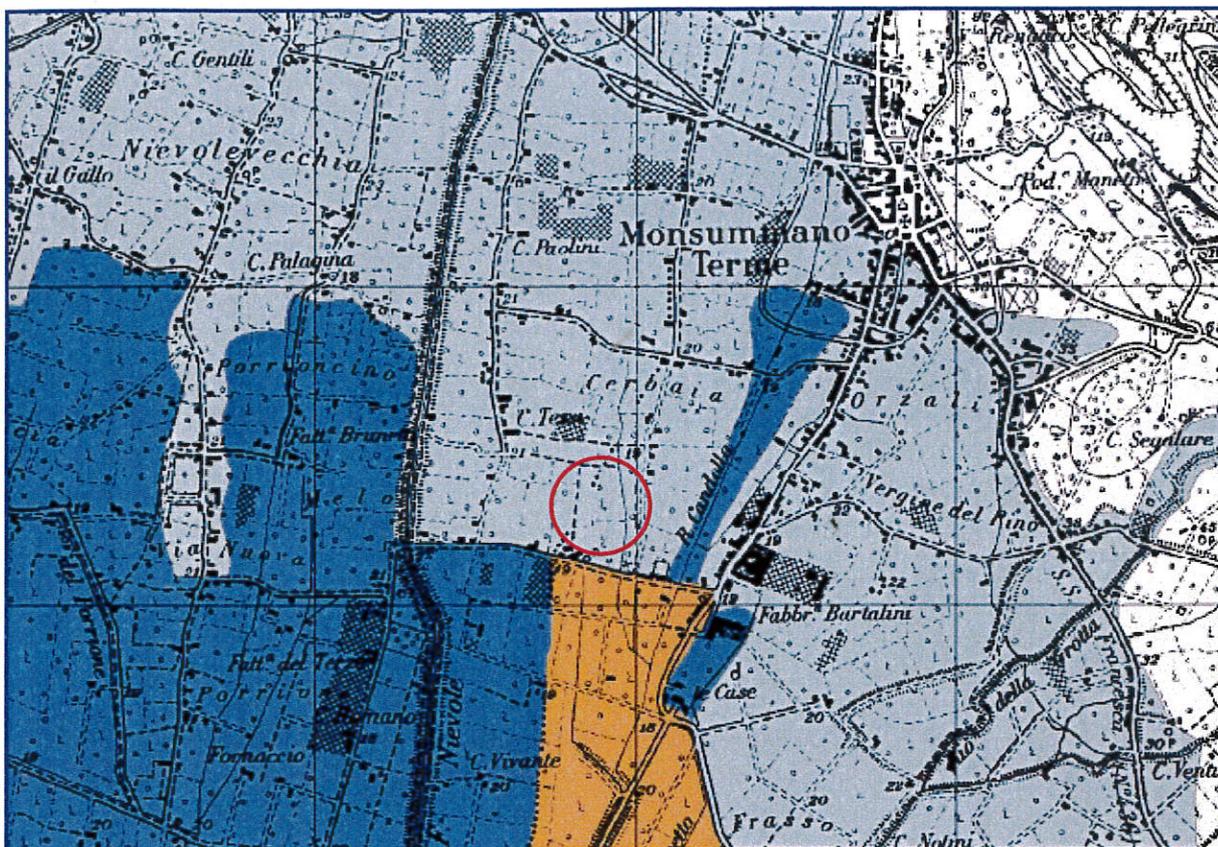


Figura 2 - Carta delle pericolosità idraulica (da cartografia P.A.I.)

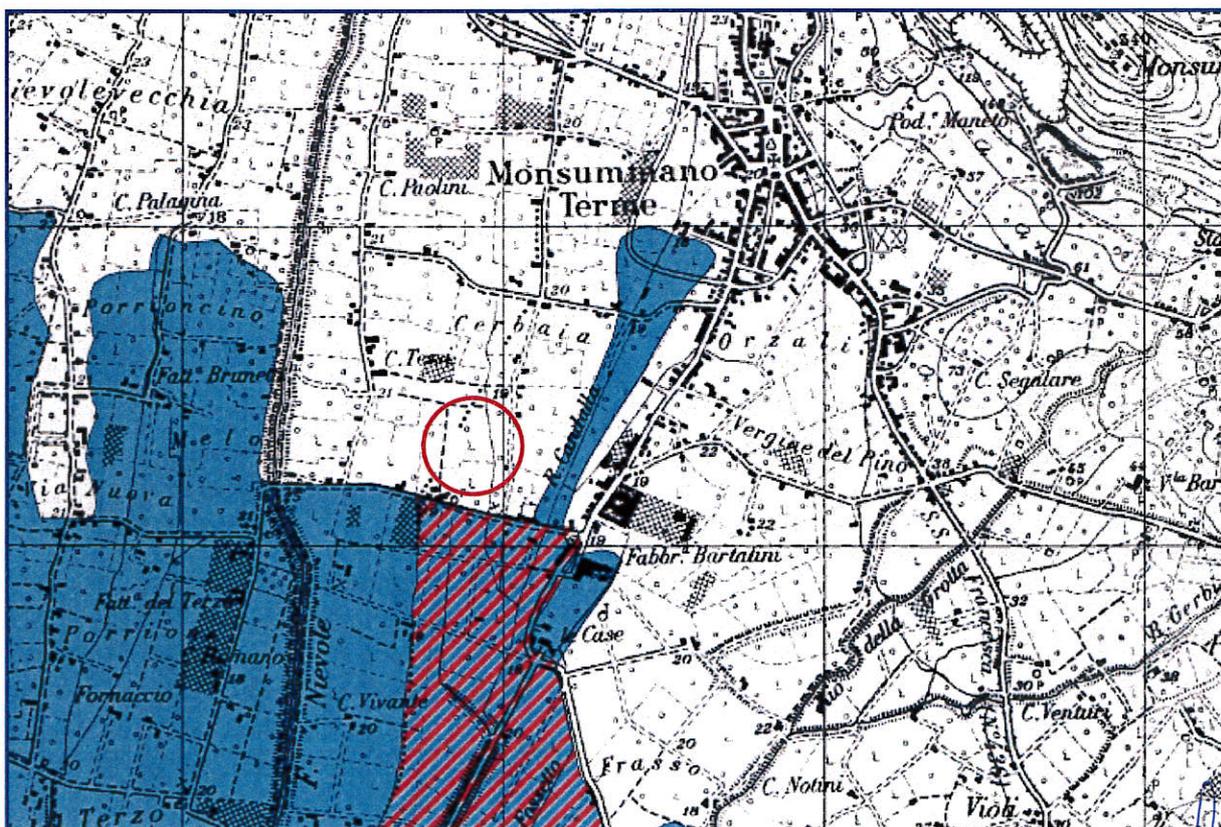


Figura 3 - Carta delle aree allagate redatte sulla base degli eventi alluvionali significativi (1966-1999)



3. Bacino del Fosso Arrù

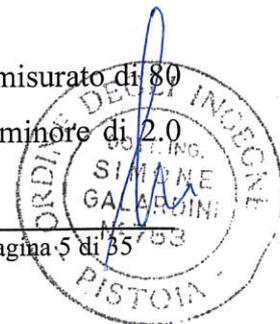
Il Fosso Arrù assume una propria valenza idraulica ed un bacino di raccolta definito in prossimità della zona delle Cantarelle, più precisamente nel tratto a valle di Via Calamandrei; questo tratto è spesso interessato da ristagni localizzati, causati dalla disomogeneità della quota del fondo alveo e dai vari attraversamenti e sottopassi presenti. La sezione idraulica non è ben definita e si nota una sequenza di tombinature circolari e sezioni naturali, di forma pressoché trapezia e di modesta altezza e larghezza.



Figura 4 – Fosso Arrù a valle di Via Calamandrei

Più a valle il Fosso Arrù sottopassa via Arno a monte del quale alcuni manufatti impediscono il regolare deflusso; successivamente il corso d'acqua attraversa mediante tombinatura Via Po (prolungamento di Via del Catano), a valle del quale coltivazioni e serre impediscono il regolare accesso alle arginature.

Il sottopassaggio su Via Po avviene con una tubazione circolare in cls, con diametro misurato di 80 cm; a valle dell'attraversamento la sezione si presenta naturale in terra, con base minore di 2.0



metri, base maggiore 2.5 metri e altezza di 1.0 metro; pendenza media del tratto, misurata su C.T.R. è pari a 0.10%.



Figura 5 – Fosso Arrù a monte di Via Arno



Figura 6 – Sottopassaggio del Fosso Arrù con Via del Catano

Procedendo in direzione Sud, il Fosso Arrù scorre incassato nei campi, ricevendo le acque di diverse fossette poderali laterali, prima di passare sotto una rimessa agricola costruita direttamente sul corso d'acqua, in corrispondenza del confine tra i Comuni di Monsummano Terme e Pieve a Nievole. Il passaggio sotto la rimessa avviene con tubazione in cls del diametro di 80 cm, con lunghezza di circa 30 metri.



Figura 7 –Passaggio del Fosso Arrù sotto la rimessa agricola presente con Ø 80 cm

Detta rimessa interrompe di fatto il corso d'acqua, impedendo anche l'accesso ai mezzi meccanici per la manutenzione e provocando una notevole riduzione della sezione libera defluente.

A valle del deposito ad uso agricolo la sezione è naturale, di forma trapezia, con base minore pari a 2.0 metri, base maggiore 2.5 metri ed altezza 80 centimetri; la pendenza dell'alveo in questo tratto è pari a 0.15%. In tutto il tratto si riscontrano continui affossamenti del fondo alveo, alternati da zone di deposito, che causano ampie zone di ristagno ed una scarsa manutenzione del reticolo.

In prossimità di Via del Terzo il fosso Arrù abbandona la sezione trapezia naturale, per sottopassare le case con una tubazione circolare con diametro 1.10 metri, uscendo con sezione rettangolare; a valle della strada il corso d'acqua si unisce al Fosso Pratovecchio, con confluenza recentemente modificata dai lavori di nuova viabilità realizzati dalla Provincia di Pistoia.



Figura 8 – Tubazione Ø 110 cm con cui il Fosso Arrù sottopassa Via del Terzo (vista verso valle)



Figura 9 - Sbocco del Fosso Arrù da sotto Via del Terzo (vista verso monte)





Figura 10 - Confluenza fra Fosso Arrù e Rio Pratovecchio, così come modificata dai lavori per la realizzazione della nuova viabilità (vista verso valle)

Alla sezione di chiusura di Via del Terzo il bacino idrografico del Fosso Arrù drena complessivamente una porzione di territorio pari a 0.55 Km².

Considerando diverse sezioni di chiusura sono state determinate le caratteristiche di uso del suolo del bacino considerato, con i seguenti dati, elaborati successivamente nell'analisi idrologica.

Sezione chiusura	Area bacino	% agricola	% urbanizzato
Via Calamandrei	0.10 Km ²	25.0 %	75.0 %
Via Po	0.25 Km ²	48.8 %	51.2 %
Rimessa agricola	0.43 Km ²	62.0 %	38.0 %
Via del Terzo	0.55 Km ²	64.0 %	36.0 %

Tabella 1 - Caratteristiche del bacino del Fosso Arrù a varie sezioni di chiusura considerate

Come si può osservare dalla tabella soprastante il bacino risulta fortemente antropizzato nella parte alta, dove è massima la percentuale di urbanizzazione. Procedendo verso valle si nota invece una vocazione più agricola del territorio, con terreni più impermeabili e maggior predisposizione delle precipitazioni all'infiltrazione. Allo stato attuale della conoscenza la "porzione naturale" di bacino

del Fosso Arrù posta a monte di Via Tevere non è stata considerata ai fini della portata idrologica, ma attribuita al bacino del Rio Pratovecchio, al quale giunge tramite la tubazione Ø 100 cm che corre sotto Via Pratovecchio.

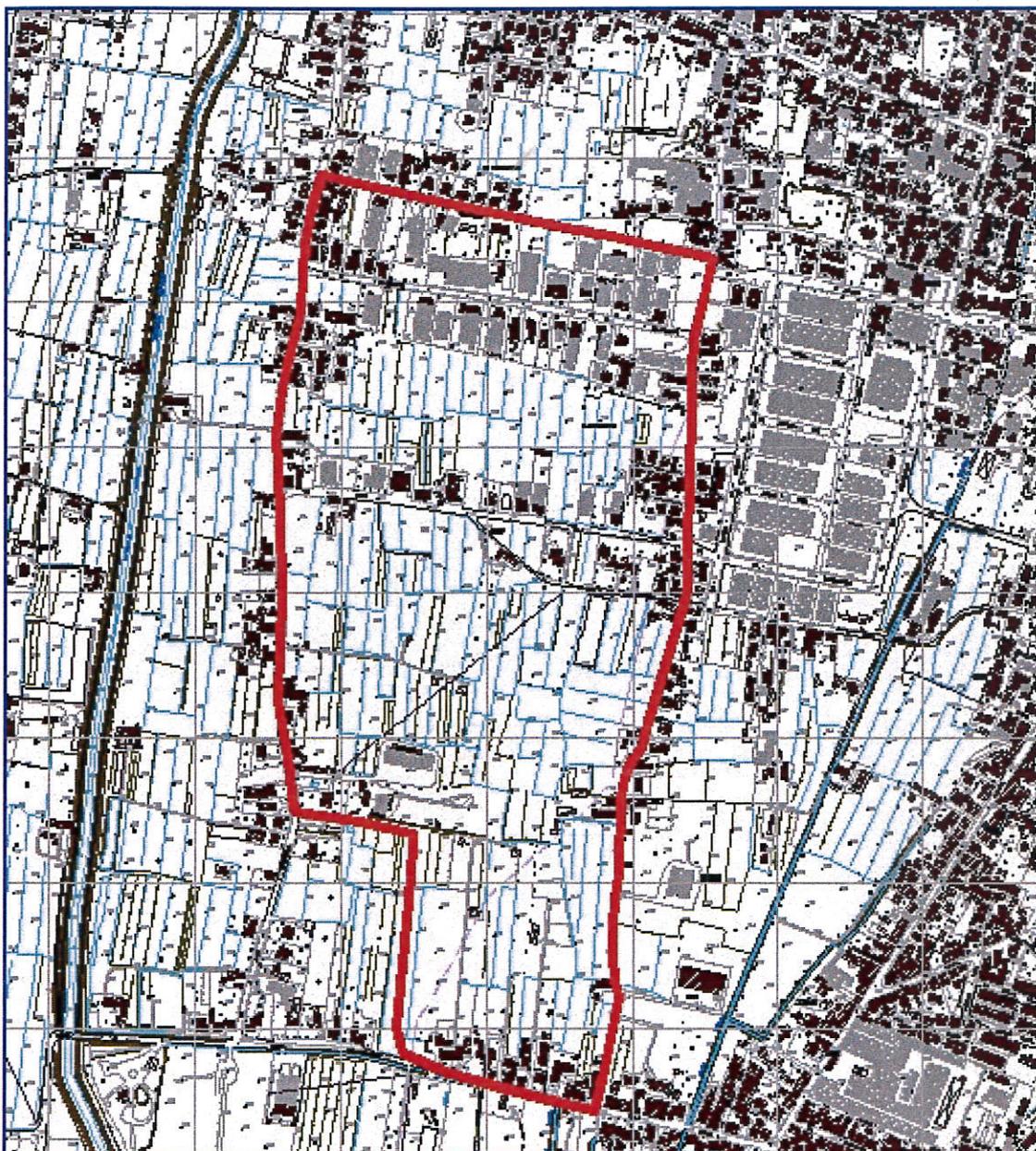


Figura 11 - Bacino del Fosso Arrù chiuso in corrispondenza della S.P. del Terzo ($A=0.55 \text{ Km}^2$)

4. Bacino del Rio di Pratovecchio

Il Fosso Pratovecchio risulta oggi completamente tombato per tutto il tratto a monte della S.P. del Terzo e funziona in pratica come collettore delle acque bianche delle nuove urbanizzazioni di Via Pratovecchio e della zona a valle dell'Autostrada A11, oltre che ricevere quelle provenienti dallo

Scolo Orzalese, a valle del sifone che sottopassa il Fosso Candalla. A causa della continua espansione urbanistica di tutta la zona in esame e per far fronte al conseguente aumento del carico idraulico, il Comune di Monsummano Terme ha recentemente migliorato la direttrice di scolo Nord-Sud nella zona Pratovecchio, grazie alla messa in opera di ulteriori tubazioni di scarico ed elementi scotalari il cls turbovibrocompresso.

Al sottopasso di Via del Terzo giungono infatti 3 tubazioni di “acque bianche” che si immettono nello scotalare di attraversamento: più precisamente si riscontra la presenza di un \varnothing 80 cm, proveniente dallo Scolo Orzalese che sottopassa mediante sifone il Fosso Candalla, un \varnothing 100 cm che corre sotto Via Maestri del Lavoro e che drena l’insediamento industriale di recente urbanizzazione, ed un altro \varnothing 100 cm che corre sotto Via Pratovecchio e che, come detto, drena anche una parte di bacino di naturale competenza al Fosso Arrù (tutta la zona a monte di Via Tevere).

Dalla consultazione di studi a disposizione risulta inoltre che il Rio Pratovecchio sottopassa la S.P. del Terzo con uno scotalare con dimensioni 3.0 x h 1.25 m, posto in opera con pendenza 0.15%. Le dimensioni dell’opera sono effettivamente riscontrabili in sito, mentre la pendenza è quella riportata nel progetto, poiché è impossibile una verifica diretta in sito.



Figura 12 - Sottopasso del Rio Pratovecchio con la S.P. del Terzo (scotalare 3.0 x h 1.25 m)



Procedendo verso valle il corso d'acqua si presenta di forma regolare con sezioni in terra approssimativamente trapezie, riceve le acque del Fosso Arrù circa 200 metri a valle di Via del Terzo. Più a valle il corso d'acqua, dopo aver curvato prima a sinistra e poi a destra, si dispone parallelamente al Fosso Candalla, sottopassando la strada vicinale del Ponte di Monsummano, dove è prevista una nuova rotatoria a servizio della viabilità provinciale.

Ricevute le acque dell'affluente di destra conosciuto anche come Fosso Italbeton o come Fosso di Pratovecchio, il corso d'acqua scorre parallelamente alla via comunale del Porto, fino ad incontrare il Torrente Nievole, che sottopassa con un sifone, per poi procedere verso il cratere palustre del Padule di Fucecchio.

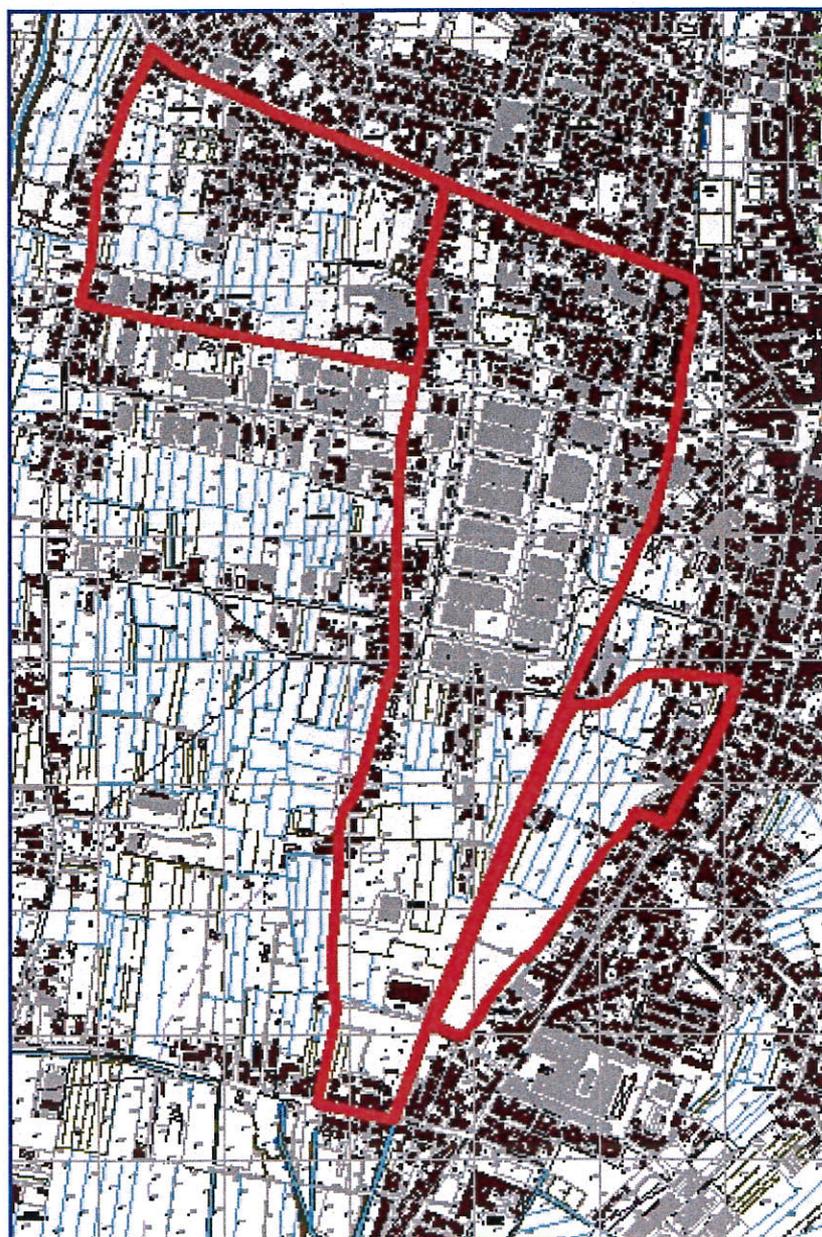


Figura 13 - Bacino del Rio Pratovecchio chiuso in corrispondenza della S.P. del Terzo ($A=0.75 \text{ Km}^2$)



Alla sezione di chiusura di Via del Terzo il bacino idrografico del Rio Pratovecchio drena complessivamente una porzione di territorio pari a 0.75 Km², compresa la quota parte derivante dallo Scolo Orzalese e la quota parte che spetterebbe naturalmente al Fosso Arrù, ma che invece è convogliata verso il Rio Pratovecchio con tubazione Ø 100 cm.

5. Analisi idrologica

L'analisi idrologica è stata orientata alla definizione di portate significative per poter effettuare in seguito delle considerazioni di natura idraulica, tanto dello stato attuale che della situazione dopo la realizzazione del comparto 33; l'assenza di stazioni idrometriche nel bacino imbrifero ha reso indispensabile l'adozione di modelli idrologici di tipo indiretto (afflussi-deflussi).

5.1 Tempo di corrivazione

Per costruire gli idrogrammi di piena relativi ai vari tempi di ritorno è necessario calcolare il tempo di corrivazione, ovvero il tempo necessario alla goccia d'acqua che percorre più strada per transitare alla sezione di chiusura: **ai fini del calcolo degli idrogrammi è stato poi scelto un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione.**

A causa della morfologia pianeggiante dei bacini esaminati, della loro estensione, delle caratteristiche geometriche e del contesto urbano in cui sono inseriti, è difficile stimare con precisione il tempo di corrivazione sulla base delle classiche formule presenti in letteratura.

Autore	Formula	Fosso Arrù	Rio Pratovecchio
Puglisi	$T_c = 6L^{0.67}H_m^{-0.33}$	2.50 ore	3.55 ore
Ogrosky	$T_c = 0.914L^{1.15}C^{-0.38}$	0.75 ore	1.25 ore
Del Rosso - Datei	$T_c = 0.416(L_c + A/L)^{1.06}(H + H_c)^{-0.27}$	0.45 ore	0.65 ore
Giandotti	$T_c = (2\sqrt{A} + 1.5L)/(0.8\sqrt{H})$	1.90 ore	2.5 ore

Tabella 2 - Vari tempi di corrivazione calcolati per il Fosso Arrù e Rio Pratovecchio

Analizzando i risultati riportati nella tabella soprastante sono stati scelti i valori forniti dalla relazione di Rosso - Datei, essendo questa tarata e studiata appositamente per bacini toscani ricadenti nel bacino del Fiume Arno, mentre le altre relazioni non sono state considerate in quanto lontane dal campo di applicazione ottimale.



In definitiva, ai fini del calcolo degli idrogrammi di piena risulta:

	Fosso Arrù	Rio Pratovecchio
Tempo di corrivazione	0.45 ore	0.65 ore
Tempo di pioggia	0.45 ore	0.65 ore

Tabella 3 - Parametri idrologici significativi ai fini del calcolo degli idrogrammi di piena

5.2 Curve di possibilità pluviometrica

Per la stima della massima portata di piena sono state elaborate le piogge, di notevole intensità e breve durata, fornite dalla stazione pluviometrica di Monsummano Terme. Dall'elaborazione statistica delle piogge, sono state ricavate le curve di possibilità pluviometriche in forma monomia, relativamente a diversi tempi di ritorno, che legano l'altezza di precipitazione al tempo di ritorno ed alla durata dell'evento; ai fini delle considerazioni idrauliche condotte sono stati successivamente considerati come consueto i tempi con ricorrenza caratteristica di 20 anni, 30 anni, 100 anni e 200 anni.

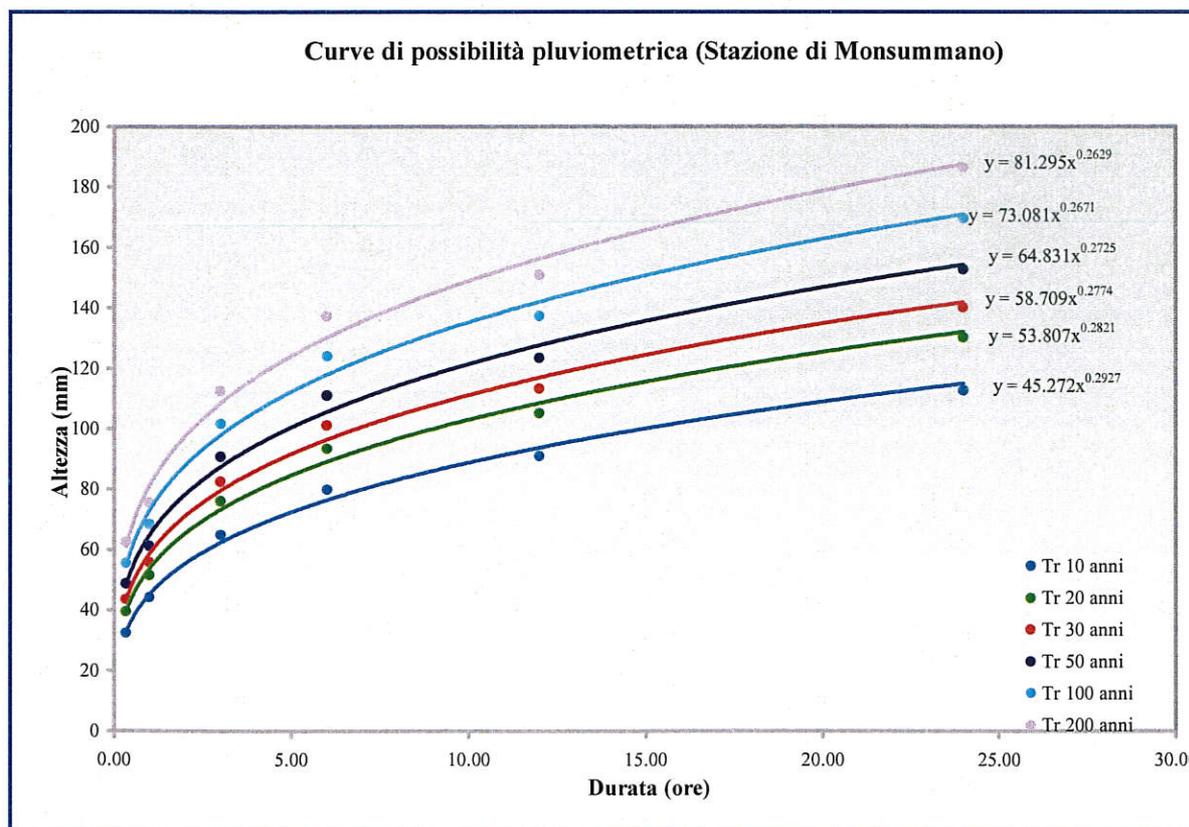


Figura 14 - Elaborazione statistica delle piogge



5.3 Portata di piena

Nella determinazione della portata di piena è stato utilizzato un modello di *trasformazione afflussi-deflussi* (Urbis 2003, sviluppato da Mignosa e Paoletti), con le seguenti caratteristiche:

- Tempi di ritorno considerati 20, 30, 100, 200 anni;
- Durata dell'evento di precipitazione pari al tempo di corrivazione;
- Ietogramma di progetto ad intensità costante con intervallo di discretizzazione 5 minuti;
- Curva di possibilità pluviometrica in forma monomia;
- Calcolo delle perdite con il metodo percentuale del SCS-CN con coefficiente CN = 72 per il Fosso Arrù, corrispondente a bacini con prevalenza di coltivazioni e suoli mediamente permeabili (valore da considerarsi ampiamente cautelativo, derivato dalla media pesata sulle aree dei vari usi del suolo presenti nel bacino) e CN = 88 per il Rio Pratovecchio, a causa della notevole urbanizzazione del bacino imbrifero, che produce alta impermeabilità dei suoli, valore da ritenersi comunque cautelativo;
- Per il Fosso Arrù varie sezioni di chiusura considerate, come riportate in tabella 1: la portata a ciascuna sezione di chiusura è stata calcolata ragguagliando all'area di competenza la portata alla sezione di chiusura finale; per il Rio Pratovecchio è stata considerata solamente la sezione di chiusura in corrispondenza di Via del Terzo;
- Idrogramma istantaneo unitario calcolato con il metodo di Nash dei serbatoi lineari;
- Idrogramma delle portate dato dalla convoluzione fra l'IUH e le piogge nette calcolate.

	Fosso Arrù	Rio Pratovecchio
Portata Q_{20}	1.13 m ³ /s	3.56 m ³ /s
Portata Q_{30}	1.56 m ³ /s	4.13 m ³ /s
Portata Q_{100}	3.07 m ³ /s	6.89 m ³ /s
Portata Q_{200}	4.08 m ³ /s	8.41 m ³ /s
Portata unitaria q_{20}	2.05 m ³ /s Km ²	4.75 m ³ /s Km ²
Portata unitaria q_{30}	2.83 m ³ /s Km ²	5.50 m ³ /s Km ²
Portata unitaria q_{100}	5.58 m ³ /s Km ²	9.18 m ³ /s Km ²
Portata unitaria q_{200}	7.41 m ³ /s Km ²	11.21 m ³ /s Km ²
Volume Tr 20 anni	1750 m ³	11350 m ³
Volume Tr 30 anni	2450 m ³	13150 m ³
Volume Tr 100 anni	4950 m ³	18500 m ³
Volume Tr 200 anni	6650 m ³	21260 m ³

Tabella 4 - Grandezze idrauliche dei corsi d'acqua analizzati alla sezione di chiusura di Via del Terzo

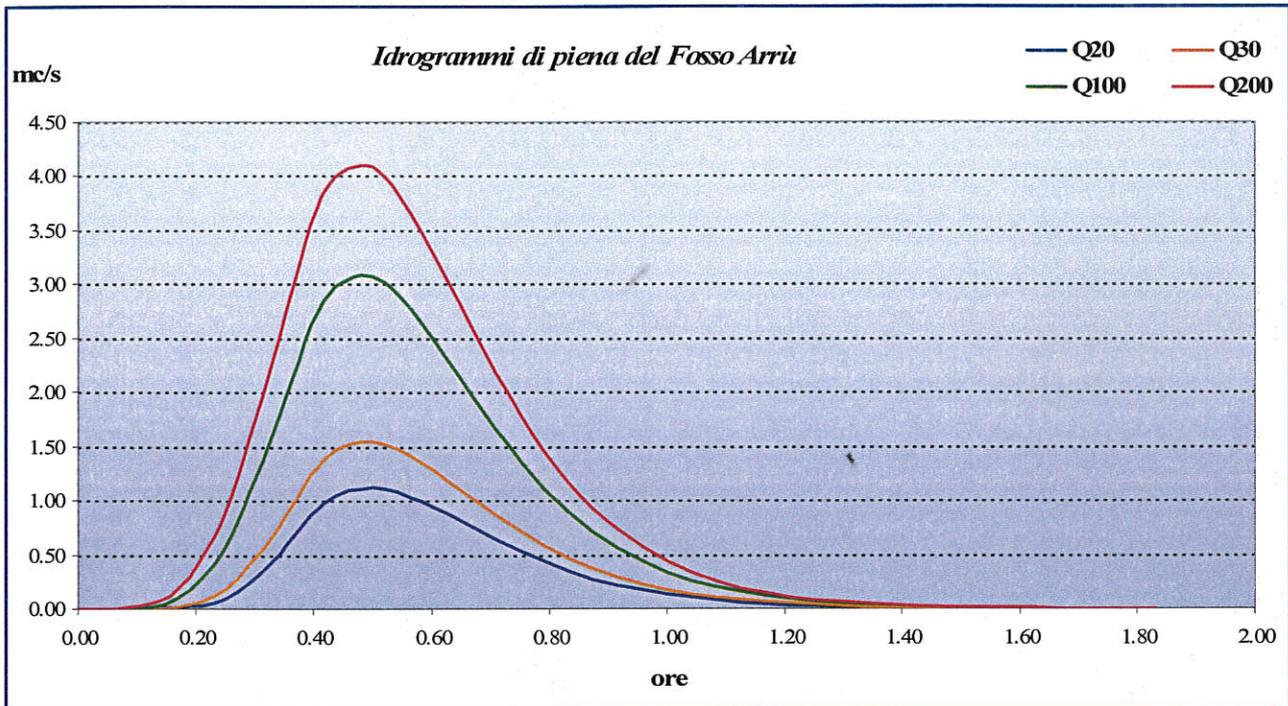


Figura 15 - Idrogrammi Fosso Arrù alla sezione di chiusura di Via del Terzo

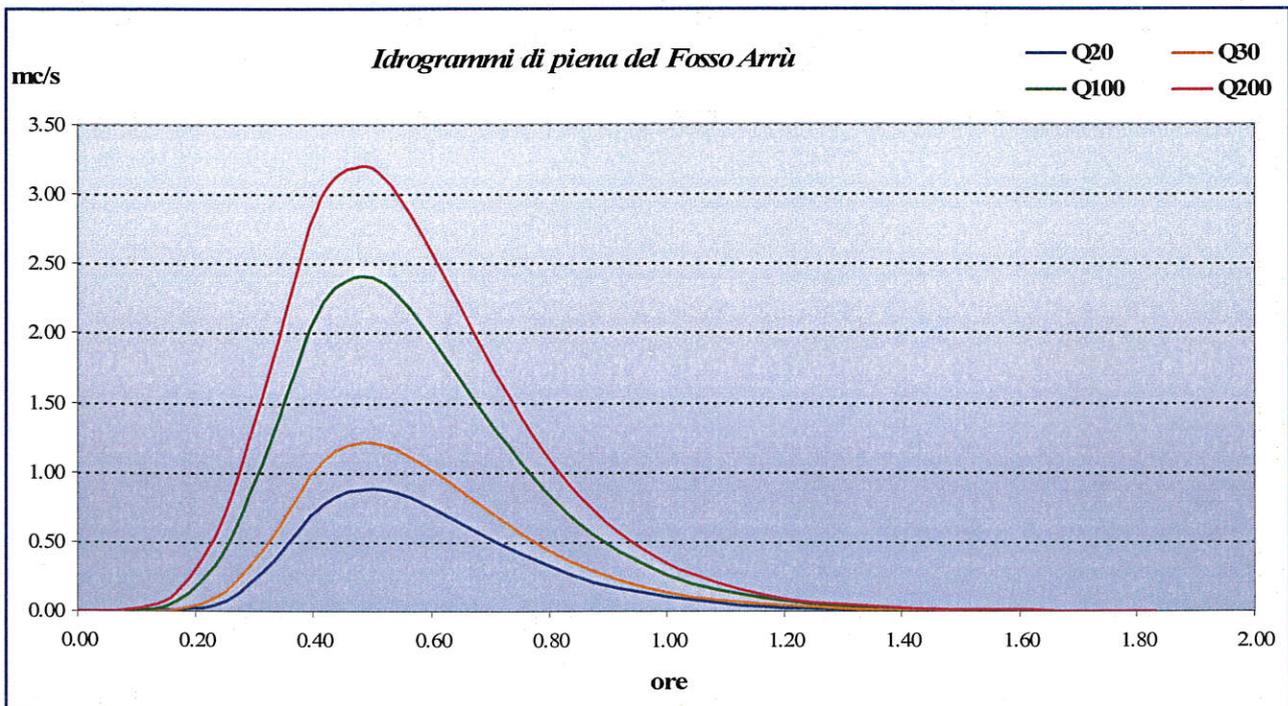
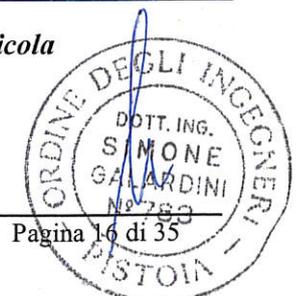


Figura 16 - Idrogrammi Fosso Arrù in corrispondenza della rimessa agricola



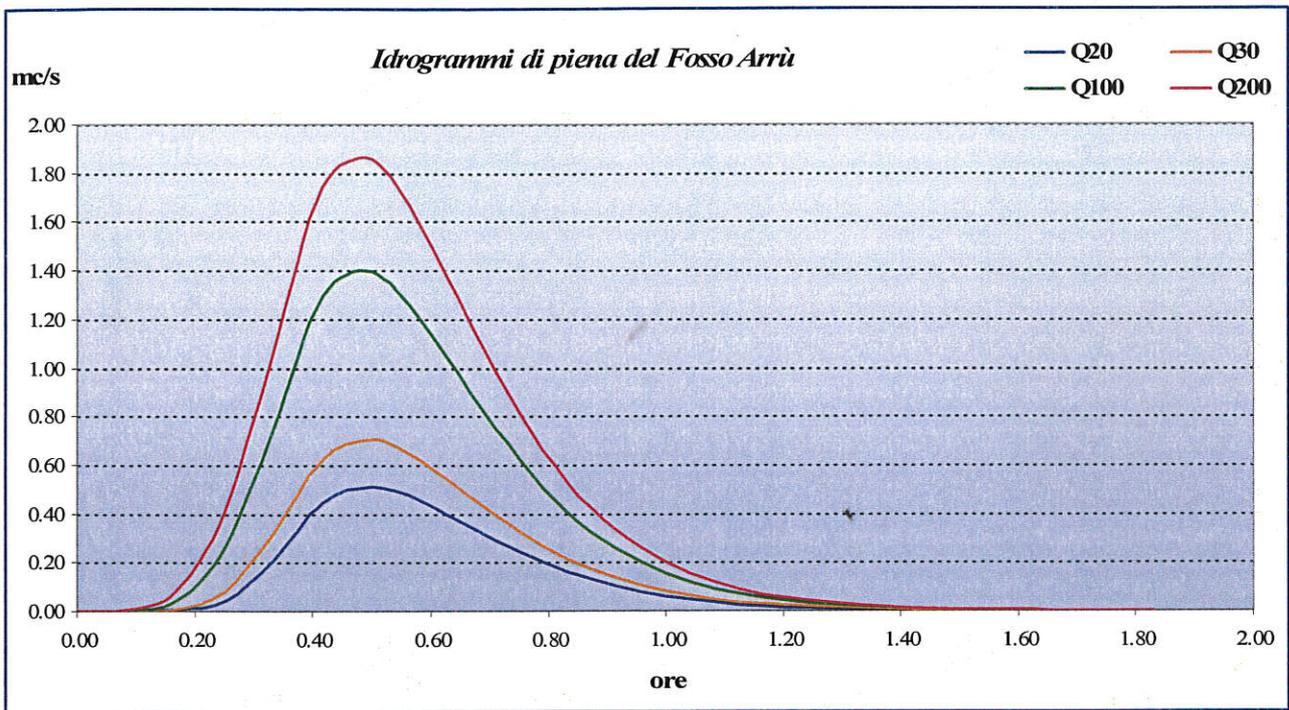


Figura 17 - Idrogrammi Fosso Arrù alla sezione di chiusura di Via Po

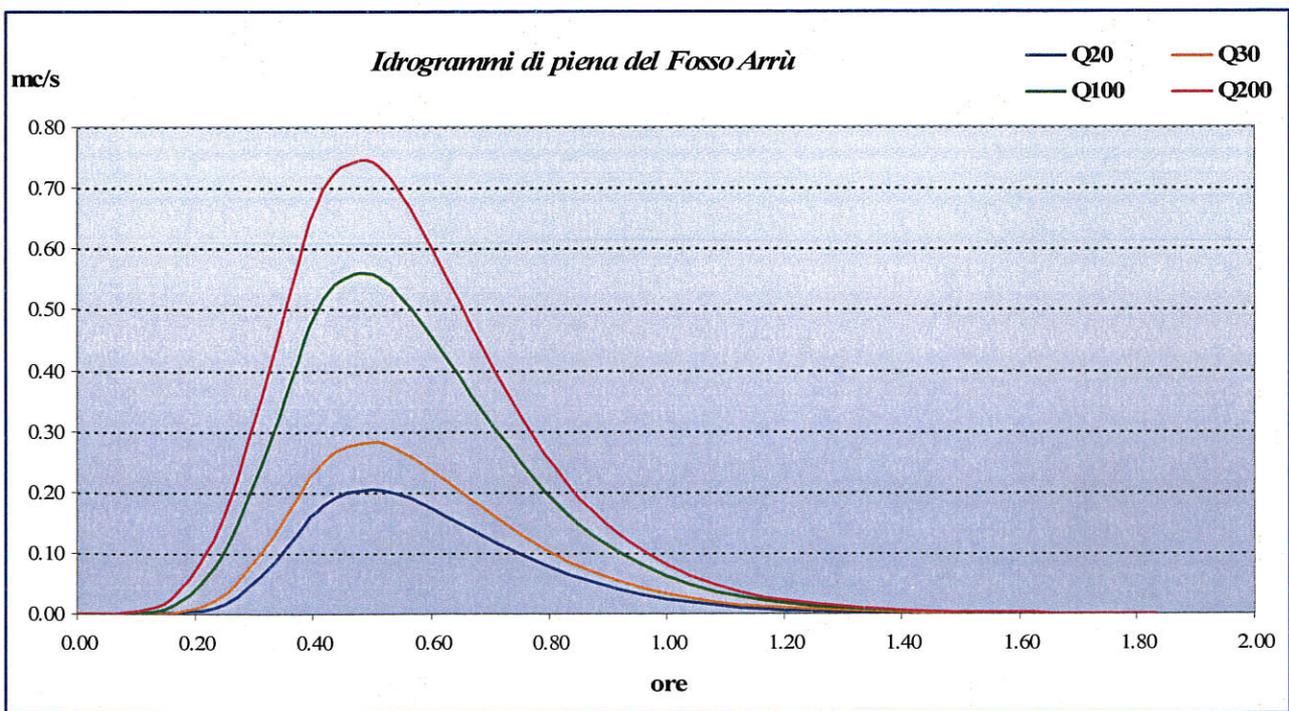


Figura 18 - Idrogrammi Fosso Arrù alla sezione di chiusura di Via Calamandrei

A conferma della bontà dell'analisi effettuata i valori calcolati sono stati confrontati con i valori di portata unitaria tipici dei bacini della zona, riscontrando congruità sia per quanto riguarda il Fosso Arrù, che il Rio Pratovecchio; il primo produce una piena decisamente inferiore del secondo, pur



avendo dimensioni del bacino quasi paragonabili, a causa della vocazione più "agricola" dell'uso del suolo nello stesso.

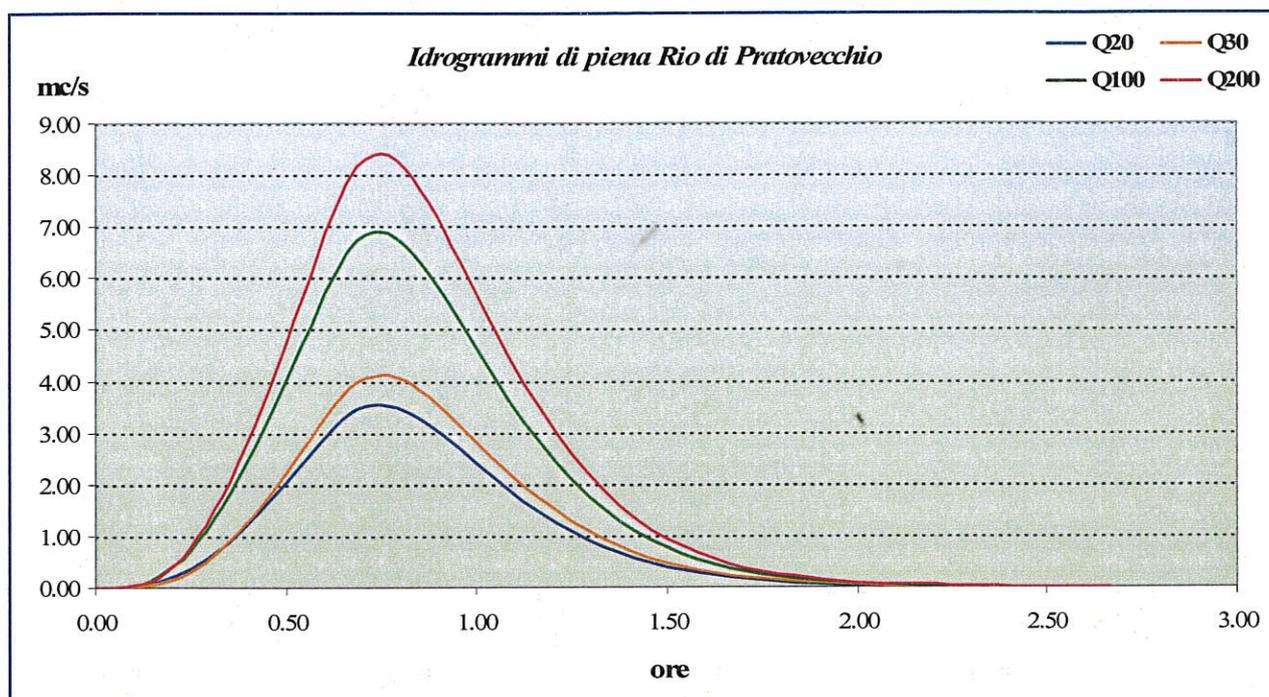


Figura 19 - Idrogrammi Rio Pratovecchio alla sezione di chiusura di Via del Terzo

Il Rio Pratovecchio invece presenta un bacino molto impermeabile, a causa della notevole pressione antropica sul territorio, fungendo quasi da vero e proprio collettore di acque bianche dell'intero sistema che drena.

6. Considerazioni idrauliche sullo stato attuale

Una volta calcolate le portate significative per i corsi d'acqua analizzati è stato possibile effettuare delle considerazioni di natura idraulica sullo stato attuale dei deflussi; per il Fosso Arrù queste hanno fatto riferimento per forza di cose ad uno schema di moto uniforme, vista la geometria e caratteristiche dell'alveo analizzato, con continui cambi da sezione naturale a tombata, la presenza di manufatti e l'impossibilità di effettuare una campagna di rilievo adeguata, a causa dell'inaccessibilità di alcuni tratti. Per il Rio Pratovecchio sono state fatte invece delle considerazioni riguardo l'adeguatezza dello scatolare di sottopasso di Via del Terzo, effettuate in moto uniforme, e delle valutazioni sulla capacità di deflusso nel tronco a valle, effettuate a moto permanente, avvalendosi di studi precedentemente affrontati.

6.1 Fosso Arrù

Sottopasso su Via Po (prolungamento di Via del Catano)

Il sottopasso è realizzato con una tubazione in cls con Ø 80 cm e posa in opera con pendenza stimata del 1%.

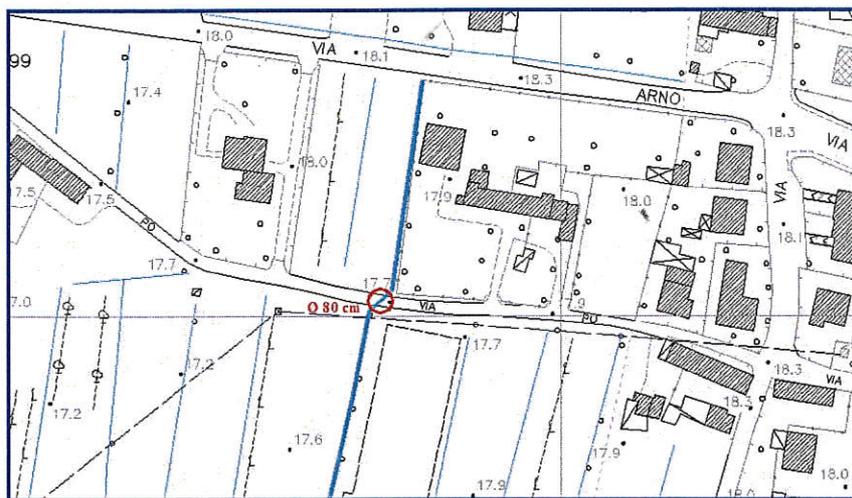


Figura 20 - Ubicazione del sottopassaggio del Fosso Arrù con Via Po

Considerando un coefficiente di scabrezza secondo la formulazione di Gauckler-Strickler pari a $60 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$, corrispondente a tubazioni in servizio, con qualche incrostazione e deposito, si ottiene una massima portata transitabile pari a $Q_{max} = 1.05 \text{ m}^3/\text{s}$ come riportato nella figura sottostante.

CANALE CIRCOLARE									
Dati canale:	Diametro=	0.8	metri						
	Area	0.5026544	mq						
	Pendenza canale=	0.01	m/m	in ‰	1				
	Coeff Scabrezza G.-Strickler=	60							
	Portata di progetto=	1	mc/s						
% riempimento	gradi	rad.	Area defl.	Cont. Bagn.	R idr.	Portata (mc/s)	H riemp	Veloc m/s	
5%	51.68	0.90	0.03	0.36	0.07	0.03	0.040	1.016	
10%	73.74	1.29	0.05	0.51	0.10	0.06	0.080	1.272	
15%	91.15	1.59	0.08	0.64	0.12	0.11	0.120	1.447	
20%	106.26	1.85	0.10	0.74	0.14	0.16	0.160	1.583	
25%	120.00	2.09	0.13	0.84	0.15	0.21	0.200	1.694	
30%	132.84	2.32	0.15	0.93	0.16	0.27	0.240	1.787	
35%	145.08	2.53	0.18	1.01	0.17	0.33	0.280	1.868	
40%	156.93	2.74	0.20	1.10	0.18	0.39	0.320	1.938	
45%	168.52	2.94	0.23	1.18	0.19	0.45	0.360	1.999	
50%	180.00	3.14	0.25	1.26	0.20	0.52	0.400	2.052	
55%	191.48	3.34	0.28	1.34	0.21	0.58	0.440	2.098	
60%	203.07	3.54	0.30	1.42	0.21	0.64	0.480	2.138	
65%	214.92	3.75	0.33	1.50	0.22	0.71	0.520	2.172	
70%	227.16	3.96	0.35	1.59	0.22	0.77	0.560	2.199	
75%	240.00	4.19	0.38	1.68	0.22	0.84	0.600	2.220	
80%	253.74	4.43	0.40	1.77	0.23	0.90	0.640	2.233	
85%	268.85	4.69	0.43	1.88	0.23	0.96	0.680	2.237	
90%	286.26	5.00	0.45	2.00	0.23	1.01	0.720	2.229	
95%	308.32	5.38	0.48	2.15	0.22	1.05	0.760	2.199	
100%	360.00	6.28	0.50	2.51	0.20	1.03	0.800	2.052	
La portata di progetto defluisce con i seguenti dati									
89%	282.96	4.94	0.45	1.98	0.23	1.00	0.713	2.231	

Tabella 5 - Caratteristiche idrauliche del sottopassaggio del Fosso Arrù su Via Po



In questa sezione di chiusura la portata trentennale è pari a $0.71 \text{ m}^3/\text{s}$ mentre la centennale è pari a $1.40 \text{ m}^3/\text{s}$ per cui la Q_{max} smaltibile e compresa fra queste due ricorrenze.

Tratto Via Po - rimessa agricola

Questo tratto è caratterizzato da una sezione naturale in terra, di forma trapezia, con base maggiore 2.5 metri, base minore 2.0 metri ed altezza pari a 1 metro, con pendenza dello 0.1%.

Considerando una scabrezza secondo Gauckler-Strickler pari a $30 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$, corrispondente a canali in abbandono con presenza di vegetazione, si ottiene una massima portata transitabile pari a $Q_{\text{max}} = 1.45 \text{ m}^3/\text{s}$ come riportato nella figura relativa.

In corrispondenza di questo tratto la portata trentennale è pari a $1.21 \text{ m}^3/\text{s}$ mentre la centennale è pari a $2.40 \text{ m}^3/\text{s}$ per cui la Q_{max} smaltibile, pari a $1.45 \text{ m}^3/\text{s}$ è di poco superiore a quella con ricorrenza trentennale.

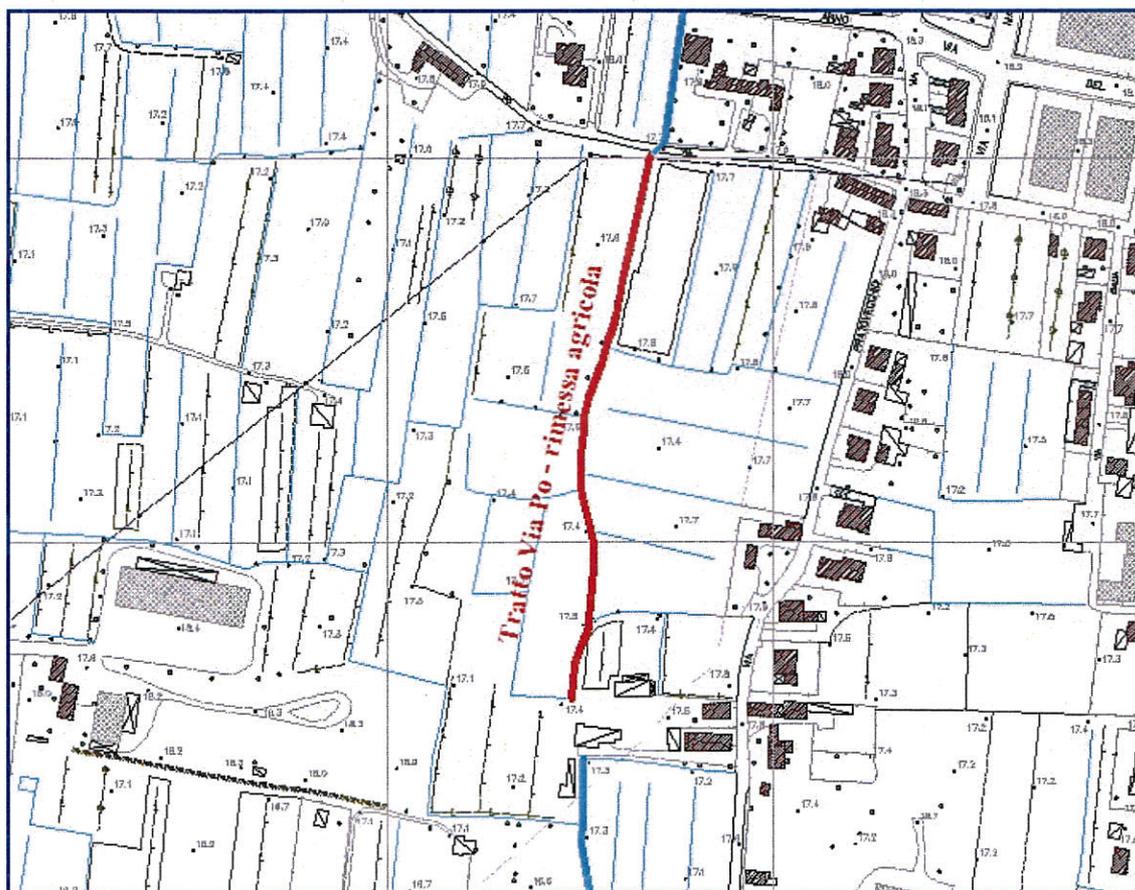


Figura 21 - Ubicazione del tratto Via Po – rimessa agricola



SEZIONE TRAPEZIA O RETTANGOLARE					
Dati della sezione					
H=	100	cm	(Altezza sezione)		
b=	200	cm	(Base minore sezione)		
B=	250	cm	(Base maggiore)		
Angolo	14.0434	gradi			
Area=	2.25	mq			
Pendenza	0.1	%			
K	30	Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler			
Portata di progetto	1.45	mc/sec			
H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (m)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
5	210.31	0.101	0.048	0.01258	0.125
10	220.62	0.203	0.092	0.03909	0.193
15	230.92	0.306	0.132	0.0753	0.2464
20	241.23	0.410	0.170	0.11935	0.2911
25	251.54	0.516	0.205	0.17007	0.3298
30	261.85	0.623	0.238	0.22664	0.3641
35	272.16	0.731	0.268	0.28846	0.3948
40	282.46	0.840	0.297	0.35505	0.4227
45	292.77	0.951	0.325	0.42606	0.4482
50	303.08	1.063	0.351	0.50117	0.4717
55	313.39	1.176	0.375	0.58015	0.4935
60	323.70	1.290	0.399	0.66278	0.5138
65	334.01	1.406	0.421	0.74891	0.5328
70	344.31	1.523	0.442	0.83839	0.5506
75	354.62	1.641	0.463	0.93109	0.5675
80	364.93	1.760	0.482	1.02692	0.5835
85	375.24	1.881	0.501	1.12579	0.5986
90	385.55	2.003	0.519	1.22762	0.613
95	395.85	2.126	0.537	1.33234	0.6268
100	406.16	2.250	0.554	1.43991	0.6399
La portata di progetto defluisce con i seguenti dati					
H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (m)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
100.43	407.06	2.261	0.555	1.449	0.641

Tabella 6 - Caratteristiche idrauliche tratto Via Po – rimessa agricola

Tratto tombato sotto la rimessa agricola

Procedendo verso valle il Fosso Arrù viene nuovamente tombato per permettere l'attraversamento al di sotto della rimessa agricola presente, che avviene con tubazione in cls con Ø 80 cm con lunghezza complessiva di circa 30 metri, posta in opera con pendenza stimata del 1%.

Considerando una scabrezza secondo Gauckler-Strickler pari a $70 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ risulta la massima portata transitabile pari a $Q_{max} = 1.40 \text{ m}^3/\text{s}$, di poco superiore alla portata con tempo di ritorno trentennale.



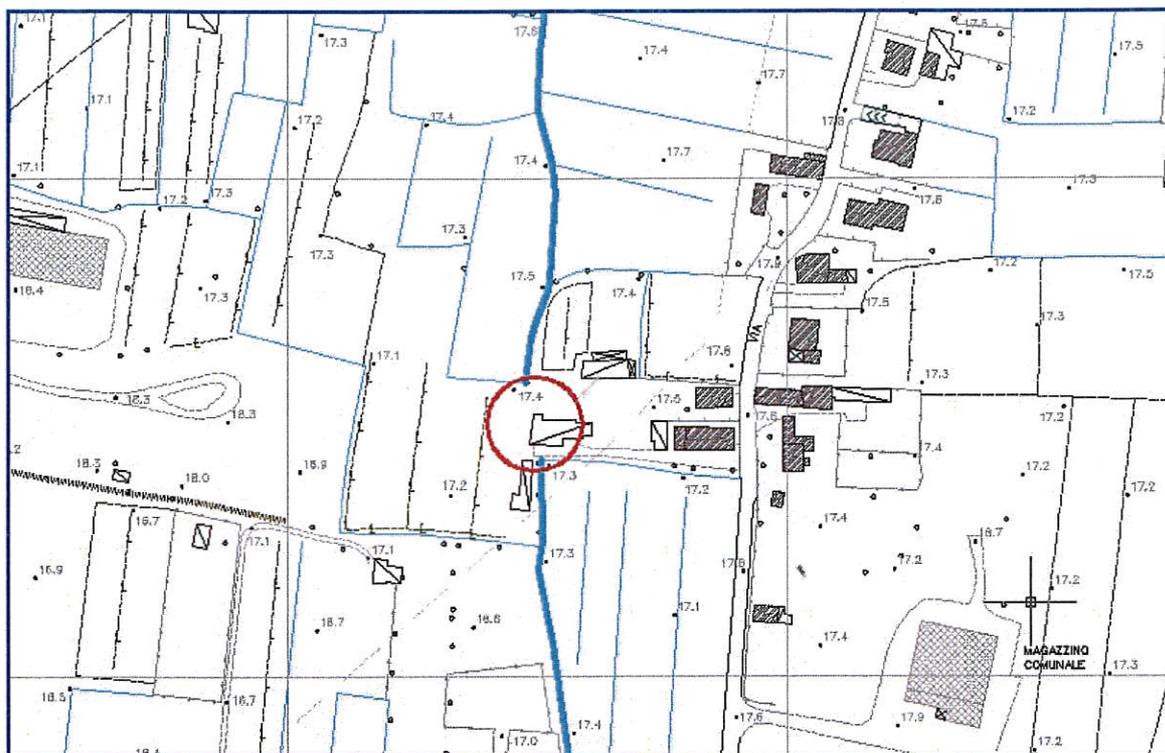


Figura 22 - Ubicazione del tratto tombato con Ø 80 cm per attraversare la rimessa agricola presente

Tratto a valle della rimessa agricola

A valle della rimessa agricola, procedendo verso Sud, il Fosso Arrù scorre in alveo naturale con sezione in terra di forma trapezia, con base maggiore di dimensione 2.5 metri, base minore 2.0 metri ed altezza 80 centimetri; la pendenza del tratto, stimata su C.T.R. in scala 1:2.000 è pari a 0.15%.



Figura 23 - Tratto compreso fra la rimessa agricola e il sottopasso su Via del Terzo (vista verso monte)



Come visibile dalle fotografie lo stato manutentivo del tratto non è particolarmente curato per cui è stato assegnato un coefficiente di scabrezza secondo Gauckler-Strickler pari a $40 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$, corrispondente a canali con presenza di vegetazione. Con questi parametri si ottiene la massima portata transitabile nel tratto pari a $Q_{max} = 1.75 \text{ m}^3/\text{s}$, ovvero poco più che la portata con tempo di ritorno trentennale.

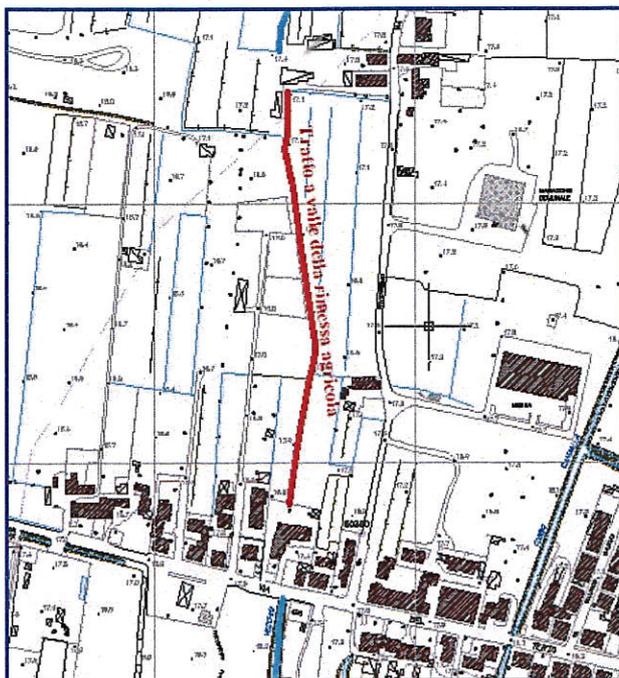


Figura 24 - Ubicazione del tratto a valle della rimessa agricola

SEZIONE TRAPEZIA O RETTANGOLARE					
Dati della sezione					
H=	80	cm	(Altezza sezione)		
b=	200	cm	(Base minore sezione)		
B=	250	cm	(Base maggiore)		
Angolo=	17.3628	gradi			
Area=	1.80	mq			
Pendenza	0.15	%			
K	40	Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler			
Portata di progetto	1.75 mc/sec				
H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
4	208.38	0.081	0.039	0.01425	0.177
8	216.76	0.162	0.075	0.04453	0.2749
12	225.15	0.245	0.109	0.08622	0.3526
16	233.53	0.328	0.140	0.1373	0.4186
20	241.91	0.413	0.171	0.19651	0.4764
24	250.29	0.498	0.199	0.26295	0.528
28	258.67	0.585	0.226	0.33594	0.5747
32	267.06	0.672	0.252	0.41496	0.6175
36	275.44	0.761	0.276	0.49959	0.6569
40	283.82	0.850	0.299	0.58948	0.6935
44	292.20	0.941	0.322	0.68434	0.7276
48	300.58	1.032	0.343	0.78395	0.7596
52	308.97	1.125	0.364	0.8881	0.7897
56	317.35	1.218	0.384	0.99661	0.8182
60	325.73	1.313	0.403	1.10935	0.8452
64	334.11	1.408	0.421	1.22617	0.8708
68	342.49	1.505	0.439	1.34699	0.8953
72	350.87	1.602	0.457	1.47168	0.9186
76	359.26	1.701	0.473	1.60019	0.941
80	367.64	1.800	0.490	1.73243	0.9624
La portata di progetto defluisce con i seguenti dati					
H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
80.52	368.73	1.813	0.492	1.750	0.9651

Tabella 7 - Caratteristiche idrauliche del tratto a valle della rimessa agricola



Sottopasso di Via del Terzo

Il sottopasso sulla S.P. del Terzo avviene in ingresso con tubazione circolare Ø 1.10 metri ed in uscita con sezione scatolare rettangolare; non è nota e non è possibile ricostruire la geometria della condotta al di sotto delle case presenti. E' stata valutata la massima portata smaltibile dalla condotta circolare, con pendenza pari a 1.0%, e coefficiente di scabrezza $40 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$, che risulta **$Q_{max} = 1.64 \text{ m}^3/\text{s}$, di poco superiore alla portata con tempo di ritorno 30 anni.**



Figura 25 - Fosso Arrù all'imbocco del sottopasso su Via del Terzo (vista verso valle)

CANALE CIRCOLARE									
Dati canale:		Diametro=	1.1	metri					
		Area	0.950331	m ²					
		Pendenza canale=	0.01	m/m	in %	1			
		Coeff ScabrezzaG-Strickler=	40						
		Portata di progetto=	1.6	mc/s					
% riempimento	gradi	rad.	Area defl.	Cont. Bagn.	R idr.	Portata (mc/s)	H riemp	Veloc m/s	
5%	51.68	0.90	0.05	0.50	0.10	0.04	0.055	0.837	
10%	73.74	1.29	0.10	0.71	0.13	0.10	0.110	1.049	
15%	91.15	1.59	0.14	0.87	0.16	0.17	0.165	1.193	
20%	106.26	1.85	0.19	1.02	0.19	0.25	0.220	1.305	
25%	120.00	2.09	0.24	1.15	0.21	0.33	0.275	1.396	
30%	132.84	2.32	0.29	1.28	0.22	0.42	0.330	1.473	
35%	145.08	2.53	0.33	1.39	0.24	0.51	0.385	1.540	
40%	156.93	2.74	0.38	1.51	0.25	0.61	0.440	1.597	
45%	168.52	2.94	0.43	1.62	0.26	0.70	0.495	1.646	
50%	180.00	3.14	0.48	1.73	0.27	0.80	0.550	1.692	
55%	191.48	3.34	0.52	1.84	0.28	0.90	0.605	1.730	
60%	203.07	3.54	0.57	1.95	0.29	1.01	0.660	1.763	
65%	214.92	3.75	0.62	2.06	0.30	1.11	0.715	1.790	
70%	227.16	3.96	0.67	2.18	0.31	1.21	0.770	1.813	
75%	240.00	4.19	0.71	2.30	0.31	1.30	0.825	1.830	
80%	253.74	4.43	0.76	2.44	0.31	1.40	0.880	1.841	
85%	268.85	4.69	0.81	2.58	0.31	1.49	0.935	1.844	
90%	286.26	5.00	0.86	2.73	0.31	1.57	0.990	1.837	
95%	308.32	5.38	0.90	2.96	0.31	1.64	1.045	1.813	
100%	360.00	6.28	0.95	3.46	0.27	1.61	1.100	1.692	
La portata di progetto defluisce con i seguenti dati									
92%	294.21	5.14	0.87	2.82	0.31	1.60	1.012	1.830	

Tabella 8 - Sottopasso della S.P. del Terzo



Tratto a valle di Via del Terzo

Nel tratto a valle di Via del Terzo il tracciato del Fosso Arrù è stato recentemente oggetto di interventi di miglioramento idraulico, funzionali alla realizzazione della nuova viabilità provinciale. Dalla consultazione della relazione allegata al progetto risulta che le opere sono state dimensionate per consentire una massima portata transitabile in alveo pari a $Q_{max} = 4.70 \text{ m}^3/\text{s}$, ovvero compatibile con la portata duecentennale calcolata in questo elaborato.



Figura 26 - Fosso Arrù a valle della S.P. del Terzo, così come modificato dai lavori di nuova viabilità

Considerazioni conclusive stato attuale Fosso Arrù

Alla luce dei risultati sopra esposti è possibile affermare che la massima capacità attuale di deflusso del Fosso Arrù in tutto il tratto a monte della S.P. del Terzo è pari a quella con ricorrenza trentennale. A valle di Via del Terzo invece il tratto compreso fra il sottopassaggio e la confluenza con il Rio Pratovecchio è dimensionato per portate compatibili con la ricorrenza duecentennale.

Comunque, visto i valori di picco ed i volumi degli idrogrammi di piena in gioco, è ipotizzabile che la dinamica del Fosso Arrù sia limitata da quella del Rio Pratovecchio, con difficoltà di scarico del secondario in concomitanza della piena del ricettore.



6.2 Rio di Pratovecchio

Sottopasso della S.p. di Via del Terzo

Come detto in precedenza al sottopasso sulla S.P. del Terzo giungono tre tubazioni, due con diametro 1.0 metro, una 80 cm, poste in opera in tempi differenti e dimensionate secondo progetti diversi, di cui non è stato possibile prendere visione.

Le dimensioni dello scatolare con cui il Rio Pratovecchio sottopassa la S.P. del Terzo sono pari a 3.0 x h 1.25 m; consultando la relazione di accompagnamento al dimensionamento dello scatolare, a firma dell'Ing. Lisa Cortesi, risulta una pendenza di posa dello 0,15%, con una massima portata di piena smaltibile pari a $Q_{max} = 8.45 \text{ m}^3/\text{s}$, calcolata a moto uniforme considerando la scabrezza tipica del calcestruzzo, pari a $75 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$, e per questo compatibile con la portata duecentennale calcolata in precedenza, pari a $Q_{200} = 8.41 \text{ m}^3/\text{s}$.



Figura 27 - Scatolare 3.0 x 1.25 m con cui il Rio Pratovecchio sottopassa la S.p. del Terzo



SEZIONE TRAPEZIA O RETTANGOLARE					
Dati della sezione					
H=	125	cm	(Altezza sezione)		
b=	300	cm	(Base minore sezione)		
B=	300	cm	(Base maggiore)		
Angolo	0	gradi			
Area=	3.75	mq			
Pendenza	0.15	%			
K	75	Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler			
Portata di progetto	8.45 mc/sec				
H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
6.25	312.50	0.188	0.060	0.083472	0.44519
12.5	325.00	0.375	0.115	0.258169	0.68845
18.75	337.50	0.563	0.167	0.494837	0.87971
25	350.00	0.750	0.214	0.780124	1.04017
31.25	362.50	0.938	0.259	1.105402	1.1791
37.5	375.00	1.125	0.300	1.464447	1.30173
43.75	387.50	1.313	0.339	1.852499	1.41143
50	400.00	1.500	0.375	2.265787	1.51052
56.25	412.50	1.688	0.409	2.701244	1.60074
62.5	425.00	1.875	0.441	3.156335	1.68338
68.75	437.50	2.063	0.471	3.628926	1.75948
75	450.00	2.250	0.500	4.117207	1.82987
81.25	462.50	2.438	0.527	4.619626	1.89523
87.5	475.00	2.625	0.553	5.134837	1.95613
93.75	487.50	2.813	0.577	5.661672	2.01304
100	500.00	3.000	0.600	6.199105	2.06637
106.25	512.50	3.188	0.622	6.746232	2.11647
112.5	525.00	3.375	0.643	7.302255	2.16363
118.75	537.50	3.563	0.663	7.866461	2.20813
125	550.00	3.750	0.682	8.438214	2.25019
La portata di progetto defluisce con i seguenti dati					
H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
125.13	550.26	3.754	0.682	8.450	2.25103

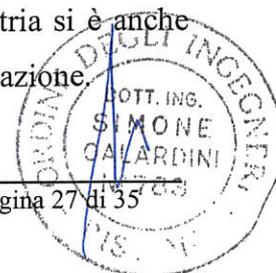
Tabella 9 – Rio Pratovecchio: verifica dello scatolare che sottopassa la S.P. del Terzo

Tratto a valle della S.p. del Via del Terzo

A valle della S.P. del Terzo il Rio Pratovecchio scorre in alveo naturale con sezione trapezia; dopo la confluenza con il Fosso Arrù il sistema procede verso Sud, in direzione del Padule di Fucecchio.

Su questo tratto di corso d'acqua è stato possibile effettuare delle considerazioni in moto permanente, sfruttando i rilievi topografici che sono stati realizzati per altri studi realizzati nella zona.

La verifica ha interessato un tratto con lunghezza 400 metri circa, con 8 sezioni topografiche rilevate e le altre interpolate in automatico da HecRas ogni 15 metri. Nella geometria si è anche tenuto conto della realizzazione della variante alla S.R. 436 Francesca, in via di ultimazione.



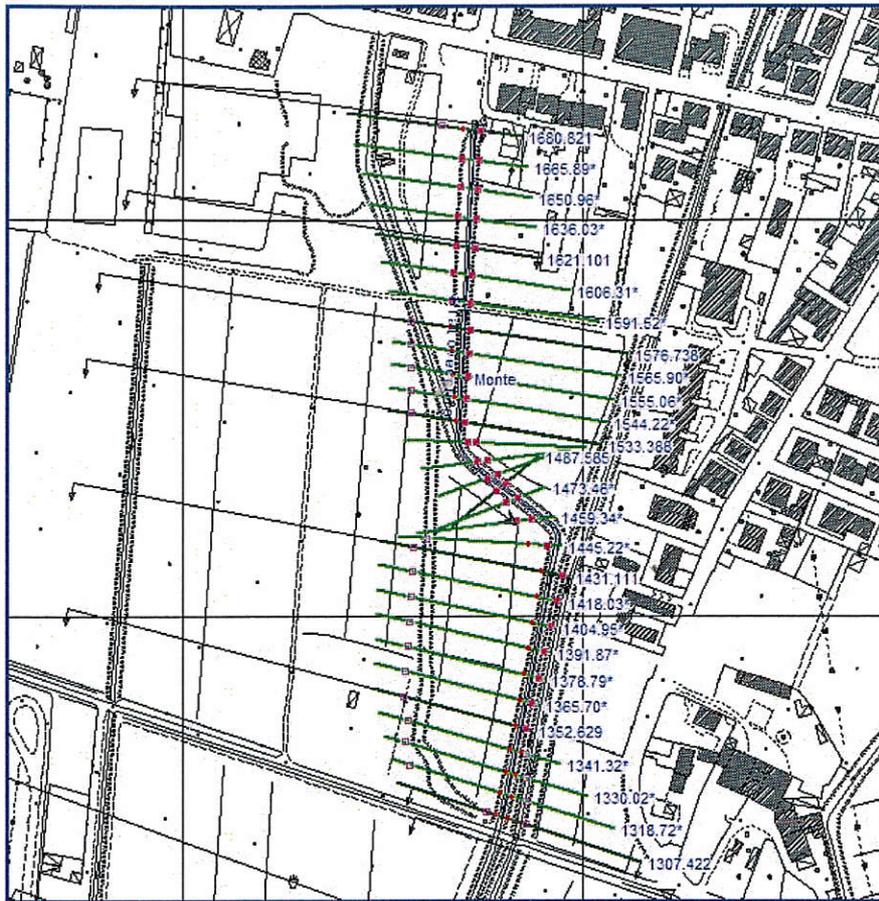


Figura 28 - Tratto simulato del Rio Pratovecchio a valle della S.P. del Terzo

Sono state condotte verifiche con portate crescenti, in modo da definire la massima capacità di deflusso per ogni sezione, considerando il contributo di portata dovuto al Fosso Arrù, con immissione e confluenza nel Rio Pratovecchio così come modificata dai lavori di nuova viabilità.

Corso	Q20	Q30	Q100	Q200
Fosso Arrù	1.13	1.56	3.07	4.08
Rio Pratovecchio	3.56	4.13	6.89	8.41
Arrù + Pratovecchio	4.69	5.69	9.96	12.49

Tabella 10 - Portate significative ai fini della verifica idraulica alla sezione di chiusura di Via del Terzo

Come si nota dall'analisi della tabella sottostante la capacità di deflusso attuale delle sezioni del Rio Pratovecchio è compresa fra ricorrenze con tempo di ritorno 20 anni e 30 anni, ed in alcune sezioni anche inferiori alla ventennale.

Infatti procedendo da monte verso valle si riscontra la seguente situazione:



Sezione	Sponda SX	Sponda DX	Q20	Q30	Q100	Q200	Qmax
1	17.29	17.69	17.36	17.45	17.75	17.86	4.75 m ³ /s
2	17.40	18.06	17.31	17.41	17.72	17.83	6.0 m ³ /s
3	17.22	17.40	17.29	17.40	17.72	17.83	4.75 m ³ /s
4	17.37	17.50	17.18	17.30	17.71	17.83	6.5 m ³ /s
5	17.19	17.44	17.15	17.29	17.71	17.82	5.0 m ³ /s
6	18.08	16.99	17.11	17.26	17.70	17.81	4.0 m ³ /s
7	17.66	16.88	17.07	17.25	17.70	17.81	4.0 m ³ /s
8	17.56	17.20	17.02	17.19	17.65	17.76	8.5 m ³ /s

Tabella 11 - Risultati della verifica idraulica in moto permanente del Rio Pratovecchio

7. Considerazioni idrauliche sullo stato di progetto

7.1 Volumi di acqua da stoccare per insufficienza della rete di drenaggio

L'attuazione del Comparto 33 prevede la riorganizzazione del sistema di drenaggio, con lo spostamento verso Est del tracciato del Fosso Arrù, in modo da disporre più razionalmente le superfici edificate dei vari lotti presenti.

La progettazione architettonica è stata condotta in accordo e di pari passo con quella idraulica, in modo da raggiungere il fine della sicurezza per tempi di ritorno fino a cento anni, così come previsto dalla normativa.

Come visto nell'analisi dello stato attuale, la tubazione con cui il Fosso Arrù sottopassa Via del Terzo ha una portata massima transitabile corrispondente a quella con tempo di ritorno trentennale; in caso di evento più intenso, questa funzionerà da bocca tarata, con la necessità di stoccare opportunamente il volume di acqua che non riesce a transitare.

Nel caso in esame, bisognerà garantire lo stoccaggio temporaneo del volume compreso fra l'idrogramma centennale e l'idrogramma trentennale: dall'analisi idrologica effettuata risulta che tale quantitativo è pari a 2.500 m³.

Si rimanda al paragrafo 7.3 per la descrizione della progettazione della sistemazione idraulica del comparto.



7.2 Volumi di acqua da stoccare per impermeabilizzazione delle superfici

A questo quantitativo dovrà essere sommata la quota parte di acqua derivante dall'impermeabilizzazione del comparto, poiché si è deciso di gestire congiuntamente i due contributi.

Per valutare questa quantità d'acqua da smaltire sono stati utilizzati i seguenti dati:

- Pioggia con intensità pari a 60 mm/h e durata oraria;
- Valori delle superfici di progetto interessate (permeabili ed impermeabili).

Per quanto riguarda i coefficienti di deflusso, si utilizza il valore $k = 1.0$ per le superfici impermeabili, $k = 0.4$ per le superfici semipermeabili, $k = 0.3$ per le superfici a verde, tenendo conto che i terreni seppur a verde sono non più coltivati da tempo, con conseguente compattazione e diminuzione della capacità di assorbimento.

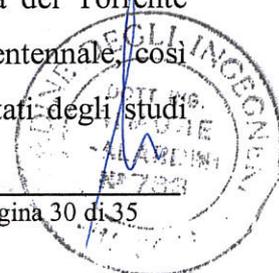
Complessivamente il lotto ha superficie pari a 52.050 m^2 per cui avremo:

Calcolo della quantità d'acqua smaltita in relazione allo stato attuale dei luoghi						
	Area (ettari)	k	i	Q (l/sec)	Q (m³/sec)	Q (m³)
Superficie VERDE	4.4300	0.30	60.00	221.50	0.222	797.40
Superficie IMPERMEABILE	0.7750	1.00	60.00	129.17	0.129	465.00
Superficie SEMIPERMEABILE	0.0000	0.40	60.00	0.00	0.000	0.00
Superficie totale	5.2050					
Totale da smaltire stato attuale				350.67	l/sec	1262.40 m³
STATO DI PROGETTO						
	Area (ettari)	k	i	Q (l/sec)	Q (m³/sec)	Q (m³)
Superficie VERDE	1.8023	0.30	60.00	90.12	0.09	324.41
Superficie IMPERMEABILE	2.5833	1.00	60.00	430.55	0.43	1,549.98
Superficie SEMIPERMEABILE	0.8194	0.40	60.00	54.63	0.05	196.66
Superficie totale	5.2050					
Totale da smaltire stato di progetto				575.29	l/sec	2071.05 m³
Totale da smaltire rispetto allo stato attuale (differenza)				224.63	l/sec	808.65 m³

Tabella 12 - Calcoli relativi all'impermeabilizzazione delle superfici

7.3 Volumi di acqua da stoccare per battenti attesi

Si è analizzato anche l'eventuale contributo di esondazione dovuto alla dinamica del Torrente Nievole e del Fosso Candalla, con riferimento alla portata con tempo di ritorno centennale, così come previsto dalla normativa. Per il primo corso d'acqua si è fatto uso dei risultati degli studi



idraulici di regolamento urbanistico realizzati da D.R.E.Am. Italia per conto del Comune di Pieve a Nievole; per il Fosso Candalla il riferimento è costituito dal progetto definitivo della cassa d'espansione prevista a monte di Via del Terzo, studio realizzato da D.R.E.Am. Italia per conto di CooperCasa e del Comune di Monsummano Terme.

Entrambi gli studi dimostrano che non sono previsti battenti con tempo di ritorno centennale nell'area di realizzazione del Comparto 33, né per il Fosso Candalla, né per il Torrente Nievole.

Bisogna inoltre considerare che il Comparto 33 verrà rialzato di circa 1 metro rispetto all'attuale piano campagna, in modo da rendere congrua la rete viaria esistente; questa operazione garantisce ulteriore garanzia di sicurezza nei confronti di eventuali esondazioni o rotte che si potrebbero verificare a causa delle "acque alte".

7.4 Volume totale d'acqua da stoccare

Considerando cautelativamente 1000 m³ come quantitativo d'acqua da accumulare a seguito dell'impermeabilizzazione delle superfici, il quantitativo totale di acqua da stoccare, ottenuto dalla somma di questo con il volume di acqua derivante dall'insufficienza del reticolo di drenaggio è pari a:

$$V_{tot} = 1.000 \text{ m}^3 + 2.500 \text{ m}^3 = 3.500 \text{ m}^3$$

7.5 Progetto idraulico del Comparto 33

Per perseguire la realizzazione del comparto e la sicurezza dello stesso è stato ipotizzato un sistema di accumulo del surplus delle acque costituito da 3 aree a verde ribassate, una posta in testa al comparto, le altre nella parte terminale dello stesso, con superficie utile rispettivamente pari a 920 m², 1450 m² e 1740 m². Realizzando un invaso medio con tirante massimo 1 metro, si ricava un volume complessivo stoccato superiore a 4.000 m³, cautelativo rispetto alle esigenze.

Le due "aree di laminazione" in fondo al comparto sono tra loro collegate da una condotta scatolare opportunamente dimensionata, che passa al di sotto della strada di nuova realizzazione, andando di fatto a costituire un unico sistema.



Si rimanda alla tavola allegata per una visione d'insieme della sistemazione realizzata.

In particolare, allo sbocco del Fosso Arrù dalla rimessa agricola (che avviene con tubazione circolare Ø 80 cm) il corso d'acqua viene deviato rispetto al tracciato attuale, portandolo a cielo aperto verso Sud Est.

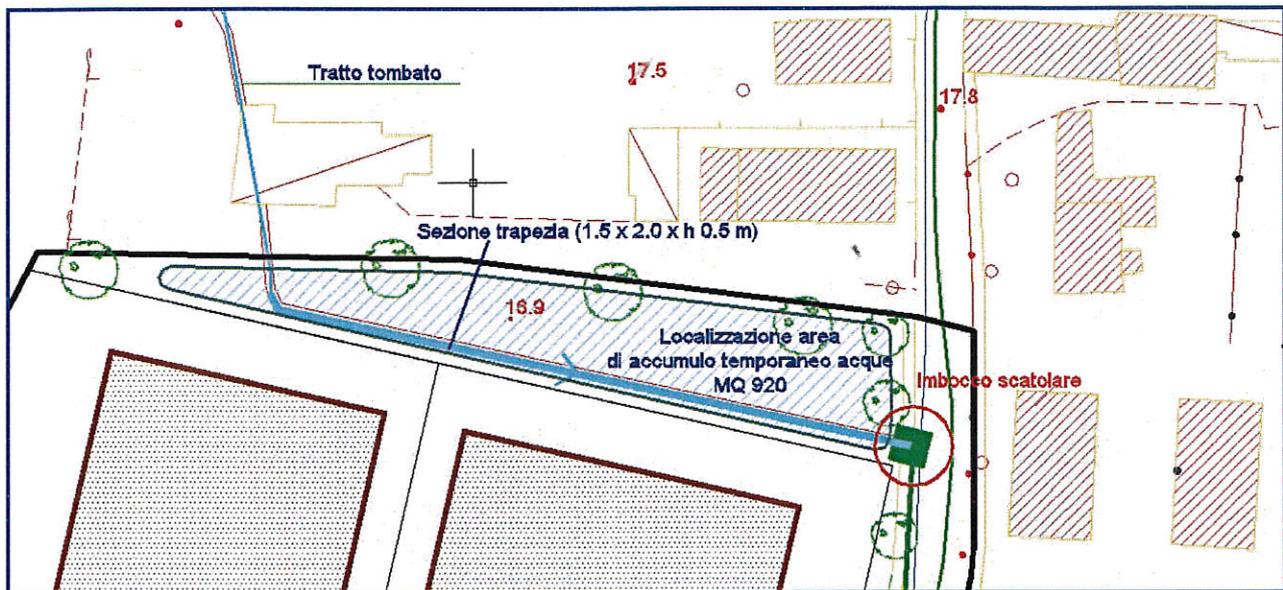
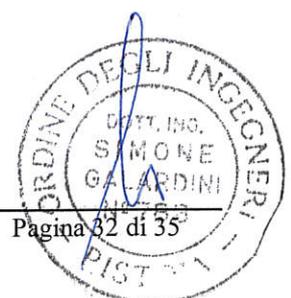


Figura 29 - Sistemazione nel tratto iniziale del comparto

La sezione sarà trapezia, con base minore 1.5 m, base maggiore 2.0 m ed altezza 0.5 m; il Fosso Arrù in questo tratto avrà la possibilità di espandersi nell'area a verde ribassata con superficie complessiva 930 m² e tirante massimo previsto 1 metro.

Al termine di questo tratto il Fosso Arrù verrà tombato con scatolare rettangolare minima 1.5 x h 1.0 m (o equivalentemente una tubazione circolare con diametro 1.4 m), posto in opera con pendenza pari allo 0.5%. Questo dimensionamento è compatibile con la portata centennale calcolata, pari a 3.07 m³/s.

Dati della sezione			
H=	100	cm	(Altezza sezione)
b=	150	cm	(Base minore sezione)
B=	150	cm	(Base maggiore)
Angolo	0	gradi	
Area=	1.50	mq	
Pendenza	0.5	%	
K	60	Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler	
Portata di progetto	3.07	mc/sec	



H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (m)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
5	160.00	0.075	0.047	0.041367	0.55157
10	170.00	0.150	0.088	0.126131	0.84087
15	180.00	0.225	0.125	0.238649	1.06066
20	190.00	0.300	0.158	0.371823	1.23941
25	200.00	0.375	0.188	0.521197	1.38986
30	210.00	0.450	0.214	0.683666	1.51928
35	220.00	0.525	0.239	0.856946	1.63228
40	230.00	0.600	0.261	1.039289	1.73215
45	240.00	0.675	0.281	1.22933	1.82123
50	250.00	0.750	0.300	1.425974	1.9013
55	260.00	0.825	0.317	1.628336	1.97374
60	270.00	0.900	0.333	1.835684	2.03965
65	280.00	0.975	0.348	2.047412	2.09991
70	290.00	1.050	0.362	2.26301	2.15525
75	300.00	1.125	0.375	2.482045	2.20626
80	310.00	1.200	0.387	2.704148	2.25346
85	320.00	1.275	0.398	2.929004	2.29726
90	330.00	1.350	0.409	3.156336	2.33803
95	340.00	1.425	0.419	3.385907	2.37608
100	350.00	1.500	0.429	3.617509	2.41167
La portata di progetto defluisce con i seguenti dati					
H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (m)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
88.11	326.21	1.322	0.405	3.070	2.32293

Figura 30 - Dimensionamento della condotta scatolare

Nel primo tratto la condotta scatolare avrà due immissioni laterali, derivanti dalla raccolta delle acque meteoriche che cadranno sul comparto, opportunamente raccolte dal sistema di drenaggio realizzato; quella più a monte sarà costituita da un Ø 80 cm e raccoglierà anche le acque provenienti dal ruscellamento del reticolo minore esistente; la condotta più a valle sarà invece realizzata con un Ø 40 cm.

Complessivamente la lunghezza della condotta scatolare 1.5x1.0 m sarà pari a circa 235 metri.

Al termine della condotta scatolare il Fosso Arrù verrà condotto a cielo aperto con sezione trapezia, con base minore 1.5 m, base maggiore 2.0 m ed altezza 0.5 m; in questo tratto l'area verde ribassata permette una capacità di autoinvaso pari a 1450 m³ (1450 m² di superficie con battente massimo di 1 metro); questa piccola cassa di laminazione è collegata con quella a valle da un tratto di condotta scatolare, con le stesse dimensioni di quella posta in opera a monte, che passa al di sotto della strada di nuova realizzazione.

La lunghezza del tratto tombato è pari a 30 metri.



In questa porzione di scatolare il Fosso Arrù riceverà un'ulteriore condotta circolare con \varnothing 40 cm, che recapiterà le acque meteoriche raccolte nella porzione sud del comparto 33.

Allo sbocco il Fosso Arrù torna a sezione naturale di forma trapezia, con la possibilità di espansione per ulteriori 1740 m^3 (1740 m^2 di superficie con battente massimo di 1 metro); la sezione sarà "centrata" sulla tubazione con \varnothing 110 cm esistente che sottopassa Via del Terzo, che fungerà quindi come uscita finale del sistema e come regolazione idraulica.

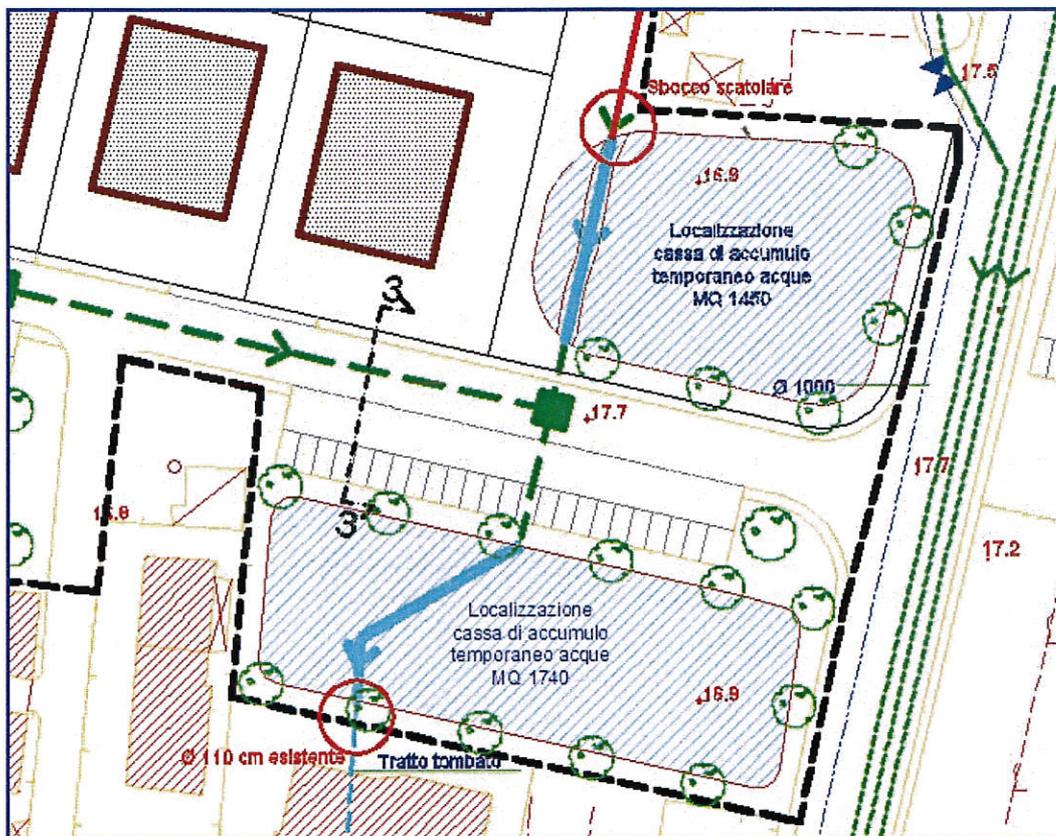


Figura 31 - Sistemazione nella parte terminale del comparto

La pendenza di posa della condotta scatolare e di realizzazione delle aree ribassate sarà modesta, compresa fra 0.5% e 1.0%, e garantirà il regolare deflusso delle acque in caso di portate ordinarie di magra o di morbida, e l'autoinvaso regolato dalla bocca tarata esistente in caso di portate con ricorrenza superiore a quella trentennale.

Difatti con questo schema progettuale si riesce ad avere un comportamento ordinario fino a tempi di ritorno trentennali; sopra questa ricorrenza entrano in funzione le zone di laminazione, costituite da aree ribassate a verde, dimensionate in modo da autoinvasare tutti i volumi d'acqua (sia da insufficienza del reticolo che da precipitazione) considerati per il tempo di ritorno centennale.

La condotta scatolare con andamento Nord-Sud prevista è dimensionata con riferimento alla portata centennale, in modo da evitare di mandarla in pressione, compromettendone l'efficienza.

Tutto il sistema è regolato dalla condotta circolare esistente che sottopassa Via del Terzo, che funziona come una bocca tarata, con capacità di deflusso fino alla trentennale, ovvero la capacità massima di scolo attuale dell'intero sistema.

8. Conclusioni

Nel presente elaborato si è cercato di tracciare un quadro di sintesi delle problematiche attuali e sulle scelte progettuali che riguardano la zona di realizzazione del Comparto 33, nel Comune di Monsummano Terme. Come evidenziato dalle richieste e dai colloqui intercorsi con i Tecnici dell'U.R.T.A.T. di Pistoia era necessario mettere alla luce le criticità presenti e gli strumenti progettuali previsti per superarle.

Dopo aver inquadrato la zona di riferimento, sono stati analizzati i bacini idrografici dei fossi d'interesse, per poi calcolare con un opportuno modello idrologico le portate di piena e valutare le condizioni attuali di deflusso, individuando le situazioni critiche presenti nei vari tratti.

Sono state poi presentate le scelte progettuali che si intende realizzare per perseguire l'obiettivo della sicurezza idraulica del comparto, senza aggravio della condizione preesistente nelle aree limitrofe.

La soluzione progettuale scelta è costituita da un'insieme di aree a verde ribassate, che consentono di sopperire all'insufficienza della rete di scolo per eventi con ricorrenze superiori a quelle trentennali, andando ad autoinvasare il surplus di acqua previsto, tanto per insufficienza della rete di drenaggio che per il maggior quantitativo d'acqua derivante dall'impermeabilizzazione delle superfici. Per meglio chiarire le opere di sistemazione previste si rimanda alle tavole grafiche allegate al presente documento.

Pistoia, Aprile 2008

Il tecnico incaricato
Dott. Ing. Simone Galardini
(D.R.E. Am Italia)





Tavola della sistemazione idraulica prevista per il Comparto 33 (scala 1:1 .000)

- Reticolo minore di drenaggio esistente
- Tracciato di progetto del Fosso Arrù a ciclo aperto
- Scatolare di progetto (1.5 x h 1.0 m)
- Quote di progetto
- Condotte esistenti Rio Pratovecchio
- Rete acque meteoriche di progetto comparto 33
- Traccia delle sezioni tipo
- Aree a verde ribassate
- Perimetro del comparto 33
- Sistemazione a verde
- Essenze arboree autoctone tipo fraxinus oxycarpa, acer platanoides, quercus rubra, quercus robur

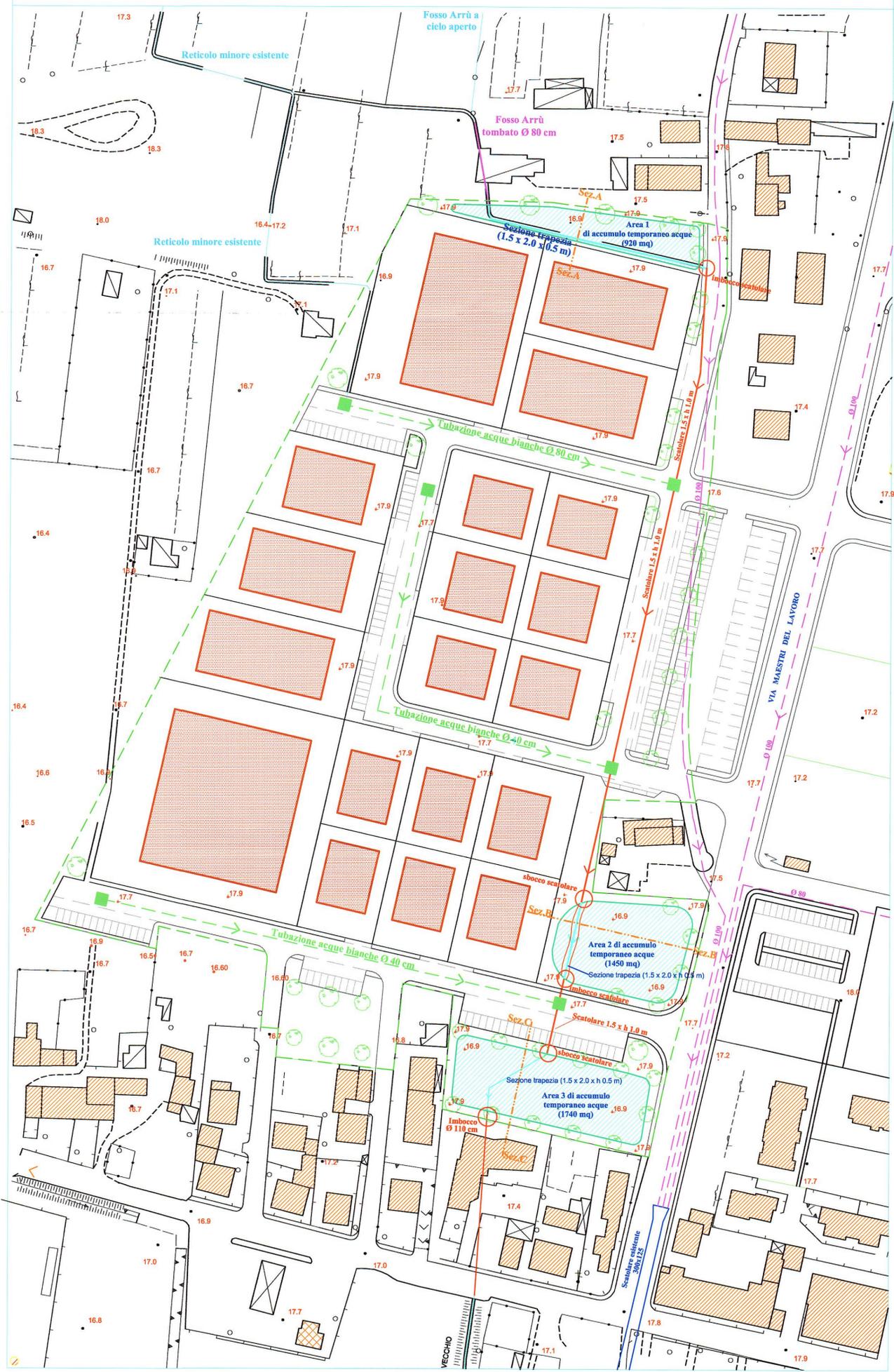
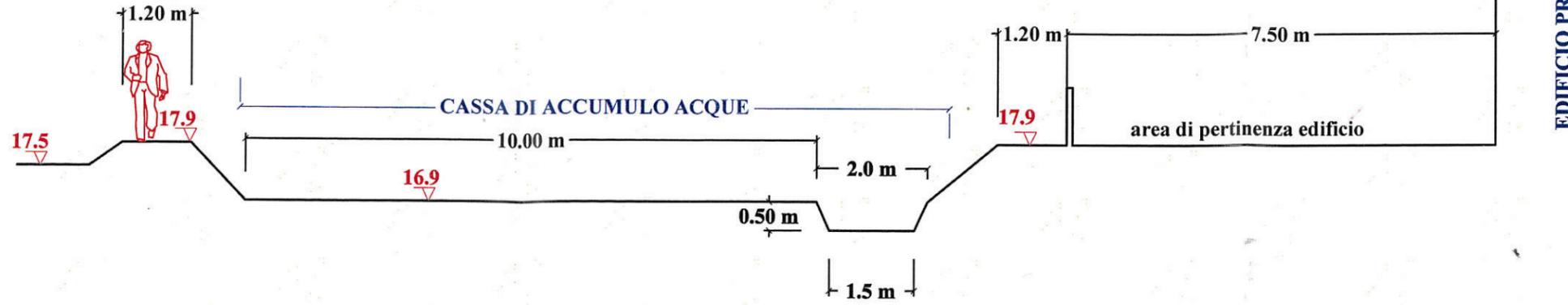
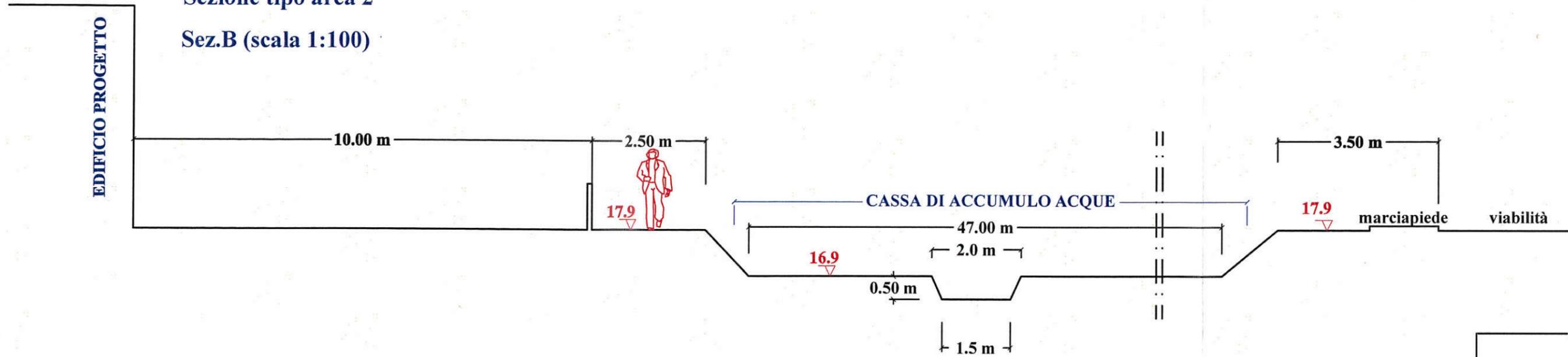


Tavola delle sezioni tipo - scala 1:100

Sezione tipo area 1 Sez.A (scala 1:100)



Sezione tipo area 2 Sez.B (scala 1:100)



Sezione tipo area 3 Sez.C (scala 1:100)

