

COMUNE DI BARBERINO VAL D'ELSA
PROVINCIA DI FIRENZE



PIANO STRUTTURALE Variante generale

Variante n.3 al Piano Strutturale approvato con D.C.C. n° 54 del 01/06/2005

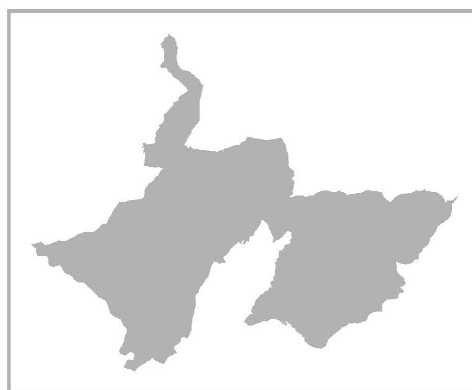
Adozione: D.C.C. n. del / /
Approvazione: D.C.C. n. del / /
Pubblicazione: B.U.R.T. n. del / /

SINDACO
Maurizio Semplici

CONSIGLIERE COMUNALE DELEGATO
Giacomo Trentanovi

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Arch. Alberto Masoni

GARANTE DELLA COMUNICAZIONE
P.E. Simone Biagini



PROGETTO URBANISTICO
Arch. Riccardo Luca Breschi

Collaboratori:
Arch. Luisa Baldi
Arch. Andrea Giraldi

STUDI GEOLOGICI
Geol. Simone Raspollini

STUDI IDROLOGICO-IDRAULICI
Geol. Simone Raspollini
Ing. Alessio Gabbrielli

INDICE

1. Premessa	2
2. Verifiche idrauliche per eventi con tempo di ritorno 500 anni.....	3
3. Verifiche idrauliche zone industriali “Bosco ai Marzi” e “Le Drove”	13
3.1 Modello idrologico-idraulico Fosso “P. Bosco ai Marzi”	13
3.2 Modello idrologico-idraulico Fosso “P. Il Casotto” e valutazione della pericolosità idraulica nella zona industriale “Le Drove”	22
4. Aggiornamento modello idraulico Torrente Drove e Torrente Bozzone.....	28
5. Conclusioni	28

1. PREMESSA

Il presente lavoro è redatto a supporto della pianificazione urbanistica del Comune di Barberino Val d'Elsa.

In particolare esso costituisce l'integrazione al lavoro originariamente compiuto, in recepimento della richiesta di approfondimenti avanzata dall'Ufficio Tecnico del Genio Civile di Firenze e dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno in occasione della seduta della Conferenza dei Servizi del giorno 03 Dicembre 2013, avente ad oggetto la valutazione delle indagini geologico-tecniche prodotte, ai sensi del D.P.G.R. 53/R/2011, a supporto della Variante al Regolamento Urbanistico e contestuale Variante al Piano Strutturale del Comune di Barberino Val d'Elsa.

Per quanto attiene gli aspetti idraulici, rispetto agli studi effettuati ed alla documentazione presentata prima della suddetta seduta di Conferenza dei Servizi, è stato richiesto di integrare il lavoro sostanzialmente su due aspetti:

- innanzitutto è stato chiesto di estendere lo studio dei corsi d'acqua in esame anche allo scenario relativo agli eventi di piena con tempo di ritorno cinquecentennale, a cui sarebbe stata assegnata pericolosità idraulica P.I. 1 ai sensi del P.A.I. e le cui aree allagate sarebbero state oggetto di una specifica norma di fattibilità per quanto riguarda gli interventi in esse previsti;
- inoltre, alla luce dei recenti eventi meteorici eccezionali del giorno 21 Ottobre 2013 e giorni successivi, è stato chiesto di estendere la valutazione della pericolosità idraulica anche alle aree produttive di "Bosco ai Marzi" e "Le Drove", implementando nuove modellazioni idrauliche per due corsi d'acqua minori che rispettivamente le attraversano o lambiscono.

Il presente lavoro intende dunque esplicitare le verifiche idrauliche integrative compiute, sia per quanto riguarda la modellistica idrologica che per quella idraulica.

I nuovi corsi d'acqua studiati, la relativa modellistica idraulica nonché i risultati in termini di aree allagate associati a queste nuove verifiche sono stati inseriti nei medesimi elaborati grafici originariamente prodotti, opportunamente aggiornati.

I risultati analitici delle nuove modellazioni idrauliche (TR500 per i corsi d'acqua precedentemente studiati e TR30, TR100, TR200 e TR500 per i due nuovi fossi) sono invece riportati nell'Allegato **IR 06**.

2. VERIFICHE IDRAULICHE PER EVENTI CON TEMPO DI RITORNO 500 ANNI

Come anticipato, ad integrazione delle verifiche finora eseguite sui corsi d'acqua, è stato esaminato anche lo scenario di rischio riferito al tempo di ritorno pari a 500 anni.

Tali verifiche hanno lo scopo di integrare la classificazione della pericolosità idraulica sul territorio comunale; alle aree allagate per il tempo di ritorno cinquecentennale è stata assegnata la classe di pericolosità idraulica I.2, ai sensi del D.P.G.R. 53/R/2011, e P.I.1 ai sensi del Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno.

Di seguito si riporta nuovamente l'elenco dei corsi d'acqua oggetto di studio idraulico:

- Fiume Elsa
- Torrente Drove, compresi gli affluenti di monte Drove di Tattera e Drove di Cinciano
- Torrente Bozzone
- Botro dell'Abese
- Fosso Zambra
- Fosso Avane
- Fosso "P. Treppiede di Sotto" (fosso non classificato a cui è stata assegnata una denominazione riferita alla località a cui il corso d'acqua è prossimo)
- Fosso "P. Le Mortelle" (altro fosso non classificato a cui è stata assegnata apposita denominazione)
- Borro gli Amaioni.

Per tutti i corsi d'acqua suddetti è stata eseguita anche la verifica per TR500; fanno eccezione il Borro gli Amaioni, di cui l'aggiornamento al P.A.I. è condotto soltanto al livello di sintesi (scala 1:25.000), ed il Fosso Avane, lungo il quale non sono presenti né aree di previsione né particolari interferenze con insediamenti urbani pertanto le aree allagate per TR500 sono state definite in via qualitativa.

In tutti i casi, sia la modellistica idrologica che quella idraulica sono fondate sui medesimi criteri con i quali sono state precedentemente eseguite le verifiche per TR30, TR100 e TR200.

Per quanto riguarda l'idrologia, per ciascun corso d'acqua, a seconda dello specifico approccio metodologico adottato, sono stati seguiti i medesimi procedimenti di calcolo già applicati per la valutazione degli idrogrammi di piena trentennali, centennali e duecentennali, così come descritto nella relazione idrologico-idraulica **IR 01**, alla quale si rimanda per approfondimenti.

Nel presente capitolo vengono dunque semplicemente rappresentati gli idrogrammi risultanti dall'analisi idrologica per TR500.

Di seguito sono mostrati tutti gli idrogrammi di ingresso e tutti gli idrogrammi relativi ai principali affluenti laterali del Fiume Elsa lungo il tratto studiato (tratto Poggibonsi-Certaldo), compreso quelli cinquecentennali, in aggiornamento delle relative figure della relazione idrologico-idraulica **IR 01**.

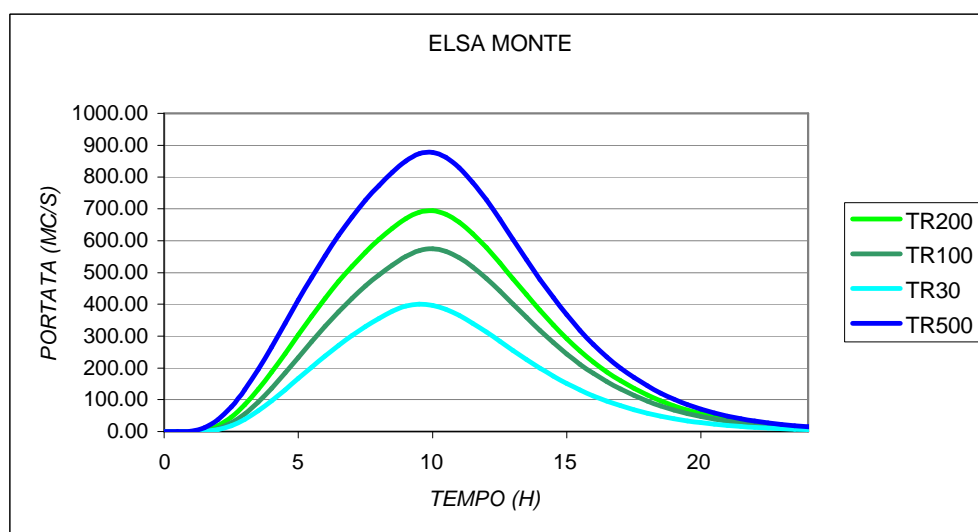


Fig. 1 – Idrogrammi Fiume Elsa in ingresso al modello idraulico per i tempi di ritorno considerati (agg. Fig. 15 di **IR 01**)

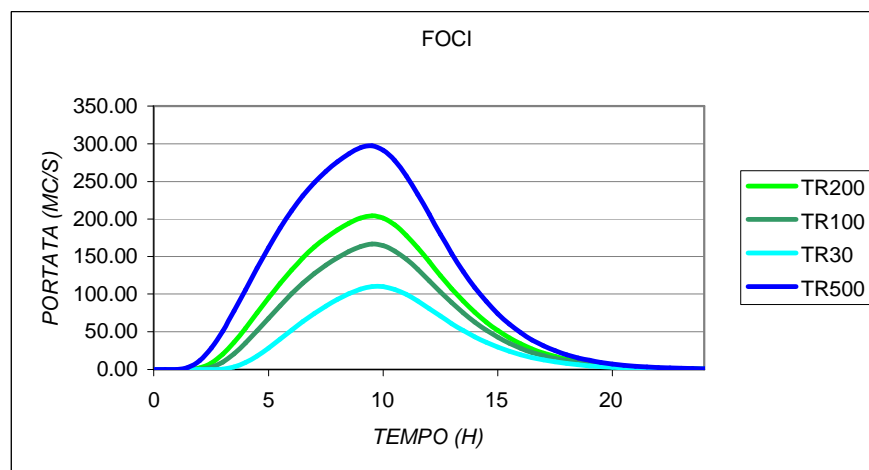


Fig. 2 – Idrogrammi Torrente Foci per i tempi di ritorno considerati (agg. Fig. 16 di **IR 01**)

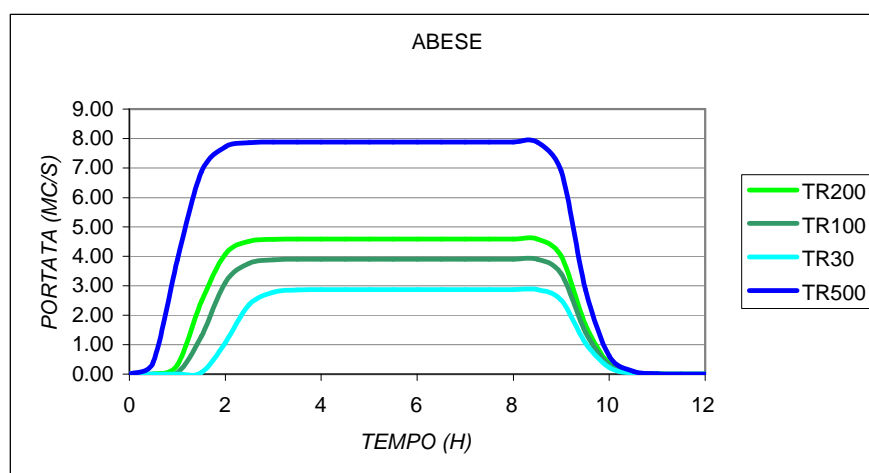


Fig. 3 – Idrogrammi Botro dell'Abese per i tempi di ritorno considerati (agg. Fig. 17 di **IR 01**)

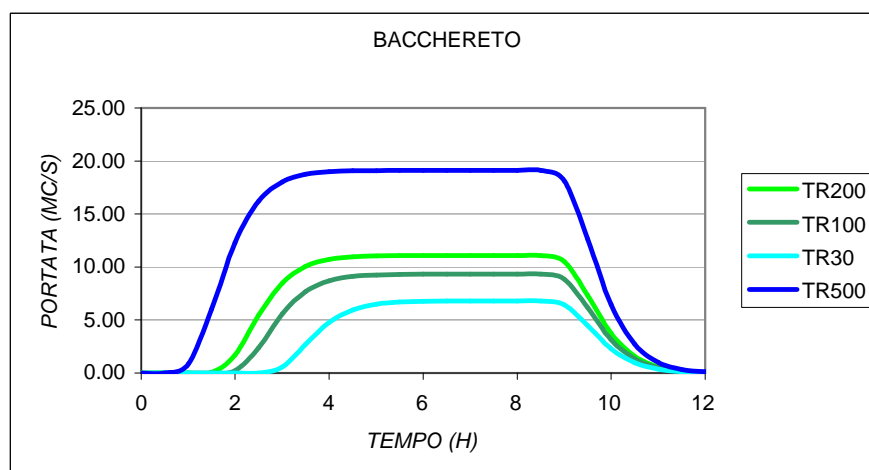


Fig. 4 – Idrogrammi Botro di Bacchereto per i tempi di ritorno considerati (agg. Fig. 18 di **IR 01**)

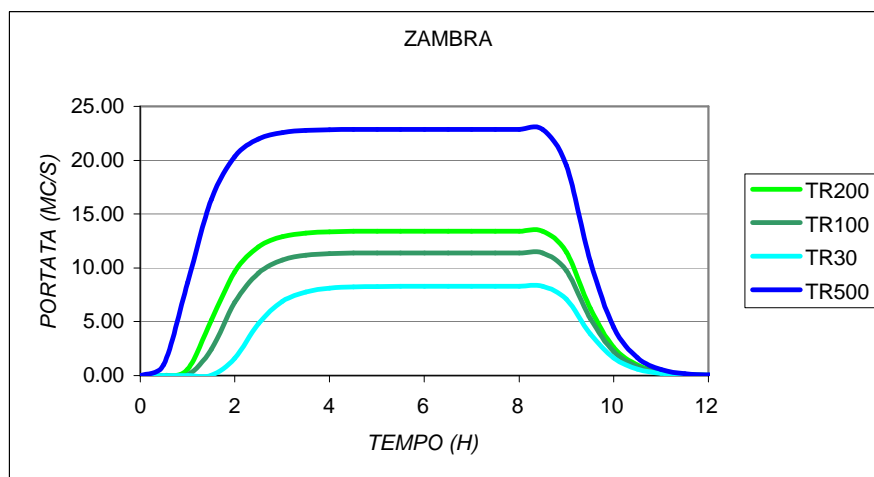


Fig. 5 – Idrogrammi Fosso Zambra per i tempi di ritorno considerati (agg. Fig. 19 di **IR 01**)

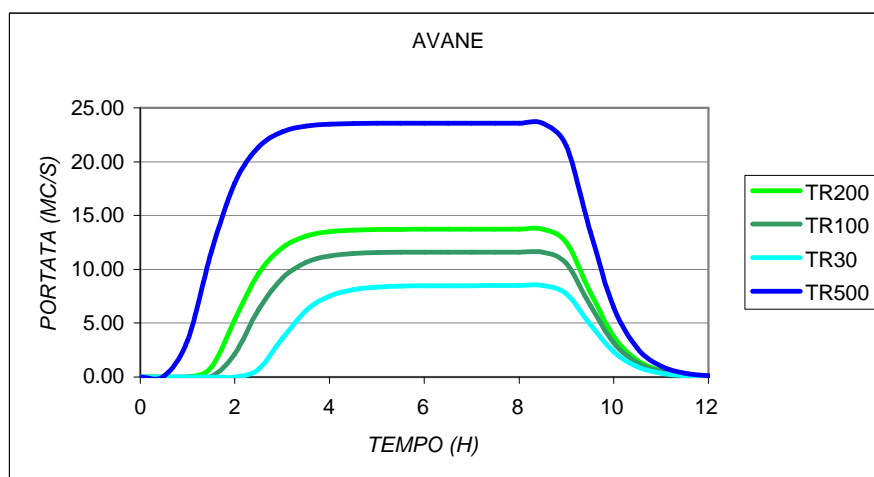


Fig. 6 – Idrogrammi Fosso delle Avane per i tempi di ritorno considerati (agg. Fig. 20 di **IR 01**)

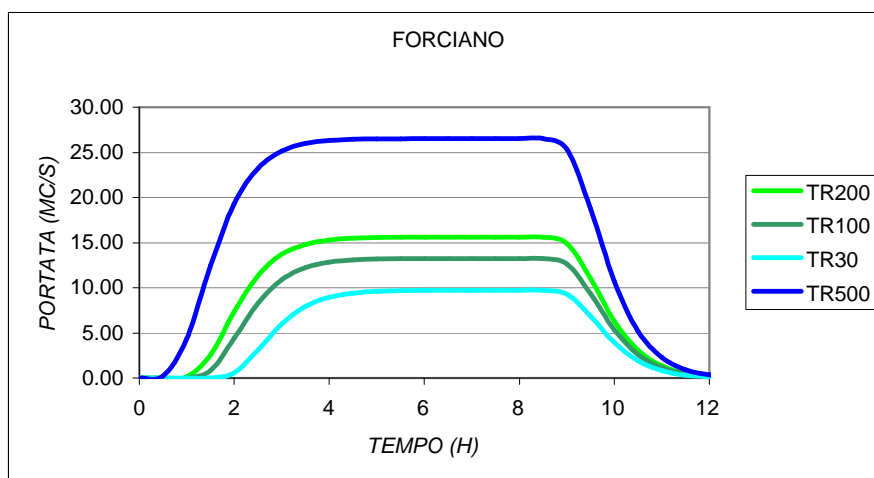


Fig. 7 – Idrogrammi Botro di Forciano per i tempi di ritorno considerati (agg. Fig. 21 di **IR 01**)

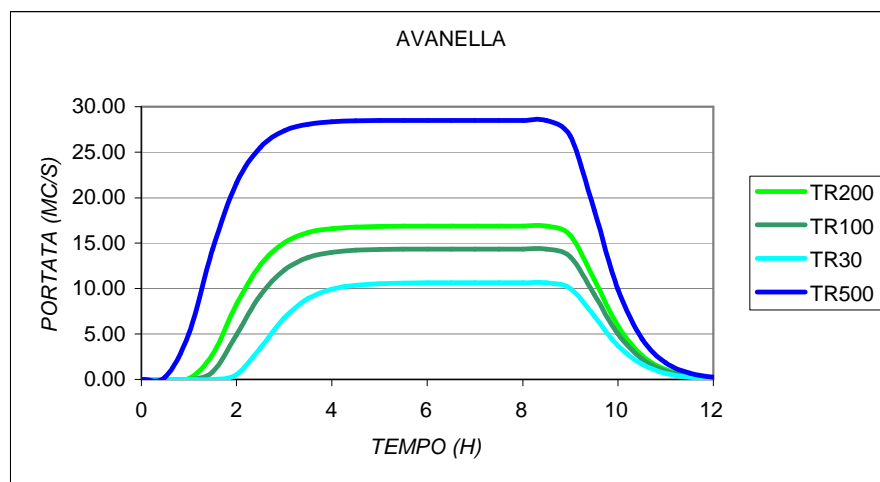


Fig. 8 – Idrogrammi Borro dell'Avanella per i tempi di ritorno considerati (agg. Fig. 22 di **IR 01**)

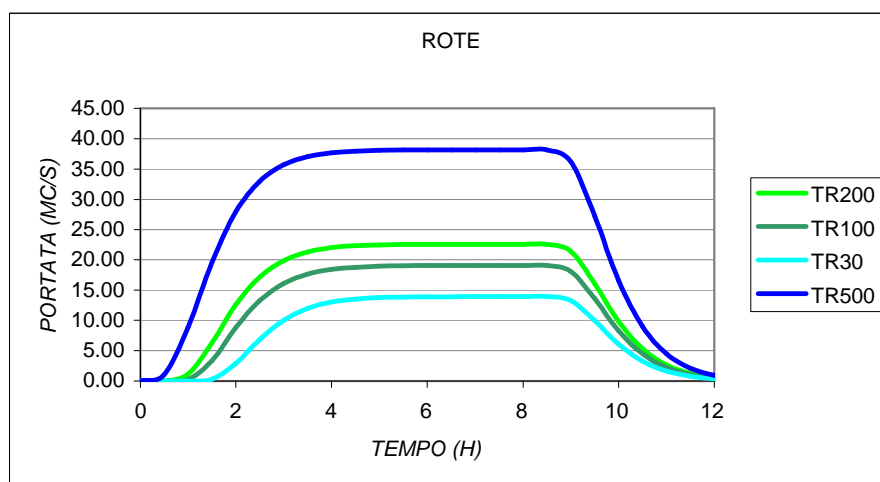


Fig. 9 – Idrogrammi Botro delle Rote per i tempi di ritorno considerati (agg. Fig. 23 di **IR 01**)

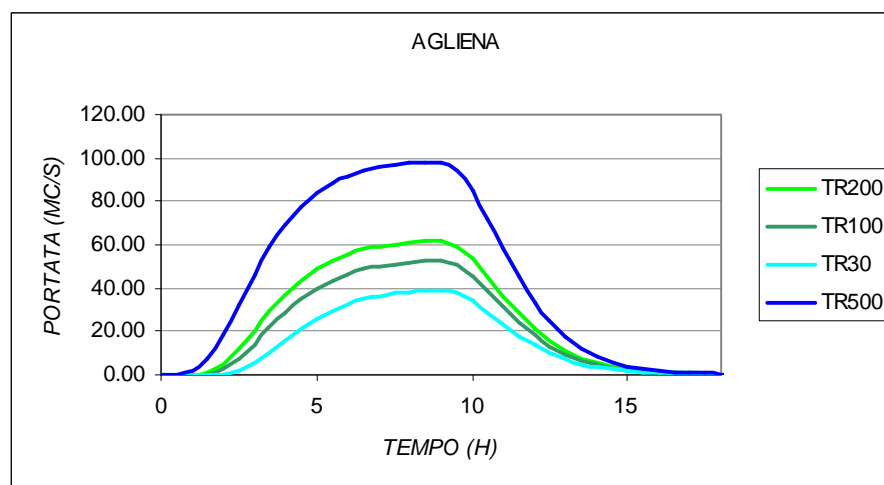


Fig. 10 – Idrogrammi Torrente Agliena per i tempi di ritorno considerati (agg. Fig. 24 di **IR 01**)

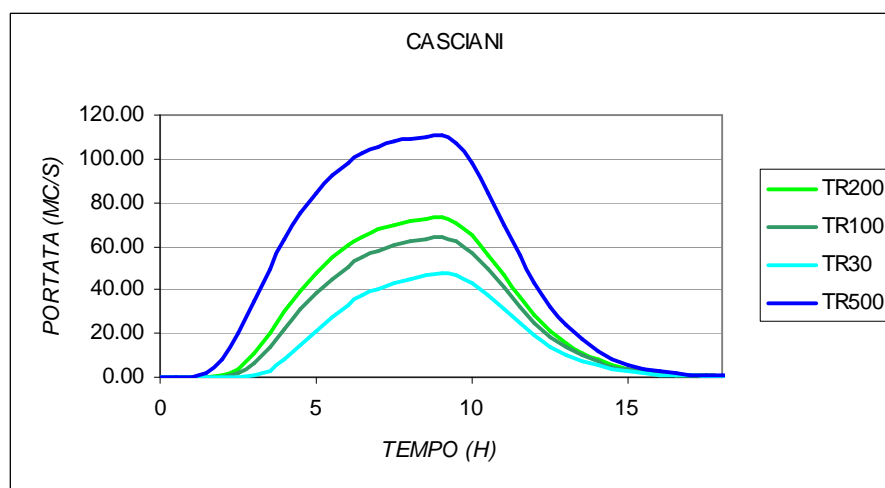


Fig. 11 – Idrogrammi Torrente Casciani per i tempi di ritorno considerati (agg. Fig. 25 di IR 01)

Di seguito sono mostrati tutti gli idrogrammi di ingresso e laterali del modello idraulico congiunto Torrente Drove-Torrente Bozzone per TR500, valutati per le 4 durate di precipitazione considerate (D=1, 2, 3 e 4 ore).

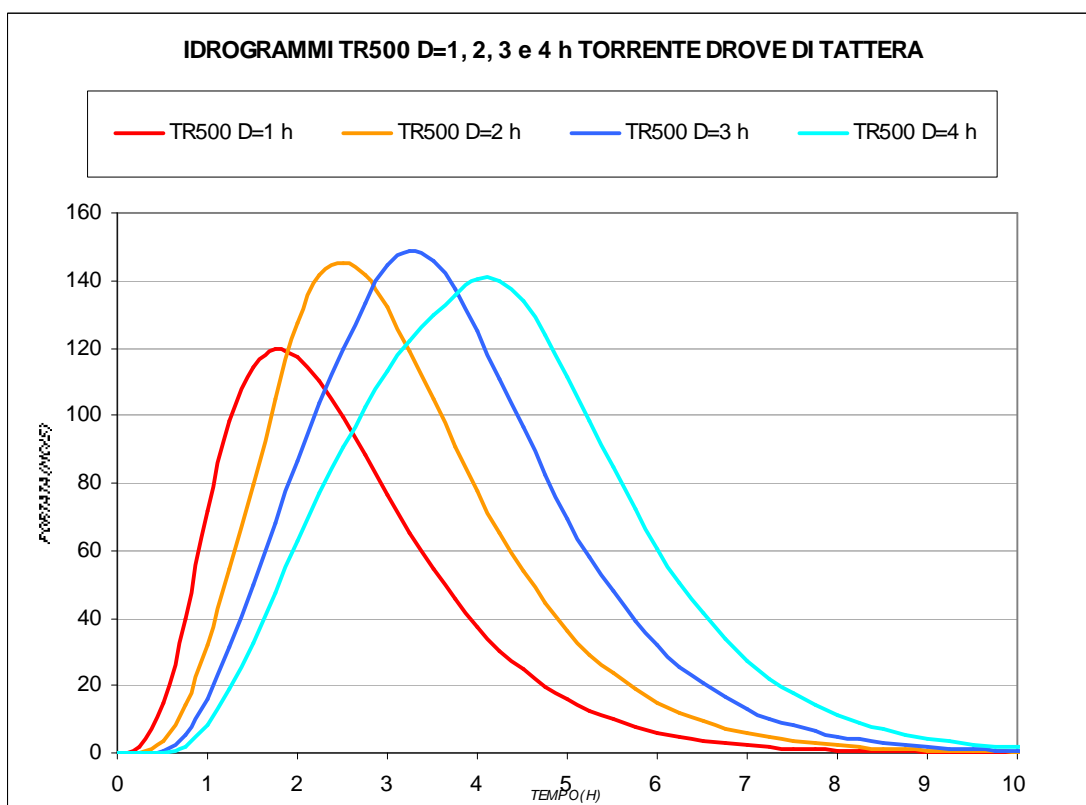


Fig. 12 – Idrogrammi del sottobacino Drove di Tattera per TR500 e durate di pioggia variabili

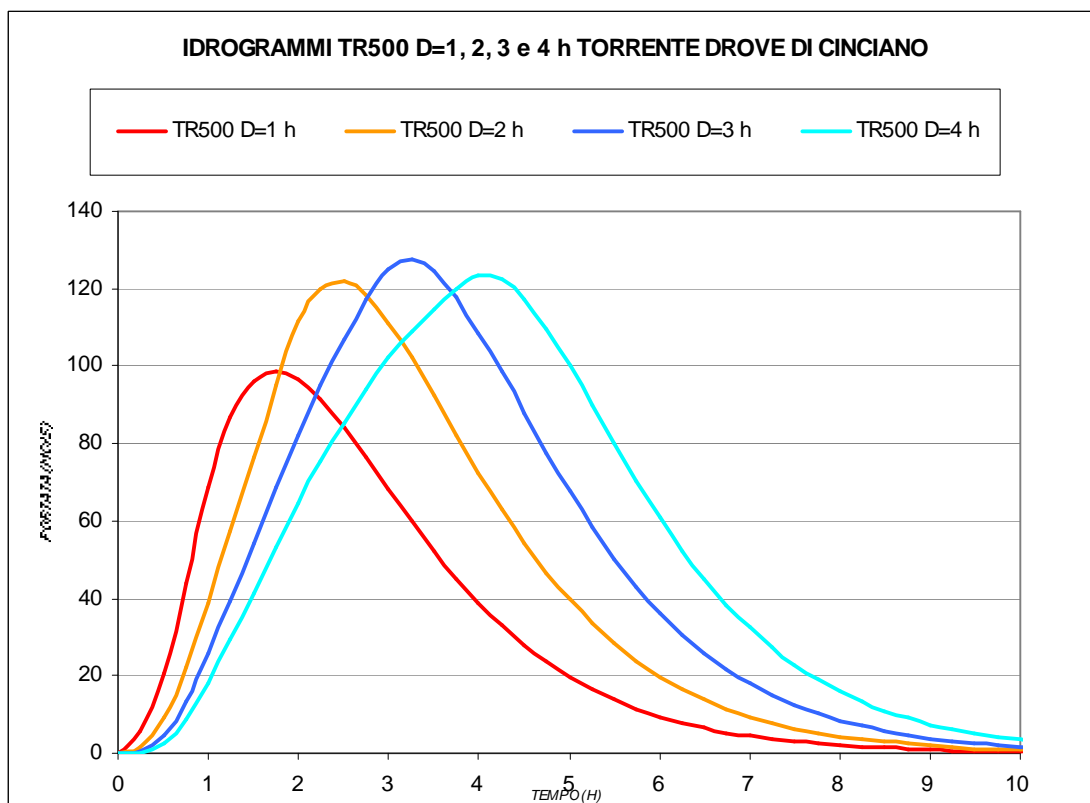


Fig. 13 – Idrogrammi del sottobacino Drove di Cinciano per TR500 e durate di pioggia variabili

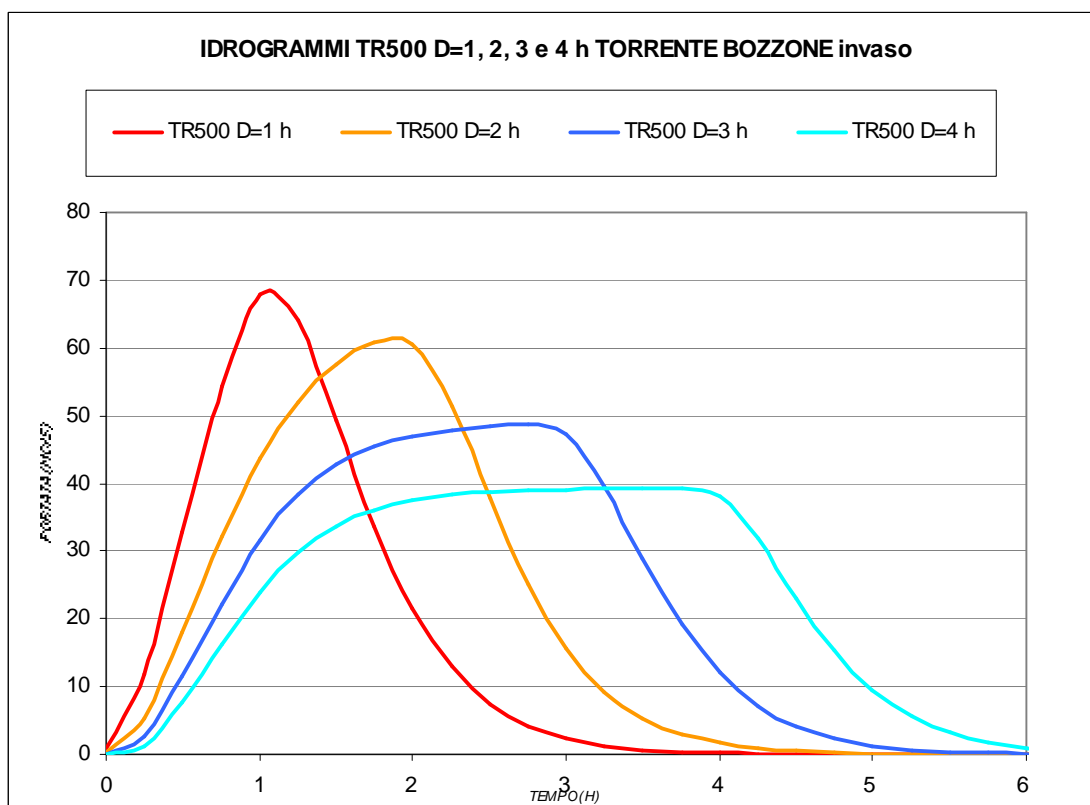


Fig. 14 – Idrogrammi del sottobacino di monte del Torrente Bozzone per TR500 e durate di pioggia variabili

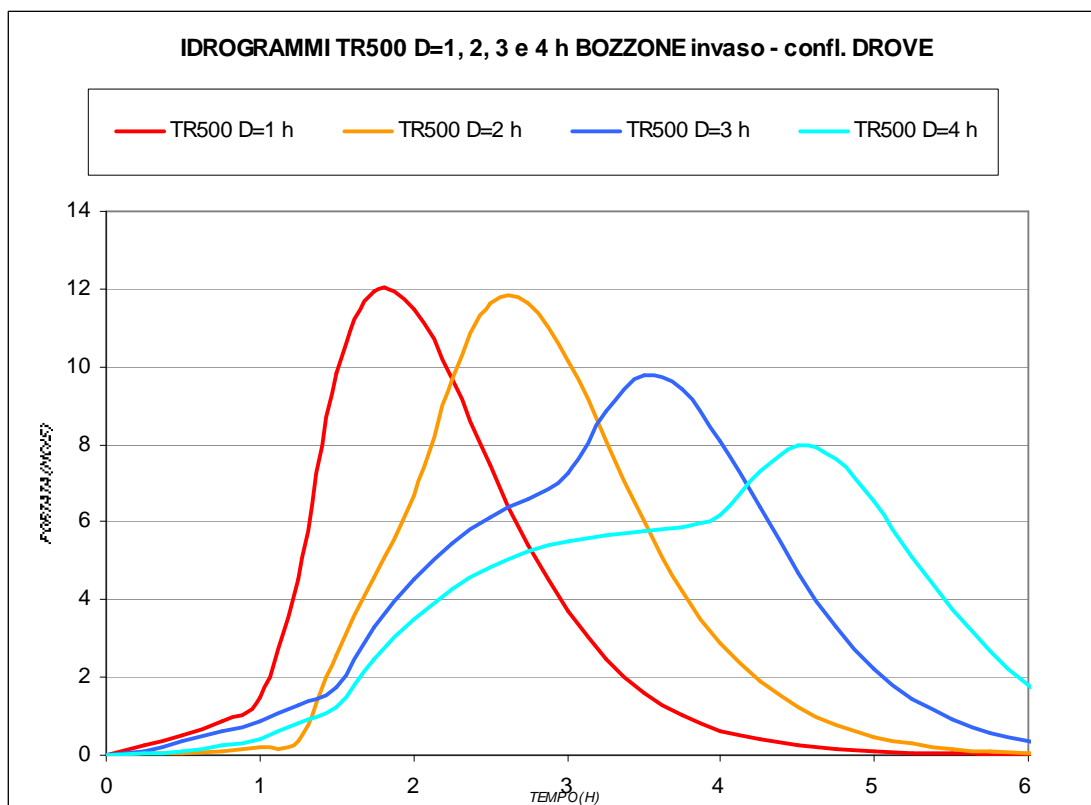


Fig. 15 – Idrogrammi del sottobacino di valle del Torrente Bozzone per TR500 e durate di pioggia variabili

Di seguito sono mostrati tutti gli idrogrammi per TR500 in ingresso agli ulteriori modelli idraulici di cui è stata eseguita la verifica idraulica cinquecentennale integrativa.

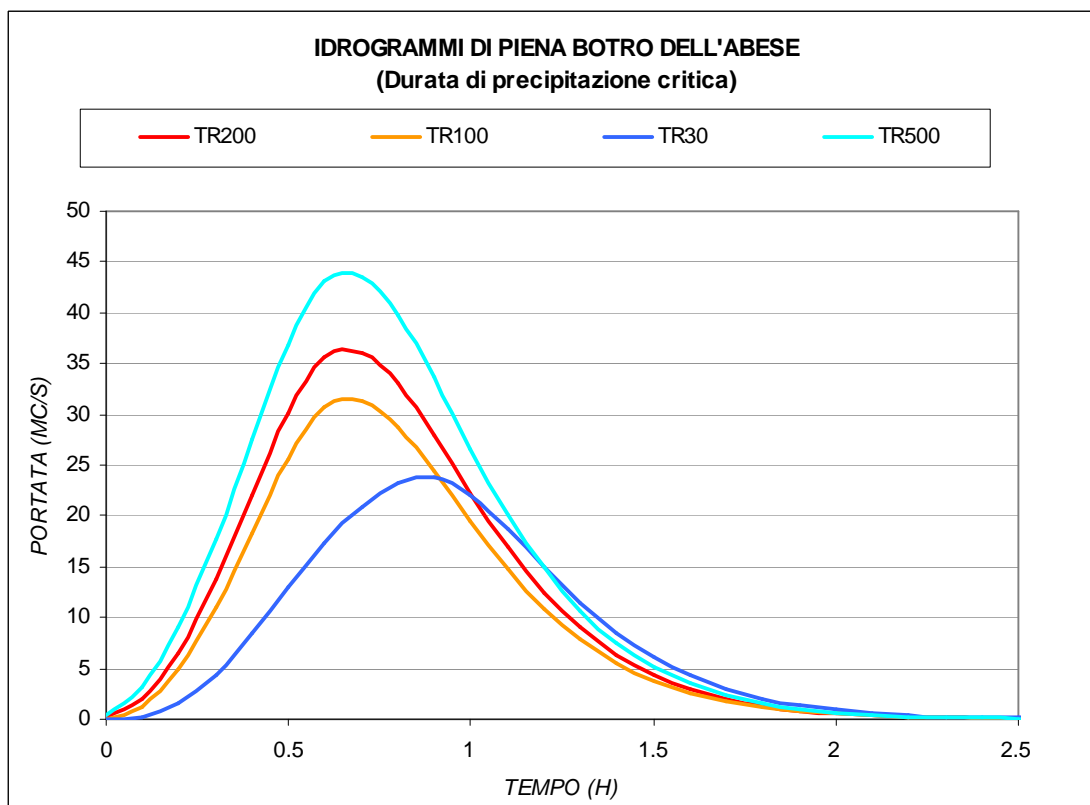


Fig. 16 – Idrogrammi Botro dell'Abese per i tempi di ritorno considerati (agg. Fig. 34 di **IR 01**)

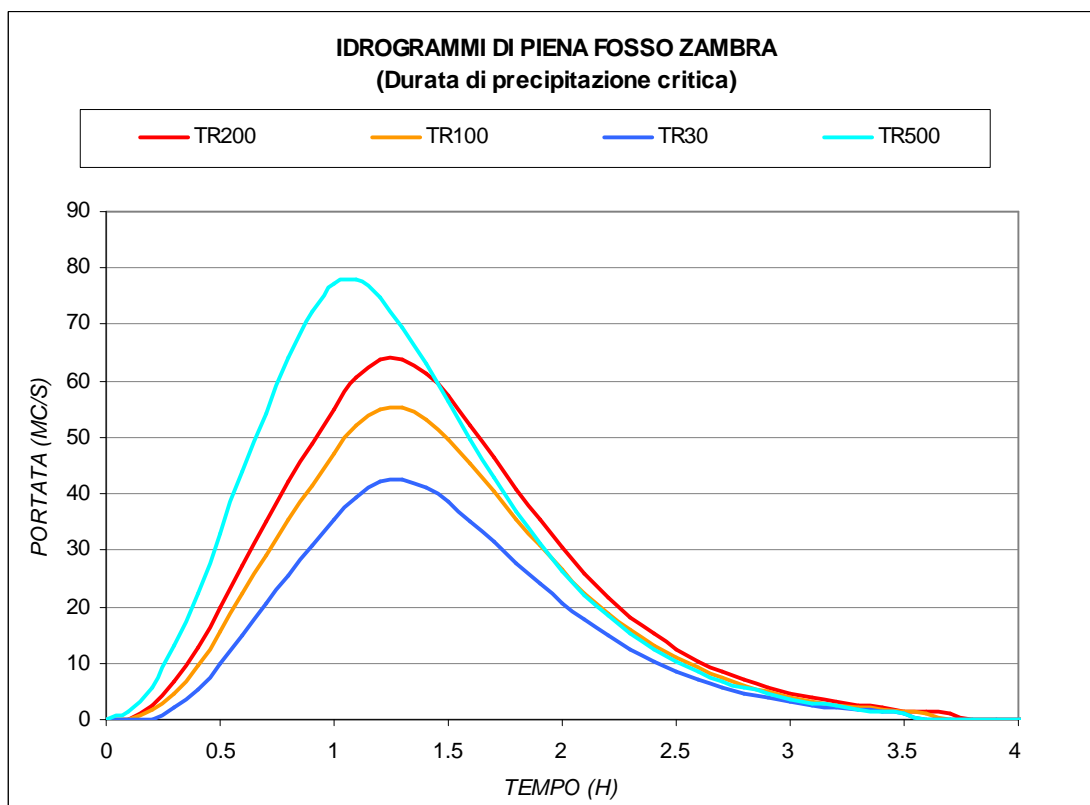


Fig. 17 – Idrogrammi Fosso Zambra per i tempi di ritorno considerati (agg. Fig. 35 di **IR 01**)

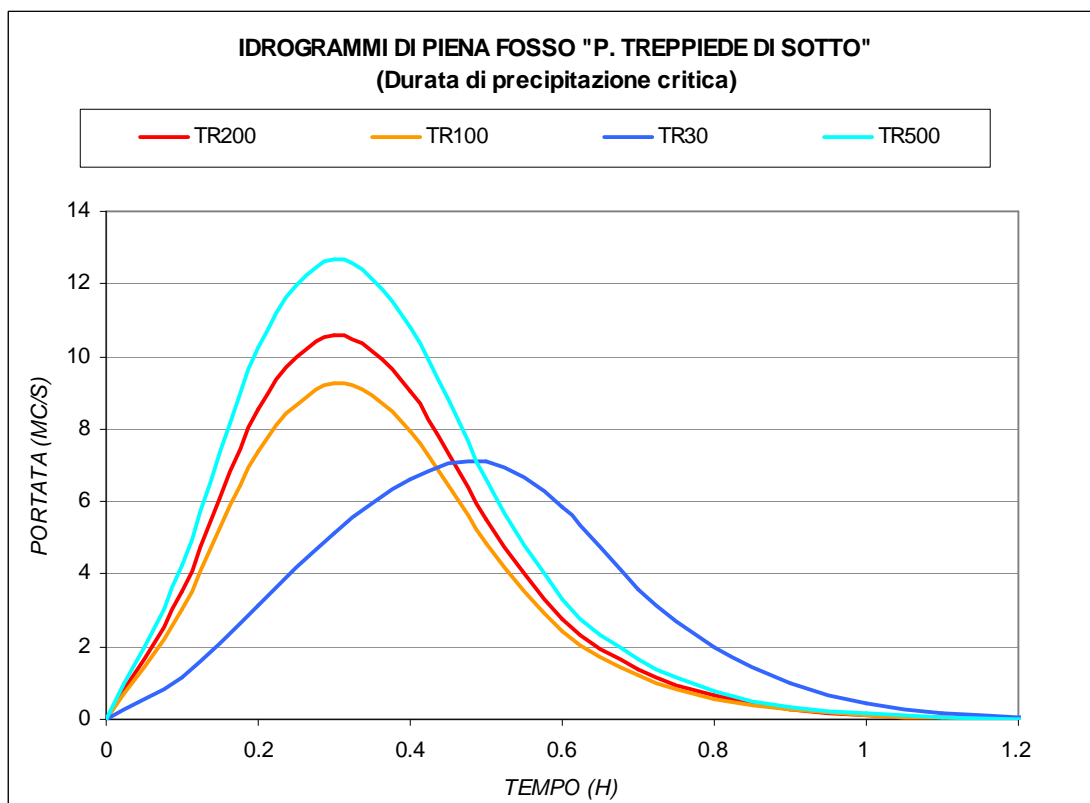


Fig. 18 – Idrogrammi Fosso “P. Trempiede di Sotto” per i tempi di ritorno considerati (agg. Fig. 38 di **IR 01**)

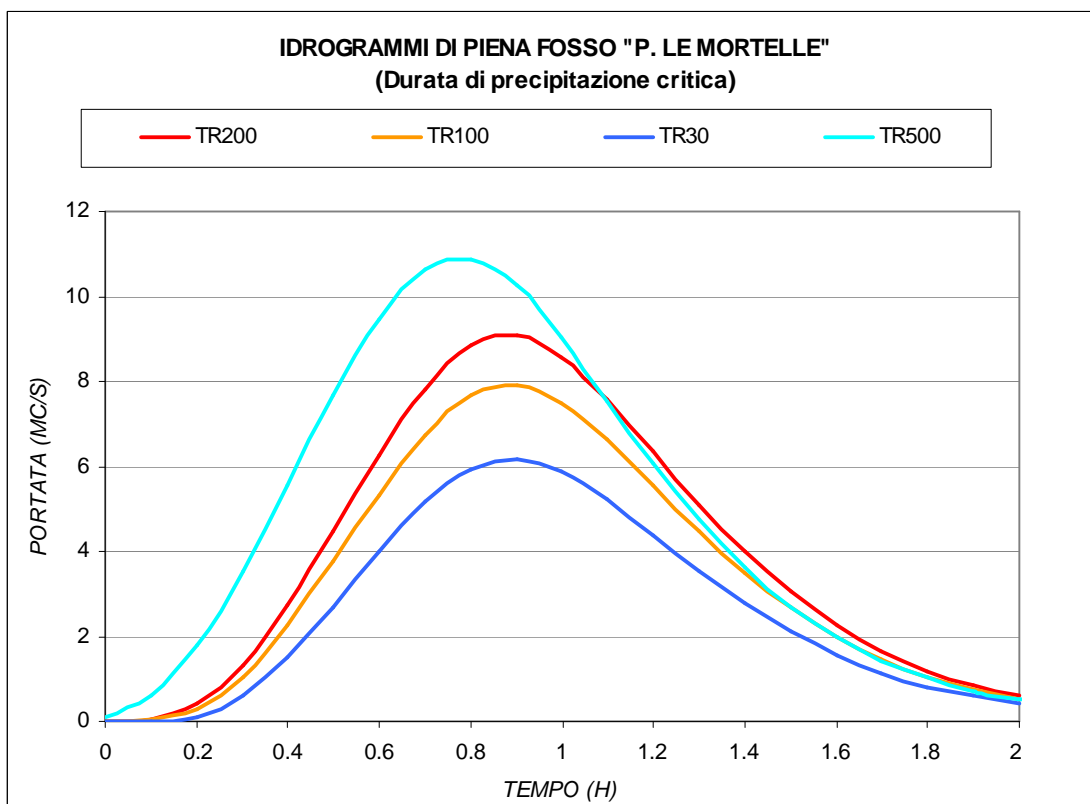


Fig. 19 – Idrogrammi Fosso “P. Le Mortelle” per i tempi di ritorno considerati (agg. Fig. 39 di **IR 01**)

Una volta stimati gli idrogrammi cinquecentennali per i vari corsi d'acqua in esame, sono state implementate le relative elaborazioni idrauliche sui medesimi modelli idraulici utilizzati per i tempi di ritorno pari a 30, 100 e 200 anni.

In conseguenza delle maggiori portate dell'evento cinquecentennale, sono risultate allagabili nuove porzioni di territorio con interessamento di aree di potenziale esondazione che in precedenza non subivano allagamento; ciò nonostante, la geometria dei modelli idraulici non risulta modificata in quanto già la precedente distribuzione delle A.P.E. garantiva la copertura di tutte le zone interessate anche dalle esondazioni per TR500.

In ogni caso sono stati aggiornati anche gli elaborati che raffigurano i modelli geometrici dei corsi d'acqua studiati, ovvero le tavole **I 02a**, **I 02b** e **I 02c**.

Le aree allagate per effetto dell'evento cinquecentennale sono mostrate, unitamente alle aree allagate per TR30, TR100 e TR200, nelle tavole da **I 04a** a **I 04e**.

Inoltre la tavola **I 06** aggiornata mostra le pericolosità idrauliche ai sensi del P.A.I. integrate con la P.I.1 coincidente con lo scenario di rischio cinquecentennale.

3. VERIFICHE IDRAULICHE ZONE INDUSTRIALI “BOSCO AI MARZI” E “LE DROVE”

La seconda richiesta specifica di integrazione agli studi idrologico-idraulici di supporto alla Variante al Piano Strutturale pervenuta dalla Conferenza dei Servizi ha come oggetto la verifica della pericolosità idraulica nell'ambito delle aree produttive di “Bosco ai Marzi” e “Le Drove”, ampiamente coinvolte, in particolar modo quest'ultima, da allagamenti in occasione dell'evento meteorico del 21 Ottobre 2013.

Tali aree, non attraversate da corsi d'acqua di rilievo ma soltanto da fossi minori, per buona parte tombati e collegati al sistema fognario, in prima istanza non sono state oggetto di approfondimento se non per quanto riguarda il rischio di esondazione dei corsi d'acqua principali (Elsa e Drove), pertanto sono state inizialmente classificate a pericolosità media o inferiore.

Le precipitazioni cadute il giorno 21 Ottobre 2013 hanno però messo in evidenza una criticità locale che ha suggerito di approfondire le dinamiche di rischio idraulico.

La forte commistione tra fossi minori, provenienti dal versante di “Bosco ai Marzi” e “Chiano” e sistema fognario di fondo valle, nonché l'interferenza tra questo reticolo, artificiale e naturale, con le infrastrutture e gli insediamenti presenti, ha reso complessa l'analisi della pericolosità in queste aree.

La tipologia di analisi prescelta per queste zone è stata quella di individuare i principali corpi idrici sui quali tendono a riversarsi le acque piovute su questa porzione di territorio e, attraverso una ricostruzione sommaria delle connessioni tra essi ed il sistema di smaltimento delle acque meteoriche delle zone urbanizzate, di eseguire una modellazione idraulica quali-quantitativa che permettesse di riprodurre lo scenario di rischio reale (evento verificatosi ad Ottobre 2013) e potenziale (eventi ancor più gravosi).

L'analisi preliminare di questa porzione di territorio, eseguita mediante alcuni sopralluoghi *in situ*, ha accertato la presenza di due corsi d'acqua principali, ritenuti i primi responsabili del rischio idraulico in Loc. “Bosco ai Marzi” e “Le Drove”, nonché lungo lo svincolo di Drove, viabilità di collegamento tra l'uscita “Poggibonsi Nord” del raccordo autostradale Firenze-Siena ed il nuovo tracciato della S.R. n. 429.

I corsi d'acqua idraulicamente modellati sono pertanto due: il fosso che attraversa la zona produttiva di “Bosco ai Marzi”, privo di toponimo e pertanto definito in questo lavoro Fosso “P. Bosco ai Marzi”, perché sviluppato lungo il versante collinare dove si trova l'omonimo Podere, ed il fosso proveniente da Loc. Chiano e definito Fosso “P. Il Casotto”, anche in questo caso per la vicinanza con l'omonimo Podere.

Di questi due corsi d'acqua sono state eseguite modellazioni idrologico-idrauliche quantitative.

Per l'area interferente con il Fosso “P. Il Casotto” (svincolo di Drove e area produttiva “Le Drove”) è stata contestualmente condotta anche un'analisi quali-quantitativa dei potenziali allagamenti legati ai volumi esondati dal fosso suddetto nonché prodotti lungo lo svincolo di Drove, basata sulla ricostruzione del sistema superficiale di scolo composto da fossetti di guardia, scoline e quant'altro contribuisca alla smaltimento delle acque meteoriche in area urbanizzata.

Di tutto ciò è dato conto nei successivi paragrafi.

3.1 Modello idrologico-idraulico Fosso “P. Bosco ai Marzi”

Il Fosso “P. Bosco ai Marzi”, come anticipato, è un corso d'acqua naturale e ben identificabile, seppur di modeste dimensioni, che scorre lungo il versante collinare di Loc. “Bosco ai Marzi”.

La porzione di territorio interclusa tra la strada di Chiano e la strada di Linari racchiude due distinti bacini idrografici, di cui il maggiore, dalla parte della strada di Linari, è proprio quello del Fosso “P. Bosco ai Marzi” ed il minore, lungo la strada di Chiano, è quello relativo al Fosso “P. Il Casotto”, di cui al successivo paragrafo.

Il Fosso “P. Bosco ai Marzi”, dopo un primo tratto naturale, risulta tombato ed attraversa tutta la zona industriale di “Bosco ai Marzi”, indicativamente lungo la viabilità che la taglia (Via Boccaccio), fino alla S.R. n. 429 (vecchio tracciato), in corrispondenza della quale torna a cielo aperto e prosegue, sottopassando la linea ferroviaria Empoli-Siena, fino al Fiume Elsa, in Loc. Ponte Spada.

A differenza del Fosso “P. Bosco ai Marzi”, il percorso del Fosso “P. Il Casotto” punta più verso Sud, andando a intersecare prima la strada di Chiano poi lo svincolo di Drove, in corrispondenza del quale viene tombato e devia in direzione Poggibonsi Nord per poi nuovamente attraversare la strada e, tornato a cielo aperto, confluire definitivamente nel Torrente Drove; le ulteriori interferenze e peculiarità di questo corso d'acqua sono comunque oggetto di approfondimento nel successivo paragrafo.

Per quanto detto, il Fosso “P. Bosco ai Marzi”, al di là dell’ampio tratto intubato, si presenta come un corso d’acqua tradizionale e indipendente, seppur proprio lungo il tombamento funge anche da veicolo di smaltimento delle acque meteoriche di insediamenti e viabilità limitrofi.

Per questo motivo esso è stato studiato in modo “tradizionale”, con analisi idrologica compiuta ad hoc (non sono disponibili dati “regionalizzati” attendibili se non relativi alla pluviometria) e modellazione idraulica sommaria basata sul rilevamento topografico e/o l’estrazione da LIDAR di un numero sufficiente di sezioni idrauliche necessarie per ricostruire l’andamento del corso d’acqua lungo il tratto di interesse.

La successiva figura mostra un estratto dell’area di studio in cui è individuato il corso d’acqua comprensivo di tratti tombati (in grigio), le sezioni idrauliche rilevate ed il bacino idrografico di riferimento suddiviso in bacino di monte (colore beige) e bacino di valle (colore verde).

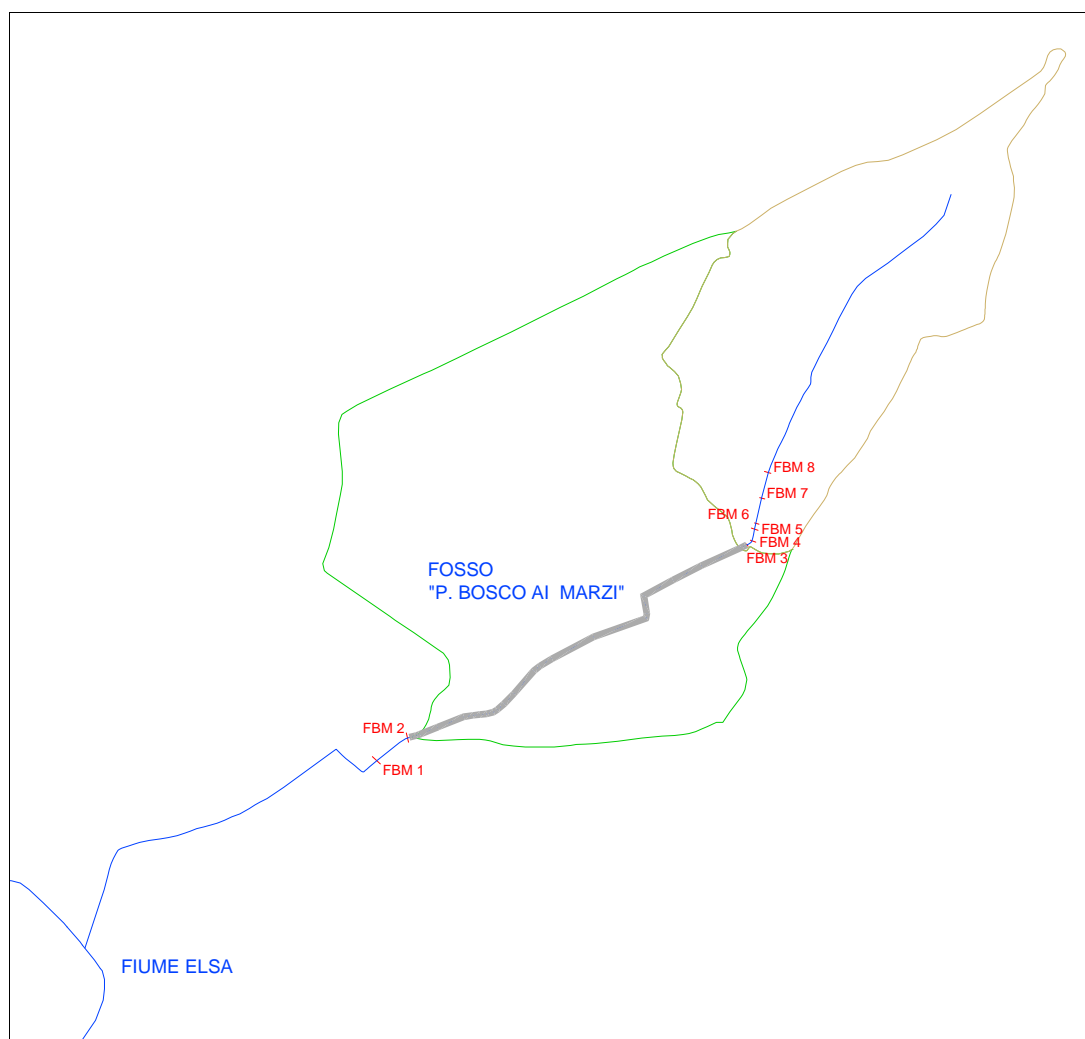


Fig. 20 – Schema modello Fosso “P. Bosco ai Marzi” e bacino idrografico

Come evidenziano gli elaborati **I 02b** e **I 04a**, il Fosso “P. Bosco ai Marzi” scorre in territorio agricolo fino alla Sez. 3, presso la quale si intuba e attraversa tutta l’area industriale (indicativamente lungo Via Boccaccio) fino alla Sez. 2, all’altezza della “vecchia” S.R. n. 429.

La modellazione di questo corso d’acqua è stata compiuta fino alla Sez. 1, posta in corrispondenza dell’attraversamento della linea ferroviaria.

Per quanto riguarda la modellistica idrologica di questo fosso, sono state innanzitutto calcolate le superfici dei 2 sottobacini che compongono l’intero bacino idrografico (fino alla Sez. 1), risultanti rispettivamente pari a circa 0.19 kmq (sottobacino di monte) e 0.32 kmq (sottobacino di valle), dopodiché è stata implementata la sintetica analisi idrologica di seguito descritta.

Innanzitutto, per la parte legata agli afflussi meteorici, si è fatto ricorso alla curve possibilità pluviometrica fornite da ALTO.

Nonostante il reticolo idrografico di ALTO di questo bacino differisca dal reticolo effettivo, i parametri pluviometrici disponibili sono del tutto affidabili, e quindi ad entrambi i sottobacini sono stati attribuiti i parametri a , n e m , ed a_1 , n_1 e m_1 della formula trinomia delle curve di possibilità pluviometrica di ALTO, valutati sull’asta che si chiude all’altezza dell’intubamento.

Gli afflussi meteorici sono stati schematizzati mediante uno ietogramma di progetto del tipo rettangolare, ammettendo che la precipitazione avvenga con intensità costante.

Il passaggio da pioggia non depurata a pioggia netta, cioè la determinazione della perdita idrologica per infiltrazione, evotraspirazione, accumulo in piccoli invasi superficiali, è valutato attraverso la stima di un

coefficiente di deflusso Φ ; la perdita $I-\Phi$ risulta proporzionale all'intensità di precipitazione e, nel caso di ietogramma rettangolare, risulta costante.

Il coefficiente di deflusso dipende essenzialmente dalla natura della superficie scolante (permeabilità, scabrezza, pendenza, depressioni del terreno, uso del suolo) e dall'entità dell'evento.

Dei molti metodi riportati in letteratura, nel presente studio è stata adottata la procedura proposta dal Soil Conservation Service.

Il coefficiente di deflusso è definito come $C=Q/P$, dove Q rappresenta il deflusso di piena [mm] e P l'afflusso meteorico [mm].

Sotto alcune ipotesi semplificative il parametro C diventa il seguente:

$$C = \frac{(1 - 0,2K)^2}{(1 + 0,8K)}$$

in cui $K=S/P$, dove S rappresenta la ritenzione superficiale [mm].

E' il valore S a includere le caratteristiche dei bacini (tessitura, umidità iniziale, copertura vegetale, permeabilità, uso del suolo).

Esso è espresso dalla formula:

$$S = 25,4 \cdot \left[\frac{1000}{CN} - 10 \right]$$

L'indice CN , Curve Number, è determinato mediante l'assegnazione di un valore tabellato.

Nel presente caso si è fatto riferimento ai valori di CN contenuti nella tabella valida per condizioni medie di umidità del suolo (condizione II), di seguito riportata.

TAB. I.VIII. — VALORI DEL RUNOFF CURVE NUMBER PER DIFFERENTI SITUAZIONI IDROLOGICHE. CONDIZIONE II DI UMIDITÀ INIZIALE.

Uso del suolo	Drenaggio	Tipo di terreno (Gruppo)				
		Condizioni idrologiche	A	B	C	D
RESIDENZIALE						
Zone urbane e commerciali	Area imperme.: 85%		89	92	94	95
Zone industriali	Area imperme.: 72%		81	88	91	93
Casa a schiera	Area imperme.: 65%		77	85	90	92
Ville	Area imperme.: 25%		54	70	80	85
Parcheggi			98	98	98	98
Parchi	Copertura verde: 75%		39	61	74	80
STRADE						
Pavimentate	Cunette e fognatura		98	98	98	98
In macadam			76	85	89	91
Sterrate			72	82	87	89
AGRICOLO						
Prato stabile			77	86	91	94
Seminativo	Solchi a ritto chino	Cattive	65	76	84	88
Seminativo		Buone	63	75	83	87
Seminativo	Solchi traverso chino	Cattive	63	74	82	85
Seminativo		Buone	61	73	81	84
Seminativo	Terrazzato (a fasce)	Cattive	61	72	79	82
Seminativo		Buone	59	70	78	81
Pascolo		Cattive	68	79	86	89
Pascolo		Discrete	49	69	79	84
Pascolo		Buone	39	61	74	80
Erbaio			30	58	71	78
Terreno boschivo		Cattive	45	66	77	83
Terreno boschivo		Discrete	36	60	73	79
Terreno boschivo		Buone	25	55	70	77

Fig. 21 – Tabella dei valori di CN per terreni in condizioni di umidità iniziale media

L'assegnazione dei valori di *CN* per i sottobacini studiati è stata affrontata in modo estremamente cautelativo.

Innanzitutto per entrambi i sottobacini i valori di *CN* sono riferiti a terreni di Gruppo D, ovvero assai poco permeabili.

A livello di uso del suolo si è compiuta una suddivisione semplificata in 2 classi, ovvero terreno ad uso agricolo e terreno ad uso produttivo; al terreno agricolo (seminativo) è stato assegnato il valore di *CN* più elevato tra quelli disponibili in tabella, ovvero pari a 88, mentre al terreno caratterizzato da insediamenti produttivi è stato assegnato il valore cautelativo di 93 (zone industriali).

Il bacino di monte è caratterizzato praticamente al 100% da uso agricolo del suolo, pertanto gli è stato assegnato un valore finale di *CN* pari ad 88; al bacino di valle invece è stata applicata la media aritmetica tra i due valori di *CN* precedentemente definiti, in quanto tale area risulta caratterizzata indicativamente da un uso del suolo equamente distribuito tra zone industriali e terreno agricolo, pertanto il valore finale di *CN* assegnato al sottobacino di valle risulta essere pari a 90.5.

Una volta definiti i valori di *CN* dei 2 sottobacini in esame, è stato possibile valutare, attraverso il metodo S.C.S., il coefficiente di afflusso e quindi la pioggia netta sui medesimi.

Per quanto riguarda il modello di trasformazione degli afflussi meteorici in corrispondenti deflussi di piena si è fatto ricorso al modello dell'Idrogramma Unitario Istantaneo (*IUH*), applicato allo ietogramma rettangolare di progetto.

Definita $p(t)$ la portata di afflusso efficace su ciascun sottobacino, o pioggia netta, la relativa portata di piena è calcolata mediante la seguente relazione:

$$Q(t) = \int_0^t U(t)p(t-\tau)d\tau$$

in cui

$$\int_0^\infty U(t)dt = 1$$

rappresenta l'integrale di convoluzione valutato sull'area di ciascun sottobacino.

La funzione $U=U(t)$ rappresenta l'idrogramma unitario del singolo bacino; esso può essere interpretato come l'idrogramma della piena generata da una precipitazione di volume unitario e di durata infinitesima.

La forma dell'*IUH* è legata alla morfologia del bacino e della sua rete idrografica.

Delle numerose modalità di determinazione dell'*IUH*, trattandosi di bacini non gerarchizzati, è stato adottato il metodo della corrivazione.

Esso richiede la valutazione del tempo di corrivazione di ciascun sottobacino.

Anche in questo caso, delle numerose formulazioni empiriche disponibili in letteratura, è stata utilizzata, previo raffronto con le altre formulazioni, la relazione del tempo di corrivazione proposta da Ventura, di seguito riportata.

$$Tc = 0.127 A^{0.5} I^{-0.5}$$

in cui A rappresenta la superficie del bacino ed I la pendenza media del reticolo.

Il reticolo idrografico all'interno dei 2 sottobacini consiste in pratica esclusivamente con l'asta principale, tant'è che nella precedente formulazione sono state inserite le pendenze delle 2 aste, valutate per il bacino di monte rispetto al dislivello tra l'origine dell'impluvio principale e la Sez. 3 e per il bacino di valle rispetto al dislivello tra la Sez. 3 e la Sez. 2.

La metodologia complessivamente descritta è stata attuata in via analitica per quanto riguarda la definizione dei bacini, l'assegnazione dei valori di CN e la stima dei tempi di corrivazione.

Successivamente si è fatto ricorso al codice di calcolo semplificato Urbis (Mignosa-Paoletti, 2003) che consente il calcolo numerico degli idrogrammi di piena.

Gli idrogrammi relativi ai 2 sottobacini sono stati stimati per i tempi di ritorno pari a 30, 100, 200 e 500 anni. Le durate di precipitazione prese in considerazione sono quelle pari a 15 e 30 minuti, rispettivamente vicine al tempo di corrivazione del bacino di monte e di quello di valle.

Nelle successive figure sono mostrati gli idrogrammi di piena dei 2 bacini per TR30, TR100, TR200 e TR500; per il bacino di monte sono mostrati gli idrogrammi relativi alla durata di precipitazione pari a 15 minuti, per quello di valle gli idrogrammi sono invece riferiti alla durata di 30 minuti.

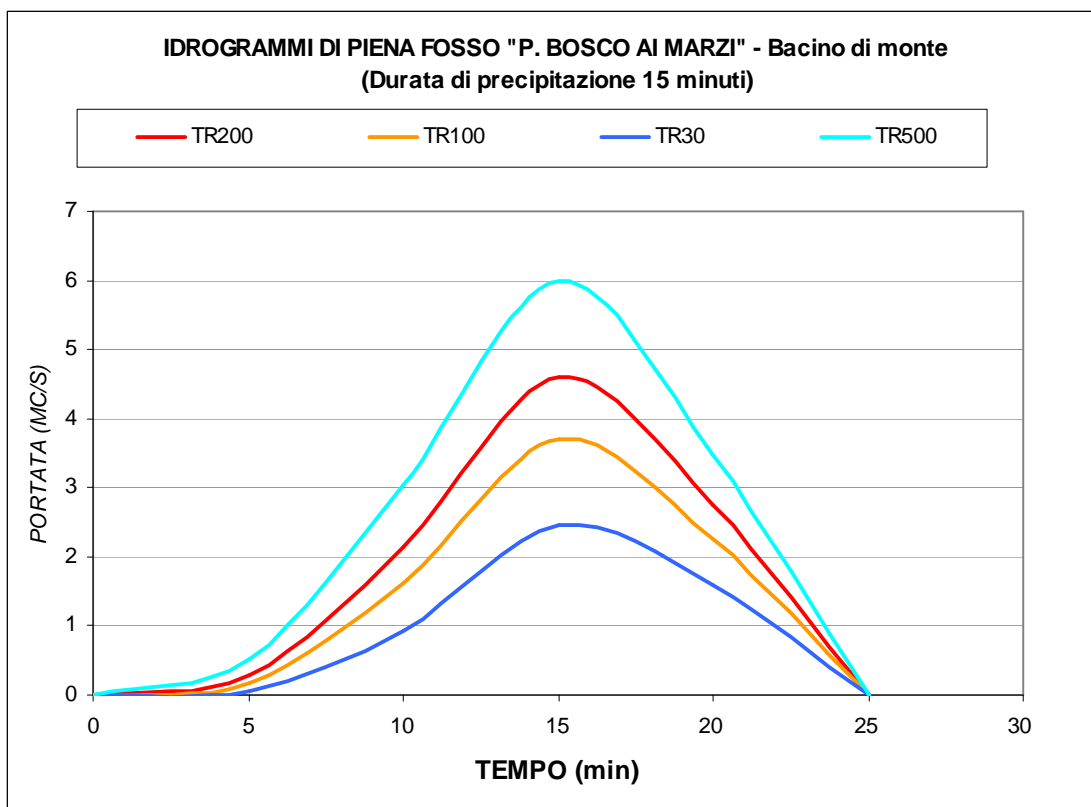


Fig. 22 – Idrogrammi Fosso “P. Bosco ai Marzi” – bacino di monte - per i tempi di ritorno considerati e d=15 min

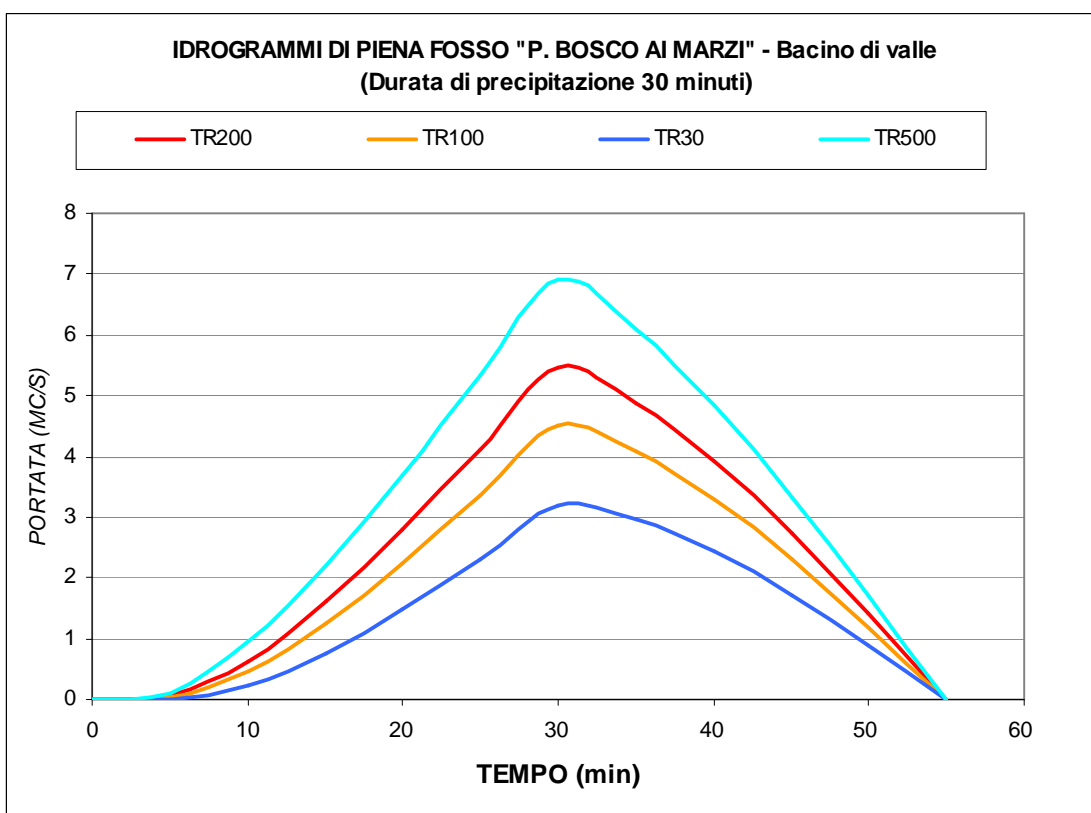


Fig. 23 – Idrogrammi Fosso “P. Bosco ai Marzi” – bacino di valle - per i tempi di ritorno considerati e d=30 min

La modellistica idraulica del Fosso “P. Bosco ai Marzi” ricalca i principi adottati per i modelli idraulici degli altri corsi d’acqua studiati.

Il fosso in esame risulta interferire con l’area produttiva di “Bosco ai Marzi” pertanto ci si è limitati a verificare il corso d’acqua nel suo intorno.

La geometria del modello risulta troncata in corrispondenza della linea ferroviaria Empoli-Siena (Sez. 1) in quanto essa funge da spartiacque tra ciò che eventualmente può esondare a monte e ciò che invece riesce a defluire a valle; per di più, a valle della linea ferroviaria il corso d’acqua prosegue in area agricola fino al Fiume Elsa (zona peraltro vincolata a cassa di espansione dal Piano di Bacino), quindi il tratto terminale risulta di scarso interesse ai fini della pianificazione urbanistica.

Il corso d’acqua, lungo tutta l’asta studiata fino al fondovalle dell’Elsa, si caratterizza per una pendenza piuttosto pronunciata; questa particolare morfologia, analoga a quella di tutti gli altri affluenti destri del Fiume Elsa sul territorio comunale, impone di impostare la verifica idraulica senza definire aree di potenziale esondazione lungo l’asta, in quanto non si osservano zone di potenziale accumulo statico, bensì l’eventuale fenomeno esondativo tende a svilupparsi in modo estremamente dinamico con rapido trasferimento dei volumi verso valle.

Il modello idraulico è stato eseguito mediante il ricorso al codice di calcolo Hec-Ras.

L’asta studiata è stata rappresentata mediante n. 8 sezioni idrauliche, di cui le 6 a monte del tombamento sono state effettivamente rilevate sul territorio, mentre le 2 sezioni di valle sono state ricostruite attraverso il LIDAR.

Complessivamente l’asta studiata presenta lunghezza pari a circa 780 metri; il percorso del tratto tombato rappresentato negli elaborati grafici di supporto è presunto, sono però esattamente noti i punti di inizio e fine del tombamento (Sez. 3 e Sez. 2).

La seguente figura mostra lo schema geometrico del modello idraulico.

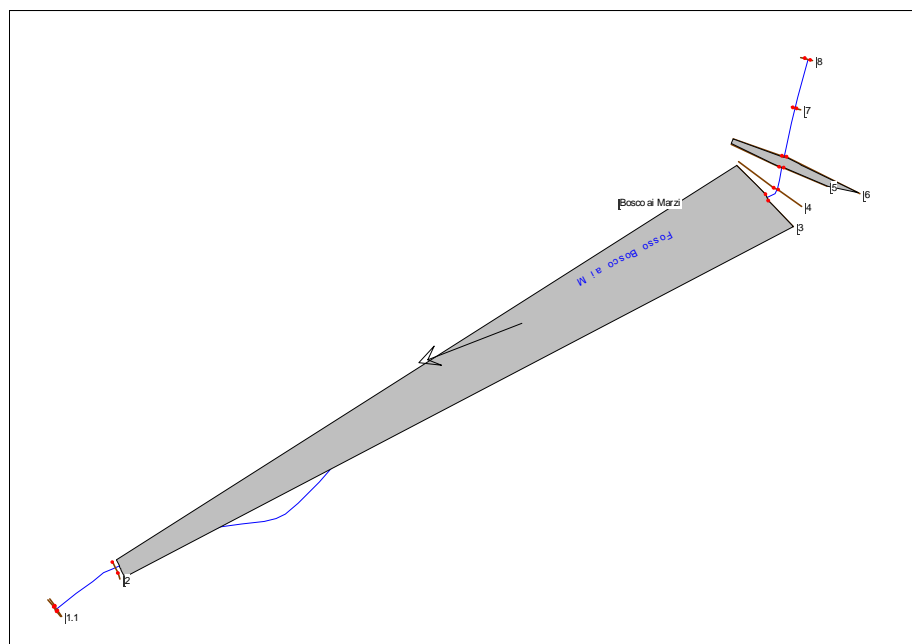


Fig. 24 – Geometria del modello idraulico del Fosso “P. Bosco ai Marzi”

La seguente tabella riporta la sintesi delle caratteristiche fisiche del corso d'acqua modellato; i dati riportati trovano esatto riscontro nelle tavole allegate al presente lavoro e nelle tabelle dei risultati output di Hec-Ras.

Corso d'acqua	FOSSO "P. BOSCO AI MARZI"	
Modellazione	MOTO VARIO	
<i>Lunghezza totale tratto studiato</i>	[m]	779,13
<i>Sezioni idrauliche "River Station"</i>	[n°]	8
<i>Ponti ("Bridge")</i>	[n°]	2
<i>Traverse ("Inline Structure")</i>	[n°]	0
<i>Aree di Potenziale Esondazione ("Storage Area")</i>	[n°]	0
<i>Sfioratori / Argini ("Lateral Structure")</i>	[n°]	0
<i>Connessioni tra APE ("S.A. Connection")</i>	[n°]	0
<i>Scabrezza (coefficiente n di Manning)</i>	[s/m ^{1/3}]	0.035-0.035-0.035

Tab. 1 – Caratteristiche geometriche del modello idraulico del Fosso "P. Bosco ai Marzi"

Lo schema idraulico del Fosso "P. Bosco ai Marzi", costituito in questo caso esclusivamente dalle sezioni idrauliche e dall'indicazione del tratto tombato, è riportato anche nell'elaborato **I 02b**; le sezioni fluviali sono mostrate anche nella tavola **I 04a**.

Nell'Allegato Idraulico **IR 06** sono inoltre mostrate tutte le sezioni costituenti l'intera asta fluviale analizzata con i livelli idrometrici raggiunti nei 4 scenari dello stato attuale.

Gli idrogrammi di ingresso al modello sono stati valutati mediante la procedura precedentemente descritta e sono mostrati nelle Figg. 22 e 23.

Il contributo idrologico del bacino di monte è stato introdotto in ingresso al modello come *Flow Hydrograph*, mentre quello relativo al bacino di valle è stato inserito nella modellazione come *Uniform Lateral Inflow*.

Come condizione di valle al modello è stata semplicemente adottata una pendenza di moto uniforme valutata nel tratto terminale dell'asta studiata.

L'elaborazione eseguita ha permesso di ottenere i dati necessari al tracciamento delle aree allagabili allo stato attuale per i tempi di ritorno considerati (30, 100, 200 e 500 anni) e conseguenti all'involuppo dei 2 scenari di precipitazione (15 e 30 minuti).

La graficizzazione dei perimetri esondati, soprattutto al di sopra del tratto interrato, è stata ottenuta mediante l'analisi delle pendenze del piano campagna, favorita dall'ausilio del LIDAR, delle foto aeree e delle foto stradali, e relativa interpretazione delle possibili vie di scorrimento dei volumi esondati.

L'elaborato grafico **I 04a** (scala 1:2.000) mostra le aree allagate del Fosso "P. Bosco ai Marzi".

Nonostante presenti un bacino di esigue dimensioni, il corso d'acqua in esame mostra un evidente criticità idraulica lungo tutta l'asta analizzata, anche per tempi di ritorno pari a 30 anni.

Ciò è comprensibilmente legato all'inadeguatezza della luce del tombamento, che non consente il regolare deflusso delle portate di piena, rigurgitando e quindi riversando sul piano campagna ingenti volumi idrici che, seguendo la pendenza del terreno, tendono a trasferirsi verso valle.

Le aree perimetrate tengono conto, per quanto possibile, del posizionamento dei fabbricati, dei muretti di confine, delle rampe e di quant'altro possa direzionare e influenzare il deflusso dei volumi esondati sul piano campagna.

3.2 Modello idrologico-idraulico Fosso “P. Il Casotto” e valutazione della pericolosità idraulica nella zona industriale “Le Drove”

Il corso d’acqua indicato come Fosso “P. Il Casotto”, è un fosso naturale non facilmente identificabile che per un ampio tratto, all’altezza della strada di Chiano e poi lungo lo svincolo di Drove, si sostituisce al reticolo fognario di raccolta delle acque meteoriche per poi tornare a cielo aperto e confluire nel Torrente Drove a monte dello stabilimento “ex Mobilvetta”.

Nonostante le piccole dimensioni del bacino di monte (fino all’inizio del tombamento), pari a circa 7 ettari, il suo contributo, unitamente a quello di fossi di guardia limitrofi e scoline con bacini di ancor minori proporzioni, determina il rischio di allagamento che in occasione dell’evento meteorico del 21 Ottobre 2013 ha creato non pochi disagi alla viabilità ed agli insediamenti produttivi della zona de “Le Drove”.

Il bacino di monte di questo fosso è adiacente per buona parte a quello del Fosso “P. Bosco ai Marzi” precedentemente descritto; esso si sviluppa lungo la strada di Chiano.

Come detto, all’altezza di questa strada, in corrispondenza del nuovo tratto di valle in prossimità dello svincolo di Drove, tale fosso, che ha tutte le sembianze di un semplice impluvio, si intuba in una canalizzazione che dapprima affianca la strada di Chiano stessa (primo tratto intubato di Fig. 25), raccogliendone pure le acque, poi la attraversa scendendo verso lo svincolo di Drove in un brevissimo tratto fuori terra del tutto “invisibile”.

In corrispondenza dello svincolo di Drove nuovamente si intuba e lo affianca proseguendo in direzione Poggibonsi Nord e raccogliendone le acque attraverso una serie di bocche di lupo; anche questo secondo tratto tombato è mostrato in Fig. 25.

Dopo circa 170 metri la canalizzazione raggiunge un pozzetto nel quale confluiscono le acque di un ulteriore piccolo fossetto proveniente dal versante di Chiano; da qui la tubazione sottopassa lo svincolo di Drove e scarica in una canaletta a cielo aperto che prosegue lungo l’argine di protezione dello stabilimento “ex Mobilvetta” per circa 120 metri fino ad immettersi definitivamente nel Torrente Drove.

Il Fosso “P. Il Casotto” è stato oggetto di verifica idraulica speditiva al fine di quantificare la capacità di smaltimento del tratto tombato posto lungo lo svincolo di Drove ed identificare i volumi eventualmente esondati, o non smaltiti, che avrebbero potuto ristagnare, o riversarsi, sulla strada, come peraltro accaduto in occasione del citato evento meteorico eccezionale.

L’obiettivo di questa analisi non è quindi rappresentata soltanto dalla verifica idraulica di un singolo corso d’acqua, bensì quello di tentare di riprodurre, a partire da un’analisi quantitativa, le dinamiche di trasmissione e ristagno di volumi idrici prodotti su questa porzione urbanizzata di territorio servita da un sistema fognario inefficiente.

Per fare ciò, mediante una serie di sopralluoghi mirati, sono stati identificati tutti i principali tratti del reticolo superficiale di scolo lungo lo svincolo di Drove e le viabilità limitrofe.

L’esame aggregato del puro dato quantitativo (modello idraulico Fosso “P. Il Casotto”) e di quello qualitativo (articolazione del reticolo superficiale di scolo, topografia da LIDAR, notizie storiche e tracce residue sul piano campagna del recente evento alluvionale) ha consentito di definire in modo più preciso e cautelativo anche la pericolosità idraulica presso l’area industriale “Le Drove”.

Di seguito è dato rapidamente conto della modellazione idrologica-idraulica del Fosso “P. Il Casotto” e successivamente sono illustrate le dinamiche locali di allagamento per esondazione e/o ristagno.

La successiva figura, precedentemente citata, mostra un estratto dell’area di studio in cui è individuato il corso d’acqua comprensivo di tratti tombati (in grigio), le sezioni idrauliche rilevate ed il bacino idrografico di riferimento (colore beige); sono inoltre riportate le tracce dei principali fossetti o scoline presenti ed individuabili nella zona.

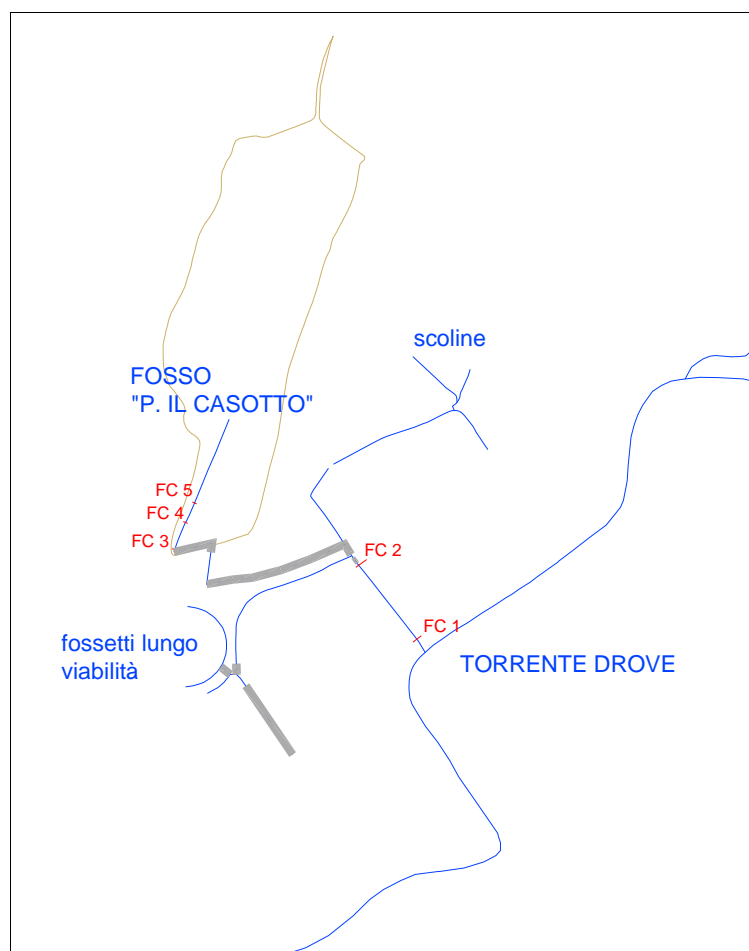


Fig. 25 – Schema modello Fosso “P. Il Casotto” e bacino idrografico

Come evidenziano gli elaborati **I 02b** e **I 04a**, il Fosso “P. Il Casotto” scorre in territorio agricolo fino alla Sez. 3, presso la quale si intuba ed inizia il tortuoso percorso che alterna tratti tombati e tratti a cielo aperto.

La modellazione di questo corso d’acqua è stata compiuta fino alla Sez. 1, posta in corrispondenza della confluenza con il Torrente Drove.

Per quanto riguarda la modellistica idrologica di questo fosso, è stata condotta un’analisi del tutto analoga a quella eseguita per il Fosso “P. Bosco ai Marzi”; per questo motivo non vengono ripetuti in modo dettagliato i passaggi relativi ai procedimenti di calcolo adottati.

Data la vicinanza con il bacino del Fosso “P. Bosco ai Marzi” e le ridotte dimensioni di entrambi, anche per il bacino del Fosso “P. Il Casotto” sono stati utilizzati i medesimi parametri pluviometrici a , n e m , ed a_1 , n_1 e m_1 della formula trinomia delle c.p.p. di ALTO .

Il bacino del Fosso “P. Il Casotto” (sup. pari a 0.067 kmq fino alla Sez. 3) è caratterizzato da uso del suolo esclusivamente agricolo, pertanto si è applicato un valore di riferimento del CN pari a 88, come per il bacino di monte del Fosso “P. Bosco ai Marzi”.

Anche in questo caso è stato calcolato il tempo di corrvazione del bacino con la formula di Ventura, considerando la pendenza dell’unica asta (asta principale) come pendenza media del reticolo.

Risulta che il tempo di corrvazione per il bacino sia inferiore ai 10 minuti.

Tenuto conto dell’errore che si può commettere utilizzando formule empiriche per l’analisi di un bacino di così piccole dimensioni, si è ritenuto ragionevole implementare la stima degli idrogrammi per una durata di precipitazione pari a 15 minuti.

Nella successiva figura sono mostrati gli idrogrammi di piena del bacino di monte del Fosso “P. Il Casotto” per TR30, TR100, TR200 e TR500 e durata di precipitazione di 15 minuti.

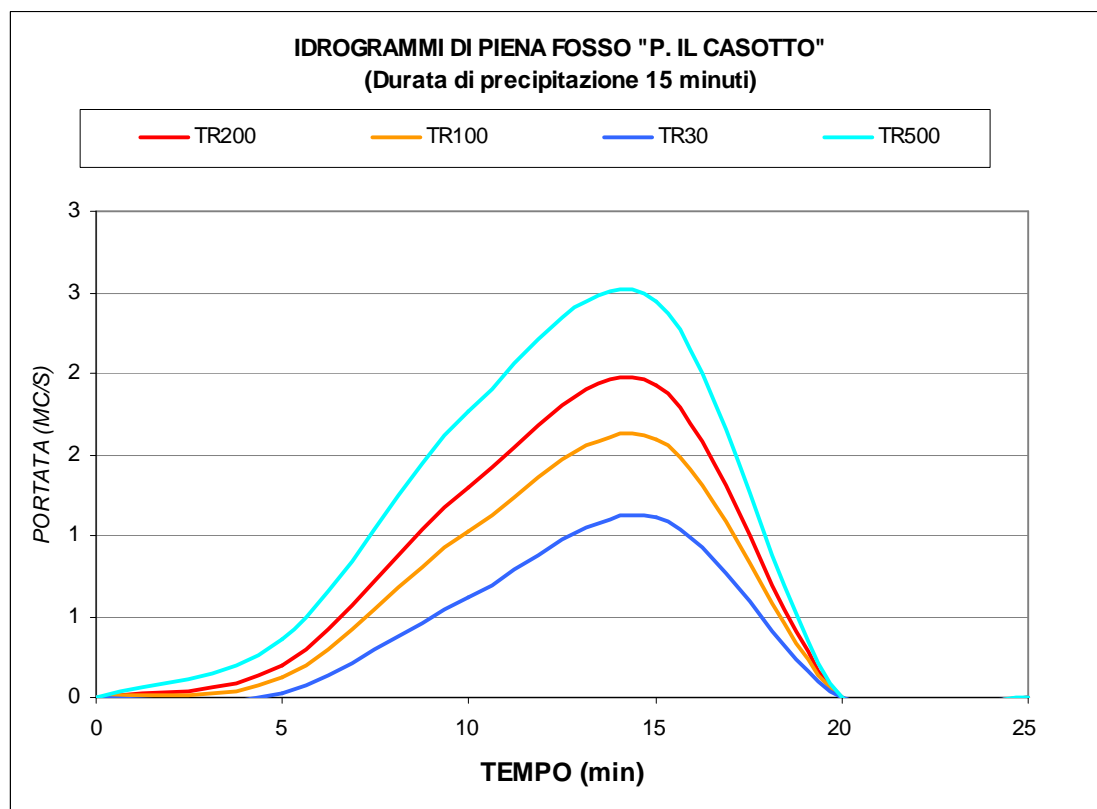


Fig. 26 – Idrogrammi Fosso “P. Il Casotto” per i tempi di ritorno considerati e d=15 min

La modellistica idraulica del Fosso “P. Il Casotto” si basa anch’essa sui principi adottati per i modelli idraulici precedenti.

In questo caso si tratta di un modello estremamente semplificato, ma adeguato allo scopo.

La geometria del modello riproduce esclusivamente un breve tratto a monte del primo tombamento (Sez. 3) e poi il tratto finale a cielo aperto fino al Torrente Drove. Non sono stati modellati i vari tronchi tombati fino all’ultimo sbocco a cielo aperto in quanto è risultato del tutto impossibile rilevare le sezioni idrauliche di monte e valle di questi tratti.

Ai fini della modellazione questa semplificazione, come detto, comporta errori di stima del tutto trascurabili in quanto la prima tubazione risulta essere quella di diametro inferiore rispetto alle successive.

Il corso d’acqua, lungo il primo tratto, si caratterizza per una pendenza piuttosto pronunciata; questa particolare morfologia, analoga a quella del Fosso “P. Bosco ai Marzi”, impone anche in questo caso di impostare la verifica idraulica senza definire aree di potenziale esondazione lungo l’asta, in quanto non si osservano zone di potenziale accumulo statico, se non lungo lo svincolo di Drove, dove peraltro il fosso è tombato.

L’asta studiata è stata rappresentata mediante n. 5 sezioni idrauliche, di cui le prime 3 sono state effettivamente rilevate sul territorio, mentre le 2 sezioni di valle sono state ricostruite attraverso il LIDAR.

Complessivamente l’asta studiata presenta lunghezza pari a circa 480 metri; il percorso dei tratti tombati rappresentati negli elaborati grafici di supporto è presunto, sono però esattamente noti i punti di inizio del primo tombamento e di fine dell’ultimo tombamento (Sez. 3 e Sez. 2).

La seguente figura mostra lo schema geometrico del modello idraulico.

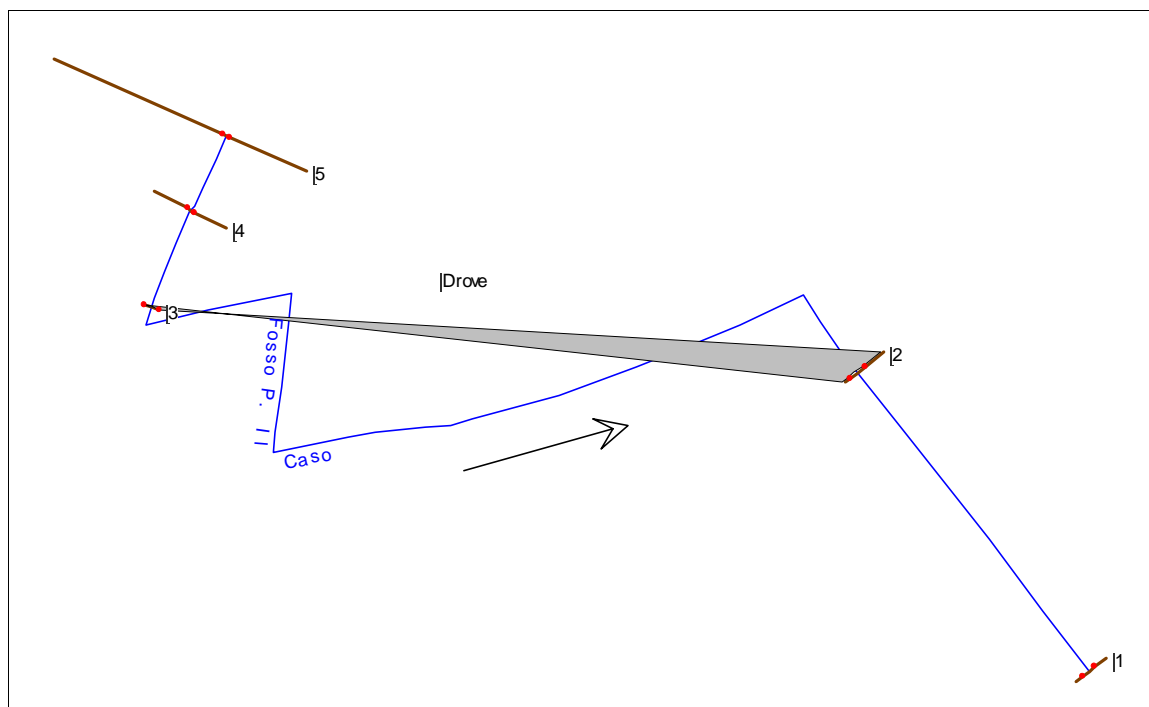


Fig. 27 – Geometria del modello idraulico del Fosso “P. Il Casotto”

Come per il Fosso “P. Bosco ai Marzi”, è mostrata una tabella che riporta la sintesi delle caratteristiche fisiche del corso d’acqua modellato; i dati riportati trovano esatto riscontro nelle tavole allegate al presente lavoro e nelle tabelle dei risultati output di Hec-Ras.

Corso d'acqua	FOSSO “P. IL CASOTTO”	
Modellazione	MOTO VARIO	
<i>Lunghezza totale tratto studiato</i>	[m]	476.,13
<i>Sezioni idrauliche “River Station”</i>	[n°]	5
<i>Ponti (“Bridge”)</i>	[n°]	1
<i>Traverse (“Inline Structure”)</i>	[n°]	0
<i>Aree di Potenziale Esondazione (“Storage Area”)</i>	[n°]	0
<i>Sfioratori / Argini (“Lateral Structure”)</i>	[n°]	0
<i>Connessioni tra APE (“S.A. Connection”)</i>	[n°]	0
<i>Scabrezza (coefficiente n di Manning)</i>	[s/m ^{1/3}]	0.035-0.04/0.05-0.035

Tab. 2 – Caratteristiche geometriche del modello idraulico del Fosso “P. Il Casotto”

Lo schema idraulico del Fosso “P. Il Casotto”, costituito in questo caso esclusivamente dalle sezioni idrauliche e dall’indicazione dei tratti tombati, è riportato anche nell’elaborato **I 02b**; le sezioni fluviali sono mostrate anche nella tavola **I 04a**.

Nell’Allegato Idraulico **IR 06** sono inoltre mostrate tutte le sezioni costituenti l’intera asta fluviale analizzata con i livelli idrometrici raggiunti nei 4 scenari dello stato attuale.

Gli idrogrammi di ingresso al modello sono stati valutati mediante la procedura precedentemente descritta e sono mostrati nella precedente Fig. 26.

Il contributo idrologico del bacino di monte è stato introdotto in ingresso al modello come *Flow Hydrograph*; come condizione di valle al modello è stato adottato, per ciascun tempo di ritorno, un idrogramma costante con il massimo livello idrometrico risultante dalla modellazione idraulica del Torrente Drove per eventi meteorici di precipitazione pari ad 1 ora valutato presso la sezione di confluenza.

L’elaborazione eseguita ha permesso di ottenere i dati necessari al tracciamento delle aree allagabili allo stato attuale per i tempi di ritorno considerati (30, 100, 200 e 500 anni).

La graficizzazione dei perimetri esondati (tavola **I 04a**), per quanto attiene esclusivamente le aree prossime al tracciato del fosso, è stata ottenuta mediante inviluppo dei livelli idrometrici risultanti dalle simulazioni idrauliche anche attraverso l’analisi delle pendenze del piano campagna ricavate dal LIDAR e dal rilievo eseguito.

Per quanto riguarda la zona nel suo insieme (svincolo di Drove, area produttiva “Le Drove”), il tracciamento delle aree a pericolosità idraulica è stato invece il frutto di un procedimento interpretativo qualitativo finalizzato all’individuazione delle dinamiche di distribuzione dei volumi idrici esondati e/o prodotti a monte e di correlazione tra essi e gli allagamenti registrati più a valle.

L’area produttiva “Le Drove” risulta ampiamente allagabile anche per effetto di eventi di piena trentennali.

Le cause di questa condizione sono molteplici:

- esondazione del Torrente Drove;
- esondazione del Fosso “P. Il Casotto”;
- inefficienza della rete di drenaggio.

L’esondazione del Torrente Drove, la cui modellazione è stata affinata (si veda il successivo Cap. 4), interessa principalmente la porzione di area industriale posta più a Sud, verso il corso d’acqua e Via Pisana.

Per eventi con $TR \geq 100$ anni le aree interessate da allagamento sono comunque piuttosto ampie, come mostrava la precedente versione della tavola **I 04a**, in cui erano riportate le aree allagate del solo Torrente Drove.

L’esondazione del Fosso “P. Il Casotto” genera invece allagamento a partire dal primo tratto tombato (Sez. 3) ed in corrispondenza dello svincolo di Drove si ha un accumulo di volumi idrici poiché la viabilità presenta una pendenza marcata verso il lato di monte della strada (lato lungo il quale scorre la tubazione in cui confluiscono sia il fosso che le acque piovute sulla strada stessa).

Questo accumulo di volumi risulta, in caso di piene importanti, solo parziale, in quanto la convessità della strada possiede una scarsa capacità di “invaso” e quindi quando i livelli idrometrici tendono a superare l’altezza del lato di valle si manifesta un trasferimento verso Sud di questi volumi.

Tale trasferimento avrà come direzioni privilegiate quelle delle canalette poste lungo il lato di valle della strada stessa e lungo l’intersezione tra essa e il vecchio tracciato della strada di Chiano che introduce all’area industriale; pertanto si genera uno scorrimento di volumi verso la zona degli insediamenti produttivi.

Un piccolo fosso, che scorre intubato in adiacenza della palestra, nel quale si riversano i fossetti di guardia lungo l’intersezione stradale, contribuisce allo smaltimento “a dispersione” di una parte dei volumi verso l’area a verde, più depressa, posta tra gli stabilimenti e l’argine del Torrente Drove.

Questo fossetto non è però in grado di far defluire tutti i volumi prodotti, neanche per TR_{30} , quindi una quota parte di essi si trasferiranno lungo la strada di Chiano all’interno dell’area industriale, seguendo le locali pendenze del terreno.

In questa zona l’alternanza di edifici ed aree inedificate rende complessa la ricostruzione delle dinamiche di trasferimento; in ogni caso, specialmente per eventi con $TR \geq 100$ anni, lo scivolamento verso valle avrà come estremità superiore la strada di Chiano stessa.

Nella realtà, questo fenomeno è potenzialmente aggravato dall’incapacità di smaltimento della rete fognaria, pertanto, come ampiamente verificato nei fatti, le zone poste più a Sud o a quote altimetriche inferiori rischiano di presentare anche problematiche di accumulo e/o ristagno.

Questa analisi, seppur con alcuni limiti legati alla complessità del sistema e alla commistione tra reticolo superficiale e reticolo fognario interrato, ha permesso di completare il quadro conoscitivo della pericolosità idraulica anche per l'area industriale "Le Drove" e di fornire una parziale "giustificazione" quantitativa alle frequenti problematiche idrauliche che la caratterizzano.

4. AGGIORNAMENTO MODELLO IDRAULICO TORRENTE DROVE E TORRENTE BOZZONE

Come anticipato nel precedente paragrafo, sono state apportate alcune modifiche non particolarmente significative anche alla modellazione congiunta del Torrente Drove e del Torrente Bozzone.

La prima modifica ha ad oggetto l'introduzione di un ulteriore contributo idrologico al modello idraulico, dapprima trascurato.

Infatti gli input idrologici erano precedentemente rappresentati dai soli contributi del Torrente Drove di Cinciano e del Torrente Drove di Tattera valutati in corrispondenza della loro reciproca confluenza e del Torrente Bozzone valutato presso la sezione di immissione con il Torrente Drove.

Da quest'ultima confluenza fino allo sbocco nel Torrente Staggia non era stato ritenuto significativo l'ulteriore contributo dell'interbacino di valle, quello che sostanzialmente coincide con l'area industriale "Le Drove".

Per completezza, nonostante sia per dimensioni (circa 1 kmq) che per durata critica di precipitazione (circa 30 minuti) l'apporto di tale sottobacino non risulta influenzare in modo sensibile i risultati delle modellazioni, è stato inserito nel modello idraulico, come *Uniform Lateral Inflow* lungo il tratto di valle del Torrente Drove, anche questo idrogramma.

La seconda modifica ha semplicemente riguardato l'ottimizzazione della sommità arginale destra del Torrente Drove in prossimità dell'area industriale, quindi a monte della ferrovia e della Via Pisana; la *Lateral Structure* è stata leggermente rivista con l'ausilio dei dati del LIDAR, pertanto, rispetto alla precedente versione del modello, adesso si amplifica un po' l'esondazione per l'evento di piena trentennale.

Questo effetto si può osservare dal confronto della precedente versione della tavola delle aree allagate (**I 04a**) e la versione aggiornata.

Le elaborazioni numeriche del modello del Torrente Drove e del Torrente Bozzone sono state nuovamente eseguite, pertanto nell'Allegato **IR 06** sono mostrati anche i tabulati dei risultati di queste nuove versioni del modello idraulico.

5. CONCLUSIONI

Attraverso gli ulteriori approfondimenti eseguiti ed illustrati nella presente relazione integrativa, ed in particolare attraverso il tracciamento delle aree allagate anche nelle nuove aree di studio nonché riferite anche al tempo di ritorno cinquecentennale, sono state aggiornate le cartografie di Piano, ovvero la Carta di Adeguamento al P.A.I. (**I 06**) e la Carta della Pericolosità Idraulica, secondo i criteri generali esposti nel Cap. 3 della relazione **IR 01**.