



COMUNE DI CASOLE D'ELSA

REGOLAMENTO URBANISTICO VARIANTE GENERALE

SINDACO

Piero Pii

ASSESSORE ALL'URBANISTICA

Andrea Pieragnoli

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Responsabile Servizio Urbanistica Edilizia Privata

Arch. Valeria Capitani

COORDINAMENTO URBANISTICO

Arch. Alessandra Sara Blanco

Collaborazione

Rita Schirò

Giada Ticolini

VALUTAZIONE AMBIENTALE STRATEGICA

Ing. Simone Pagni

INDAGINI GEOLOGICHE

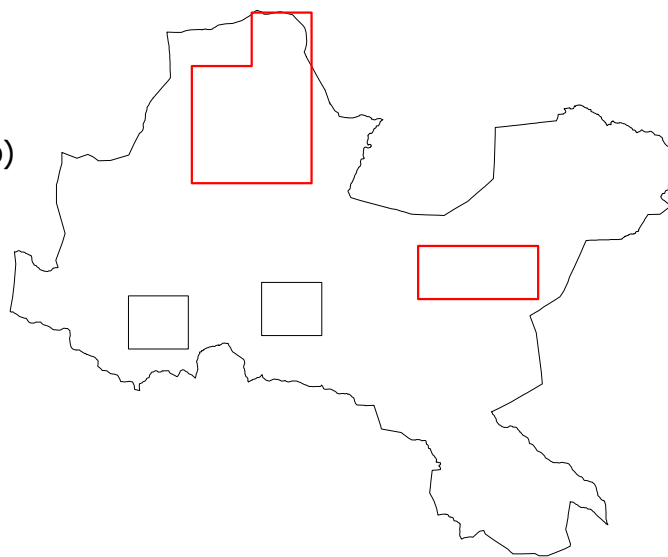
Geologo Mauro Cartocci

Collaborazione

Ing. Alessio Gabrielli (Studio Idraulico)

Dott. Emanuele Capotorti

Dott. Alessandro Ciali



STUDIO IDRAULICO

RELAZIONE INTEGRATIVA

Marzo 2014

INDICE

PREMESSE	2
STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO LOC. IL PIANO	3
<i>PUNTO 1 – CHIARIMENTI SULLA SCELTA DEL CURVE NUMBER</i>	3
<i>PUNTO 2 – CHIARIMENTI SUL CALCOLO DEI TEMPI DI CORRIVAZIONE</i>	8
<i>PUNTO 3 – SIMULAZIONI IDRAULICHE PER DURATE DI PRECIPITAZIONE DIVERSE</i>	17
<i>PUNTO 4 – CONNESSIONI TRA ALVEO E AREE DI POTENZIALE ESONDAZIONE</i>	20
<i>PUNTO 5 – OUTPUT DELLE CONNESSIONI IDRAULICHE</i>	20
<i>PUNTO 6 – CHIARIMENTI MODELLO Af2_BMC_SF</i>	21
<i>PUNTO 7 – CHIARIMENTI SUI COEFFICIENTI DI SCABREZZA</i>	29
<i>PUNTO 8 – COEFFICIENTI DI SCABREZZA DI F_STR</i>	36
<i>PUNTO 9 – PORTATE E VELOCITÀ NEGATIVE</i>	36
<i>PUNTO 10 – CHIARIMENTI SULLE PERIMETRAZIONI DELLE AREE ALLAGATE</i>	39
<i>PUNTO 11 – CHIARIMENTI SUGLI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA</i>	44
STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO LOC. CAPANNINO DELLA SUVERA - PIEVESCOLA	50
<i>PUNTO 1 – VERIFICA IDRAULICA AFFLUENTE BORRO FOCI</i>	50
<i>PUNTO 2 – OUTPUT DELLE CONNESSIONI IDRAULICHE</i>	65
<i>PUNTO 3 - CONNESSIONI TRA ALVEO E AREE DI POTENZIALE ESONDAZIONE</i>	65
<i>PUNTO 4 - CHIARIMENTI SUI COEFFICIENTI DI SCABREZZA</i>	65
<i>PUNTO 5 – CHIARIMENTI SUL METODO DI TRACCIAMENTO DELLE PERIMETRAZIONI</i>	70
<i>PUNTO 6 - CHIARIMENTI SULLE PERIMETRAZIONI DELLE AREE ALLAGATE</i>	70
VERIFICA IDRAULICA LOC. PIEVESCOLA (PREVISIONE SD4L)	73
<i>PUNTO 1 – CHIARIMENTI SULLA SCELTA DEL CURVE NUMBER</i>	73
<i>PUNTO 2 – CHIARIMENTI SUL CALCOLO DEI TEMPI DI CORRIVAZIONE</i>	74
<i>PUNTO 3 – CHIARIMENTI SUL METODO DI TRACCIAMENTO DELLE PERIMETRAZIONI</i>	75
<i>PUNTO 4 – CHIARIMENTI SUI COEFFICIENTI DI SCABREZZA</i>	75

PREMESSE

Il presente lavoro costituisce la **Relazione Integrativa** inerente lo studio idraulico a supporto della Variante Generale al Regolamento Urbanistico del Comune di Casole d'Elsa.

La stesura di questa relazione si è resa necessaria per esplicitare quanto richiesto dall'Ufficio del Genio Civile di Siena nel parere rilasciato in risposta al deposito delle indagini geologico-tecniche a supporto della Variante eseguito in data 20/11/2013, prot. 298535.

La richiesta di integrazioni ha infatti ad oggetto anche una serie di punti relativi alle verifiche idrauliche eseguite in Loc. Il Piano e in Loc. Capannino della Suvera-Pievescola, nonché l'ulteriore verifica redatta a supporto della previsione SD4L in Loc. Pievescola.

Nel presente lavoro ciascun punto è trattato ed argomentato separatamente, seguendo esattamente l'ordine degli approfondimenti del parere di cui sopra.

In conseguenza delle richieste di integrazione, sono stati modificati anche alcuni elaborati grafici ed allegati idraulici presentati in prima istanza, nonché ne sono stati redatti di nuovi; ogni documento modificato o aggiunto rispetto alla versione originale dello studio idraulico di supporto alla Variante al Regolamento Urbanistico è puntualmente richiamato all'interno della presente relazione.

STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO LOC. IL PIANO

Punto 1 – Chiarimenti sulla scelta del Curve Number

Come richiesto, è condotta una verifica delle condizioni di umidità del suolo antecedenti l'evento di piena (*Antecedent Moisture Condition*) così come previsto dal metodo SCS, al fine di dimostrare la correttezza dell'utilizzo dei valori di CN riferiti a condizioni medie di umidità iniziale (CN II).

Si premette che tale verifica è eseguita adottando a riferimento le serie storiche dei dati pluviometrici del pluviometro di Casole d'Elsa (stazione n. 1391).

I rilevamenti di questa stazione sono disponibili a partire dall'anno 2001, ma data l'eccezionalità degli eventi avvenuti in particolare nel 2013, si ritiene adeguato eseguire tale verifica a partire dai dati delle precipitazioni più intense avvenute in questi ultimi anni.

Si specifica però che nel modello idrologico-idraulico realizzato per l'area del Piano, le curve di possibilità pluviometrica adottate non sono quelle ricavate dal pluviometro di Casole, bensì quelle messe a disposizione da ALTO per i corsi d'acqua principali (Botro di Fontelata, Fosso Maestro e Botro Maestro Casole); infatti, come anticipato nella **Relazione Illustrativa**, per il pluviometro di Casole non sono disponibili le linee segnalatrici per piogge di durata inferiore ad 1 ora, mentre nelle verifiche gli scenari studiati sono riferiti a durate di precipitazione pari a 0.5 ore, 1 ora e 1.5 ore.

Per la verifica dell' *AMC* si sono pertanto acquisiti i parametri delle curve di possibilità pluviometrica del pluviometro di Casole d'Elsa (stazione n. 1391); la seguente tabella riporta i dati delle LSPP di tale stazione di rilevamento.

IDStazione	Nome	Provincia	Comune	Lat	Lon	Quota	HA LSPP	HN LSPP	HM LSPP
TOS01001391	Casole d'Elsa	SI	Casole d'Elsa	43.343	11.044	418	22.722	0.318	0.208

Tab. 1: LSPP stazione di rilevamento pluviometrico n. 1391 (da portale www.cfr.toscana.it)


L'evento eccezionale preso a riferimento per la verifica dell'*AMC* è quello con tempo di ritorno trentennale. Nella serie storica delle precipitazioni estreme del pluviometro si sono cercati gli eventi meteorici riconducibili, secondo le LSPP caratteristiche, ad un tempo di ritorno pari a 30 anni o superiore.

Per fare ciò dapprima è stata ricostruita la seguente tabella, che consente di identificare l'intensità della precipitazione che, per durate variabili, determina un evento trentennale secondo le LSPP della stazione n. 1391.

Tempo di ritorno (anni)	30	30	30	30	30
Altezza di pioggia (mm)	46	65	81	101	126
Durata di precipitazione (mm)	1	3	6	12	24

Tab. 2: Altezze di pioggia che determinano un evento trentennale per durate di pioggia variabili secondo LSPP stazione di rilevamento pluviometrico n. 1391

Dalla serie storica delle precipitazioni estreme del pluviometro si è rilevato che in 2 occasioni, dal 2001 al 2011, sono stati superati questi valori.
Questi dati sono evidenziati, in giallo, all'interno della seguente figura.

Casole d'Elsa [TOS01001391] - Casole d'Elsa (SI) 

UTM [m] E 665675 N 4800970 GB [m] E 1665622 N 4800790

Quota slm [m] 418.00

Bacino Cecina

	5'	10'	15'	20'	30'	1h	3h	6h	12h	24h
2001			13.8		20.0	28.0	55.2	62.4	66.6	77.8
2002			13.4		22.2	35.2	37.4	44.2	44.6	56.4
2004			23.6		45.0	76.0	94.8	105.4	113.6	113.6
2005			13.8		15.8	19.8	41.8	49.8	68.2	69.4
2006			5.6		8.8	14.4	20.8	35.8	51.8	61.2
2007			7.2		12.0	13.0	21.2	21.6	25.4	38.8
2008			11.4		12.4	13.4	24.4	29.4	34.6	46.4
2009			7.0		11.8	16.4	25.0	32.8	40.8	42.8
2010			21.4		35.2	51.4	58.8	59.8	61.2	61.8
2011			12.4		18.4	26.6	57.4	59.2	71.4	76.6
2012			10.2		17.4	31.8	62.8	68.2	68.2	73.2

Fig. 1: Precipitazioni estreme che hanno determinato un evento trentennale rilevate dalla stazione n. 1391 (da portale www.cfr.toscana.it)

I dettagli di questi eventi sono riportati nella seguente tabella.

EVENTO 1				EVENTO 2			
GG/MM/AAAA	ORA	AGGREG. (min)	PRECIPITAZIONE (mm)	GG/MM/AAAA	ORA	AGGREG. (min)	PRECIPITAZIONE (mm)
25/07/2004	1.30	15mn	23,6	19/09/2010	0.00	15mn	21,4
25/07/2004	1.30	30mn	45,0	19/09/2010	0.00	30mn	35,2
25/07/2004	2.00	1h	76,0	19/09/2010	0.30	1h	51,4
25/07/2004	3.15	3h	94,8	19/09/2010	2.15	3h	58,8
25/07/2004	7.00	6h	105,4	19/09/2010	5.00	6h	59,8
25/07/2004	7.30	12h	113,6	19/09/2010	10.45	12h	61,2
25/07/2004	7.30	24h	113,6	19/09/2010	12.00	24h	61,8

Tab. 3: Dettagli degli eventi di piena trentennali o superiori verificatisi dal 2001 al 2011 (da portale www.cfr.toscana.it)

In aggiunta a questi due casi, nell'anno 2013 si sono verificati altri 2 eventi meteorici intensi, il giorno 31/05/2013 ed il giorno 21/10/2013.

I dati come precipitazioni estreme di questi eventi non sono ancora disponibili nel portale www.cfr.toscana.it, ma lo sono i dati come precipitazioni giornaliere.

Lo scorso 31/05/2013 a Casole d'Elsa risultano piovuti circa 73.2 mm di pioggia (la durata di precipitazione non è nota, ma si è a conoscenza che questa precipitazione sia avvenuta nell'arco di 2-3 ore, di notte).

Lo scorso 21/10/2013, invece, a Casole d'Elsa risultano piovuti circa 121.4 mm di pioggia nell'arco della giornata; l'esatta distribuzione della pioggia in occasione di questo evento è mostrata nel grafico seguente. Si osserva come la precipitazione si sia concentrata in particolare dalle 3.00 alle 5.00 di mattino (circa 45 mm) e dalle 10.00 alle 14.00 (circa 70 mm).

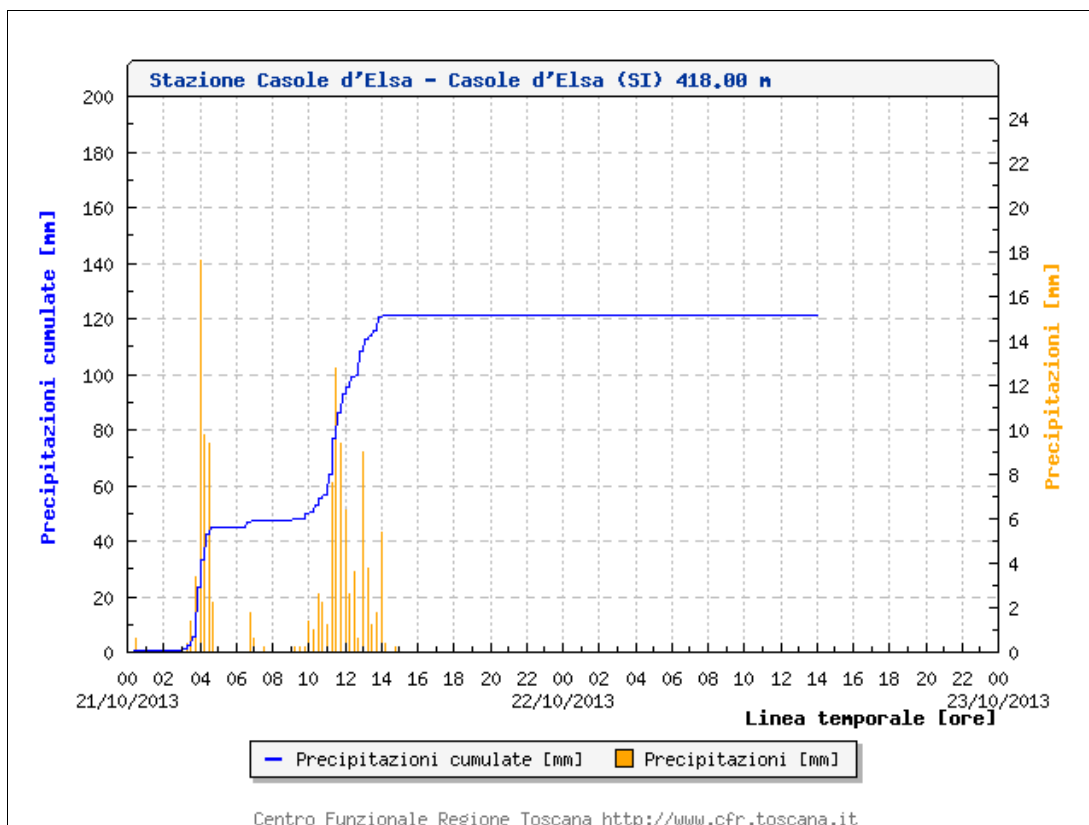


Fig. 2: Distribuzione della precipitazione nell'arco della giornata del 21/10/2013 e giorni successivi, rilevata dalla stazione n. 1391 (da portale www.cfr.toscana.it)

Anche questi due eventi dell'anno 2013 sono da ricondurre ad un tempo di ritorno pari a 30 anni o superiore.

L'analisi delle condizioni del terreno antecedenti l'evento di piena (AMC) è quindi condotta verificando tali condizioni prima degli ultimi 4 eventi trentennali, o superiori, registrati. Questi 4 eventi sono identificati come segue.

DATA	NOME
25/07/2004	Evento 1
19/09/2010	Evento 2
31/05/2013	Evento 3
21/10/2013	Evento 4

Tab. 4: Denominazione eventi di piena di riferimento per la verifica AMC

Sono stati acquisiti i dati delle precipitazioni giornaliere relative al pluviometro di Casole d'Elsa dal 2001 al 2013.

Per ciascuno dei 4 casi in esame sono di seguito mostrate le precipitazioni riferite al giorno dell'evento ed ai 5 giorni precedenti.

EVENTO 1		EVENTO 2		EVENTO 3		EVENTO 4	
GG/MM/AAAA	PRECIPITAZIONE (mm)	GG/MM/AAAA	PRECIPITAZIONE (mm)	GG/MM/AAAA	PRECIPITAZIONE (mm)	GG/MM/AAAA	PRECIPITAZIONE (mm)
25/07/2004	113,6	19/09/2010	60,2	31/05/2013	73,2	22/10/2013	73,8
						21/10/2013	47,6
24/07/2004	0,0	18/09/2010	0,0	30/05/2013	4,8		
23/07/2004	0,0	17/09/2010	0,0	29/05/2013	0,0	20/10/2013	0,0
22/07/2004	0,0	16/09/2010	0,0	28/05/2013	4,0	19/10/2013	0,2
21/07/2004	0,0	15/09/2010	0,0	27/05/2013	0,0	18/10/2013	0,2
20/07/2004	0,0	14/09/2010	22,8	26/05/2013	10,8	17/10/2013	0,2
						16/10/2013	15,0
<i>TOT. 5 gg antecedenti</i>	0,0	<i>TOT. 5 gg antecedenti</i>	22,8	<i>TOT. 5 gg antecedenti</i>	19,6	<i>TOT. 5 gg antecedenti</i>	15,6

Tab. 5: Precipitazioni giornaliere nei 5 giorni antecedenti l'evento trentennale (da portale www.cfr.toscana.it)

Nell'ultima riga della precedente Tab. 5 sono indicate le precipitazioni complessive verificatesi nei 5 giorni antecedenti i 4 eventi di riferimento.

Per la precipitazione dell'Ottobre 2013 si osserva che il Centro Funzionale Regionale ha assegnato la prima parte dell'evento rilevato dalla stazione di Casole al giorno 21/10/2013 e la seconda parte dell'evento al giorno 22/10/2013, ma in verità la precipitazione è avvenuta tutta il giorno 21/10/2013, seppur in due scrosci distinti, intervallati da una fase di semi-interruzione.

Ciò è chiarito dalla precedente Fig. 2, pertanto si ritiene più corretto considerare quella del 21/10/2013 come un'unica precipitazione di durata superiore alle 12 ore (altezza di precipitazione pari a 121,4 mm), accorpando i due scrosci rispettivamente di 47.6 e 73.8 mm in quanto distanti solo poche ore uno dall'altro.

Fatta questa precisazione, per il calcolo dell' AMC secondo il metodo SCS, si considerano le precipitazioni complessive dei 5 giorni precedenti i 4 eventi meteorici.

Il metodo SCS stabilisce che per assegnare le *AMC II*, (umidità del terreno media), e quindi confermare la scelta della colonna II del Curve Number, è necessario che le precipitazioni nei 5 giorni antecedenti rispettino gli intervalli della seguente tabella.

Tab. 4.22 - Individuazione della condizione di umidità antecedente (AMC) in funzione della precipitazione antecedente di 5 giorni (SCS, 1985)

AMC Categoria	Altezza di precipitazione antecedente di 5 giorni			
	Stagione di riposo		Stagione vegetativa	
	[in]	[mm]	[in]	[mm]
I	<0,5	<12,7	<1,4	<35,6
II	0,5+1,1	12,7+27,9	1,4+2,1	35,6+53,3
III	>1,1	>27,9	>2,1	>53,3

Fig. 3: Tabella per la determinazione della categoria delle condizioni di umidità del terreno secondo il metodo SCS

Ipotizzando cautelativamente che tutti e 4 gli eventi considerati si siano verificati durante la stagione di riposo (colonne di destra della precedente Fig. 3), si osserva che l'altezza complessiva delle precipitazioni antecedenti (ultima riga della Tab. 5) siano sempre state inferiori a 27.9 mm, e talvolta anche inferiori a 12.7 mm.

Per questo motivo si ritiene adeguata la scelta di assegnare al terreno condizioni medie di umidità iniziale, e pertanto applicare i valori di CN II.

Punto 2 – Chiarimenti sul calcolo dei tempi di corrivazione

In risposta alla richiesta relativa alle modalità di calcolo dei tempi di corrivazione dei sottobacini costituenti i bacini del Borro di Fontelata, del Fosso Maestro, del Botro Maestro Casole e dell'ulteriore fosso rappresentativo della parte Nord dell'area del Piano, in questo paragrafo sono interamente riportati i passaggi di calcolo eseguiti e forniti alcuni chiarimenti in merito alla formula empirica adottata.

Innanzitutto si propone nuovamente la tabella riepilogativa della suddivisione in sottobacini di tutta l'area studiata, già riportata nella **Relazione Illustrativa** delle verifiche idrologico-idrauliche a supporto della Variante Generale al Regolamento Urbanistico.

Bacino di riferimento	Codice corsi d'acqua principali	Codice corsi d'acqua secondari	Codice corsi d'acqua di terzo ordine	Codice sottobacini	Numero sottobacini
Borro di Fontelata	BF			BAC_BF_i	9
		Af1_BF		BAC_Af1_BF_i	3
		Af2_BF		BAC_Af2_BF_i	3
		Af3_BF		BAC_Af3_BF_i	1
		Af4_BF		BAC_BF_i	1
Fosso Maestro	FM			BAC_FM_i	3
		Af1_FM		BAC_Af1_FM_i	3
Botro Maestro Casole	BMC			BAC_BMC_i	4
		Af1_BMC		BAC_Af1_BMC_i	4
			Af1_BMC_monte	BAC_Af1_BMC_1	*
			Af1_BMC_campo FV	BAC_Af1_BMC_2	**
		Af2_BMC		BAC_Af2_BMC_i	2
			Af2_BMC_sf	BAC_Af2_BMC_2	***
		Af3_BMC		BAC_Af3_BMC_i	5
		Af4_BMC		BAC_Af4_BMC_i	2
Fosso lungo strada parte Nord area industriale	F_str			BAC_F_str_i	1
		F_ai		BAC_F_ai_i e BAC_Dolina	4

Tab. 6 – Elenco dei sottobacini definiti, con indicazione del bacino di riferimento e codifica

Di seguito è mostrata una serie di tabelle riepilogative dei calcoli dei tempi di corrivazione di ciascun sottobacino secondo la relazione di Ventura,

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

in cui con A è indicata la superficie del bacino e con I la pendenza media del reticolo.

Per l'assegnazione dei valori al parametro I , non avendo la possibilità di calcolare agevolmente la pendenza del reticolo in quanto i bacini hanno forma e dimensioni anche molto diverse tra loro e sono spesso caratterizzati da assenza di vero e proprio reticolo, specialmente quelli di fondovalle, ma piuttosto attraversati da scoline di campo parallele tra loro, si è cercato di interpretare attraverso la cartografia ed i rilievi eseguiti quale potesse essere effettivamente la pendenza media del sistema naturale di deflusso.

Perciò per ciascun sottobacino è stata identificata un'unica asta di riferimento (o 2 aste rappresentative, solo per F_{ai}), solitamente corrispondente con l'asta principale, e calcolata la pendenza media tra l'estremità di monte e l'estremità di valle.

Questo approccio è stato applicato per bacini con sviluppo longitudinale lungo i corsi d'acqua, come, ad esempio, per BAC_Af4_BMC_2 o BAC_Af1_BMC_3, o similari.

Laddove l'asta principale non risulta essere rappresentativa della pendenza del reticolo, si è scelto di assegnare ad I la pendenza media delle scoline; ad esempio per BAC_BF_5 si è calcolata la pendenza delle scoline da monte fino al Borro di Fontelata, e non si è tenuto conto della pendenza dell'asta principale che rappresenta solo un breve tratto a valle e si sviluppa ortogonalmente al bacino. Allo stesso modo si è fatto per bacini come BAC_Af1_BF_2 o similari.

Infine, per i bacini di monte, ovvero quelli di dimensioni superiori che ricadono per buona parte sui versanti collinari, si è calcolata la pendenza dell'asta principale fino alla sezione di apertura del modello idraulico, come ad esempio per BAC_BF_1 o BAC_AF1_FM_1; anche per tali bacini, si è ritenuto adeguato applicare l'equazione di Ventura in quanto la scarsa gerarchizzazione non ha consentito di applicare, ad esempio, il metodo di Nash, ed inoltre si è preferito proporre una modalità di calcolo omogenea per tutto il sistema.

Originariamente sono state prese in considerazioni anche formule empiriche per il calcolo dei tempi di corrivazione che fossero alternative a quella di Ventura.

Ad esempio sono state valutate anche la formula di Kirpich e la formula proposta dal metodo SCS.

Queste due formule si esprimono rispettivamente come segue:

$$T_c = 0.0662 L_m^{0.77} P^{-0.385}$$

in cui $P = 10^3 L/C$

e

$$T_c = 0.0035 L^{0.8} I^{0.5} (S+25.4)^{0.7}$$

in cui $S = 25.4 (1000/CN - 10)$

in cui con L_m (km) si indica la massima distanza percorso dall'acqua, con L (km) la lunghezza dell'asta principale, con C (m) la differenza di quota tra il punto più lontano del bacino e la sezione di chiusura, con I (m/m) la pendenza media del reticolo e con CN il Curve Number caratteristico del sottobacino.

Entrambe le formule richiedono però la definizione dell'asta principale, e, come detto, in alcuni casi i sottobacini sono sì attraversati dall'asta principale ma in molti altri sono da essa soltanto lambiti, pertanto l'utilizzo di queste formule avrebbe distorto i risultati soprattutto per i bacini di fondovalle.

In ogni caso, per totale trasparenza, nelle seguenti tabelle si mostrano anche i risultati del calcolo del tempo di corrivazione con il metodo SCS in cui alla lunghezza dell'asta principale è stata assegnato il valore dell'asta caratteristica sulla base della quale si è calcolata la pendenza I ; sostanzialmente emerge una buona aderenza dei risultati di calcolo tra le due formulazioni.

CORSO D'ACQUA	BF								
	BAC_BF_1	BAC_BF_2	BAC_BF_3	BAC_BF_4	BAC_BF_5	BAC_BF_6	BAC_BF_7	BAC_BF_8	BAC_BF_9
Lunghezza asta di riferimento (m)	858	632	182	119	857	540	530	290	290
Quota max (m s.l.m.)	330	260.5	254	253.15	255.8	252.9	256.4	251	249.2
Quota min (m s.l.m.)	260.5	254	253.15	251.82	250.85	250.6	250.5	249.2	248.2
Pendenza media I	0.081	0.01	0.005	0.011	0.006	0.004	0.011	0.006	0.003
Superficie (kmq)	0.54	0.19	0.008	0.02	0.063	0.045	0.084	0.075	0.085
Tempo di corrivazione da formula Ventura (h)	0.328	0.546	0.167	0.169	0.418	0.411	0.349	0.442	0.630
Tempo di corrivazione da formula SCS (h)	0.221	0.486	0.268	0.123	0.826	0.665	0.311	0.257	0.345

Tab. 7 – Tabella di calcolo Tc sottobacini BF

CORSO D'ACQUA	Af1_BF		
	BAC_Af1_BF_1	BAC_Af1_BF_2	BAC_Af1_BF_3
Lunghezza asta di riferimento (m)	450	410	150
Quota max (m s.l.m.)	268	266	257.4
Quota min (m s.l.m.)	256	256	254.5
Pendenza media I	0.027	0.024	0.019
Superficie (kmq)	0.119	0.081	0.013
Tempo di corrivazione da formula Ventura (h)	0.269	0.231	0.103
Tempo di corrivazione da formula SCS (h)	0.230	0.223	0.112

Tab. 8 – Tabella di calcolo Tc sottobacini Af1_BF

CORSO D'ACQUA	Af2_BF		
	BAC_Af2_BF_1	BAC_Af2_BF_2	BAC_Af2_BF_3
Bacino			
Lunghezza asta di riferimento (m)	500	230	480
Quota max (m s.l.m.)	280	263	258
Quota min (m s.l.m.)	264	258	254
Pendenza media <i>I</i>	0.032	0.022	0.008
Superficie (kmq)	0.073	0.025	0.086
Tempo di corrivazione da formula Ventura (h)	0.192	0.137	0.408
<i>Tempo di corrivazione da formula SCS (h)</i>	<i>0.228</i>	<i>0.149</i>	<i>0.433</i>

Tab. 9 – Tabella di calcolo Tc sottobacini Af2_BF

CORSO D'ACQUA	Af3_BF
Bacino	BAC_Af3_BF_1
Lunghezza asta di riferimento (m)	500
Quota max (m s.l.m.)	256
Quota min (m s.l.m.)	253
Pendenza media <i>I</i>	0.006
Superficie (kmq)	0.160
Tempo di corrivazione da formula Ventura (h)	0.655
<i>Tempo di corrivazione da formula SCS (h)</i>	<i>0.527</i>

Tab. 10 – Tabella di calcolo Tc sottobacini Af3_BF

CORSO D'ACQUA	Af4_BF
Bacino	BAC_Af4_BF_1
Lunghezza asta di riferimento (m)	850
Quota max (m s.l.m.)	256.5
Quota min (m s.l.m.)	251.8
Pendenza media <i>I</i>	0.006
Superficie (kmq)	0.268
Tempo di corrivazione da formula Ventura (h)	0.884
<i>Tempo di corrivazione da formula SCS (h)</i>	0.839

Tab. 11 – Tabella di calcolo Tc sottobacini Af4_BF

CORSO D'ACQUA	FM		
	BAC_FM_1	BAC_FM_2	BAC_FM_3
Bacino			
Lunghezza asta di riferimento (m)	1420	190	220
Quota max (m s.l.m.)	356	255.7	251.8
Quota min (m s.l.m.)	265	254	250.7
Pendenza media <i>I</i>	0.064	0.009	0.005
Superficie (kmq)	0.686	0.024	0.012
Tempo di corrivazione da formula Ventura (h)	0.416	0.206	0.194
<i>Tempo di corrivazione da formula SCS (h)</i>	0.372	0.199	0.299

Tab. 12 – Tabella di calcolo Tc sottobacini FM

CORSO D'ACQUA	Af1_FM		
	BAC_Af1_FM_1	BAC_Af1_FM_2	BAC_Af1_FM_3
Bacino			
Lunghezza asta di riferimento (m)	1450	900	480
Quota max (m s.l.m.)	346	270	254.7
Quota min (m s.l.m.)	258	254.7	252
Pendenza media <i>I</i>	0.061	0.017	0.006
Superficie (kmq)	0.799	0.259	0.08
Tempo di corrivazione da formula Ventura (h)	0.461	0.495	0.478
<i>Tempo di corrivazione da formula SCS (h)</i>	<i>0.388</i>	<i>0.501</i>	<i>0.527</i>

Tab. 13 – Tabella di calcolo Tc sottobacini Af1_FM

CORSO D'ACQUA	BMC			
	BAC_BMC_1	BAC_BMC_2	BAC_BMC_3	BAC_BMC_4
Bacino				
Lunghezza asta di riferimento (m)	1100	340	220	180
Quota max (m s.l.m.)	348	252.7	251.7	251.4
Quota min (m s.l.m.)	266	250.7	250.7	249.7
Pendenza media <i>I</i>	0.075	0.006	0.005	0.009
Superficie (kmq)	0.421	0.037	0.033	0.083
Tempo di corrivazione da formula Ventura (h)	0.302	0.317	0.341	0.377
<i>Tempo di corrivazione da formula SCS (h)</i>	<i>0.281</i>	<i>0.391</i>	<i>0.314</i>	<i>0.142</i>

Tab. 14 – Tabella di calcolo Tc sottobacini BMC

CORSO D'ACQUA	Af1_BMC			
	BACINO	BAC_Af1_BMC_1	BAC_Af1_BMC_2	BAC_Af1_BMC_3
Lunghezza asta di riferimento (m)	730	1050	220	190
Quota max (m s.l.m.)	277	316	253.5	253.9
Quota min (m s.l.m.)	253.4	253.4	251.6	251.1
Pendenza media <i>I</i>	0.032	0.06	0.009	0.013
Superficie (kmq)	0.204	0.268	0.055	0.035
Tempo di corrivazione da formula Ventura (h)	0.319	0.269	0.320	0.211
<i>Tempo di corrivazione da formula SCS (h)</i>	<i>0.276</i>	<i>0.272</i>	<i>0.205</i>	<i>0.151</i>

Tab. 15 – Tabella di calcolo Tc sottobacini Af1_BMC

CORSO D'ACQUA	Af2_BMC	
	BACINO	BAC_Af2_BMC_1
Lunghezza asta di riferimento (m)	1000	480
Quota max (m s.l.m.)	351.7	270
Quota min (m s.l.m.)	254	252.3
Pendenza media <i>I</i>	0.098	0.037
Superficie (kmq)	0.242	0.193
Tempo di corrivazione da formula Ventura (h)	0.200	0.290
<i>Tempo di corrivazione da formula SCS (h)</i>	<i>0.227</i>	<i>0.206</i>

Tab. 16 – Tabella di calcolo Tc sottobacini Af2_BMC

CORSO D'ACQUA	Af3_BMC				
	BAC_Af3_BMC_1	BAC_Af3_BMC_2	BAC_Af3_BMC_3	BAC_Af3_BMC_4	BAC_Af3_BMC_5
Bacino					
Lunghezza asta di riferimento (m)	430	580	700	550	110
Quota max (m s.l.m.)	285	261.6	262.7	252.1	251.5
Quota min (m s.l.m.)	264.6	252.2	252	250	251.25
Pendenza media <i>I</i>	0.047	0.006	0.015	0.004	0.002
Superficie (kmq)	0.043	0.038	0.017	0.061	0.007
Tempo di corrivazione da formula Ventura (h)	0.120	0.195	0.134	0.506	0.227
<i>Tempo di corrivazione da formula SCS (h)</i>	<i>0.166</i>	<i>0.361</i>	<i>0.432</i>	<i>0.713</i>	<i>0.255</i>

Tab. 17 – Tabella di calcolo Tc sottobacini Af3_BMC

CORSO D'ACQUA	Af4_BMC	
	BAC_Af4_BMC_1	BAC_Af4_BMC_2
Bacino		
Lunghezza asta di riferimento (m)	200	680
Quota max (m s.l.m.)	253.2	252.7
Quota min (m s.l.m.)	252.7	248.9
Pendenza media <i>I</i>	0.003	0.006
Superficie (kmq)	0.021	0.066
Tempo di corrivazione da formula Ventura (h)	0.367	0.437
<i>Tempo di corrivazione da formula SCS (h)</i>	<i>0.392</i>	<i>0.698</i>

Tab. 18 – Tabella di calcolo Tc sottobacini Af4_BMC

CORSO D'ACQUA	Af5_BMC		
	BAC_Af5_BMC_1	BAC_Af5_BMC_2	BAC_Af5_BMC_3
Bacino			
Lunghezza asta di riferimento (m)	350	350	310
Quota max (m s.l.m.)	285	262.7	255.8
Quota min (m s.l.m.)	264.6	255.9	252.5
Pendenza media <i>I</i>	0.058	0.019	0.011
Superficie (kmq)	0.062	0.036	0.015
Tempo di corrivazione da formula Ventura (h)	0.131	0.173	0.152
<i>Tempo di corrivazione da formula SCS (h)</i>	<i>0.127</i>	<i>0.220</i>	<i>0.270</i>

Tab. 19 – Tabella di calcolo Tc sottobacini Af5_BMC

CORSO D'ACQUA	F_ai		
	BAC_F_ai_1	BAC_F_ai_2	BAC_F_ai_3
Bacino			
Lunghezza asta di riferimento (m)	260	186 143	320 305
Quota max (m s.l.m.)	258	255.36 258	254.87 262
Quota min (m s.l.m.)	255.36	255.2 255.25	253.5 253.6
Pendenza media <i>I</i>	0.01	0.01	0.011
Superficie (kmq)	0.640	0.067	0.236
Tempo di corrivazione da formula Ventura (h)	1.008	0.329	0.489
<i>Tempo di corrivazione da formula SCS (h)</i>	<i>0.346</i>	<i>0.351</i>	<i>0.502</i>

Tab. 20 – Tabella di calcolo Tc sottobacini F_ai

CORSO D'ACQUA	F_str
Bacino	BAC_F_str_1
Lunghezza asta di riferimento (m)	877.16 412
Quota max (m s.l.m.)	254.12 260
Quota min (m s.l.m.)	248.42 250
Pendenza media <i>I</i>	0.015
Superficie (kmq)	0.596
Tempo di corrivazione da formula Ventura (h)	0.790
Tempo di corrivazione da formula SCS (h)	0.825

Tab. 21 – Tabella di calcolo Tc sottobacini F_str

Punto 3 – Simulazioni idrauliche per durate di precipitazione diverse

Il **Punto n. 3** della richiesta di integrazioni riguarda l'esigenza richiamata di effettuare anche le verifiche idrauliche per durate di precipitazione di 0.5 h e 1.5 h.

La motivazione per la quale non sono state originariamente eseguite, sebbene la stima delle portate sia stata fatta anche per queste durate di pioggia, è da attribuire alla scarsa significatività delle differenze di portata tra le durate di 0.5 h e 1.5 h rispetto alla durata di 1 h, assunta come durata critica per il sistema.

Dagli idrogrammi riportati integralmente nell'**Allegato Idrologico** si può osservare come, per la maggior parte dei sottobacini, la portata di piena, per tutti i tempi di ritorno, si massimizza per la durata di 1 h.

Fanno eccezione soltanto alcuni bacini più piccoli e/o con tempi di corrivazione particolarmente brevi, per i quali la portata risulta essere superiore, seppur di pochissimo, per la durata di 0.5 h.

Tant'è che queste leggere differenze sono state considerate trascurabili e non si è ritenuto significativo procedere alla modellazione ed al relativo tracciamento delle aree allagate per inviluppo con i risultati dello scenario con durata pari ad 1 h.

Dal momento che ciò è stato esplicitamente richiesto, si è proceduto, solo per la durata pari a 0.5 h, ad effettuare le simulazioni numeriche, e di ciò è dato conto nel presente paragrafo.

Prima di procedere con la modellazione dello scenario con durata di precipitazione pari a mezz'ora, si è voluto preliminarmente tenere conto delle modifiche geometriche richiamate in alcuni punti della richiesta di integrazioni da apportare al modello, indipendentemente dagli input idrologici.

In particolare si fa riferimento a quanto segnalato al **Punto n. 8** della lettera di richiesta di integrazioni, in cui è correttamente sottolineato che per il corso d'acqua denominato F_str, ovvero il fosso che scorre lungo la strada che attraversa l'area industriale del Piano, sono stati erroneamente assegnati coefficienti di scabrezza di un ordine di grandezza superiore rispetto a quelli che caratterizzano tutti gli altri corsi d'acqua studiati.

Questa attribuzione, come detto frutto di un mero errore di inserimento dati nel software, è stata opportunamente rivista anche nelle modellazioni relative alla durata di pioggia di 1 h.

Da qui emerge uno scenario aggiornato di stato attuale, che sostanzialmente conferma del dinamiche idrauliche precedenti, ma che lungo il fosso F_str nonché in alcune aree di potenziale esondazione limitrofe vede diminuire i volumi esondati.

Tali variazioni non si traducono in evidenti modifiche o riduzioni delle aree allagate, se non per una piccola zona posta in destra idraulica del fosso F_str; le conseguenze in termini di aree allagate dovute a questo aggiornamento del modello anche per la durata di 1 h sono riprese nel successivo **Punto n. 8**. Come aggiornamento del modello relativo allo stato attuale, è stato anche superato l'errore di simulazione che produceva volumi "negativi" nell'area di potenziale esondazione ape CC, come segnalato al **Punto n. 9** della richiesta di integrazioni; tale errore era dovuto al fatto che l'ape CC aveva una quota minima superiore alla quota a cui è stata posta la connessione idraulica tra ape CC ed ape DD; il problema è stato risolto semplicemente abbassando opportunamente la quota minima dell'ape CC alla quota di tale connessione (che coincide con il fondo di un piccolo fosso che funge da collegamento idraulico tra le due APE).

Anche in questo caso si rimanda al **Punto n. 9** per ulteriori dettagli.

Nel presente paragrafo, queste precisazioni riguardo l'aggiornamento del modello sono funzionali esclusivamente per il confronto tra i risultati dello scenario relativo alla durata di precipitazione di 1 h e di 0.5 h.

Nell'**Allegato Idraulico 5** sono messi a confronto, solo in forma tabellare, i risultati della simulazione per TR200 e durata pari ad 1 h e gli omologhi risultati per TR200 e durata pari a 0.5 h.

Considerate le modifiche delle scabrezze per F_str e della curva di vaso per l'ape CC, a cui si è precedentemente accennato, è stato riprodotto integralmente anche l'**Allegato Idraulico 2**, relativo ai risultati della modellazione nello scenario con pioggia di 1 h, per i vari tempi di ritorno considerati, che rimane lo scenario critico di riferimento e che, al netto delle lievi modifiche alle perimetrazioni delle aree allagate introdotte nella tavola **e7** per effetto di queste correzioni della geometria e delle ulteriori considerazioni di cui al successivo **Punto n. 10**, determina la pericolosità idraulica dell'area del Piano.

Di seguito è invece anticipato il confronto dei risultati in termini di livelli idrometrici nella APE tra lo scenario duecentennale con durata di 1 h e quello duecentennale con durata di 0.5 h.

AREA DI POTENZIALE ESONDAZIONE	LIVELLO IDROMETRICO TR200 D=1H	LIVELLO IDROMETRICO TR200 D=0.5H	DIFFERENZA
	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)
ape A	252.27	251.91	0.36
ape AA	259.64	259.59	0.05
ape B	252.27	251.92	0.35
ape BB	254.61	254.57	0.04
ape C	254.96	254.94	0.02
ape CC	258.88	258.63	0.25
ape D	255.80	255.77	0.03
ape DD	256.74	256.57	0.17
ape E	253.70	253.62	0.08
ape EE	255.53	255.37	0.16
ape F	253.60	253.52	0.08
ape FF	252.76	252.74	0.02
ape G	253.61	253.53	0.08
ape GG	254.19	253.84	0.35
ape H	257.22	257.21	0.01
ape HH	252.72	252.55	0.17
ape I	253.47	253.43	0.04
ape II	252.37	252.27	0.10
ape J	257.12	256.95	0.17
ape JJ	256.08	255.90	0.18
ape K	256.83	256.62	0.21
ape L	253.05	252.96	0.09
ape LL	252.22	251.42	0.80
ape M	252.37	252.29	0.08
ape MM	250.99	250.90	0.09
ape N	252.52	252.47	0.05
ape NN	250.58	249.48	1.10
ape O	252.01	251.46	0.55
ape OO	256.18	255.47	0.71
ape P	252.26	251.90	0.36
ape PP	254.90	254.75	0.15
ape Q	255.63	255.55	0.08
ape QQ	252.17	252.13	0.04
ape RR	253.87	253.83	0.04
ape S	253.87	253.81	0.06
ape SS	252.12	252.02	0.10
ape T	254.95	254.90	0.05
ape TT	251.18	251.13	0.05
ape U	253.78	253.70	0.08
ape UU	249.87	249.50	0.37
ape V	253.63	253.51	0.12
ape VV	249.61	249.50	0.11
ape W	252.83	252.63	0.20
ape WW	255.08	255.03	0.05
ape X	253.47	253.39	0.08
ape XX	256.19	256.16	0.03
ape Y	252.89	252.65	0.24
ape YY	255.11	255.09	0.02
ape Z	252.87	252.67	0.20

Tab. 22 – Confronto tra i risultati delle simulazioni con TR200 e durate di pioggia pari ad 1 h (critica) e 0.5 h

Dalla precedente Tab. 22 appare evidente come lo scenario che massimizza i livelli di esondazione per tutte le APE sia quello con durata pari ad 1h.

Per questo motivo si è ritenuto di dover procedere con ulteriori simulazione per durate di 0.5 h (TR30 o TR100), né tanto meno per le durate di 1.5 h (che determinano portate più basse dello scenario di 1 h per praticamente tutti i sottobacini).

Punto 4 – Connessioni tra alveo e aree di potenziale esondazione

Come esplicitamente richiesto nella lettera di integrazioni, si è proceduto con l'aggiornamento della tavole **e5** in cui sono state inseriti tutti i tratti di connessione ("lateral structure") tra corsi d'acqua studiati ed aree di potenziale esondazione.

Punto 5 – Output delle connessioni idrauliche

Nell'**Allegato Idraulico 5**, integrativo rispetto a quelli precedentemente prodotti, sono forniti anche gli idrogrammi di output del modello idraulico, nello scenario con durata di precipitazione pari ad 1 h e tempi di ritorno pari a 30 e 200 anni, di tutte le connessioni idrauliche tra aree di potenziale esondazione ("storage area connection") e tra alveo ed aree di potenziale esondazione ("lateral structure").

Si sottolinea che la complessità del modello determina in alcuni casi distorsioni o errori fisiologici di elaborazione numerica che emergono da alcuni degli idrogrammi forniti nell'**Allegato Idraulico 5**; si specifica allo stesso tempo che questi "sbalzi" in alcuni idrogrammi di "lateral structure" o "storage area connection" corrispondono generalmente a picchi positivi di portata, quindi non producono sottostime bensì al massimo parziali sovrastime dei trasferimenti.

Essendo però la geometria del sistema tutta interconnessa, i profili dei corsi d'acqua relativi al massimo livello idrometrico risultano regolari (come da **Allegato Idraulico 2**), quindi queste distorsioni locali sono da considerarsi trascurabili.

Punto 6 – Chiarimenti modello Af2_BMC_sf

Il corso d'acqua denominato Af2_BMC_sf altro non è che un fossetto di campo che si intuba in prossimità di uno stabilimento e fuoriesce all'altezza della strada bianca che conduce ai vari poderi presenti nell'area del Piano.

La tubazione sfocia nel fossetto di guardia di questa stradella; esso non risulta collegato in modo chiaro al reticolo, tant'è che in un primo tratto la pendenza lo indirizza verso Est ma ad un certo punto il fossetto inverte la propria pendenza, quindi appare senza sbocco.

Questa è la motivazione per cui il modello è stato troncato apparentemente senza alcun collegamento. Le seguenti fotografie sono proposte al fine di chiarire questa situazione.



Fig. 4: Sbocco della tubazione nel fossetto di guardia della strada bianca (Sezione Af2_BMC_sf_1)



Fig. 5: Primo tratto del fossetto lungo strada con pendenza dallo sbocco della tubazione verso Est



Fig. 6: Primo tratto del fossetto (destra) con particolare dell'ulteriore fossetto presente in sinistra (che ha qui origine)



Fig. 7: Secondo tratto del fossetto destro in contropendenza, oltre la sezione Af2_BMC_sf_0.5
(in lontananza si nota l'uscita di un ulteriore scarico di uno stabilimento industriale)



Fig. 8: Particolare della connessione del fossetto sinistro con il reticolo (fotografia scattata alla stessa altezza della precedente fotografia di Fig. 7)



Fig. 9: Particolare del fosso in cui si immette il fossetto sinistro, che scorre verso valle, nella stessa direzione di Af2_BMC (fotografia scattata alla stessa altezza delle 2 precedenti fotografie)

Per quanto mostrato, si confermano le dinamiche già accennate nella **Relazione Illustrativa**.

Dopo lo sbocco lungo la strada, le acque del fosso Af2_BMC_sf tendono quasi immediatamente a riversarsi sul lato opposto (non lo fanno nel modello perché non è simulata l'interruzione dove inizia la contropendenza, ma lo fanno nella realtà quando la capacità di invaso del fossetto destro si esaurisce). Attraverso il fossetto sinistro le acque sono convogliate verso il reticolo principale (fosso di Fig. 9). Pertanto, al netto di una leggera correzione apportata alle perimetrazioni della tavola e7, si ritiene corretta la modellazione presentata in prima istanza e cautelativa l'esplicitazione dei risultati in termini di aree allagate.

Si sottolinea che il collegamento idraulico tra il fosso Af2_BMC_sf (modello periferico) e il modello idraulico principale è garantito dalla "lateral structure" in sinistra idraulica a monte del tombamento.

Per quanto riguarda l'input idrologico al modello del fosso Af2_BMC_sf, come specificato nella **Relazione Illustrativa**, è stato introdotto l'idrogramma relativo al sottobacino BAC_Af2_BMC_2, così come riportato nell'**Allegato Idrologico**, in cui la portata, ad ogni step, è stata corretta con un moltiplicatore pari a 0.45, corrispondente al peso areale dell'effettivo bacino di Af2_BMC_sf rispetto all'intera superficie del bacino BAC_Af2_BMC_2.

Del resto il sottobacino di Af2_BMC_sf è stato già indicato nella tavola e6 con campitura tratteggiata. Di seguito ne è riproposto un estratto.

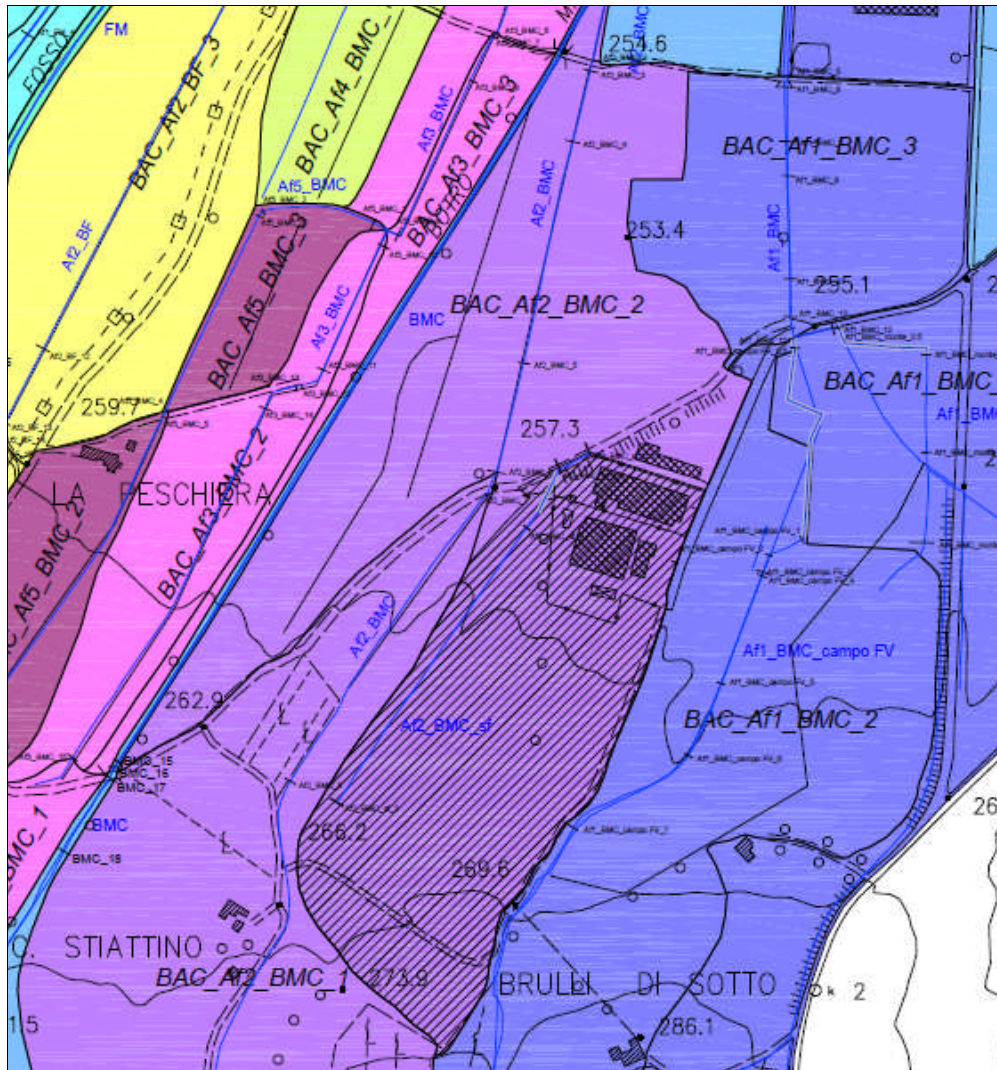


Fig. 10: Particolare della tavola e6 in cui è individuato il sottobacino del Af2_BMC_sf (tratteggiato nero), che copre circa il 45% della superficie del bacino BAC_Af2_BMC_2

In conseguenza di ciò, l'idrogramma relativo al sottobacino BAC_Af2_BMC_2 insistente direttamente su Af2_BMC, è stato introdotto nel modello correggendo la portata, ad ogni step, con un moltiplicatore pari a 0.55.

Nell'**Allegato Idrologico** è quindi riportato l'idrogramma integrale, frutto della modellistica idrologica eseguita precedentemente l'indicazione di verificare anche Af2_BMC_sf, e non i singoli idrogrammi dei sottobacini di Af2_BMC e Af2_BMC_sf "pesati" con i suddetti moltiplicatori.

Anticipando il contenuto del successivo **Punto n. 7**, per quanto riguarda la scabrezza delle sezioni idrauliche di Af2_BMC_sf, si conferma la validità delle assegnazioni.

Del tratto di valle sono state già mostrate alcune fotografie, del tratto a monte del tombamento è di seguito riportata un'immagine che mostra come il fosso sia effettivamente poco significativo e la scabrezza lungo di esso sia dovuta alla presenza di un po' di erba, la cui lunghezza è variabile in funzione delle fasi di lavorazione delle colture del campo che il fosso attraversa.



Fig. 11: Particolare del fosso Af2_BMC_sf a monte del tratto tombato

I tabulati delle simulazioni per il fosso Af2_BMC_sf erano mostrati alle pagine n. 8 e n. 9 dell'**Allegato Idraulico 2**.

Le sezioni del fosso Af2_BMC_sf erano mostrate alle pagine n. 36 e n. 37 dell'**Allegato Idraulico 2**.

In ogni caso, avendo apportato alcune modifiche alle modellazioni, come anticipato nei precedenti punti, l'**Allegato Idraulico 2** è riproposto in una nuova versione aggiornata contenente tutti i risultati delle modellazioni.

Punto 7 – Chiarimenti sui coefficienti di scabrezza

In questo paragrafo sono forniti i chiarimenti richiesti riguardo la scelta dei coefficienti di scabrezza.

Si sottolinea innanzitutto che i corsi d'acqua studiati, a parte il Fosso Maestro e il Botro Maestro Casole lungo i tratti di monte (parzialmente pensili), non sono dotati né di argini, né di fasce golenali, ma presentano alvei di forma elementare (generalmente trapezia o triangolare) che solcano il terreno; la vegetazione lungo di essi si limita alle sponde o, al limite, alla prima fascia a cavallo delle sommità di sponda.

Per questo motivo il rilievo delle sezioni, nella maggioranza dei casi, è stato eseguito secondo il seguente schema:

punto sul terreno in sponda sinistra a qualche metro di distanza dalla sommità di sponda, punto sulla sommità di sponda sinistra, uno o due punti sulla sponda sinistra, punto sul piede della sponda sinistra, uno o due punti in alveo, e da qui in modo simmetrico sulla sponda opposta.

Per quanto precedentemente detto, si è privilegiato assegnare la scabrezza più elevata all'alveo, nella fascia compresa tra le due sommità di sponda.

L'effetto "rallentante" e "rigurgitante" della scabrezza lungo le fasce laterali, per la loro scarsa estensione, è da considerarsi assai modesto; in ogni caso, sezione per sezione, sono state assegnate, sia in alveo che lungo le fasce laterali, scabrezze correlate all'effettiva densità di vegetazione.

In caso di vegetazione mediamente fitta e densa, al coefficiente di Manning sono stati assegnati valori pari a 0.04-0.045; in caso di condizioni peggiori, come specificato già nella **Relazione Illustrativa**, sono stati assegnati valori fino a 0.06 (ad esempio per BMC).

In alcuni casi le scabrezze in alveo o nelle fasce laterali risultano essere inferiori a 0.04.

Di seguito sono passati in rassegna i tratti, o le singole sezioni, in cui i coefficienti di scabrezza sono più bassi e ne viene chiarita l'attribuzione.

Af1_BMC (tratto 1, da Sez. 12 a Sez. 6)

In questo tratto le scabrezze sono uguali o inferiori a 0.035 in quanto questo fosso, che scorre lungo una viabilità interna all'area industriale, è oggetto di regolare manutenzione o presenta comunque scarsa vegetazione lungo le sponde, come evidenziano le due successive fotografie.



Fig. 12: Particolare del fosso Af1_BMC all'altezza delle sezioni n. 7 e 6



Fig. 13: Particolare del fosso Af1_BMC all'altezza delle sezioni n. 12 e 11

Af1_BMC_campoFV (tutto il tratto)

Questo fosso attraversa il campo fotovoltaico; al tratto all'interno dell'impianto è stata assegnata, in alveo, una scabrezza inferiore a 0.035. A monte ed a valle dell'impianto la scabrezza resta moderata. Segue un'immagine del tratto interno al campo fotovoltaico.



Fig. 14: Particolare del fosso Af1_BMC_campoFV all'altezza della sezione n. 6

Af1_BMC_monte (tutto il tratto)

Di questo fosso è stato studiato solo un breve tratto lungo il campo sportivo fino al tombamento che lo collega con Af1_BMC (precedente Fig. 13).

Non sono disponibili fotografie, ma si conferma che lungo il tratto studiato le sezioni sono caratterizzate da semplice inerbimento delle sponde, ed inoltre il tratto è oggetto di manutenzione, probabilmente da parte dei gestori dell'impianto sportivo.

Af2_BMC_sf (tutto il tratto)

Le considerazioni riguardo la scabrezza per questo fosso sono state anticipate al precedente **Punto n. 6**.

Af4_BMC (sezione n. 6)

Non sono disponibili fotografie di questa sezione, ma si conferma che tutto il tratto dalla sezione n. 6 fino alla confluenza con il fosso Af3_BMC, compreso quest'ultimo fino alla confluenza con il Botro Maestro Casole, sono oggetto di regolare manutenzione tant'è che sarebbe legittimo ridurre la scabrezza a 0.035 anche per le altre sezioni.

In questo caso è stata assegnata una scabrezza inferiore probabilmente perché all'altezza di questa sezione il corso d'acqua è risultato particolarmente spoglio; resta il fatto che il livello idrometrico nella sezione è, anche per TR200, tale da garantire un franco di sicurezza superiore ai 50 cm e poco cambierebbe anche in caso di assegnazione di un valore del coefficiente di Manning superiore.

Le aree allagate che caratterizzano questa porzione dell'area del Piano sono dovute in particolare al rigurgito che si crea a valle e al trasferimento di volumi extra alveo.

BF (sezioni n. 3 e n. 2)

In questo caso la scabrezza di 0.035 è dovuta al fatto che le sezioni di monte e valle dell'attraversamento della S.P. n. 27 di Casole d'Elsa sono prive di vegetazione particolarmente densa.

F_ai (sezioni n. 4.8, n. 4.2, n. 0.9, n. 0.8)

Queste sezioni riproducono sommariamente i due laghetti presenti lungo il fosso F_ai.

Di seguito è mostrata una fotografia relativa al laghetto posto più a valle (sezioni n. 0.9 e n. 0.8), che legittima l'assegnazione del coefficiente di Manning.



Fig. 15: Particolare del fosso F_ai all'altezza delle sezioni n. 0.9 e n. 0.8

F_str (tutto il tratto lungo la viabilità)

Questo fosso scorre interamente lungo la strada per Cavallano, che attraversa l'area industriale del Piano.

Esso non presenta scabrezze estremamente significative come gli altri corsi d'acqua che solcano la zona agricola del Piano.

Inoltre questo fosso è saltuariamente oggetto di manutenzione, probabilmente ad opera dei frontisti, in quanto si è osservata un'alternanza di tratti puliti e tratti meno puliti.

E' sembrato comunque ragionevole assegnare all'alveo una scabrezza media pari a 0.035.

Di seguito sono mostrate tre immagini di questo fosso, da cui emergono queste differenze nella manutenzione.



Fig. 16: Particolare del fosso F_str all'altezza della sezione n. 15



Fig. 17: Particolare del fosso F_str all'altezza della sezione n. 14



Fig. 18: Particolare del fosso F_str all'altezza della sezione n. 8

In conclusione, si ritiene comunque che le aree allagate proposte siano assai ampie e cautelative, tanto da poter considerare trascurabili gli effetti di una parziale sottostima dei coefficienti di scabrezza per brevi tratti.

Ne è dimostrazione ad esempio il fatto richiamato al precedente **Punto n. 3** e successivo **Punto n. 8**, ovvero che pur correggendo la scabrezza delle sezioni di F_str, che in nella prima versione è stata erroneamente inserita con un ordine di grandezza superiore, i risultati complessivi non subiscono variazioni significative, almeno in termini di estensione delle aree allagate.

A maggior ragione è lecito supporre che incrementi locali di 0.005 o 0.01 del coefficiente n di Manning non possano produrre sostanziali cambiamenti allo scenario complessivo della pericolosità idraulica.

Punto 8 – Coefficienti di scabrezza di F_Str

Al punto n. 8 della nota dell'Ufficio del Genio Civile con richiesta di integrazione agli studi idrologico-idraulici in Loc. Il Piano è fatto presente che per il fosso F_str si è originariamente adottata una scabrezza del corso d'acqua, sia in alveo che nelle fasce laterali, di un ordine di grandezza superiore. Questa attribuzione è ovviamente frutto di un semplice errore di inserimento dati nel codice di calcolo, pertanto si è proceduto con la correzione di questa inesattezza, riportando la scabrezza a valori consoni.

Come ampiamente anticipato al precedente **Punto n. 3**, è stata modificata sia la modellazione idraulica degli eventi con TR30, TR100 e TR200 per la durata di precipitazione pari ad 1 ora (durata critica), che la modellazione idraulica dell'evento con TR200 e durata pari a 0.5 ore.

L'effetto di questo intervento correttivo è quello di limitare l'esondazione del fosso F_str e di conseguenza ridurre i livelli idrometrici e i volumi esondati in alcune aree di potenziale esondazione, sia lungo il fosso sia in aree più distanti ma che comunque risentono dell'interconnessione con gli elementi geometrici legati a F_str.

Nonostante questa leggera contrazione di livelli idrometrici e volumi, le aree allagate della tavola e7 sono state mantenute immutate, se non per una piccola porzione ricadente all'interno dell'area di potenziale esondazione ape QQ, che adesso viene ovviamente solo parzialmente interessata dall'esondazione in quanto si riducono i livelli nelle sezioni n. 12 e n. 11 di F_str.

Punto 9 – Portate e velocità negative

Come anticipato al **Punto n. 3**, è stato superato l'errore di simulazione che produceva volumi "negativi" nell'area di potenziale esondazione ape CC, segnalato al punto n. 9 della richiesta di integrazioni; tale errore era dovuto al fatto che l'ape CC aveva una quota minima superiore alla quota a cui è stata posta la connessione idraulica tra ape CC ed ape DD; il problema è stato risolto semplicemente abbassando opportunamente la quota minima dell'ape CC alla quota di tale connessione (che coincide con il fondo di un piccolo fosso che funge da collegamento idraulico tra le due APE).

La variazione che questa modifica induce sul sistema è minimale e trascurabile; per quanto riguarda le aree allagate all'interno dell'ape CC, non sono da apportare correzioni in quanto le perimetrazioni rappresentano esclusivamente zone di transito.

Per quanto riguarda le velocità negative che emergono dai tabulati delle elaborazioni numeriche, si ritiene che esse possano essere giustificate come segue, in modo palese.

E' noto come il modello idraulico sia ramificato e tutte le aste studiate nonché le aree di potenziale esondazione siano interconnesse.

Le dinamiche di piena nell'area del Piano di Casole, come accennato già in conclusione del relativo capitolo nella **Relazione Illustrativa**, sono tali da determinare un sensibile fenomeno di rigurgito del sistema posto a monte degli stabilimenti del corpo principale dell'area industriale.

All'altezza dei tratti terminali del Fosso Maestro, del Botro Maestro Casole e di tutti i corsi d'acqua minori ad essi paralleli si crea un accumulo di volumi idrici piuttosto importante poiché gli unici "sfoghi" al deflusso delle acque verso valle sono rappresentati dal Borro di Fontelata e dal Botro Maestro Casole, ed in entrambi i casi sono presenti alcuni attraversamenti che ne limitano ulteriormente la capacità di smaltimento.

Questo accumulo determina un rigurgito di tutti i corsi d'acqua, e le velocità negative ne sono il segnale.

In molte sezioni degli affluenti minori (ad esempio Af3_BMC_4, Af2_BF_4, Af1_BMC_1 etc) accade che il massimo livello idrometrico non sia determinato dalla portata transitante in alveo bensì dalla portata di rigurgito, quindi negativa; pertanto nei tabulati, che fanno riferimento al massimo livello idrometrico, compaiono portate, e quindi velocità, negative.

Nella successiva figura è riportato, a titolo esemplificativo, l'idrogramma dei livelli e delle portate per una sezione campione che riproduce in modo chiaro questo fenomeno.

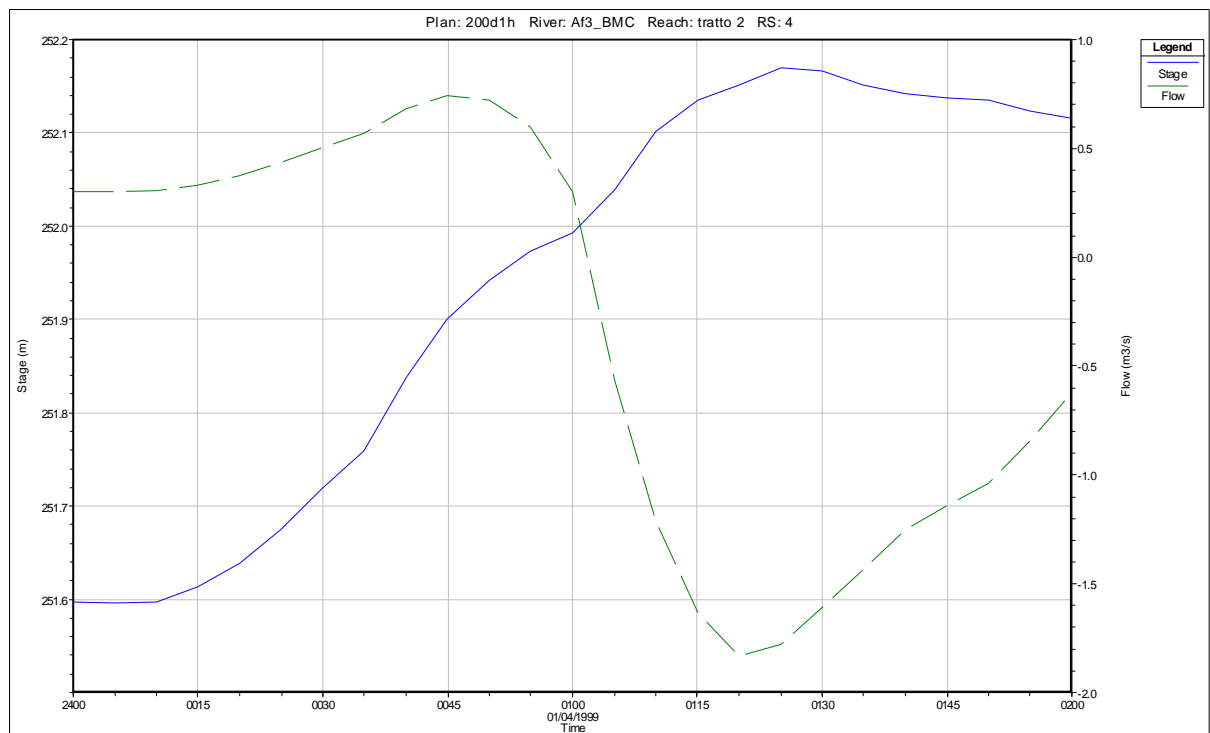


Fig. 19: Idrogramma di livelli e portata per TR200 riferito alla sezione n. 4 del fosso Af3_BMC

In alcuni casi le portate e le velocità negative possono essere dovute anche all'effetto di rigurgito che si verifica in corrispondenza delle confluenze tra corsi d'acqua.

Ne sono un esempio sezioni come BMC_12, BF_11 o Af5_BMC_1, tanto per citarne alcune.

Anche in questo caso si verifica che nell'istante di massimo livello idrometrico sia abbia la portata minima (negativa), come mostra l'esempio della seguente Fig. 20.

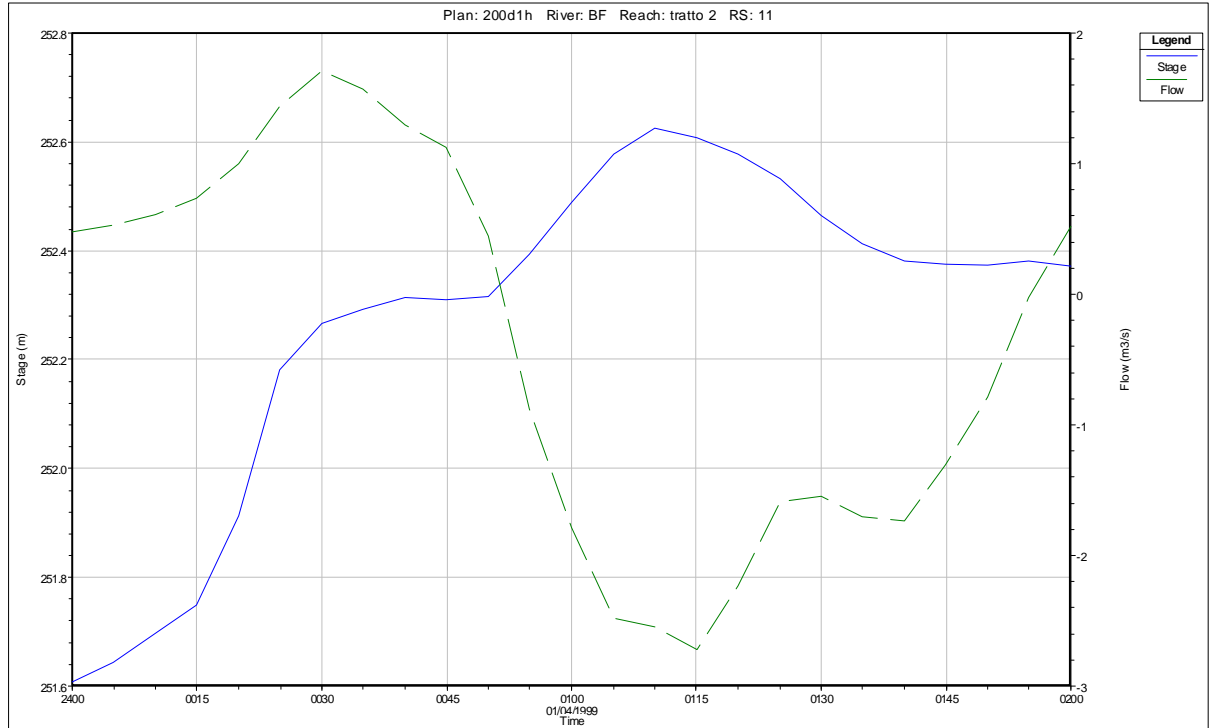


Fig. 20: Idrogramma di livelli e portata per TR200 riferito alla sezione n. 11 del fosso BF

Punto 10 – Chiarimenti sulle perimetrazioni delle aree allagate

Al Punto n. 10 della richiesta di integrazioni relativo allo studio dell'area del Piano, sono segnalate alcune presunte incongruenze tra le perimetrazioni e la base cartografica di riferimento. In questo paragrafo ne sono giustificate le motivazioni.

Di seguito è mostrato un estratto della tavola e7 delle aree allagate in Loc. Il Piano, versione originale, in cui è individuato un punto quotato (presente nel rilievo topografico incluso nel CD allegato) posto in prossimità dello stabilimento che risulta escluso dalle perimetrazioni.

Detto stabilimento è posto a quota superiore a quella raggiunta dal livello trentennale e duecentennale del Botro di Fontelata; il punto a quota 250.5 m s.l.m. della C.T.R. 1:2.000 è fuorviante, in quanto probabilmente riferito alla situazione antecedente l'edificazione di questo stabilimento.

Per questo motivo si ritiene corretta la definizione dei perimetri in questa area.

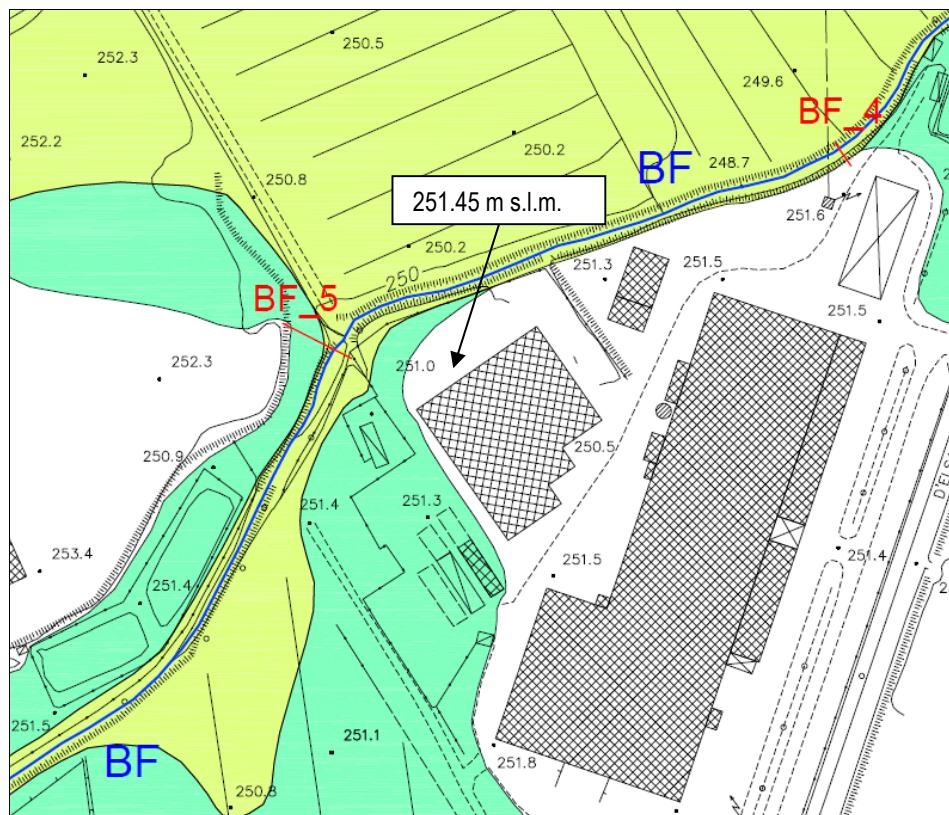


Fig. 21: Particolare delle aree allagate lungo il Botro di Fontelata, versione originale della tavola e7, in questo punto non modificata



Fig. 23: Particolare del tombino presso cui inizia il tratto tombato dell'Af1_BMC_campoFV; sullo sfondo è chiaro l'andamento del terreno verso il campo sportivo, e si evince anche come la piccola costruzione di fianco al campo sia posta a quota più elevata

E' stato chiesto di chiarire anche il tracciamento dei perimetri in prossimità degli stabilimenti dell'area industriale posti in destra del fosso F_str, al di là della strada.

In particolare il punto di cui è stato chiesto un giustificativo è quello rappresentato nella seguente figura, dove la perimetrazione lambisce lo stabilimento esistente.

Dal momento che lungo il fosso F_str è stata modificata la scabrezza delle sezioni per quanto detto al precedente **Punto n. 8** e conseguentemente a ciò le perimetrazioni risultano differire leggermente da quelle proposte nella prima versione della tavola e7, non si procede col motivare la "vecchia" perimetrazione ma si propone direttamente la versione aggiornata della tavola e7 in cui le precedenti incongruenze paiono superate.



Fig. 24: Particolare delle aree allagate lungo il fosso F_str, versione originale della tavola e7, ma modificata dalla nuova versione della tavola medesima

Infine si specifica che anche nella zona evidenziata nella successiva figura, per la quale non sono state avanzate obiezioni circa le perimetrazioni, ma che, per effetto di quanto illustrato al precedente **Punto n. 6**, è stata oggetto di approfondimento, si è proceduto con un leggero aggiornamento dei perimetri per renderli più congrui con quanto osservato e documentato con le fotografie mostrate al medesimo **Punto n. 6**.

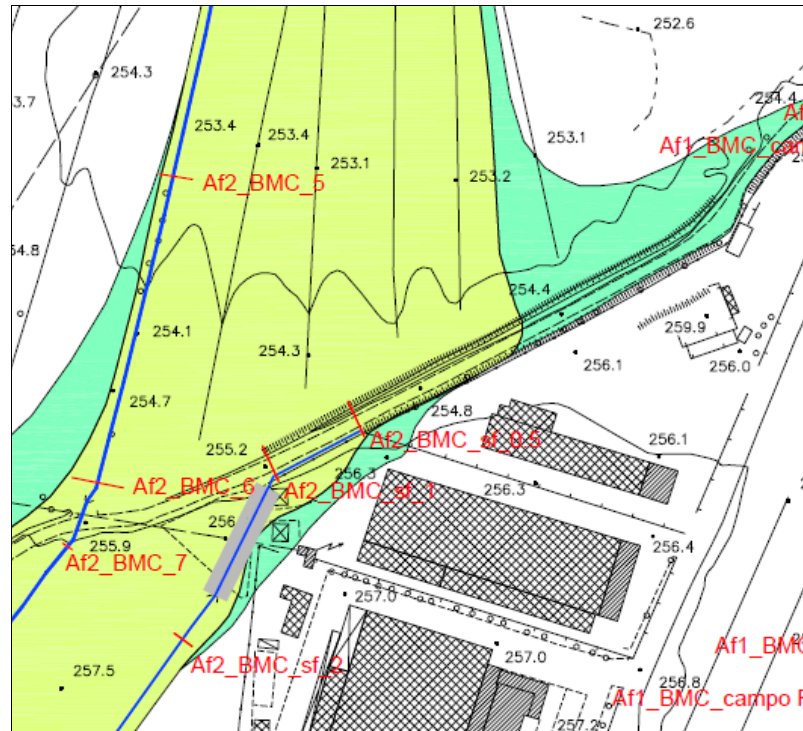


Fig. 25: Particolare delle aree allagate lungo il fosso Af2_BMC_sf, versione originale della tavola e7, ma modificata dalla nuova versione della tavola medesima

Qualora vi fossero altri punti in cui le perimetrazioni appaiano non congrue con la base cartografica, è necessario sottolineare che esse sono state tracciate sulla base non solo della C.T.R. 1:2.000, che in molti casi non risulta aggiornata rispetto all'effettivo stato dei luoghi, ma anche sulla base dei punti rilevati, contenuti nel CD allegato, e sulla base dell'osservazione visiva dei luoghi e della documentazione fotografica acquisita.

Punto 11 – Chiarimenti sugli interventi di messa in sicurezza

AMRI_1

Per quanto riguarda l'intervento di messa in sicurezza idraulica presso la parte Nord dell'area industriale il Piano, denominato Amri_1 si chiarisce quanto segue.

Innanzitutto, sulla base delle indicazioni ricevute in merito dall'Ufficio del Genio Civile di Siena, si è proceduto con un aggiornamento della modellazione idraulica dello stato di progetto.

In particolare sono state estese (allargate) le sezioni di monte del modello del fosso F_ai, in modo da chiarire quale ampiezza potessero avere le aree allagate trattenute a monte dell'arginatura di contenimento.

Si sottolinea che il tratto, rispetto al modello di stato attuale, è stato ampliato con le sezioni F_ai_7.1 ed F_ai_7.2, frutto di interpolazione a partire dalla sezione F_ai_7 (rilevata).

Per l'interpolazione e l'allargamento di queste sezioni (comprese le sezioni F_ai_7 e F_ai_6) ci si è avvalsi dei dati cartografici.

L'area di invaso non è stata rappresentata nel modello come un'area di potenziale esondazione, ma, trattandosi sostanzialmente di una cassa di espansione in linea a bocca tarata, l'opera è stata simulata soltanto con queste macrosezioni.

Il livello raggiunto nella cassa risulta essere pari a 256.81 m s.l.m. per TR200 e 256.52 m s.l.m. per TR30, contro una quota di 257.60 di sommità dell'argine di ritenuta.

Di seguito è proposta una tabella di riepilogo del comportamento idraulico dell'opera (portata in ingresso, portata in uscita) per l'evento duecentennale di progetto.

I valori di portata di ingresso e di uscita (dal tubo sotto l'argine) sono ripresi dalla modellazione idraulica.

Scenario TR200, durata di precipitazione 1ora					
T (min)	Q ingresso (mc/s)	V ingresso (mc)	Q uscita (mc/s)	V uscita (mc)	V invasato (mc)
0	0.	0	0.2	72	0
5	0.	0	0.2	72	0
10	0.	0	0.2	72	0
15	0.	0	0.2	72	0
20	0.09	32.4	0.2	72	0
25	0.34	122.4	0.21	75.6	46.8
30	0.74	266.4	0.24	86.4	226.8
35	1.27	457.2	0.28	100.8	583.2
40	1.89	680.4	0.28	100.8	1162.8
45	2.58	928.8	0.29	104.4	1987.2
50	3.31	1191.6	0.31	111.6	3067.2
55	4.03	1450.8	0.32	115.2	4402.8
60	4.77	1717.2	0.35	126	5994
65	4.51	1623.6	0.38	136.8	7480.8
70	4.22	1519.2	0.4	144	8856
75	3.9	1404	0.42	151.2	10108.8
80	3.53	1270.8	0.45	162	11217.6
85	3.12	1123.2	0.46	165.6	12175.2
90	2.61	939.6	0.47	169.2	12945.6
95	2.32	835.2	0.48	172.8	13608
100	1.96	705.6	0.49	176.4	14137.2
105	1.54	554.4	0.49	176.4	14515.2
110	1.07	385.2	0.5	180	14720.4
115	0.56	201.6	0.5	180	14742
120	0	0	0.5	180	14562

Tab. 23 – Tabella di calcolo del funzionamento idraulico della cassa a bocca tarata

Si osserva che il massimo invaso è previsto circa dopo 2 ore dall'inizio dell'evento, ovvero circa un'ora in ritardo rispetto al passaggio del picco di piena.

Il massimo invaso previsto a monte dell'argine risulta pari a circa 15.000 mc.

A seguito dell'aggiornamento della modellazione sono state riviste leggermente anche le perimetrazioni delle aree allagate allo stato di progetto (tavola **e10** aggiornata).

La superficie perimetrata come allagamento duecentennale in tavola **e10** a monte della cassa per F_{ai} risulta pari a circa 30.000 mq quindi si stima che il livello idrometrico medio in cassa possa essere pari a circa 50 cm.

E' importante sottolineare come l'area interessata dall'invaso di questi volumi sia caratterizzata da una certa pendenza verso valle (verso Est) quindi l'accumulo si concentrerà prevalentemente a ridosso dell'argine; si ritiene pertanto che la superficie effettiva di accumulo possa essere anche inferiore a quella proposta nella tavola **e10**.

Per di più è necessario puntualizzare che nella modellazione non è stato possibile rappresentare con precisione la geometria dell'argine, e quindi dell'area di cassa.

Infatti si è simulata la presenza di uno sbarramento trasversale al fosso F_{ai}, trascurando quindi la porzione di cassa posta a Nord, ai piedi del versante di Lucciana, delimitata dall'argine Est-Ovest.

E', in definitiva, lecito immaginare che il livello idrometrico finale in cassa possa essere anche inferiore a quello risultante dal modello, e quindi il franco di sicurezza risultare maggiore.

Per quanto verificato, non si ritiene che l'opera possa determinare un incremento del rischio nelle aree limitrofe, se non, ovviamente, nell'area destinata all'invaso (area agricola); essa sarà vincolata allo scopo, come anticipato nella **Relazione Tecnica** di supporto alle previsioni del Regolamento Urbanistico, e non vi potranno essere realizzati né interventi edificatori né previste variazioni morfologiche tali da limitare la capacità di invaso.

Alla luce dell'aggiornamento delle perimetrazioni, anche l'area urbanisticamente destinata alla cassa è stata ampliata.

Per quanto concerne il rischio residuo, si conferma il fatto che lungo il fosso F_ai, all'altezza della sez. 1, è presente un tombamento di diametro assai ridotto che, nonostante la realizzazione dell'opera di messa in sicurezza Amri_1, continuerà a rigurgitare ed a causare allagamento, seppur adesso di minore intensità.

La soluzione di questo problema non può essere raggiunta potenziando ulteriormente la cassa a monte, ovvero ad esempio riducendo la luce della bocca tarata, in quanto ciò comporterebbe un rialzamento dell'argine, rendendo più difficile il raccordo dello stesso alle sue estremità, e rendendo probabilmente non più sufficientemente alto il pennello divisorio tra la parte allagata da F_ai e quella allagata da Af1_BF.

Inoltre è da considerare il fatto che lungo il tratto tra la sez. 6 e la sez. 1 il corso d'acqua riceve un ulteriore contributo diffuso di portata.

Le NTA già contenevano un'indicazione di massima sui principi da seguire per raggiungere una messa in sicurezza complessiva e definitiva di tutta la parte Nord dell'area industriale del Piano (art. 105).

Per risolvere le problematiche legate al tombamento della sez. 1 e a quello più a valle, si è suggerito di riportare a cielo aperto il collegamento tra F_ai ed F_str; di tutto ciò, però, non è stata verificata la fattibilità, quindi tutto è rimandato a successive revisioni dello strumento urbanistico.

Come esplicitamente richiesto, nelle NTA sarà specificatamente indicato di portare la larghezza della sommità arginale, che fungerà anche da viabilità, da 3 ad almeno 3.5 metri.

Come anticipato, gli approfondimenti eseguiti per l'intervento Amri_1 hanno determinato l'aggiornamento dell' **Allegato Idraulico 3** e della tavola **e10**.

AMRI_2

Per i chiarimenti richiesti riguardo all'area di compenso volumi denominata Amri_2 si segnala che è pervenuta, da parte della proprietà del lotto, una specifica Osservazione (n. 18, prot. 1229 del 14/02/2014), successivamente integrata, che offre un contributo alla definizione dell'intervento di messa in sicurezza e ne chiede una leggera modifica rispetto a quanto proposto all'interno della **Relazione Tecnica** di supporto alle previsioni del R.U.

Il contenuto di tale Osservazione è allegato alla presenta **Relazione Integrativa**, in quanto consente di chiarire alcuni aspetti e fornisce anche una sezione di progetto dell'area di scavo, come richiesto nella lettera di integrazioni.

In estrema sintesi, rispetto al progetto di massima dell'intervento Amri_2 del R.U. adottato, tale Osservazione, ritenuta accoglibile, propone quanto segue:

- realizzazione di un'arginatura protettiva, in sostituzione del previsto rialzamento dell'area At 4.7, lungo il confine tra I.4 ed I.3;
- ampliamento dell'area di scavo, documentato da apposito rilievo e proposta progettuale;
- conferma della risagomatura lungo il fosso Af1_BMC e il Botro Maestro Casole;
- regolarizzazione dello sviluppo planimetrico dell'argine e leggera revisione dei perimetri urbanistici dell'area At 4.7.

Si ritiene che l'intervento proposto sia del tutto compatibile con quello indicato dallo strumento urbanistico adottato.

Dal rilievo topografico fornito si evince che il terreno di tutta l'area è solcato da una serie di fossetti paralleli al corso d'acqua principale che presumibilmente confluiscono nel fossetto trasversale che si immette nel Botro Maestro Casole a valle dell'area At 4.7, lungo il confine tra le aree di potenziale esondazione ape O ed ape P del modello idraulico (vedi tavola e5).

L'andamento del terreno risulta dunque ondulato per la presenza di questi fossetti paralleli.

Dalle valutazioni idrauliche descritte nella **Relazione Tecnica** di supporto alle previsioni del R.U. risultava che il volume da compensare per sottrazione alla libera espansione delle acque della superficie interessata da esondazione duecentennale fosse pari a circa 2.700 mc, stimati esattamente sull'area a pericolosità idraulica elevata.

Nel progetto di massima, planimetricamente rappresentato nella tavola e10, si identificava un'area destinata al compenso di superficie pari a circa 5.500 mq, in cui si prevedeva di scavare in media 50 cm.

Nella proposta progettuale pervenuta dall'Osservazione, si propone invece di ampliare l'area destinata al compenso, non risultando possibile reperire quel volume nell'area precedentemente individuata, se non aumentando la profondità di scavo.

Ritenuta idonea questa soluzione, ed essendo stato messo a disposizione il nuovo rilievo topografico, si è proceduto con la valutazione quantitativa della capacità di compensazione dell'area destinata all'invaso.

Sulla base del piano quotato, è stato costruito un apposito D.T.M. attraverso il quale è stata stimata la curva di vaso dell'area di compenso allo stato attuale e nell'ipotesi di scavo (quota di fondo scavo pari a 251.40 m s.l.m., come da elaborato allegato all'Osservazione); la curva di vaso è mostrata nella seguente tabella.

<i>Curva di invaso area di scavo</i>		
Quote (m s.l.m.)	V stato attuale (1000 mc)	V stato di progetto (1000 mc)
251.3	0	0
251.4	0.00146	0.0001
251.6	0.06169	1.61089
251.8	0.42772	3.23549
252	1.7813	4.86009
252.2	3.40257	6.48469
252.4	5.02717	8.10929
252.6	6.65177	9.73389
252.8	8.27637	11.3585
253	9.90097	12.9831
253.2	11.5256	14.6077
253.4	13.1502	16.2323
253.6	14.7748	17.8569
253.8	16.3994	19.4815
254	18.024	21.1061
252.01	1.86	4.94

Tab. 24 – Curva di invaso area di scavo Amri_2 da nuovo rilievo

Dalle verifiche idrauliche risulta che nell'ape O, allo stato attuale, sia raggiunto per TR200 un livello idrometrico pari a 252.01 m s.l.m.; in una verifica idraulica di progetto l'ape O coinciderebbe con l'area di scavo, al netto della fascia lungo l'argine a valle del ponticino della sezione Af1_BMC_2.

Nella precedente Tab. 24 è messa in evidenza che allo stato di progetto la porzione "scavata" consente l'accumulo di 4.940 mc di volume contro i 1.860 mc dello stato attuale, riuscendo così a compensare con margine i circa 2.700 mc di volume sottratti all'esondazione per TR200.

La quota di fondo scavo adottata nella valutazione delle curve di invaso è quella proposta nell'Osservazione, ovvero pari a 251.40 m s.l.m.

Rispetto al livello idrometrico duecentennale di 252.01 m s.l.m. nell'area di potenziale esondazione ape O, l'argine con quota sommitale pari a 253.20 m s.l.m. manterrà più di un metro di franco di sicurezza.

Pur non proponendo una vera e propria modellazione idraulica dell'intervento in progetto, abbastanza superflua se si considera l'effetto spesso trascurabile della compensazione sulle dinamiche idrauliche, in particolare se trattasi di volumi così ridotti, da questi semplici calcoli si verifica l'effettiva possibilità di compensare i volumi sottratti dalla messa in sicurezza di una porzione dell'area At 4.7, e quindi la fattibilità idraulica dell'intervento.

Per quanto riguarda la connessione dell'opera di scavo con il reticolo si acquisisce la proposta contenuta nell'Osservazione, ovvero quella di indirizzare tutte le scoline, che dovranno essere realizzate ex novo sulla traccia di quelle esistenti, verso il fossetto trasversale al confine del lotto.

Per quanto riguarda la regimazione delle acque all'interno dell'area messa in sicurezza, si prevede di realizzare un fossetto perimetrale, connesso, lungo la strada, con il fossetto di guardia, che consenta di raccogliere le acque meteoriche insistenti sulla porzione destinata all'edificazione e di convogliarle

all'esterno attraverso una tubazione passante al di sotto dell'argine che andrà ad immettersi in una delle nuove scoline; onde evitare il rigurgito all'interno dell'area messa in sicurezza, in corrispondenza di detta tubazione dovrà essere applicata una valvola a clapet.

Come indicato nelle nota di richiesta di chiarimenti dell'Ufficio del Genio Civile, sono fornite, acquisendole dalla documentazione presentata nell'Osservazione, due sezioni raffiguranti rispettivamente il fosso Af1_BMC risagomato e l'argine ad esso adiacente (parte di monte) e il fosso risagomato e l'area di scavo (parte di valle).

Dal profilo dell'aree di compenso emerge come la profondità di scavo sia effettivamente ridotta, tanto da rendere l'opera, una volta realizzata, quasi impercettibile rispetto al piano campagna attuale.

Nella tavola **e10** allegata sono aggiornati i perimetri delle aree allagate allo stato di progetto in funzione di questa revisione delle opere di messa in sicurezza.

STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO LOC. CAPANNINO DELLA SUVERA - PIEVESCOLA

Punto 1 – Verifica idraulica affluente Borro Foci

E' stato richiesto di eseguire anche una verifica idraulica, ancorché semplificata, del fosso affluente del Borro Foci individuato nella seguente Fig. 26.

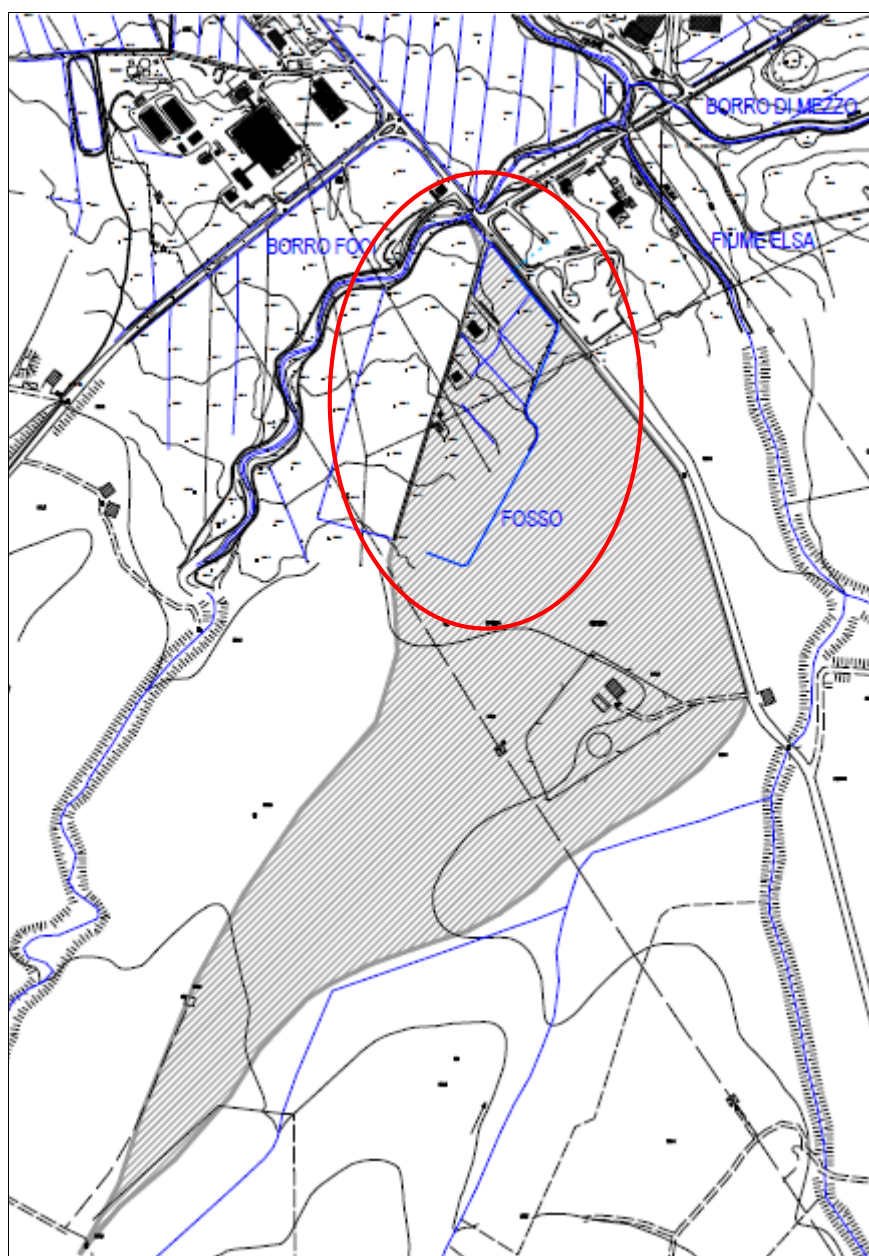


Fig. 26: Particolare del bacino e dell'asta del fosso affluente del Borro Foci

Apparentemente tale corso d'acqua, che consta di un'asta principale che attraversa una porzione di zona collinare posta in destra del Borro Foci e di un tratto terminale che funge da fosso di guardia della "Traversa Maremmana", sfocia nel medesimo Borro Foci, ma in realtà, a seguito del recente sopralluogo compiuto sul posto, il fosso attraversa la provinciale e si getta all'interno dell'impianto di

lavorazione inerti sul lato opposto della strada, e da qui prosegue tombato; probabilmente questo tombamento ha sbocco nel Fiume Elsa, a monte della strada per Pievescola.

In origine, stando anche alla cartografia ufficiale, il fosso era un affluente diretto del Borro Foci, ma allo stato attuale non lo si può più considerare come tale.

Nella seguente figura è mostrato l'andamento effettivo del corso d'acqua.

Esso attraversa la provinciale mediante un sottopasso di forma rettangolare (sezione di larghezza pari a circa 1 metro ed altezza libera pari a circa 80 centimetri, dopodiché si getta in una specie di buca, o slargo, all'interno dell'impianto di lavorazione inerti da cui ha inizio il tombamento, con tubazione di sezione circolare e diametro pari 80 centimetri.

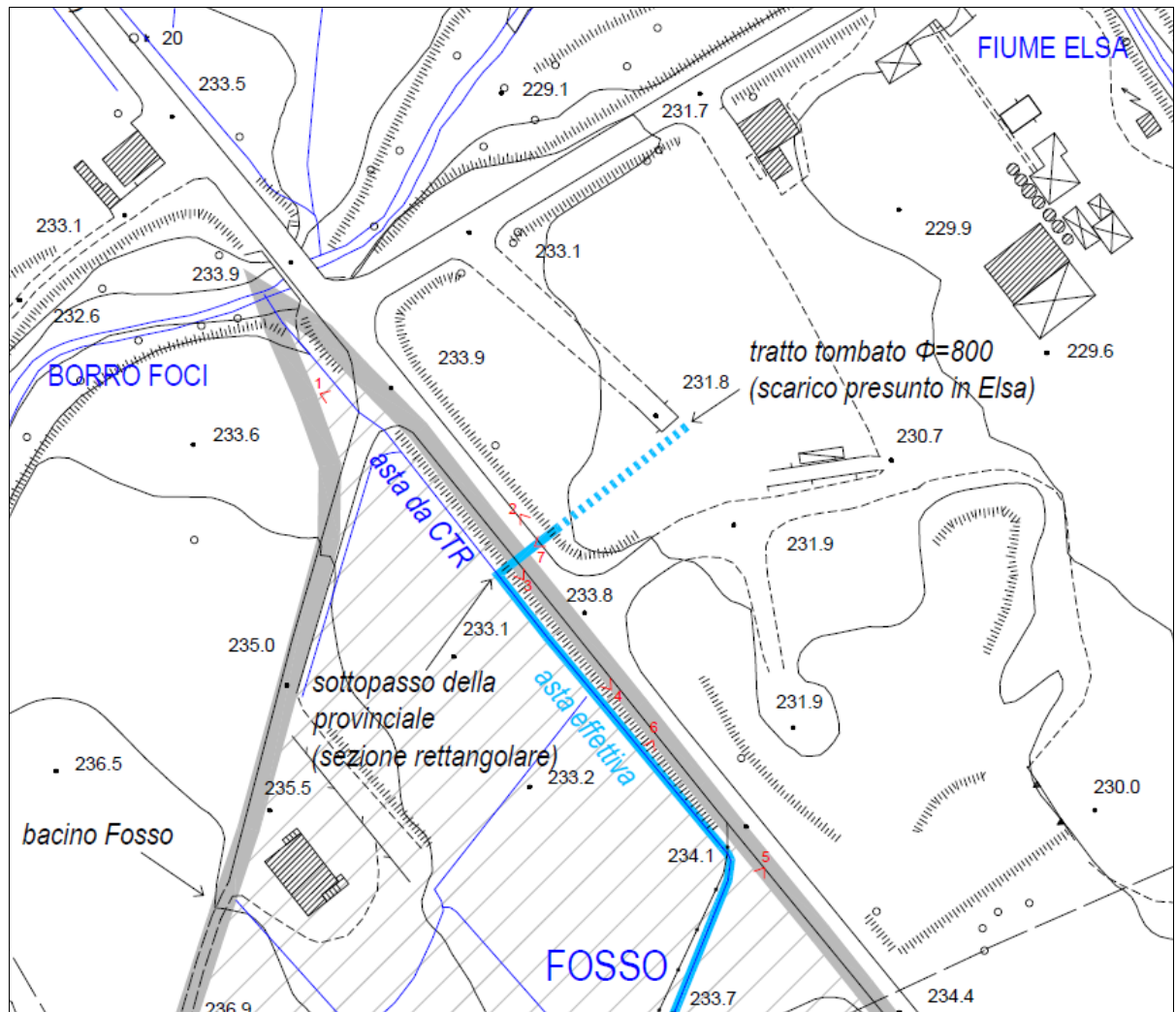


Fig. 27: Schema semplificato dell'andamento effettivo del fosso in esame

Di seguito sono mostrate alcune fotografie che illustrano le reali condizioni del fosso.

I punti di ripresa fotografica sono indicati nella precedente Fig. 27.

La Fig. 28 mostra che l'attraversamento all'altezza della stradella che conduce al podere è chiuso.

La Fig. 29 mostra l'uscita del sottopasso sulla provinciale, dal lato dell'impianto produttivo.

La Fig. 30 mostra l'entrata del sottopasso sulla provinciale, dal lato del campo.

La Fig. 31 mostra l'ultimo tratto del fosso fino al sottopasso, visto da monte.

La Fig. 32 mostra il corso d'acqua nel suo alveo naturale, nel tratto di monte, ortogonale alla provinciale.

La Fig. 33 mostra il campo tra il podere e la provinciale, e in lontananza, il fosso.

La Fig. 34 mostra infine un altro particolare dello sbocco del sottopasso; immediatamente dopo la siepe inizia il tratto tombato all'interno dell'impianto di lavorazione inerti.



Fig. 28: Fotografia 1



Fig. 29: Fotografia 2



Fig. 30: Fotografia 3



Fig. 31: Fotografia 4



Fig. 32: Fotografia 5



Fig. 33: Fotografia 6



Fig. 34: Fotografia 7

Una volta individuate le caratteristiche principali del corso d'acqua, si è proceduto con l'effettuazione di una verifica idraulica semplificata, con l'intento di valutare la possibilità che le eventuali aree allagate potessero interferire con la viabilità e/o le aree di previsione.

Considerato che il bacino del fosso, riportato nella precedente Fig. 26, è attraversato non solo da esso ma anche da scoline di campo, specialmente nella parte più bassa, che tendono a confluire verso il sottopasso sulla provinciale, e considerato che il rilevato della provinciale funge sostanzialmente da sbarramento per il deflusso delle acque raccolte dal bacino, si ritiene che questo sistema sia assimilabile, come funzionamento idraulico, a quello di un vaso con bocca tarata.

Pertanto non è stata eseguita una verifica idraulica tradizionale del fosso, partendo dal rilievo delle sezioni dell'asta principale, ma ci si è limitati a valutare i volumi complessivamente prodotti dal bacino durante l'evento meteorico critico ed a simulare la capacità di smaltimento di questi volumi da parte della tubazione di attraversamento della provinciale.

Considerato che il sottopasso ha sezione rettangolare ma il successivo tombamento possiede una sezione circolare di luce inferiore, si è scelto di eseguire il calcolo ipotizzando che anche l'attraversamento della strada avvenga con tubazione di 80 cm di diametro.

Come bacino del fosso è stato acquisito il sottobacino già tracciato nella modellazione idrologica del Fiume Elsa e dei suoi affluenti, così come riportato nella precedente Fig. 26 e nella tavola e2 dello studio idraulico.

Il bacino del fosso presenta una superficie pari a 0.274 kmq.

Il bacino complessivo del Borro Foci, incluso quello di questo fosso, risulta invece di superficie pari a circa 6.271 kmq.

Nonostante si sia riscontrato che il fosso in esame non rappresenti effettivamente un affluente del Borro Foci, bensì, probabilmente, del Fiume Elsa, la modellistica idrologica di questi corsi d'acqua non è stata aggiornata, in quanto la differenza di portata, in diminuzione per il Borro Foci ed in aumento per il Fiume Elsa, sarebbe in entrambi i casi poco significativa.

Dai calcoli idrologici eseguiti per il Borro Foci risultava che la portata di picco duecentennale per una durata di precipitazione pari 30 minuti fosse di circa 48.28 mc/s, mentre per l'evento di durata pari ad 1 ora fosse di circa 62.77 mc/s.

Considerato che il rapporto tra la superficie del bacino del fosso in esame e quella dell'intero bacino del Borro Foci è pari a 0.044 (4.4%), pesando la portata di picco sulla superficie del bacino, il fosso risulterebbe avere portata pari a 2.11 mc/s per durata di 30 minuti e pari a 2.75 mc/s per durata pari ad 1 ora.

Dovendo però calcolare il volume effettivamente prodotto dall'evento meteorico critico, si è reso necessario stimare non solo il picco, ma l'intero idrogramma di piena.

Questo stima è stata dapprima eseguita per il tempo di ritorno duecentennale.

E' stato adottato lo schema di calcolo già proposto per i corsi d'acqua dell'area industriale del Piano, ovvero il coefficiente di afflusso del bacino è stato valutato mediante il metodo SCS e la trasformazione afflussi-deflussi è stata eseguita mediante il metodo della corrivazione; il tempo di corrivazione è stato calcolato secondo la formula di Ventura.

Nella seguente tabella sono fornite le grandezze che hanno consentito il calcolo del tempo di corrivazione.

CORSO D'ACQUA	Fosso
Lunghezza asta di riferimento (m)	435
Quota max (m s.l.m.)	240
Quota min (m s.l.m.)	232.5
Pendenza media <i>I</i>	0.017
Superficie (kmq)	0.274
Tempo di corrivazione da formula Ventura (h)	0.507

Tab. 25 – Tabella di calcolo Tc bacino fosso in esame

Al bacino è stato assegnato un valore del CN pari a 84.

Il bacino è coperto da suolo agricolo, ma nella parte di monte è presente anche un porzione boscata, ma cautelativamente è stato assegnato un valore di CN riferito al solo uso seminativo.

Si è scelto di applicare il peggiore tra i valori di uso seminativo della colonna CNII; per questa ipotesi ci si è avvalsi delle considerazioni di cui al **Punto n. 1** della presente relazione integrativa, per quanto riguarda la parte relativa all'area del Piano.

La valutazione degli afflussi meteorici è stata eseguita utilizzando le curve di possibilità pluviometrica che caratterizzano il bacino del Borro Foci, i cui parametri *a*, *n* e *m* sono quelli indicati nella **Relazione Illustrativa**.

Nella seguente tabella sono riportati gli idrogrammi di piena per TR200 del fosso calcolati per durate di precipitazione pari a 30 minuti ed 1 ora.

<i>Durata di precipitazione</i>	<i>30 minuti</i>	<i>1 ora</i>
<i>Tempo di ritorno</i>	<i>200 anni</i>	<i>200 anni</i>
T (min)	Q (mc/s)	Q (mc/s)
0	0	0
5	0.05	0
10	0.31	0.08
15	0.73	0.27
20	1.27	0.56
25	1.9	0.91
30	1.9	1.32
35	1.86	1.77
40	1.59	2.18
45	1.17	2.51
50	0.63	2.77
55	0	2.98
60	0	2.58
65	0	2.12
70	0	1.63
75	0	1.11
80	0	0.57
85	0	0
90	0	0
95	0	0
100	0	0
105	0	0

Tab. 26 – Idrogrammi duecentennali fosso, per durate di precipitazione pari a 30 minuti ed 1 ora

Si osserva come la durata di precipitazione che massimizza la portata è quella pari ad 1 ora. Il picco duecentennale di portata risulta pari a 2.98 mc/s, leggermente superiore ai 2.75 mc/s precedentemente valutati pesando la portata di piena del Borro Foci sull'area del sottobacino del fosso in esame.

A questo punto è stato simulato, ad ogni step temporale, il funzionamento del sistema come bocca tarata.

Innanzitutto è stata stimata la portata transitante attraverso la tubazione di 80 centimetri di diametro.

Il calcolo è stato condotto utilizzando la formula di moto uniforme per le correnti a pelo libero in canali e condotte, ovvero la seguente:

$$Q = \Omega \times k \times R^{1/6} \times (R \times if)^{0.5} \quad (1)$$

in cui Ω [mq] è la superficie bagnata, k [$m^{1/3}s^{-1}$] è il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler, R è il raggio idraulico [m] e if è la pendenza della condotta.

Per una condotta circolare valgono le seguenti relazioni:

$$R = \Omega/B \quad (2)$$

$$\Omega = r^2/2 (\varphi - \text{sen } \varphi) \quad (3)$$

$$B = r \varphi \quad (4)$$

$$b = 2r \text{sen}(\varphi/2) \quad (5)$$

in cui B è il perimetro bagnato della sezione [m], r il raggio della condotta e φ l'angolo rappresentato nella seguente immagine.

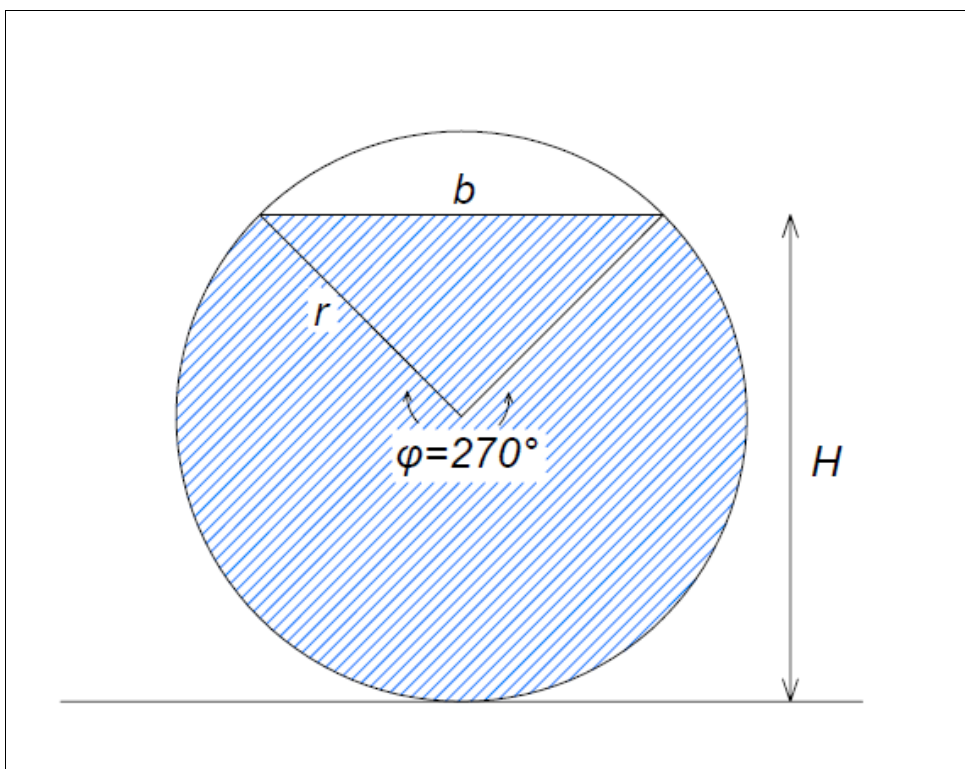


Fig. 35: Schema trigonometrico della tubazione circolare

Si è lavorato nell'ipotesi che la condotta fosse quasi completamente piena (angolo $\varphi=270^\circ$), ma non in pressione.

L'obiettivo è quello di determinare la portata transitante attraverso la tubazione di diametro pari a 80 cm, con la formula (1).

Gli altri parametri sono definiti come segue:

- $k=50$ [m^{1/3}s⁻¹]
Coefficiente di scabrezza corrispondente al valore 0.02 del coefficiente n di Manning;
- $if=0.02$
Pendenza caratteristica del sottopasso della strada (assegnazione a favore di sicurezza in quanto il sottopasso risulta avere anche una pendenza media superiore, considerato che a valle è presente un piccolo "scalino");

- $r=0.4$ m
Raggio della tubazione principale del condotto fognario.

Applicando la formula (1), in cui il raggio idraulico R è stimato attraverso la (2), la (3) e la (4), risulta che la portata transitante attraverso la tubazione nelle condizioni di quasi riempimento è pari a 1.25 mc/s.

Ottenuto questo dato, si è proceduto con la valutazione del funzionamento idraulico del sistema, stimando ad ogni step temporale (5 minuti), le quantità di volume in ingresso ed uscita dal sistema, fino ad ottenere il massimo volume invasato.

Le iterazioni di calcolo sono mostrate nella seguente tabella.

Scenario TR200, durata di precipitazione 1ora					
T (min)	Q ingresso (mc/s)	V ingresso (mc)	Q uscita (mc/s)	V uscita (mc)	V invasato (mc)
0	0	0	1.25	375	0
5	0	0	1.25	375	0
10	0.08	24	1.25	375	0
15	0.27	81	1.25	375	0
20	0.56	168	1.25	375	0
25	0.91	273	1.25	375	0
30	1.32	396	1.25	375	21
35	1.77	531	1.25	375	177
40	2.18	654	1.25	375	456
45	2.51	753	1.25	375	834
50	2.77	831	1.25	375	1290
55	2.98	894	1.25	375	1809
60	2.58	774	1.25	375	2208
65	2.12	636	1.25	375	2469
70	1.63	489	1.25	375	2583
75	1.11	333	1.25	375	2208
80	0.57	171	1.25	375	1833
85	0	0	1.25	375	1458
90	0	0	1.25	375	1083
95	0	0	1.25	375	708
100	0	0	1.25	375	333
105	0	0	1.25	375	0

Tab. 27 – Tabella di calcolo del funzionamento idraulico del sistema del fosso in esame

Il massimo volume idrico invasato a monte della tubazione di sottopasso della provinciale risulta pari a circa 2.500 mc.

Per verificare se questo volume potesse essere contenuto o meno dall'argine-strada, oppure rischiasse di tracimare oltre di esso e riversarsi all'interno dell'impianto di lavorazione inerti, è stato costruito un apposito modello digitale del terreno della porzione di area a monte della strada.

Le informazioni topografiche sulla base delle quali è stato calcolato in DTM sono quelle contenute nella cartografia ufficiale.

Di seguito è mostrato un estratto di questo DTM.



Fig. 36: Estratto del DTM della zona, in cui è evidenziata l'area di invaso (APE Fosso)

E' stata quindi calcolata la curva di invaso dell'APE Fosso, analogamente a tutte le altre curve di invaso di aree di potenziale esondazione dei modelli idraulici del Fiume Elsa e dei suoi affluenti in Loc. Capannino della Suvera-Pievescola e dei corsi d'acqua insistenti sull'area industriale del Piano. La seguente tabella riporta detta curva di invaso.

<i>Curva di invaso APE Fosso</i>	
Quote (m s.l.m.)	V (mc)
232.5	0
232.8	0.032
233.1	0.311
233.4	1.139
233.7	2.569
234.0	4.940
234.3	8.534
234.6	12.695
234.9	17.238
235.2	22.146
235.5	27.401
235.8	32.991
236.1	38.929
236.4	45.277
236.7	51.979
237.0	59.009
237.3	66.355
237.6	74.027
237.9	82.019
238.2	90.288
238.5	98.802
238.8	107.446

Tab. 28 – Curva di invaso APE Fosso

Dalla precedente curva di invaso si osserva come al massimo volume invasato a monte dell'attraversamento, pari a circa 2.500 mc come da Tab. 27, corrisponda un livello idrometrico pari a circa 233.7 m s.l.m.

Ciò significa che il fosso in esame tende ad accumulare i propri volumi idrici a monte della provinciale fino ad un'altezza di poco inferiore alla sommità della carreggiata, senza però superarla.

Le aree allagate di questo piccolo corso d'acqua sono riportate nella tavola **e4**, opportunamente aggiornata rispetto alla prima versione, in cui sono visibili anche le quote altimetriche della strada.

Punto 2 – Output delle connessioni idrauliche

Nell'**Allegato Idraulico 5**, integrativo rispetto a quelli precedentemente prodotti, sono forniti, come richiesto, anche gli idrogrammi di output del modello idraulico del Fiume Elsa e dei suoi affluenti in Loc. Capannino della Suvera-Pievescola in tutti gli scenari di precipitazione (0.5h, 1 h, 1.5 h, 2 h, 2.5 h, 3 h) e tempi di ritorno pari a 30 e 200 anni relativi a tutte le connessioni idrauliche tra aree di potenziale esondazione ("storage area connection") e tra alveo ed aree di potenziale esondazione ("lateral structure").

Punto 3 - Connessioni tra alveo e aree di potenziale esondazione

Come esplicitamente richiesto nella lettera di integrazioni, si è proceduto con l'aggiornamento della tavola **e3** in cui sono state inseriti tutti i tratti di connessione ("lateral structure") tra corsi d'acqua studiati ed aree di potenziale esondazione.

Punto 4 - Chiarimenti sui coefficienti di scabrezza

In questo paragrafo sono forniti i chiarimenti richiesti riguardo la scelta dei coefficienti di scabrezza.

Si sottolinea innanzitutto che la scabrezza assegnata agli alvei fluviali è piuttosto elevata, sempre superiore a 0.035 (a parte che per le sezioni lungo il Borro Foci a cavallo del ponte sulla provinciale), per effetto di una vegetazione fitta ma soprattutto per la scarsa manutenzione, a causa della quale, in particolare lungo il Fiume Elsa a valle delle confluenze, in alveo resta accumulato molto materiale vegetale trasportato dalla corrente in caso di piene ordinarie.

Nelle aree golenali, o fasce laterali extra alveo, è stata invece assegnata sempre una scabrezza inferiore, generalmente pari a 0.035 ed in alcuni casi pari a 0.03.

Questo perché lungo tutti i corsi d'acqua le aree adiacenti all'alveo sono caratterizzate da campi coltivati o, a ridosso delle zone urbanizzate, da superfici asfaltate, sterrate o con copertura a prato, quindi aventi scabrezze ridotte.

Di seguito, a titolo indicativo, sono mostrate alcune fotografie che evidenziano le caratteristiche di copertura del suolo delle fasce adiacenti ai corsi d'acqua studiati.

Nonostante le successive immagini non rappresentino interamente tutti i corsi d'acqua, si confermano le scabrezze adottate anche per le fasce laterali non documentate mediante fotografie.



Fig. 37: Immagine della sponda sinistra del Borro di Mezzo a monte dell'attraversamento della strada per Pievescola



Fig. 38: Immagine della sponda destra del Borro Foci a monte dell'attraversamento della "Traversa Maremmana"



Fig. 39: Immagine della sponda sinistra del Borro Foci a valle dell'attraversamento della strada "Traversa Maremmana"
(a sinistra, sullo sfondo, è visibile anche la sponda sinistra del Fiume Elsa)



Fig. 40: Immagine della sponda sinistra del Fiume Elsa a monte dell'attraversamento della strada per Pievescola
(sullo sfondo è mostrato l'impianto di lavorazione inerti in destra idraulica)



Fig. 41: Immagine della sponda destra del Fiume Elsa all'altezza dello stabilimento posto più a valle della zona artigianale di Pievescola (Sez. E2)



Fig. 42: Immagine della sponda destra del Fiume Elsa a valle della zona artigianale di Pievescola (Sez. E1)



Fig. 43: Immagine della sponda destra del Fosso Pievescola a monte della zona artigianale di Pievescola (Sezz. P4, P5)



Fig. 44: Immagine della sponda sinistra del Fosso Pievescola a monte della zona artigianale di Pievescola (Sezz. P3, P4)

Punto 5 – Chiarimenti sul metodo di tracciamento delle perimetrazioni

Si conferma che le perimetrazioni delle aree allagate risultanti dalla modellazione idrologico-idraulica del Fiume Elsa e dei suoi affluenti (Borro di Mezzo, Borro Foci, Fosso "Pievescola") in Loc. Capannino della Suvera-Pievescola sono state tracciate mediante inviluppo dei risultati di tutte le simulazioni effettuate.

Come indicato nella **Relazione Illustrativa**, ciascun corso d'acqua presenta una propria durata critica di precipitazione, pertanto le aree allagate riportate nella tavola **e4** sono relative alla massima estensione planimetrica degli eventi di piena sovrapposti.

Punto 6 - Chiarimenti sulle perimetrazioni delle aree allagate

Di seguito sono forniti chiarimenti in merito ad alcune zone in cui le perimetrazioni delle aree allagate non risultano congruenti.

All'interno dell'impianto di lavorazione inerti posto in prossimità dei "Ponti di Pievescola" il perimetro dell'esondazione centennale e duecentennale risulta lambire il piccolo casotto situato all'ingresso dell'impianto.

La successiva figura mostra un dettaglio della zona in questione.

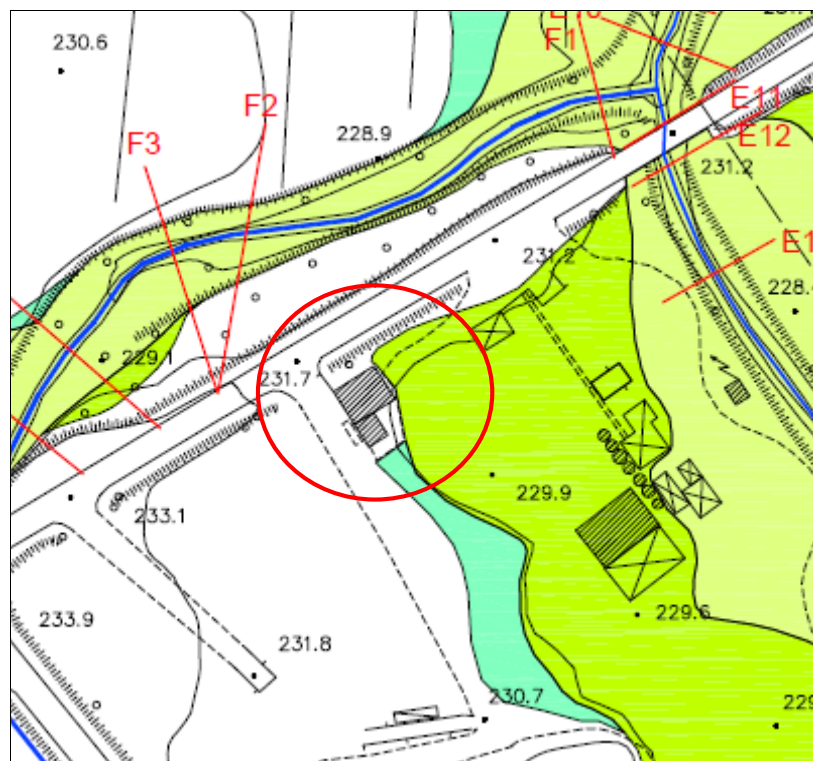


Fig. 45: Particolare delle aree allagate lungo il Fiume Elsa ed il Borro Foci in Loc. Capannino della Suvera-Pievescola, versione originale della tavola e4, in questo punto non modificata

La cartografia CTR 1:2.000 definisce attorno all'edificio un perimetro; su di esso si attestano le aree allagate con TR100 (verde intermedio) e TR200 (verde più scuro).

Tale perimetro non rappresenta un confine fisico, come un muretto, ma delimita la porzione di area su cui poggia il piccolo fabbricato, che è posto praticamente alla medesima quota della viabilità esterna, quindi più alto rispetto al piano campagna interno all'impianto.

La seguente fotografia mostra l'ingresso dell'impianto e l'edificio in questione.



Fig. 46: Particolare dell'edificio posto all'ingresso dell'impianto di lavorazione inerti

Il tracciamento delle aree allagate ha tenuto conto di questa leggera differenza di quota tra il fabbricato ed il terreno circostante.

E' da sottolineare inoltre che la curva di invaso dell'area di potenziale esondazione ELSA1 è stata ricostruita a partire dai punti quotati e dalle curve di livello disponibili sulla cartografia ufficiale, ma, tenuto conto delle trasformazioni morfologiche che un impianto produttivo di questo tipo generalmente subisce nel tempo (movimentazione di cumuli di materiale, spostamento o realizzazione di nuove aree di deposito), le perimetrazioni sono da considerarsi comunque suscettibili di errore.

Esse sono da ritenersi comunque cautelative in quanto il modello del Fiume Elsa non risulta molto esteso a monte dell'impianto di lavorazione e quindi non tiene conto di potenziali laminazioni che sicuramente possono determinarsi lungo il fondovalle a monte dell'impianto; per questo motivo si ritiene appropriato confermare che il perimetro delle aree allagate all'interno di questo stabilimento lambisca soltanto l'edificio di Fig. 46.

Si intende inoltre giustificare il tracciamento delle aree allagate lungo il Fiume Elsa in adiacenza alla zona artigianale di Pievescola.

Per quanto riguarda la desta idraulica, dalla modellazione la portata trentennale risulta contenuta in alveo fino alla Sez. E4, mentre quella centennale e duecentennale tende a superare la testa di sponda già tra la Sez. E6 e la Sez. E5.

Nella successiva Fig. 47 è mostrato un estratto della tavola **e4** delle aree allagate in Loc. Capannino della Suvera-Pievescola.

In essa sono riportate alcune quote rilevate sul piano campagna che giustificano il tracciamento delle aree allagate.

Nel CD allegato al presente lavoro è riportato anche il rilievo integrale eseguito nella zona, attraverso il quale è stata ricostruita tutta la geometria del modello e sono state delineate le aree allagate.

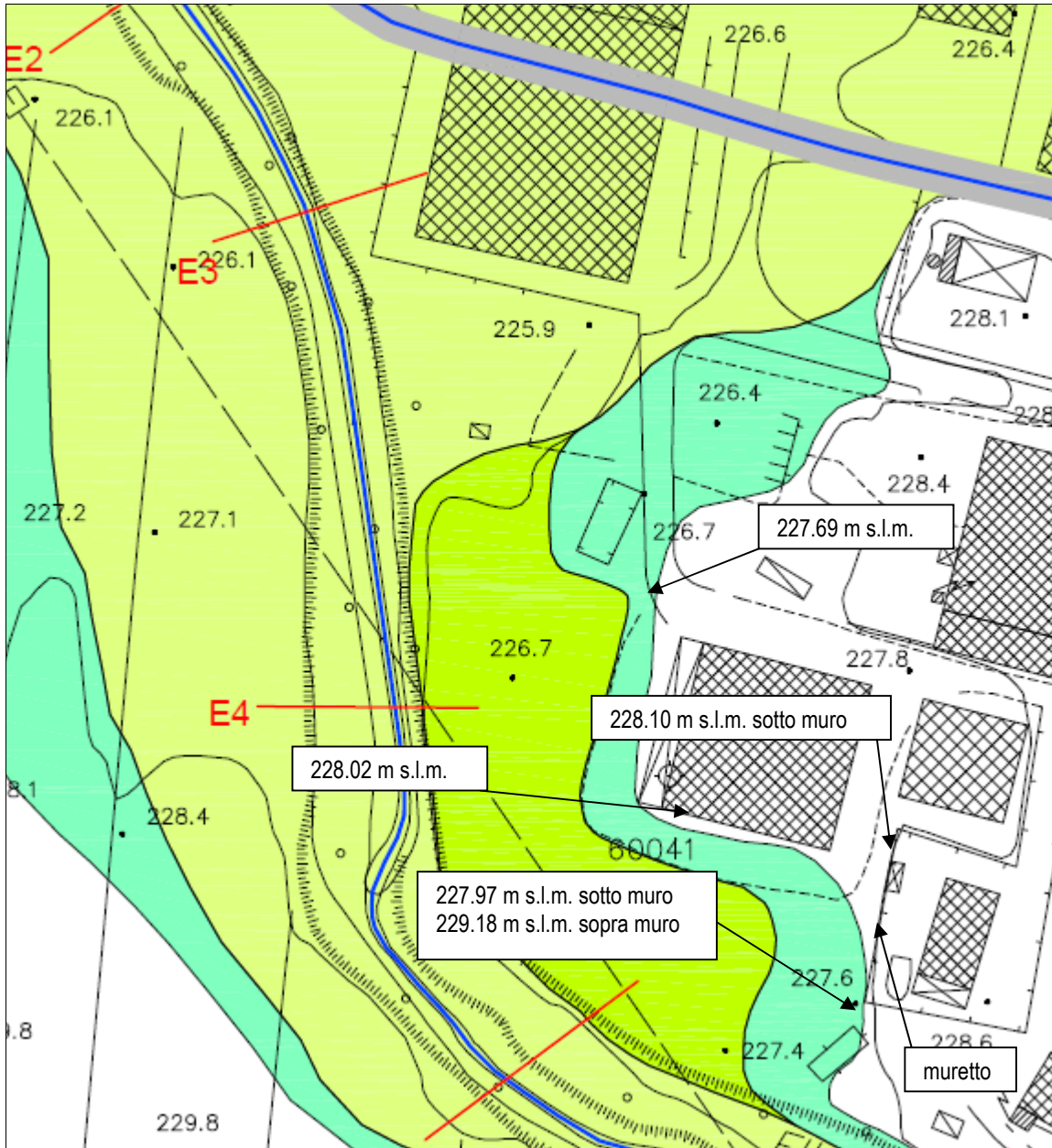


Fig. 47: Particolare delle aree allagate lungo il Fiume Elsa in adiacenza della zona artigianale di Pievescola, versione originale della tavola **e4**, in questo punto non modificata

VERIFICA IDRAULICA LOC. PIEVESCOLA (Previsione SD4L)

Punto 1 – Chiarimenti sulla scelta del Curve Number

Per quanto attiene l'assegnazione dei valori di Curve Number ai 4 sottobacini che compongono il bacino del Fosso "Pievescola monte" si specifica quanto segue:

- Innanzitutto questi sottobacini, in particolare quelli di monte (Bac_Pm_6 e Bac_Pm_5), non sono attraversati da reticolo superficiale ma sono "serviti" esclusivamente dal reticolo fognario di smaltimento delle acque meteoriche, il cui andamento non è noto, ma solo presunto;
- Non si può essere certi del fatto che le acque meteoriche piovute nella porzione di monte, oltre la strada, del Bac_Pm_6 effettivamente siano riconducibili, attraverso il sistema fognario, al Fosso "Pievescola monte", ma, a favore di sicurezza, lo si è ipotizzato;
- Dall'analisi delle pendenze del terreno e delle viabilità all'interno dell'abitato di Pievescola è da escludere che altre porzioni di superficie possano essere riconducibili al fosso "Pievescola monte";
- A tutti i 4 sottobacini è stato assegnato un valore di CN pari a 90 relativo alla copertura del suolo con "villette a schiera", caratteristica in verità posseduta soltanto dal Bac_Pm_5, in quanto è evidente, dalla tavola **e11**, come gli altri sottobacini siano solo parzialmente edificati, pertanto l'attribuzione di questo valore di CN appare alquanto cautelativa;
- Al di là di quanto specificato ai punti precedenti, per attestare la validità dell'assegnazione di CN riferiti a condizioni medie di umidità del terreno (CN II), si richiama quanto esposto per l'area del Piano di Casole al **Punto n. 1** della presente relazione. Nonostante la frazione di Pievescola si trovi a qualche chilometro dal capoluogo, la stazione pluviometrica di Casole d'Elsa rimane la più significativa anche per questa zona, pertanto possono essere considerate attendibili anche in questo caso le valutazioni di cui al suddetto **Punto n. 1** che confermano la bontà del ricorso al CN II. Per chiarezza, si sottolinea che nelle valutazioni idrologiche per il Fosso "Pievescola monte" sono stati utilizzati i parametri delle curve di possibilità pluviometrica forniti da ALTO che non tengono in considerazione il pluviometro di Casole bensì derivano dall'analisi col metodo dei topoietai su pluviometri ben più distanti ma con serie storiche più ampie e comprensive dei dati delle piogge di durata inferiore all'ora.

Per quanto detto, non si ritiene di dover modificare il valore di CN utilizzato nella modellazione idrologica del bacino del Fosso "Pievescola monte".

Punto 2 – Chiarimenti sul calcolo dei tempi di corrivazione

Il calcolo dei tempi di corrivazione dei sottobacini che compongono il bacino del Fosso “Pievescola monte” è stato eseguito in modo analogo a quello adottato per i corsi d’acqua insistenti sull’area del Piano di Casole.

Pertanto, in analogia col chiarimento di cui al **Punto n. 2** dello studio in Loc. Il Piano, si fornisce una tabella di riepilogo delle quantità che hanno condotto alla stima dei tempi di corrivazione.

Data la particolare natura di questo corso d’acqua, che non dispone di reticolo di monte ma presenta unicamente l’asta principale, è stata data un’interpretazione delle pendenze in modo da poter applicare la formula di Ventura per il calcolo del tempo di corrivazione.

Si è infatti supposto che le pendenze degli unici tratti fuori terra dell’asta potessero in qualche modo essere rappresentative delle pendenze della rete di drenaggio di monte.

Nella realtà, probabilmente, le pendenze medie della rete di drenaggio potrebbero essere inferiori, in quanto scorrono prevalentemente lungo le viabilità e all’interno delle aree urbanizzate.

E’ assolutamente lecito immaginare che le pendenze medie possano essere inferiori a quelle proposte, e quindi i tempi di corrivazione leggermente superiori.

Ad esempio si osserva che il picco duecentennale di portata per l’interno bacino (BAC_Pm_6+BAC_Pm_5+ BAC_Pm_4+ BAC_Pm_3) per la durata di pioggia di 15 minuti risulta pari a 3.48 mc/s se la pendenza del reticolo è quella proposta ($I=0.064$, come da Tab. 27, con $T_c=0.163$ h), mentre sarebbe pari a 1.92 mc/s se avessimo $I=0.02$ e quindi $T_c=0.292$ h.

Con il calcolo dei tempi di corrivazione secondo questa modalità si ritiene pertanto di essere stati assolutamente cautelativi, sovrastimando le portate.

CORSO D’ACQUA	Fosso “Pievescola monte”			
Bacino	BAC_Pm_6	BAC_Pm_6 + BAC_Pm_5	BAC_Pm_6 + BAC_Pm_5 + BAC_Pm_4	BAC_Pm_6 + BAC_Pm_5 + BAC_Pm_4 + BAC_Pm_3
Lunghezza asta di riferimento (m)	68.22 asta a monte di Sez. 6	94.48 asta fino a Sez. 5	154.29 asta fino a Sez. 4	227.86 asta fino a Sez. 3
Quota max (m s.l.m.)	268	268	268	268
Quota min (m s.l.m.)	265.18	262.25	258.03	253.34
Pendenza media I	0.041	0.061	0.065	0.064
Superficie (kmq)	0.04	0.058	0.065	0.106
Tempo di corrivazione da formula Ventura (h)	0.124	0.123	0.127	0.163

Tab. 29 – Tabella di calcolo T_c sottobacini Fosso “Pievescola monte”

Punto 3 – Chiarimenti sul metodo di tracciamento delle perimetrazioni

Il perimetro delle aree allagate proposto nella tavola **e11** coincide con il perimetro degli allagamenti relativi all'evento di piena con tempo di ritorno duecentennale e durata di precipitazione pari a 15 minuti, ovvero l'evento maggiormente critico per il sistema, a parte tempi di ritorno superiori.

A questo perimetro è stata assegnata una pericolosità idraulica molto elevata, come se derivasse da un evento con TR30, fugando così ogni dubbio circa le potenziali imprecisioni o indeterminanze legate alla modellazione idrologica di un bacino di così piccole dimensioni.

Punto 4 – Chiarimenti sui coefficienti di scabrezza

I coefficienti di scabrezza adottati nella modellazione idraulica del Fosso "Pievescola monte" sono da ritenersi cautelativi.

Anche alle aree golenali sono stati assegnati coefficienti piuttosto elevati, ad eccezione delle sezioni da n. 3 a n. 1 in cui alle fasce laterali sono attribuiti valori pari a 0.035.

Si osserva però che solo nel caso della Sez. 2.5 (attraversamento della stradella, simulato come uno sbarramento in quanto il tubo è del tutto ostruito) e della Sez. 2 il perimetro bagnato interessa le fasce golenali, ma, come mostrato dalla fotografia n. 8 della tavola **e11**, si tratta di una sezione a cavallo della stradella e quindi la scabrezza di 0.035 può essere considerata adeguata.