

Comune di
SANTARCANGELO DI R.

Provincia di Rimini

TAV. VL1b

Oggetto:

**VARIANTE INESSENZIALE AL PIANO
PARTICOLAREGGIATO
EX ZONA C/2 LOC.TA' S. GIUSTINA**

(Conv.ne Urb.ca Dr. ALFREDO D'AUSILIO del 16.10.2008 Rep. 132247 Racc. 21171)

Progetto della vasca di laminazione a protezione
dell'abitato di Santa Giustina

Relazione idrologico idraulica

Fg. 12, part.le 2679,2680,517,166 parte, 178 parte, 177 parte.

PROPRIETA':

PROGETTISTI:

Data:

*PROGETTISTA DELLE
OPERE IDRAULICHE:*

0 PREMESSA

La presente relazione idrologico-idraulica ha come obiettivo il dimensionamento di una cassa di espansione - da realizzarsi in località Santa Giustina, nel comune di Santarcangelo di Romagna (RN), su un terreno di proprietà della "Pesaresi Giovanni S.p.A." - e dei relativi manufatti di ingresso (per il suo riempimento) e scarico.

La realizzazione della cassa di espansione è prevista dal POC del Comune di Santarcangelo a fronte dell'attribuzione di potenzialità edificatoria realizzabile all'interno del PUA dell'ambito AN.A3 (come riportato nel "Prospetto varianti PUA" del POC 1, intervento num. 7: *"Cessione di area attrezzata necessaria per la laminazione della zona limitrofa a Santa Giustina. Compensazione mediante attribuzione di potenzialità edificatoria. Su ammessa mq 920 realizzabile all'interno del PUA dell'ambito AN.A3, riorganizzando l'assetto urbanistico. La laminazione viene realizzata nell'area della medesima proprietà quale porzione dell'ambito APS. N.2.3 (D)-COLL:C (par) con opere a carico dei privati. - Cessione di area pari a 10.000 mq, realizzazione di opere pari ad un valore di euro 20/mq di Su, le cui modalità ed i tempi sono da definire in sede di modifica della convenzione attuativa."*).

La necessità di una cassa di espansione a monte dell'abitato di Santa Giustina è confermata dalla nota criticità idraulica in quell'area, segnalata dalla tav. 17 della variante al PSC del Comune di Santarcangelo, *"Rete idrografica Consorzi di Bonifica - Criticità nel deflusso superficiale"*; durante eventi meteorici particolarmente intensi e copiosi, l'area è soggetta a ristagni idrici prolungati.

La realizzazione della cassa di espansione, inoltre, assicurerebbe il reperimento dei volumi da garantire ai fini dell'invarianza idraulica della trasformazione urbanistica prevista dal PUA dell'ambito AN.A3, senza la necessità di sovradimensionarne la rete fognaria a servizio del Comparto stesso (come invece proposto nel progetto delle fogne bianche precedentemente presentato [2012] ed ora modificato come da tavola di Variante "FOGNATURE Planimetria").

Di seguito si riportano le valutazioni di natura idrologica sull'area tributaria alla cassa in progetto, per valutarne l'efficienza e l'efficacia durante gli eventi meteorici intensi che inducono la crisi del sistema fognario. Da tali valutazioni si passa al dimensionamento idraulico della cassa (capacità utile) e delle opere di invaso e svaso.

1 INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA ED ASSETTO FOGNARIO PER ACQUE METEORICHE

1.1 Inquadramento cartografico dell'area

L'area oggetto di studio è collocata in località Santarcangelo di Romagna (RN), frazione di Santa Giustina e si estende lungo la via Emilia (SS9), tra la via Pedrizzo, ad est, e la zona artigianale delle vie del Pino, del Tiglio e dell'Olmo, od ovest.

Sulle cartografie ufficiali della Regione Emilia-Romagna [CTR] l'area di intervento è individuabile:

- sulla Tavoletta in scala 1:25.000 n° 256 SO – Santarcangelo di Romagna
- sull'Elemento in scala 1:5.000 n° 256102 – Santa Giustina.

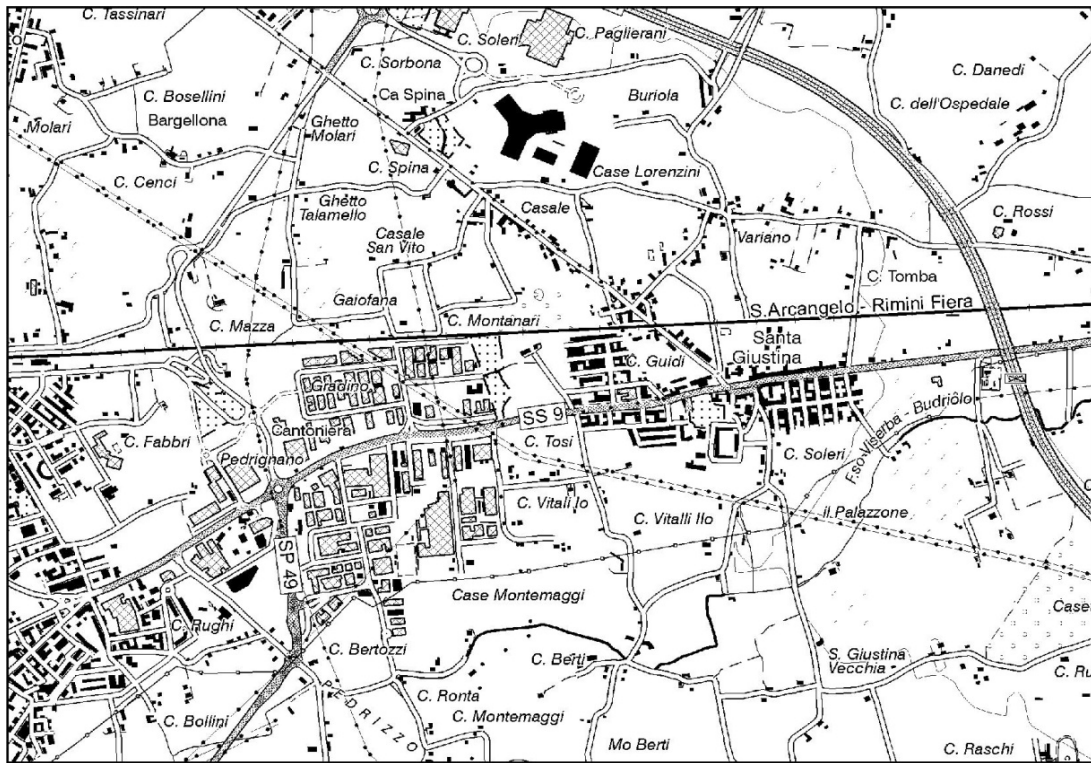


Figura 1: Inquadramento cartografico dell'area. Tavoletta CTR in scala 1:25.000 (256 SO) – Santarcangelo di Romagna.

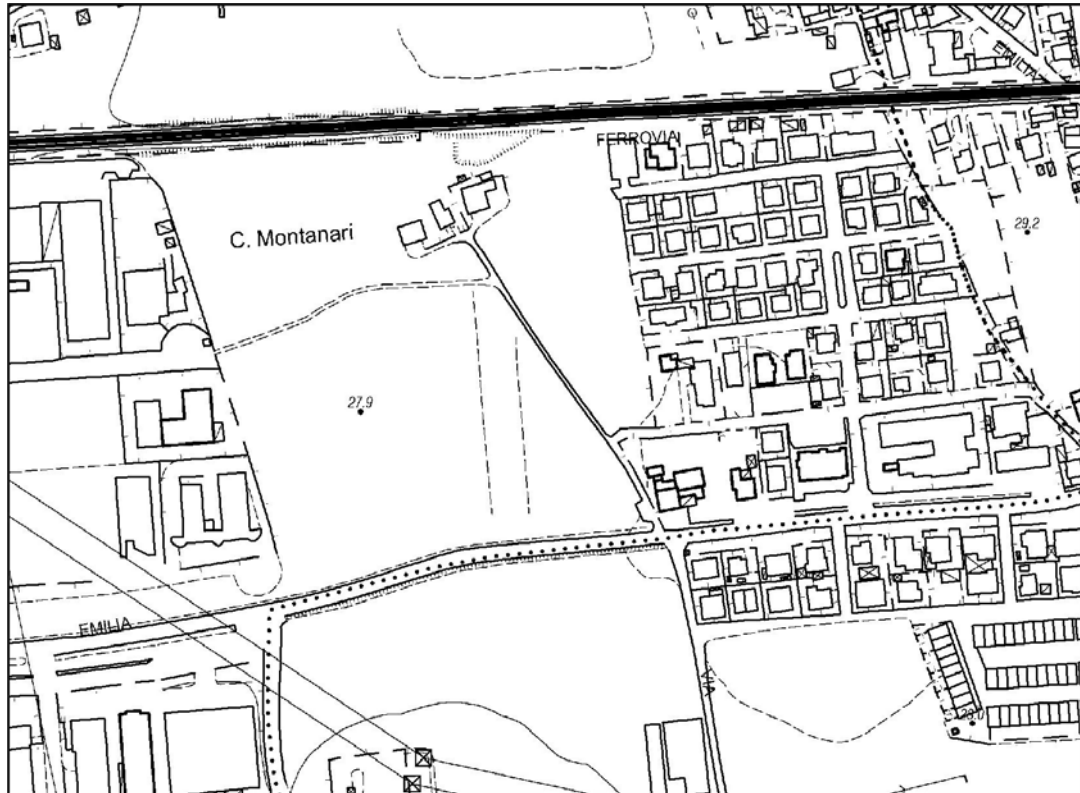


Figura 2: Inquadramento cartografico dell'area. Elemento CTR in scala 1:5.000 (256102) – Santa Giustina.

Sulle planimetrie catastali del comune di Santarcangelo di Romagna l'intervento interessa le particelle 166, 177 e 178 del foglio 12.

1.2 Assetto fognario delle acque meteoriche

Nel tratto frontista l'area di realizzazione della cassa di espansione (dalla rotatoria via Emilia/via Montalaccio all'intersezione con la via Pedrizzo), a bordo della carreggiata nord della via Emilia scorre un fosso stradale di guardia, a cielo aperto, dal quale si "staccherà" un nuovo fosso di immissione nella cassa di espansione, andando a sgravare così il sistema fognario più vallivo durante gli eventi meteorici più intensi.

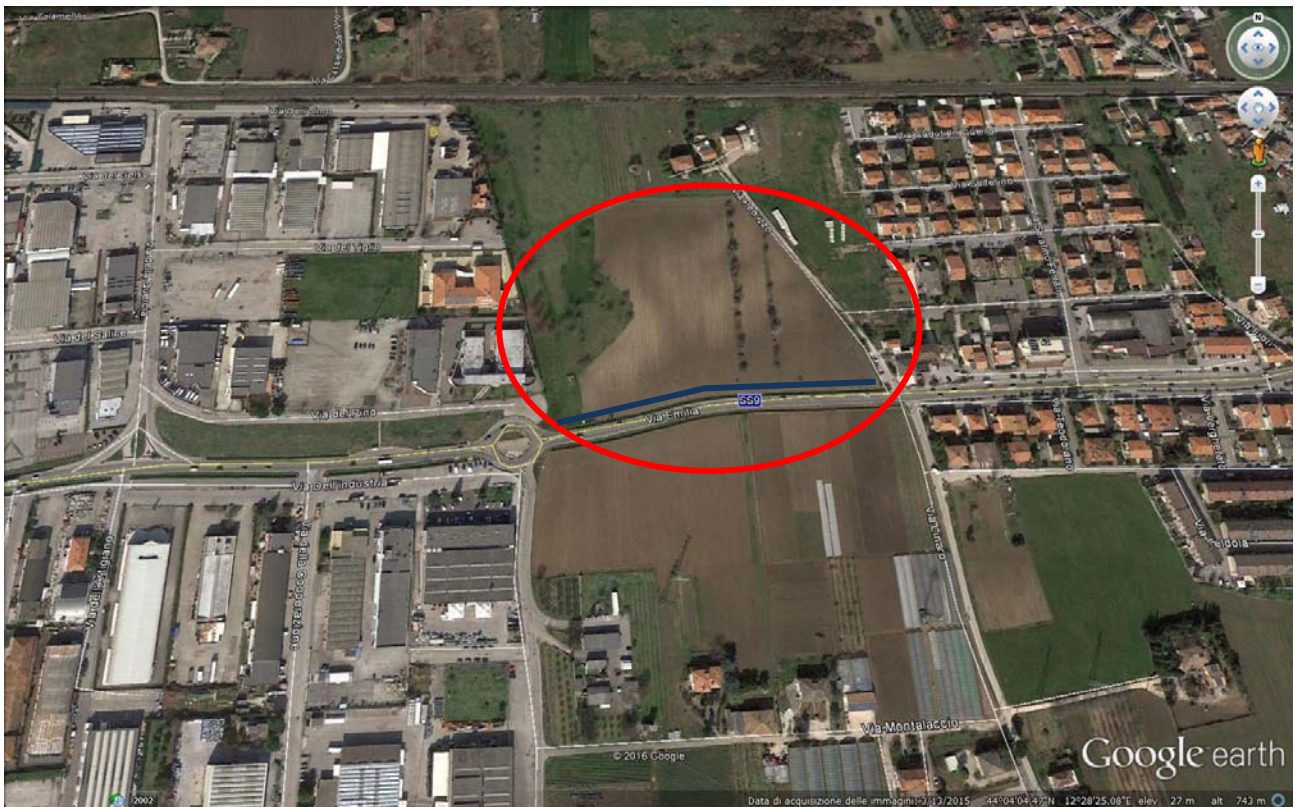


Figura 3: Ortofoto area per realizzazione della cassa di espansione (in colore blu, il fosso lato nord della via Emilia SS9)

Il primo step dello studio è quindi la valutazione dei bacini tributari (in termini di deflussi meteorici) in primis di tale fosso, per determinare l'origine delle acque che transitano nello stesso, ed in secundis dei suoi affluenti (in pratica, il fosso di guardia lato sud della via Emilia, in parte tributario "per derivazione parziale" del fosso lato nord, come si dettaglierà nel seguito).

A tale fine sono stati condotti diversi incontri e sopralluoghi con i tecnici dell'ente gestore del sistema fognario (HERA S.p.A.) ed il successivo rilievo topografico dell'area, che hanno permesso di ricostruire il sistema fognario delle acque bianche (e delle acque miste scolmate) e di determinare l'estensione dei bacini tributari dei fossi dei quale verrà deviata, in toto o in parte, la portata verso la prevista cassa di espansione.

Utili informazioni - con particolare riferimento alla presenza di sottoservizi che possono interferire con il presente progetto e di ulteriori contributi idrici provenienti dal consolidato urbano a sud della via Emilia - sono state desunte anche dal progetto per la realizzazione della rotatoria di via Emilia/via Montalaccio, recentemente eseguita.

Anche la consultazione del progetto definitivo della pista ciclabile da realizzarsi tra la via Pedrizzo e la via del Pino (il progetto esecutivo è in fase di redazione), in adiacenza al sedime stradale della Via Emilia e dunque tale da determinare la tombinatura del fosso di guardia nord della stessa SS9, ha fornito ulteriori elementi conoscitivi per addivenire alla soluzione tecnica ottimale, in ragione anche della possibilità di arrivare alla configurazione finale dei luoghi e dell'opera idraulica per stralci successivi funzionali.

Di seguito, si riporta una breve descrizione dei tratti fognari esistenti in prossimità dell'area oggetto di intervento, dei quali si riporta in allegato un estratto del GIS di HERA (Allegato 1):

- nel tratto frontista all'area di realizzazione della cassa di espansione, come detto, il fosso stradale lato nord lungo la via Emilia si presenta a cielo aperto: nel suo punto terminale in corrispondenza di via Pedrizzo, esso si immette in un collettore in cls DN1200 che prosegue verso est, nel quale terminano anche le acque in arrivo dalla via Pedrizzo (cls, DN1000) e dalla zona artigianale compresa tra le vie del Leccio, dell'Olmo e del Pino (cls, DN1000). Tali acque, immettendosi a valle rispetto al punto di immissione nella cassa di espansione, non verranno per ora laminate.
- in corrispondenza della rotatoria tra la via Emilia e la via Montalaccio, sul collettore in cls DN1000 che si immette nella testata del tratto a cielo aperto del succitato fosso, vi è l'immissione di due diversivi paralleli in pvc, DN315, che colleghino una parte della portata in arrivo dal fosso stradale tombinato lato sud in quello lato nord, funzionando come troppo pieno (quota di scorrimento dei due by-pass +0.64 m; quota di partenza del collettore in cls, DN1000 verso il fosso stradale lato sud +0.50 m);
- nel pozzetto di by-pass del fosso lato sud (che cade dentro la recente rotatoria) si ha l'immissione da sud anche delle portate in arrivo dalla via Montalaccio (collettore in pvc, DN630).

Per la definizione dei bacini le cui acque verranno in parte convogliate all'interno della cassa di espansione (e quindi per il dimensionamento della stessa) ci si è basati, come detto, sulle conoscenze del sistema fognario riportate dall'ente gestore e sulle risultanze del rilievo e dei sopralluoghi condotti.

Il fosso lato nord riceve, innanzitutto, le acque della zona a nord della SS9 (oltre a metà carreggiata della stessa via Emilia) indicate con il bacino di colore verde nella figura 4, "BACINO NORD", delimitato ad ovest da via Ca' Fabbri e via Piadina, a nord dal complesso delle ditte Maggioli Editore e Marr, e ad est dalle aree verdi scolanti nel fosso a cielo aperto e dalla stessa via Emilia [come precisato l'area artigianale di via del Leccio, via dell'Olmo e via del Pino convoglia le proprie acque meteoriche più a valle, in corrispondenza dell'intersezione tra la via Emilia e la via Pedrizzo.

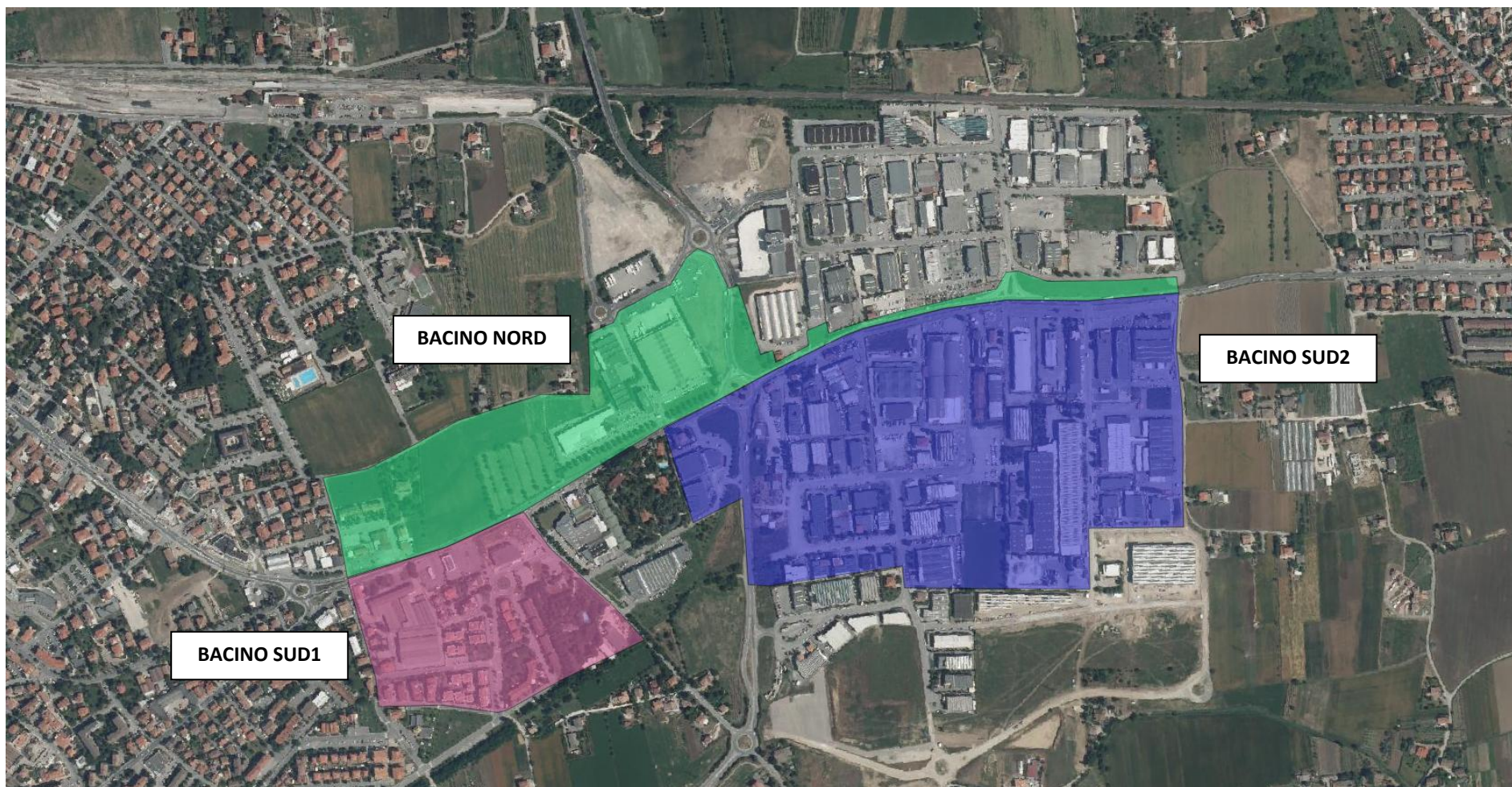


Figura 4: Identificazione dei bacini tributari del fosso lato nord fella via Emilia su ortofoto.

Tramite il by-pass nel fosso a sud della via Emilia giungono anche in parte le acque in arrivo dai bacini tributari del fosso a sud della via Emilia: il bacino "SUD1" (colore rosa), delimitato dalle vie Ugo Bassi, Rughi ed Europa, che convoglia le proprie acque nel tratto di fosso sud tombinato mediante il collettore avente sedime in via del Bornaccino; il bacino "SUD2" (colore viola) interessa la zona artigianale compresa tra la via di Gronda e la via Montalaccio, aree le cui portate vengono immesse nel fosso di guardia (sia nei tratti a cielo aperto che in quelli tombinati) in più punti di immissione lungo la via Emilia. In tali aree sono ovviamente comprese le semicarreggiate sud della via Emilia stessa.

L'estensione dei bacini tributari NORD e SUD(1+2) è stata determinata su GIS:

BACINO NORD: Area = 14.48 ha;

BACINO SUD1: Area = 9.46 ha;

BACINO SUD2: Area = 30.23 ha

Tali bacini sono interessati da usi prevalentemente terziari/produttivi (solo il bacino SUD1 ha carattere prevalentemente residenziale), con costruzioni poco spaziate; il bacino NORD è interessato da una porzione significativa di area a verde.

2 DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI IDROLOGICI/IDRAULICI

Per la determinazione della portata meteorica defluente dai singoli bacini tributari è necessario conoscere, oltre all'estensione areale degli stessi, alcuni parametri di natura idrologico/idraulica.

Innanzitutto è necessario determinare un coefficiente di deflusso (medio), che rappresenta la quota parte di precipitazione che si trasforma in deflusso superficiale e raggiunge la rete fognaria.

Tale parametro dipende dalle percentuali di aree permeabili e impermeabili che insistono sul bacino. Solitamente per le zone urbane, quali quelle qui in esame, si hanno valori del coefficiente di deflusso compresi tra lo 0.7 e lo 0.9, mentre per le aree con un'elevata percentuale a verde il coefficiente di deflusso si abbassa allo 0.1 - 0.2, come riportato dalle tabelle di seguito riportate e desunte dalla bibliografia comunemente utilizzata nella pratica ingegneristica.

Dai vari sopralluoghi specificatamente effettuati e da visualizzazione aerea (ortofoto) è stato possibile desumere in via del tutto preliminare l'entità percentuale delle porzioni permeabili per entrambi i bacini: per il bacino NORD risulta pari al 30% del totale, mentre per quello SUD, essendo pari a circa il 5% del totale, viene considerata trascurabile a favore di sicurezza. Adottando quindi per le porzioni impermeabili $\phi_i = 0.81$ e per quelle permeabili $\phi_p = 0.2$, si hanno quindi mediamente i seguenti coefficienti di afflusso:

$$\phi_{\text{medio}} [\text{NORD}] = 0.30 \cdot 0.2 + 0.70 \cdot 0.81 = 0.63$$

$$\phi_{\text{medio}} [\text{SUD}] = 0.81$$

TIPOLOGIA	IMPERMEABILITÀ MEDIA (%)	COEFF. DI DEFLUSSO
aree commerciali	85	0.70
aree industriali	70	0.60
aree residenziali	60	0.55
	40	0.55
	30	0.42
	20	0.36
parcheggi, tetti, strade asfaltate		0.85
strade inghiaiate e selciate		0.55
strade in terra		0.45
Terreno coltivato pendente con o senza interventi di conservazione		0.45
aree verdi regimate e sistemate		0.30
aree verdi attrezzate		0.20
aree verdi pianeggianti urbane		0.10
aree verdi pianeggianti rurali		0.05

	φ
parti centrali delle antiche città, con densa fabbricazione, con strade strette e lastricate	0.70 ÷ 0.90
zone urbane destinate a restare con scarse aree scoperte	0.50 ÷ 0.70
Zone urbane destinate al tipo di città giardino	0.25 ÷ 0.50
zone urbane destinate a restare fabbricate e non pavimentate	0.10 ÷ 0.30
prati e parchi	0.00 ÷ 0.25

Oppure:

costruzioni dense	0.80
costruzioni spaziate	0.60
aree con grandi cortili e grandi giardini	0.50
zone a villini	0.30 ÷ 0.40
giardini, prati e zone non destinate né a costruzioni né a strade	0.20
parchi e boschi	0.05 ÷ 0.10

Un ulteriore parametro da definire è il tempo di corrivazione, ossia il tempo impiegato dalla goccia d'acqua caduta nel punto idraulicamente più lontano per raggiungere la sezione di chiusura, in questo caso la sezione di testa del fosso a cielo aperto lato settentrionale della via Emilia; tale tempo è ottenibile dalla somma del tempo di accesso alla rete (tempo necessario a raggiungere i collettori fognari, solitamente compreso tra i 10 e i 15 minuti) e del tempo di rete (tempo di percorrenza all'interno dei collettori fognari/dei fossi a cielo aperto). La determinazione di tale tempo è di fondamentale importanza nell'applicazione di un modello di trasformazione afflussi-deflussi in quanto la portata massima defluente da un bacino, secondo la teoria del metodo cinematico, è quella generata da una pioggia di intensità costante e durata pari al tempo di corrivazione, t_c , del bacino stesso.

Per precipitazioni con durata inferiore di t_c , infatti, solo una porzione di bacino contribuirà alla formazione dei deflussi in corrispondenza della sezione di chiusura (ossia i punti del bacino per i quali t_c è inferiore o uguale alla durata dell'evento meteorico); per precipitazioni con durata superiore a t_c , tutto il bacino contribuirà alla formazione dei deflussi in corrispondenza della sezione di chiusura, ma il valore della portata si manterrà costante una volta superato un tempo pari a t_c e l'intensità di pioggia risulterà inferiore a quella corrispondente a t_c .

Il tempo di accesso alla rete è stato assunto pari a 15 minuti, sicuramente cautelativo considerando anche la non elevatissima impermeabilità delle aree e la possibilità che si creino piccoli invasi temporanei sia puntuali (pozzanghere, avvallamenti, contropendenze, ecc.) che diffusi (lama d'acqua sulla superficie) che rallentano il percorso verso i manufatti di captazione (pozzetti a caditoia, bocche di lupo, griglie, ecc). Il percorso idraulicamente più lungo è per il bacino NORD di circa 1.43 km, mentre per il bacino SUD, nella sua interezza, di circa 1.64 km. L'effettiva velocità di trasferimento all'interno delle condotte fognarie e dei fossi a cielo aperto dovrebbe essere calcolata per via iterativa; ipotizzando una velocità media in rete di 0.6 m/s per il bacino NORD (presenza di tratti a cielo aperto vegetati nei quali, a causa del maggior attrito al moto indotto dalla maggior scabrezza del fondo e delle pareti laterali, la velocità è più bassa a parità di portata rispetto ad una sezione rivestita) e di 1.0 m/s per il bacino SUD, si ha:

$$\text{BACINO NORD: } t_c = t_{\text{acc}} + t_{\text{rete}} = 15 \text{ min} + 40 \text{ min} = 55 \text{ min} = 0.91 \text{ h}$$

$$\text{BACINO SUD: } t_c = t_{\text{acc}} + t_{\text{rete}} = 15 \text{ min} + 27 \text{ min} = 42 \text{ min} = 0.71 \text{ h}$$

Determinato il tempo di corrivazione ($t_c = t_{\text{acc}} + t_{\text{rete}}$) dei due bacini [NORD e SUD], è possibile calcolare conseguentemente l'intensità di pioggia i_c (cioè la critica, corrispondente al tempo di pioggia $t_p = t_c$) ed infine, grazie alla formula matematica che verrà descritta nel prossimo paragrafo, la portata di picco Q_{max} .

3 ANALISI PLUVIOMETRICA E DETERMINAZIONE DELLE PORTATE IDROLOGICHE MASSIME

3.1 Analisi pluviometrica

Per determinare le portate massime di deflusso superficiale generato dai due bacini, è necessario innanzitutto determinare la sollecitazione meteorica che produce tali deflussi.

Le curve segnalatrici di probabilità pluviometrica (o curve di possibilità climatica) mettono in relazione l'altezza di pioggia h e la durata dell'evento meteorico t , per un assegnato valore del tempo di ritorno Tr (tempo medio di attesa tra il verificarsi di due eventi successivi di data altezza di pioggia e durata).

Per descrivere tale curva, solitamente si usa un'equazione, di tipo monomio, a due parametri del tipo:

$$h_t(Tr) = a \cdot t^n \tag{1}$$

i cui parametri caratteristici a [mm/h^n] ed n dipendono dal tempo di ritorno Tr .

L'intensità è data dal rapporto tra l'altezza di pioggia h_t e la durata t durante la quale essa è caduta:

$$i_t(Tr) = h_t(Tr)/t = a \cdot t^{n-1} \quad (2)$$

I parametri a ed n necessari per il calcolo dell'altezza di pioggia di durata t e tempo di ritorno Tr sono sito-specifici e possono essere determinati mediante un'analisi delle serie storiche dei massimi di pioggia (dati desumibili, ad esempio, dagli Annali Idrologici del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano, che per le principali stazioni di misura spesso riportano le serie storiche per le durate temporali significative: $t = 1, 3, 6, 12$ e 24 ore).

I coefficienti idrologici, a ed n , possono essere più speditivamente evinti:

- per il territorio sul quale opera il Consorzio di Bonifica della Romagna, ricomprensente anche l'area di Santarcangelo di Romagna, sono stati riportati i parametri statistici dipendenti dal tempo di ritorno per la determinazione delle altezze di pioggia critiche (Regolamento di polizia idraulica) per durate di pioggia inferiori e superiori all'ora:

Tr	Tp	10 anni	30 anni	30 anni	10 anni	Tp
a	< 1h	43.23	54.64	51.09	40.86	> 1h
n		0.67	0.73	0.27	0.28	

- per il territorio di competenza di HERA Rimini (nel quale ricade integralmente il Comune di Santarcangelo di Romagna), si possono utilizzare - così come viene sempre fatto in fase di progettazione dei PUA - le indicazioni contenute nel vigente Regolamento di Fognatura della Provincia di Rimini, e più specificatamente all'Allegato 5 "*Criteri per il dimensionamento e la gestione delle opere laminazione e potenziamento della rete, per nuovi insediamenti industriali, commerciali e residenziali*":

Tr	tp	10 anni	25 anni	25 anni	10 anni	tp
a	< 1h	47.6	57.8	63.2	51.0	> 1h
n		0.77	0.83	0.18	0.20	

Per la rappresentazione grafica di tali curve segnalatrici di possibilità climatica, si rimanda alla pagina 6/36 del citato Allegato 5.

La scelta del tempo di ritorno Tr è di norma effettuata sulle caratteristiche generali dell'area di intervento e sull'importanza economica delle opere da proteggere.

Secondo le buone pratiche di progettazione, per le zone residenziali e commerciali si consigliano tempi di ritorno compresi tra 2 e 10 anni.

Il valore minimo si può adottare per quartieri periferici a edificazione aperta e ove l'insufficienza dei condotti non determini scorrimenti superficiali pericolosi (zone pianeggianti).

Il valore massimo si può adottare per quartieri centrali a edificazione intensiva, per quartieri commerciali, o nel caso in cui l'insufficienza dei condotti determini scorrimenti superficiali pericolosi (zone a forte pendenza) o allagamenti concentrati di non trascurabile entità.

Per zone industriali o commerciali di elevata importanza economica e per siti in cui l'insufficienza dei condotti possa innescare frane o generare allagamenti con gravi danni agli insediamenti, si possono adottare tempi di ritorno compresi tra 10 e 20 anni.

Lo stesso Allegato 5 del Regolamento di Fognatura della Provincia di Rimini redatto da HERA, "Criteri per il dimensionamento e la gestione delle opere laminazione e potenziamento della rete, per nuovi insediamenti industriali, commerciali e residenziali", indica come tempo di ritorno di progetto per il calcolo del volume di laminazione $T_r = 10$ anni.

Tempi di ritorno nei sistemi di drenaggio urbano

<i>Tempi di ritorno T [anni]</i>	<i>Condotti fognari e vie d'acqua superficiali</i>
1 ÷ 5	Condotti fognari la cui insufficienza determini scorrimenti idrici superficiali non pericolosi e con possibilità di smaltimento alternativo agevole verso recapiti esterni (aree verdi e/o corpi idrici ricettori)
5 ÷ 10	Condotti fognari la cui insufficienza determini scorrimenti idrici superficiali e/o allagamenti aventi carattere di entità e pericolosità non altrimenti eliminabile
10 ÷ 20	Condotti fognari situati in siti pianeggianti di naturale confluenza delle acque meteoriche, privi di possibilità di smaltimento alternativo delle stesse e la cui insufficienza determini situazioni pericolose
20 ÷ 100	Vie superficiali di convogliamento delle acque meteoriche eccedenti la capacità idraulica delle fognature, in siti urbanizzati in cui l'allagamento provochi danni inaccettabili agli insediamenti

Nella presente trattazione si adotta un tempo di ritorno di riferimento "base" di 10 anni rispetto al quale verificare sia la prestazionalità del sistema fisico indagato in termini di risposta idraulica, sia l'efficienza della cassa di espansione in progetto.

A favore di sicurezza, a parità di tempo di corrivazione, sono state calcolate le altezze di pioggia critiche (ossia di durata pari a t_c) per $T_r = 10$ anni, utilizzando i parametri statistici a ed n forniti dal Consorzio di Bonifica e da HERA; si osserva come i valori più cautelativi (ossia quelli maggiori) sono forniti dai coefficienti proposti dal regolamento di HERA:

				TR = 10 anni	
BACINO	Area (ha)	Lmax (m)	tcorr (min)	h_{MAX} (mm)	h_{MAX} (mm)
NORD	14.48	1430	55	44.34	40.64
SUD	39.68	1640	42	36.39	34.22
				HERA	CONSORZIO

A favore di sicurezza e considerando che i tempi critici di pioggia dei due bacini in esame sono inferiori a 1 ora, la legge di possibilità climatica qui adottata è la seguente:

$$h_t (Tr = 10 \text{ anni}) = 47.6 * t^{0.77}$$

Come ulteriore verifica dell'efficienza della cassa di espansione di progetto, si è scelto di determinare anche la portata di picco per un tempo di ritorno superiore, pari a 25 anni; la legge di possibilità climatica, per durate inferiori all'ora e $Tr = 25$ anni, sempre secondo il regolamento di HERA è la seguente:

$$h_t (Tr = 25 \text{ anni}) = 57.8 * t^{0.83}$$

L'adozione, come ulteriore verifica di $Tr = 25$ anni, garantisce un aumento del livello di sicurezza dell'opera in progetto.

3.2 Determinazione delle portate idrologiche massime

Dall'analisi pluviometrica è possibile determinare la massima portata idrologica (i.e. sollecitazione del sistema) che si ha in uscita dai due bacini considerati (NORD e SUD).

La portata massima defluente da un bacino, secondo la teoria del metodo cinematico, è quella generata da una pioggia di intensità costante e durata pari al tempo di corrivazione, t_c , del bacino stesso. La portata massima, relativa al tempo di ritorno Tr , per il bacino i -esimo sarà:

$$Q_{max_i} = C_i * i(t_{c_i}, Tr) * A_i \quad (3)$$

con: C_i = coefficiente di afflusso del bacino i -esimo;

A_i = area del bacino i -esimo;

$i(t_{c_i}, Tr)$ = intensità media di precipitazione di durata t_{c_i} (tempo di corrivazione del bacino i -esimo), ricavabile applicando la formula (29).

Come osservato al paragrafo precedente, nella presente trattazione, considerata la tipologia di edificazione presente, si adotta un tempo di ritorno di riferimento "base" di 10 anni e $Tr = 25$ anni come ulteriore verifica della prestazionalità dell'opera in progetto. Dalle altezze di pioggia calcolate al paragrafo precedente, è stato possibile giungere alle seguenti intensità di precipitazione e portate al colmo mediante l'applicazione rispettivamente delle formule (2) e (3):

Tr = 10 anni				
BACINO	A (ha)	ϕ_{medio}	$i(tc,10)$ (mm/h)	$Q(tc,10)$ (mc/s)
NORD	14.48	0.63	48.62	1.22
SUD	39.68	0.81	51.58	4.61

Tr = 25 anni				
BACINO	A (ha)	ϕ_{medio}	$i(tc,25)$ (mm/h)	$Q(tc,25)$ (mc/s)
NORD	14.48	0.63	58.71	1.47
SUD	39.68	0.81	61.33	5.48

3.3 Determinazione delle onde di piena idrologiche (teoriche)

Esistono svariati modelli di trasformazione afflussi-deflussi; tra i modelli idrologici concettuali lineari si utilizza qui il modello cinematico o della corrivazione, che rappresenta il trasferimento temporale delle acque meteoriche.

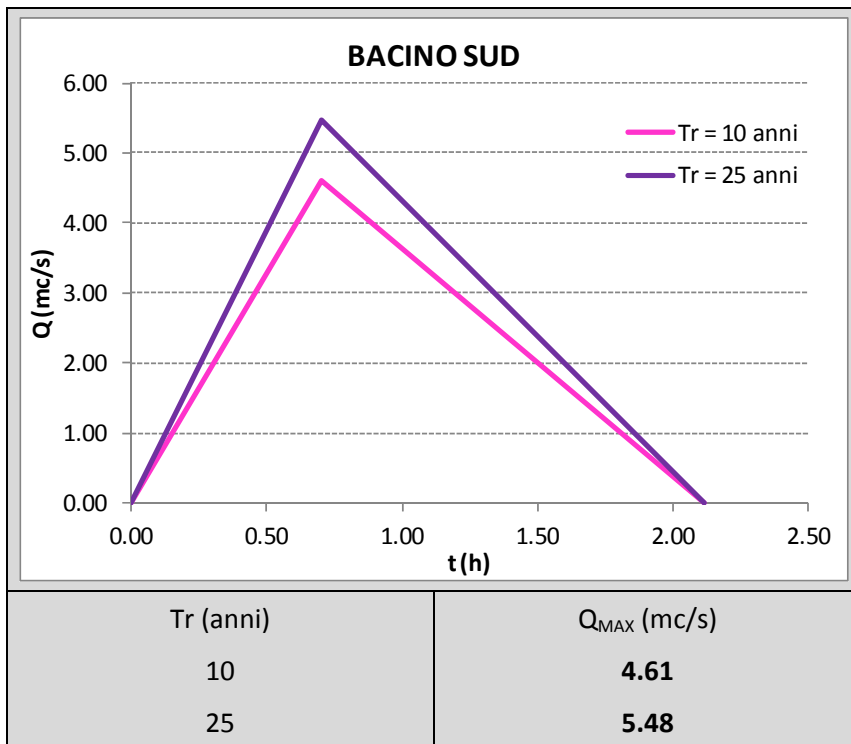
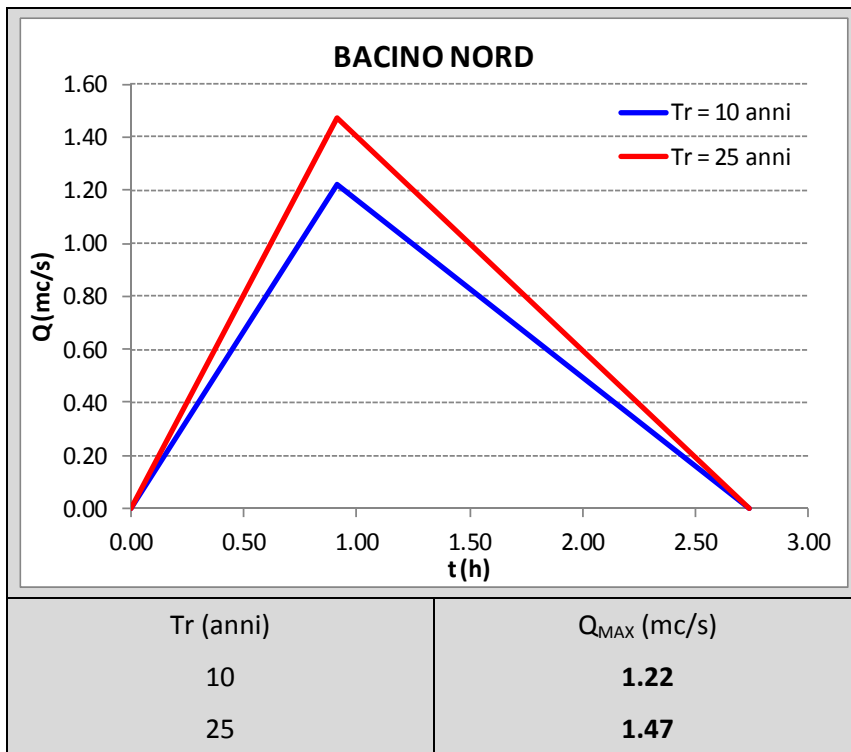
Tale metodo permette di calcolare la portata al colmo originata da un evento meteorico con tempo di ritorno Tr mediante l'utilizzo della formula (3), ipotizzando un ietogramma costante nel tempo (intensità di pioggia costante durante l'intero evento meteorico).

L'idrogramma di piena può essere schematizzato con un andamento lineare di tipo triangolare, ove il picco di portata si raggiunge in corrispondenza del tempo di corrivazione tc .

Le osservazioni empiriche hanno permesso di osservare come il ramo di discesa dell'idrogramma di piena abbia una durata solitamente superiore al tempo di pioggia e comunemente circa 2 volte tc .

Sono riportati alla pagina seguente gli idrogrammi di piena per i due bacini (NORD e SUD) "teorici", ossia considerando unicamente la trasformazione afflussi-deflussi, senza fare alcuna valutazione circa l'officiosità della rete di drenaggio.

Si vedrà infatti al capitolo successivo come la rete esistente (collettori e fossi a cielo aperto), in particolare per la porzione sud, non sia in grado di smaltire efficacemente le portate massime generate dagli eventi meteorici più intensi.



4 VALUTAZIONI CIRCA L'OFFICIOSITÀ DELLA RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE ALLO STATO ATTUALE

Come precisato in premessa e nell'inquadramento del sistema fognario esistente, l'area oggetto di studio drena le acque delle porzioni dell'abitato e delle aree produttive a nord e a sud della via Emilia per mezzo dei due fossi stradali (settentrionale e meridionale appunto) che in alcuni tratti della via Emilia sono stati tombinati.

Il fosso/collettore settentrionale drena le acque di un bacino di estensione minore (circa 15 ha) e con una maggiore percentuale di aree permeabili. Una porzione sempre settentrionale più a monte, cioè più ad est del bacino NORD (delimitata da via Ugo Braschi e dalle vie Giovanni Falcone e Ca' Fabbri), è stata divertita verso sud (via Bassi), rimanendo indipendente come assetto fognario (acque bianche) ed andando così a sgravare il fosso - ed i suoi tratti tombinati - a nord della via Emilia.

Nel tratto in prossimità della rotonda via Emilia/via Montalaccio, il collettore in cls, DN1000, ha una pendenza di posa pari circa allo 0.5%.

Per i calcoli idraulici per la verifica delle condotte fognarie è possibile determinare la portata massima smaltibile a bocca piena con la nota formula di moto uniforme generalmente usata per le correnti a pelo libero, ossia la formula di Chezy, per la quale:

$$v = C \sqrt{R \cdot i} \quad (4)$$

dove v è la velocità media del fluido (m/s), C un coefficiente di conduttanza dipendente dalla scabrezza omogenea equivalente ϵ (mm), dal numero di Reynolds Re e dal coefficiente di forma della sezione trasversale, ϕ (uguale ad 1 per la sezione circolare), R è il raggio idraulico definito come rapporto tra la superficie della sezione del flusso S ed il contorno dello stesso B .

La portata risulta quindi dalla formula:

$$Q = S \cdot C \sqrt{R \cdot i} \quad (5)$$

Nel caso di moto assolutamente turbolento, tipico per le reti di fognatura, si annulla la dipendenza del coefficiente di conduttanza dal numero di Reynolds Re . In questo caso sono molto usate le seguenti formule empiriche che legano il coefficiente di conduttanza C alla scabrezza della parete ed al raggio idraulico R :

Gauckler-Stricker $C_{GS} = c R^{1/6}$

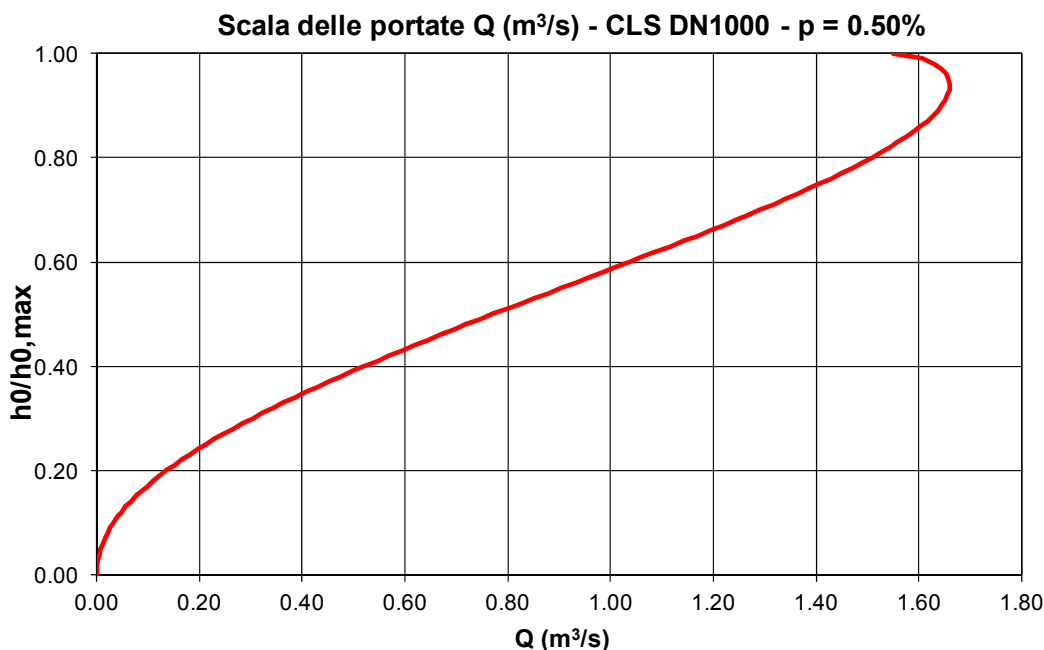
Manning $C_M = (1/n) R^{1/6}$

I valori dei parametri di scabrezza ($c = 1/n$) delle formule di moto uniforme vanno assegnati sulla base della natura, dello stato di conservazione e d'impiego del materiale costituente le pareti del condotto/canale. Per condotti/canali convoglianti acque bianche e nere, a titolo indicativo, nella tabella seguente sono elencati alcuni valori normalmente utilizzati.

Parametri di scabrezza per canali e condotte [Marchi e Rubatta, 1981]

TIPO DI CANALIZZAZIONE	Gauckler - Strickler c [m ^{1/3} /s]	Manning n [m ^{1/3} /s]
Condotta in materiale plastico/ceramico	100	0.011
Condotta in conglomerato cementizio	65-70	0.015

Per un condotto in cls, DN1000, con pendenza al fondo pari a 0.50 %, si ha che in condizioni di moto uniforme a bocca piena la portata massima smaltibile è di 1.66 mc/s (calcolabile con la formula di Chezy).



Si dimostra quindi come il collettore è attualmente in grado di smaltire sia la portata decennale del bacino NORD, con un grado di riempimento del 67%, sia quella venticinquennale, con un grado di riempimento pari a circa l'80%.

Analogamente, il collettore più a valle, in cls DN1200, che parte dall'intersezione con la via Pedrizzo, avendo un diametro superiore al DN1000 sarà in grado di smaltire le succitate portate massime (anche se su esso si ha un aumento significativo delle aree tributarie, recependo anche il DN1000 in cls proveniente dall'area produttiva di via del Leccio, via del Gelso, via del Salice, via dell'Olmo, via del Tiglio, via della Quercia, via del Pino).

Il tratto a cielo aperto (frontista alla zona di realizzazione della cassa di espansione, compreso tra il DN1000 e il DN1200) ha una larghezza al fondo mediamente pari a 0.60 m circa e larghezza al ciglio variabile (da circa 3.00 m come massimo a 1.60 m nel punto iniziale più stretto, appena a valle del DN1000). In generale si osserva che il ciglio in sinistra, verso la campagna, è più basso di quello in destra, lato via Emilia.

Sempre con l'utilizzo della formula di Chezy (5) è possibile determinare l'officiosità delle sezioni a cielo aperto. La pendenza media del fosso, da rilievo, è pari allo 0.2%; la cadente piezometrica, che "alimenta" il moto, tenderà ad assumere tale valore. Per le sezioni di canali rivestiti o in terra i coefficienti di scabrezza solitamente adottati sono i seguenti valori secondo Bazin:

γ = coefficiente di scabrezza ($m^{1/2}$)

0,10

0,16

0,23-0,36

0,46

0,60-0,85

1,30

1,75

2,3

pareti in cemento perfettamente lisce

pareti in cemento non perfettamente lisciate

pareti in cemento in non perfette condizioni

pareti intonacate, in pietrame, in terra regolarissima senza vegetazione

terra abbastanza regolare, muratura vecchia

terra con erba sul fondo, corsi d'acqua naturali

terra in cattive condizioni, corsi d'acqua con ciottoli e ghiaia

canali in abbandono con grande vegetazione.

Il coefficiente di scabrezza C è dato dalla formula (con R raggio idraulico):

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} \quad (6)$$

La pendenza del fondo del fosso è variabile lungo il suo sviluppo, ma nei calcoli, come detto, si assume la pendenza media del tratto a cielo aperto compreso tra le due tombinature (rotatoria via Montalaccio ad ovest e via Pedrizzo ad est).

In Allegato 3 vengono riportati i calcoli dell'officiosità di ogni sezione trasversale rilevata (vedasi tracce in planimetria, tav. VL 2, e sezioni trasversali, tav. VL 3), dai quali si osserva come il fosso risulti allo stato attuale insufficiente a smaltire la portata caratterizzata da un $Tr = 10$ anni - $Q(10) = 1.22$ mc/s -; se ne riporta qui un sunto:

Sezione	Progressiva (m)	Q (mc/s)
F1	0	1.03
F2	17	0.91
F3	42	0.29
F4	59	0.43
F5	74	0.51
F6	91	0.61
F7	112	0.23
F8	120	0.32
F9	130	0.41
F10	153	0.55
F11	179	0.53
F12	199	0.79

Per quel che riguarda il fosso/collettore meridionale a servizio del bacino SUD, invece, esso ha un'estensione decisamente superiore, circa 40 ha, e risulta avere una maggiore percentuale di aree impermeabili rispetto al bacino NORD; questo comporta la generazione di una portata decennale al colmo molto più elevata, pari a 4.61 mc/s, portata che la tombinatura del fosso meridionale della via Emilia (sempre in cls, DN1000, p = 0.5 %) non è in grado di smaltire.

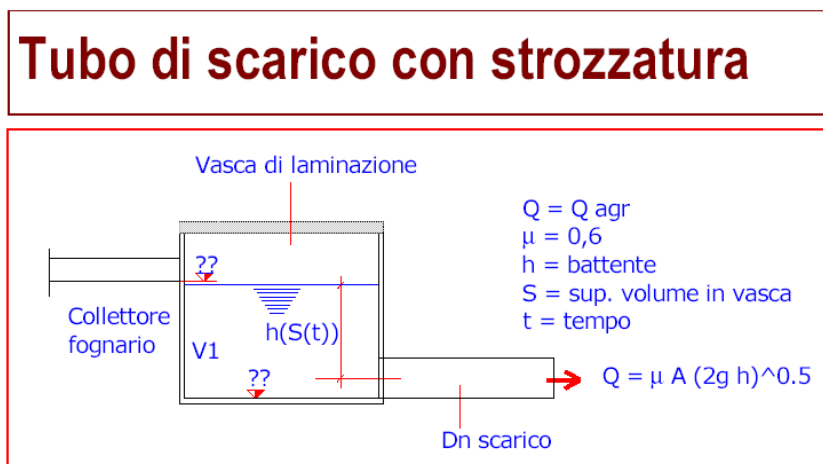
Questo spiega perché durante eventi di una certa intensità si verificano fenomeni esondivi sia in corrispondenza della rotatoria con via Montalaccio e nelle porzioni più a monte (verso sud-ovest), sia (soprattutto) più a valle, verso est (in territorio riminese) ove il fosso a cielo aperto non è in grado - specialmente nei periodi di scarsa manutenzione della sagoma e dello sviluppo massimo della vegetazione infestante - di smaltire la portata in arrivo dalla tombinatura di monte, che, in caso di funzionamento in pressione, può raggiungere picchi di circa 2 mc/s.

Per risolvere/ridurre tale criticità, durante i lavori di realizzazione della rotatoria tra la via Emilia e la via Montalaccio i due sistemi fognari (sud e nord) sono stati messi in comunicazione realizzando una sorta di troppo pieno dalla fognatura SUD verso quella NORD, mediante la posa di due collettori in pvc, paralleli e alle medesime quote di posa, di diametro commerciale DN315. Essi, essendo posati ad una quota leggermente superiore rispetto allo scorrimento del DN1000 del fosso meridionale dal quale deviano parte delle acque verso il fosso settentrionale, cominciano a "lavorare" quando il collettore a sud inizia a riempirsi.

La scelta del diametro del by-pass (come detto, doppio PVC DN315) è stata influenzata dalla presenza di altri sottoservizi preesistenti, non modificabili. L'efficienza dei due by-pass può essere calcolata in condizioni di moto in pressione, considerando che il collettore meridionale vada in pressione, mentre quello settentrionale, di valle, sia solo parzialmente pieno (come visto dalla verifica precedente, ciò è verosimile tenendo conto della similarità delle caratteristiche idrauliche delle due condotte, a fronte invece della grande differenza idrologica delle portate in transito a parità di evento piovoso); si utilizza la seguente formula:

$$Q = \mu A (2g h)^{0.5} \quad (7)$$

con: Q = portata - $\mu = 0,6$ - h = battente



Ipotizzando a monte un livello idrico pari alla quota stradale (e quindi in condizione di imminente esondazione dal fosso stradale meridionale), si ha un battente [dislivello tra monte e valle] di circa 60 cm; due collettori in pvc DN315 (diametro interno circa 300 mm) convogliano al massimo 0.29 mc/s (147 l/s ogni condotta), che confluiranno nel sistema fognario del bacino NORD, andando a sgravare quello SUD:

$$Q_{BY-PASS} = 2 * 0.147 \text{ mc/s} = 0.29 \text{ mc/s}$$

5 DIMENSIONAMENTO DELLA CASSA DI ESPANSIONE

A seguito della diversione di una portata meteorica non trascurabile dal fosso sud al fosso nord (circa 0.3 mc/s) e della disponibilità di un'area attualmente agricola a nord della via Emilia, adatta ad assumere funzioni di "vasca volano" - in caso di piogge eccezionali - a salvaguardia dell'abitato di Santa Giustina e delle sue dorsali fognarie (in n.2, poste ai bordi della piattaforma stradale della SS9 ed in naturale prosecuzione dei fossi stradali esaminati al precedente paragrafo), si prevede con il presente progetto di procedere alla laminazione di una parte dei volumi delle onde di piena transitanti nel fosso nord della via Emilia, in parte come detto provenienti anche dal fosso sud; tale condizione permetterà di ridurre notevolmente il carico idraulico su entrambe le dorsali di fognatura bianca di Santa Giustina, riducendo così il rischio di allagamenti entro l'abitato.

La cassa di espansione di progetto verrà realizzata creando una depressione superficiale, scavando il terreno attuale per una profondità variabile tra i 0.50 m ed i 1.50 m; il terreno scavato verrà riportato nelle aree attualmente più depresse al fine di livellare al meglio le superfici esterne e consentire il regolare deflusso delle acque meteoriche verso la cassa stessa.

Considerato che, come da accordi di POC [vedasi lo stralcio del "Prospetto varianti PUA" del POC 1 relativo all'intervento num.7 richiamato in premessa], l'area da cedere per la realizzazione della cassa di espansione è di 10'000 mq, su tale porzione di terreno è possibile realizzare una cassa avente estensione sommitale netta (in corrispondenza del pelo libero massimo) di 9'462 mq (quota +0.55 m slrif), mentre al fondo (quota variabile da - 0.35 m slrif a - 0.45 m slrif) di 6'184 mq; l'altezza utile della cassa sarà quindi (cautelativamente) pari ad almeno 90 cm, per una capacità di invaso di 7'041 mc.

L'area ove verrà realizzato il futuro sedime della cassa di espansione è delimitata a sud dalla via Emilia, ad est dalla via Pedrizzo; a nord il ciglio è stato mantenuto ovunque ad una distanza maggiore a 22 metri da una linea gas bassa pressione (in gestione a Adriagas S.r.l., ex SGR Rimini) segnalata mediante dei pali indicatori, mentre il perimetro occidentale della cassa rimane all'interno della particella di proprietà della "Pesaresi Giovanni S.p.A." (num. 177, foglio 12).

Lungo la via Pedrizzo è presente una linea Enel aerea e, ad essa parallela, più ad ovest, una linea Telecom anch'essa aerea; il ciglio della cassa si manterrà da tali sottoservizi preesistenti ad una distanza minima rispettivamente pari a 15 metri e a 5 metri.

Un'ulteriore interferenza è rappresentata da due condotte di gas (di proprietà SNAM) che attraversano la via Emilia (e quindi anche il fosso a nord della stessa via), poco a valle della rotatoria con via Montalaccio: la prima (quella più ad ovest) ha diametro pari a 3" - allaccio Paganelli -, mentre la seconda (quella più ad est) ha diametro di 26"; entrambe risultano incamiciate e le loro camicie hanno ricoprimento rispettivamente di 90 cm e di 45 cm (Allegato 5 - verbale di sopralluogo condotto con i tecnici SNAM).

Per una migliore comprensione circa l'andamento del piano campagna ad opera ultimata, si rimanda alle tavole grafiche allegate (planimetria e profili longitudinali).

La cassa di espansione sarà dotata delle seguenti opere:

- fosso di intercettazione delle acque meteoriche che scorrono nel fosso stradale lato nord della via Emilia; tale fosso permette l'ingresso delle acque meteoriche nella cassa di espansione;
- scarico di fondo della cassa, collegato alla fognatura mista esistente DN1000 in cls, transitante tra la cassa stessa e la via Emilia.

Si osserva fin da ora come l'estensione della cassa (e quindi anche la sua capacità di invaso) potrebbe essere ampliata, senza andare ad intervenire sulle opere di immissione e scarico, semplicemente estendendo lo scavo (e traslando la sponda ed il ciglio), in primis verso nord ed eventualmente in secondo luogo verso ovest.

Da una prima valutazione di massima si osserva che estendendo lo scavo in direzione nord per circa 17 metri, mantenendo quindi una distanza di rispetto dai sottoservizi esistenti (condotta gas bassa pressione) comunque di almeno 5 metri, si avrebbe un incremento della capacità utile della cassa di laminazione di circa 1'500 mc!

Il fosso di immissione avrà una larghezza alla base di 60 cm e altezza pari a 1.00 m con pendenza delle sponde 5/6. Esso si staccherà dal fosso stradale lato nord della via Emilia in corrispondenza della sezione F6, con quota di scorrimento pari a +0.30 m slrif.

La pendenza imposta al fosso è dello 0.2% ed il fondo e le sponde laterali dello stesso verranno riveriste con materiale lapideo di medio-piccole dimensioni (viste le modeste velocità in gioco), intasato con scapolame, al fine di garantire una costante pulizia del tratto, oltre che, ovviamente, un migliore deflusso favorito dal minor attrito fornito dal pietrame.

Adottando un coefficiente di scabrezza γ pari a $0.85 \text{ m}^{1/2}$ per fondo e pareti rivestite in pietrame, si ha che il fosso di immissione alla cassa di espansione ha un'officiosità di 1.80 mc/s (vedasi tabulato alla pagina successiva); esso risulta quindi sufficiente a smaltire le portate in arrivo dal bacino NORD (sia la decennale che la venticinquennale) alla quale si somma la portata by-passata dai due collettori in pvc, DN315, che deviano parte dei deflussi in arrivo dal bacino SUD verso il sistema di drenaggio nord:

$$\text{Tr} = 10 \text{ anni:} \quad \mathbf{Q^*(10)} = Q_{\text{MAX_NORD}} + Q_{\text{BY-PASS}} = 1.22 \text{ mc/s} + 0.29 \text{ mc/s} = \mathbf{1.51 \text{ mc/s}}$$

$$\text{Tr} = 25 \text{ anni:} \quad \mathbf{Q^*(25)} = Q_{\text{MAX_NORD}} + Q_{\text{BY-PASS}} = 1.47 \text{ mc/s} + 0.29 \text{ mc/s} = \mathbf{1.76 \text{ mc/s}}$$

CALCOLO DI VERIFICA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO	
Sezioni F60 - F61 - F62	
Il calcolo di verifica alla portata avviene in condizioni di moto permanente e uniforme	
$Q = A * C * \sqrt{R} * i$	$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$
χ (coefficiente di attrito) 2° formula di Bazin	38.56
R = A/P = raggio idraulico in metri lineari	0.46
P = contorno bagnato in metri	3.38
A = sezione liquida in mq	1.55
γ = coefficiente di scabrezza ($m^{1/2}$)	0.85
<i>0,10 pareti in cemento perfettamente lisce,</i>	
<i>0,16 pareti in cemento non perfettamente lisciate</i>	
<i>0,23-0,36 pareti in cemento in non perfette condizioni</i>	
<i>0,46 pareti intonacate, in pietrame, in terra regolarissima senza vegetazione</i>	
<i>0,60-0,85 terra abbastanza regolare, muratura vecchia</i>	
<i>1,30 terra con erba sul fondo, corsi d'acqua naturali</i>	
<i>1,75 terra in cattive condizioni, corsi d'acqua con ciottoli e ghiaia</i>	
<i>2,3 canali in abbandono con grande vegetazione.</i>	
S _{do} = scarpata destra: distanza orizzontale in metri	1.20
S _{dv} = scarpata destra: distanza verticale in metri	1.00
S _{so} = scarpata sinistra: distanza orizzontale in metri	0.83
S _{sv} = scarpata sinistra: distanza verticale in metri	1.20
H = altezza pelo libero del profilo di piena in metri (\geq dist. vert. min)	1.00
F = larghezza fondo canale in metri	0.60
i = pendenza media del canale (numero puro) m/km (espressi in m)	0.002
Q = portata in mc/sec	1.80

Come visto dai calcoli riportati in Allegato 3, il fosso stradale, allo stato attuale, non è invece in grado di smaltire la portata decennale, né la venticinquennale, in arrivo dal bacino NORD. Di conseguenza, per garantire che le portate di progetto Q*(10) e Q*(25) raggiungano la cassa è necessario operare una risagomatura dell'alveo, al fine di aumentarne l'efficienza.

Come si osserva in planimetria la sezione iniziale F1, all'uscita della tombinatura, è immutabile e di conseguenza verrà semplicemente rivestita di pietrame, al fine di migliorare la scabrezza (e quindi la portata massima smaltibile), anche tenuto conto della maggiore velocità con la quale la portata arriva dalla tombinatura di monte (in questo modo si ridurranno fenomeni di erosione ad opera della corrente).

In corrispondenza della sezione trasversale F2 si ha l'attraversamento di due condotte gas SNAM parallele, la prima (quella più ad ovest) di 3" - allaccio Paganelli - e la seconda (quella più ad est) di 26", entrambe incamiciate; le camicie hanno ricoprimento rispettivamente di 90 e di 45 cm; per tale ragione non è possibile operare un approfondimento dell'attuale sezione.

Per la sezione F2 si prevede quindi un allargamento della sommità in sinistra, raggiungendo la stessa quota del ciglio destro; analogamente per le sezioni F4 ed F5.

Per garantire una livelletta all'incirca continua, per la sezione F3 si prevede l'approfondimento, oltre che lo spostamento verso sinistra del ciglio sommitale, per portarlo alla quota di quello destro.

Come si osserva dall'Allegato 4, tutte le sezioni di progetto (a meno della prima che non può essere risagomata) hanno un'officiosità tale da garantire il transito almeno della $Q^*(10) = 1.51$ mc/s; la $Q^*(25) = 1.76$ mc/s transita con sicurezza solo nella sezione F5, ma quelle più a monte risultano di poco insufficienti.

Sezione	Progressiva (m)	Q (mc/s)
F1 - di progetto	0	1.34
F2 - di progetto	17	1.56
F3 - di progetto	42	1.69
F4 - di progetto	59	1.65
F5 - di progetto	74	1.84

Il risezionamento del fosso nel tratto a valle della diversione (tra sez. 7 e sez. 13) verrà comunque eseguita, non tanto per ottenere elevate officiosità idrauliche (in quanto rimarrà recettore soltanto della mezza carreggiata della via Emilia), quanto per garantire, oltre ad un andamento più regolare del piano campagna (con i due cigli all'incirca simmetrici) sul quale si dovrà realizzare in futuro la pista ciclabile (vedasi nel dettaglio al successivo Par. 6), un incremento della capacità volumetrica dell'intero sistema, ulteriormente a favore di sicurezza. Come si vede dai tabulati di Allegato 4, tale condizione di elevata officiosità potrà permettere anche eventuali nuove modifiche dell'assetto e dei bacini tributari dei singoli tratti di fosso.

Lo svuotamento della cassa verrà favorito dalla realizzazione di un fossetto interno che "collegherà" il canale di immissione con lo scarico di fondo, per mezzo di un pozzetto (dim. 2.00 x 2.00 m con altezza 1.55 m); il fossetto entrerà nel pozzetto in progetto per mezzo di una griglia in acciaio zincato (dim. 1.00 x 1.00 m) avente lo scopo di impedire l'ingresso di rifiuti e vegetazione in genere, oltre che in primis di persone ed animali.

Durante gli eventi meteorici meno intensi, la portata intercettata verrà convogliata direttamente verso lo scarico (e da qui all'interno del collettore di fogna mista, in cls DN1000, pozzetto 18), senza in questo modo generare dei ristagni di acqua sul fondo della cassa stessa.

Il fosso "di magra" avrà sezione trasversale delle seguenti dimensioni: larghezza al fondo = 1.00 m; altezza = 0.33 m; pendenza delle sponde = 2/3). il tratto terminale, a monte del pozzetto dal quale parte lo scarico di fondo sarà rivestito con materiale lapideo di medio piccole dimensioni (viste le modeste velocità in gioco), intasato con scapolame, al fine di prevenire fenomeni di erosione e per mantenere una maggiore pulizia dell'area.

Il fossetto interno ha una officiosità massima di 0.24 mc/s:

CALCOLO DI VERIFICA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO	
Sezione fossetto interno	
Il calcolo di verifica alla portata avviene in condizioni di moto permanente e uniforme	
$Q = A * C * \sqrt{R * i}$	$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$
χ (coefficiente di attrito) 2° formula di Bazin	23.27
R = A/P = raggio idraulico in metri lineari	0.23
P = contorno bagnato in metri	2.20
A = sezione liquida in mq	0.50
γ = coefficiente di scabrezza ($m^{1/2}$)	1.30
<i>0,10 pareti in cemento perfettamente lisce,</i>	
<i>0,16 pareti in cemento non perfettamente lisciate</i>	
<i>0,23-0,36 pareti in cemento in non perfette condizioni</i>	
<i>0,46 pareti intonacate, in pietrame, in terra regolarissima senza vegetazione</i>	
<i>0,60-0,85 terra abbastanza regolare, muratura vecchia</i>	
<i>1,30 terra con erba sul fondo, corsi d'acqua naturali</i>	0.50
<i>1,75 terra in cattive condizioni, corsi d'acqua con ciottoli e ghiaia</i>	
<i>2,3 canali in abbandono con grande vegetazione.</i>	
Sdo = scarpata destra: distanza orizzontale in metri	0.50
Sdv = scarpata destra: distanza verticale in metri	0.33
Sso = scarpata sinistra: distanza orizzontale in metri	0.50
Ssv = scarpata sinistra: distanza verticale in metri	0.33
H = altezza pelo libero del profilo di piena in metri (>= dist. vert. min)	0.33
F = larghezza fondo canale in metri	1.00
i = pendenza media del canale (numero puro) m/km (espressi in m)	0.002
Q = portata in mc/sec	0.24

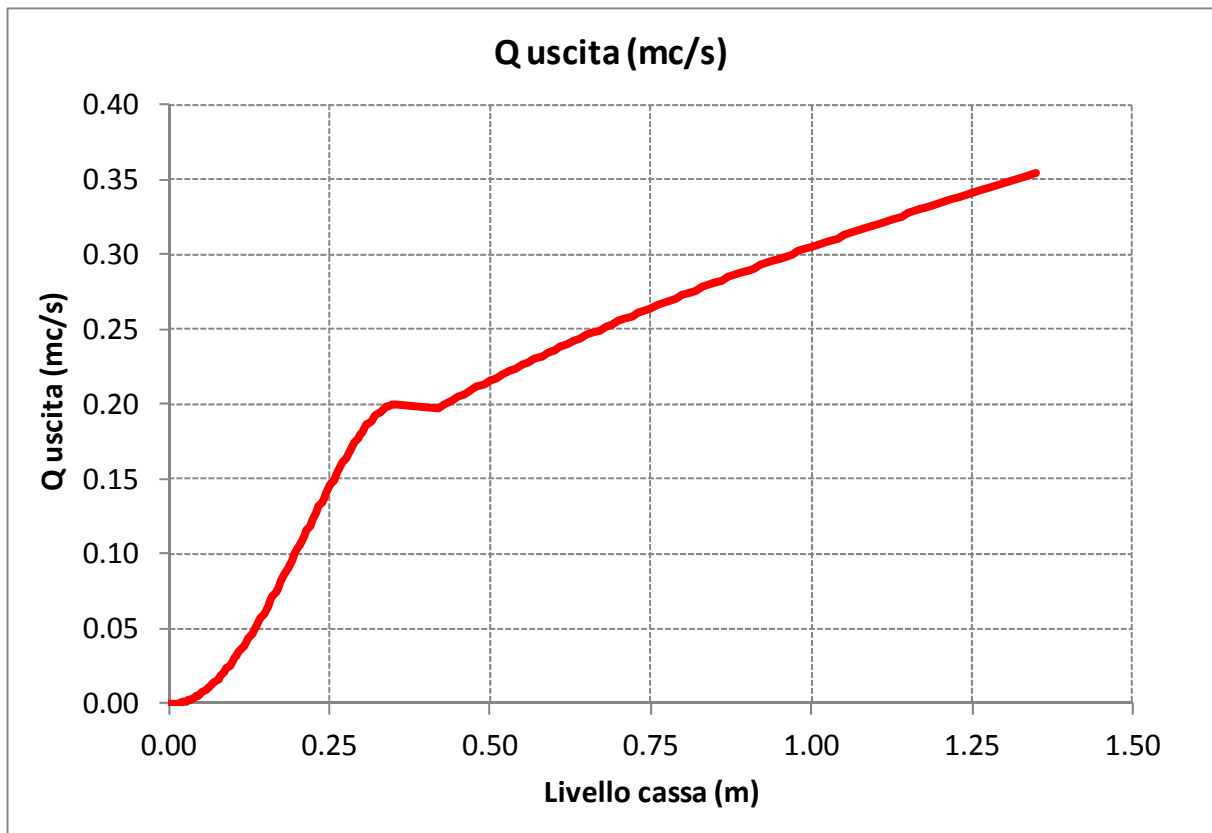
Lo scarico di fondo verrà realizzato con un tubo in pvc DN400 che si innesterà nell'esistente pozzetto di ispezione (pozzetto 18) sul collettore misto individuato come recapito delle acque laminate.

In corrispondenza dello scarico nel pozzetto esistente, verrà installata una valvola di non ritorno per impedire l'ingresso di acque dalla fognatura mista alla cassa di laminazione.

La pendenza di posa del collettore di scarico è dello 0.8%; in condizioni di funzionamento a gravità (quindi durante eventi meteorici non particolarmente intensi), la sua officiosità massima è di 0.20 mc/s, ottenuta applicando la formula di Chezy (moto uniforme a pelo libero).

Durante gli eventi meteorici più intensi, la cassa di laminazione inizierà a riempirsi gradualmente, in quanto la portata in ingresso (pari al massimo a quasi 1.80 mc/s) sarà superiore alla massima in uscita dallo scarico di fondo, che inizierà a lavorare in pressione.

La portata in uscita, funzione del livello in cassa, diviene determinabile mediante l'applicazione della formula (7), con funzionamento a battente. Associando le due formulazioni si ottiene la seguente legge di efflusso in funzione del livello idrico all'interno della cassa di espansione:



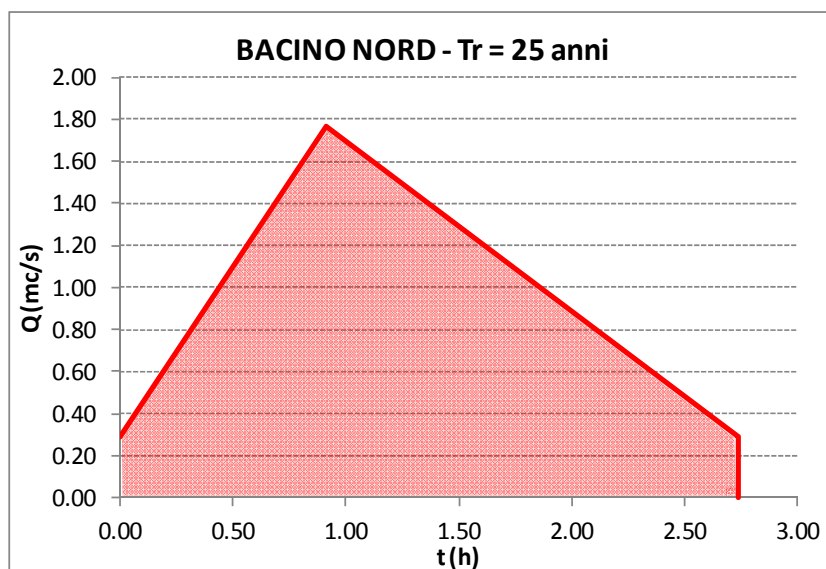
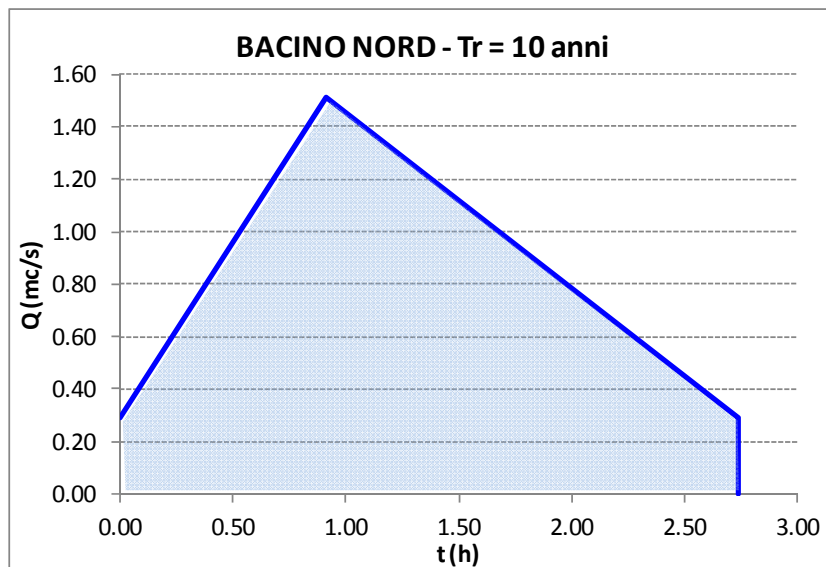
Questo funzionamento è da considerarsi "teorico" in quanto la presenza della valvola di non ritorno (clapet) installata in corrispondenza dello sbocco dello scarico di fondo (pozzetto 18) in caso di eventi meteorici di una certa intensità risulterà chiusa, impedendo così il funzionamento dello scarico di fondo, che entrerà in funzione solo nella fase di esaurimento dell'evento ed al suo termine.

Di seguito si calcolano i volumi massimi in ingresso alla cassa, considerando i tempi di ritorno adottati come riferimento, indipendentemente dalla sua capacità, che come detto potrebbe essere aumentata in futuro, a seguito di ulteriori cessioni delle aree agricole circostanti.

Ipotizzando quindi cautelativamente di trattenere tutta la portata in entrata (clapet chiuso), il volume massimo è dato dall'area sottesa dall'idrogramma in ingresso e, tenendo conto anche della portata in arrivo dal bacino SUD per mezzo del by-pass, pari a 0.29 mc/s e considerabile costante durante l'evento, è pari a:

Tr = 10 anni: V_{MAX} = 8'892 mc

Tr = 25 anni: V_{MAX} = 10'138 mc



Tale funzionamento "teorico" si ha in condizioni, come detto, di clapet completamente chiuso durante tutto l'evento meteorico: nella realtà allo scarico si avrà, nelle fasi iniziali della precipitazione, una portata in uscita non nulla.

Quando il livello all'interno della vasca sarà tale da superare la generatrice superiore del tubo di scarico (che inizierà quindi a funzionare in pressione) la portata in uscita, se il clapet rimane aperto (e ciò sarà sempre più probabile all'aumentare del livello in cassa, in quanto lo stato di apertura/chiusura della valvola dipende dal rapporto tra la quota idrica in cassa ed il livello nella tubazione recettrice DN1000) continuerà ad aumentare all'aumentare del livello in cassa, fino ad un massimo di 0.35 mc/s.

In generale, si può quindi ipotizzare (facendo una media dei valori della portata allo scarico), durante un evento eccezionale tale da riempire completamente o quasi la cassa, una portata media allo scarico pari a circa 0.208 mc/s durante l'intero evento (grazie soprattutto alle "sicure" attivazioni dello scarico nelle fasi iniziali e finali), vale a dire un volume scaricato di 2'049 mc; di conseguenza, sottraendo tale volume ai due valori di volume massimo in ingresso alla vasca calcolati per i tempi di ritorno di 10 e di 25 anni (rispettivamente pari a 8'892 mc e a 10'138 mc) risulta un volume "netto" da trattenere stimabile in:

$$\text{Tr} = 10 \text{ anni:} \quad V_{\text{NETTO}} = V_{\text{MAX}} - V_{\text{OUT}} = 6'880 \text{ mc}$$

$$\text{Tr} = 25 \text{ anni:} \quad V_{\text{NETTO}} = V_{\text{MAX}} - V_{\text{OUT}} = 8'133 \text{ mc}$$

Considerando che la capacità della cassa di laminazione è di 7'041 mc risulta che l'opera è totalmente efficace, stante l'area attualmente disponibile per la sua realizzazione, solo per eventi meteorici con tempi di ritorno decennali, mentre per eventi più intensi caratterizzati da tempi di ritorno ben superiori, ad esempio $\text{Tr} = 25$ anni, questa risulta sicuramente molto utile (coprendo la quota maggioritaria dei volumi necessari) ma non pienamente sufficiente.

Risulta altresì evidente come, proprio nei confronti di un evento a ricorrenza decennale (quello preso a riferimento per il dimensionamento "di base" dell'opera), rimanga un piccolo margine volumetrico da sfruttare (di tale "dotazione residua", si tratterà più approfonditamente al Par. 7).

Tra l'altro, la cassa in progetto mantiene notevoli margini di ulteriore ampliamento (come detto, almeno altri 1500 mc); per questo motivo, sono tecnicamente possibili ulteriori stralci attuativi di ottimizzazione idraulica del sistema, dei quali si tratterà nel successivo Par. 6.

6 POSSIBILI MODIFICHE MIGLIORATIVE DELLE OPERE IN PROGETTO

Alcuni interventi già previsti (pista ciclopedonale in fregio alla Via Emilia tra Santa Giustina e via del Pino, coincidente in pratica con l'area d'intervento della cassa d'espansione e relativo fosso d'ingresso), alcuni potenziali ed auspicabili di sicura ottimizzazione del funzionamento idraulico complessivo del sistema (separazione della fogna mista DN1000 in uscita dall'area produttiva di via della Quercia/via del Pino) ed altri "teorici" di incremento di misure già adottate (altri by-pass di riequilibrio tra i fossi meridionale e settentrionale della via Emilia, ampliamento della cassa di espansione qui in progetto a seguito di cessione di ulteriore terreno agricolo al Comune) possono andare a sfruttare appieno la potenzialità della cassa in termini di riduzione dei volumi esondabili e quindi del grado di rischio idraulico da allagamento dell'intera area della via Emilia e dell'abitato di Santa Giustina.

La loro attivazione e realizzazione potrà, infatti, rendere più sfruttabile la cassa in ragione della sua capacità di intercettare più acqua meteorica e più territori tributari.

Essi vengono ora elencati e sinteticamente descritti.

6.1 Possibile ampliamento della cassa di espansione in progetto

Come già anticipato, la cassa potrà essere in futuro - attivando un secondo stralcio funzionale di lavorazioni di semplice scavo/movimentazione terra - ampliata significativamente, guadagnando importanti volumetrie utili di laminazione che possono garantire un aumento importante del grado di sicurezza idraulica del territorio e consentire al tempo stesso ulteriori aumenti del bacino tributario dell'opera, sfruttandone appieno le potenzialità massime.

Ampliando, ad esempio, verso nord la cassa (qui prevista con sedime di 10000 mq) di circa 17 metri - vedasi schema planimetrico dell'Allegato 7 -, si ottiene che l'estensione sommitale della stessa (in corrispondenza del pelo libero massimo) diventa di 11'452 mq (quota +0.55 m slrif), mentre al fondo (quota variabile da - 0.35 m slrif a - 0.45 m slrif) l'area diviene pari a 7'802 mq; l'altezza utile della cassa rimarrà pari ad almeno 90 cm, per una capacità di invaso di 8'664 mc (con un aumento netto del volume invasabile di oltre 1640 mc!).

L'unico cambiamento significativo è dato dal fatto che a nord il ciglio si mancherebbe ovunque ad una distanza maggiore a 5 m da una linea gas bassa pressione (in gestione a Adriagas S.r.l., ex SGR Rimini) segnalata mediante dei pali indicatori, anzichè ad oltre 22 metri come nel progetto qui approntato.

Le seguenti opere:

- fosso di intercettazione delle acque meteoriche che scorrono nel fosso stradale lato nord della via Emilia; tale fosso permette l'ingresso delle acque meteoriche nella cassa di espansione,
- scarico di fondo della cassa, collegato alla fognatura mista esistente DN1000 in cls, transitante tra la cassa stessa e la via Emilia,

rimarebbero assolutamente inalterate, come la morfologia delle scarpate e del fossetto interno di magra.

A questo punto, è bene ricordare che i "volumi netti" necessari, in base alle calcolazioni idrologiche effettuate per i tempi di ritorno di 10 e di 25 ann,i sono state quantificate in:

$$\text{Tr} = 10 \text{ anni:} \quad V_{\text{NETTO}} = V_{\text{MAX}} - V_{\text{OUT}} = 6'880 \text{ mc}$$

$$\text{Tr} = 25 \text{ anni:} \quad V_{\text{NETTO}} = V_{\text{MAX}} - V_{\text{OUT}} = 8'133 \text{ mc}$$

Ciò significa che portare la capacità della cassa di laminazione a 8'664 mc renderebbe l'opera totalmente efficace anche per eventi meteorici con tempo di ritorno venticinquennale, garantendo addirittura un margine volumetrico ancora da sfruttare di oltre 530 mc: quest'ultima circostanza rende ancor più auspicabili gli interventi di razionalizzazione e potenziamento del sistema fognario e del reticolo di fossi a servizio della cassa (vedasi Par. 6.3 e 6.4), in quanto il volume disponibile sarebbe totalmente utilizzato aumentando così il grado di protezione idraulica del reticolo di drenaggio urbano vallivo (Santa Giustina) e dei relativi territori urbani attraversati, comprese le opere infrastrutturali.

6.2 Progetto di pista ciclopedonale in fregio alla SS. 9 e connesso tombinamento del fosso nord della stessa via Emilia

É in corso la progettazione esecutiva della pista ciclopedonale sul fronte nord della via Emilia, tra le vie Pedrizzo e del Pino.

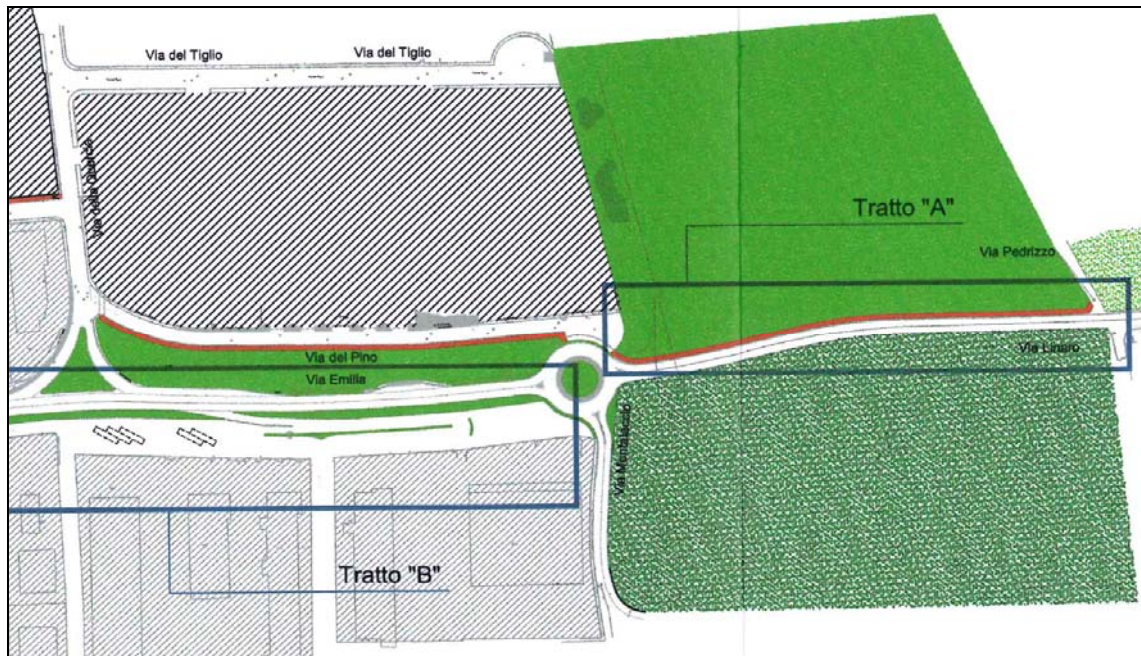


Figura 5: Planimetria d'inquadramento del Tratto A (via Pedrizzo - via del Pino) della nuova pista ciclabile di collegamento tra l'abitato di Santa Giustina e la Stazione FF.SS. di Santarcangelo di Romagna

Essa, essendo in contiguità alla piattaforma stradale, interferisce integralmente dal punto di vista planimetrico con il fosso stradale oggetto di risagomatura e diversione verso la nuova cassa di espansione.

Attualmente, il progetto prevede una tombinatura del fosso nord con un DN800 in cls, ma alla luce del presente progetto della cassa d'espansione esso dovrà essere adeguatamente modificato: la concertazione di tali aggiustamenti progettuali, a seguito di riunione congiunta con i Progettisti ed i tecnici comunali, è stata raggiunta.

La tombinatura del fosso sotto la ciclabile presenterà un diametro minimo DN1000 (comunque da definire precisamente con i calcoli idraulici necessari); alla luce della quota di partenza dal DN1000 esistente sotto la rotonda di via Montalaccio - abbastanza profonda - la nuova tombinatura dovrà presentare un sifone sottopassante le reti SNAM ortogonali alla via Emilia, in corrispondenza della sez. 2 del fosso nord.

Tale DN1000, arrivato alla sez. 6 del fosso, terminerà in un pozzettone di diversione, ove proseguirà verso est un diametro di molto inferiore (strozzatura da dimensionare) e verso nord vi sarà una "finestra di sfioro alto laterale" dalla quale l'acqua, in caso di afflussi consistenti ed eccedenti la capacità della strozzatura, defluirà verso la cassa d'espansione sfruttando sempre il nuovo fosso di ingresso alla cassa qui previsto (dalla sez. 6 alla sez. 62).

In pratica, questo sistema sottintende uno schema generale di funzionamento idraulico del tutto identico a quello ora progettato, ma ne ottimizza le prestazioni dei vari elementi in gioco, in quanto il fosso viene tombinato con sezione adeguata e di officiosità idraulica maggiore del fosso attuale in terra; inoltre, mentre il fosso nord attuale deviato è tale da immettere in cassa tutte le acque in arrivo, il sistema tombinato conseguente alla realizzazione della pista ciclabile farà sì che la cassa d'espansione lavori solamente sui volumi eccedenti la strozzatura posata tra la sez. 6 e la sez. 13, riducendone quindi la frequenza di allagamento ed i relativi volumi invasati, ed aumentando di conseguenza il volume ancora disponibile per ulteriori interventi migliorativi.

6.3 Possibile separazione delle acque miste della fognatura DN1000 proveniente da via del Pino e collettamento delle acque meteoriche in cassa d'espansione

L'assetto generale delle fognature bianche, miste e nere dell'area d'intervento è stata preventivamente accertata visionando la cartografia GIS in possesso dell'Ente Gestore (HERA). Un estratto significativo è riportato in Allegato 1.

A seguito di numerosi rilievi di controllo, concentrati nei punti più delicati e dubbiosi e comunque necessari per avere una conoscenza di dettaglio dell'altimetria della rete, è stato possibile aggiornare al meglio quanto già in possesso di HERA ed arrivare alla Tavola VL2 di progetto.

Da essa si evince chiaramente che l'area verde ove si prevede la realizzazione della cassa è attraversata trasversalmente da una dorsale molto importante di fognatura mista DN1000 in cls, la quale si fa carico in pratica di tutte le acque, bianche e nere, originate dall'area produttiva ricompresa tra la via Emilia a sud, la linea ferroviaria Bologna-Otranto a nord, via Tosi ad ovest e proprio l'area a verde qui in esame ad est. Tale linea fognaria, in quanto per acque miste, rappresenta un vincolo importante per il presente progetto per un duplice motivo:

1. con il suo andamento planimetrico particolare, tale dorsale esclude una piccola porzione di area dalla possibile sagoma massima della cassa, riducendone, anche se in misura minimale, il massimo volume potenzialmente invasabile;
2. proprio in virtù della sua natura, essa non può interferire, in fase di ingresso acque, con la cassa d'espansione e quindi rappresenta un ostacolo significativo, specialmente come altimetrie. In pratica, il fosso nord della via Emilia deve rimanere molto "alto" proprio per evitare e passare di pochissimo sopra all'estradosso del condotto del DN1000 in cls della fogna mista esistente.

La dorsale può invece rappresentare un ottimo recettore finale delle acque in uscita dalla cassa tramite la strozzatura DN400 in PVC - nel pozzetto esistente n. 18 -, appositamente protetta con una valvola terminale a clapét.

Queste forti limitazioni hanno portato ad ampliare il raggio d'indagine per comprendere se vi siano i presupposti per "separare", in futuro, le acque miste e configurare dunque la suddetta dorsale DN1000 come fognatura per acque bianche: in tal modo, essa potrebbe essere convogliata nella cassa e laminata, ampliando il bacino tributario dell'opera di difesa idraulica qui in progetto.

Nell'area produttiva servita, tutti i rami e le dorsali secondarie sono sempre separate (acque nere ed acque bianche) ed arrivano ad unirsi solamente nel momento che la citata dorsale DN1000 esce dall'area edificata per dirigersi verso est nell'area agricola qui oggetto d'intervento.

Nel pozzetto n. 14, infatti, si uniscono le fogne bianche DN1000 di via del Pino e DN600 di via del Tiglio/via dell'Olmo; subito dopo, però, nel pozzetto n. 15 si innestano le parallele fogne nere DN200 PVC provenienti dalle medesime vie. Da questo punto, la dorsale DN1000 diviene per acque miste!

Alla luce del fatto che la via Pedrizzo e tutta l'area di Santa Giustina ad est (tramite scolmatori) saranno servite a breve da fognatura nera separata DN200/250 in PVC con recapito sul collettore consortile DN500 in gres che corre parallelo alla via Emilia sul fronte sud (con sottopasso della statale in spingitubo DN250 PVC), come da progetto approvato per le fogne nere del Comparto AN.A3, è possibile ipotizzare un nuovo assetto "metaprogettuale" delle fogne dell'area, riportato schematicamente in Allegato 6. In pratica, vista la ridotta distanza (circa 250 metri) tra il pozzetto n. 15 da separare e la via Pedrizzo, sulla quale appunto insisterà una nuova dorsale di fogna nera DN250 collegata al DN500 in gres consortile, è possibile a costi relativamente bassi prevedere la realizzazione di una fogna nera DN250 PVC (con pendenza dell'ordine del 3 per mille) che divida definitivamente tutte le acque del comparto di monte fino alla via Pedrizzo e quindi oltre la via Emilia, in modo da riclassificare la dorsale DN1000 che costeggia la cassa d'espansione (oggi mista) come condotta fognaria bianca. Tale obiettivo consentirebbe nuovi scenari di interazione attiva, e non passiva, tra la dorsale DN1000 ed il presente progetto della cassa.

In pratica, con il DN1000 fogna bianca, avremmo due dorsali quasi parallele di raccolta delle acque meteoriche - il fosso nord (deviato) della via Emilia ed il DN1000 - entrambe collettibili alla cassa d'espansione, condizione che consentirebbe di sfruttare totalmente il volume di laminazione e ridurre quindi ancor più le portate trasferite a valle sul DN1200 in cls che corre nella via Emilia entro l'abitato di Santa Giustina.

Altro vantaggio sarebbe quello di poter sostituire, come sfioratore di ingresso in cassa, il fosso deviato "alto" (dalla sez. 6 alla sez. 62) con un condotto anche di grandi dimensioni che partendo appunto dal pozzettone che verrà realizzato sotto la pista ciclopedonale (alla sez. 6) abbia sedime verso nord, intercetti anche il DN1000 in un ulteriore pozzettone da realizzare su tale dorsale ed infine vada a confluire entro la cassa; questo potrebbe avvenire a quote ben più basse del fosso ora previsto, potendo interferire positivamente con la dorsale DN1000 e non dovendone invece rimanere sopra per garantire l'indipendenza tra i due sistemi! Dimensioni e quote definitive di tale tubazione di intercettazione verso cassa dovranno naturalmente essere oggetto di appositi studi e progetti esecutivi.

Dell'iter di approvazione (e della copertura finanziaria) di tale opera di miglioramento e potenziamento del sistema fognario locale dovranno occuparsene, eventualmente, gli Enti preposti, in primis Comune e HERA; sicuramente, essa avrebbe come effetto benefico diretto l'ottimizzazione del funzionamento idraulico e della sfruttamento volumetrico della cassa d'espansione qui in progetto.

6.4 Ulteriori collegamenti tra i fossi sud-nord della via Emilia

Un ulteriore intervento di riequilibrio complessivo del sistema drenante dell'area, e di contestuale utilizzo ottimale della cassa d'espansione, può configurarsi, similmente a quanto fatto con i due condotti DN315 PVC sottopassanti la rotonda di via Montalaccio/via Emilia, convogliando più acqua meteorica - soprattutto in occasione di eventi pluviometrici intensi - dalla dorsale sud a quella nord dei fossi di guardia della via Emilia.

Si evince infatti dai calcoli idrologico-idraulici condotti nei precedenti paragrafi che i due fossi, pur presentando caratteristiche similari in termini "geometrici" (sagoma a cielo aperto, pendenze, diametri dei tratti tombinati, condizioni di manutenzione, ...) e quindi valori di officiosità idraulica paragonabili, sono caratterizzati da valori dei picchi di piena massimi attesi (per un prefissato tempo di ritorno T_r) assai diversi (da $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ a $5 \text{ m}^3/\text{s}$, come ordini medi di grandezza) a causa della differente estensione dei bacini sottesi e delle relative caratteristiche dei suoli (maggiormente impermeabilizzati a sud). Al momento non si ravvedono possibili sinergie con altri interventi in previsione nell'area tali per cui si possa ipotizzare la realizzazione di un altro "scolmatore" parziale di acque bianche dal lato sud al lato nord della via Emilia, ma questa eventualità va sempre tenuta in buona considerazione per il futuro in quanto rappresenterebbe sicuramente un'azione benefica sia per evitare spagliamenti durante eventi importanti dal fosso sud a cielo aperto (anche in territorio riminese) sia per laminare maggiori volumetrie nella costruenda cassa d'espansione.

7 INTERAZIONE TRA CASSA DI LAMINAZIONE DI PROGETTO E DISPOSITIVI PER L'INVARIANZA IDRAULICA DEL COMPARTO AN.A3

In ultimo, la realizzazione della cassa di espansione (in quanto sovradimensionata ed agente sul medesimo recettore finale della nuova rete di fogna bianca del Comparto) assicurerà anche il reperimento dei volumi da garantire ai fini dell'invarianza idraulica della trasformazione urbanistica prevista dal PUA dell'ambito AN.A3, così come dettagliato al Par. 3 dell'Elaborato "*Relazione di calcolo definitivo fognature*", senza la necessità di sovradimensionare la rete fognaria a servizio del PUA stesso (come invece previsto nel progetto ultimo [2012] delle fogne bianche autorizzato). Il Comparto, quindi, non sarà più assoggettato ad invarianza idraulica "autonoma" (dispositivi di accumulo per 160 m^3 e strozzatura finale indipendenti) risultando esso, per tale aspetto specifico, positivamente compensato (ed in maniera assai esuberante) dalla realizzazione - a carico della medesima proprietà privata del Comparto - della citata cassa d'espansione da oltre $7'000 \text{ m}^3$ di capacità, agente direttamente in linea proprio sul corpo recettore della fogna di Comparto (il fosso stradale nord della SS9, che poi entra con DN1200 CLS nell'abitato di Santa Giustina).

In sintesi, la "novità" progettuale (migliorativa) di realizzare una cassa d'espansione di volume utile pari ad oltre $7'000 \text{ m}^3$ a protezione idraulica dell'intero abitato di Santa Giustina poco a monte dell'incrocio delle vie Pedrizzo e Linaro con la SS9 cambia completamente lo scenario d'azione e di fatto rende inutile, in quanto ampiamente controilanciata da detta cassa, l'attuazione di dispositivi d'invarianza idraulica all'interno del Comparto in esame.

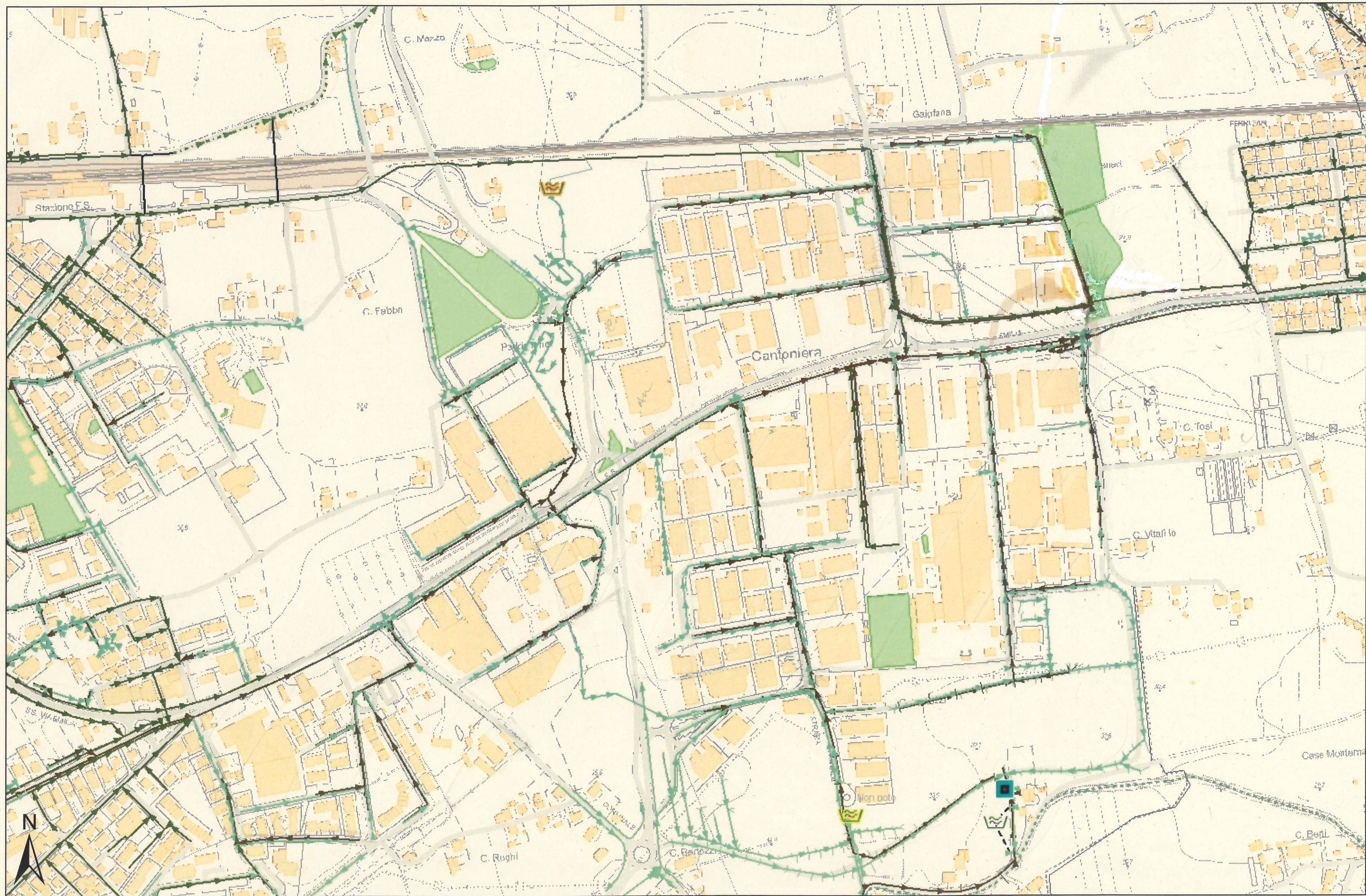
Di seguito si citano sinteticamente le evidenti ragioni di ciò.

- durante gli eventi pluviometrici più gravosi ($Tr = 10, 25$ anni), che coincidono con quelli in grado di mandare in crisi il sistema di smaltimento urbano di Santa Giustina, nel fosso nord della SS9 si immettono circa 0.3 mc/s tramite il by-pass [n. 2 DN315 PVC paralleli] sotto la rotonda di via Montalaccio. Essi si vanno a sommare ai $1.2-1.5 \text{ mc/s}$ che già transitano nel fosso stesso. Tutti questi apporti vanno da progetto a confluire direttamente nella nuova cassa d'espansione, dalla quale vi è una sola strozzatura d'uscita che va a recapitare nel DN1000 proveniente da via del Pino e quindi nel medesimo fosso tombinato [DN1200 CLS] della SS9. Come evidenziato dai calcoli, la massima portata in uscita dalla cassa è stimabile in 0.35 mc/s (con DN400 PVC in uscita), con una media presuntiva di circa 0.208 mc/s . Questo significa che all'incrocio di via Pedrizzo e SS9, cioè ove comincia la tombinatura del fosso DN1200 entro l'abitato, la cassa determina un decremento dei suoi picchi di portata in transito, rispetto allo stato attuale, di almeno $0.9-1.2 \text{ mc/s}$ circa! Il fatto dunque che su tale dorsale vada poi a recapitare il nuovo Comparto con la sua portata "naturale" (circa 75 l/s) invece che con la portata laminata (circa 7 l/s) è ininfluente e controbilanciato, con almeno un ordine di grandezza di differenza (decapitazione di 1000 l/s medi, rispetto ad un ingresso maggiore di 70 l/s !), dal funzionamento della cassa d'espansione ubicata appena a monte;
- la citata cassa d'espansione viene realizzata a totale carico del Soggetto Attuatore del Comparto in esame e dunque i 160 mc teoricamente necessari possono essere visti come reperiti all'interno della cassa stessa, che tra l'altro risulta sovradimensionata rispetto alle mere esigenze di vaso stimate per gli eventi di riferimento "di base" con $Tr = 10$ anni;
- il sistema fognario risulta senz'altro più funzionale con il nuovo assetto, in quanto la realizzazione di appositi dispositivi di accumulo per l'invarianza interna (maxiscatolare) presupponeva la contestuale presenza di una strozzatura finale, nel caso specifico però di difficile dimensionamento in quanto sulla dorsale principale interna vanno a confluire (per risanamento e/o miglioramento funzionale) anche altre aree urbane esistenti e consolidate, quali gli abitati frontisti delle vie Caduti in guerra, Solferino, Baldini ed il nucleo isolato in fondo alla via Pedrizzo. In pratica, come si evince dai calcoli analitici riportati al Par. 3 dell'Elaborato "*Relazione di calcolo definitivo fognature*", si sarebbe dovuto limitare la portata in uscita da circa 425 l/s a circa 355 l/s , in quanto l'edificato esistente (che sarà divertito entro la fogna di Comparto) già attualmente fornisce un contributo potenziale di circa 350 l/s ; ma, tenuto conto anche della variabilità del battente di monte, definire una "potenziale" strozzatura che al tempo stesso non rigurgiti troppo (penalizzando così i "diritti acquisiti" delle aree esistenti) e non lasci altresì passare tutti i picchi di portata (rendendo inutili di fatto i dispositivi di accumulo a monte) è operazione assai ardua, tenuto conto che si tratta di portate abbastanza significative e quindi di tubazioni comunque medio-grandi (tipo DN500), in ragione della specificità data da un Comparto (unico teoricamente da laminare) che rappresenta solamente il 20% circa del futuro bacino complessivo della dorsale principale di Comparto!

In conclusione, visto che la nuova dorsale di fognatura bianca del Comparto si fa carico di aree esistenti (prima servite da fogne miste, ora scolmate) in quota maggioritaria rispetto all'estensione del presente Comparto e che la prevista cassa d'espansione di oltre 7'000 mc (realizzata sempre dai Soggetti Attuatori del Comparto) compensa in termini volumetrici e di portate la mancata realizzazione di appositi dispositivi di invarianza idraulica interni, si può procedere correttamente ad un dimensionamento "classico" delle fogne bianche di Comparto (cioè, con officiosità idraulica dei condotti sempre maggiore della corrispondente massima portata idrologica in ingresso, per ogni ramo fino a recapito, ed assenza di strozzatura terminale asservita a dispositivi di accumulo temporaneo).

ALLEGATO 1

Estratto GIS fognature di HERA relativo all'area oggetto di studio



ALLEGATO 2

**Criteria per il dimensionamento e la gestione delle opere laminazione e potenziamento della rete,
per nuovi insediamenti industriali, commerciali e residenziali - Allegato 5 del Regolamento di
fognatura della provincia di Rimini (HERA)**

Allegato 5

CRITERI PER IL DIMENSIONAMENTO E LA GESTIONE DELLE OPERE DI LAMINAZIONE E POTENZIAMENTO DELLA RETE, PER NUOVI INSEDIAMENTI, INDUSTRIALI, COMMERCIALI E RESIDENZIALI.

Questo documento può essere soggetto a modifiche in relazione alle esigenze dell'ente gestore del servizio di pubblica fognatura. Esso è realizzato con lo scopo di regolamentare lo sviluppo territoriale relativamente all'infrastruttura di fognatura prima dell'entrata in vigore del nuovo piano generale delle fognature.

Vista la estrema varietà del territorio e conseguentemente dei ricettori, tali indicazioni devono essere considerate di massima ed andranno comunque adattate ai singoli casi specifici.

SCHEMI TIPICI DI PIANIFICAZIONE

Gli schemi di seguito riportati trovano applicazione in numerose situazioni di espansione del territorio o modifica delle superfici esistenti. Per modifica si intende, un qualsiasi intervento che altera lo stato dei suoli, producendo come risultato un aumento delle portate nella rete di fognatura durante gli eventi di pioggia.

1) AREE DI AMPLIAMENTO O DI ESPANSIONE RESIDENZIALE

ZONA TIPO 1A) Aree con possibilità di smaltimento locale di tutte le portate meteoriche

Tipologia della rete esistente: *rete nera con tratti locali di rete (bianca) o ricettori ampi per acque bianche.*

Ricettori: *la rete nera confluisce nei collettori adducenti alla depurazione, le acque bianche ai ricettori presenti*

Scaricatori di piena: *non necessari, essendo ammesso anche lo scarico diretto delle acque di prima pioggia (non contaminate)*

Vasche volano: *non necessarie*

Potenziamento rete: *Il potenziamento della rete può essere richiesto, sia per la rete nera, che per la rete bianca.*

ZONA TIPO 1B) Aree senza possibilità di smaltimento locale delle portate meteoriche, da smaltire tramite fognature esistenti (separate).

Tipologia della rete esistente: *separata.*

Ricettori: *smaltimento delle acque nere e meteoriche in reti fognarie esistenti separate.*

Scaricatori di piena:	<i>non possibili, data l'inesistenza di ricettori locali ai quali fare affluire le acque meteoriche.</i>
Vasche volano:	<i>eventualmente necessarie per limitare la portata afferente alle fognature di valle bianche, entro valori tali da non richiedere la ricostruzione delle fognature di valle, e comunque entro il limite di 20 l/s ha. Determinazione del Volume attraverso gli schemi di calcolo seguenti.</i>
Potenziamento della rete	<i>Il potenziamento della rete può essere richiesto, sia per la rete nera, che per la rete bianca.</i>

ZONA TIPO 1C) Aree senza possibilità di smaltimento locale delle portate meteoriche, da smaltire tramite fognature esistenti (unitarie).

Tipologia della rete:	<i>unitaria.</i>
Ricettori:	<i>smaltimento delle acque nere e meteoriche in reti fognarie esistenti unitarie.</i>
Scaricatori di piena:	<i>non possibili, data l'inesistenza di ricettori locali ai quali fare affluire le acque meteoriche.</i>
Vasche volano:	<i>eventualmente necessarie per limitare la portata afferente alle fognature di valle unitarie, entro valori tali da non richiede la ricostruzione delle fognature di valle, e comunque entro il limite di 20 l/s ha. Determinazione del volume attraverso gli schemi di calcolo seguenti.</i>
Potenziamento della rete	<i>Può essere richiesto, il collettamento delle acque accumulate nella vasca, in apposito ricettore di acque bianche.</i>

2) AREE DI AMPLIAMENTO O DI ESPANSIONE INDUSTRIALE

ZONA TIPO 2A) Aree con possibilità di smaltimento locale di tutte le portate meteoriche

Tipologia della rete:	<i>rete nera con tratti locali di rete (bianca) o ricettori ampi per acque bianche.</i>
Ricettori:	<i>le acque di processo confluiscono nella rete nera adducente alla depurazione</i>

	<i>Le acque di prima pioggia (5mm = 50 m³/ha) provenienti da superfici degli insediamenti suscettibili di essere contaminate (50% dell'area totale) vengono immesse in rete nera, con portata pari a 1 l/s.ha secondo modalità da definire compatibilmente con il ricettore di valle.</i>
	<i>Le acque meteoriche eccedenti le prime piogge e le acque provenienti da superfici non suscettibili di essere contaminate (rimanente 50% dell'area totale) sono smaltite localmente sul suolo/nel sottosuolo o in corpi idrici superficiali.</i>
Scaricatori di piena:	<i>devono essere realizzati da parte dei privati per separare le acque di prima pioggia relative alle aree degli insediamenti suscettibili di essere contaminate)</i>
Vasche volano:	<i>non necessarie</i>
Potenziamento della rete	<i>Può essere richiesto per entrambe le reti</i>

ZONA TIPO 2B) Aree senza possibilità di smaltimento locale delle portate meteoriche, afferenti a fognature esistenti (separate).

Tipologia della rete:	<i>separata</i>
Ricettori:	<i>Come per le zone di tipo 2A</i>
Scaricatori di piena:	<i>non possibili, data l'inesistenza di ricettori locali delle acque meteoriche.</i>
Vasche volano:	<i>eventualmente necessarie per limitare la portata afferente alle fognature di valle (bianche o unitarie) entro valori tali da non richiedere la ricostruzione delle fognature di valle, e comunque entro il limite di 20 l/s ha</i>
Potenziamento della rete	<i>Può essere richiesto per entrambe le reti</i>

ZONA TIPO 2C) Aree senza possibilità di smaltimento locale delle portate meteoriche, afferenti a fognature esistenti (unitarie).

Tipologia della rete:	<i>unitaria</i>
Ricettori:	<i>Acque bianche e nere di processo nella fognatura unitaria.</i>
Scaricatori di piena:	<i>non possibili, data l'inesistenza di ricettori locali delle acque meteoriche.</i>
Vasche volano:	<i>eventualmente necessarie per limitare la portata afferente alle fognature di valle entro valori tali da non richiedere la ricostruzione delle fognature di valle.</i>
Potenziamento della rete	<i>Può essere richiesto, il collettamento delle acque accumulate nella vasca in apposito ricettore di acque bianche.</i>

PARAMETRI DA UTILIZZARE NEL DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE

Di seguito sono riportati i parametri che devono essere utilizzati per il calcolo delle portate e per la determinazione delle vasche volano e dei manufatti ad essa collegati..

COEFFICIENTI. DI DEFLUSSO

Tabella 1. coeff. di deflusso (impermeabilità)

superficie tipo	c
terreni, giardini, ecc.	0,15-0,3*
parcheggi drenanti, strade bianche, ecc.	0,5-0,6
strade e parcheggi impermeabili	0,85
tetti, piazzali interni degli edifici, ecc.	0,9-0,7**

* Il valore 0,3 si applica nei casi di piccoli appezzamenti di giardino a confine o comunicanti con aree impermeabili (parcheggi, strade, aiuole), appezzamenti di terreno scoscesi verso aree impermeabili, ecc..

** tale valore è da considerare nel caso che la disconnessione dei pluviali dei tetti è eseguita in maniera completa, senza alcun possibile collegamento alla fognatura. (Solo per aree residenziali).

CURVA SEGNAATRICE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

Si adottano per il calcolo delle portate le seguenti curve segnalatrici di tabella 2 il cui grafico è riportato nella pagina seguente (grafico 1).

Tabella 2. Curve segnalatrici

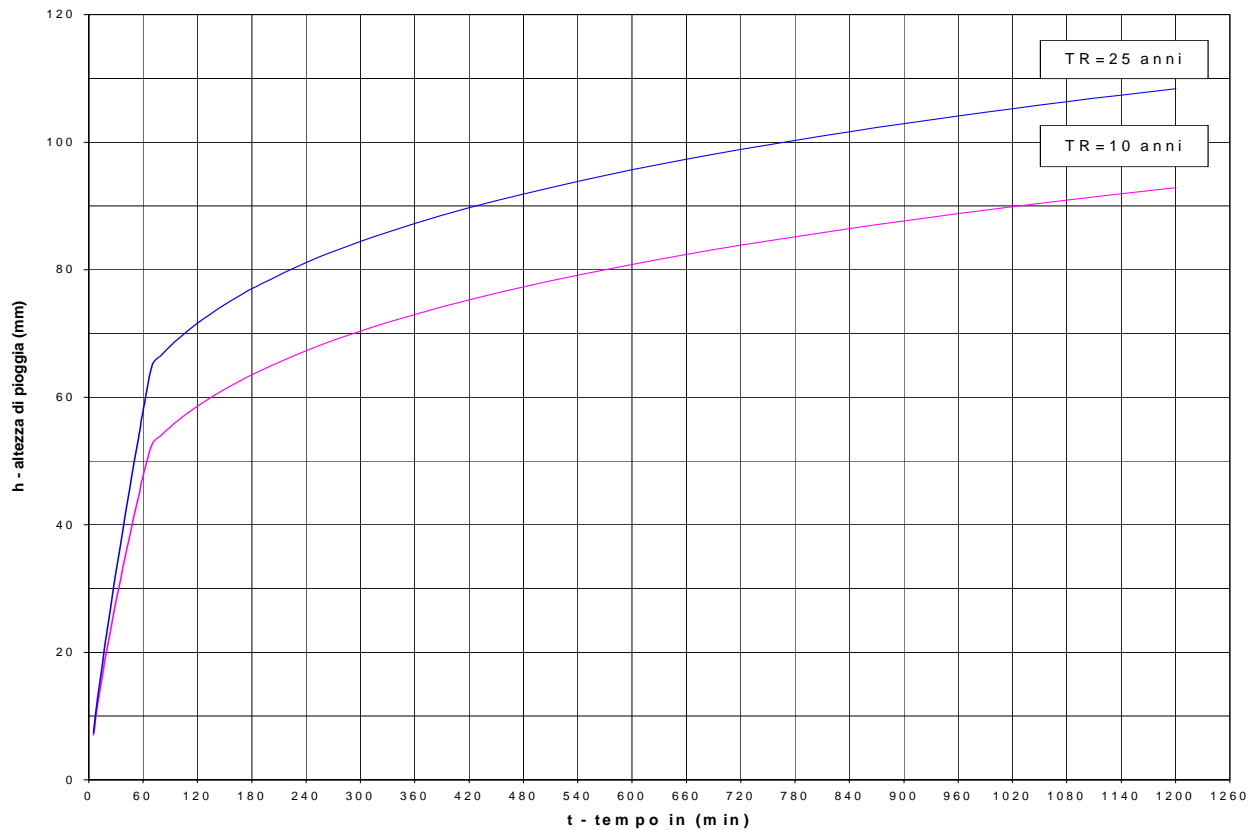
Tempo di ritorno	Curva segnalatrice per tempo di pioggia < 1 h	Curva segnalatrice per tempo di pioggia > 1 h
10 anni	$h = 47,6 t^{0,77}$	$h = 51,0 t^{0,20}$
25 anni	$h = 57,8 t^{0,83}$	$h = 63,2 t^{0,18}$

Unità di misura: tempo (h) – altezza di pioggia h (mm)

Per reti di fognatura e manufatti collegati si adotta il tempo di ritorno $Tr = 10$ anni.

In casi particolari per interventi che riguardano collettori primari della rete o opere idrauliche importanti deve essere adottato il tempo di ritorno $T_r = 25$ anni.

GRAFICO 1 - Curva segnalatrice di possibilità pluviometrica per 10 e 25 anni



DETERMINAZIONE DELLE PORTATE

Le portate devono essere calcolate attraverso il metodo cinematico utilizzando la seguente formula.

$$Q_{\max} = c^* \cdot I(T_c) \cdot A$$

Dove:

c^* coeff. di deflusso medio ponderale del bacino determinato adottando per ogni singola area i valori di Tab.1

$I(T_c)$ intensità di pioggia ($h(T_c)/T_c$).

A area totale del bacino

T_c tempo di corrivazione determinato mediante stime del tempo di percorrenza e di accesso alla rete del percorso più lungo.

Salvo casi particolari, (reti con pendenza maggiore dello 0.5%), si devono adottare velocità in rete di 1 m/s

e tempo di accesso di 5 min.

VASCHE DI LAMINAZIONE

PREMESSA

Nei casi di ampliamento di cui ai precedenti punti 1 e 2 dell'allegato 5 sono previste come opere di protezione della rete, dei bacini o vasche di laminazione.

Tali vasche possono essere sinteticamente suddivise in vasche a gravità o vasche con sollevamento meccanico. Nelle prime lo scarico dell'acqua accumulata avviene a gravità, nel secondo attraverso delle pompe di sollevamento.

LIMITE DI AREA E PORTATA PER LA COSTRUZIONE DI VASCHE DI LAMINAZIONE

Non devono essere costruite vasche per insediamenti di superficie territoriale inferiore a 2.500 mq.

Se la portata massima calcolata come ai punti precedenti supera il valore assoluto di 20 l/sec devono essere previsti accorgimenti (esempio: modifica di superfici da impermeabili a permeabili), per ricondurre il valore al di sotto dei 20 l/sec.

CALCOLO DEI VOLUMI DI LAMINAZIONE

Il volume di laminazione deve essere calcolato mediante il metodo cinematico per tutte le piogge della curva segnalatrice (TR = 10 anni) con tempi di pioggia diversi. Deve essere preso il volume massimo tra i valori ottenuti con le varie piogge, considerando che le portate che possono transitare verso valle non possono superare il valore di 20 l/sec per ogni ettaro di superficie territoriale dell'intervento. Nel grafico 2 della pagina seguente sono forniti i valori per superfici fino a 4 Ha, per valori intermedi è possibile procedere per interpolazione lineare.

Per superfici maggiori di 4 Ha il volume deve essere determinato mediante i criteri sopra esposti, o attraverso uno studio idraulico appropriato

COLLOCAZIONE, GESTIONE E MANUTENZIONE DELLE VASCHE

Le vasche di laminazione devono essere collocate in area privata, in alternativa in area pubblica in concessione d'uso al soggetto privato.

Tutti gli oneri di gestione e manutenzione della vasca di laminazione saranno a tempo indeterminato a carico del privato. Per privato si intende il costruttore della vasca di laminazione o gli acquirenti successivi per i quali tale clausola onerosa dovrà essere trasferita.

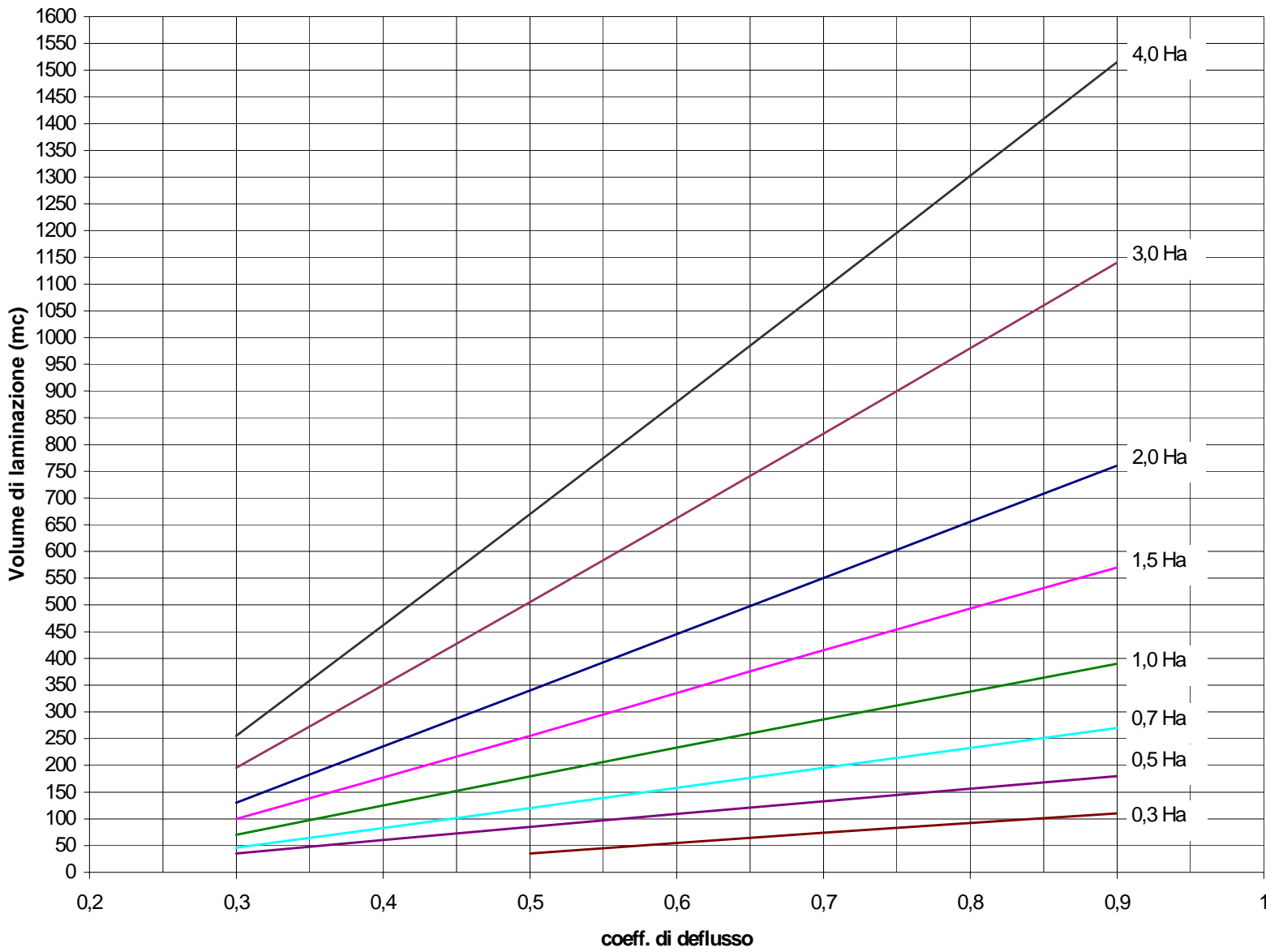
Le vasche di laminazione sono opere che richiedono attività di manutenzione e controllo periodico costante, tali attività devono essere svolte da aziende specializzate, le quali terranno un registro d'intervento e controllo (a disposizione del gestore della pubblica fognatura), assumendosi la responsabilità del funzionamento dell'opera con contratto. Il nominativo della ditta specializzata, preposta alla manutenzione e controllo, dovrà essere comunicato dal proprietario della vasca all'ente gestore delle pubbliche fognature con lettera raccomandata.

L'ente gestore del servizio di pubblica fognatura potrà svolgere tale servizio applicando una maggiorazione sulla tariffa calcolata sulla base dei costi annuali di manutenzione suddivisi proporzionalmente in base alla superficie delle singole unità immobiliari.

L'ente gestore del servizio di pubblica fognatura interverrà in tutti i casi di inadempienza applicando successivamente la tariffa di cui sopra ai soggetti residenti o usufruenti dell'area che utilizza la vasca.

La proprietà in sede di approvazione del progetto dovrà presentare dichiarazione scritta di aver letto ed accettato quanto contenuto nell'allegato 5 del regolamento di fognatura della provincia di Rimini e che tale clausola sarà riportata in ogni atto di trasferimento della proprietà interessata.

GRAFICO 2. Volumi - Coefficienti di deflusso - Aree



ALLEGATO 3

Calcoli dell'efficienza idraulica del fosso nord della via Emilia - stato attuale

CALCOLO DI VERIFICA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO	
Sezione F1	
Il calcolo di verifica alla portata avviene in condizioni di moto permanente e uniforme	
$Q = A * C * \sqrt{R} * i$	$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$
χ (coefficiente di attrito) 2° formula di Bazin	28.71
R = A/P = raggio idraulico in metri lineari	0.41
P = contorno bagnato in metri	3.06
A = sezione liquida in mq	1.25
γ = coefficiente di scabrezza ($m^{1/2}$)	1.30
<i>0,10 pareti in cemento perfettamente lisce,</i>	
<i>0,16 pareti in cemento non perfettamente lisciate</i>	
<i>0,23-0,36 pareti in cemento in non perfette condizioni</i>	
<i>0,46 pareti intonacate, in pietrame, in terra regolarissima senza vegetazione</i>	
<i>0,60-0,85 terra abbastanza regolare, muratura vecchia</i>	
<i>1,30 terra con erba sul fondo, corsi d'acqua naturali</i>	0.54
<i>1,75 terra in cattive condizioni, corsi d'acqua con ciottoli e ghiaia</i>	
<i>2,3 canali in abbandono con grande vegetazione.</i>	1.13
S _{do} = scarpata destra: distanza orizzontale in metri	0.53
S _{dv} = scarpata destra: distanza verticale in metri	1.11
S _{so} = scarpata sinistra: distanza orizzontale in metri	1.11
S _{sv} = scarpata sinistra: distanza verticale in metri	0.60
H = altezza pelo libero del profilo di piena in metri (>= dist. vert. min)	0.002
F = larghezza fondo canale in metri	1.03
i = pendenza media del canale (numero puro) m/km (espressi in m)	
Q = portata in mc/sec	

CALCOLO DI VERIFICA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO	
Sezione F2	
Il calcolo di verifica alla portata avviene in condizioni di moto permanente e uniforme	
$Q = A * C * \sqrt{R} * i$	$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$
χ (coefficiente di attrito) 2° formula di Bazin	27.98
R = A/P = raggio idraulico in metri lineari	0.38
P = contorno bagnato in metri	3.10
A = sezione liquida in mq	1.18
γ = coefficiente di scabrezza ($m^{1/2}$)	1.30
<i>0,10 pareti in cemento perfettamente lisce,</i>	
<i>0,16 pareti in cemento non perfettamente lisciate</i>	
<i>0,23-0,36 pareti in cemento in non perfette condizioni</i>	
<i>0,46 pareti intonacate, in pietrame, in terra regolarissima senza vegetazione</i>	
<i>0,60-0,85 terra abbastanza regolare, muratura vecchia</i>	
<i>1,30 terra con erba sul fondo, corsi d'acqua naturali</i>	1.15
<i>1,75 terra in cattive condizioni, corsi d'acqua con ciottoli e ghiaia</i>	
<i>2,3 canali in abbandono con grande vegetazione.</i>	0.92
S _{do} = scarpata destra: distanza orizzontale in metri	1.11
S _{dv} = scarpata destra: distanza verticale in metri	0.73
S _{so} = scarpata sinistra: distanza orizzontale in metri	0.73
S _{sv} = scarpata sinistra: distanza verticale in metri	0.60
H = altezza pelo libero del profilo di piena in metri (>= dist. vert. min)	0.002
F = larghezza fondo canale in metri	0.91
i = pendenza media del canale	
Q = portata in mc/sec	

CALCOLO DI VERIFICA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO	
Sezione F3	
Il calcolo di verifica alla portata avviene in condizioni di moto permanente e uniforme	
$Q = A * C * \sqrt{R * i}$	$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$
χ (coefficiente di attrito) 2° formula di Bazin	24.18
R = A/P = raggio idraulico in metri lineari	0.25
P = contorno bagnato in metri	2.12
A = sezione liquida in mq	0.53
γ = coefficiente di scabrezza ($m^{1/2}$)	1.30
0,10 pareti in cemento perfettamente lisce,	
0,16 pareti in cemento non perfettamente lisciate	
0,23-0,36 pareti in cemento in non perfette condizioni	
0,46 pareti intonacate, in pietrame, in terra regolarissima senza vegetazione	
0,60-0,85 terra abbastanza regolare, muratura vecchia	1.06
1,30 terra con erba sul fondo, corsi d'acqua naturali	
1,75 terra in cattive condizioni, corsi d'acqua con ciottoli e ghiaia	0.76
2,3 canali in abbandono con grande vegetazione.	0.63
S _{do} = scarpata destra: distanza orizzontale in metri	0.43
S _{dv} = scarpata destra: distanza verticale in metri	0.43
S _{so} = scarpata sinistra: distanza orizzontale in metri	0.62
S _{sv} = scarpata sinistra: distanza verticale in metri	0.002
H = altezza pelo libero del profilo di piena in metri (>= dist. vert. min)	0.29
F = larghezza fondo canale in metri	
i = pendenza media del canale (numero puro) m/km (espressi in m)	
Q = portata in mc/sec	

CALCOLO DI VERIFICA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO	
Sezione F4	
Il calcolo di verifica alla portata avviene in condizioni di moto permanente e uniforme	
$Q = A * C * \sqrt{R * i}$	$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$
χ (coefficiente di attrito) 2° formula di Bazin	25.63
R = A/P = raggio idraulico in metri lineari	0.29
P = contorno bagnato in metri	2.36
A = sezione liquida in mq	0.70
γ = coefficiente di scabrezza ($m^{1/2}$)	1.30
0,10 pareti in cemento perfettamente lisce,	
0,16 pareti in cemento non perfettamente lisciate	
0,23-0,36 pareti in cemento in non perfette condizioni	
0,46 pareti intonacate, in pietrame, in terra regolarissima senza vegetazione	
0,60-0,85 terra abbastanza regolare, muratura vecchia	0.95
1,30 terra con erba sul fondo, corsi d'acqua naturali	
1,75 terra in cattive condizioni, corsi d'acqua con ciottoli e ghiaia	0.97
2,3 canali in abbandono con grande vegetazione.	0.85
S _{do} = scarpata destra: distanza orizzontale in metri	0.54
S _{dv} = scarpata destra: distanza verticale in metri	0.54
S _{so} = scarpata sinistra: distanza orizzontale in metri	0.60
S _{sv} = scarpata sinistra: distanza verticale in metri	0.002
H = altezza pelo libero del profilo di piena in metri (>= dist. vert. min)	0.43
F = larghezza fondo canale in metri	
i = pendenza media del canale (numero puro) m/km (espressi in m)	
Q = portata in mc/sec	

CALCOLO DI VERIFICA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO	
Sezione F5	
Il calcolo di verifica alla portata avviene in condizioni di moto permanente e uniforme	
$Q = A * C * \sqrt{R * i}$	$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$
χ (coefficiente di attrito) 2° formula di Bazin	26.21
R = A/P = raggio idraulico in metri lineari	0.31
P = contorno bagnato in metri	2.47
A = sezione liquida in mq	0.78
γ = coefficiente di scabrezza ($m^{1/2}$)	1.30
0,10 pareti in cemento perfettamente lisce,	
0,16 pareti in cemento non perfettamente lisciate	
0,23-0,36 pareti in cemento in non perfette condizioni	
0,46 pareti intonacate, in pietrame, in terra regolarissima senza vegetazione	
0,60-0,85 terra abbastanza regolare, muratura vecchia	1.07
1,30 terra con erba sul fondo, corsi d'acqua naturali	
1,75 terra in cattive condizioni, corsi d'acqua con ciottoli e ghiaia	1.02
2,3 canali in abbandono con grande vegetazione.	0.83
S _{do} = scarpata destra: distanza orizzontale in metri	0.58
S _{dv} = scarpata destra: distanza verticale in metri	0.58
S _{so} = scarpata sinistra: distanza orizzontale in metri	0.62
S _{sv} = scarpata sinistra: distanza verticale in metri	0.002
H = altezza pelo libero del profilo di piena in metri (>= dist. vert. min)	0.51
F = larghezza fondo canale in metri	
i = pendenza media del canale (numero puro) m/km (espressi in m)	
Q = portata in mc/sec	

CALCOLO DI VERIFICA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO	
Sezione F6	
Il calcolo di verifica alla portata avviene in condizioni di moto permanente e uniforme	
$Q = A * C * \sqrt{R * i}$	$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$
χ (coefficiente di attrito) 2° formula di Bazin	26.77
R = A/P = raggio idraulico in metri lineari	0.33
P = contorno bagnato in metri	2.62
A = sezione liquida in mq	0.88
γ = coefficiente di scabrezza ($m^{1/2}$)	1.30
0,10 pareti in cemento perfettamente lisce,	
0,16 pareti in cemento non perfettamente lisciate	
0,23-0,36 pareti in cemento in non perfette condizioni	
0,46 pareti intonacate, in pietrame, in terra regolarissima senza vegetazione	
0,60-0,85 terra abbastanza regolare, muratura vecchia	1.45
1,30 terra con erba sul fondo, corsi d'acqua naturali	
1,75 terra in cattive condizioni, corsi d'acqua con ciottoli e ghiaia	1.25
2,3 canali in abbandono con grande vegetazione.	0.85
S _{do} = scarpata destra: distanza orizzontale in metri	0.63
S _{dv} = scarpata destra: distanza verticale in metri	0.63
S _{so} = scarpata sinistra: distanza orizzontale in metri	0.60
S _{sv} = scarpata sinistra: distanza verticale in metri	0.002
H = altezza pelo libero del profilo di piena in metri (>= dist. vert. min)	0.61
F = larghezza fondo canale in metri	
i = pendenza media del canale (numero puro) m/km (espressi in m)	
Q = portata in mc/sec	

CALCOLO DI VERIFICA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO	
Sezione F7	
$Q = A * C * \sqrt{R * i}$	$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$
χ (coefficiente di attrito) 2° formula di Bazin	23.35
R = A/P = raggio idraulico in metri lineari	0.23
P = contorno bagnato in metri	2.07
A = sezione liquida in mq	0.47
γ = coefficiente di scabrezza (m ^{1/2})	1.30
0,10 pareti in cemento perfettamente lisce,	
0,16 pareti in cemento non perfettamente lisciate	
0,23-0,36 pareti in cemento in non perfette condizioni	
0,46 pareti intonacate, in pietrame, in terra regolarissima senza vegetazione	
0,60-0,85 terra abbastanza regolare, muratura vecchia	0.95
1,30 terra con erba sul fondo, corsi d'acqua naturali	
1,75 terra in cattive condizioni, corsi d'acqua con ciottoli e ghiaia	1.03
2,3 canali in abbandono con grande vegetazione.	0.85
S _{do} = scarpata destra: distanza orizzontale in metri	0.39
S _{dv} = scarpata destra: distanza verticale in metri	0.39
S _{so} = scarpata sinistra: distanza orizzontale in metri	0.60
S _{sv} = scarpata sinistra: distanza verticale in metri	0.002
H = altezza pelo libero del profilo di piena in metri (>= dist. vert. min)	
F = larghezza fondo canale in metri	
i = pendenza media del canale (numero puro) m/km (espressi in m)	
Q = portata in mc/sec	0.23

CALCOLO DI VERIFICA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO	
Sezione F8	
Il calcolo di verifica alla portata avviene in condizioni di moto permanente e uniforme	
$Q = A * C * \sqrt{R * i}$	$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$
χ (coefficiente di attrito) 2° formula di Bazin	24.48
R = A/P = raggio idraulico in metri lineari	0.26
P = contorno bagnato in metri	2.20
A = sezione liquida in mq	0.57
γ = coefficiente di scabrezza (m ^{1/2})	1.30
0,10 pareti in cemento perfettamente lisce,	
0,16 pareti in cemento non perfettamente lisciate	
0,23-0,36 pareti in cemento in non perfette condizioni	
0,46 pareti intonacate, in pietrame, in terra regolarissima senza vegetazione	
0,60-0,85 terra abbastanza regolare, muratura vecchia	1.00
1,30 terra con erba sul fondo, corsi d'acqua naturali	
1,75 terra in cattive condizioni, corsi d'acqua con ciottoli e ghiaia	1.05
2,3 canali in abbandono con grande vegetazione.	0.86
S _{do} = scarpata destra: distanza orizzontale in metri	0.46
S _{dv} = scarpata destra: distanza verticale in metri	0.46
S _{so} = scarpata sinistra: distanza orizzontale in metri	0.59
S _{sv} = scarpata sinistra: distanza verticale in metri	0.002
H = altezza pelo libero del profilo di piena in metri (>= dist. vert. min)	
F = larghezza fondo canale in metri	
i = pendenza media del canale (numero puro) m/km (espressi in m)	
Q = portata in mc/sec	0.32

CALCOLO DI VERIFICA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO	
Sezione F9	
$Q = A * C * \sqrt{R * i}$	$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$
χ (coefficiente di attrito) 2° formula di Bazin	25.45
R = A/P = raggio idraulico in metri lineari	0.29
P = contorno bagnato in metri	2.31
A = sezione liquida in mq	0.67
γ = coefficiente di scabrezza (m ^{1/2})	1.30
0,10 pareti in cemento perfettamente lisce,	
0,16 pareti in cemento non perfettamente lisciate	
0,23-0,36 pareti in cemento in non perfette condizioni	
0,46 pareti intonacate, in pietrame, in terra regolarissima senza vegetazione	
0,60-0,85 terra abbastanza regolare, muratura vecchia	0.91
1,30 terra con erba sul fondo, corsi d'acqua naturali	
1,75 terra in cattive condizioni, corsi d'acqua con ciottoli e ghiaia	1.04
2,3 canali in abbandono con grande vegetazione.	0.85
S _{do} = scarpata destra: distanza orizzontale in metri	0.53
S _{dv} = scarpata destra: distanza verticale in metri	0.53
S _{so} = scarpata sinistra: distanza orizzontale in metri	0.60
S _{sv} = scarpata sinistra: distanza verticale in metri	0.002
H = altezza pelo libero del profilo di piena in metri (>= dist. vert. min)	0.41
F = larghezza fondo canale in metri	
i = pendenza media del canale (numero puro) m/km (espressi in m)	
Q = portata in mc/sec	

CALCOLO DI VERIFICA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO	
Sezione F10	
Il calcolo di verifica alla portata avviene in condizioni di moto permanente e uniforme	
$Q = A * C * \sqrt{R * i}$	$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$
χ (coefficiente di attrito) 2° formula di Bazin	26.45
R = A/P = raggio idraulico in metri lineari	0.32
P = contorno bagnato in metri	2.52
A = sezione liquida in mq	0.81
γ = coefficiente di scabrezza (m ^{1/2})	1.30
0,10 pareti in cemento perfettamente lisce,	
0,16 pareti in cemento non perfettamente lisciate	
0,23-0,36 pareti in cemento in non perfette condizioni	
0,46 pareti intonacate, in pietrame, in terra regolarissima senza vegetazione	
0,60-0,85 terra abbastanza regolare, muratura vecchia	1.11
1,30 terra con erba sul fondo, corsi d'acqua naturali	
1,75 terra in cattive condizioni, corsi d'acqua con ciottoli e ghiaia	1.04
2,3 canali in abbandono con grande vegetazione.	0.83
S _{do} = scarpata destra: distanza orizzontale in metri	0.60
S _{dv} = scarpata destra: distanza verticale in metri	0.60
S _{so} = scarpata sinistra: distanza orizzontale in metri	0.62
S _{sv} = scarpata sinistra: distanza verticale in metri	0.002
H = altezza pelo libero del profilo di piena in metri (>= dist. vert. min)	0.55
F = larghezza fondo canale in metri	
i = pendenza media del canale (numero puro) m/km (espressi in m)	
Q = portata in mc/sec	

CALCOLO DI VERIFICA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO	
Sezione F11	
Il calcolo di verifica alla portata avviene in condizioni di moto permanente e uniforme	
$Q = A * C * \sqrt{R * i}$	$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$
χ (coefficiente di attrito) 2° formula di Bazin	26.37
R = A/P = raggio idraulico in metri lineari	0.32
P = contorno bagnato in metri	2.48
A = sezione liquida in mq	0.79
γ = coefficiente di scabrezza ($m^{1/2}$)	1.30
<i>0,10 pareti in cemento perfettamente lisce,</i>	
<i>0,16 pareti in cemento non perfettamente lisciate</i>	
<i>0,23-0,36 pareti in cemento in non perfette condizioni</i>	
<i>0,46 pareti intonacate, in pietrame, in terra regolarissima senza vegetazione</i>	
<i>0,60-0,85 terra abbastanza regolare, muratura vecchia</i>	
<i>1,30 terra con erba sul fondo, corsi d'acqua naturali</i>	0.93
<i>1,75 terra in cattive condizioni, corsi d'acqua con ciottoli e ghiaia</i>	0.98
<i>2,3 canali in abbandono con grande vegetazione.</i>	0.85
S _{do} = scarpata destra: distanza orizzontale in metri	0.60
S _{dv} = scarpata destra: distanza verticale in metri	0.60
S _{sv} = scarpata sinistra: distanza verticale in metri	0.61
F = larghezza fondo canale in metri	0.002
i = pendenza media del canale (numero puro) m/km (espressi in m)	
Q = portata in mc/sec	0.53

CALCOLO DI VERIFICA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO	
Sezione F12	
Il calcolo di verifica alla portata avviene in condizioni di moto permanente e uniforme	
$Q = A * C * \sqrt{R * i}$	$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$
χ (coefficiente di attrito) 2° formula di Bazin	27.74
R = A/P = raggio idraulico in metri lineari	0.37
P = contorno bagnato in metri	2.82
A = sezione liquida in mq	1.04
γ = coefficiente di scabrezza ($m^{1/2}$)	1.30
<i>0,10 pareti in cemento perfettamente lisce,</i>	
<i>0,16 pareti in cemento non perfettamente lisciate</i>	
<i>0,23-0,36 pareti in cemento in non perfette condizioni</i>	
<i>0,46 pareti intonacate, in pietrame, in terra regolarissima senza vegetazione</i>	
<i>0,60-0,85 terra abbastanza regolare, muratura vecchia</i>	
<i>1,30 terra con erba sul fondo, corsi d'acqua naturali</i>	1.23
<i>1,75 terra in cattive condizioni, corsi d'acqua con ciottoli e ghiaia</i>	1.07
<i>2,3 canali in abbandono con grande vegetazione.</i>	0.83
S _{do} = scarpata destra: distanza orizzontale in metri	0.72
S _{dv} = scarpata destra: distanza verticale in metri	0.72
S _{so} = scarpata sinistra: distanza orizzontale in metri	0.62
S _{sv} = scarpata sinistra: distanza verticale in metri	0.002
F = larghezza fondo canale in metri	
i = pendenza media del canale (numero puro) m/km (espressi in m)	
Q = portata in mc/sec	0.79

ALLEGATO 4

Calcoli dell'efficienza idraulica del fosso nord della via Emilia - stato di progetto

CALCOLO DI VERIFICA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO	
Sezione F1 - di progetto (con rivestimento)	
Il calcolo di verifica alla portata avviene in condizioni di moto permanente e uniforme	
$Q = A * C * \sqrt{R} * i$	$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$
χ (coefficiente di attrito) 2° formula di Bazin	37.38
R = A/P = raggio idraulico in metri lineari	0.41
P = contorno bagnato in metri	3.06
A = sezione liquida in mq	1.25
γ = coefficiente di scabrezza ($m^{1/2}$)	0.85
<i>0,10 pareti in cemento perfettamente lisce,</i>	
<i>0,16 pareti in cemento non perfettamente lisciate</i>	
<i>0,23-0,36 pareti in cemento in non perfette condizioni</i>	
<i>0,46 pareti intonacate, in pietrame, in terra regolarissima senza vegetazione</i>	
<i>0,60-0,85 terra abbastanza regolare, muratura vecchia</i>	
<i>1,30 terra con erba sul fondo, corsi d'acqua naturali</i>	0.54
<i>1,75 terra in cattive condizioni, corsi d'acqua con ciottoli e ghiaia</i>	
<i>2,3 canali in abbandono con grande vegetazione.</i>	
S _{do} = scarpata destra: distanza orizzontale in metri	0.54
S _{dv} = scarpata destra: distanza verticale in metri	1.13
S _{so} = scarpata sinistra: distanza orizzontale in metri	0.53
S _{sv} = scarpata sinistra: distanza verticale in metri	1.11
H = altezza pelo libero del profilo di piena in metri (>= dist. vert. min)	1.11
F = larghezza fondo canale in metri	0.60
i = pendenza media del canale (numero puro) m/km (espressi in m)	0.002
Q = portata in mc/sec	1.34

CALCOLO DI VERIFICA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO	
Sezione F2 - di progetto	
Il calcolo di verifica alla portata avviene in condizioni di moto permanente e uniforme	
$Q = A * C * \sqrt{R} * i$	$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$
χ (coefficiente di attrito) 2° formula di Bazin	29.83
R = A/P = raggio idraulico in metri lineari	0.46
P = contorno bagnato in metri	3.75
A = sezione liquida in mq	1.73
γ = coefficiente di scabrezza ($m^{1/2}$)	1.30
<i>0,10 pareti in cemento perfettamente lisce,</i>	
<i>0,16 pareti in cemento non perfettamente lisciate</i>	
<i>0,23-0,36 pareti in cemento in non perfette condizioni</i>	
<i>0,46 pareti intonacate, in pietrame, in terra regolarissima senza vegetazione</i>	
<i>0,60-0,85 terra abbastanza regolare, muratura vecchia</i>	
<i>1,30 terra con erba sul fondo, corsi d'acqua naturali</i>	1.15
<i>1,75 terra in cattive condizioni, corsi d'acqua con ciottoli e ghiaia</i>	
<i>2,3 canali in abbandono con grande vegetazione.</i>	
S _{do} = scarpata destra: distanza orizzontale in metri	1.15
S _{dv} = scarpata destra: distanza verticale in metri	0.92
S _{so} = scarpata sinistra: distanza orizzontale in metri	1.40
S _{sv} = scarpata sinistra: distanza verticale in metri	0.92
H = altezza pelo libero del profilo di piena in metri (>= dist. vert. min)	0.92
F = larghezza fondo canale in metri	0.60
i = pendenza media del canale (numero puro) m/km (espressi in m)	0.002
Q = portata in mc/sec	1.56

CALCOLO DI VERIFICA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO	
Sezione F3 - di progetto	
Il calcolo di verifica alla portata avviene in condizioni di moto permanente e uniforme	
$Q = A * C * \sqrt{R} * i$	$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$
χ (coefficiente di attrito) 2° formula di Bazin	30.11
R = A/P = raggio idraulico in metri lineari	0.47
P = contorno bagnato in metri	3.85
A = sezione liquida in mq	1.82
γ = coefficiente di scabrezza ($m^{1/2}$)	1.30
<i>0,10 pareti in cemento perfettamente lisce,</i>	
<i>0,16 pareti in cemento non perfettamente lisciate</i>	
<i>0,23-0,36 pareti in cemento in non perfette condizioni</i>	
<i>0,46 pareti intonacate, in pietrame, in terra regolarissima senza vegetazione</i>	
<i>0,60-0,85 terra abbastanza regolare, muratura vecchia</i>	1.32
<i>1,30 terra con erba sul fondo, corsi d'acqua naturali</i>	
<i>1,75 terra in cattive condizioni, corsi d'acqua con ciottoli e ghiaia</i>	0.95
<i>2,3 canali in abbandono con grande vegetazione.</i>	1.32
S _{do} = scarpata destra: distanza orizzontale in metri	0.95
S _{dv} = scarpata destra: distanza verticale in metri	1.32
S _{so} = scarpata sinistra: distanza orizzontale in metri	0.95
S _{sv} = scarpata sinistra: distanza verticale in metri	0.95
H = altezza pelo libero del profilo di piena in metri (>= dist. vert. min)	0.60
F = larghezza fondo canale in metri	0.002
i = pendenza media del canale (numero puro) m/km (espressi in m)	1.69
Q = portata in mc/sec	1.69

CALCOLO DI VERIFICA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO	
Sezione F4 - di progetto	
Il calcolo di verifica alla portata avviene in condizioni di moto permanente e uniforme	
$Q = A * C * \sqrt{R} * i$	$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$
χ (coefficiente di attrito) 2° formula di Bazin	30.11
R = A/P = raggio idraulico in metri lineari	0.47
P = contorno bagnato in metri	3.76
A = sezione liquida in mq	1.78
γ = coefficiente di scabrezza ($m^{1/2}$)	1.30
<i>0,10 pareti in cemento perfettamente lisce,</i>	
<i>0,16 pareti in cemento non perfettamente lisciate</i>	
<i>0,23-0,36 pareti in cemento in non perfette condizioni</i>	
<i>0,46 pareti intonacate, in pietrame, in terra regolarissima senza vegetazione</i>	
<i>0,60-0,85 terra abbastanza regolare, muratura vecchia</i>	0.95
<i>1,30 terra con erba sul fondo, corsi d'acqua naturali</i>	
<i>1,75 terra in cattive condizioni, corsi d'acqua con ciottoli e ghiaia</i>	0.97
<i>2,3 canali in abbandono con grande vegetazione.</i>	1.52
S _{do} = scarpata destra: distanza orizzontale in metri	0.97
S _{dv} = scarpata destra: distanza verticale in metri	0.97
S _{so} = scarpata sinistra: distanza orizzontale in metri	0.97
S _{sv} = scarpata sinistra: distanza verticale in metri	0.97
H = altezza pelo libero del profilo di piena in metri (>= dist. vert. min)	0.60
F = larghezza fondo canale in metri	0.002
i = pendenza media del canale (numero puro) m/km (espressi in m)	1.65
Q = portata in mc/sec	1.65

CALCOLO DI VERIFICA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO	
Sezione F5 - di progetto	
Il calcolo di verifica alla portata avviene in condizioni di moto permanente e uniforme	
$Q = A * C * \sqrt{R * i}$	$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$
χ (coefficiente di attrito) 2° formula di Bazin	30.55
R = A/P = raggio idraulico in metri lineari	0.50
P = contorno bagnato in metri	3.86
A = sezione liquida in mq	1.91
γ = coefficiente di scabrezza ($m^{1/2}$)	1.30
<i>0,10 pareti in cemento perfettamente lisce,</i>	
<i>0,16 pareti in cemento non perfettamente lisciate</i>	
<i>0,23-0,36 pareti in cemento in non perfette condizioni</i>	
<i>0,46 pareti intonacate, in pietrame, in terra regolarissima senza vegetazione</i>	
<i>0,60-0,85 terra abbastanza regolare, muratura vecchia</i>	
<i>1,30 terra con erba sul fondo, corsi d'acqua naturali</i>	1.07
<i>1,75 terra in cattive condizioni, corsi d'acqua con ciottoli e ghiaia</i>	
<i>2,3 canali in abbandono con grande vegetazione.</i>	1.02
S _{do} = scarpata destra: distanza orizzontale in metri	1.44
S _{dv} = scarpata destra: distanza verticale in metri	1.02
S _{so} = scarpata sinistra: distanza orizzontale in metri	1.02
S _{sv} = scarpata sinistra: distanza verticale in metri	0.62
H = altezza pelo libero del profilo di piena in metri (>= dist. vert. min)	0.002
F = larghezza fondo canale in metri	1.84
i = pendenza media del canale (numero puro) m/km (espressi in m)	
Q = portata in mc/sec	

CALCOLO DI VERIFICA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO	
Sezione F7 - di progetto	
Il calcolo di verifica alla portata avviene in condizioni di moto permanente e uniforme	
$Q = A * C * \sqrt{R * i}$	$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$
χ (coefficiente di attrito) 2° formula di Bazin	29.91
R = A/P = raggio idraulico in metri lineari	0.46
P = contorno bagnato in metri	4.10
A = sezione liquida in mq	1.90
γ = coefficiente di scabrezza ($m^{1/2}$)	1.30
<i>0,10 pareti in cemento perfettamente lisce,</i>	
<i>0,16 pareti in cemento non perfettamente lisciate</i>	
<i>0,23-0,36 pareti in cemento in non perfette condizioni</i>	
<i>0,46 pareti intonacate, in pietrame, in terra regolarissima senza vegetazione</i>	
<i>0,60-0,85 terra abbastanza regolare, muratura vecchia</i>	
<i>1,30 terra con erba sul fondo, corsi d'acqua naturali</i>	0.95
<i>1,75 terra in cattive condizioni, corsi d'acqua con ciottoli e ghiaia</i>	
<i>2,3 canali in abbandono con grande vegetazione.</i>	1.03
S _{do} = scarpata destra: distanza orizzontale in metri	2.03
S _{dv} = scarpata destra: distanza verticale in metri	0.93
S _{so} = scarpata sinistra: distanza orizzontale in metri	0.93
S _{sv} = scarpata sinistra: distanza verticale in metri	0.60
H = altezza pelo libero del profilo di piena in metri (>= dist. vert. min)	0.002
F = larghezza fondo canale in metri	1.73
i = pendenza media del canale (numero puro) m/km (espressi in m)	
Q = portata in mc/sec	

CALCOLO DI VERIFICA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO	
Sezione F8 - di progetto	
Il calcolo di verifica alla portata avviene in condizioni di moto permanente e uniforme	
$Q = A * C * \sqrt{R * i}$	$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$
χ (coefficiente di attrito) 2° formula di Bazin	30.00
R = A/P = raggio idraulico in metri lineari	0.47
P = contorno bagnato in metri	3.92
A = sezione liquida in mq	1.84
γ = coefficiente di scabrezza ($m^{1/2}$)	1.30
<i>0,10 pareti in cemento perfettamente lisce,</i>	
<i>0,16 pareti in cemento non perfettamente lisciate</i>	
<i>0,23-0,36 pareti in cemento in non perfette condizioni</i>	
<i>0,46 pareti intonacate, in pietrame, in terra regolarissima senza vegetazione</i>	
<i>0,60-0,85 terra abbastanza regolare, muratura vecchia</i>	1.00
<i>1,30 terra con erba sul fondo, corsi d'acqua naturali</i>	
<i>1,75 terra in cattive condizioni, corsi d'acqua con ciottoli e ghiaia</i>	1.05
<i>2,3 canali in abbandono con grande vegetazione.</i>	1.78
S _{do} = scarpata destra: distanza orizzontale in metri	0.95
S _{dv} = scarpata destra: distanza verticale in metri	0.95
S _{so} = scarpata sinistra: distanza orizzontale in metri	0.59
S _{sv} = scarpata sinistra: distanza verticale in metri	0.002
H = altezza pelo libero del profilo di piena in metri (>= dist. vert. min)	1.69
F = larghezza fondo canale in metri	
i = pendenza media del canale (numero puro) m/km (espressi in m)	
Q = portata in mc/sec	1.69

CALCOLO DI VERIFICA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO	
Sezione F9 - di progetto	
Il calcolo di verifica alla portata avviene in condizioni di moto permanente e uniforme	
$Q = A * C * \sqrt{R * i}$	$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$
χ (coefficiente di attrito) 2° formula di Bazin	29.78
R = A/P = raggio idraulico in metri lineari	0.46
P = contorno bagnato in metri	3.63
A = sezione liquida in mq	1.66
γ = coefficiente di scabrezza ($m^{1/2}$)	1.30
<i>0,10 pareti in cemento perfettamente lisce,</i>	
<i>0,16 pareti in cemento non perfettamente lisciate</i>	
<i>0,23-0,36 pareti in cemento in non perfette condizioni</i>	
<i>0,46 pareti intonacate, in pietrame, in terra regolarissima senza vegetazione</i>	
<i>0,60-0,85 terra abbastanza regolare, muratura vecchia</i>	0.91
<i>1,30 terra con erba sul fondo, corsi d'acqua naturali</i>	
<i>1,75 terra in cattive condizioni, corsi d'acqua con ciottoli e ghiaia</i>	1.04
<i>2,3 canali in abbandono con grande vegetazione.</i>	1.51
S _{do} = scarpata destra: distanza orizzontale in metri	0.94
S _{dv} = scarpata destra: distanza verticale in metri	0.94
S _{so} = scarpata sinistra: distanza orizzontale in metri	0.60
S _{sv} = scarpata sinistra: distanza verticale in metri	0.002
H = altezza pelo libero del profilo di piena in metri (>= dist. vert. min)	1.50
F = larghezza fondo canale in metri	
i = pendenza media del canale (numero puro) m/km (espressi in m)	
Q = portata in mc/sec	1.50

CALCOLO DI VERIFICA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO	
Sezione F10 - di progetto	
Il calcolo di verifica alla portata avviene in condizioni di moto permanente e uniforme	
$Q = A * C * \sqrt{R * i}$	$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$
χ (coefficiente di attrito) 2° formula di Bazin	29.69
R = A/P = raggio idraulico in metri lineari	0.45
P = contorno bagnato in metri	3.38
A = sezione liquida in mq	1.53
γ = coefficiente di scabrezza ($m^{1/2}$)	1.30
<i>0,10 pareti in cemento perfettamente lisce,</i>	
<i>0,16 pareti in cemento non perfettamente lisciate</i>	
<i>0,23-0,36 pareti in cemento in non perfette condizioni</i>	
<i>0,46 pareti intonacate, in pietrame, in terra regolarissima senza vegetazione</i>	
<i>0,60-0,85 terra abbastanza regolare, muratura vecchia</i>	1.11
<i>1,30 terra con erba sul fondo, corsi d'acqua naturali</i>	
<i>1,75 terra in cattive condizioni, corsi d'acqua con ciottoli e ghiaia</i>	1.04
<i>2,3 canali in abbandono con grande vegetazione.</i>	1.02
S _{do} = scarpata destra: distanza orizzontale in metri	0.94
S _{dv} = scarpata destra: distanza verticale in metri	0.94
S _{so} = scarpata sinistra: distanza orizzontale in metri	0.62
S _{sv} = scarpata sinistra: distanza verticale in metri	0.002
H = altezza pelo libero del profilo di piena in metri (>= dist. vert. min)	1.37
F = larghezza fondo canale in metri	
i = pendenza media del canale (numero puro) m/km (espressi in m)	
Q = portata in mc/sec	1.37

CALCOLO DI VERIFICA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO	
Sezione F11 - di progetto	
Il calcolo di verifica alla portata avviene in condizioni di moto permanente e uniforme	
$Q = A * C * \sqrt{R * i}$	$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$
χ (coefficiente di attrito) 2° formula di Bazin	29.47
R = A/P = raggio idraulico in metri lineari	0.44
P = contorno bagnato in metri	3.86
A = sezione liquida in mq	1.71
γ = coefficiente di scabrezza ($m^{1/2}$)	1.30
<i>0,10 pareti in cemento perfettamente lisce,</i>	
<i>0,16 pareti in cemento non perfettamente lisciate</i>	
<i>0,23-0,36 pareti in cemento in non perfette condizioni</i>	
<i>0,46 pareti intonacate, in pietrame, in terra regolarissima senza vegetazione</i>	
<i>0,60-0,85 terra abbastanza regolare, muratura vecchia</i>	0.93
<i>1,30 terra con erba sul fondo, corsi d'acqua naturali</i>	
<i>1,75 terra in cattive condizioni, corsi d'acqua con ciottoli e ghiaia</i>	0.98
<i>2,3 canali in abbandono con grande vegetazione.</i>	1.84
S _{do} = scarpata destra: distanza orizzontale in metri	0.88
S _{dv} = scarpata destra: distanza verticale in metri	0.88
S _{so} = scarpata sinistra: distanza orizzontale in metri	0.61
S _{sv} = scarpata sinistra: distanza verticale in metri	0.002
H = altezza pelo libero del profilo di piena in metri (>= dist. vert. min)	1.50
F = larghezza fondo canale in metri	
i = pendenza media del canale (numero puro) m/km (espressi in m)	
Q = portata in mc/sec	1.50

CALCOLO DI VERIFICA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO

Sezione F12 - di progetto

Il calcolo di verifica alla portata avviene in condizioni di moto permanente e uniforme

$$Q = A * C * \sqrt{R * i}$$

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$$

χ (coefficiente di attrito) 2° formula di Bazin	30.03
R = A/P = raggio idraulico in metri lineari	0.47
P = contorno bagnato in metri	3.56
A = sezione liquida in mq	1.67
γ = coefficiente di scabrezza (m ^{1/2})	
<i>0,10 pareti in cemento perfettamente lisce,</i>	
<i>0,16 pareti in cemento non perfettamente lisciate</i>	
<i>0,23-0,36 pareti in cemento in non perfette condizioni</i>	
<i>0,46 pareti intonacate, in pietrame, in terra regolarissima senza vegetazione</i>	1.30
<i>0,60-0,85 terra abbastanza regolare, muratura vecchia</i>	
<i>1,30 terra con erba sul fondo, corsi d'acqua naturali</i>	
<i>1,75 terra in cattive condizioni, corsi d'acqua con ciottoli e ghiaia</i>	
<i>2,3 canali in abbandono con grande vegetazione.</i>	
S _{do} = scarpata destra: distanza orizzontale in metri	1.23
S _{dv} = scarpata destra: distanza verticale in metri	1.07
S _{so} = scarpata sinistra: distanza orizzontale in metri	1.09
S _{sv} = scarpata sinistra: distanza verticale in metri	0.97
H = altezza pelo libero del profilo di piena in metri (>= dist. vert. min)	0.97
F = larghezza fondo canale in metri	0.62
i = pendenza media del canale (numero puro) m/km (espressi in m)	0.002
Q = portata in mc/sec	1.54

ALLEGATO 5

Verbale picchettamento SNAM



Dati identificativi dell' unità esercente Snam Rete Gas competente

Centro/Centrale di: **CENTRO DI FORLI'** Distretto: DI-CEORIndirizzo: **VIA CERVESE, 23 - 47122 - FORLI'** n° telefonico (linea diretta presidiata 24 h): **0543720788**

Dati identificativi del Richiedente (Terzo / Appaltatore)

Nominativo/Ragione sociale: **PLAZZI ING. MASSIMO**

Indirizzo: _____ n° telefonico: _____

Dati identificativi del metanodotto/impianto

Denominazione: **RA-CHIETI - ALL. PAGARELLI** DN **650-80**Comune di: **SANT'ANGELO** Fogli: _____ Mappali: _____Riferimenti geografici (es. località): **MONTE VIA EMILIA (monte PIDI 15350/8)**

Memorandum:

In data odierna Snam Rete Gas alla presenza di un rappresentante del Richiedente, ha provveduto all'esecuzione del picchettamento del tratto di metanodotto in oggetto e/o delle opere ad esso accessorie. Indicativi della posizione del metanodotto SRG e dell'eventuale cavo TLC sono:

- la segnaletica fissa presente nell'area
- i piastrini segnalatori gialli indicanti il tracciato del metanodotto
- i piastrini segnalatori arancioni indicanti i tracciati del cavo TLC
- il nastro di avvertimento posto nel terreno

Il metanodotto risulta interrato, rispetto alla generatrice superiore, ad una profondità di circa _____ metri.

Posizione e profondità sono state determinate tramite:

- strumento cercatubi, quindi da considerarsi presunte in quanto l'esatta ubicazione del metanodotto è determinabile soltanto attraverso l'esecuzione di scavi di saggio da effettuarsi obbligatoriamente a cura di Snam Rete Gas;
- esecuzione di n° _____ scavi di saggio con messa a giorno della condotta effettuati a cura SRG.

Il Richiedente, nel prendere atto di quanto sopra, si dichiara consapevole che il presente verbale non costituisce una liberatoria autorizzativa ai lavori/opere, ma bensì solamente una informativa di supporto tecnico per stabilire eventuali interferenze dei lavori/opere con il metanodotto, la fascia asservita di sicurezza e/o le opere accessorie. Il permesso all'esecuzione dei lavori/opere potrà essere rilasciato da SRG solo a seguito di richiesta scritta, corredata da dettagli progettuali.

I picchetti sono rimossi al termine del picchettamento:

si

no »

il Richiedente si impegna a non rimuovere / spostare i segnali indicatori del tracciato del metanodotto. Se ciò dovesse accadere per caso fortuito si impegna a darne tempestiva comunicazione telefonica all'Unità Snam Rete Gas.

Note / Schemi grafici:

Coperture fondo fossa

DN 650 = 0,49 mt → con portelle

DN 80 = 0,30 mt → strumentate

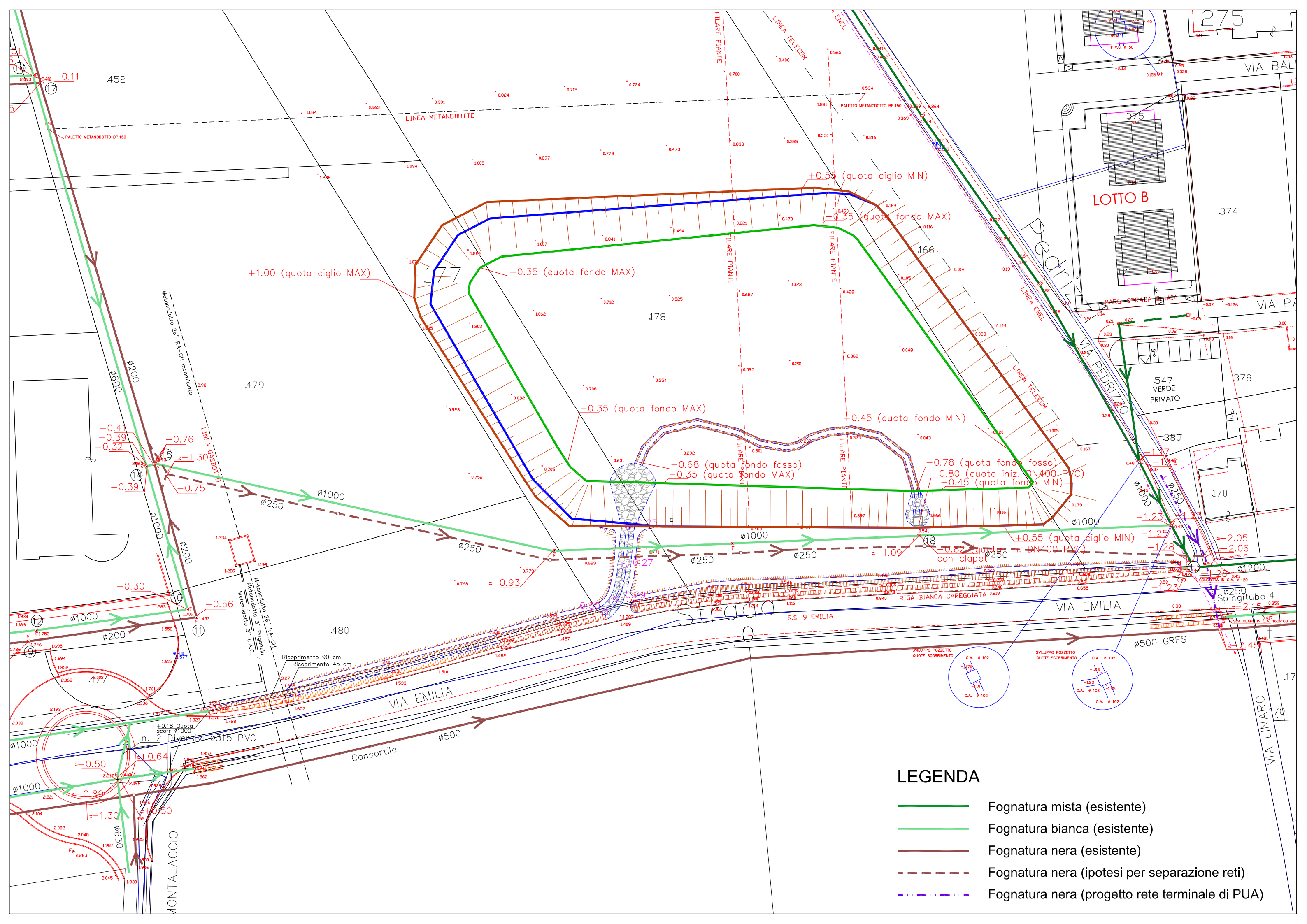
Data 23/10/16

Per il Richiedente (*)

Per l'unità esercente S.R.G. (*)

ALLEGATO 6

Proposta di futura separazione delle acque miste della dorsale DN1000 CLS di via del Pino



LEGENDA

- Fognatura mista (esistente)
- Fognatura bianca (esistente)
- Fognatura nera (esistente)
- - - Fognatura nera (ipotesi per separazione reti)
- · - · Fognatura nera (progetto rete terminale di PUA)

ALLEGATO 7

Stralcio planimetrico con ipotesi di ampliamento verso nord della cassa d'espansione

