

PROVINCIA DI FERRARA

COMUNE DI FERRARA

**REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SEDE DEL
CENTRO UNIFICATO PER L'EMERGENZA DELLA
PROTEZIONE CIVILE A FERRARA**

EMERGENZA SISMA REGIONE EMILIA-ROMAGNA AI SENSI DELL'ART.1 COMMA 2 DEL D.L. N. 74/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Redatto secondo l'Art. 28 del DPR 207/2010

**ALLEGATO A.3
RELAZIONE IDRAULICA**

REV 1



PREMESSA - DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La presente relazione è accompagnatoria al progetto esecutivo delle reti fognarie meteoriche a servizio della nuova sede del Centro Unificato per le emergenza della Protezione Civile a Ferrara (CERPIC), da realizzarsi nel Comune di Ferrara presso il comparto fieristico di via Bologna, in un lotto edificabile in proprietà della Regione Emilia Romagna, con area di intervento – relativa ad un primo stralcio di attuazione- di circa 1.7 ha (vedere elaborato grafico allegato). Il lotto in oggetto rientra nel Bacino Idrografico afferente allo Scolo Tesoriere, che scorre tombinato a nord della zona di intervento e risulta in gestione al Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara.

Il terreno attuale possiede una Quota altimetrica media intorno al valore + 7.15 mt., riferita al sistema altimetrico dei caposaldi Consorziali (sistema a cui è riferita tutta la presente progettazione).

La rete fognaria a servizio del P.P.I.P. di progetto è prevista a sistema “separato” per le acque meteoriche e reflue urbane civili, come da prescrizioni impartite dal Consorzio HERA Ferrara: la rete fognaria acque reflue civili (nere) sarà convogliata verso un collettore fognario privato del comparto fieristico ed allacciato al condotto fognario di Hera Ferrara spa ubicato su via Bologna (non oggetto della presente relazione di calcolo) , mentre la rete fognaria delle acque meteoriche, sarà allacciata alla esistente rete fognaria della lottizzazione fieristica (collegata al ricettore Consorziale), previa laminazione delle acque di pioggia, tramite una vasca di espansione realizzata a cielo aperto all'interno dell'area di intervento (vincolo dell' “invarianza idraulica”).



CALCOLO IDRAULICO RETE DI FOGNATURA METEORICA

Per il dimensionamento della rete fognaria delle acque meteoriche è stato assunto un valore di Pioggia di Progetto pari a 60 mm/h, utilizzando come modello di calcolo quello “razionale”, di tipo cinematico, adattabile ad un bacino urbano di siffatte estensioni (1.7 ha circa).

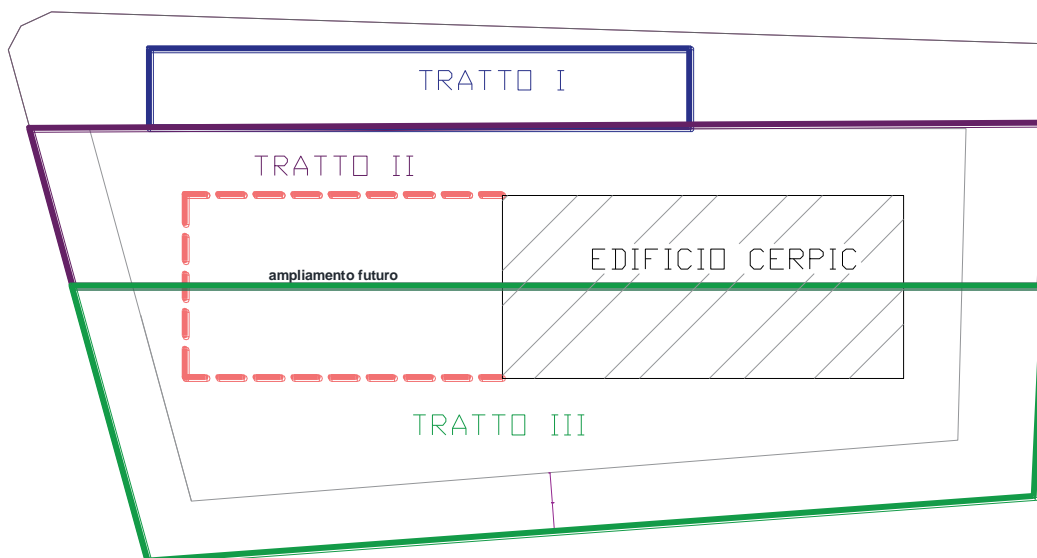
Il ricettore primario delle acque di pioggia è costituito dallo Scolo Consorziale denominato “Tesoriere”, che scorre a nord tombinato nelle immediate vicinanze dell’area di intervento, in gestione al Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara (tubazione interrata dn2000 in cls).

Le acque meteoriche provenienti dall’area di intervento, saranno allacciate alla rete fognaria esistente di lottizzazione, recapitante direttamente allo Scolo Consorziale, tramite l’interposizione di un sistema interno di “laminazione delle piene” (vincolo dell’invarianza idraulica, ovvero di limitazione della portata affluente ad un valore di portata del terreno agricolo “ante operam”), mediante l’adozione di una vasca di espansione a cielo aperto, che possa trattenga inizialmente le acque in eccesso, ritardandone il colmo di piena allo scarico di valle, riversandole le stesse lentamente ad evento meteorico esaurito.

Ai fini dei calcoli idraulici, il Bacino idraulico dell’area di intervento è stato schematizzato in tre sottosistemi fognari (nella configurazione futura di massima edificazione del lotto), in ordine da monte verso valle:

- Tratto fognario I, interno al lotto di intervento, scolante la zona adibita a parcheggi;
- Tratto fognario II, scolante la metà Nord del lotto complessivo nella sua configurazione di massima espansione (area verde, area interna di viabilità e parcheggi, metà della copertura di progetto);
- Tratto fognario III, scolante la metà Sud del lotto del lotto complessivo nella sua configurazione di massima espansione (area verde, area interna di viabilità e parcheggi, metà della copertura di progetto);





Valutazione Parametri di permeabilità e Coeff. Ritardo dei suoli

Nel computo delle permeabilità delle superfici scolanti del comparto di Lottizzazione sono state assunte i seguenti valori per i *Coefficienti di Afflusso*:

- aree a verde contribuenti $\phi v=0.10$
- superfici coperte dai fabbricati $\phi c=0.65$
- superfici pavimentate $\phi p=0.80$

Per quanto riguarda il **lotto di intervento**, si sono adottati i seguenti parametri di incidenza

- aree a verde contribuenti ($\phi v=0.10$) contribuente per il 34 % dell'area edificabile ;
- superfici coperte dai fabbricati ($\phi c= 0.65$) contribuente per il 26 % dell'area edificabile;
- superfici pavimentate ($\phi p= 0.80$) contribuente per il 40 % dell'area edificabile

Da questi parametri, si ricavano

- il valore “medio pesato” del *Coeff. di Afflusso* del lotto, valutato con la seguente formula

$$\phi_{\text{lotto}} = (\phi v * A_{\text{verde}} + \phi c * A_{\text{coperta}} + \phi p * A_{\text{pavim.}}) = \mathbf{0.53}$$

- Il Coefficiente **di Ritardo** valutato con la seguente formula $= (1/(S^{1/n}))$

dove $S =$ **superficie del Bacino** in ha. $n=5$ *coefficiente sperimentale*, e risulta pari a **0.80**

La portata complessiva dell'intero lotto di progetto (nella configurazione futura di massima edificazione) è stimata in **205,15 It/sec** (si allega di seguito il tabulato di calcolo e verifica della rete fognaria) .



Tabulato calcolo

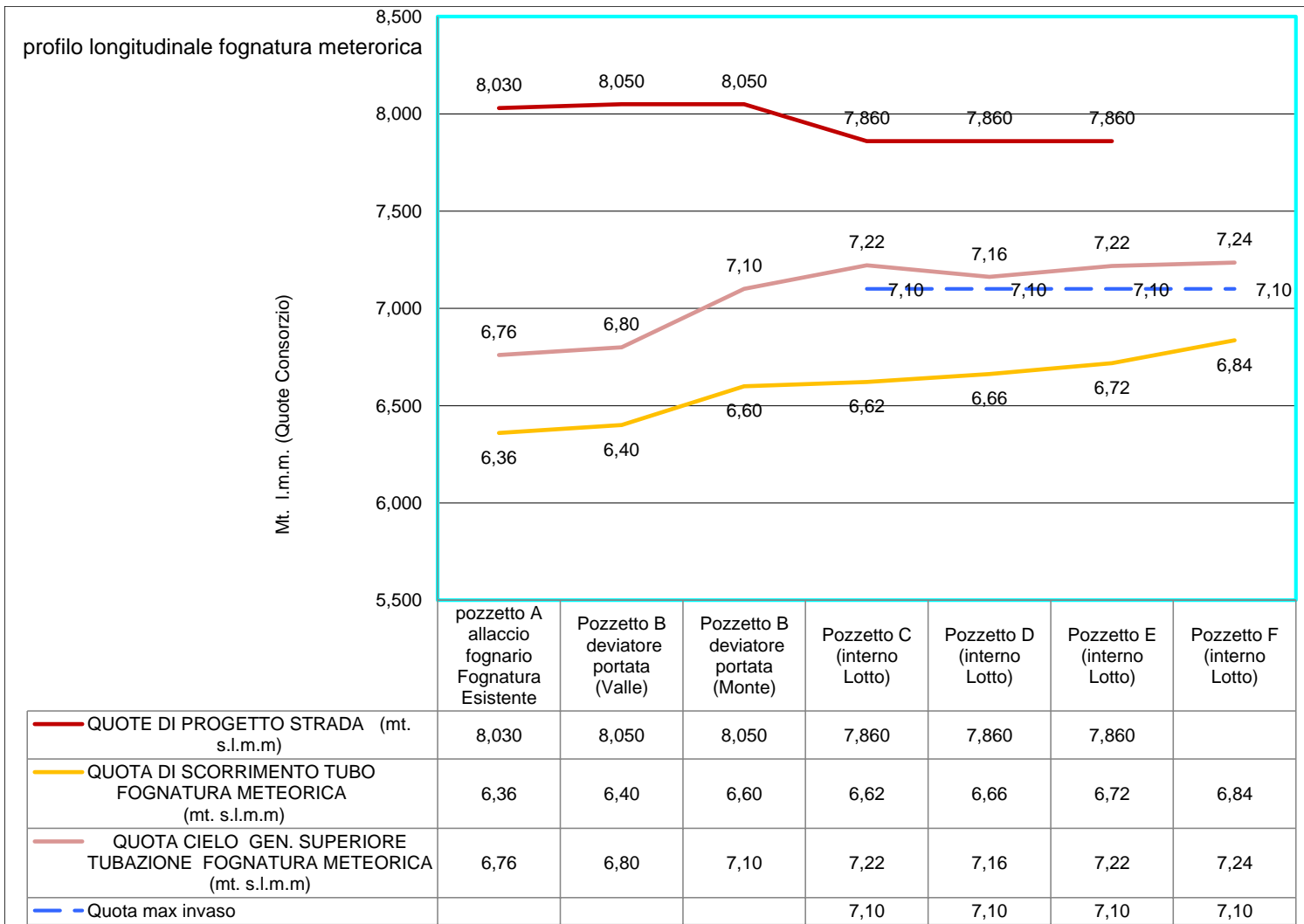
<u>Pioggia di progetto</u> <u>(Metodo semplificato):</u>	Pp	60	mm/h	<u>Coefficienti Afflusso</u> <u>e incidenza delle</u> <u>superfici:</u>			Coeff Afflusso	% incid lotti edificabili							
							Aree a verde	0,10	34%						
							Aree asfaltate	0,80	40%						
							Aree coperte	0,65	26%						
Coeff. Afflusso medio pesato per AREE EDIFICABILI							0,52								
CALCOLO PORTATA DI PROGETTO							CALCOLO VERIFICA								
BACINI CONTRIBUENTI	AREA EDIFICABILE (mq)	AREA URBANIZZAZIONE (mq)	Area scolante progressiva (mq)	Coeff. di Afflusso medio pesato	Coeff. di ritardo 1/(S ⁿ 1/n)	Portata Progetto del tratto (lt/sec)	Dn (mm)	Pend (%)	mtr.	Scabrezza Gauckler-Strickler	PORTATA CONVOGLIATA dal TUBO (lt/sec)	Grado riempimento %	Velocità max (m/sec)	Verifica Portata collettore	Verifica velocità collettore (<2 m/sec)
Area Parcheggio esterno (TRATTO I)		2.720	2.720	0,80	1,30	47,05	315	0,150	pvc	92	51,02	92%	0,65	SI	SI
50% lotto edificabile Nord (massima espansione futura) TRATTO II	10.170	0	10.170	0,52	1,00	88,35	500	0,100	pvc	92	142,81	62%	0,73	SI	SI
50% lotto edificabile Sud (massima espansione futura) - TRATTO III	14.500	0	14.500	0,52	0,93	117,34	500	0,100	pvc	92	142,81	82%	0,73	SI	SI
100% lotto edificabile (massima espansione futura)	24.670	0	24.670	0,52	0,83	179,51	630	0,100	pvc	92	264,49	68%	0,85	SI	SI
Lotto e zona parcheggi complessivo	24.670	2.720	27.390	0,55	0,82	205,44	630	0,100	pvc	92	264,49	78%	0,85	SI	SI



Profilo longitudinale Fognature (Quote riferite al sistema altimetrico Consorziale)

	rete esistente	rete esistente	RETE IN PROGETTO					
	Pozzetto n.199 esistente con botola ghisa in strada (su incrocio)	pozzetto A allaccio fognario Fognatura Esistente	Pozzetto B deviatore portata (Valle)	Pozzetto B deviatore portata (Monte)	Pozzetto C (interno Lotto)	Pozzetto D (interno Lotto)	Pozzetto E (interno Lotto)	Pozzetto F (interno Lotto)
DISTANZE PARZIALI		150,00	40,00	0,00	22,00	40,00	56,00	118,00
DISTANZE PROGRESSIVE	0,0	150,0	190,0	190,0	212,0	252,0	308,0	426,0
QUOTE DI PROGETTO STRADA (mt. s.l.m.m)	7,810	8,030	8,050	8,050	7,860	7,860	7,860	7,860
QUOTA DI SCORRIMENTO TUBO <u>FOGNATURA METEORICA</u> (mt. s.l.m.m)	6,21	6,36	6,40	6,60	6,62	6,66	6,72	6,84
QUOTA CIELO GEN. SUPERIORE TUBAZIONE <u>FOGNATURA METEORICA</u> (mt. s.l.m.m)	6,61	6,76	6,80	7,10	7,22	7,16	7,22	7,24
ALTEZZA SCAVO	1,700	1,770	1,750	1,550	1,338	1,298	1,242	1,124
QUOTA DI SCAVO (mt. s.l.m.m)	6,110	6,260	6,300	6,500	6,522	6,562	6,618	6,736
RICOPRIMENTO (cm.)	120	127	125	95	64	70	64	62
DIAMETRO (mm)	400	400	400	500	600	500	500	400
TIPOLOGIA TUBO	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC
PENDENZA		0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%
DIMENSIONE POZZETTO		100x100	150x150	150x150	120x120	100x100	100x100	100x100





Funzionamento idraulico della Vasca di Espansione

Come previsto dal vincolo dell' "invarianza idraulica", si prevede l'adozione di una **vasca di laminazione** del tipo "a cielo aperto", sfruttando la zona adibita a verde all'interno del lotto di intervento, in proprietà del soggetto attuatore, il tutto come meglio dettagliato nell'Elaborato grafico alla tavola A-05.01.

Dati Tecnici e Parametri Idraulici di progetto Vasca di Espansione:

Requisiti di progettazione *Principio dell'invarianza idraulica* (Deliberazione n.61 Consorzio Bonifica Pianura di Ferrara)

- ✓ **Portata massima specifica Q_{us}** (vincolo invarianza idraulica)= 8 [lt/sec/ha]
- ✓ **Invaso specifico V_s** (vincolo invarianza idraulica = max [350 mc/ha su Area di intervento o 500 mc/ha su Area impermeabile]

Applicazione su caso in esame:

- **Requisito limitazione della Massima Portata uscente** dal lotto di intervento:

(Q_{us}= portata specifica massima ammissibile, pari a 8 lt/sec/ha)

Portata massima scaricabile al ricettore **Q_{umax}**= Area d'intervento [ha] x Q_{us} [lt/sec/ha] = 1.7 x 8 = **13.7**
lt/sec

Requisito rispettato tramite adozione di strozzatura terminale alla rete fognaria principale (ubicata nel Pozzetto B), del diametro DN200 in pvc pendenza 0.1% - Portata scaricata pari a 12.3 lt/sec (inferiore al Massimo richiesto)

- **Requisito del Volume specifico:**

per il progetto in esame

Area di intervento = 1.7 [ha]

Area impermeabile= 1.4 [ha]

ne consegue lo sviluppo di calcolo riportato nella seguente tabella:

Volume complessivo d'Invaso (mc) richiesto: massimo tra i seguenti valori:

- Estensione Area d'intervento [ha] x Invaso specifico mc/ha su area urbanizzata (350 mc/ha)= 1.7 x 350 = 595 mc.
- Estensione Area impermeabile [ha] x Invaso specifico mc/ha su area impermeabile (500 mc/ha)= 1.36 x 500= 680 mc.

Volume di invaso da adottare (invaso richiesto): 680 mc

L'invaso richiesto verrà realizzato sommando due contributi, quello derivante dal volume geometrico della vasca di espansione a cielo aperto (realizzato con canale a sezione trapezoidale di base 13 mt nell'area verde di lottizzazione - vedere dettaglio della tavola grafica), oltre a quello offerto al volume geometrico della rete di tubazioni acque meteoriche, come di seguito dettagliato :



Caratteristiche tecniche dell'invaso:

- Volume geometrico della Vasca di espansione (invaso a sezione trapezoidale, con tirante idrico H= 50 cm - Scarpate a pendenza 45° (1/1) - Base (B)= 13 mt:
 - Volume V (mc)= Area bagnata Sezione Trapezia * Lunghezza canale =[(B+2*H)]*H/2) * L (ml.) = 6.8 mq x 96 ml= **648 mc**;
- Volume geometrico disponibile nei vari tratti della rete fognaria di lottizzazione:

Dn	ml	A mq	V (mc)
0,5	170	0,20	33,38
0,4	162	0,13	20,36
0,315	62	0,08	4,83
0,25	30	0,05	1,47
totale			60,04

Pertanto, l'invaso complessivo del sistema vasca e rete fognaria risulta pari a **708 mc.**, superiore al volume richiesto (680 mc - requisito di volume).

Funzionamento della Vasca di Espansione

Il requisito dell' "invarianza idraulica" - ovvero l'equivalenza idraulica dell'area da urbanizzare a quello di un terreno agricolo "ante operam" - si assolve mediante l'interposizione di una strozzatura – in diametro dn200 - sulla condotta fognaria maestra prima dell'immissione alla fognatura di lottizzazione, con funzione di "regolazione della portata" transitante, ubicandola nel Pozzetto B (vedere il dettaglio del **Pozzetto B** nella tavola grafica A-05.01).

In caso di eventi meteorici aventi intensità di piogge modeste, ovvero determinanti portate di deflusso (Q) al collettore terminale della rete fognaria in progetto - posto nel pozzetto B – di valore pari o inferiori a quella che può transitare attraverso la strozzatura ($Q < Q_{max}$, pari a circa 13 lt/sec), il flusso delle acque meteoriche potrà defluire liberamente attraverso la strettoia, raggiungere la rete fognaria della lottizzazione Fieristica e infine il recapito terminale (Scolo Consorziale Tesoriere), senza interessare la vasca di espansione.

Quando invece si manifestino piogge aventi un intensità significativa, che determinino valori di deflusso in fognatura (Q) superiore a quanto possa transitare attraverso la strozzatura ($Q > Q_{max}$), si andrà a determinare un fenomeno di rallentamento del deflusso idrico, con rigurgito e di innalzamento del tirante idrico interno nelle tubazioni poste a monte della strozzatura stessa (pozzetto B): al raggiungimento del livello idrico posto a Quota + 6.60 mt (sopra il



livello della strozzatura) entrerà in funzione il sistema “scolmatore” verso la Vasca di espansione a cielo aperto, mediante la tubazione di adduzione in PVC DN500 (vd Sezione B-B della tavola grafica).

All’interno delle Vasca (e nel sistema fognario a monte della strozzatura) si andrà quindi ad innalzare progressivamente il livello idrico, fino al raggiungimento del livello idrometrico di “*massimo invaso*”, impostato alla Quota altimetrica +7.1 ” mt (corrispondente ad un’altezza d’acqua di 50 cm), oltre il quale entrerà in funzione una soglia “a stramazzo“ - ubicata sempre nel Pozzetto B - atta a far defluire la portata d’acqua di troppo pieno dalla Vasca verso la il ricettore terminale (tramite tubazione tratto A-B in PVC dn400 - vd dettaglio Pozzetto B della tavola grafica)

Tale quota (*massimo invaso*) è stata impostata al fine sia di mantenere un abbondante margine di sicurezza (circa 90 cm) sotto del livello del piano stradale del lotto sia per mantenere il livello idrico di invaso sotto il profilo del “cielo” delle tubature fognarie interne, evitando un funzionamento “in pressione” delle stesse (vedere Tabella del Profilo longitudinale fognature riportato in precedenza).

Lo svuotamento della Vasca , a cessazione dell’evento meteorico, viene garantito dalla medesima tubazione di adduzione , lavorante al contrario come “scarico di fondo” (Vd. Sez.B-B nell’elaborato grafico): il fondo della vasca (posto a quota media + 6.60 l.m.m. verso lo scarico di valle) presenterà un leggera pendenza interna verso lo scarico (quota fondo a monte vasca + 6.65 l.m.m.) per facilitarne lo svuotamento.

La quota del fondo Vasca (+ 6.60 mt) risulta inoltre ben superiore – con ampio margine di sicurezza – alla quota della falda idrica (rilevata nel periodo di Settembre - Ottobre 2017) tra -4,30 ,t. e -3,50 mt. dal piano campagna (ovvero a Quota + 3.6 nel Sistema Consorziale): ciò scongiura la possibilità che si formino invasi acquitrinosi ristagnanti di falda.

Configurazione ampliamento futuro

La rete fognaria interna è già stata progettata per il futuro ampliamento de lotto.

Per quanto concerne il rispetto del principio dell’invarianza idraulica occorrerà invece potenziare l’invaso, realizzando un nuovo canale di invaso , collegato idraulicamente al primo, lungo il perimetro sud del lotto (vedere elaborato grafico) .

La configurazione del lotto nel futuro ampliamento sarà :

Area di intervento (stato futuro ampliamento) = 3.1[ha]

Area impermeabile (stato futuro ampliamento) = 2.07 [ha]

○ Requisito limitazione Massima Portata uscente dal comparto di progetto:

(Q_{us} = portata specifica massima ammissibile, pari a 8 lt/sec/ha)

Portata massima scaricabile al ricettore $Q_{umax} = Area\ d'intervento\ [ha] \times Q_{us}\ [lt/sec/ha] = 3.1 \times 8 = 24.8$ lt/sec

Requisito rispettabile raddoppiando la strozzatura terminale alla rete fognaria principale (ubicata nel Pozzetto B), con aggiunta di un'altra strozzature in parallelo alla principale di diametro DN200 - Portata scaricata pari a 12.3 lt/sec per ciascuna (inferiore al Massimo richiesto)



○ **Requisito del Volume specifico :**

Volume complessivo d'Invaso (mc): massimo tra i seguenti valori

- Estensione Area d'intervento [ha] x Invaso specifico mc/ha su area urbanizzata (350 mc/ha)= 3.1 x 350= 1.085 mc
- Estensione Area impermeabile [ha] x Invaso specifico mc/ha su area impermeabile (500 mc/ha)= 2.07 x 500= 1.035 mc

Volume di invaso da adottare (invaso richiesto): (Vfin.) 1.085 mc

L'invaso realizzato per il primo stralcio di intervento risulta di circa 708 mc (Viniz.): ne consegue che la nuova vasca di espansione integrativa dovrà possedere un volume minimo (Vol vasca fin.) pari a **377 mc** (Vfin. 1085 – V iniz. 708), realizzabile mediante un canale trapezoidale nell'area verde del lotto, avente le medesime Sezione idraulica del canale del 1 stralcio in progetto, ovvero

- Sezione trapezia - sponde 1/1 - Base 13 mt - Area bagnata = 6.8 mq
- Sviluppo Lunghezza canale = Volume vasca finale / Area Bagnata = 377 mc / 6.8 mq. = 56 ml minimi (vedere schema planimetrico nell'elaborato grafico).

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA RETE FOGNARIA

Tubazione in P.V.C del tipo 301/1 SDR41-SN8 con anello di tenuta in gomma, conformi alle UNI EN 1401 per fognature.

Pozzetti di ispezione /raccordo in c.a.v. (dim. variabile dipendente dal diametro condotta - min. 80x80) conformi alla UNI EN 1917 - interasse max 40 mt. - Botola in ghisa sferoidale per traffico pesante (1^ Categoria) conformi alla UNI EN 124

Pozzetti caditoia "tipo Veggetti" in c.a.v., dim. 50 x 50, con tubazioni per allaccio delle caditoie ai pozzetti di raccordo in P.V.C. DN160 pendenza minima 0.1 %.

Pozzetti allaccio utenza / campionamento in c.a.v. UNI EN 1917 dim. 50x50;

Condizioni di posa condotte:

- posa su letto in sabbia di spessore minimo 10 cm. con rinfianco e ricoprimento del tubo fino alla sommità dello scavo con sabbia.
- Ricoprimenti minimi dei tubi (a partire della generatrice del tubo):
 - 150 cm. strade a traffico pesante;
 - 100 cm. per strade a traffico leggero.

Per valori inferiori, verrà interposto di un diaframma rigido di protezione e ripartizione dei carichi, collocato sullo strato superiore della sabbia di ricoprimento della tubazione.

Ferrara, li 03.11.2017

Ing. Piergiorgio Villani

