

"allegato B<sub>1</sub><sup>^</sup> Var"

**COMUNE di CASTELFIDARDO**

Provincia di Ancona

**LOTTIZZAZIONE COMPARTO EDIFICABILE C2 in  
via CARLO MARX – LOCALITÀ ACQUAVIVA**

**1<sup>^</sup> Variante al progetto approvato con D.C.C. n° 110 del 29/11/2010**

**Relazione tecnico - illustrativa  
di PROGETTO delle RETI di FOGNATURA  
ACQUE BIANCHE e ACQUE NERE  
e sulla INVARIANZA IDRAULICA**

il Tecnico Progettista

(dott. ing. **Alfredo DURI**)

Loreto, 11 novembre 2013

## RELAZIONE TECNICO – ILLUSTRATIVA

### - generalità -

La rete di fognatura (uniformata alle prescrizioni dettate dall'APM SpA con proprio Parere Tecnico di accettabilità "Rete Fognaria Acque Nere" prot. 716/2010 del 08/07/2010 e/o da uniformare a sue eventuali modifiche da concordare) è costituita da una doppia rete di cui, la prima, per le sole acque bianche e, la seconda, per le sole acque miste (nere più grigie).

Come concordato con l'Ente gestore, la APM SpA,

- le **acque nere** saranno convogliate, attraverso una stazione di sollevamento, nella rete pubblica presente nei pressi dello stabilimento GAROFOLI vini che è collegata al depuratore;
- le **acque bianche** saranno convogliate, come già previsto nel progetto originario, nel fosso di scolo che corre lungo la strada provinciale con pendenza verso Castelfidardo.

Per le due reti di fognatura si prevede un sistema di raccolta separato per le acque bianche e le acque nere con tubazioni funzionanti a pelo libero ed esse sono tutte ubicate lungo la viabilità del comparto (strada di lottizzazione e viabilità privata).

Tutti gli allacci privati alle condotte di lottizzazione dovranno

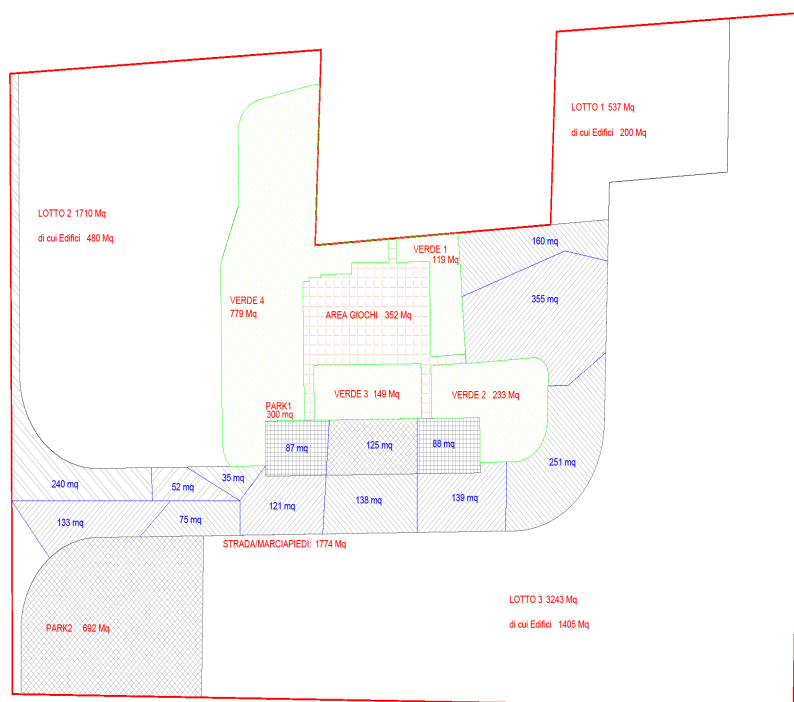
avvenire in accordo con quanto appositamente previsto, in merito, dal Regolamento Edilizio Comunale e dalla APM SpA.

Mentre la rete fognaria nera, dopo aver realizzato l'intera raccolta delle acque opportunamente trattate, sarà scaricata su una vasca di raccolta dalla quale, una volta sollevata con una apposita stazione di pompaggio, nella vicina fognatura comunale esistente, e passante lungo la strada via Carlo Marx, la rete fognaria bianca sarà convogliata, come concordato con la APM SpA spa quale gestore del servizio, sarà scaricata sul fosso presente sul lato della strada provinciale n° 10 Camerano – Loreto sulla quale il comparto prospetta.

Nel dimensionamento delle reti, quindi, il massimo affondamento allo scarico è un dato già fissato.

L'**area del bacino** che la **rete delle acque bianche** deve smaltire è di circa 10.000 mq ed è rappresentata nello schema sotto riportato.

superficie aree dei bacini tribuari



Tale superficie presenta una destinazione d'uso varia (residenziale e stradale) e, per questo motivo, è stato utilizzato un coefficiente di impermeabilizzazione ponderato a seconda della specifica tipologia dell'area che ogni singolo tratto di fognatura sottende.

La rete fognaria è stata progettata e predisposta suddivisa in due condotte di cui una principale, suddivisa in n° 7 tronchi distinti, e una secondaria, suddivisa in n° .... tronchi distinti. Ognuno di questi tronchi elementari ha una lunghezza massima di 35 metri e alle due estremità di ogni collettore è stato previsto un pozzetto.

Nella realizzazione potranno però, se in pratica ritenuto necessario, essere posizionati pozzetti supplementari a quelli previsti nel presente calcolo.

L'andamento dei vari profili sono stati stabiliti in base alle seguenti esigenze:

- mantenimento della quota di arrivo all'allaccio della rete di lottizzazione alla rete esistente;
- mantenimento di una velocità superiore a 0,5 m/s all'interno delle condotte;
- mantenimento del grado di riempimento della condotta al di sotto del 80%.

#### **- Progetto – Verifica reti Acque bianche -**

Il valore minimo della pendenza è stato previsto del 0,35% per una velocità minima, a sezione piena, all'interno della condotta di 1,087 m/s ed una velocità massima di 1,275 m/s.

Per le immissioni nei fognoli e nelle caditoie si utilizzeranno appositi dispositivi di collegamento tra le condotte di immissione ed il collettore, quali allacci a sella o raccordi di immissione. Il collegamento tra il settore privato e pubblico, per le acque bianche e per le acque nere, avviene tramite pozzetti di allaccio.

La rete di drenaggio è stata prevista con condotte in PVC classe 303/1 SN-4 con De 200, per i fognoli di allacciamento, e De 180, per gli allacci delle caditoie alla rete, mentre per i sottocollettori è stato previsto l'utilizzo di De400, per la linea principale e De 250 per la linea secondaria.

La posa delle condotte è stato previsto su letto di sabbia di spessore pari ad almeno cm 15 con un rinfiango laterale con sabbia ben costipata per limitare la deformazione delle condotte e un ricoprimento finale di almeno 30 cm sopra la generatrice superiore del tubo.

I pozzetti di ispezione, disposti con un interasse massimo di ml 35,00, sono stati previsti in calcestruzzo prefabbricato con dimensioni pari a cm 60 x 60 con chiusino in ghisa sferoidale classe 0400.

Le caditoie in ghisa sferoidale classe 0250 sono state previste posizionate sulle cunette ai margini della strada, sugli spazi a parcheggio e ai margini del marciapiede.

Le caditoie sono costituite da un pozzetto interrato prefabbricato con un dispositivo di coronamento costituito da un telaio che sostiene la griglia attraverso la quale l'acqua affluisce al pozzetto di raccolta e da questo confluisce alla fognatura.

Al fine di evitare il diffondersi di cattivi odori è stato previsto l'utilizzo di caditoie sifonate.

I pozzetti di ispezione sono costituiti da un elemento di base provvisto di fondo e di innesti per le tubazioni, di un elemento di sommità che ospita in alto il chiusino e da una eventuale serie di elementi intermedi per il collegamento della base alla sommità del pozzetto. Il fondo sarà dotato di semitubo con diametro uguale a quello del tubo in partenza e dovrà avere, nel caso delle reti nere, sovralti laterali in calcestruzzo in pendenza verso la sommità del semitubo presente alla base del pozzetto .

Le portate di tempo asciutto delle fogne a servizio delle aree residenziali sono determinate facendo riferimento agli utenti serviti, alla dotazione per

ogni abitante/giorno e, infine, a un opportuno coefficiente di dispersione che tiene conto dell'aliquota di acqua distribuita che viene scaricata nelle fogne.

**PROGETTO e VERIFICA IDRAULICA** con tubazioni:  
tratto principale Ø 400 - tratto secondario Ø250  
Tr: 50 anni

**- Progetto – Verifica reti Acque Bianche -**

Il progetto – verifica riguarda le condotte di progetto che sono state predisposte come riportato nello schema sotto riportato



e i calcoli eseguiti sono riportati nelle tabelle che seguono.

## PROGETTO E VERIFICA LINEA ACQUE BIANCHE

### COEFFICIENTI CURVA PLUVIOMETRICA

	a(m)	n
Tempo di Ritorno 50	0,0491	0,294

Tratto generale	N° nodo	N° Tratto	Lunghezza (m)	Area del bacino proprio Ap (ha)	Confluenti Ni	Area dei Bacini Tributari At [ ha ]	area totale A [ ha ]	Strade	Verde	Lotto Edificabili	Parcheggi Permeabili	Copertura Edificio	Coefficienti di Deflusso Strade	Coefficienti di Deflusso Verde	Coefficienti di Deflusso Lotto Edificabili	Coefficienti di Deflusso Parcheggi Pettinati	Coefficienti di Deflusso Copertura Edifici	Coefficiente calcolo $\phi = \Sigma \phi A / \Sigma A$
<b>Tratto Principale</b>	01 -- 02	1a	19,5	0,1016	Lotto 1	0	0,1016	160	119	537	0	200	0,9	0,2	0,7	0,5	0,9	0,712
	02 -- 03	2a	21,6	0,0838	1a + Lotto 1	0,1016	0,1854	605	233	0	0	0	0,9	0,2	0,7	0,5	0,9	0,705
	03 -- 04	3a	16,5	0,4927	1a,2a + Lotto 1 , Lotto 3	0,1854	0,6781	139	52	3243	88	1405	0,9	0,2	0,7	0,5	0,9	0,754
	04 -- 05	4a	16,4	0,0712	1a,2a,3a + Lotto 1 , Lotto 3	0,6781	0,7493	138	449	0	125	0	0,9	0,2	0,7	0,5	0,9	0,388
	05 -- 06	5a	14,7	0,0987	1a,2a,3a,4a + Lotto 1 , Lotto 3	0,7493	0,848	121	779	0	87	0	0,9	0,2	0,7	0,5	0,9	0,312
	06 -- 07	6a	14,4	0,0767	1a,2a,3a,4a,5a + Park + Lotto 1 , Lotto 3	0,848	0,9247	75	0	0	692	0	0,9	0,2	0,7	0,5	0,9	0,539
	07 -- 08	7a	24,7	0,0133	1a,2a,3a,4a,5a,6a + Park + Lotto 1 , Lotto 3	0,9247	0,938	133	0	0	0	0	0,9	0,2	0,7	0,5	0,9	0,900
Lunghezza totale			127,8															
<b>Tratto Sec.</b>	09 -- 10	1b	5,0	0,2225	Lotto 2	0	0,2225	35	0	1710	0	480	0,9	0,2	0,7	0,5	0,9	0,746
	10 -- 11	2b	11,7	0,0052	1b + Lotto 2	0,2225	0,2277	52	0	0	0	0	0,9	0,2	0,7	0,5	0,9	0,900
	11 -- 12	3b	23,8	0,024	1b,2b + Lotto 2	0,2277	0,2517	240	0	0	0	0	0,9	0,2	0,7	0,5	0,9	0,900
Lunghezza totale			40,5															

							Portata Pluviale			
Coeff. Curva Corretti										
a (m)	n	Volume di invaso disponibile W [ m³ ]	Volume di Invaso specifico W <sub>0</sub> =W/A [ m³ / ha ]	e	K <sub>c</sub>	Modulo Udometrico $u = 2168 * n * [( \phi * a )^{1-n} / W_0^{(1-n/n)}]$ [l/sec*ha]	Portata di piena Ipotesi $\Sigma$ Bacini Invaso Qp= u * A [ l / sec ]	Portata Ipotesi A [ m³ / sec ]	Portata di piena Ipotesi $\Sigma$ Portate Singoli Trattati Qp= u * A [ l / sec ]	Portata Ipotesi B [ m³ / sec ]
0,04911	0,392	6,28	61,80176	1,67901	3144,387	144,665	14,70	0,015	14,70	0,015
0,04911	0,392	9,87	53,23411	1,67901	3094,207	110,390	20,47	0,020	23,95	0,024
0,04911	0,392	29,00	42,76402	1,67901	3451,491	91,223	61,86	0,062	68,89	0,069
0,04911	0,392	31,83	42,48622	1,67901	1159,393	16,619	12,45	0,012	70,08	0,070
0,04911	0,392	35,58	41,96242	1,67901	809,981	9,336	7,92	0,008	71,00	0,071
0,04911	0,392	38,62	41,76894	1,67901	1988,603	37,315	34,50	0,035	73,86	0,074
0,04911	0,392	40,33	42,99120	1,67901	4619,602	144,625	135,66	0,136	75,78	0,076
0,04911	0,392	9,12	40,99587	1,67901	3394,940	82,950	18,46	0,018	18,46	0,018
0,04911	0,392	9,63	42,27712	1,67901	4619,602	140,696	32,04	0,032	19,19	0,019
0,04911	0,392	11,12	44,19041	1,67901	4619,602	151,320	38,09	0,038	22,82	0,023

		Caratteristiche Tubazione Adottata						Calcolo della Massima Portata con deflusso a sezione piena								
								Formula di BAZIN scabrezza e 0.10 [ m <sup>1/2</sup> ]			Formula di KUTTER indice di scabrezza m 0.12 [ m <sup>1/2</sup> ]			Formula di GAUCKLER-STRICKLER scabrezza c 100 [ m <sup>1/3</sup> / s ]		
N° nodo	N° Tratto	Tubi PVC tipo SN4 Diametro Esterno [mm]	Diametro INTERNO tubazione [m]	pendenz a tubazion e it (%)	Sezione piena [mq]	Contorno bagnato [ m ]	Raggio idraulico	coefficiente di Scabrezza <i>c</i> [ m <sup>1/2</sup> ]	PORTATA deflusso a sezione piena <i>Q</i> [ mc/sec ]	Controllo Q>Qmax	coefficiente di Scabrezza <i>c</i> [ m <sup>1/2</sup> ]	PORTATA deflusso a sezione piena <i>Q</i> [ mc/sec ]	Controllo Q>Qmax	coefficiente di Scabrezza <i>c</i> [ m <sup>1/2</sup> ]	PORTATA deflusso a sezione piena <i>Q</i> [ mc/sec ]	Controllo Q>Qmax
02 — 03	2a	400 SN4	0,3804	0,35	0,114	1,194	0,095	65,6965	0,1361	OK! VERIFICATO	71,9877	0,1492	OK! VERIFICATO	67,5611	0,1400	OK! VERIFICATO
02 — 03	2a	400 SN4	0,3804	0,35	0,114	1,194	0,095	65,6965	0,1361	OK! VERIFICATO	71,9877	0,1492	OK! VERIFICATO	67,5611	0,1400	OK! VERIFICATO
03 — 04	3a	400 SN4	0,3804	0,35	0,114	1,194	0,095	65,6965	0,1361	OK! VERIFICATO	71,9877	0,1492	OK! VERIFICATO	67,5611	0,1400	OK! VERIFICATO
04 — 05	4a	400 SN4	0,3804	0,35	0,114	1,194	0,095	65,6965	0,1361	OK! VERIFICATO	71,9877	0,1492	OK! VERIFICATO	67,5611	0,1400	OK! VERIFICATO
05 — 06	5a	400 SN4	0,3804	0,35	0,114	1,194	0,095	65,6965	0,1361	OK! VERIFICATO	71,9877	0,1492	OK! VERIFICATO	67,5611	0,1400	OK! VERIFICATO
06 — 07	6a	400 SN4	0,3804	0,35	0,114	1,194	0,095	65,6965	0,1361	OK! VERIFICATO	71,9877	0,1492	OK! VERIFICATO	67,5611	0,1400	OK! VERIFICATO
07 — 08	7a	400 SN4	0,3804	0,35	0,114	1,194	0,095	65,6965	0,1361	OK! VERIFICATO	71,9877	0,1492	OK! VERIFICATO	67,5611	0,1400	OK! VERIFICATO
09 — 10	1b	250 SN4	0,2376	0,35	0,044	0,746	0,059	61,6888	0,0394	OK! VERIFICATO	67,0077	0,0428	OK! VERIFICATO	62,4642	0,0399	OK! VERIFICATO
10 — 11	2b	250 SN4	0,2376	0,35	0,044	0,746	0,059	61,6888	0,0394	OK! VERIFICATO	67,0077	0,0428	OK! VERIFICATO	62,4642	0,0399	OK! VERIFICATO
11 — 12	3b	250 SN4	0,2376	0,35	0,044	0,746	0,059	61,6888	0,0394	OK! VERIFICATO	67,0077	0,0428	OK! VERIFICATO	62,4642	0,0399	OK! VERIFICATO

Coefficienti di adeguamento per riempimenti Parziali Formula di Prandtl- Colebrook							
Rapporto Q <sub>max</sub> Plena / Q <sub>media max</sub> GRADO DI RIEMPIMENTO PARZIALE	Controllo Grado di riempimento Collettore	Altezza di Riempimento [ m ]	Velocità con sezione piena V [ m/s ]	Rapporto V/V(Qmin)	Velocità con Portata minima Vmin	Controllo Velocità Minima Vmin > 0.50 m/s	Controllo Velocità Massima Vmax < 5.00 m/s
0,108	OK! Riempimento Inferiore al 80%	0,084	1,176	0,670	0,79	OK! VERIFICA	OK! VERIFICA
0,176	OK! Riempimento Inferiore al 80%	0,107	1,176	0,760	0,89	OK! VERIFICA	OK! VERIFICA
0,506	OK! Riempimento Inferiore al 80%	0,192	1,176	1,000	1,18	OK! VERIFICA	OK! VERIFICA
0,515	OK! Riempimento Inferiore al 80%	0,195	1,176	1,010	1,19	OK! VERIFICA	OK! VERIFICA
0,521	OK! Riempimento Inferiore al 80%	0,195	1,176	1,010	1,19	OK! VERIFICA	OK! VERIFICA
0,542	OK! Riempimento Inferiore al 80%	0,200	1,176	1,020	1,20	OK! VERIFICA	OK! VERIFICA
0,557	OK! Riempimento Inferiore al 80%	0,204	1,176	1,030	1,21	OK! VERIFICA	OK! VERIFICA
0,468	OK! Riempimento Inferiore al 80%	0,115	0,870	0,990	0,86	OK! VERIFICA	OK! VERIFICA
0,487	OK! Riempimento Inferiore al 80%	0,118	0,870	1,000	0,87	OK! VERIFICA	OK! VERIFICA
0,579	OK! Riempimento Inferiore al 80%	0,131	0,870	1,030	0,90	OK! VERIFICA	OK! VERIFICA



**- Progetto – Verifica reti Acque nere -**

La rete delle acque nere è costituita dai fognoli di allaccio delle utenze private e dal collettore principale diviso in sottocollettori.

È stato previsto che la linea della fognatura nera corra accanto al collettore delle acque bianche.

Il valore minimo della pendenza è previsto del 0,50% per una velocità massima, a sezione piena, di 1,114 m/s all'interno della condotta.

La realizzazione della rete di drenaggio è stata prevista con condotte in PVC classe 303/1-SN 4 con  $De_{min}$  200 per i fognoli di allacciamento mentre, per i sottocollettori, si prevede l'utilizzo di  $De_{min}$  250.

La posa delle condotte è stata prevista su letto di sabbia di almeno 15 cm predisponendo, inoltre, un rinfilanco laterale con sabbia ben costipata che limiti la deformazione delle condotte e un successivo ricoprimento dello stesso di almeno 30 cm sopra la sua generatrice superiore.

I pozzetti di ispezione, disposti con un interasse massimo di ml 35, sono stati previsti in calcestruzzo prefabbricato con dimensioni non inferiori a cm 60 x 60 con chiusino in ghisa sferoidale classe 0400.

I risultati sono quelli riportati in tabella:

tratto	N° Tratto	Lunghezza (m)	Numero abitanti equivalenti propri Nab	Utenze speciali Nabs	Numero abitanti equivalenti confluenti Nabc	Numero abitanti equivalenti totali Nabt	dotazione idrica giornaliera (l/Nab/g)	Portata minima (24h) $Q_{min}$ (l/sec)	Portata media massima (14h) $Q_{max}$ (l/sec)
<b>A-B</b>	1	25	30	0	0	30	300	0,08333	0,14286
<b>B-C</b>	2	19	25	0	0	55	300	0,15278	0,2619
<b>C-E</b>	3	24	30	0	0	85	300	0,23611	0,40476
<b>E-F</b>	4	33	30	0	0	115	300	0,31944	0,54762
<b>F-G</b>	5	45	30	0	115	145	300	0,40278	0,69048
<b>G-H</b>	6	37,5	60	0	0	205	300	0,56944	0,97619

tratto	diametro tubazione (m)	pendenza tubazione it (%)	Sezione piena (mq)	Contorno bagnato (m)	Raggio idraulico	coefficiente di Gaucier Strikler	Portata a sezione piena Q (mc/sec)	Controllo Q>Qmax
A-B	0,20	0,5	0,0314	0,628	0,05	60,6962	0,03013	verificato
B-C	0,25	0,5	0,04906	0,785	0,063	62,9961	0,05464	verificato
C-E	0,25	0,5	0,04906	0,785	0,063	62,9961	0,05464	verificato
E-F	0,25	0,5	0,04906	0,785	0,063	62,9961	0,05464	verificato
F-G	0,25	0,5	0,04906	0,785	0,063	62,9961	0,05464	verificato
G-H	0,25	0,5	0,04906	0,785	0,063	62,9961	0,05464	verificato

**- scavi ed opere di contrasto e di sostegno -**

Per gli scavi finalizzati alla posa delle condotte di fognatura di cui al presente progetto non è stata prevista opera opere di contrasto alle pareti di scavo in quanto la profondità dello stesso non risulta mai superiore al limite massimo di un metro previsto dalla normativa.

**Verifica COMPATIBILITÀ IDRAULICA**  
**ai sensi e per gli effetti della L.R. 22/2011**

**A) PREMESSE**

La verifica di compatibilità idraulica riguarda la trasformazione territoriale che le previsioni del progetto planivolumetrico oggetto della presente relazione comporterà.

Detta verifica viene richiesta dal Capo II "aspetto idrogeologico del territorio" – Artt. 10 e 13 della Legge Regionale n° 22 del 23/11/201 ed è volta a riscontrare che non venga aggravato il livello di rischio idraulico esistente, né pregiudicata la riduzione, anche futura, di tale livello.

Lo scopo di detta verifica è quello di prevedere eventuali misure compensative rivolte al perseguimento del principio della *"invarianza idraulica"* conseguente alla trasformazione del suolo che la realizzazione del planivolumetrico comporta.

Allo stato attuale, non avendo la Regione Marche ancora emesso il "regolamento di attuazione" previsto dall'Art. 9 della citata L.R. 22/2011 il calcolo della capacità degli *"invasi di laminazione - raccolta"* delle acque meteoriche provenienti da tutte le superfici impermeabilizzate, così come previste dal planivolumetrico, deve essere valutato pari ad almeno 350 metri cubi per ogni ettaro di superficie impermeabilizzata (350 m<sup>3</sup>/Ha).

Al fine di effettuare la verifica di cui sopra, e in mancanza di una precisa normativa regionale (regolamento di attuazione ancora mancante), si è ritenuto poter prendere, come dati di riferimento, i criteri e gli accorgimenti tecnici contenuti nel "piano stralcio per il rischio idrogeologico" emanato dalla Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli e riportati nella Direttiva approvata dal Comitato Istituzionale con delibera n° 3/82 del 20/11/2003.

Nelle **premesse** e nelle **considerazioni generali** di detta direttiva viene precisato che:

- *per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa;*
- la predisposizione dei volumi di invaso a compensazione delle impermeabilizzazioni non è finalizzata a trattenere le acque di piena nel lotto, ma a mantenere inalterate le prestazioni complessive del bacino che sono riconducibili ai seguenti due meccanismi di controllo "naturale" delle piene:
  - *l'infiltrazione e l'immagazzinamento* delle piogge nel suolo che, in modo semplificato possono essere considerati rappresentati dalla percentuale di pioggia che raggiunge il corpo recettore denominata "coefficiente di deflusso";

- la laminazione (restituzione rallentata), consistente nel fatto che i deflussi devono riempire i volumi disponibili nel bacino prima di poter raggiungere la sezione di chiusura.

È chiaro che, il criterio di invarianza idraulica delle trasformazioni del territorio deve prevedere che la riduzione del primo meccanismo, conseguente alla realizzazione di superfici impermeabili, deve essere compensata dal potenziamento del secondo meccanismo.

Il calcolo del volume di invaso avviene prendendo in considerazione le seguenti grandezze:

- percentuale dell'area di progetto interessata dalla trasformazione;
- percentuale dell'area di progetto non interessata dalla trasformazione;
- percentuale dell'area da ritenersi permeabile a seguito della trasformazione;
- percentuale dell'area da ritenersi impermeabile a seguito della trasformazione.

La **modalità di realizzazione dell'invarianza idraulica** che detta direttiva prevede è che, in via prioritaria, l'effetto dell'impermeabilizzazione sia compensato con volumi di invaso la cui dimensione venga calcolata in ragione del tasso di impermeabilizzazione indotto dal trasformazione prevista dal planivolumetrico.

A livello realizzativo, i volumi di invaso possono essere ricondotti agli schemi di cui alle figure di seguito riportate.

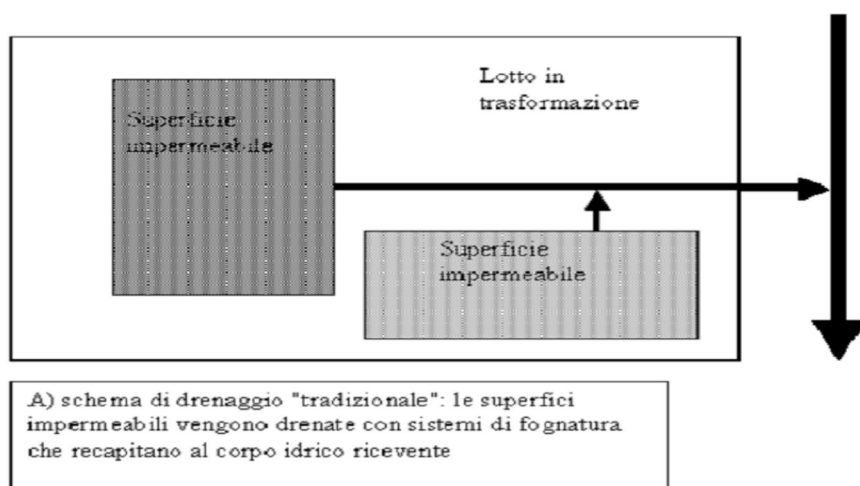


Figura 1

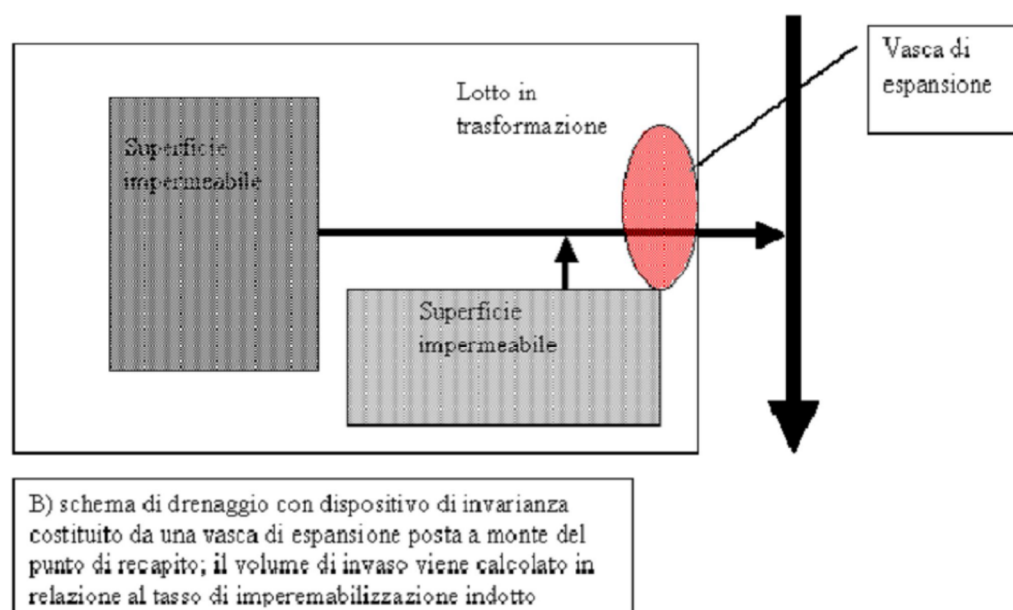


Figura 2

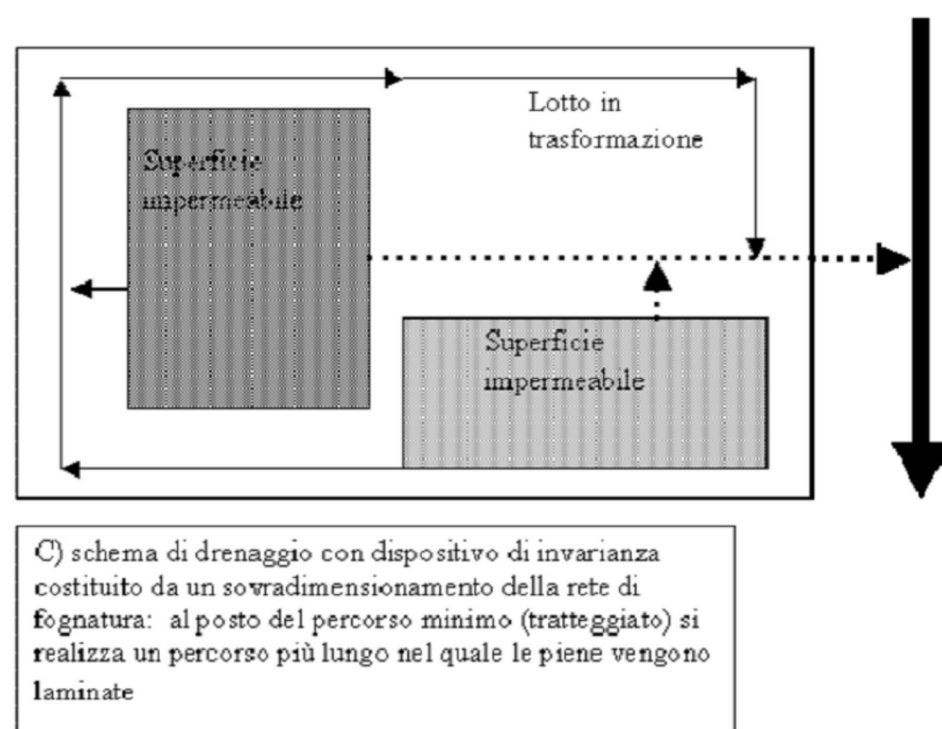


Figura 3

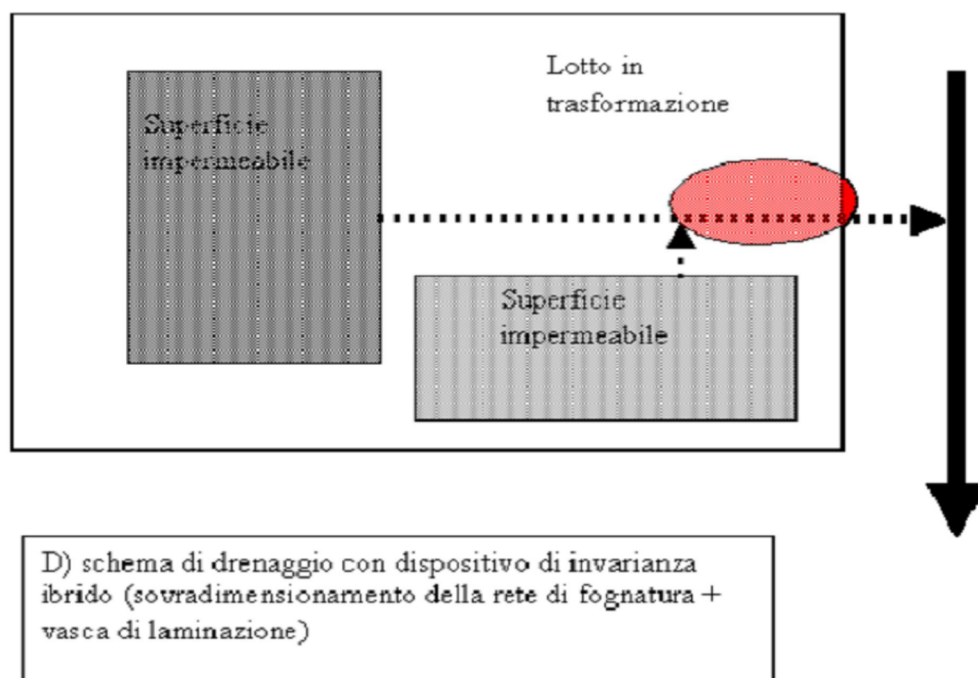


Figura 4

Da tutte le soluzioni riportate nei casi sopra raffigurati, si evidenzia che la "rete fognaria" ha un importante ruolo che deve essere valutato in sede di verifica della compatibilità idraulica.

A tale proposito, la direttiva presa in considerazione afferma che, in linea di massima, il volume totale delle condotte di fognatura si può considerare efficace all'80% ai fini dell'invarianza idraulica (cfr. ad es. Paoletti, 1996 e Pistocchi, 2001). Ciò significa che l'80% del volume totale della rete fognaria interna al comparto da lottizzare può essere considerato in diminuzione del valore minimo d'invaso necessario per garantire l'invarianza idraulica del comparto stesso oggetto di opere di impermeabilizzazione.

Tra le varie soluzioni progettuali possibili, nel caso in esame e nei momenti successivi in cui, a seguito della edificazione nei vari lotti previsti nel comparto, saranno realizzate superfici più o meno impermeabili, si ritiene opportuno prendere in considerazione le seguenti modalità di formazione degli invasi richiesti:

- o uso del sovradimensionamento della rete fognante interna al comparto e ai singoli lotti edificabili considerando  $1,00 \text{ m}^3$  di tubo =  $0,80 \text{ m}^3$  di invaso (ciò corrisponde all'utilizzo del volume di tubo all'80%);
- o utilizzo di vasche in cemento armato o in altro materiale "rigido";
- o utilizzo di pavimentazioni drenanti, per la costruzione di superfici stradali sia pedonali che carraie);
- o previsione di zone sistemate a verde attrezzato e non.

Per la **valutazione della permeabilità delle superfici**, la direttiva presa in considerazione fornisce le seguenti definizioni e/o indicazioni:

- o sono certamente **permeabili al 100%** tutte le superfici mantenute a verde e quelle realizzate con "elementi a griglia" con percentuale di vuoti molto alta e con caratteristiche tali da non indurre una compattazione spinta del terreno;
- o in linea di massima e con le dovute cautele relative alla valutazione della compattazione del terreno di posa, della percentuale dei vuoti e degli interstizi tra un elemento e l'altro, sono da considerare **permeabili al 50%** le superfici costruite con elementi di pavimentazione tipo "Betonella" e similari come anche le superfici in misto granulare stabilizzato e altri materiali analoghi;
- o sono da considerare **impermeabili al 100%** le superfici asfaltate e le coperture degli edifici anche qualora presentino elementi a verde, giardini pensili, ecc.

Per la **valutazione dei coefficienti di deflusso delle superfici**, la direttiva presa in considerazione precisa che:

- o i suoli a bassa capacità di accettazione delle piogge hanno sempre coefficienti di deflusso maggiore del valore convenzionale pari a 0,2;
- o le superfici finite con asfalto, cemento, laterizi, ecc. hanno un coefficiente di deflusso pari a 0,9.

Prima di entrare nel merito delle valutazioni prese in considerazione per la scelta

Classe di Intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$

Tabella 1 - classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici ai fini dell'invarianza idraulica

delle soluzioni da adottare al fine di garantire l'invarianza idraulica delle trasformazioni delle superfici interne al comparto da lottizzare, si riporta la tabella che definisce la "classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici".

### **PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA**

Prendendo in considerazione il comparto da urbanizzare, che ha una estensione di poco superiore a 1 Ha (limite superiore della 2<sup>a</sup> classe di intervento così come definita dalla precedente tabella 1), si può tranquillamente asserire che le opere di urbanizzazione previste dal planivolumetrico oggetto della presente relazione comportano, come definito dalla precedente tabella, una "modesta impermeabilizzazione potenziale" per cui si ritiene che le soluzioni adottate, e di seguito riportate, soddisfano ampiamente la soglia dimensionale minima in relazione all'effetto atteso dalla prevista impermeabilizzazione delle superfici.

I **dati del planivolumetrico** sono i seguenti:



❖ **superficie territoriale:**

- catastali..... mq 11.823
- **reali..... mq 11.973**

❖ **superficie del verde attrezzato ..... mq 1.223**

❖ **superficie dei marciapiedi ..... mq 344**

❖ **superficie dei percorsi pedonali interni al verde..... mq 409**

❖ **superficie dei parcheggi..... mq 1.186**

❖ **superficie delle strade pubbliche:**

- catastali..... mq 1.191
- **reali..... mq 1.235**

❖ **superficie dei lotti edificabili:**

- catastali..... mq 7.470
- **reali..... mq 7.576**

Per soddisfare la *compatibilità idraulica* richiesta dall'art. 10 - comma 3 della L.R. Marche n° 22/2011, il progetto deve prevedere, in base all'art. 13 – comma 3.b della citata legge, la realizzazione di invasi per la laminazione-raccolta delle acque meteoriche che abbiano una capacità almeno pari a 350 m<sup>3</sup> per ogni ettaro di superficie impermeabilizzata che corrisponde ad una percentuale di invaso del 3,50% della superficie impermeabilizzata.

Il **progetto di invarianza idraulica** viene suddiviso in due sotto-progetti che tengano conto della superficie reale di ogni area che lo interessa.

Di questi,

- il primo è relativo agli spazi pubblici e la sua realizzazione rimane a carico del Lottizzante che deve realizzarla, come opera di urbanizzazione primaria, nel momento della urbanizzazione del comparto;
- il secondo è relativo ai lotti edificabili e la sua realizzazione rimane a carico del privato che dovrà presentare la progettazione esecutiva in contemporanea alla richiesta del permesso di costruire.

**- PROGETTO di INVARIANZA IDRAULICA per SPAZI PUBBLICI -**

Prendendo in esame la superficie impermeabilizzata degli spazi pubblici, in base ai dati sopra riportati e indipendentemente dalla percentuale di permeabilità propria delle singole superfici, essa risulta complessivamente riportata nella tabella A che segue:

Tabella A

verde attrezzato	marcia- piedi	percorsi pedonali interni al verde att.to	parcheggi	strade pubbliche	TOTALE (mq)
1.276,00	344,00	356,00	1.186,00	1.235,00	<b>4.397,00</b>

per cui il progetto dovrebbe prevedere, per quanto richiesto dall'Art. 13 – comma 3.b) della L.R. 22/2011 e se le superfici fossero tutte al 100% impermeabili, una somma di invasi (corrispondente a 350 mc/Ha) di totali:

Tabella B

superficie pavimentata	invaso richiesto dalla L.R. 22/2011	coefficiente di permeabilità ipotizzato	totale del volume di vaso richiesto (mc)
4.397,00	3,50%	0,00	<b>153,90</b>

Al volume complessivo dell'invaso come sopra determinato possono però essere sottratti:

- a) il volume corrispondente alle acque che la permeabilità del tipo di pavimentazione considerata fa percolare verso il terreno agrario sottostante in base alla percentuale dei vuoti presenti al suo interno.**

Tale volume determina una riduzione della quantità di superficie pavimentata che si valuta applicando un adeguato coefficiente riduttivo che,

per quanto in precedenza riportato e dipendendo, questo, dalla permeabilità del sottofondo, può essere ragionevolmente e orientativamente fissato come riportato nella Tabella C che più avanti viene esplicitata.

**b) l'80% del volume effettivo sviluppato dai vari tratti della rete di fognatura bianca (due tratti Ø 250 e due tratti Ø 400) interna al comparto da lottizzare.**

Come indicato dalla Direttiva Regione Emilia Romagna approvata dal Comitato Istituzionale con delibera n° 3/82 del 20/11/2003 e sopra riportata, la rete di fognatura rappresenta, ai fini dell'invarianza idraulica, un "volano" che corrisponde a un volume di invaso pari all'80% del volume fisico dell'intera tubazione posta in opera.

Il calcolo di detto volume di invaso equivalente è riportato nelle Tabelle D.1, relativa ai tronchi di tubo, e D.2, relativa ai pozzetti tra un tronco e l'altro. La consistenza di detti invasi è riportata nelle tabelle citate che più avanti vengono esplicitate.

**c) il volume delle acque che viene trattenuto dai vuoti presenti all'interno del calcestruzzo drenante di finitura delle superfici pavimentate.**

Le superfici drenanti che contribuiscono alla creazione di questo tipo di invaso sono, nel caso del presente progetto, quelle eseguite con calcestruzzo drenante al 100% (tipo i.idro DRAIN che, a seconda della granulometria propria comporta la creazione di vuoti del 15% o del 25%, che garantisce un drenaggio vicino a 1.000 litri/m<sup>2</sup>/minuto). Il calcolo di detto volume di invaso è riportato nella Tabella E più avanti riportata;

**d) il volume corrispondente al sovradimensionamento di tratti di fognatura.**

Questo volume può essere valutato in detrazione al volume di invaso richiesto nella proporzione seguente:

$$1 \text{ mc di tubo in surplus} = 0,80 \text{ mc di invaso.}$$

**- PROGETTO - VERIFICA della INVARIANZA IDRAULICA per SPAZI PUBBLICI -**

▪ calcolo della "superficie pavimentata" di cui al punto a)

La valutazione della potenziale superficie pavimentata da considerare in base a quanto riportato nel precedente **punto a)** avviene applicando a ciascuna delle superficie in precedenza esplicitate il proprio coefficiente di permeabilità. Il risultato è riportato nella tabella C che segue.

Tabella C

superficie pavimentata	quantità (mq)	coefficiente di permeabilità	superficie pavimentata potenziale (mq)
(1)	(2)	(3)	(4) = (2) x (3)
verde pubblico attrezzato	1.223,00	0,90	122,30
marciapiedi	344,00	0,60	137,60
percorsi pedonali	409,00	0,60	163,60
parcheggi	1.186,00	0,60	474,40
strade	1.235,00	0,10	111,50
<b>sommano.....</b>	<b>4.397,00</b>	<b>0,543</b>	<b>2009,40</b>

Il potenziale invaso da prevedere, per la superficie pavimentata sopra determinata, risulta, quindi, pari a:

Tabella D

superficie pavimentata (mq)	% invaso richiesta	totale volume invaso richiesto (mc)
2009,40	3,50%	<b>70,33</b>

Al "volume di invaso" totale come sopra determinato devono essere

ora detratte le quantità di invaso equivalenti ai volumi corrispondenti alla rete di fognatura, ai pozzetti, ai pavimenti drenanti e al sovradimensionamento della rete di fognatura così come esposto nei precedenti **punti b), c) e d)**. Il calcolo di detti volumi di invaso è di seguito riportato.

▪ calcolo del "volume di invaso" corrispondente alla detrazione di cui al **punto b)**

Prendendo in considerazione le caratteristiche dei singoli tronchi di tubazione progettati e costituenti le due reti di fognatura, primaria e secondaria, si determinano i volumi corrispondenti all'80% del volume fisico di tutti i tronchi di tubo costituenti la rete.

I volumi di invaso corrispondenti ai tronchi di tubazione hanno la consistenza riportata nella Tabella D.1 che segue.

Tabella D.1

tratto di fognatura	diametro esterno (mm)	diametro di calcolo (mm)	area (mm)	lunghezza (ml)	volume effettivo del tubo (mc)	volume di invaso equivalente (mc)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6) = (4) x (5)	(7) = 80% di (6)
A-B	400	0,3804	0,1136	25,10	2,85	2,28
B-C	400	0,3804	0,1136	7,50	0,85	0,68
C-D	400	0,3804	0,1136	11,50	1,31	1,05
D-E	400	0,3804	0,1136	5,50	0,62	0,50
E-F	400	0,3804	0,1136	9,10	1,03	0,83
F-G	400	0,3804	0,1136	15,50	1,76	1,41
G-H	400	0,3804	0,1136	13,00	1,48	1,18
H-I	400	0,3804	0,1136	16,20	1,84	1,47
I-L	400	0,3804	0,1136	15,00	1,70	1,36
L-N	250	0,3804	0,1136	14,50	1,65	1,32
M-N	250	0,3804	0,1136	10,50	1,19	0,95
N-O	250	0,3804	0,1136	25,30	2,87	2,30
P-M	250	0,2376	0,0443	38,10	1,69	1,35
P-Q	250	0,2376	0,0443	16,10	0,71	0,57
Q-M	250	0,2376	0,0443	33,75	1,50	1,20
<b>totali</b>				<b>256,65</b>	<b>23,06</b>	<b>18,45</b>

I volumi di invaso corrispondenti ai pozzetti presenti tra un tronco di tubazione e l'altro hanno la consistenza riportata nella Tabella D.2 che segue.

Tabella D.2

tratto di fognatura	superficie utile pozzetto (mq)	altezza utile considerata (ml)	volume utile considerato (mc)	pozzetti considerati nel tratto considerato (n°)	volume totale di invaso da considerare (mc)
(1)	(2)	(3)	(4) = (2) x (3)	(5)	(6) = (4) x (5)
A - .... - N	0,64	0,55	0,35	11	3,87
P - Q - M	0,64	0,55	0,35	2	0,70
P - O	0,64	0,55	0,35	2	0,70
<b>totali</b>	<b>0,64</b>	<b>0,55</b>	<b>0,35</b>	<b>15</b>	<b>5,28</b>

Dai risultati ottenuti si evince che il "volume di invaso" in diminuzione corrispondente alla portata della fognatura principale, tutta progettata con Ø 400, di tutta la fognatura secondaria, tutta progettata con Ø 250, e di tutti i pozzetti aventi consistenza  $S_{up. di base} = 80 \times 80$  e  $H_{utile} = 0,55$  ml, è pari a mc  $(18.45 + 5.28) = \mathbf{mc\ 23.73}$ .

- calcolo del "volume di invaso" corrispondente alla detrazione di cui al punto c)

Prendendo in considerazione le caratteristiche della granulometria delle varie pavimentazioni realizzate con calcestruzzo drenante, si ottengono i volumi riportati nella Tabella C che segue.

Tabella E

superficie pavimentata	superficie (mq)	diametro massimo aggregato (mm)	spessore del massetto (m)	spessore equivalente dei vuoti (m)	volume di invaso equivalente (mc)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6) = (2) x (4) x (5)
a verde pubblico att.to	1.276,00	0,00	0,30	0,00%	0,00
a marciapiedi	344,00	$9 < d < 11$	0,06	25,00%	5,16
a percorsi pedonali interni al verde attr.to	356,00	$6 < d < 8$	0,06	15,00%	3,20
parcheeggi	1.186,00	$9 < d < 11$	0,10	25,00%	29,65
strade asfaltate	1.235,00	0,00	0,08	0,00%	0,00
<b>sommano</b>	<b>4.397,00</b>				<b>38,01</b>

- calcolo del "volume di invaso" corrispondente alla detrazione per sovradimensionamento della rete di fognatura di calcolo e di cui al punto d)

Al fine di aumentare l'invaso necessario per la verifica della richiesta "invarianza idraulica" si è ritenuto prevedere un sovradimensionamento della rete di fognatura inserendo, tra i nodi "I" e "O" un tratto di fognatura con un Ø 600.

Così facendo si ottiene un invaso equivalente di valore pari a quello riportato nella tabella che segue.

Tabella F

tratto di fognatura	diametro esterno (mm)	diametro di calcolo (mm)	area (mm)	lunghezza (m)	volume effettivo del tubo (mc)	volume di invaso equivalente (mc)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6) = (4) x (5)	(7) = 80% di (6)
I - O	600	0,6146	0,2965	40,00	11,86	9,49
<b>totali</b>				40,00	11,86	<b>9,49</b>

- riepilogo dei risultati riportati nelle precedenti tabelle e verifica del "volume di invaso" determinato ai fini dell'invarianza idraulica

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle calcolazioni eseguite, sia di progetto che di verifica, e si raffronta la somma dei volumi di invasi [riportati nelle colonne (2), (3), (4) e (5)] con il volume totale richiesto [colonna (1)] per garantire la compatibilità idraulica richiesta dalla L.R. 22/2011.

Tabella G

totale volume invaso richiesto (mc)	volume di invaso equivalente alla rete di fognatura di progetto (mc)	volume di invaso equivalente ai pozzetti della rete di fognatura (mc)	volume di invaso equivalente al sovradimensionamento della rete di fognatura (mc)	volume di invaso equivalente ai vuoti dei pavimenti drenanti (mc)	volume dell'invaso realizzato per garantire la invarianza idraulica (mc)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)=(2)+(3)+(4)+(5)
70,33	18,45	38,01	9,49	5,28	71,23

Dal risultato riportato nella colonna (6) della precedente Tabella G si evince che l'invarianza idraulica del comparto oggetto di urbanizzazione è verificata in quanto il volume di invaso previsto dal progetto è maggiore del valore del volume di invaso richiesto dalla L.R. 22/2011, e precisamente:

$$\text{mc } (18,45+38,01+9,49+5,28) = \text{mc } 71,23 \text{ (previsti)} > \text{mc } 70,23 \text{ (richiesti)}.$$

Oltre a quanto sopra riportato, la verifica dell'invarianza idraulica si deve considerare maggiormente rispettata in quanto nella fase progettuale descritta non si è tenuto in alcun conto l'effettivo stato di parziale impermeabilità originaria di buona parte del comparto oggetto di urbanizzazione.

Detta parziale non permeabilità del terreno è da ricondurre alla presenza di una ex casa colonica, di diversi annessi ex colonici e della relativa corte esterna in buona parte pavimentata e/o, comunque, poco permeabile in quanto in terreno fortemente costipato.

**- PROGETTO di INVARIANZA IDRAULICA per i LOTTI PRIVATI -**

Sul presupposto che l'invarianza idraulica relativa ai lotti destinati alla edificazione privata riguarderà ogni singola proprietà e, quindi, la relativa progettazione esecutiva è, fin da ora, demandata al singolo intervento, il presente progetto prende in considerazione una ipotesi per ogni singolo lotto e fissa alcuni parametri che, salvo migliore identificazione e/o calcolo che potrà essere eseguito nel momento della progettazione esecutiva di ogni singolo intervento, dovranno essere rispettati in dette fasi progettuali esecutive.

Di seguito si riportano, nella Tabella H, le ipotesi progettuali e i coefficienti di cui sopra che dovranno essere presi in considerazione nella fase progettuale esecutiva dei singoli interventi edilizi.



**Tabella H** redatta in base alle ipotesi progettuali di massima delle sistemazioni dei lotti edificabili privati come riportate nella Tav. 16.

lotto	superficie reale (mq)	volume teorico invaso richiesto 3,5% del lotto (mc)	superficie pavimentata effettiva (mq)				coeff. di perm.	sup. pav.ta di calcolo (mq)	cammini esterni (mq)	coeff. di perm.	sup. pav.ta di calcolo (mq)	viabilità interna (mq)	coeff. di perm.	sup. pav.ta di calcolo (mq)	totale sup. pav. di calcolo (mq)	volume teorico invaso richiesto 3,5% del lotto (mc)
			copertura (mq)	coeff. di perm.	sup. pav.ta di calcolo (mq)	area verde (mq)										
1	2.190,00	76,65	480,00	0,10	432,00	904,00	0,90	90,40	347,00	0,60	138,80	459,00	0,60	183,60	844,80	29,57
2	737,00	25,80	198,00	0,10	178,20	230,00	0,90	23,00	198,00	0,60	79,20	111,00	0,60	44,40	324,80	11,37
3	4.649,00	162,72	1.432,00	0,10	1.288,80	1.321,00	0,90	132,10	1.086,00	0,60	434,40	810,00	0,60	324,00	2.179,30	76,28
totali.....	7.576,00	265,16	2.110,00	-	1.899,00	2.455,00	-	245,50	1.631,00	-	652,40	1.380,00	-	552,00		117,21

N.B.: come sopra accennato, i valori finali dell'invaso da creare per mantenere l'invarianza idraulica dei lotti edificabili potranno variare in fase di progettazione esecutiva relativa sia ai fabbricati che alla sistemazione esterna dei lotti stessi. A seguito di ciò dovrà essere precisato come detti volumi verranno realizzati.

**- CONCLUSIONI -**

In base alle ipotesi di progetto e ai conteggi in precedenza riportati si può concludere che i materiali che saranno utilizzati per la realizzazione dei camminamenti, dei marciapiedi e dei parcheggi, unitamente al dimensionamento sia dell'area destinata a verde attrezzato e della rete di fognatura bianca oltre al sovradimensionamento di quest'ultima (rappresentato dal tratto di I - O) verificano l'invarianza idraulica richiesta dall'art. 10 - comma 2 della Legge Regionale n° 22 del 23/11/2011 in merito alla proposta di trasformazione territoriale che l'urbanizzazione del comparto edificabile oggetto della presente relazione comporterà.

*il Tecnico Progettista dell'impianto*

(dott. ing. Alfredo DURI)

Loreto, 11 novembre 2013

StaD/ad

file PC4\A\_pratiche\01085-olkos castelfidardo\1^ variante\allegati\relazione tec-ill\_fognature e Inv ldr\_1^V.doc