

COMUNE DI FORLIMPOPOLI

***URBANIZZAZIONE SAN P. AI PRATI - SCHEDE A12 P08
VIA PRATI, VIA DON LODI, VIA MONTANARA VICINALE
FORLIMPOPOLI***

***PROGETTAZIONE IDRAULICA DELLA RETE FOGNARIA DELLE
ACQUE METEORICHE E DEI DISPOSITIVI D'ACCUMULO ATTI A
GARANTIRE L'INVARIANZA IDRAULICA***

***APPLICAZIONE DEL PIANO STRALCIO PER IL RISCHIO
IDROGEOLOGICO***

RELAZIONE TECNICA

Forlimpopoli, Dicembre 2017



Il Progettista: Ing. ROSATI CRISTIANO
Via Crocette n.21, 47034 Forlimpopoli (FC)
Tel. 0543-741378

O. PREMESSA

Nella presente relazione si riportano le scelte metodologiche e progettuali adottate per il dimensionamento dei dispositivi atti a garantire l'invarianza idraulica della trasformazione urbanistica (in osservanza all'Art. 9 "*Invarianza idraulica*" delle Norme di Piano del vigente Piano Stralcio di bacino per il Rischio Idrogeologico) e dell'intera rete di drenaggio pubblica delle acque meteoriche, da realizzarsi in località Forlimpopoli, a servizio di un nuovo comparto residenziale situato in loc.San P. ai Prati e racchiuso fra via Prati, via Don Lodi e via Montanara vicinale.

Inoltre si è verificata la conformità "generale" dell'intervento alle Norme di Piano del Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico ed il rispetto degli indirizzi e delle prescrizioni in esse contenute.

Tutte le grandezze in gioco sono state stimate cautelativamente al fine di dimensionare l'intervento con un buon margine di sicurezza idraulica; inoltre, l'iter progettuale ha sempre tenuto in debita considerazione tutte le prescrizioni (generali e particolari) e/o le regole di buona pratica costruttiva fornite dagli Enti gestori del territorio in senso lato (Comune di Forlimpopoli, HERA Forlì-Cesena, Servizio Tecnico di Bacino Romagna, Consorzio di Bonifica della Romagna, Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli) ed in special modo quelle imposte in materia di invarianza idraulica, ove si rende necessario recepire sia come impostazione concettuale che come metodologia di calcolo l'Art. 9 "*Invarianza idraulica*" del vigente Piano Stralcio di bacino per il Rischio Idrogeologico e s.m.i. (così come recepito dall'Art. 2.17 del PSC vigente del Comune di Forlimpopoli), redatto dall'Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli territorialmente competente sull'intero territorio comunale.

Attualmente l'intera area, di estensione totale pari a 17'200 mq, si presenta come agricola. Essa è posta a Nord di Via Prati.

Il progetto prevede la realizzazione di n. 6 lotti ad uso residenziale

Inoltre, dal punto di vista urbanistico, il progetto prevede la realizzazione di un parcheggio pubblico, mentre l'accesso ai lotti avverrà dalla strada principale già esistente (via Prati e via Montanara vicinale).

Nella sua globalità il comparto è stato suddiviso nelle seguenti tipologie:

- ambiti di edificazione di nuova progettazione e spazi privati pertinenziali (questi vengono considerati impermeabili al 75%, in quanto il R.U.E. del Comune prevede una permeabilità minima consentita pari al 25%);
- aree a verde pubblico di quartiere;

- aree verdi private;
- parcheggi pubblici;
- strade e marciapiedi.

Tali superfici avranno ciascuna un certo grado di permeabilità, che sarà utilizzato nel calcolo delle fognature bianche e nel rispetto dell'invarianza idraulica. Per quanto concerne quella relativo al comparto va sottolineato che non è stata conteggiata quella relativa alla SF dei singoli lotti che prevederanno singole risoluzioni al problema dell'invarianza.

Per una chiara comprensione di tutto quanto verrà di seguito esposto, si rimanda alla visione dello specifico elaborato grafico di progetto (planimetria e profilo longitudinale con rete fognaria bianca e sistemi di laminazione debitamente quotati).

1. PRECISAZIONI INTRODUTTIVE

Innanzitutto occorre sottolineare che per calcolare i volumi di stoccaggio temporaneo dei deflussi ai fini dell'invarianza idraulica sono stati utilizzati i parametri predisposti dall'Autorità di Bacino, secondo il metodo di calcolo contenuto nella normativa del Piano Stralcio. In particolare, il Comma 5 dell'Art. 9 del Piano Stralcio recita che "... il volume minimo ... deve essere calcolato secondo la procedura riportata nell'Allegato 6 della relazione Tecnica – Rischio Idraulico del Piano di Bacino, che vale ai fini del presente articolo come Regolamento di Attuazione. I Comuni, nell'approvare gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici e regolamenti comunali, ... verificano la rispondenza dei piani attuativi e dei progetti ai requisiti di volume di invaso.

In base alle indicazioni tecniche ... sono fissati i criteri per considerare nel computo del volume richiesto anche il contributo delle reti fognarie ..." (l'Allegato 6 richiama infatti la pubblicazione [Ingegneria Ambientale, 2001] *"La valutazione idrologica dei piani urbanistici. Un metodo semplificato per l'invarianza idraulica dei piani regolatori generali"* dell'Ing. A. Pistocchi, nella quale si assume di "... computare solo l'80% del volume geometrico disponibile ...").

Tutto ciò premesso, si specificheranno nella presente relazione solamente gli elementi di valutazione ed i riferimenti più importanti, fatto salvo tutto quanto è prescritto e definito nelle norme, articoli e pubblicazioni succitate.

2. COMPUTO DEI VOLUMI DI COMPENSAZIONE PER L'INVARIANZA IDRAULICA

Si riporta di seguito uno stralcio fondamentale dell'Allegato 6 dell'Art. 9 del Piano Stralcio: "... i Piani Regolatori adottano come misura del volume minimo d'invaso da prescrivere in aree sottoposte a una quota di impermeabilizzazione I (% dell'area che viene trasformata) e in cui viene lasciata inalterata una quota P (tale che $I + P = 100\%$) il valore convenzionale:

$$W = w^\circ - 15 I - w^\circ P$$

essendo $w^\circ = 50$ mc/ha, ϕ coefficiente di deflusso dopo la trasformazione, ϕ° coefficiente di deflusso prima della trasformazione, $n = 0.48$ (esponente delle curve di possibilità climatica di durata inferiore all'ora, stimato nell'ipotesi che le percentuali della pioggia oraria cadute nei 5', 15' e 30' siano rispettivamente il 30%, 60% e 75%, come risulta plausibile da numerosi studi sperimentali citati in letteratura - si veda ad es. Paoletti, 1996 -), ed I e P espressi come frazione dell'area trasformata.

Il volume così ricavato è espresso in mc/ha e deve essere moltiplicato per l'area totale dell'intervento, a prescindere dalla quota P che viene lasciata inalterata.

Per la stima dei coefficienti di deflusso ϕ e ϕ° si fa riferimento alla relazione convenzionale:

$$\phi^\circ = 0.9 Imp^\circ + 0.2 Per^\circ \qquad \phi = 0.9 Imp + 0.2 Per$$

con Imp e Per rispettivamente le frazioni dell'area totale da ritenersi impermeabile e permeabile, prima della trasformazione (apice $^\circ$) o dopo (senza apice $^\circ$). In linea generale, si dovrà ritenere permeabile ogni superficie non rivestita con pavimentazioni di alcun genere, mentre per pavimentazioni dal carattere semipermeabile si dovrà valutare caso per caso in sede di Permesso di Costruire anche sulla base delle specifiche tecnologiche dei prodotti impiegati. È da notare che anche le aree che non vengono pavimentate con la trasformazione, ma vengono sistemate e regolarizzate, devono essere incluse a computare la quota I. La quota P dell'area in trasformazione è costituita solo da quelle parti che non vengono significativamente modificate, mediante regolarizzazione del terreno o altri interventi anche non impermeabilizzanti, dalla trasformazione ...".

Le varie tipologie di superficie vengono ulteriormente chiarite e specificate dalla direttiva tecnica dell'Autorità di bacino del 20/10/2003 (adeguata alla Variante al Titolo II "Assetto della rete idrografica" del Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico, approvata con DGR n. 1877 del 19/12/2011), che cita testualmente:

"... Si pone il problema di valutare che cosa sia permeabile. In generale, ogni tipo di copertura che consenta la percolazione nel suolo almeno ai tassi d'infiltrazione propri del suolo

"naturale" in posto è da considerare permeabile. Sono quindi certamente permeabili tutte le superfici mantenute a verde, a meno dell'ovvio controesempio di verde al di sopra di elementi interrati quali scantinati e similari, e di giardini pensili. Le coperture del suolo che possono essere considerate permeabili comprendono il caso delle griglie plastiche portanti e di dispositivi similari. Si tratta di strutture di pavimentazione costituite da elementi a griglia con percentuale di vuoti molto alta, e con caratteristiche tali da non indurre una compattazione spinta del terreno.

Nel caso invece di elementi di pavimentazione tipo "Betonella" e similari, occorre valutare caso per caso il grado di impermeabilizzazione indotto, anche tenendo conto che, essendovi una percentuale di vuoti molto minore e una forte possibilità di compattazione del terreno al di sotto e negli interstizi degli elementi di pavimentazione, si può configurare una situazione di impermeabilità di fatto. Con le stesse cautele devono essere trattate le superfici in misto granulare stabilizzato e altri materiali analoghi. In linea di massima, si può considerare superfici di queste ultime due tipologie come permeabili al 50%.

Sono invece certamente impermeabili le superfici asfaltate e cementificate, oltre alle coperture degli edifici anche qualora presentino elementi a verde, giardini pensili ecc ...".

Nell'ottica di effettuare una verifica cautelativa in termini di invarianza idraulica per lo stato di progetto dei luoghi, si è proceduto alla computazione dei volumi necessari come laminazione delle acque piovane considerando – così come consigliato, in via di massima, sempre all'interno della succitata Direttiva Tecnica – le eventuali superfici a stabilizzato e/o betonella permeabili al 50% (compreso il drenapark, benché caratterizzato da un elevato rapporto vuoto/pieno).

Alla luce di quanto riportato, la grandezza più importante da valutare per il computo dei volumi (eventuali) di compensazione idraulica è l'incidenza delle superfici permeabili pre e post intervento.

Tutto ciò premesso, si riporta nelle pagine seguenti il quadro sinottico dei valori delle grandezze necessarie alla stima del volume unitario di laminazione; tali grandezze sono state definite l'intera area interessata dalla lottizzazione (scheda A12 P08).

La superficie territoriale ha un'estensione totale di 17'200 mq e verrà interamente trasformata ($I = 1$; $P = 0$); la tabella sottostante riporta in termini di estensione di superfici permeabili, impermeabili e semipermeabili, lo stato attuale e quello di progetto, dati necessari per il calcolo dei volumi da reperire ai fini dell'invarianza:

SUPERFICIE TERRITORIALE - SF = **12.290 mq**

STATO ATTUALE

VERDE (Compreso fossi) = 12.290 mq

TRATTURO = 0,00 mq

EDIFICI ESISTENTI E MARCIAPIEDI = 0,00 mq

STRADA ESISTENTE = 0,00 mq

STATO DI PROGETTO

AREA VERDE = 5.959,00 mq

VERDE PRIVATO = 3.613,00 mq

STALLI AUTO E SUP. IN DRENAPARK = 90,00 mq (50% da PSRI)

CICLO-PEDONALE (Stabilizzato) = 262,00 (50% da PSRI)

PARCHEGGIO = 485,00 mq

TOMBINATURA = 225,00 mq

STRADA E MARCIAPIEDI = 735,00 mq

SUP. CABINA ENEL = 10,00 mq

Superficie Imperm. prima della trasf. = 0,00 mq.

Superficie Imperm. dopo la trasf. = 1.807,00 m² (90+262+485+735+10+225)

Superficie che viene trasformata = 1.807,00 mq.

Superficie inalterata = 10.483,00 mq.

Superficie totale interessata = 12.290,00 mq.

Ne scaturiscono i seguenti valori:

I = 0,3309884 P = 0,6690117

PRIMA DELLA TRASFORMAZIONE

Imp° = 0 Per° = 1 Ø° = 0,2

DOPO LA TRASFORMAZIONE

Imp = 0,3309884 Per = 0,6690117 Ø = 0,4316919

15I = 4,964826 w°P = 33,45058

Adottando la citata procedura di calcolo dei volumi d'invarianza idraulica, si ha in conclusione un volume da reperire pari a:

$$W = 81.41 \text{ mc}$$

Una volta quantificati i volumi da reperire in base alla normativa vigente, si procede alla descrizione dell'intera fognatura "pubblica" di progetto, in quanto il suo volume geometrico può essere defalcato da W nella misura dell'80%, e soprattutto all'individuazione tipologica ed al dimensionamento degli ulteriori dispositivi atti a garantire l'invarianza idraulica, quali ad esempio depressioni morfologiche superficiali.

3. PROGETTAZIONE DELLA FOGNATURA BIANCA E COMPUTO DEL VOLUME FOGNARIO CONTRIBUENTE ALL'INVARIANZA IDRAULICA

Prima di procedere alla progettazione dell'intero impianto fognario di acque bianche a servizio dell'area oggetto d'intervento, è stato di fondamentale importanza verificare gli aspetti caratterizzanti lo *status quo* "idraulico" dell'area.

In particolare il recapito della fognatura bianca più prossimo all'area da servire si trova in una via asfaltata adiacente al comparto, indicato in planimetria con il pozzetto BE/1, avente profondità di scorrimento rispetto al terreno pari a 0.96 m; quindi l'allaccio della rete di drenaggio delle acque meteoriche di progetto alla fognatura bianca esistente avverrà previa strozzatura.

In prossimità della lottizzazione risulta ubicato il fosso consorziale "II° RAMO Ausetta"

Tutti i condotti di fognatura bianca (a meno di una porzione di tombinatura del fosso stradale in PVC DN 200) sono previsti in PVC, SN8, di diametro compreso tra 400 e 630 mm.

Nell'ottica di valutare il volume geometrico della rete fognaria e di conseguenza il volume da scomputare per il calcolo dei dispositivi idraulici atti a garantire l'invarianza idraulica, si è fatto il calcolo analitico del volume interno dei condotti (conteggiato per l'80%) per ogni sottobacino individuato (*).

(*) Fognoli di caditoie/bocche di lupo:	Contributo trascurato a scopo cautelativo
Allacciamenti privati:	Contributo trascurato a scopo cautelativo
Pozzetti rete fognaria	Contributo trascurato a scopo cautelativo
Tombinatura Ø315	Contributo trascurato a scopo cautelativo

Si ottiene, in conclusione, il seguente quadro sinottico:

PVC 400 --> A=0,111 mq --> L = 95m --> Vol (80%)= 8,44 mc

PVC 630 --> A=0,276 mq --> L = 128m --> Vol (80%)= 28,26 mc

Totale = 8,44 + 28,26 = 36,70 mc

Il contributo "volumetrico" della fognatura ammonta a:

$$W_{\text{FOGN}} = 36.70 \text{ mc} < 81.41 \text{ mc}$$

Come si evince dai dati, **sono necessari altri dispositivi per l'invarianza idraulica, poiché il solo contributo fognario non è sufficiente ad accumulare il volume minimo ai fini dell'invarianza idraulica.**

Si è proceduto quindi alla scelta tipologica, alla localizzazione ed al dimensionamento dei necessari dispositivi per l'invarianza idraulica (vedere paragrafo successivo).

Per l'intero Comparto si precisa che:

- tutte le caditoie stradali sono da prevedersi sifonate e di dimensioni interne minime pari a (50*50 cm),
- gli allacci privati verranno realizzati direttamente all'interno dei pozzetti di ispezione, secondo le prescrizioni tecniche fornite da HERA;
- i collettori sono dotati di pozzetti di ispezione mediamente ogni 30/40 metri, di dimensione interna pari almeno a 100 cm, muniti di dispositivi di coronamento (botola) in ghisa sferoidale conformi alla norma UNI EN 124, classe D400 per traffico pesante lungo le sedi stradali e classe C250 all'interno del verde pubblico.

4. SOLUZIONI PROGETTUALI ADOTTATE PER I DISPOSITIVI ATTI A GARANTIRE L'INVARIANZA IDRAULICA

A questo punto restano da definire e dimensionare i sistemi di accumulo atti a garantire l'invarianza idraulica. Si è visto in precedenza che il volume complessivo da invasare durante gli eventi meteorici eccezionalmente intensi è pari a:

$$W = 81.41 \text{ mc}$$

Essi, decurtati del volume fognario “pubblico” previsto (condotti fognari) all’interno del comparto, divengono:

$$W^* = W - W_{\text{FOGN}} = 81.41 - 36.70 = 44.71 \text{ mc}$$

Si prevede di stoccare parte del volume W^* temporaneamente all’interno di una depressione morfologica (dispositivo di laminazione a cielo aperto), da localizzare nell’area a verde ubicata in aderenza al nuovo parcheggio.

Si prospetta per essa una sistemazione “a lieve depressione morfologica”, in modo che non venga minimamente pregiudicata la destinazione urbanistica del verde e soprattutto che la probabilità di allagamento sia residuale, in quanto tale avvallamento presenta una profondità al fondo dell’ordine di 30 centimetri (+ 10 cm di franco) e di conseguenza quote comunque elevate. Il raccordo tra la superficie al fondo e il piano campagna avverrà mediante scarpate aventi pendenza abbastanza dolce, pari a 2/5.

Ipotizzando una superficie al fondo di circa 130 mq ed in sommità di circa 180 mq, si ha che con un tirante idrico massimo pari a 30 centimetri il volume utile è pari a:

$$W_{\text{DEP}} = [(130+180)/2] \text{ mq} * 0.30 \text{ m} \cong 46.50 \text{ mc}$$

Sul fondo della depressione verranno realizzati n. 3 pozzetti collegati alla rete fognaria principale mediante condotte in PVC DN 400 (con griglia concava e/o piana in sommità), per garantire maggior sicurezza di funzionamento e fasi rapide di invaso/svaso; questi hanno dimensioni interne minime pari a (50*50) cm e in sommità sono dotati di griglia in ghisa di dimensioni utili minime (45*45) cm; tale elemento, presentando un elevato rapporto vuoti/pieno, ben si presta al passaggio dell’acqua sia in fase di riempimento della depressione che di svuotamento della stessa verso la fognatura (esaurimento dell’evento temporalesco).

La sommatoria di tutti i contributi di invaso idrico dati dai dispositivi “pubblici” appena descritti (fognatura pubblica e depressione morfologica e suoi dispositivi) ammonta a:

$$V = 36.70 + 46.50 = 83.20 \text{ mc} < W = 81.41 \text{ mc}$$

Si ha quindi che il progetto del PUA ha reperito volumetrie per l'invarianza idraulica della trasformazione urbanistica abbondanti rispetto alle prescrizioni delle normative vigenti in materia (Piano stralcio per il Rischio Idrogeologico).

➤ Disposizioni generali per la gestione della depressione morfologica

Tutte le parti strutturali, funzionali ed accessorie dei pozzetti e dei tronchi di collegamento alla fognatura dovranno essere oggetto di periodiche attività di manutenzione (controllo funzionalità, pulizia e spurgo, eventuale manutenzione straordinaria, ecc.). Ciò si rende necessario per i frequenti funzionamenti del sistema di laminazione e soprattutto per il fatto che le acque di rientro in fogna dalla vasca potranno essere caratterizzate da un discreto contenuto di "torbidità" (materiale terroso, erba e foglie, piccoli rifiuti, ecc.).

Resta sottinteso che il fondo vasca e le scarpate, adeguatamente inerbite, dovranno anch'esse essere oggetto di normale manutenzione periodica (tosatura prato, sfalcio di eventuale vegetazione arbustiva minuta, ecc.) al fine di garantirne la funzionalità e la facile accessibilità e di non favorire fenomeni pregiudizievoli del buon comportamento idraulico dell'intero sistema quali l'intasamento e/o la parziale copertura in sommità dei pozzetti di collegamento.

Al fondo della vasca di laminazione, inoltre, non può essere realizzata alcuna piantumazione nelle strette vicinanze delle caditoie di collegamento, al fine di salvaguardarne l'integrità minacciata dagli apparati radicali; tale operazione è da ritenersi, d'altronde, del tutto fattibile sia nelle restanti zone del fondo vasca che lungo le scarpate spondali, anche nell'ottica di rendere visivamente ancor meno impattante il "ribassamento" del terreno, cioè la vasca stessa.

5. APPLICAZIONE DEL PIANO STRALCIO PER IL RISCHIO IDROGEOLOGICO

Nel presente paragrafo si analizza la rispondenza del progetto alle Norme di Piano del Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico.

Si riporta di seguito uno stralcio della tavola del PSRI, riportante la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico della autorità dei Bacini Regionali Romagnoli.

Dalla tavola riportate si evince che l'area del Comparto è soggetta a Tirante Idrico, ma questo viene soddisfatto con la sopraelevazione della quota di campagna fino alla quota stradale, requisito che viene soddisfatto in eccedenza in quanto già previsto nel progetto. Ciò comporta che ogni lotto edificabile dovrà prevedere:

- la quota del terreno almeno pari a quella della strada;
- Tutte le aperture dovranno avere quota almeno pari al tirante compresi gli ingressi e le rampe di eventuali interrati e seminterrati o quantomeno predisposizione di eventuali paratoie mobili;
- gli eventuali interrati e seminterrati dovranno essere protetti con idonei accorgimenti tecnologici quali impianti a tenuta e valvole di non ritorno.

Il Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico è pienamente applicato e soddisfatto, una volta attuati correttamente tutti i dispositivi invariati previsti nella presente relazione progettuale.

