

**PROVINCIA DI PERUGIA  
COMUNE DI DERUTA**

---

**REALIZZAZIONE DI UN IMMISSIONE DI ACQUE CHIARE  
NEL FOSSO DEI GUASTRI IN LOC. SANT'ANGELO DI CELLE**

**COMMITTENTE: NOVATECNO S.r.l.**

INTEGRAZIONE DOCUMENTALE - Prot. N. E-0104943 del 05/03/2014

**foglio N.C.T. n°15, p.lle n° 615-611-1507**

---

**RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA**

---

**PROGETTISTA:**

ING. ILARIO LORI



## **1. SOMMARIO**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. SOMMARIO .....</b>                                      | <b>2</b>  |
| <b>2. PREMESSA .....</b>                                      | <b>3</b>  |
| <b>3. STUDIO IDROLOGICO DELL'AREA .....</b>                   | <b>4</b>  |
| <b>4. DIMENSIONAMENTO DELLE VASCHE DI LAMINAZIONE.....</b>    | <b>9</b>  |
| <b>5. VERIFICA IDRAULICA DELLE TUBAZIONI DI SCARICO .....</b> | <b>11</b> |
| <b>6. CONCLUSIONI .....</b>                                   | <b>14</b> |

## ***RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA***

### **2. PREMESSA**

Il presente documento costituisce la relazione dello studio idraulico relativo alla "Realizzazione di un'immissione di acque chiare nel fosso dei Guastri - loc. Sant'Angelo di Celle nel comune di Deruta".

Si riporta, di seguito, un'immagine dello stato dei luoghi (Fig. 1) acquisita tramite Google Earth:



Fig. 1 - Area oggetto di studio

L'opera in oggetto prevede, a seguito della lottizzazione dell'area, la realizzazione di una rete di raccolta delle acque bianche, costituita da tubazioni di differenti diametri e vasche di laminazione dell'acqua.

Tale sistema ha lo scopo di garantire l'invarianza idraulica rispetto al Fosso dei Guastri, convogliando nel suddetto fosso, nella situazione post operam (stato di progetto) una portata invariata rispetto a quella della situazione ante operam (stato attuale).

Per limitare la portata eccedente ed ottenere, quindi, l'invarianza idraulica, l'acqua viene accumulata in due vasche di laminazione poste in prossimità dell'immissione nel fosso dei Guastri.

### **3. STUDIO IDROLOGICO DELL'AREA**

#### **2.1. Criteri per la determinazione della portata delle acque pluviali**

Lo studio in oggetto viene condotto prendendo in considerazione l'equazione, di seguito riportata, che consente di calcolare la portata massima  $Q$  (mc/s) raccolta da un bacino di superficie  $A$  (ha), con riferimento ad una intensità di pioggia  $I$  (m/h) che caratterizza la piovosità del territorio.

$$Q = (10 \cdot \varphi \cdot \Psi \cdot I \cdot A) / 3,6$$

Tale relazione risulta funzione dei seguenti parametri:

- $\varphi$  è il coefficiente di deflusso;
- $\Psi$  coefficiente di ritardo;
- $I$  intensità della pioggia [m/h];
- $A$  superficie dell'area interessata alla captazione dell'acqua [ha].

Ai fini della stima della portata si assume un'intensità di pioggia  $I = 0,1$  m/h, valore statistico di riferimento per la zona di interesse.

Per la determinazione della superficie interessata dalla captazione dell'acqua si è considerata la parte idraulicamente trasformata (variata) della zona di intervento pari a 11.000 mq (1,1 ha).

| STATO ATTUALE                  |                        |        |
|--------------------------------|------------------------|--------|
| <i>Tipologia di Superficie</i> | <i>Estensione [mq]</i> | $\Phi$ |
| Terreno agricolo non edificato | 7800                   | 0,30   |
| Terreno agricolo non edificato | 11000                  | 0,30   |

| STATO DI PROGETTO                   |                        |        |
|-------------------------------------|------------------------|--------|
| <i>Tipologia di Superficie</i>      | <i>Estensione [mq]</i> | $\Phi$ |
| Giardini, spazi verdi non edificati | 7800                   | 0,30   |
| Strade con asfalto drenante         | 3850                   | 0,50   |
| Marciapiedi drenanti                | 1500                   | 0,50   |
| Parcheggi con asfalto drenante      | 1120                   | 0,50   |
| Piazzale lotto 18 (impermeabile)    | 1010                   | 0,95   |
| Coperture, tetti                    | 3520                   | 0,95   |

Tab. 1 - Comparazione tipi di suolo

Assumendo che il terreno agricolo non edificato dello stato attuale ha un valore del coefficiente di deflusso uguale a quello dello stato di progetto di giardini e spazi verdi non edificati che ha un'area pari a 7.800 mq; quindi dei 18.800 mq di superficie, relativa all'intera area d'intervento, solo 11.000 mq (= 18.800-7.800) di questa concorrono alla variazione di portata di scarico sul fosso, in quanto, per queste zone, cambiano i coefficienti di deflusso. Per cui si assume A = 11000 mq (1,1 ha).

Tabella 2.2 - Coefficiente di deflusso per diversi tipi di superficie (Ippolito, 1960)

| <i>tipo di superficie</i>   | $\phi$           |
|---|------------------|
| <i>tetti impermeabili</i>   | $0,70 \div 0,95$ |
| <i>pavimentazioni d'asfalto ben tenute</i>  | $0,85 \div 0,90$ |
| <i>pavimentazioni di pietra, laterizi o legno con buone connessioni di cemento</i>  | $0,75 \div 0,85$ |
| <i>pavimentazioni di pietra, laterizi o legno con giunti aperti o non cementati</i> | $0,50 \div 0,70$ |
| <i>pavimentazioni a blocchi sconnessi con giunti aperti</i>                         | $0,40 \div 0,50$ |
| <i>strade di macadam</i>  | $0,25 \div 0,60$ |
| <i>strade e viali di ghiaietto</i>  | $0,15 \div 0,30$ |
| <i>superfici non pavimentate, piazzali ferroviari, terreni non edificati</i>        | $0,10 \div 0,30$ |
| <i>parchi, giardini, prati, a seconda della pendenza e della natura del suolo</i>   | $0,05 \div 0,25$ |
| <i>aree boschive e foreste, a seconda della pendenza e della natura del suolo</i>   | $0,01 \div 0,20$ |

Tab. 2 - Coefficienti di deflusso

Per quanto riguarda il coefficiente di ritardo, considerando l'estensione superficiale, l'altimetria dell'area e le caratteristiche di deflusso, si assume un valore pari a  $\Psi = 0,88$ .

## 2.2. Stima del coefficiente di deflusso

La stima del coefficiente di deflusso si basa sul calcolo della media ponderata alla superficie ed è stato eseguito sia per lo stato attuale sia per la situazione edificata. Si ricorda che un valore di tale coefficiente prossimo ad "1" identifica una superficie quasi impermeabile e con grande capacità di deflusso; queste zone contribuiscono fortemente all'accumulo di portata nei canali di raccolta. Al contrario, un coefficiente vicino allo "0" individua una superficie permeabile con grande capacità di assorbimento e che da un contributo minore alla portata.

|                                | $A_i$<br>[mq]   | $\Phi$<br>[-]         | $\Phi \times A_i$<br>[mq] |
|--------------------------------|-----------------|-----------------------|---------------------------|
| Terreno agricolo non edificato | 11000           | 0.3                   | 3.30E+03                  |
|                                | 11000           |                       | 3.30E+03                  |
|                                | 11000           |                       |                           |
|                                | <i>deflusso</i> | $\Phi_{\text{medio}}$ | <b>0.30</b>               |
|                                | <i>ritardo</i>  | $\Psi$                | 0.88                      |

Fig. 2 - Calcolo del coefficiente di deflusso - Stato Attuale

|                                  | $A_i$<br>[mq] | $\Phi$<br>[-]   | $\Phi \times A_i$<br>[mq] |
|----------------------------------|---------------|-----------------|---------------------------|
| Strade con asfalto drenante      | 3850          | 0.5             | 1.93E+03                  |
| Marciapiedi drenanti             | 1500          | 0.5             | 7.50E+02                  |
| Parcheggi con asfalto drenante   | 1120          | 0.5             | 5.60E+02                  |
| Piazzale lotto 18 (impermeabile) | 1010          | 0.95            | 9.60E+02                  |
| Coperture, tetti                 | 3520          | 0.95            | 3.34E+03                  |
|                                  | 11000         |                 | 7539                      |
|                                  | 11000         |                 |                           |
|                                  |               | <i>deflusso</i> | $\Phi_{medio}$            |
|                                  |               | <i>ritardo</i>  | $\Psi$                    |
|                                  |               |                 | 0.69                      |
|                                  |               |                 | 0.88                      |

Fig. 3 - Calcolo del coefficiente di deflusso - **Stato di Progetto**

Si ha quindi:

**STATO ATTUALE:**  $\varphi = 0,30$

**STATO DI PROGETTO:**  $\varphi = 0,69$

### 2.3. Calcolo delle portate

Le portate vengono calcolate sulla base della relazione e dei parametri precedentemente descritti (Fig. 4).

**STATO ATTUALE**

|                |           |              |
|----------------|-----------|--------------|
| $\Phi_{medio}$ | 0.300     | -            |
| $\Psi$         | 0.880     |              |
| I              | 0.1       | [m/h]        |
| A              | 1.10      | [ha]         |
| $Q$            | 0.081     | [mc/s]       |
| <b>Q</b>       | <b>81</b> | <b>[l/s]</b> |

**STATO DI PROGETTO**

|                |            |              |
|----------------|------------|--------------|
| $\Phi_{medio}$ | 0.685      | -            |
| $\Psi$         | 0.880      |              |
| I              | 0.1        | [m/h]        |
| A              | 1.10       | [ha]         |
| $Q$            | 0.184      | [mc/s]       |
| <b>Q</b>       | <b>184</b> | <b>[l/s]</b> |

Fig. 4 - Calcolo della portata (Stato Attuale e di Progetto)

Come si può notare dai valori delle portate calcolati, con le finalità di ottenere l'invarianza idraulica per il fosso dei Guastri, si presenta la necessità di laminare la portata di scarico delle reti di raccolta nello stato di progetto (184 l/s) ad un massimo valore di 81 l/s (stato attuale).

Infatti l'inserimento di superfici molto meno permeabili fa aumentare, in caso di eventi piovosi di progetto, la portata di 103 l/s. La situazione rende necessario l'inserimento di vasche di laminazione.

## 4. DIMENSIONAMENTO DELLE VASCHE DI LAMINAZIONE

### 3.1 Calcolo del volume di invaso (vasca di laminazione)

Il calcolo del volume di laminazione è stato condotto integrando l'equazione di continuità che uguaglia la differenza tra la portata entrante  $q_e(t)$  e quella uscente  $q_u(t)$ , in generale funzioni del tempo  $t$ , con la derivata della funzione volume dell'invaso  $W(t)$ , anch'essa funzione di  $t$ , rispetto al tempo.

Adottando l'ipotesi semplificativa di porre la portata uscente costante e pari al valore massimo che può essere scaricato nel fosso per avere invarianza idraulica e cioè pari alla portata calcolata allo stato attuale, per determinare il volume massimo di invaso, si è applicato il metodo dell'invaso con le formulazioni proposte da "Moriggi e Zampaglione, 1978".

Il metodo definisce il tempo critico della vasca, ovvero il tempo necessario per ottenere il massimo volume, e quindi il volume di invaso necessario ad ottenere la laminazione.

Il tempo critico si calcola in base alla seguente formula:

$$t_v = \frac{1}{C} \cdot \left[ \frac{Q_u}{\varphi \cdot n \cdot a \cdot S} \right]^{\frac{1}{n-1}}$$

Il volume di invaso si calcola con la seguente formula:

$$W = \varphi \cdot a \cdot t_v^n \cdot S \cdot \left[ 0,95 - (1/m)^{2/3} \right]^{3/2}$$

Dove "C" si determina come segue:

$$C = \frac{0,165 \cdot n}{1/m + 0,01} - \frac{1/m - 0,1}{30} + 0,5$$

Il metodo necessita della definizione delle seguenti grandezze:

- "m" - *Rapporto di laminazione*: rapporto tra portata entrante massima (184 l/s) e portata uscente (81 l/s);
- "a" e "n" - *Parametri della curva di possibilità pluviometrica*: in base alle carte regionali (regione Umbria) delle linee di ugual valore dei parametri, relative alle

precipitazioni di massima intensità e di breve durata, considerando un tempo di ritorno di 30 anni, si assumono per tali parametri i valori  $a = 57,6 \text{ mm/h}^n$ ,  $n = 0,26$ ;

- "S" - *Superficie del bacino*: è uguale ad "A" precedentemente definito e cioè 1,1 ha;
- " $\varphi$ " - *Coefficiente di deflusso*: parametro precedentemente definito che, nella situazione di progetto vale 0,69.

Si ottiene:

|                               |             |             |
|-------------------------------|-------------|-------------|
| <b>PORTATA TOTALE USCENTE</b> | <b>0.08</b> | <b>mc/s</b> |
|-------------------------------|-------------|-------------|

|                                |             |             |
|--------------------------------|-------------|-------------|
| <b>PORTATA TOTALE ENTRANTE</b> | <b>0.18</b> | <b>mc/s</b> |
|--------------------------------|-------------|-------------|

| <b>DATI BACINO VASCA</b> |              |                             |
|--------------------------|--------------|-----------------------------|
| <b>Superficie</b>        | <b>mq</b>    | <b><math>\varphi</math></b> |
| Tetti                    | 4530         | 0.95                        |
| Strade, parcheggi        | 6470         | 0.5                         |
|                          | 0            | 0                           |
| <b>TOT</b>               | <b>11000</b> | <b>0.69</b>                 |

| <b>PARAMETRI PER DIMENS. VASCA</b> |       |
|------------------------------------|-------|
| m                                  | 2.28  |
| n                                  | 0.26  |
| a                                  | 57.60 |
| C                                  | 0.585 |

| <b>METODO DELL'INVASO - MORIGGI, ZAMPAGLIONE 1978</b> |  |           |
|---|--|-----------|
| <b>TEMPO CRITICO VASCA (ore)</b>                      | $t_v = \frac{1}{C} \cdot \left[ \frac{Q_u}{\varphi \cdot n \cdot a \cdot S} \right]^{\frac{1}{n-1}}$ | 0.48      |
| <b>VOLUME DELLA VASCA LAMINAZIONE (mc)</b>            | $W = \varphi \cdot a \cdot t_v^n \cdot S \cdot [0.95 - (1/m)^{2/3}]^{3/2}$                           | <b>82</b> |

Fig. 5 - Calcolo del volume d'invaso

Per cui il volume complessivo delle vasche deve essere di 82 mc.

### **3.2 Collocazione delle vasche**

La rete di raccolta delle acque piovane è costituita da n.2 collettori principali Dn 350. L'area competente alle due linee di scarico è approssimativamente uguale per cui il volume complessivo delle vasche di laminazione può essere suddiviso in due parti uguali. Per tali motivi si ipotizza di inserire due vasche di laminazione da 41 mc ciascuna.

Le vasche sono posizionate in prossimità dei punti di scarico e sono collegati al fosso da una condotta che trasferisce in esso la portata in uscita dalla vasca.

Le due vasche avranno dimensioni di 15 m x 5,8 m x 0,5 m = 43,5 mc e saranno posizionate al di sotto della sede stradale, totalmente ipogee, con soletta superiore in c.a. carrabile. Lo scarico avverrà per gravità e non sono pertanto necessari dispositivi di sollevamento. sarà garantito

## **5. VERIFICA IDRAULICA DELLE TUBAZIONI DI SCARICO**

Entrambe le vasche di laminazione scaricano nel fosso dei Guastri attraverso una condotta in PVC Dn 225 mm (Fig. 6), spessore 6 mm, lunga circa 17 m, con una pendenza di 0,004 m/m.

La portata da smaltire varia a seconda dell'altezza del tirante idrico all'interno della vasca, quindi per verificare il diametro si impone che il tirante, posto ad una altezza media, riesca a determinare una portata pari a quella di uscita impiegata per la stima del volume di invaso.

| Ø esterno<br>mm | Tubi PVC pressione |              |              |
|-----------------|--------------------|--------------|--------------|
|                 | PFA 6<br>mm        | PFA 10<br>mm | PFA 16<br>mm |
| 50              | -                  | 45,2         | 42,6         |
| 63              | 59,0               | 57,0         | 53,6         |
| 75              | 70,4               | 67,8         | 63,8         |
| 90              | 84,4               | 81,4         | 76,6         |
| 110             | 104,6              | 101,6        | 96,8         |
| 125             | 118,8              | 115,4        | 110,2        |
| 140             | 133,0              | 129,2        | 123,4        |
| 160             | 152,0              | 147,6        | 141,0        |
| 180             | 171,2              | 166,2        | 158,6        |
| 200             | 190,2              | 184,6        | 176,2        |
| 225             | 214,0              | 207,8        | 198,2        |
| 250             | 237,6              | 230,8        | 220,4        |
| 280             | 266,2              | 258,6        | 246,8        |
| 315             | 299,6              | 290,8        | 277,6        |
| 355             | 337,6              | 327,8        | -            |
| 400             | 380,4              | 369,4        | -            |
| 500             | -                  | -            | -            |
| 630             | -                  | -            | -            |

Fig. 6 - Tabella delle tubazioni commerciali in PVC

Il calcolo viene imposto considerando la condotta in pressione e attribuendo un coefficiente di scabrezza C pari a 150 (tubazioni in PVC) alla formula di Hazen-Williams (Fig. 7).

$$\Delta = JL = \frac{10.675 Q^{1.852}}{C^{1.852} D^{4.8704}} L$$

Fig. 7 - Formula di Hazen-Williams

Il dislivello piezometrico  $\Delta$  è costituito dal tirante idrico medio che vale 250 mm (0,25 m, Fig. 8) sommato al dislivello geodetico generato dalla pendenza sulla lunghezza della condotta che vale:  $17 \text{ m} \times 0,004 \text{ m/m} \cong 0,07 \text{ m}$ . per cui  $\Delta = 0,32 \text{ m}$ .

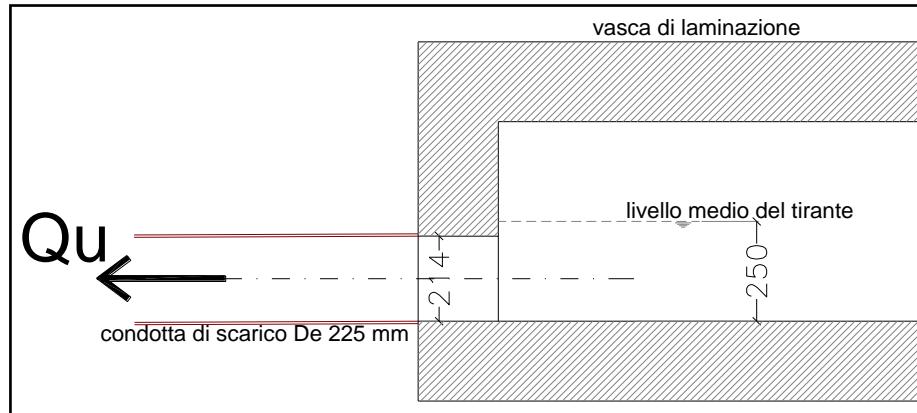


Fig. 8 - Schema geometrico scarico vasca di laminazione

Si ha:

| <b>Dati di Calcolo</b> |                      | <b>D =</b> Diametro interno  |
|------------------------|----------------------|--|
| <b>D</b>               | 0.214 m              | <b>Q =</b> Portata della condotta  |
| <b>Q</b>               | 0.0847740185292 m³/s | <b>Δ =</b> Dislivello Piezometrico   |
| <b>Δ</b>               | 0.32 m               | <b>C =</b> Coefficiente di scabrezza:<br>100 per tubi calcestruzzo<br>120 per tubi acciaio<br>130 per tubi ghisa rivestita<br>140 per tubi rame, inox<br>150 per tubi PE, PVC e PRFV |
| <b>C</b>               | 150                  |  |
| <b>L</b>               | 17 m                 |  |
|                        | <b>Calcola</b>       | <b>L =</b> Lunghezza della condotta  |
|                        | <b>Reset</b>         |  |

Fig. 9 - Calcolo della portata

Da calcoli risulta che la portata è pari a circa 0,085 mc/s. tale valore è del tutto confrontabile con il valore massimo scaricabile nel fosso che è pari a 0,081 mc/s. la condotta risulta verificata.

## **6. CONCLUSIONI**

Il progetto di lottizzazione dell'area attualmente di utilizzo agricolo, dal punto di vista idraulico, comporta un aumento della capacità di deflusso per effetto della realizzazione di superfici impermeabili (o quasi) rispetto allo stato attuale.

Le acque bianche provenienti dalle superfici impermeabili sono raccolte da un sistema di condotte e pozzetti che a loro volta scaricano, attraverso vasca di laminazione, in due punti distinti, nel fosso menzionato.

La trasformazione in progetto genera un incremento di portata nel fosso pari a:

$$184 \text{ l/s} - 81 \text{ l/s} = 103 \text{ l/s}.$$

Tale portata aggiuntiva viene laminata attraverso la realizzazione di due vasche di laminazione, ciascuna di dimensioni 15 m x 5,8 m x 0,5 m (*43,5 mc*) collegate allo scarico da una condotta in PVC avente diametro esterno pari a 225 mm.