

REGIONE PIEMONTE  
PROVINCIA DI CUNEO  
COMUNE DI DIANO D'ALBA



**OGGETTO:** Piano Esecutivo Convenzionato in area residenziale di espansione Rn 19 – Località San Quirico – Diano d'Alba (CN).

**ELABORATO: VERIFICHE IDRAULICHE E CALCOLO VOLUMI SERBATOI**

D.M. 14/01/2008

D.M. 11/03/1988

All. 3 “Direttiva PAI sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica”

**COMMITTENTE: BENEVELLO MANUELA, RINALDI DANIELE, TROMBONI AMELIA, PRANDI ANSELMO E TRINCHERO ANNA.**

**DATA: GENNAIO 2016**



**STUDIO GEOLOGICO  
E LABORATORIO GEOTECNICO**

**Dott. Geol. Diego BARBERO**

*Geologo, Tecnico per l'ambiente,  
Dottore in Fisica*

Timbro e firma

Via Asti, 7 14010 – San Martino Alfieri (AT)  
Tel./Fax. 0141 976262  
Cell. 3384953385  
e-mail: [diego-barbero@libero.it](mailto:diego-barbero@libero.it)  
[www.reteimprese.it/studiogeologiabarbero](http://www.reteimprese.it/studiogeologiabarbero)  
C.F. BRBDGI80E08A479X  
P. IVA 01463170058



Iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi del Piemonte n. 742



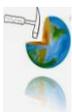
## Premessa

La presente relazione, redatta su incarico della Immobiliare San Quirico S.r.l., integra la precedente relazione del Dicembre 2011 relativa alle verifiche idrauliche effettuate per il progetto di realizzazione rete fognaria e regimazione delle acque meteoriche del PEC ricadente nell'area residenziale in espansione Rn 19 in Località San Quirico nel Comune di Diano d'Alba. In particolare, il presente elaborato, riguarda il dimensionamento delle vasche di raccolta per la acque di prima pioggia sulla base dei calcoli idraulici già effettuati.

Il presente studio è stato redatto al fine di valutare le condizioni idrologiche, idrogeologiche ed idrauliche del territorio in esame per un corretto dimensionamento delle opere di raccolta, trattamento, recupero e smaltimento delle acque piovane.

Nella presente relazione vengono ripresi alcuni paragrafi della relazione precedente (Dicembre 2011) poiché richiamano parametri e risultati necessari al calcolo del volume dei serbati. Vengono inoltre richiamati alcuni elementi geomorfologici ed idrologici dell'area utili alla corretta progettazione di idonei sistemi di raccolta e stoccaggio nonché di riutilizzo delle acque meteoriche, fornendo inoltre alcuni esempi di riutilizzo delle stesse.

Le verifiche idrauliche, finalizzate a fornire una valutazione degli afflussi idrici con tempo di ritorno pari a 20 anni, 100 anni e 200 anni, sono state effettuate in accordo alla "***Direttiva sulla Piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica***" elaborata dall'***Autorità di Bacino del Fiume Po***". Il calcolo dei volumi di prima pioggia da accumulare in apposite vasche è stato eseguito in accordo al D.lgs n. 152/2006 e D.P.G.R. n. 1/R del 20 febbraio 2006 "***Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di lavaggio di aree esterne (Legge regionale 29 dicembre 2000, n. 61)***".



## 1. LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA DELL'AREA

L'area interessata dall'intervento in progetto si colloca nel territorio comunale di Diano d'Alba in Loc. San Quirico, a Nord del concentrico, poco a monte del cimitero, in prossimità del confine comunale con il limitrofo comune di Alba: l'estratto della Carta Tecnica Regionale in Fig. 1 visualizza l'area in esame.

Morfologicamente il sito si localizza in corrispondenza ad un settore di versante a bassa pendenza ad una quota di circa 405 - 410 m s.l.m.

In particolare, la proprietà si localizza nel N.C.T. del Comune di Diano d'Alba ed insiste sul Foglio di mappa n. 17, Particelle n. 233, 380 e 384.

L'accessibilità generale all'area è garantita dalla Strada provinciale collega il concentrico al Comune di Alba oltre che dalla strada comunale Via San Sebastiano.



Fig. 1 – Stralcio della Sez. C.T.R. ripreso dal sito web Arpa Piemonte.



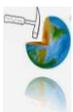
## **2. CARATTERI IDROGEOLOGICI DEL SITO**

In questo paragrafo si richiamano sinteticamente le caratteristiche idrogeologiche dei terreni che caratterizzano il sito in esame (versante “Bric della Birra”, sito a monte dell’area PEC e area residenziale PEC Rn 19 in progetto); per i dettagli si rimanda alla Relazione Geologica a firma dello scrivente.

Per quel che riguarda le condizioni idrogeologiche si sottolinea che il settore in esame è impostato su depositi riferibili alla Formazione delle Arenarie di Diano d’Alba in questo caso rappresentate da sabbie fini e sabbie limose molto addensate di colore grigio o giallognolo ed arenarie organizzate in banchi con spessore massimo fino a 3 metri, ben visibili in affioramento a cui sono intercalate marne in strati sottili. Le arenarie costituiscono dei noduli tondeggianti all’interno dei banchi sabbiosi. Tali depositi presentano una conducibilità idraulica primaria (porosità) da media a bassa e una conducibilità idraulica secondaria legata alla fratturazione locale.

Di seguito si ripropone lo stralcio della Carta Geoidrologica ripresa dagli elaborati geologici allegati al PRGC a firma del Geol. Galliano (Fig. 2).

Le acque di superficie scolanti sul versante collinare presente a monte del PEC, vengono veicolate nel fosso intubato (diametro 50 cm) sito lungo la strada comunale Via San Sebastiano; mentre quelle precipitate direttamente sulla superficie del PEC ora convogliano in un fosso a cielo aperto sito a valle, che ricade all’interno del terreno di proprietà del PEC.



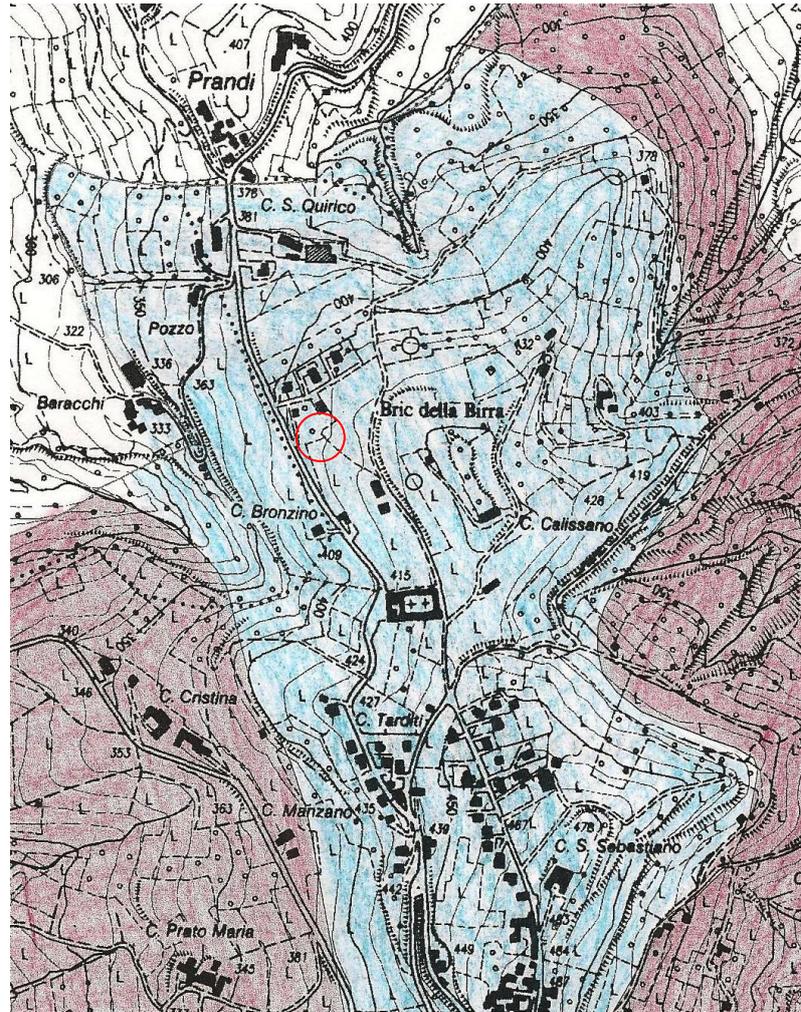


Fig. 2 – Stralcio della "Carta Geoidrologica"

#### LEGENDA

##### Permeabilità per porosità

-  Complessi idrogeologici a permeabilità elevata. Presenza di una falda di tipo libero alimentata da infiltrazione diretta e caratterizzata da forti escursioni connesse alle fluttuazioni idrometriche dei corsi d'acqua. Rischio di inquinamento diretto e diffuso.
-  Complessi idrogeologici con circolazione idrica locale, alimentata da infiltrazione diretta; bassa vulnerabilità all'inquinamento. Permeabilità bassa.
-  **Complesso idrogeologico a permeabilità media; possibile presenza di falda ad alimentazione diretta entro i livelli sabbiosi, confinata da livelli marnosi. Rischio di inquinamento diretto, ma localizzato.**

##### Permeabilità per fessurazione

-  Complessi a permeabilità scarsa o nulla, in cui la circolazione idrica è legata alle zone di fratturazione. Rischio di inquinamento ridotto e localizzato.

#### ALTRI SIMBOLI

-  Pozzi artesiani profondi di diametro ridotto e portata molto bassa (uso irriguo).
-  Sorgente.
-  Pozzi idropotabili.



### 3. CARATTERI IDROLOGICI DELL'AREA

Il territorio comunale di Diano d'Alba è caratterizzato da un clima di tipo temperato caratterizzato da modeste escursioni termiche.

La piovosità è intensa (800-1000 mm/anno) con tipico carattere bimodale: con massimi di precipitazione in primavera ed in autunno e con minimi in estate ed in inverno. In particolare le piogge del mese di novembre sono quelle più intense.

La tabella 1 seguente ripresa dalla Relazione Geologico-Tecnica, a firma del Dott. Galliano, allegata alla variante al PAI del PRGC, riporta i dati di piovosità e di temperatura nel Comune di Diano d'Alba relativamente all'anno medio periodo 1951/1986.

	<i>h piogge medie (mm)</i>	<i>n° giorni piovosi</i>	<i>T medie (°)</i>
<b>Gennaio</b>	51.6	4.8	1.4
<b>Febbraio</b>	61.2	5.2	3.4
<b>Marzo</b>	75.6	6.0	7.6
<b>Aprile</b>	80.7	6.7	11.7
<b>Maggio</b>	86.4	7.5	16.0
<b>Giugno</b>	61.8	6.2	19.9
<b>Luglio</b>	34.8	3.9	22.5
<b>Agosto</b>	55.1	5.3	21.5
<b>Settembre</b>	58.7	4.5	17.8
<b>Ottobre</b>	77.3	6.0	12.4
<b>Novembre</b>	87.4	5.7	6.7
<b>Dicembre</b>	59.1	4.8	2.8
<b>Annuali</b>	789.7	66.6	11.97

Tabella 1: piovosità e di temperatura anno medio periodo 1951/1986





#### **4. LA GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE E POSSIBILI RIUTILIZZI**

Al fine di effettuare un riutilizzo razionale delle acque meteoriche, dovranno essere progettati idonei sistemi di raccolta e canalizzazione delle acque superficiali derivanti dal dilavamento dei piazzali impermeabili, dai tetti, dalle strade etc. che dovranno fungere da collettori a sistemi di raccolta quali serbatoi o cisterne. Tali sistemi sono finalizzati al risparmio idrico vale a dire il riciclo e riutilizzo delle acque meteoriche.

Il sistema di gestione delle acque meteoriche generalmente prevede:

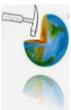
**Sistema di raccolta:** è generalmente composto da superficie di raccolta, converse, canali di gronda, bocchettoni, pluviali, pozzetti di drenaggio, caditoie, tubazioni di raccordo. Tale sistema dovrà essere dimensionato secondo le indicazioni della norma UNI 10724 tenendo conto dei dati climatologici (quantità e durata delle piogge desunti dall'analisi del sito) e dei dati geometrici delle superfici che possono ricevere le precipitazioni (inclinazione, superficie) e dei materiali della superficie di raccolta (rame, coppi, cemento, superficie verde).

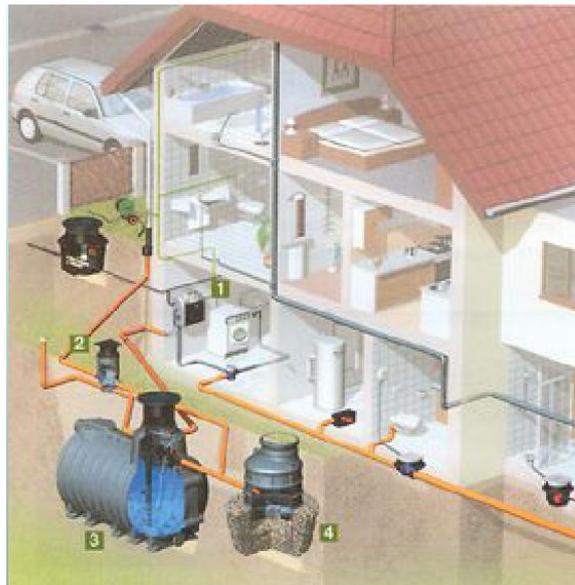
**Sistema di accumulo:** costituito dai serbatoi. Questi devono essere dimensionati in funzione del sistema di raccolta, dell'utilizzo e delle riserve previste.

**Sistema di riutilizzo:** impianto di tipo idraulico che serve a prelevare l'acqua stoccata nei serbatoi e a distribuirla agli apparecchi che la riutilizzano. Questi ultimi devono quindi essere allacciati ad un "doppio impianto" (impianto idrico normale e impianto di riciclaggio) che permetta il prelievo differenziato in relazione ai consumi e alla disponibilità delle riserve.

Sistema di dispersione: può essere costituito da corpi d'acqua o fognature pubbliche o tubazioni drenanti o pozzi perdenti.

In Fig. 3 viene rappresentato un esempio di raccolta delle acque meteoriche provenienti da coperture, tramite cisterne per poi essere riutilizzate.



**LEGENDA:**

- 1) Impianto di pompaggio
- 2) Filtro per l'acqua piovana
- 3) Serbatoio di accumulo in PE
- 4) Pozzo di dispersione

Fig. 3 Esempio di raccolta di acque meteoriche

**4.1 RIUTILIZZI DELLA ACQUE METEORICHE :**

I serbatoi di raccolta (cisterne) delle acque dovranno essere collocati e progettati in funzione del riutilizzo delle acque meteoriche. Generalmente i serbatoi sono dimensionati in tale da avere dimensioni non inferiori ad 1 mc per ogni 30 mq di superficie a tetto considerando la proiezione orizzontale dello stesso.

I serbatoi “fuori terra” (ad esempio collocati sulla copertura di un box) sono generalmente destinati ad irrigazione di orti e giardini, lavaggio auto, lavaggio piazzali etc.;

I serbatoi “interni all'edificio” posti generalmente in locali a livello del suolo interrati generalmente ad una profondità di circa 80 cm dal piano campagna (si veda ad esempio l'immagine precedente).

Di seguito si riportano possibili riutilizzi delle acque:

**Usi esterni:**

- annaffiatura delle aree verdi pubbliche o condominiali;
- lavaggio delle aree pavimentate;
- autolavaggi, intesi come attività economica;
- usi tecnologici e alimentazione delle reti antincendio.

**Usi interni:**

- alimentazione delle cassette di scarico dei w.c.;
- alimentazione di lavatrici (se a ciò predisposte);
- distribuzione idrica per piani interrati e lavaggio auto;
- usi tecnologici vari, come ad esempio, sistemi di climatizzazione passiva/attiva.

**Usi interni particolari se installate macchine speciali:**

- alimentazione di lavastoviglie;
- alimentazione di tutti i sanitari;
- usi potabili.

Di seguito in Fig. 4 si riporta un esempio di recupero delle acque meteoriche.



Fig. 4 – Proposta di recupero di acque piovane



## 4.2 STIMA DELLA RESA ANNUALE DELLE ACQUE METEORICHE

Di seguito viene fornita una stima della quantità di acqua piovana che è possibile captare in un anno, utilizzando le note formulazioni proposte in materia e reperibili nella letteratura del settore, valutata per i diversi lotti edificatori.

**Formula di calcolo:  $S \times Y \times P \times H_{fil}$**

essendo:

**S (mq):** sommatoria delle superfici captanti in proiezione orizzontale (comprese grondaie, superfici captanti pensiline, tettoie eccetera e della parte effettivamente esposta di balconi, balconi eccetera)

**Y (%):** coefficiente di deflusso in funzione del tipo di superficie

natura della superficie	coeff.di deflusso%
tetto duro spiovente*	80-90
tetto piano non ghiaioso	80
tetto piano ghiaioso	60
tetto verde intensivo	30
tetto verde estensivo	50
superficie lastricata	50
asfaltatura	80

**P (mm):** quantità delle precipitazioni (il dato medio per l'Italia equivale a circa 990mm/anno). Per il territorio in esame è stato assunto il valore medio di 790 mm/anno (cfr: paragrafo 3).

**H<sub>fil</sub> (%):** efficacia del filtro (indicazione dovrà essere fornita dal produttore)

Per i calcoli che seguono si è ipotizzato un coefficiente di deflusso pari a 90% ed un filtro con efficacia teorica pari a 0,95.

### **Lotto A (bifamiliare da 110,55 mq ciascuno)**

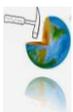
**Resa per il singolo edificio:**  $110,55 \text{ m}^2 * 0,9 * 790 \text{ mm} * 0,95 = 74.671$  litri

**Lotto B1 Resa:**  $273,60 \text{ m}^2 * 0,9 * 790\text{mm} * 0,95 = 184.803$  litri

### **Lotto B2 (bifamiliare da 130,40 mq ciascuno)**

**Resa:**  $130,40 \text{ m}^2 * 0,9 * 790\text{mm} * 0,95 = 88.079$  litri

**Lotto B3 Resa:**  $181,36 \text{ m}^2 * 0,9 * 790 \text{ mm} * 0,95 = 122.500$  litri





**Lotto C (2 bifamiliari da 169,25 mq ciascuna)**

**Resa:**  $169,25 \text{ m}^2 * 0,9 * 790 \text{ mm} * 0,95 = 114.320 \text{ litri}$

**4.3 STIMA DEI VOLUMI DEI SERBATOI**

Di seguito si vuole fornire una stima del volume dei serbatoi da adottare, utilizzando le note formulazioni proposte in materia e reperibili nella letteratura del settore, valutata prendendo in esame il risultato calcolato al punto precedente. Il valore ottenuto, essendo una stima, dovrà poi essere confrontato con la capienza dei serbatoi in commercio per la scelta di quello più idoneo.

**$V = R \times P_{sm} / G_A$**

dove:

R (litri)= Apporto annuo di pioggia in litri

P<sub>sm</sub> (giorni) = Periodo secco medio, ovvero il numero di giorni durante i quali si può verificare l'assenza di precipitazioni, in letteratura solitamente considerato di 21 giorni.

**G<sub>A</sub>(giorni)= Giorni dell'anno**

**Lotto A (bifamiliare da 110,55 mq ciascuno): Volume: 74.671 litri \* 21 giorni / 365 giorni = 4.296 litri**

**Lotto B1 Volume: 184.803 litri \* 21 giorni / 365 giorni = 10.633 litri**

**Lotto B2 (bifamiliare da 130,40 mq ciascuno): Volume: 88.079 litri \* 21 giorni / 365 giorni = 5.068 litri**

**Lotto B3 Volume: 122.500 litri \* 21 giorni / 365 giorni = 7.048 litri**

**Lotto C (2 bifamiliari da 112,45 mq ciascuna) Volume: 114.320 litri \* 21 giorni / 365 giorni = 6.577 litri**

Tabella riassuntiva:

PEC SAN QUIRICO - 2016					
LOTTO	Villa	MQ tetto	Litri resa acque meteoriche (mq*0,9*790mm*0,95)	Volume serbatoi (litri resa*21 gg/365gg)	Modello serbatoio
A	bifamiliare	110,55	74.671	4.296	5.700
		110,55	74.671	4.296	5.700
B1	singola	273,60	184.803	10.633	10.700
B2	bifamiliare	130,40	88.079	5.068	5.700
		130,40	88.079	5.068	5.700
B3	singola	181,36	122.500	7.048	10.700
C	2 bifamiliari	169,25	114.320	6.577	10.700
		169,25	114.320	6.577	10.700
		169,25	114.320	6.577	10.700
		169,25	114.320	6.577	10.700



## 5. VERIFICHE IDRAULICHE

L'analisi pluviometrica relativa all'area in esame è stata effettuata in accordo al Metodo della Regionalizzazione adottato dall'Autorità di Bacino del Po (AdB) nel piano Stralcio per l'Assetto Idrologico (PAI) "*Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica*" sviluppato nel progetto VAPI (Valutazione Piene) dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Per l'analisi di frequenza delle piogge intense, è anche possibile fare riferimento agli elaborati proposti nella direttiva PAI dell'AdB sviluppati dal GNDCI e ottenuti da un'interpolazione spaziale con il metodo di Kriging dei parametri  $a$  e  $n$  delle linee segnalatrici, discretizzate in base a un reticolo di 2 km di lato. Le tabelle elaborate consentono il calcolo delle linee segnalatrici in ciascun punto del bacino, cioè la definizione dei parametri  $a$  e  $n$  della curva pluviometrica, a meno dell'approssimazione derivante dalla risoluzione spaziale della griglia di discretizzazione, per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni.

La previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto è stata effettuata attraverso la determinazione della curva di probabilità pluviometrica, cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno, intendendo per "altezza di precipitazione" in un punto (misurata in mm), l'altezza d'acqua che si formerebbe al suolo su una superficie orizzontale e impermeabile, in un certo intervallo di tempo (durata della precipitazione) e in assenza di perdite.

### **Il sito oggetto dell'analisi idrologica ed idraulica è stato distinto in due settori:**

- 1) settore a monte della strada comunale (sterrata) Via San Sebastiano e riguarda il bacino che il versante collinare "Bric della Birra" sottende all'area PEC e che ha come sezione di chiusura la strada comunale citata. Tale **bacino**, a partire dalla sommità della dorsale **collinare** (q. 450 m circa) copre una superficie pari a circa **12.300,00 mq**. Attualmente le acque provenienti da tale area sono smaltite mediante fosso colatore situato lungo la strada comunale Via San Sebastiano che risulta intubato (diametro 50 cm). Il bacino considerato, si trova allo stato naturale ed appare pertanto privo di modificazioni di natura antropica. La **strada comunale**, sterrata, copre una superficie pari a **150,00 mq**.
- 2) l'area residenziale Rn 19 PEC interessa complessivamente una superficie di 6.560,00 mq.

**L'area residenziale in s.s.** in progetto complessivamente coprirà una superficie pari a **5.190,00 mq**, su 6.560,00 mq di area PEC, e si compone , stando all'esame degli ultimi progetti sottomessi al Comune, di 5 lotti così suddivisi:

**Lotto A: 863,00 mq**



**Lotto B1: 967,00 mq**

**Lotto B2: 800,00 mq**

**Lotto B3: 670,00 mq**

**La somma dei lotti B è complessivamente di 2.437,00 mq**, come già calcolato nelle precedenti verifiche idrauliche.

Lotto C: 1.890,00 mq

La **strada costruenda PEC** coprirà una superficie pari a **758,00 mq** su una superficie complessiva di 6.560,00 mq.

Le **aree a verde (pubblico + privato)** in progetto copriranno una superficie complessiva pari a **2.617,00 mq** su una superficie complessiva di 6.560,00 mq, di cui il verde pubblico comprende una superficie di 202,00 mq.

Le aree destinate al **parcheggio pubblico** in progetto copriranno una superficie pari a **260,00 mq** su una superficie complessiva di 6.560,00 mq.

Per i dettagli si rimanda alla Tav. 1 di progetto alla scala 1:500 datata 19.11.2015 a firma dell'Arch. E. Pelisseri e Geom. G. Pelisseri.

## **5.1 Stima delle portate al colmo: settore di versante Bric della Birra - bacino sotteso alla strada comunale Via S. Sebastiano.**

### **5.1.1 Stima del tempo di corrivazione ( $T_c$ )**

La determinazione del tempo di corrivazione  $t_c$  (ore), ovvero del tempo necessario affinché una goccia di pioggia caduta nel punto più lontano dall'area di scolo riesca a giungere la sezione di chiusura, viene calcolata mediante formule che tengono conto della morfometria del bacino sotteso; in questo caso è stata utilizzata la Formula di Giandotti:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A_b} + 1.5L_a}{0.8\sqrt{z_m - z_0}}$$

essendo:

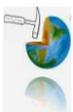
$A_b$  = area bacino [km<sup>2</sup>]

$L_a$  = lunghezza dell'asta principale del bacino [km]

$z_m$  = quota media del bacino [m.s.l.m.]

$z_0$  = quota della sezione di chiusura del bacino [m.s.l.m.]

Nel caso in esame l'area del bacino  $A_b$  è pari a 0,0123 km<sup>2</sup>, la lunghezza del bacino  $L_a$  è pari a 0,12 km,  $z_m$  è pari a circa 430 m s.l.m.  $z_0$  è pari a circa 425 m s.l.m. Si può dedurre una pendenza del 4% circa.





Da cui si ricava un valore di  $t_c$  pari a **0,35 ore** ovvero circa 21 minuti.

La previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto è effettuata attraverso la determinazione della curva di probabilità pluviometrica, cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno.

Una delle ipotesi fondamentali che sta alla base del dimensionamento di opere soggette ad eventi idrologici, è che le portate massime e le onde di piena critiche, aventi un certo tempo di ritorno T, siano originate da una precipitazione avente lo stesso tempo di ritorno. Partendo da questa ipotesi è necessario determinare la curva di possibilità climatica, ovvero l'espressione che, per un pre-assegnato tempo di ritorno T, fornisce, per ogni durata di pioggia, la massima altezza di precipitazione che può verificarsi e che viene superata una volta ogni T anni.

Con il termine altezza di precipitazione in un punto, comunemente misurata in mm, si intende l'altezza d'acqua che si formerebbe al suolo su una superficie orizzontale e impermeabile, in un certo intervallo di tempo (durata della precipitazione) e in assenza di perdite.

### 5.1.2 Calcolo della curva di probabilità pluviometrica

La *curva di probabilità pluviometrica* è comunemente espressa da una legge di potenza del tipo:

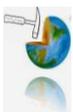
$$h(t) = a t^n$$

essendo: **h(t)** altezza di pioggia espressa in mm

**a** ed **n** sono parametri che dipendono dal tempo di ritorno considerato

**t** indica la durata della pioggia espressa in ore

L'Autorità di Bacino del Fiume Po con l'allegato 3 alla "*Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica*" ha creato una maglia di celle quadrate di 2 km di lato che coprono tutto il territorio compreso all'interno del bacino stesso e per ognuna delle celle ha fornito i valori del parametro "a" e del parametro "n" per i tempi di ritorno TR 20, 100, 200 e 500 anni.





Si riportano in tabella i parametri della curva di pioggia indicata dalla normativa per la cella BI127 (Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica – Allegato 3 Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense - Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni)

Cella	Coordinate Est UTM cella di calcolo	Coordinate Nord UTM cella di calcolo	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500
BI127	421000,00000	4947000,00000	37,79	0,327	48,27	0,325	52,75	0,324	58,65	0,323

In base a quanto riportato in tabella, le curve di possibilità pluviometrica relative all'area di interesse sono le seguenti:

$$h = 37,79 \times t^{0,327} \text{ per Tr}=20 \text{ anni}$$

$$h = 48,27 \times t^{0,325} \text{ per Tr}=100 \text{ anni}$$

$$h = 52,75 \times t^{0,324} \text{ per Tr}=200 \text{ anni}$$

$$h = 58,65 \times t^{0,232} \text{ per Tr}=500 \text{ anni}$$

Da cui si ottiene la MASSIMA PRECIPITAZIONE PROBABILE:

Tr		h(t)
20	⇒	26,71
100	⇒	34,27
200	⇒	37,49
500	⇒	41,73

### 5.1.3 Stima delle portate al colmo Qc

La Qc è ricavabile mediante la seguente relazione:

$$Q_c = 0,278 \frac{c h_{(t)} S}{T_c}$$

dove:

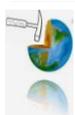
$Q_c$  ⇒ portata al colmo

$c$  ⇒ **0,4** coefficiente di deflusso

$h_{(t)}$  ⇒ massima precipitazione in mm al tempo t (vedi punto prec.)

$S$  ⇒ **0,0123** [Km<sup>2</sup>] Superficie Bacino

$T_c$  ⇒ **0,35** [ore] Tempo di corrivazione





Il coefficiente di deflusso è stato estrapolato dalla seguente tabella:

Coefficienti di deflusso raccomandati da Handbook of Applied Hydrology, Ven Te Chow, 1964

Tipo di suolo	c	
	Uso del suolo	
	Coltivato	Bosco
Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso	0,20	0,10
Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose; suoli limosi e simili	0,40	0,30
Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile	0,50	0,40

Da cui si ottengono le seguenti portate di piena:

**La portata massima con tempo TR20 è stata valutata in 0,105 mc/sec.**

**La portata massima con tempo TR100 è stata valutata in 0,134 mc/sec.**

**La portata massima con tempo TR200 è stata valutata in 0,147 mc/sec.**

**La portata massima con tempo TR500 è stata valutata in 0,164 mc/sec.**

## **5.2 Calcolo della capacità di smaltimento del fosso esistente sito a monte dell'area PEC, ovvero lungo la strada comunale Via San Sebastiano**

Si vuole ora verificare la capacità di smaltimento della tubazione di diametro pari a 50 cm posta lungo il fianco della strada comunale Via San Sebastiano.

In condizioni di moto uniforme la velocità media  $V_m$  è legata alle caratteristiche delle tubazioni (pendenza, scabrezza, geometria trasversale) e della corrente (profondità, area bagnata, raggio idraulico) dalla legge del moto uniforme, che di norma si esprime a mezzo della formula di Chézy nella quale vengono introdotti valori noti, come l'area di deflusso, e valori tabellati come il coefficiente di scabrezza di Kutter. Tale relazione lega in modo univoco la portata  $Q$  all'altezza  $h$  in condizioni di moto uniforme, e costituisce, adottando una locuzione dell'idraulica pratica, la "scala delle portate" della sezione. Dall'applicazione di tale relazione si determina, la relativa scala delle portate in termini d'altezze di moto uniforme, portate defluenti e velocità medie sulla sezione. Per quanto riguarda il coefficiente di scabrezza di Kutter si riporta di seguito lo schema preso a riferimento.

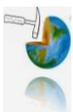




Natura della superficie	Scabrezza omogenea equivalente $\epsilon$ (mm) [mm]	Bazin $\gamma$ [ $m^{1/2}$ ]	Kutter $m$ [ $m^{1/2}$ ]
Pareti di cemento perfettam. lisciate. Pareti di legno piallato. Pareti metalliche, senza risalti nei giunti.	0.15 + 0.2	0.06	0.12
Idem, ma con curve.	0.2 + 0.4	0.10	0.18
Pareti di cemento non perfettam. lisciate. Muratura di mattoni molto regolare. Pareti metalliche con chiodatura ordinaria.	0.4 + 1.0	0.16	0.20 + 0.25
Pareti di cemento in non perfette condizioni. Muratura ordinaria più o meno accurata. Pareti di legno grezzo, eventualmente con fessure.	2 + 5	0.23 + 0.36	0.35 + 0.55
Pareti di cemento solo in parte intonacate; qualche deposito sul fondo. Muratura irregolare (o di pietrame). Terra regolarissima senza vegetazione.	8	0.46	0.55 + 0.75
Terra abbastanza regolare. Muratura vecchia, in condizioni non buone, con depositi di limo al fondo.	15 + 30	0.60 + 0.85	0.75 + 1.25
Terra con erba sul fondo. Corsi d'acqua naturali regolari.	70	1.30	1.50
Terra in cattive condizioni. Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia.	120 + 200	1.75	2.00
Canali in abbandono con grande vegetazione. Corsi d'acqua con alveo in ghiaia e movimento di materiali sul fondo, oppure scavati in roccia con sporgenze.	300 + 400	2.0 + 2.3	3.00

Tabella 2: Coefficienti  $\gamma$  della formula di Bazin e Coefficienti  $m$  della formula di Kutter (tratto dal manuale dell'ingegnere)

Considerando una pendenza della strada pari all'1 %, con un'efficienza teorica del 100% si ottiene un valore di portata di smaltimento della tubazione pari a 0,407 mc/sec pertanto la tubazione da 50 cm risulta verificata in relazione alle portate relative ai tempi di ritorno sopra calcolati. Con una efficienza teorica pari all'80% ( $h=0,40$  cm) si ottiene un valore di portata di smaltimento della tubazione pari a 0,400 mc/sec pertanto la tubazione da 50 cm risulta comunque verificata.

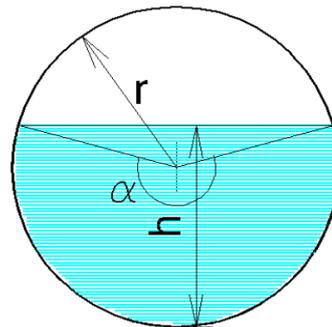


**CAPACITA' DI SMALTIMENTO  
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA CIRCOLARE  
per varie altezze d'acqua**

CARATTERISTICHE SEZIONE

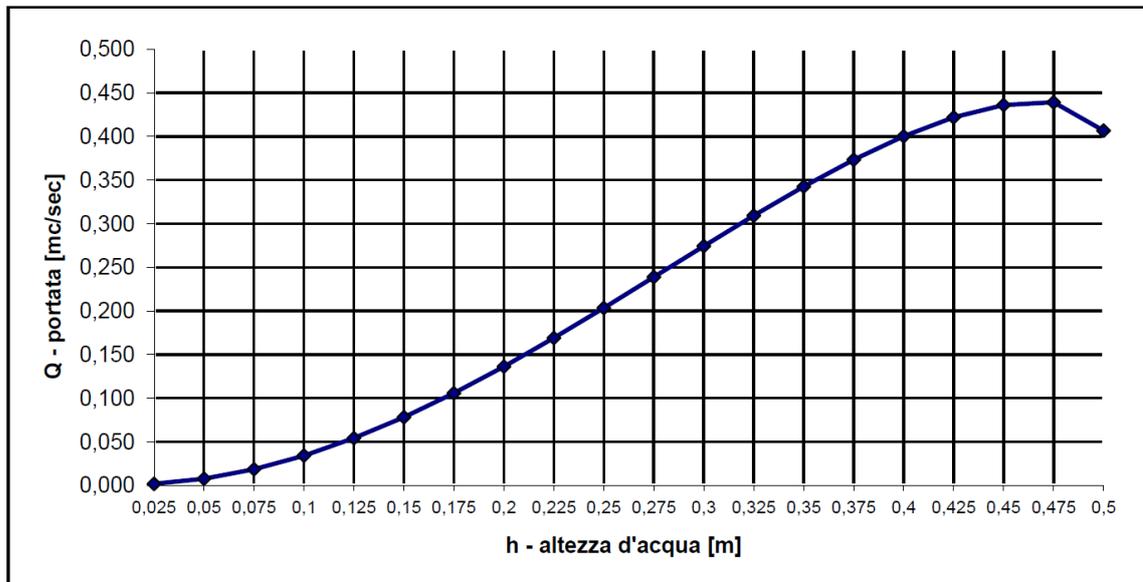
<b>d</b>	<b>0,50</b>	DIAMETRO [m]
<b>p</b>	<b>1,0%</b>	Pendenza
<b>m</b>	<b>0,25</b>	Coeff. di scabrosità di Kutter

<b>h [m]</b>	<b>Q[m<sup>3</sup>/sec]</b>
0,03	0,002
0,05	0,008
0,08	0,018
0,10	0,034
0,13	0,054
0,15	0,078
0,18	0,106
0,20	0,136
0,23	0,169
0,25	0,203
0,28	0,239
0,30	0,274
0,33	0,309
0,35	0,343
0,38	0,373
0,40	0,400
0,43	0,422
0,45	0,436
0,48	0,439
0,50	0,407



**h** = altezza d'acqua  
**Q** = portata all'altezza d'acqua corrispondente

**Grafico Portata / Altezza idrometrica**



**CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO  
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA CIRCOLARE**

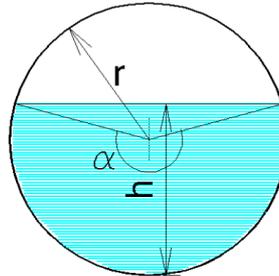
Descrizione =

Punto di sezione=

**CARATTERISTICHE SEZIONE**

DATI NOTI (da inserire)

<b>d</b>	⇒	<b>0,50</b>	DIAMETRO [m]
<b>r</b>	⇒	<b>0,25</b>	[m]
<b>h</b>	⇒	<b>0,40</b>	[m]
<b>p</b>	⇒	<b>1,0%</b>	Pendenza
<b>m</b>	⇒	<b>0,25</b>	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI

Angolo al centro	$\alpha$	⇒	<b>253,7</b> [°]
Contorno bagnato	$Pb = 2\pi \left(\frac{\alpha}{360^\circ} r\right)$	⇒	<b>1,107</b> [m]
Area di deflusso	$A = 1/2 r^2 \left(\frac{\pi\alpha}{180^\circ} - \text{sen } \alpha\right)$	⇒	<b>0,1684</b> [m <sup>2</sup> ]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	<b>0,152</b> [m]

**CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 0,4 m**

FORMULE (moto uniforme)

Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c\sqrt{Ri p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100\sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI

<b>c</b>	⇒	<b>60,94</b>
<b>V</b>	⇒	<b>2,38</b> [m/sec]
<b>Q</b>	⇒	<b>0,400</b> [m <sup>3</sup> /sec]

**CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO  
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA CIRCOLARE**

Descrizione =

Punto di sezione=

**CARATTERISTICHE SEZIONE**

DATI NOTI (da inserire)			
<b>d</b>	⇒	<b>0,50</b>	DIAMETRO [m]
<b>r</b>	⇒	<b>0,25</b>	[m]
<b>h</b>	⇒	<b>0,50</b>	[m]
<b>p</b>	⇒	<b>1,0%</b>	Pendenza
<b>m</b>	⇒	<b>0,25</b>	Coeff. di scabrosità di Kutter

DATI RISULTANTI			
Angolo al centro	$\alpha$	⇒	<b>360,0 [°]</b>
Contorno bagnato	$Pb = 2\pi \left(\frac{\alpha}{360^\circ} r\right)$	⇒	<b>1,571 [m]</b>
Area di deflusso	$A = 1/2 r^2 \left(\frac{\pi \alpha}{180^\circ} - \text{sen } \alpha\right)$	⇒	<b>0,1963 [m<sup>2</sup>]</b>
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	<b>0,125 [m]</b>

**CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 0,5 m**

FORMULE (moto uniforme)			
Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c\sqrt{Ri p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100\sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

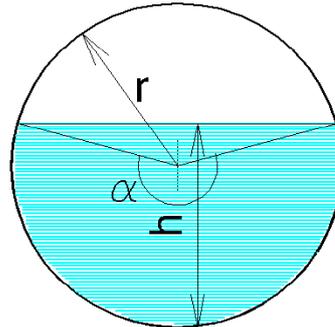
RISULTATI			
<b>c</b>	⇒	<b>58,58</b>	
<b>V</b>	⇒	<b>2,07</b>	[m/sec]
<b>Q</b>	⇒	<b>0,407</b>	[m <sup>3</sup> /sec]

**CAPACITA' DI SMALTIMENTO  
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA CIRCOLARE  
per varie altezze d'acqua**

CARATTERISTICHE SEZIONE

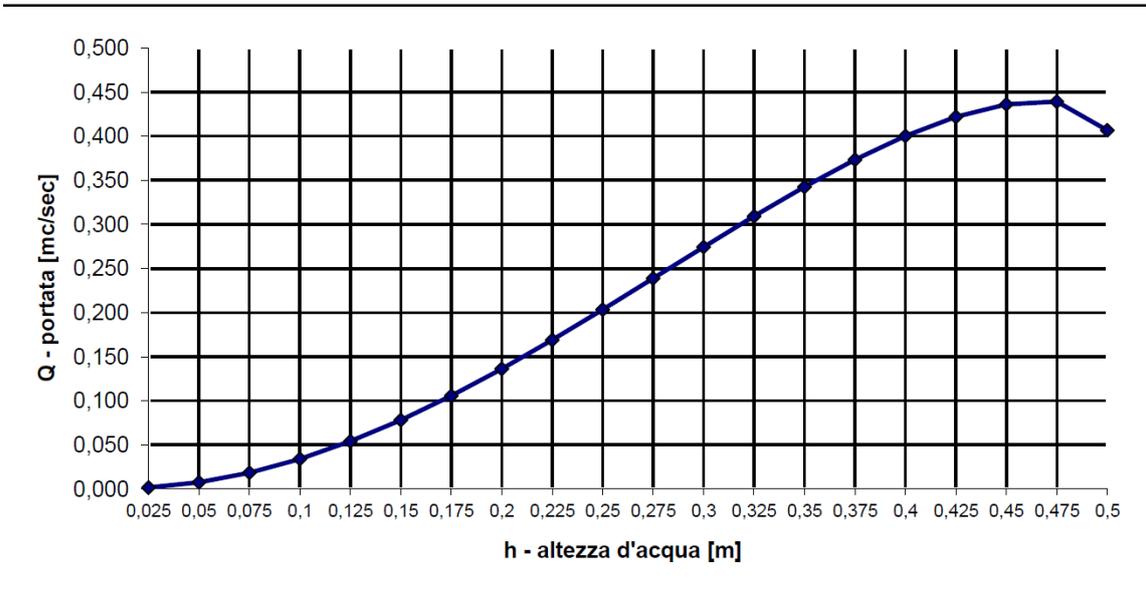
<b>d</b>	<b>0,50</b>	DIAMETRO [m]
<b>p</b>	<b>1,0%</b>	Pendenza
<b>m</b>	<b>0,25</b>	Coeff. di scabrosità di Kutter

<b>h [m]</b>	<b>Q[m<sup>3</sup>/sec]</b>
0,03	0,002
0,05	0,008
0,08	0,018
0,10	0,034
0,13	0,054
0,15	0,078
0,18	0,106
0,20	0,136
0,23	0,169
0,25	0,203
0,28	0,239
0,30	0,274
0,33	0,309
0,35	0,343
0,38	0,373
0,40	0,400
0,43	0,422
0,45	0,436
0,48	0,439
0,50	0,407



**h** = altezza d'acqua  
**Q** = portata all'altezza d'acqua corrispondente

**Grafico Portata / Altezza idrometrica**





**5.3 Stima delle portate al colmo: settore di PEC sotteso dai Lotti B, ovvero a valle della strada PEC costruenda**

**5.3.1 Stima del tempo di corrivazione Tc per i lotti B**

Pel il calcolo del tempo di corrivazione  $t_c$  (ore) è stata utilizzata la Formula di Giandotti:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A_b} + 1.5L_a}{0.8\sqrt{z_m - z_0}}$$

Essendo:

- $A_b$  = area bacino [km<sup>2</sup>]
- $L_a$  = lunghezza dell'asta principale del bacino [km]
- $z_m$  = quota media del bacino [m.s.l.m.]
- $z_0$  = quota della sezione di chiusura del bacino [m.s.l.m.]

Nel caso in esame l'area del bacino  $A_b$  è pari 0,002783 kmq, la lunghezza del bacino  $L_a$  è stimabile intorno a 0,050 km ,  $z_m$  è pari a circa 416 m s.l.m.  $z_0$  è pari a circa 413 m s.l.m.

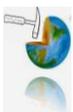
Da cui si ricava una valore di  $t_c$  pari a **0,21 ore** ovvero circa 13 minuti.

Analogamente a quanto effettuato al paragrafo precedente sono state calcolate le **portate di progetto** utilizzando la relazione:

$$Q_c = 0.278 \frac{c h_{(t)} S}{T_c}$$

dove:

- $Q_c$   $\Rightarrow$  portata al colmo
- $c$   $\Rightarrow$  **1,00** coefficiente di deflusso
- $h_{(t)}$   $\Rightarrow$  massima precipitazione in mm al tempo t (vedi punto prec.)
- $S$  [Km<sup>2</sup>] Superficie Bacino
- $T_c$   $\Rightarrow$  [ore] Tempo di corrivazione





### 5.3.2 Stima delle portate al colmo Qc Lotti B:

Dall'equazione  $h(t) = a t^n$

essendo:  $h(t)$  altezza di pioggia espressa in mm

$a$  ed  $n$  sono parametri che dipendono dal tempo di ritorno considerato

$t$  indica la durata della pioggia espressa in ore

si ottengono i seguenti valori:

Tr		h(t)
20	⇒	22,56
100	⇒	28,90
200	⇒	31,64
500	⇒	35,23

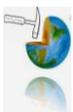
Da cui si ottengono le seguenti portate di piena:

**La portata massima con tempo TR20 è stata valutata in 0,085 mc/sec.**

**La portata massima con tempo TR100 è stata valutata in 0,108 mc/sec.**

**La portata massima con tempo TR200 è stata valutata in 0,119 mc/sec.**

**La portata massima con tempo TR500 è stata valutata in 0,132 mc/sec.**



## 5.4 Calcolo della capacità di smaltimento del fosso esistente sito a valle dell'area PEC, ovvero a valle dei lotti B.

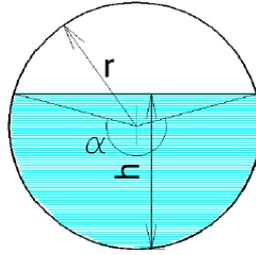
La verifica seguente riguarda il fosso esistente da mantenere (cfr: Tav. 1). Tale fosso è sito immediatamente a valle dell'area oggetto degli interventi progettuali (cioè a valle della strada PEC costruenda e dei lotti B). Tale fosso ha una lunghezza complessiva di circa 200 m di cui 103 m a cielo aperto e 97 m intubato con tubazione di diametro da 500 mm.

Per il calcolo della capacità di smaltimento dei drenaggi si assume una tubazione di forma circolare. I valori richiesti dall'algoritmo di calcolo sono i seguenti: diametro della tubazione, altezza dell'acqua, pendenza media della tubazione e coefficiente di scabrosità di kutter (1973).

NATURA DELLE PARETI	$\gamma$	$m$
1. Pareti di cemento perfettamente lisciate o di tavole piallate o tubazioni di eternit . . . . .	0,06	0,12
2. Pareti di cemento lisciate o di tavole piallate o tubazioni di acciaio senza saldatura . . . . .	0,10	0,15
3. Pareti di intonaco ordinario, grès ceramico, lamiera sottile con chiodature poco sporgenti, ghisa nuova . . . . .	0,16	0,20
4. Tubazioni in cem. lisciate, con diametro $> 0,40$ m, o tubazioni in lamiera con molte chiodature . . . . .	0,18	—
5. Calcestruzzo piano, tubi di cem. con giunture frequenti, ghisa in servizio corrente . . . . .	0,23	0,25
6. Pareti in cem. non bene lisciate, o pareti di tavole grezze, o di muratura ordinaria molto accurata, o in terra molto regolare, o tubi di ghisa in servizio da molti anni, o tubi in lamiera con moltissime chiodature . . . . .	0,36	—
7. Pareti di cemento male lisciate, o di pietrame ordinario	0,46	0,55
8. Terra irregolare, calcestruzzo grezzo o vecchio, cement-gun, ghisa vecchia . . . . .	0,85	0,75
9. Canali in terra con lievi depositi di sabbia sul fondo, o con pareti di muratura in cattive condizioni, o con pareti metalliche o rivestite di lamiera con chiodatura ordinaria	1,00	1,25
10. Terra a sez. irregolare con erbe sporgenti, fiumi naturali in letto regolare . . . . .	1,30	1,75
11. Canali in terra in cattive condizioni, vegetazione sul fondo e sulle sponde, o depositi irregolari di massi e ghiaia .	1,75	2,50
12. Canali di terra in abbandono, con sezione quasi interamente ostruita dalla vegetazione, o corsi naturali con alveo in ghiaia . . . . .	2,30	3,00

Coefficienti  $\gamma$  della formula di Bazin e Coefficienti  $m$  della formula di Kutter  
[da "Manuale tecnico del geometra e del perito agrario" - ed. Signorelli Milano 1973]

Geometria del problema:

Angolo al centro  $\alpha$ Contorno bagnato  $Pb = 2\pi \left( \frac{\alpha}{360^\circ} r \right)$ Area di deflusso  $A = 1/2 r^2 \left( \frac{\pi\alpha}{180^\circ} - \text{sen } \alpha \right)$ Raggio idraulico  $Ri = \frac{A}{Pb}$ 

## FORMULE (moto uniforme)

Portata

$$Q = AV$$

dove

A = Area di deflusso  
V = Velocità di deflusso

Velocità di deflusso

$$V = c \sqrt{Ri p}$$

dove

c = coefficiente di attrito  
Ri = raggio idraulico  
p = pendenza

Di seguito si riportano i risultati dell'algoritmo di calcolo.

Tale fosso ha una lunghezza 200 m ha diametro  $\varnothing = 500$  mm e una pendenza media del 3%.

Considerando un'efficienza teorica del 100% si ottiene un valore di portata di smaltimento della tubazione Q pari a 0,704 mc/sec pertanto la tubazione da 500 mm risulta di gran lunga verificata in relazione alle portate relative ai tempi di ritorno sopra calcolati. Con una efficienza teorica pari all'80% (h = 0,40 cm) si ottiene un valore di portata di smaltimento della tubazione Q pari a 0,693 mc/sec pertanto la tubazione da 50 cm risulta comunque ampiamente verificata.

**CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO  
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA CIRCOLARE**

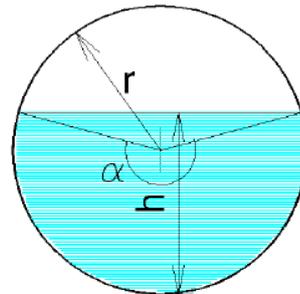
Descrizione =

Punto di sezione=

**CARATTERISTICHE SEZIONE**

DATI NOTI (da inserire)

<b>d</b>	⇒	<b>0,50</b>	DIAMETRO [m]
<b>r</b>	⇒	<b>0,25</b>	[m]
<b>h</b>	⇒	<b>0,50</b>	[m]
<b>p</b>	⇒	<b>3,0%</b>	Pendenza
<b>m</b>	⇒	<b>0,25</b>	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI

Angolo al centro	$\alpha$	⇒	<b>360,0</b> [°]
Contorno bagnato	$Pb = 2\pi\left(\frac{\alpha}{360^\circ}r\right)$	⇒	<b>1,571</b> [m]
Area di deflusso	$A = 1/2r^2\left(\frac{\pi\alpha}{180^\circ} - \text{sen } \alpha\right)$	⇒	<b>0,1963</b> [m <sup>2</sup> ]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	<b>0,125</b> [m]

**CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 0,5 m**

FORMULE (moto uniforme)

Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c\sqrt{Ri p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100\sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI

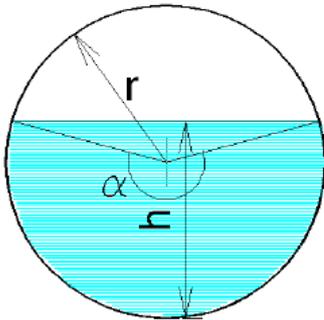
<b>c</b>	⇒	<b>58,58</b>
<b>V</b>	⇒	<b>3,59</b> [m/sec]
<b>Q</b>	⇒	<b>0,704</b> [m <sup>3</sup> /sec]

**CAPACITA' DI SMALTIMENTO  
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA CIRCOLARE  
per varie altezze d'acqua**

CARATTERISTICHE SEZIONE

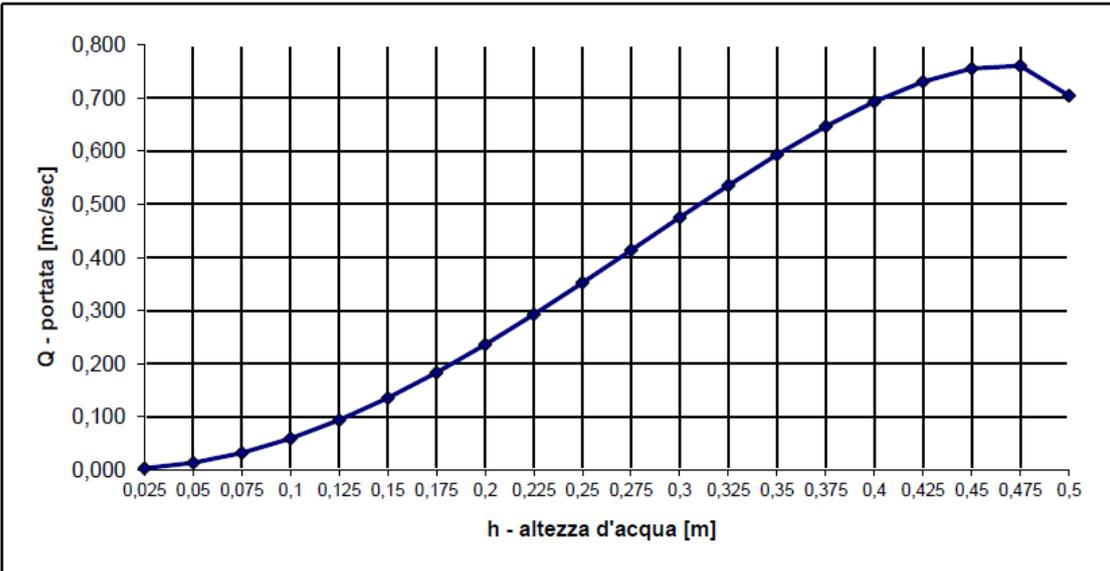
<b>d</b>	<b>0,50</b>	DIAMETRO [m]
<b>p</b>	<b>3,0%</b>	Pendenza
<b>m</b>	<b>0,25</b>	Coeff. di scabrosità di Kutter

<b>h [m]</b>	<b>Q[m<sup>3</sup>/sec]</b>
0,03	0,003
0,05	0,013
0,08	0,032
0,10	0,059
0,13	0,094
0,15	0,135
0,18	0,183
0,20	0,236
0,23	0,293
0,25	0,352
0,28	0,413
0,30	0,475
0,33	0,536
0,35	0,593
0,38	0,646
0,40	0,693
0,43	0,731
0,45	0,755
0,48	0,761
0,50	0,704



**h** = altezza d'acqua  
**Q** = portata all'altezza d'acqua corrispondente

**Grafico Portata / Altezza idrometrica**



**CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO  
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA CIRCOLARE**

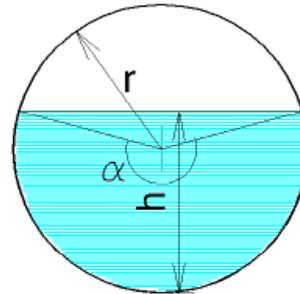
Descrizione =

Punto di sezione =

**CARATTERISTICHE SEZIONE**

DATI NOTI (da inserire)

<b>d</b>	⇒	<b>0,50</b>	DIAMETRO [m]
<b>r</b>	⇒	<b>0,25</b>	[m]
<b>h</b>	⇒	<b>0,40</b>	[m]
<b>p</b>	⇒	<b>3,0%</b>	Pendenza
<b>m</b>	⇒	<b>0,25</b>	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI

Angolo al centro	$\alpha$	⇒	<b>253,7</b> [°]
Contorno bagnato	$Pb = 2\pi\left(\frac{\alpha}{360^\circ}r\right)$	⇒	<b>1,107</b> [m]
Area di deflusso	$A = 1/2r^2\left(\frac{\pi\alpha}{180^\circ} - \text{sen } \alpha\right)$	⇒	<b>0,1684</b> [m <sup>2</sup> ]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	<b>0,152</b> [m]

**CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 0,4 m**

FORMULE (moto uniforme)

Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c\sqrt{Ri p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100\sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI

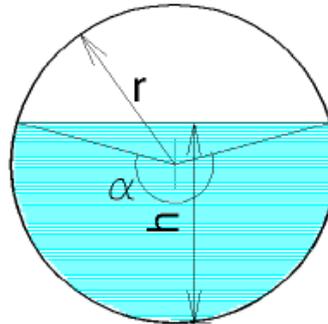
<b>c</b>	⇒	<b>60,94</b>
<b>V</b>	⇒	<b>4,12</b> [m/sec]
<b>Q</b>	⇒	<b>0,693</b> [m <sup>3</sup> /sec]

**CAPACITA' DI SMALTIMENTO  
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA CIRCOLARE  
per varie altezze d'acqua**

CARATTERISTICHE SEZIONE

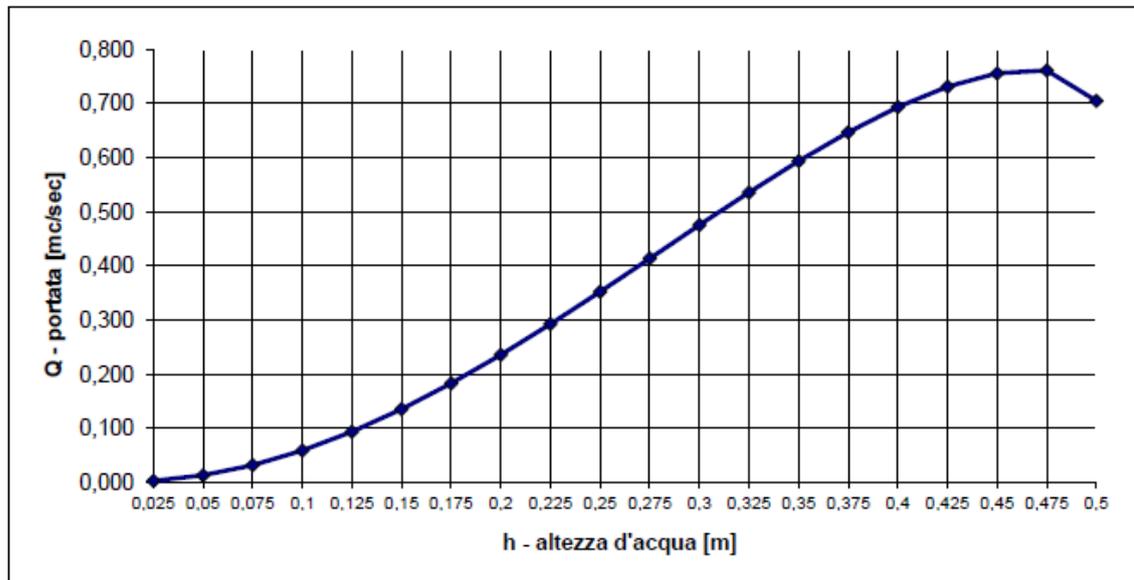
<b>d</b>	<b>0,50</b>	DIAMETRO [m]
<b>p</b>	<b>3,0%</b>	Pendenza
<b>m</b>	<b>0,25</b>	Coeff. di scabrosità di Kutter

<b>h [m]</b>	<b>Q[m<sup>3</sup>/sec]</b>
0,03	0,003
0,05	0,013
0,08	0,032
0,10	0,059
0,13	0,094
0,15	0,135
0,18	0,183
0,20	0,236
0,23	0,293
0,25	0,352
0,28	0,413
0,30	0,475
0,33	0,536
0,35	0,593
0,38	0,646
0,40	0,693
0,43	0,731
0,45	0,755
0,48	0,761
0,50	0,704



**h** = altezza d'acqua  
**Q** = portata all'altezza d'acqua corrispondente

**Grafico Portata / Altezza idrometrica**





## CONCLUSIONI

Il presente elaborato riporta l'analisi pluviometrica e le relative verifiche idrauliche per il fosso esistente sito a monte dell'area PEC, ovvero lungo la strada comunale Via San Sebastiano e riguarda il bacino che il versante collinare "Bric della Birra" sottende all'area PEC, e per il fosso esistente sito a valle dell'area PEC, ovvero a valle dei lotti B. Le verifiche hanno appurato che le tubazioni in progetto risultano ampiamente verificate tenendo conto dei valori di portata al colmo.

Il presente elaborato riporta inoltre il calcolo per la stima della resa annuale delle acque meteoriche per il calcolo dei volumi dei serbatoi da adibire ad ogni singola unità abitativa per lo stoccaggio delle acque. Sono stati inoltre forniti esempi di possibili riutilizzi delle acque.

Si raccomanda la periodica manutenzione del settore di scarpata a tergo con la strada comunale Via San Sebastiano, al fine di garantire il regolare deflusso delle acque nel fosso di raccolta esistente.

San Martino Alfieri, Gennaio 2016

Il tecnico

Dott. Geol. Diego Barbero

