



arkteam^{architetti}

di arch. Alessio Marini & arch. Andrea Chiappetti

Via Candido Augusto Vecchi, 4 - tel./fax 0736 521212 - 63100 Ascoli Piceno (AP) - http: www.arkteam.com - email: info@arkteam.com - C.F./P.I. 02022680447

COMUNE DI ALTIDONA

PROVINCIA DI FERMO

PROGETTAZIONE DEFINITIVA-ESECUTIVA ROTATORIA r1

SS.n16 "Adriatica" - Via C. Colombo - Via Molino - Viale delle Querce

RELAZIONE IDROLOGICA - IDRAULICA

LOCALITA'

Marina di Altidona

PROPRIETA'

Comune di Altidona

PROGETTISTA

arch. Alessio Marini

Collaboratori

arch. Andrea Chiappetti

arch. Luigi Cameli

ing. Caterina Manfrini

geom. Marco Emili

DATA

NOVEMBRE 2018

TAVOLA

RID-r1



COMUNE DI ALTIDINA

(Provincia di Fermo)

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Studio idrologico ed idraulico relativo alla verifica della sezione idraulica del fosso delle Piene, parzialmente interessato dall'intervento di "Realizzazione di Rotatoria tra la SS. n16 "Adriatica" - Via C. Colombo - Via Molino - Viale delle Querce in località Marina nel Comune di Altidona"

Porto San Giorgio, novembre 2018



STUDIO GEOLOGICO

*Consulenze
Geologiche e Ambientali*

Dott. Geol. Gianluca Testaguzza

Via G. Boni, n. 3 - 63822 Porto San Giorgio (FM) - Pers. 333/2304051 P. IVA 02036460448
E-mail: g.testaguzza@tiscali.it P.E.C. gianlucatestaguzza@epap.sicurezzapostale.it

Geologo:

Dott. Gianluca TESTAGUZZA



Committente : **Amministrazione Comunale**

Opera dell'ingegno. Riproduzione vietata. Ogni diritto riservato. (Art. 99 legge n. 633/1941)

Sommario

1. PREMESSA E METODOLOGIA DI STUDIO.....	2
2. DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO	2
3. ANALISI STATISTICA DEI FENOMENI METEORICI	2
3.1 ELABORAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI.....	2
3.2 EQUAZIONE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA.....	3
3.3 CALCOLO DELLA PORTATA DI PIENA.....	4
4. DETERMINAZIONE DELLA PORTATA – “Fosso delle Piene”	5
5. ELABORAZIONE SERIE PLUVIOMETRICA METODO DI GUMBEL	6
6. VERIFICA SEZIONI INTERESSATE DALL'INTERVENTO	9
7. CONCLUSIONI.....	11

Allegati

Corografia – Individuazione bacino idrografico superficiale

Planimetria d'intervento – Individuazione sezioni di verifica

Risultati delle verifiche idrauliche

Documentazione fotografica

1. PREMESSA E METODOLOGIA DI STUDIO

Il presente lavoro scaturisce dalla necessità di valutare l'idrodinamica del Fosso delle Piene in relazione agli interventi proposti dall'Amministrazione Comunale. Il progetto oggetto di verifica idraulica, redatto dall'arch. Marini Alessio, è finalizzato al prolungamento del tombinamento del fosso delle Piene nell'ambito della realizzazione di una rotatoria sulla SS126.

In tale ottica ed in linea anche con quanto richiesto dalla Delibera di Giunta Regionale n. 53 del 27/1/2014 in relazione alle verifiche idrauliche dei corsi d'acqua, per conoscere le problematiche idrauliche del sito in studio, il lavoro è stato condotto secondo la seguente metodologia:

- Caratterizzazione del bacino idrografico di competenza;
- determinazione delle portate di piena con Tr 10, 20, 30, 100, 200 e 500;
- valutazione delle perdite idrologiche in relazione alle caratteristiche di permeabilità e di urbanizzazione ed uso del territorio;
- caratterizzazione della geometria dell'alveo attraverso planimetria topografica in scala 1: 25.000;
- caratterizzazione della geometria dell'alveo attraverso planimetria topografica in scala 1: 100 e sezioni trasversali in scala adeguata;
- adozione dei parametri di scabrezza più idonei ed in accordo con le caratteristiche dell'alveo considerato;
- verifiche idrauliche sulle sezione minima rilevata;

2. DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO

Per la determinazione delle portate di progetto, cui noi faremo riferimento per le verifiche idrauliche, sono stati utilizzati i dati di precipitazione della stazione pluviografica "Fermo", ritenuti rappresentativi degli eventi meteorici del sito.

3. ANALISI STATISTICA DEI FENOMENI METEORICI

3.1 ELABORAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI

I dati di input utilizzati per il calcolo dell'altezza di pioggia e della corrispondente portata di piena provengono dagli Annali Idrologici, bacino del Fiume Ete Vivo, stazione pluviografica di Fermo, per un intervallo di tempo che va dal 1964 al 2013.

Per effettuare la verifica idraulica delle sezioni del Fosso risulta necessario stimare la portata massima e la capacità di smaltimento delle acque in caso di piene e di eventi meteorici straordinari.

Per eseguire l'elaborazione statistica delle altezze di precipitazione, registrate nella stazione pluviografica di Fermo, sono stati raccolti i dati relativi alle precipitazioni di massima intensità, reperiti negli Annali Idrologici.

Una volta raccolti i dati viene scelta la distribuzione statistica che meglio si presta ad interpretarli: per gli eventi di massima intensità si utilizza la distribuzione di Gumbel.

Determinata la legge delle possibilità climatiche per il Tempo di Ritorno (T_r) voluto, si passa al calcolo delle portate di piena attraverso il metodo razionale o del ritardo di corrivazione ed attraverso metodi quali quelli del Giandotti, del Turazza e del Forti.

Il Forti, pur non essendo propriamente indicato per bacini della nostra zona, ha costituito un termine di confronto per la valutazione della situazione più critica e fornendo valori di portata superiore può, in un certo senso, ritenersi più cautelativo.

Infine si procederà alle verifiche delle sezioni per l'ipotesi di profili di moto uniforme e permanente.

3.2 EQUAZIONE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

Estratta dagli Annali Idrologici l'intera serie degli eventi estremi osservati relativi alle precipitazioni di massima intensità, si è proceduto alla elaborazione dei dati per dedurre l'equazione di possibilità pluviometrica.

L'elaborazione si è svolta direttamente sui valori osservati per le durate di 1, 3, 6, 12, 24 ore, che sono stati ordinati, per le varie durate, in senso crescente ottenendo una matrice con un numero di colonne pari a quello delle durate ed un numero di righe pari a quello degli anni di osservazione.

Se si rappresentano nel piano (h , t) gli elementi dell'ultima riga della matrice, unendo i punti così definiti, si ha una spezzata che può essere interpolata con una curva definibile a mezzo di un'equazione del tipo:

$h = at^n$, questa rappresenta l'equazione che interpreta meglio i massimi valori osservati.

La curva così definita fornisce, per ogni durata t , il massimo valore di h registrato nel periodo esaminato, il quale può essere ritenuto rappresentativo di un evento abbastanza raro quando la serie di valori elaborati sia estesa a sufficienza come nel caso in esame (47 anni senza considerare le lacune). Il caso si definisce, secondo una classica definizione, il primo caso critico.

Le equazioni dei casi critici, pur fornendo informazioni d'interesse sul carattere degli eventi, non danno modo di marcare in forma esplicita ogni evento col valore della sua frequenza probabile: cioè non consentono di valutare quale sia la ricorrenza media del suo verificarsi.

Si è pertanto indagato in modo più accurato su questo aspetto, determinando il periodo di anni (tempo di ritorno T_r) inteso come il numero di anni in cui un determinato evento è, mediamente, eguagliato o superato.

Disponendo di una lunga serie di osservazioni, i metodi statistico – probabilistici, con appropriate elaborazione dei dati disponibili, consentono di allargare il campo delle previsioni oltre il periodo di osservazione, con un'attendibilità che però va riducendosi all'aumentare del periodo di ritorno, in rapporto specialmente all'estensione del periodo di osservazione.

Fra i metodi disponibili in letteratura si è utilizzato il metodo di Gumbel, che gode di un largo credito.

Individuata la serie di eventi estremi si è applicata la seguente descrizione statistica:

$$X(T_r) = \bar{X} + FS_x \quad (1)$$

essendo

$X(T_r)$ il valore dell'evento caratterizzato da un periodo di ritorno T_r , ossia l'evento che viene eguagliato o superato, mediamente, ogni T_r anni;

\bar{X} il valore medio degli eventi considerati;

F il fattore di frequenza;

S_X lo scarto quadratico medio della variabile in esame.

Una tra le più usate distribuzioni di probabilità dei valori estremi è la distribuzione doppio esponenziale, detta appunto di Gumbel, la quale assegna ad F l'espressione:

$$F = \frac{Y(T_r) - \bar{Y}_N}{S_N} \quad (2)$$

essendo la grandezza $Y(T_r)$, funzione di T_r , la cosiddetta variabile ridotta, mentre \bar{Y}_N e S_N rappresentano la media e lo scarto quadratico medio della variabile ridotta, funzioni del numero N di osservazioni. Operando la sostituzione di F nella (3.1) si ha:

$$X(T_r) = \bar{X} - \bar{Y}_N \frac{S_X}{S_N} + Y(T_r) \frac{S_X}{S_N} \quad (3)$$

La quantità $\bar{X} - \bar{Y}_N \frac{S_X}{S_N}$ è la moda della distribuzione e rappresenta il valore di massima frequenza probabile.

Per la legge di Gumbel il legame tra la variabile ridotta $Y(T_r)$ e il tempo di ritorno T_r è:

$$Y(T_r) = -\log(-\log(1 - \frac{1}{T_r})) \quad (4)$$

Determinati i parametri della distribuzione u ed a' per una serie di N eventi massimi, è immediato tramite la (3) e la (4) fissato un qualsiasi valore per il tempo di ritorno determinare l'evento ad esso corrispondente. L'applicazione al caso in esame ha reso possibile considerare le precipitazioni di durata oraria.

Per i periodi di ritorno di 10, 20, 50, 100 e 200 anni si è provveduto, poi, a calcolare l'equazione di possibilità pluviometrica mediante interpolazione su carta bilogarithmica.

3.3 CALCOLO DELLA PORTATA DI PIENA

L'entità dei bacini idrografici in esame rende opportuno l'impiego del metodo cinematico o del ritardo di corrvazione (D.Turazza, 1880).

L'obiettivo principale è stato quello di cogliere gli aspetti essenziali del processo di formazione dei deflussi ed il metodo utilizzato si presta molto bene ad essere applicato a bacini scolanti di relativamente limitata entità.

Se in un bacino di superficie S cade, per una durata t , una precipitazione d'altezza h , solo una frazione ϕ del volume meteorico Sh risulta efficace agli effetti del deflusso, perdendosi per varie ragioni (evaporazione, filtrazione nel terreno, ecc.) la frazione $1 - \phi$.

Il termine ϕ , detto coefficiente di deflusso, esprime, per un dato bacino idrografico, e in un definito intervallo di tempo, il rapporto tra il volume di precipitazione efficace agli effetti del deflusso ed il volume meteorico totale; esso è pertanto un coefficiente di rendimento sempre inferiore all'unità.

Per il calcolo della portata massima si è considerata una durata t pari al tempo di corrivazione τ e si è applicata la seguente formulazione:

$$Q_{\max} = \phi \frac{10^6 Sh}{3600\tau} \quad [\text{m}^3/\text{sec}] \quad (4.1)$$

dove τ è dato da:

$$\tau = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{H - Z}} \quad [\text{ore}] \quad (4.2)$$

dove:

S è l'area del bacino (Km²);

L è la lunghezza dell'asta principale (Km);

H è l'altitudine media del bacino (m s.l.m.);

Z è l'altitudine della sezione di riferimento o di chiusura (m s.l.m.).

Sulla base delle caratteristiche morfometriche di ogni singolo bacino si è proceduto al calcolo del tempo di corrivazione τ in ore ed al calcolo delle portate corrispondenti ai diversi tempi di ritorno, dopo aver ragguagliato il coefficiente di deflusso ϕ attraverso la seguente formula, che dà il coefficiente medio

$$\bar{\phi} = \sum_i \frac{S_i \phi_i}{S} \quad \text{ponderale}$$

Il **Metodo Razionale** in base ai dati pluviometrici, alle caratteristiche geometriche e geologiche del bacino, consente una stima dell'acqua raccolta nell'asta in funzione di un determinato evento meteorico. Il metodo si basa sull'assunzione che la portata massima del bacino si ha quando la durata della precipitazione è pari al tempo di corrivazione ovvero al tempo che la particella di pioggia impiega per giungere dai punti più lontani del bacino alla sezione considerata.

4. DETERMINAZIONE DELLA PORTATA – “Fosso delle Piene”

Il bacino idrografico totale del corso d'acqua ha una superficie pari a 3,73 Km², la lunghezza dell'asta fluviale principale è di 6,30 Km e la larghezza media di 0,6 km con afflusso delle pendici molto veloce. La

quota topografica media è stata stimata in 123 m. s.l.m., mentre la quota topografica sulla sezione di chiusura può essere valutata in 2 m. s.l.m..

Parametri bacino imbrifero		
A (kmq)	Area di bacino sottesa alla sezione di calcolo	3,73
L (km)	Estensione del percorso che deve compiere la particella d'acqua per raggiungere la sez. suddetta	6.30
Hm (m. slm)	Quota media del bacino	123
H0 (m. slm)	Quota sezione di chiusura	2

5. ELABORAZIONE SERIE PLUVIOMETRICA METODO DI GUMBEL

Di seguito vengono riportati i dati pluviometrici provenienti dalla stazione pluviografica di Fermo, secondo una serie numerica composta da 47 elementi.

Stazione idrografica di: Fermo					
Bacino: Ete Vivo					
Piogge orarie					
Anno	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1964	19.4	20.2	21.4	31.2	42.0
1965	13.6	17.6	21.2	34.0	49.0
1966	30.0	55.6	75.0	99.8	106.4
1967	27.6	49.4	52.2	54.6	56.8
1968	14.6	34.8	39.4	41.0	59.8
1969	32.2	46.6	64.2	65.8	104.0
1970	29.6	45.0	62.8	65.0	65.8
1971	40.0	43.6	53.8	57.8	60.6
1972	40.0	40.0	59.6	81.2	83.2
1973	15.4	26.4	34.2	45.0	64.0
1974	22.8	38.2	45.0	45.0	50.6
1975	22.0	23.0	37.0	52.8	55.6
1976	34.0	42.4	43.4	60.0	93.2
1977	29.2	50.0	52.6	52.6	53.4
1978	17.2	33.6	48.2	71.6	95.4
1979	19.0	28.4	35.4	40.4	47.6
1980	25.4	33.4	49.4	50.2	50.2
1981	26.0	32.0	34.6	42.4	48.4
1982	17.0	26.0	41.0	53.0	77.6
1983	14.4	18.4	26.8	27.0	28.4
1984	21.0	26.8	28.2	28.4	34.0
1985	22.8	26.0	33.4	35.4	47.2
1986	36.4	41.4	41.8	46.0	77.6
1987	12.2	20.0	20.4	21.6	36.0
1988	27.2	29.2	30.2	30.2	30.2
1989	19.4	33.6	42.6	44.2	48.0
1990	17.0	25.0	27.0	35.6	45.8
1991	18.2	47.0	50.4	53.6	57.4
1992	21.8	39.6	50.2	58.6	79.2
1993	9.6	15.2	21.8	30.6	41.4
1994	27.8	39.2	43.4	46.8	57.8
1995	46.6	46.8	46.8	55.8	63.2
1996	48.0	72.0	76.6	77.6	78.6
1997	22.2	28.2	36.0	57.8	68.0
1998	22.8	32.8	53.0	88.0	112.8
1999	49.6	54.6	54.8	54.8	67.8
2000	38.8	65.8	85.4	97.6	99.2
2001	16.4	23.4	30.8	34.8	46.0
2002	27.8	33.8	34.2	49.4	49.4
2003	22.2	24.8	38.0	53.6	54.2
2004	15.8	21.2	34.6	34.6	37.0
2005	15.6	24.0	35.8	41.2	53.8
2006	23.4	27.2	40.4	40.4	40.4
2007	17.4	24.8	32.4	37.6	38.8
2008	22.00	28.80	46.60	60.60	74.00
2009	42.80	45.60	45.60	63.80	109.60
2010	20.80	25.40	37.00	49.00	56.80
2011	23.20	40.40	40.40	41.60	64.40

La formula razionale fornisce il valore della portata di piena Q [mc/sec] in funzione del tempo di ritorno T [anni], a partire dal volume specifico dei deflussi (pioggia netta o pioggia depurata) h_n [mm], in funzione dell'ampiezza dell'area scolante A [Km²] e del tempo di percorrenza dei deflussi stessi, detto tempo di corrivazione t_c [ore].

$$Q = c \cdot h \cdot S \cdot \frac{k}{t_c}$$

dove c rappresenta il coefficiente di deflusso, rapporto tra gli afflussi meteorici e i corrispondenti deflussi superficiali stimato in **0,7** e k è un fattore che tiene conto della non uniformità delle unità di misura usate: nell'ipotesi di adottare le grandezze con le unità di misura citate **$k=0,2777$** .

Il tempo di corrivazione viene determinato attraverso la seguente espressione:

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m}} \quad (\text{ore})$$

in cui

A è l'area del bacino in Km²

L è la lunghezza del corso d'acqua fino alla sezione di calcolo (chiusura)

H_m è l'altezza media del bacino sulla sezione di chiusura ovvero:

$$H_m = Q_m - Q_c$$

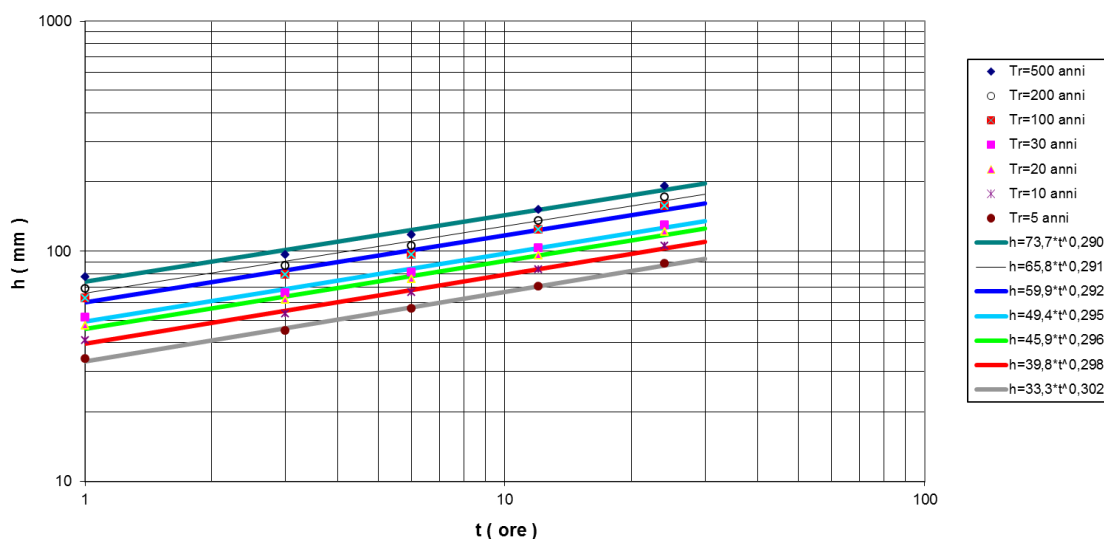
in cui Q_m è la quota media del bacino e Q_c è la quota della sezione di chiusura.

Da tale equazione scaturisce un tempo di corrivazione **T_c pari a 1,94 ore**.

Le altezze di pioggia in base ai tempi di ritorno considerati sono date dalle seguenti curve:

Di seguito vengono determinate le portate del Fosso Piene con Tempo di ritorno pari a 10, 20, 30, 100, 200, 500 anni.

FERMO:
CURVE SEGNALETRICI DI POSSIBILITA' CLIMATICA



METODO RAZIONALE		METODO RAZIONALE	
Q10anni = c x h x S x (K/tc)		Q100anni = c x h x S x (K/tc)	
c = coeff. di deflusso	0.8	c = coeff. di deflusso	0.8
k = fattore unità di misura	0.2777	k = fattore unità di misura	0.2777
n	0.2980	n	0.2920
a	39.800	a	59.9000
tc (ore) = tempo di corrivazione	1.94	tc (ore) = tempo di corrivazione	1.94
h (mm) = altezza di pioggia	48.49	h (mm) = altezza di pioggia	72.69
QTr 10 (mc/sec)	20.71	QTr 100 (mc/sec)	31.04
METODO RAZIONALE		METODO RAZIONALE	
Q20anni = c x h x S x (K/tc)		Q200anni = c x h x S x (K/tc)	
c = coeff. di deflusso	0.8	c = coeff. di deflusso	0.8
k = fattore unità di misura	0.2777	k = fattore unità di misura	0.2777
n	0.2960	n	0.291
a	45.90	a	65.8
tc (ore) = tempo di corrivazione	1.94	tc (ore) = tempo di corrivazione	1,94
h (mm) = altezza di pioggia	55.84	h (mm) = altezza di pioggia	79.79
QTr 20 (mc/sec)	23.85	QTr 200 (mc/sec)	34.08
METODO RAZIONALE		METODO RAZIONALE	
Q30anni = c x h x S x (K/tc)		Q500anni = c x h x S x (K/tc)	
c = coeff. di deflusso	0.8	c = coeff. di deflusso	0.8
k = fattore unità di misura	0.2777	k = fattore unità di misura	0.2777
n	0.295	n	0.2900
a	49.40	a	73.7000
tc (ore) = tempo di corrivazione	1.94	tc (ore) = tempo di corrivazione	1.94
h (mm) = altezza di pioggia	60.05	h (mm) = altezza di pioggia	89.32
QTr 30 (mc/sec)	25.66	QTr 500 (mc/sec)	38.15

6. VERIFICA SEZIONI INTERESSATE DALL'INTERVENTO

Ai fini della verifica idraulica si è ritenuto opportuno prendere in considerazione tre sezioni di uscita A-A B-B e D-D, a valle del tratto da intubare, che presentano una forma meglio descritta nell'allegato Planimetria e Sezioni.

Allo scopo di potere esprimere considerazioni idrauliche afferenti il rischio di esondabilità in conseguenza dell'intervento da realizzare, si è ritenuto opportuno adottare la seguente metodologia di studio:

1) Determinazione delle portate di massima piena attese:

- individuazione delle aree scolanti;
- precipitazioni desunte dai dati ufficiali forniti dall'Ufficio Idrografico di Bologna;
- individuazione delle principali caratteristiche idrologiche, morfometriche e climatiche del bacino;

- stima del tempo di corrivazione;
- applicazione delle formule suggerite da diversi Autori per il calcolo delle portate.

2) Valutazione della massima portata defluita in corrispondenza delle sezioni di verifica tramite:

- determinazione dei parametri geometrici ed idraulici delle sezioni in alveo;
- stima della velocità potenziale della corrente in condizioni di massima piena;
- applicazione della teoria di Chazy esplicitata nei suoi molteplici aspetti da diversi Autori.

3) Considerazioni sul rischio idraulico legato alla esondabilità potenziale del Fosso tramite:

- analisi dei risultati trovati;
- riconoscimento delle zone ad eventuale pericolosità idraulica;
- individuazione della presenza di infrastrutture e delle principali peculiarità paesaggistiche nelle zone considerate a rischio;
- valutazione della necessità e della possibilità di intervento.

Sulla scorta delle elaborazioni mirate alla determinazione della portata di massima piena si è proceduto alla verifica di contenimento della piena di progetto, considerando quanto segue:

- le dimensioni della sezione di fosso tombato esistente e di progetto, ricavate dal rilievo effettuato in sito dallo studio arKteam, evidenziano un canale rivestito con sezione decrescente verso valle;
- le dimensioni della verifica prendono in considerazione tre sezioni da valle a monte A-A, D-D e B-B di area rispettivamente di 5,18 mq, 7,36 mq e 9,40 mq;
- gli elaborati di calcolo inerenti la portata al colmo attesa, effettuata considerando i modelli proposti da diversi Autori, evidenziano una certa uniformità dei valori delle portate;
- il calcolo di un evento eccezionale di piena è sicuramente legato a molteplici fattori sia diretti che indiretti connessi col bacino imbrifero preso in esame; tuttavia, al fine di possedere una conoscenza più ampia delle possibilità cinematiche del Fosso, si è provveduto ad analizzare il problema attraverso la metodologia suggerita da Chazy ed esplicitata nei suoi molteplici aspetti da vari Autori, fra i quali: Manning, Bazin, Kutter, Glaucker-Strickler, Tadini posta in allegato.

La verifica eseguita con vari autori permette alla sezione più stretta posta a valle A-A, che comunque non risulta interessata dagli interventi, di smaltire un volume minimo di 36,03 mc/s con il metodo cautelativo di GAUCKLER / STRICKLER; esso risulta essere sufficientemente superiore ai 34,08 mc/s derivanti da un evento di piena per tempi di ritorno di 200 anni mentre risulta comunque insufficiente per tempi di 500 anni (38,15 mc).

Ai fini del nostro intervento l'esame della sezione D-D, che risulta tombata mediante la realizzazione di una soletta a copertura, non mostra in alcun modo criticità con portate smaltibili minime di 57,8 mc quindi abbondantemente al di sopra delle piene duecentennali e cinquecentennali calcolate.

7. CONCLUSIONI

Il progetto in esame prevede il tombamento di un tratto del fosso delle Piene per una lunghezza totale di 5 metri posto a valle della SS16 in prosecuzione della porzione già tombata; tale operazione è resa necessaria per permettere la realizzazione di una rotatoria.

Il fosso in esame appare di fatto tombato per un tratto di circa 208 metri sotto via Colombo e nell'attraversamento della SS16; esso tutt'oggi risulta per lo più asciutto o con un minimo scorrimento di fondo; il deflusso idrico risulta significativo solamente in concomitanza di eventi pluviometrici rilevanti.

Allo stato attuale il fosso si presenta completamente rivestito con sezione rettangolare al di sotto della SS16 mentre prosegue con sezione trapezoidale a valle della stessa con dimensioni via via sempre più ridotte.

Sulla base delle osservazioni e dei calcoli idraulici eseguiti e posti in allegato si conclude quanto segue:

- La verifica idraulica nella porzione in esame ha dato esito positivo;
- malgrado la positiva verifica idraulica eseguita si fa presente che la manutenzione e la pulizia periodica delle opere d'arte in genere è di primaria importanza per scongiurare eventi alluvionali calamitosi in presenza di forti precipitazioni.

Porto San Giorgio, 23 novembre 2018

Dott. Geol. Gianluca TESTAGUZZA



RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA

Loc.tà: Marina d'Altidona

- Comune di ALTIDONA (FM) -

- COROGRAFIA -

Elaborato: **INDIVIDUAZIONE BACINO
IDROGRAFICO SUPERFICIALE**
Scala 1 : 25.000



STUDIO GEOLOGICO

Consulenze
Geologiche e Ambientali

Dott. Geol. Gianluca Testaguzza

Viale dei Pini, 106 - 63822 Porto San Giorgio (FM) - Pers. 333/2304051 P. IVA 02036460448

E-mail: g.testaguzza@tiscali.it P.E.C. gianlucatestaguzza@epap.sicurezza postale.it



Limite del bacino idrografico
(Spartiacque superficiale)



Porzione del fosso oggetto d'intervento



RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA

Loc.tà: Marina d'Altidona

- Comune di ALTIDONA (FM) -

- PLANIMETRIA D'INTERVENTO -
Elaborato: **INDIVIDUAZIONE SEZIONI
DI VERIFICA**

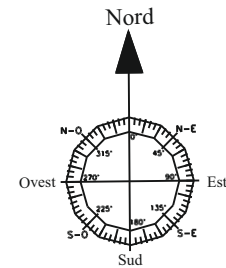
Scala 1 : 100



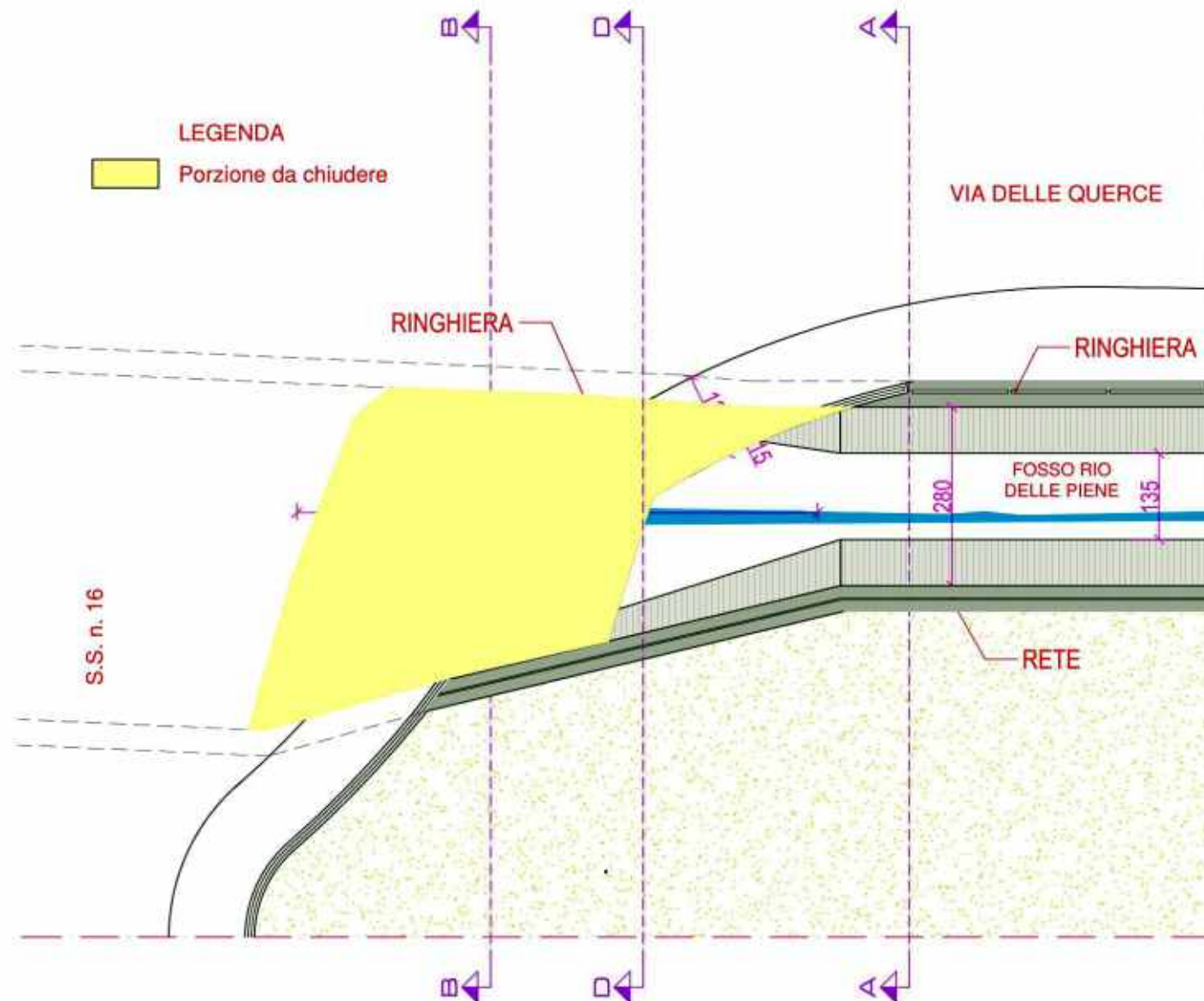
STUDIO GEOLOGICO
Consulenze
Geologiche e Ambientali

Dott. Geol. Gianluca Testaguzza

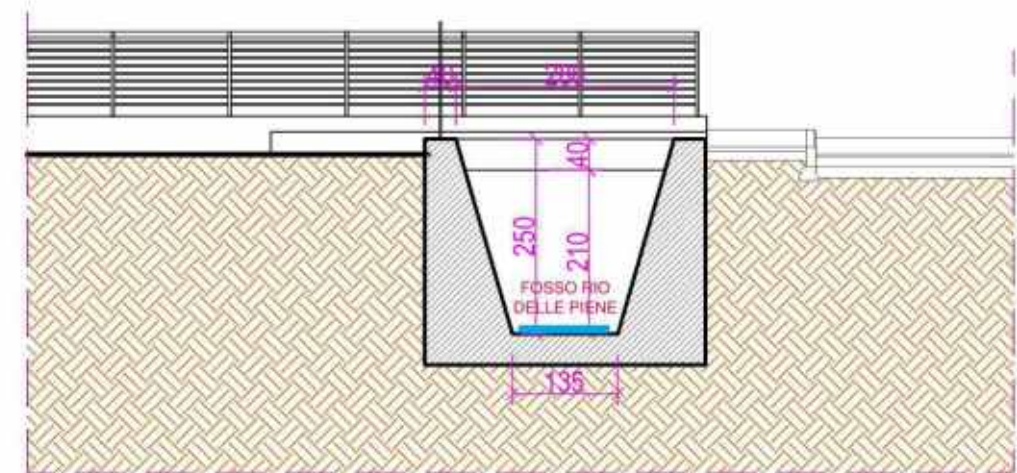
Viale dei Pini, 106 - 63822 Porto San Giorgio (FM) - Pers. 333/2304051 P. IVA 02036460448
E-mail: g.testaguzza@tiscali.it P.E.C. gianlucatestaguzza@epap.sicurezza postale.it



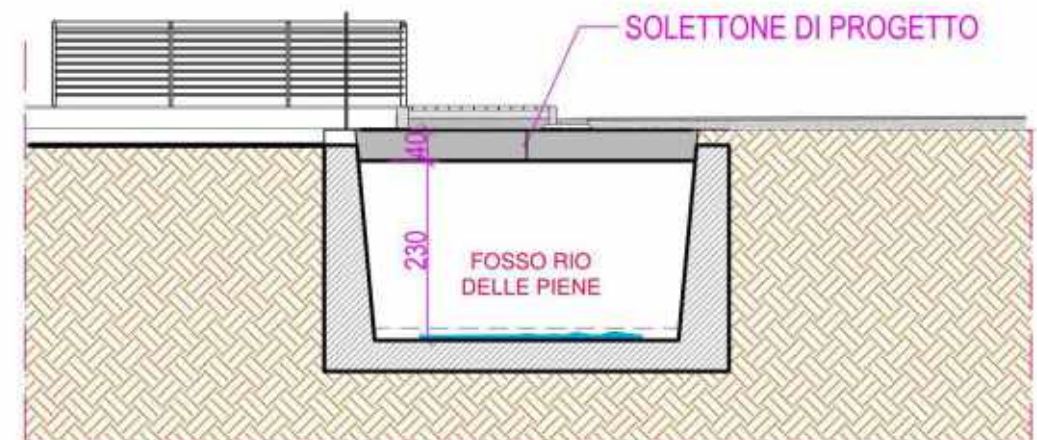
PIANTA



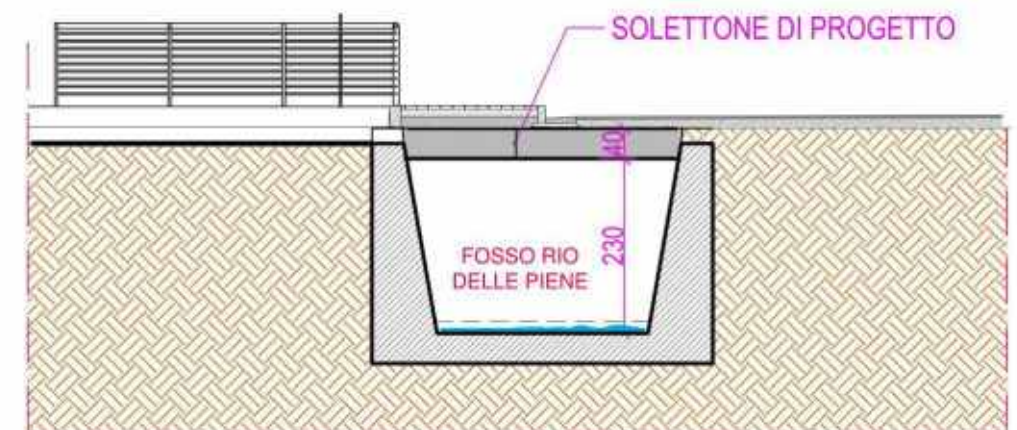
SEZIONE A-A'



SEZIONE B-B'



SEZIONE D-D' - sul limite della chiusura



VERIFICA DI CONTENIMENTO DELLE ACQUE FOSSO DELLE PIENE SEZIONE A-A

TEORIA DI "CHAZY"

$$Q = A * C * (R * J)^{1/2}$$

Sezione A-A	
Area "A" (mq)	5,18
Contorno bagnato "Cb" (m)	6,55
Raggio idraulico "R" (m)	0,79
Pendenza "J" (%)	1,7

		Sezione A-A		
Indice di scabrezza "n" - MANNING -	Indice di scabrezza "g" (m1/2) - BAZIN -	Indice di scabrezza "m" (m1/2) - KUTTER -	Indice di scabrezza "c" (m1/3 s-1) - GAUCKLER / STRICKLER -	
0,014	0,16	0,17	70,00	
Coefficiente di Chazy "C" CHAZY MANNING	Coefficiente di Chazy "C" (m1/2 s-1) CHAZY BAZIN	Coefficiente di Chazy "C" (m1/2 s-1) CHAZY KUTTER	Coefficiente di Chazy "C" (m1/2 s-1) CHAZY GAUCK. - STRICK.	Coefficiente di Chazy "C" (m1/2 s-1) CHAZY TADINI
(1/n) R1/6	87 / (1 + g / R1/2)	100 / (1 + m / R1/2)	c R1/6	k = cost.
68,689	73,734	83,952	67,315	60,000
Velocità della corrente: $V = C (R J)^{1/2}$				
7,96	8,55	9,73	7,81	6,96
Portata di massima piena defluita dalla sezione - Q (mc/s)				
41,256	44,286	50,423	40,431	36,037
Portata media di massima piena defluita dalla sezione - Qm (mc/s)				
Qm = 42,486 mc / s				

VERIFICA DI CONTENIMENTO DELLE ACQUE FOSSO DELLE PIENE SEZIONE B-B

TEORIA DI "CHAZY"

$$Q = A * C * (R * J)^{1/2}$$

Sezione B-B	
Area "A" (mq)	9,40
Contorno bagnato "Cb" (m)	8,5
Raggio idraulico "R" (m)	1,11
Pendenza "J" (%)	1,7

		Sezione B-B		
Indice di scabrezza "n" - MANNING -	Indice di scabrezza "g" (m1/2) - BAZIN -	Indice di scabrezza "m" (m1/2) - KUTTER -	Indice di scabrezza "c" (m1/3 s-1) - GAUCKLER / STRICKLER -	
0,014	0,16	0,17	70,00	
Coefficiente di Chazy "C" CHAZY MANNING	Coefficiente di Chazy "C" (m1/2 s-1) CHAZY BAZIN	Coefficiente di Chazy "C" (m1/2 s-1) CHAZY KUTTER	Coefficiente di Chazy "C" (m1/2 s-1) CHAZY GAUCK. - STRICK.	Coefficiente di Chazy "C" (m1/2 s-1) CHAZY TADINI
(1/n) R1/6	87 / (1 + g / R1/2)	100 / (1 + m / R1/2)	c R1/6	k = cost.
72,637	75,511	86,084	71,184	60,000
Velocità della corrente: $V = C (R J)^{1/2}$				
9,96	10,35	11,80	9,76	8,23
Portata di massima piena defluita dalla sezione - Q (mc/s)				
93,619	97,324	110,950	91,747	77,332
Portata media di massima piena defluita dalla sezione - Qm (mc/s)				
Qm = 94,194 mc / s				

VERIFICA DI CONTENIMENTO DELLE ACQUE FOSSO DELLE PIENE SEZIONE D-D	
TEORIA DI "CHAZY"	
$Q = A * C * (R * J)^{1/2}$	
	Sezione D-D
	Area "A" (mq)
	Contorno bagnato "Cb" (m)
	Raggio idraulico "R" (m)
	Pendenza "J" (%)
	7,36
	7,3
	1,01
	1,7

		Sezione D-D		
Indice di scabrezza "n" - MANNING -	Indice di scabrezza "g" (m ^{1/2}) - BAZIN -	Indice di scabrezza "m" (m ^{1/2}) - KUTTER -	Indice di scabrezza "c" (m ^{1/3} s ⁻¹) - GAUCKLER / STRICKLER -	
0,014	0,16	0,17	70,00	
Coefficiente di Chazy "C" CHAZY MANNING	Coefficiente di Chazy "C" (m ^{1/2} s ⁻¹) CHAZY BAZIN	Coefficiente di Chazy "C" (m ^{1/2} s ⁻¹) CHAZY KUTTER	Coefficiente di Chazy "C" (m ^{1/2} s ⁻¹) CHAZY GAUCK. - STRICK.	Coefficiente di Chazy "C" (m ^{1/2} s ⁻¹) CHAZY TADINI
(1/n) R ^{1/6}	87 / (1 + g / R ^{1/2})	100 / (1 + m / R ^{1/2})	c R ^{1/6}	k = cost.
71,526	75,042	85,521	70,096	60,000
Velocità della corrente: $V = C (R J)^{1/2}$				
9,36	9,82	11,20	9,18	7,86
Portata di massima piena defluita dalla sezione - Q (mc/s)				
68,920	72,308	82,405	67,541	57,814
Portata media di massima piena defluita dalla sezione - Qm (mc/s)				
Qm = 69,798 mc / s				



Foto 1 : Visione sezione di verifica fosso delle Piene oggetto di tombamento



Foto 2 : Visione sezione a valle