



COMUNE DI CASTIGLIONE DELLA PESCAIA

Provincia di Grosseto

**OPERE PER LA MESSA IN SICUREZZA IDRAULICA IN
LOCALITA' PADULINE A VALLE DELLA ROTATORIA STRADALE
CUP G97H19001360001 - CIG Z562BCA0B8**

PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO

POTENZIAMENTO DELL'ATTRAVERSAMENTO DEL FOSSO DI VAL COLOMBAIA CON VIA PONTE GIORGINI

Allegato

A1

Relazione Idraulica

data: 4 settembre 2020

scala:

Progettista:

Dott.Ing. Alessandro Ceciari

Viale Ombrone 44 - 58100 Grosseto

Tel. 0564 24613

alessandroceciari@tin.it

Committente:

Comune di Castiglione della Pescaia

Strada Prov.le n. 3 del Padule, Km. 19

58043 Castiglione della Pescaia (Grosseto)

Tel. 0564 927111

m.baricci@comune.castiglionedellapescaia.gr.it

data:

revisione

A

04/09/2020

emissione

B

C

D

Comune di Castiglione della Pescaia

Provincia di Grosseto

PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO

OPERE PER LA MESSA IN SICUREZZA IDRAULICA IN LOCALITA' PADULINE A VALLE DELLA ROTATORIA STRADALE. Adeguamento dell'attraversamento del Fosso di Val Colombaia con via di Ponte Giorgini.

CUP G97H19001360001 - CIG Z562BCA0B8

ALLEGATO A.1

RELAZIONE TECNICA E DI VERIFICA IDRAULICA

COMMITTENTE: COMUNE DI CASTIGLIONE DELLA PESCAIA
Strada Prov.le del Padule, km 19
58043 CASTIGLIONE DELLA PESCAIA (GR)
P.I. 00117100537

PROGETTISTA: Ing. Alessandro Ceciari
Viale Ombrone, 44
58100 GROSSETO
C.F. CCRLSN57D04C147G
P.I. 00304080534

Castiglione della Pescaia, 3 luglio 2020

RELAZIONE TECNICA E DI VERIFICA IDRAULICA

1. PREMESSA

La presente relazione riguarda l'ampliamento del manufatto per l'attraversamento del Fosso Val Colombaia con via Ponte Giorgini (o via Orsa Maggiore). Attualmente sono presenti due tubazioni in cls del diametro ciascuna di 100 cm aventi ciascuna sezione di 0,785 mq per complessivi 1,57 mq ed una lunghezza di 12,32 m.

Lo scorrimento del fosso e delle due tubazioni, vista la conformazione planoaltimetrica del sito, risulta costantemente al di sotto del livello del pelo libero del corpo idrico ricevente Canale Allacciante, coincidente praticamente con il livello medio mare, per cui le due tubazioni risultano inadeguate per la portata che in caso di piena defluisce nel Fosso di Val Colombaia che così, anche con eventi meteorici di media intensità, risulta rigurgitato in misura notevole con ovvi effetti negativi sulla rete drenante dell'area urbanizzata delle Paduline a monte dell'attraversamento.

Il progetto in oggetto prevede la sostituzione delle due tubazioni con un doppio scatolare in elementi di cemento armato vibrato prefabbricato a sezione rettangolare BxH di metri 2,00x1,50 per 3,00 mq di sezione ciascuno e di lunghezza di 12 metri e quindi per complessivi 6,00 mq, con incremento della sezione utile al deflusso di quasi 4 volte.



Foto satellitare con evidenziata l'area interessata dall'intervento

La presenza sulla via Ponte Giorgini di numerosi sottoservizi (acquedotto, linee elettriche, linee telefoniche, fibre ottiche, fognature, tra cui tre collettori a gravità delle acque reflue di notevole diametro che non possono essere modificati nel loro profilo altimetrico) impedisce tuttavia

di porre gli scolarari ad una quota diversa da quella prevista in progetto; ma ciononostante l'incremento della sezione libera ottenuto con i nuovi manufatti consente un notevole miglioramento del deflusso del Fosso di Val Colombaia rispetto alle condizioni attuali sia a valle che a monte della sezione considerata.

L'intervento insiste su porzione dei terreni attualmente censiti al Catasto Terreni del Comune di Castiglione della Pescaia al foglio 109 particelle catastali 1008, 1009, 1011, 1012, 1019, 1020, 1021 e 1049, tutte particelle classificate pascolo, attualmente intestate al Demanio dello Stato.

La sezione del Fosso di Val Colombaia all'attraversamento con via Ponte Giorgini sottende un bacino imbrifero che, come vedremo in dettaglio più avanti, ha una superficie di circa 869331 mq.

I parametri "a" ed "n" della curva segnalatrice di probabilità pluviometrica vengono assunti sulla base dei risultati derivanti dall'Analisi di Frequenza Regionale delle Precipitazioni Estreme – LSPP disponibile sul sito del Servizio Idrologico Regionale all'indirizzo

<http://www.sir.toscana.it/index.php?IDS=4&IDSS=19>

Le stazioni pluviometriche più prossime al sito in esame e per le quali sono disponibili i dati sul sito regionale sono quelle di Follonica, Caldana, Braccagni e Casotto Pescatori, tutte in provincia di Grosseto.

2. STUDIO IDROLOGICO - IDRAULICO

L'analisi idrologico-idraulica di verifica dell'alveo nel tratto in esame viene effettuata considerando i dati di pioggia di ognuna delle quattro stazioni pluviometriche più prossime al sito in esame anzi indicate, determinando la portata di piena con i dati di ciascun pluviometro e mediando i valori così ottenuti per ottenere la Qmax di piena significativa per la sezione considerata.

2.1 CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE ED IDROLOGICHE

Il comprensorio esaminato è delimitato dal rilievo di poggio delle Trincee a nord ovest, che rappresenta il punto di quota massima del bacino a 227,10 mslm, dal crinale dello stesso poggio che degrada verso il centro abitato ad ovest e dal rilievo di Poggio d'Oro ad est. I versanti della parte più elevata del bacino sono dotati di forte acclività (che in alcuni punti arriva al 60%) ed hanno in prevalenza una copertura di macchia mediterranea. Scendendo verso il basso le pendenze gradualmente si riducono e si passa da una copertura boschiva ad una copertura di tipo agricolo e poi, nella parte terminale totalmente pianeggiante, ad una tipologia di terreno prevalentemente urbanizzato con la sezione di chiusura la cui quota è di 0,00 mslm.

I principali parametri morfometrici ed idraulici del bacino del fosso Val Colombaia, riferiti alla sezione di chiusura corrispondente all'attraversamento con via di Ponte Giorgini, sono riportati nel seguente prospetto:

Area della superficie di dilavamento	Kmq	0,869331
Quota max bacino	mslm	227,10
Quota minima bacino	mslm	0,00
Quota media bacino	mslm	61,66
Lunghezza asta principale	Km	1,693

Il bacino del fosso Val Colombaia ricade in un'areale dove, sotto l'aspetto pluviometrico, possono considerarsi rappresentativi i dati delle stazioni pluviometriche di Follonica, Caldana, Braccagni e Casotto Pescatori, i cui parametri significativi per un tempo di ritorno di 200 anni sono:

Follonica (GR)

TEMPO DI RITORNO in ANNI

DURATA PIOGGIA in ORE

STAZIONI

LAT 4754913,42

LON 1644082,44

$$H = 84.06 \text{ [mm]} \text{ altezza di pioggia (} a = 84.05500, n = 0.33458)$$

Casotto Pescatori (GR)

TEMPO DI RITORNO in ANNI

DURATA PIOGGIA in ORE

STAZIONI

LAT 4737107,82

LON 1664964,90

$$H = 80.93 \text{ [mm]} \text{ altezza di pioggia (} a = 80.93200, n = 0.36148)$$

Caldana (GR)

TEMPO DI RITORNO in ANNI

DURATA PIOGGIA in ORE

STAZIONI

LAT 4750785,23

LON 1657401,56

$$H = 87.06 \text{ [mm]} \text{ altezza di pioggia (} a = 87.06300, n = 0.37810)$$

Braccagni (GR)

TEMPO DI RITORNO in ANNI

DURATA PIOGGIA in ORE

STAZIONI

LAT 4755291,61

LON 1669793,30

H = 85.36 [mm] altezza di pioggia (a = 85.36000, n = 0.36413)

2.2 CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

Il tempo di corrivazione viene determinato utilizzando la formula di Giandotti:

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{H - Z}}$$

dove:

Tc Tempo di corrivazione (ore);

S = Estensione del bacino (Kmq);

L = Lunghezza dell'asta fluviale fino al punto più lontano (distanza del punto più lontano rispetto la sezione considerata) (Km.);

H = Quota media ponderata del bacino imbrifero rispetto alla sezione di chiusura considerata (m);

Z = Quota della sezione di chiusura considerata (mslm).

La quota media ponderata H è stata determinata calcolando l'altezza media del bacino con il metodo della curva ipsografica, tracciando le isoipse con intervallo di 10, 20 e 50 m, e misurando la superficie di bacino compresa tra due isoipse successive. Integrando la curva e dividendo per la superficie totale si ottiene la quota media del bacino.

Calcolo H media e Quota media del Bacino a monte -Sez. chiusura h 0,00			
Isoipse	Dislivello	Superfici	
	g ₁	A ₁	g ₁ medioxA ₁
0,00	0,00		
10	10,00	184 286,00	921 430,00
20	20,00	74 056,00	1 110 840,00
30	30,00	67 201,00	1 680 025,00
50	50,00	114 795,00	4 591 800,00
100	100,00	206 714,00	15 503 550,00
150	150,00	175 974,00	21 996 750,00
200	200,00	38 045,00	6 657 875,00
227,1	227,10	8 260,00	1 144 423,00
		869 331,00	53 606 693,00
H_{media} = g₁ medioxA₁/A₁			61,66
Quota Sezione Chiusura Q₀			0,00
Quota media Bacino (pesata) = Q₀+H_{media}			61,66

Con i dati sopra riportati la formula di Giandotti fornisce per il tempo di corrivazione nella sezione considerata un valore Tc pari a 1,00 ora.

2.4 STIMA DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA

Il metodo che si ritiene più adatto al calcolo della portata di massima piena per un bacino di piccole dimensioni come quello in esame, è il metodo razionale che utilizza la seguente espressione

$$Q_{\max} = \frac{\varphi * H_{\max} * S}{3,6 * T_c}$$

In cui

Q_{\max} portata di massima piena in m^3/sec

φ coefficiente di deflusso medio ponderato

T_c tempo di corrivazione in ore

H_{\max} altezza di pioggia con durata pari al tempo di corrivazione in millimetri

S superficie del bacino espressa in km^2

Il coefficiente di deflusso è stato determinato con il metodo medio ponderale, considerando le varie porzioni con copertura omogenee ed assegnando a ciascuna un proprio coefficiente di deflusso.

Coefficiente Deflusso			
Tipologia Superficie	Superficie S mq	Coefficiente deflusso	Superficie ragguagliata Sr mq
Tetti, Strade asfaltate, Coperture, Lastricati	136 284,00	1,00	136 284,00
Superficie Boscata	459 986,00	0,30	137 995,80
Superficie Agricola, Verde privato/pubblico	273 061,00	0,40	109 224,40
Superficie complessiva	869 331,00		383 504,20
Coefficiente Deflusso medio ponderale	Sr/S	0,441	

Le portate di piena Q con tempo di ritorno di 200 anni calcolate con i dati di ciascuno dei pluviometri considerati sono evidenziate nelle tabelle seguenti:

DETERMINAZIONE PORTATA MASSIMA						
BACINO: Fosso di VAL COLOMBAIA - Pluviometro Follonica						
SEZIONE: Attraversamento via Ponte Giorgini						
DATI SUL BACINO IMBRIFERO						
Superficie scolante	A=	0,869	km ²			
Lunghezza percorso idraulico più lungo	L=	1,693	Km			
Quota massima	zmax=	227,10	m			
Quota minima	zmin=	0,00	m			
Quota media pesata	Zmed=	61,66	m			
Dislivello medio	$\Delta H=$	61,66	m			
Tempo di corrivazione:						
Giandotti	tc=	1,00	ore			
Deflusso		C=	0,4411	Giandotti		
Tr	a	n	tc	h	ic	Q-m ³ /sec
10	47,50000	0,22955	1,00	47,48	47,58	5,07
50	66,58600	0,29308	1,00	66,54	66,69	7,10

100	75,18800	0,31699	1,00	75,14	75,30	8,02
200	84,05500	0,33458	1,00	84,00	84,17	8,97

DETERMINAZIONE PORTATA MASSIMA

BACINO: Fosso di VAL COLOMBAIA - Pluviometro Caldana
 SEZIONE: Attraversamento via Ponte Giorgini

DATI SUL BACINO IMBRIFERO

Superficie scolante A= 0,869 Km²
 Lunghezza percorso idraulico più lungo L= 1,693 Km
 Quota massima zmax= 227,10 m
 Quota minima zmin= 0,00 m
 Quota media pesata Zmed= 61,66 m
 Dislivello medio ΔH= 61,66 m

Tempo di corrvazione:
 Giandotti tc= 1,00 ore

Deflusso		C=	Giandotti			
Tr	a	n	tc	h	ic	Q-m ³ /sec
10	49,19900	0,27309	1,00	49,17	49,28	5,25
50	68,96900	0,33660	1,00	68,92	69,07	7,36
100	77,87600	0,36051	1,00	77,82	77,98	8,31
200	87,06300	0,37810	1,00	86,99	87,18	9,29

DETERMINAZIONE PORTATA MASSIMA

BACINO: Fosso di VAL COLOMBAIA - Pluviometro Casotto Pescatori
 SEZIONE: Attraversamento via Ponte Giorgini

DATI SUL BACINO IMBRIFERO

Superficie scolante A= 0,869 Km²
 Lunghezza percorso idraulico più lungo L= 1,693 Km
 Quota massima zmax= 227,10 m
 Quota minima zmin= 0,00 m
 Quota media pesata Zmed= 61,66 m
 Dislivello medio ΔH= 61,66 m

Tempo di corrvazione:
 Giandotti tc= 1,00 ore

Deflusso		C=	Giandotti			
Tr	a	n	tc	h	ic	Q-m ³ /sec
10	45,73500	0,25646	1,00	45,71	45,81	4,88
50	64,11200	0,31997	1,00	64,07	64,21	6,84
100	72,39400	0,34388	1,00	72,34	72,50	7,72
200	80,93200	0,36148	1,00	80,87	81,04	8,63

DETERMINAZIONE PORTATA MASSIMA

BACINO: Fosso di VAL COLOMBAIA - Pluviometro Braccagni
 SEZIONE: Attraversamento via Ponte Giorgini

DATI SUL BACINO IMBRIFERO

Superficie scolante A= 0,869 Km²
 Lunghezza percorso idraulico più lungo L= 1,693 Km
 Quota massima zmax= 227,10 m
 Quota minima zmin= 0,00 m
 Quota media pesata Zmed= 61,66 m
 Dislivello medio ΔH= 61,66 m

Tempo di corrvazione:
 Giandotti tc= 1,00 ore

Deflusso		C=	Giandotti			
		0,4411				

Tr	a	n	tc	h	ic	Q-m ³ /sec
10	48,23800	0,25909	1,00	48,21	48,31	5,15
50	67,62100	0,32262	1,00	67,57	67,72	7,21
100	76,35400	0,34654	1,00	76,30	76,46	8,15
200	85,36000	0,36413	1,00	85,29	85,48	9,11

Mediando i valori calcolati con le curve di ciascuna stazione pluviometrica avremo che per il tempo di ritorno Tr 200 il valore della portata di massima piena Qmax sarà pari a 9,00 m³/sec e con questo valore si procederà alla verifica idraulica dell'attraversamento.

3. VERIFICHE IDRAULICHE

Per l'attraversamento del fosso di Val Colombaia con la via di Ponte Giorgini poco prima dell'immissione nell'allacciante si è scelto di sostituire le due tubazioni in cls esistenti in cls con diametro di 100 cm con un doppio scatolare realizzato con manufatto prefabbricato in c.a.v. a sezione rettangolare di metri 2,00x1,50 per una lunghezza di 12,32 m.

In questo modo la sezione utile al deflusso passa dagli attuali 1,57 mq ai 6,00 mq previsti in progetto, con un notevole incremento di circa 4 volte



Foto satellitare con dettaglio della zona in cui realizzare l'intervento previsto

Lo scatolare prefabbricato, confezionato con calcestruzzo Rck 40 N/mm² (C32/40) e armato con armatura in acciaio B450C, è idoneo anche alla posa sotto piani stradali con ricoprimento minimo di 30 cm e massimo di 250 cm e viene calcolato dal produttore per carichi stradali di 1° categoria secondo le NTC 2018 e conformemente alla norma UNI EN 14844.

L'infrastruttura viaria che attraversa il fosso di Val Colombaia è riconducibile ad una strada urbana dimensionata con riferimento al Nuovo Codice della Strada e dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (D.M. 05.11.2001) nonché dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione di intersezioni stradali" (D.M. 19.04.2006). La categoria alla quale si è fatto riferimento per la nuova strada di collegamento è quella indicata nelle norme del 2001 come tipo E urbane di quartiere, dimensionata per una velocità minima di progetto di 40 km/h ed una massima di 60 km/h, con carichi inferiori a quelli della 1° categoria con cui è dimensionato il manufatto prefabbricato.

L'andamento planimetrico è rettilineo e non viene modificata la pendenza di fondo che nel tratto in esame rimane dello 0,30%, come confermato anche dai rilievi di dettaglio appositamente eseguiti.

La portata massima defluente Q nelle condizioni considerate è determinata con la nota relazione: $Q = S \times V$, dove:

Q Portata defluente nella sezione m^3/sec

A Area della sezione liquida m^2

V Velocità media della corrente m/sec

I calcoli sono stati effettuati in condizioni di moto uniforme con la nota formula di Chezy per la determinazione della velocità di deflusso

$$V = \chi \sqrt{R * i}$$

modificata con il metodo di Guckler-Strickler, in cui

$$\chi = \gamma R^{1/6}$$

Coefficiente di attrito di Guckler-Strickler

γ

Coefficiente di Scabrezza di Guckler-Strickler

A

Sezione liquida m^2

C

Contorno bagnato m

$$R = A/C$$

Raggio idraulico m

i

Pendenza di fondo

$$V = \chi \sqrt{R * i} = \gamma R^{2/3} i^{1/2}$$

e quindi la portata liquida sarà

$$Q = S * V = S \gamma R^{2/3} i^{1/2}$$

Si è effettuata la verifica del deflusso in condizioni di moto uniforme a sezione piena in quanto i bassi valori di velocità e le modeste variazioni di altezza non producono, pur in presenza di modifica delle dimensioni e delle caratteristiche della sezione, variazioni repentine e significative alle grandezze del moto che si mantiene sempre in regime di corrente lenta.

3.1 VERIFICA IDRAULICA ATTRAVERSAMENTO STATO ATTUALE

La sezione esistente del fosso di val Colombaia all'attraversamento con via di Ponte Giorgini è rappresentata da una doppia tubazione in cls ciascuna con diametro di 1 m.

Ipotizzando un deflusso a pelo libero a sezione piena nelle condizioni attuali, considerando un coefficiente di scabrezza pari a 60 secondo la scala di Gauckler-Strickler, essendo

A	0,79 m ²
C	3,14 m
$R = A/C$	0,25 m
i	0.0015
γ	60
$V = \gamma R^{2/3} i^{1/2}$	0,92 m/sec
$Q = A \cdot V = S \gamma R^{2/3} i^{1/2}$	0,72 m ³ /sec

la portata massima che può defluire in ciascuna tubazione è pari a 0,72 m³/sec, per un totale di 1,5 m³/sec del tutto insufficiente anche per portate con frequenze ridotte. A titolo di esempio anche con una portata con tempo di ritorno di 10 anni pari a 5,15 m³/sec il tratto terminale del fosso Val Colombaia risulta essere rigurgitato in maniera significativa.

Considerando invece il caso di funzionamento in pressione con pelo libero pari al livello del ciglio del fosso, corrispondente ad un carico piezometrico di 0,8 m considerando allo sbocco il livello medio mare nelle condizioni più sfavorevoli, la portata Q che riesce a defluire da una singola tubazione, calcolata con la seguente relazione di Hazen-Williams

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

ed assegnando i seguenti valori alle grandezze in gioco

A	0,79 m ²
C	3,14 m
$R = A/C$	0,25 m
Δ	0,8
γ	60
L	12,5 m

risulta essere pari a $Q=3,78$ m³/sec, con una velocità $V=Q/A=4,78$ m/sec, per complessivi 7,56 m³/sec sempre comunque insufficienti a garantire il deflusso senza inconvenienti a monte in condizioni di piena con tempi di ritorno elevati.

3.2 VERIFICA IDRAULICA ATTRAVERSAMENTO STATO MODIFICATO

Il manufatto scelto per il nuovo attraversamento del fosso di Val Colombaia all'attraversamento con via di Ponte Giorgini è un doppio scatolare prefabbricato in c.a.v. a sezione rettangolare ad elementi modulari con giunto maschio/femmina e dimensioni nette utili al deflusso di cm 200 di larghezza e cm 150 di altezza, con spessore delle pareti e delle solette di 16 cm.

Con il nuovo manufatto le grandezze idrauliche caratteristiche del moto si mantengono sempre in regime di corrente lenta.

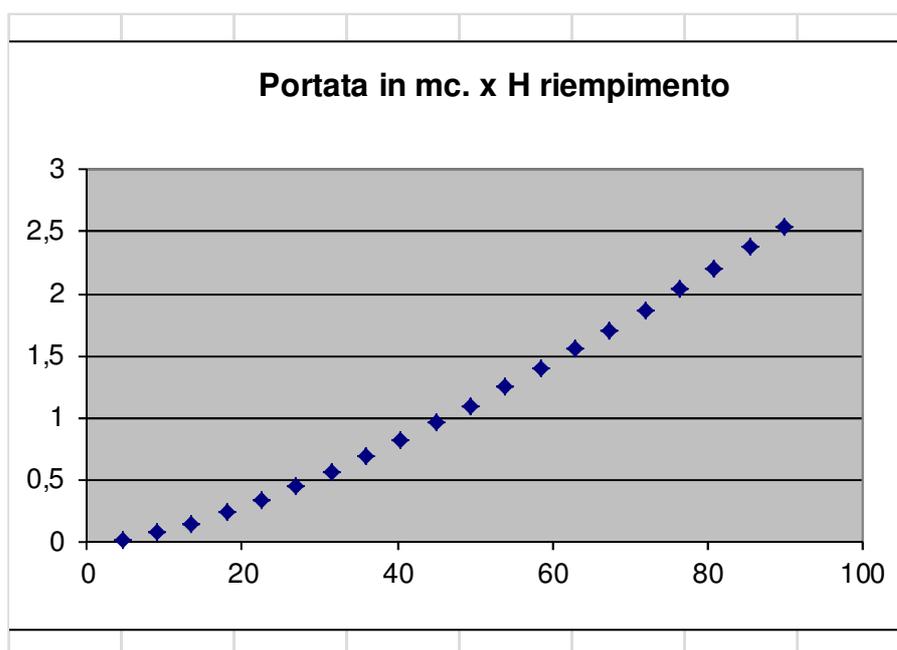
comunque di far defluire la portata di piena con Tr 200 senza creare fenomeni di rigurgito a monte della sezione considerata e quindi permettendo un accettabile deflusso delle acque anche in condizioni estreme.

Considerando invece gli eventi con frequenza Tr 10 anni la portata massima mediata sulle quattro stazioni è di $Q_{10} = 5,08 \text{ m}^3/\text{sec}$ che riesce a defluire con altezza di 90 cm e quindi con un franco di 60 cm.

Larghezza del fondo 200 cm

Altezza totale manufatto 150 cm

Altezza di deflusso 90 cm



H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (m)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
90	380	1,800	0,474	2,54	1,41

- A 1,80 m²
- C 3,80 m
- $R = A/C$ 0,474 m
- i 0.0015
- γ 60
- $V = \gamma R^{2/3} i^{1/2}$ 1,41 m/sec
- $Q = A \cdot V = S \gamma R^{2/3} i^{1/2}$ 2,54 m³/sec

4. CONCLUSIONI.

Le verifiche idrauliche eseguite consentono di esprimere parere favorevole per la realizzazione delle modifiche dell'attraversamento del fosso Val Colombaia con la via Ponte Giorgini in quanto si è accertato che i deflussi equivalenti alla portata di piena con tempo di ritorno di 200 anni defluiscono molto più facilmente nella nuova configurazione rispetto allo stato attuale con notevole incremento del livello di sicurezza. Nel tratto esaminato, quindi, **si realizza un sensibile miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica del deflusso sia a monte che a valle dell'intervento** e le opere sono compatibili con la infrastruttura viaria soprastante, ma soprattutto .

Per ogni dettaglio sulle caratteristiche delle opere da realizzare si rimanda ai disegni allegati con i dettagli delle opere da realizzare.

Il Progettista
Dott. Ing. Alessandro Ceciari

ALLEGATI:

- BACINO IMBRIFERO FOSSO VAL COLOMBAIA
- MAPPA CATASTALE
- DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Fosso Val Colombaia a monte di via Ponte Giorgini



Vista delle tubazioni già rigurgitate in condizioni di asciutto



Vista delle tubazioni già rigurgitate in condizioni di asciutto



Vista dell'attraversamento dal canale Allacciante a valle



Vista in dettaglio dell'attraversamento da valle con le tubazioni completamente rigurgitate in condizioni di asciutto



Particolare delle tubazioni presenti a valle di cui due MT ENEL in precarie condizioni