



Riqualficazione Quartiere Senzuno

Intervento 1 CUP C33D20004980001 e Intervento 5 CUP C33D20005020001

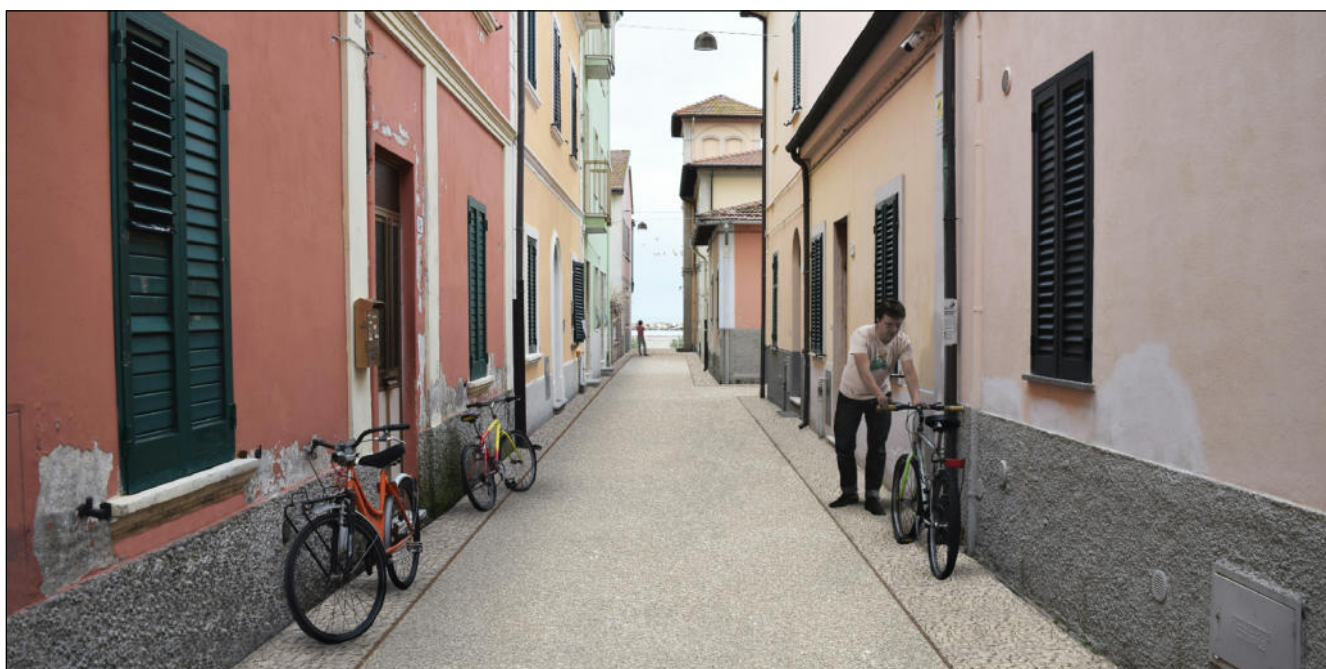
PNRR : Missione 5 Componente 2 Investimento 2.1 - RIGENERAZIONE URBANA



Progetto esecutivo

data 14.06.2022

11. relazione generale e specialistica



progettista
nuvolaB architetti associati

titolare dell'incarico
arch. Jan De Clercq

prime indicazioni sicurezza
arch. David Benedetti

collaboratore
arch. Thomas Franci

impianti idraulici
ing. Marco Benvenuto

impianti elettrici
CMA srl
per. ind. Alessio Diegoli
ing. Franco Cecconi

consulenza paesaggistica
Esther Métais

committente
Comune di Follonica
Settore 4
Lavori Pubblici - Demanio
Manutenzione - Protezione Civile

responsabile del procedimento
arch. Alessandro Romagnoli

revisioni

Sommario

1. PREMESSA	2
1.1. PORTATE ECCEDENTI E PORTATE DI PIOGGIA.....	3
1.1.1. <i>Verifiche statiche</i>	3
2. OPERE DI PROGETTO	4
2.1. DEFINIZIONE STATO ATTUALE.....	4
2.2. DESCRIZIONE SINTETICA DEGLI INTERVENTI.....	4
3. FASI DI INTERVENTO	5
4. VALUTAZIONI PRELIMINARI DI PROGETTO	5
4.1. CARATTERISTICHE GENERALI DELLE MODALITÀ ESECUTIVE.....	5
4.2. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA NUOVA CONDOTTA FOGNARIA.....	5
4.3. STIMA DELLA PORTATA METEORICA.....	7
4.3.1. <i>Dati idrologici</i>	7
4.3.2. <i>Modello Cinematico</i>	7
4.4. CONCLUSIONI.....	11

1. PREMESSA

Il presente progetto prevede il miglioramento del sistema fognario del quartiere Senzuno nel Comune di Follonica. Si prevede, nell'ambito della riqualificazione del quartiere, la distinzione delle fognature miste in fognature bianche e fognature nere. In particolare verrà realizzata una nuova fognatura nera che sfrutterà i 2 sollevamenti esistenti per andare a depurazione e verrà realizzata una nuova fognatura bianca con scarico diretto nel fosso Petraia. Tale intervento è volto a ridurre le possibilità che le acque nere riversino nel fosso Petraia in caso di eventi meteorologici importanti.

A causa delle interferenze tra la fognatura bianca e la nera le vie S. Martino e Solferino non potranno avere una rete fognaria distinta ma avranno una unica rete mista.

Si premette che il presente progetto prende come riferimento l'attuale rete fognaria del quartiere, riportata nella prima tavola delle fognature del presente progetto, e lo "Studio idrologico-idraulico finalizzato alla perimetrazione delle aree ad elevata pericolosità idraulica delle aree di pertinenza del torrente Petraia" (a firma dell' Ing. Gesualdo Bavecchi dell'ottobre 2013) entrambi forniti dal Comune di Follonica.

Ai fini del drenaggio delle acque meteoriche, come da richiesta del RUP, la rete fognaria bianca verrà dimensionata in modo da garantire che le sezioni delle condotte garantiscano una portata idraulica per eventi meteorici con frequenza inferiore ad una volta ogni 20 anni. Nell'ambito del presente progetto si prevede di collegare alla nuova fognatura bianca tutte le caditoie e le condotte meteoriche provenienti dai prospetti dei fabbricati su strada e quant'altro sarà rilevato all'atto dello scavo. Rimane per inteso che eventuali altre condotte di rete bianca, differenti dalle suddette, collegate all'attuale fognatura mista o che erroneamente si collegheranno sulla futura condotta fognaria nera potranno mandare in crisi quest'ultima generando sversamenti nel fosso Petraia.

Considerata la morfologia del territorio e il profilo idraulico del fosso Petraia, la rete di progetto avrà funzionamento parzialmente in pressione in quanto lo scarico finale della rete sarà impostato ad una quota inferiore al pelo libero del fosso Petraia in condizione di piena con tempo di ritorno 20 anni.

Data però l'impossibilità, dichiarata dal Comune, di realizzare nuovi scarichi a mare, ed escludendo la realizzazione di un nuovo impianto di sollevamento meteorico, la suddetta soluzione rimane l'unica percorribile. Tale soluzione risolverà ampiamente il problema del frequente sversamento delle acque reflue nel fosso Petraia, tuttavia il grado di protezione da fenomeni di rigurgito delle acque meteoriche sul piano stradale rimarrà sostanzialmente inalterato.

Il progetto delle fognature nere è a carico dell'Acquedotto del fiore, mentre il progetto delle fognature bianche è a carico del sottoscritto.

1.1. Portate eccedenti e portate di pioggia

Su richiesta del Comune è stato inserito un derivatore per garantire il deflusso della rete fognaria bianca verso la rete di fognatura mista a valle di Senzuno, nel caso in cui il fosso Petraia non è in grado di recepire gli scarichi. Infatti presumibilmente il fosso Petraia con tempo di ritorno di 5 anni, tempo minimo in cui garantire la protezione del piano stradale da fenomeni di rigurgito fognario, raggiunge un livello di piena non chiaramente compatibile con lo scarico della rete di progetto.

In tali condizioni, nel caso in cui la prevalenza della rete non fosse sufficiente a garantire il deflusso, il flusso meteorico scollerebbe attraverso il derivatore nella rete mista esistente.

Si precisa che la rete mista esistente al momento della realizzazione del presente progetto sarà provvista di un sistema di sollevamento fognario, progettato dall'Acquedotto del Fiora, che attraverso opportune idrovore garantirebbe il deflusso delle acque o verso il depuratore oppure verso il fosso Petraia. Infatti, secondo il progetto dell' Ing. Pagliara, relativo allo "Spostamento della stazione di sollevamento e della relativa condotta delle acque miste in via Gorizia" che il Comune di Follonica ci ha fornito come riferimento, si prevede una nuova stazione di sollevamento con n. 3 pompe che versano sul Petraia.

Il derivatore suddetto ha due distinti livelli di derivazione. Un foro sul fondo della tubazione determina la derivazione di un flusso minimo (prima pioggia) direttamente verso la fognatura mista. Un scolmatore invece a quota molto maggiore garantisce che, nel caso il Petraia non recepisce le acque meteoriche, il flusso derivi verso il sollevamento nuovo di via Portogallo. Per le condizioni intermedie tra la prima pioggia e la piena del Petraia lo scarico della rete fognaria di progetto è diretto nel fosso Petraia. Il deflusso della prima pioggia verso la fogna mista garantisce anche da possibili sversamenti nel fosso Petraia nel caso di cattivo uso della fognatura bianca.

Tuttavia, considerato che la rete di progetto ha un tempo di corrivazione notevolmente più basso rispetto al tempo di corrivazione del fosso Petraia, questo fenomeno non dovrebbe attivarsi frequentemente.

1.1.1. Verifiche statiche

Per quanto riguarda le verifiche statiche sulle tubazioni si precisa che sono state fatte, come richiesto dal Comune, alcune considerazioni semplificative sulle condizioni di traffico.

In particolare per una verifica preliminare delle tubazioni è stato considerato un carico di 10 kN per ruota sulle seguenti vie: via Curtatone e via Goito.

Per le restanti vie è stato considerato un carico di 75kN.

2. OPERE DI PROGETTO

2.1. Definizione stato attuale

Sulla base dei sopralluoghi condotti in zona, sono stati individuati N° 3 scarichi che recapitano in modo diretto sul fosso Petraia. Pertanto è stata ricostruita ed aggiornata la definizione dello stato attuale, rispetto alle indicazioni fornite dal Comune. Pertanto viene individuato quanto segue:

- Scarico SC01 posizionato a valle del ponte che collega via Giacomelli con via Vespucci. Corrisponde al troppo pieno del sollevamento fognario SOL02.
- Scarico SC02 posizionato a metà di via Vespucci. Corrisponde allo scarico relativo allo scolmatore SCL01 da cui provengono i reflui del collettore di via della Repubblica.
- Scarico SC03 posizionato a monte del ponte che collega via Bicocchi con via della Repubblica e via Vespucci. Corrisponde allo scarico relativo allo scolmatore SCL02 da cui provengono i reflui del collettore di via della Repubblica e via Palermo.

2.2. Descrizione sintetica degli interventi

Il progetto prevede la realizzazione di una serie di interventi , ovvero:

- SOSTITUZIONE DELL'ATTUALE FOGNATURA MISTA IN FOGNATURA NERA E BIANCA
Realizzazione di una nuova rete fognaria bianca a cui si collegano le condotte meteoriche dei fabbricati e le caditoie e realizzazione di una nuova fognatura nera. La nuova rete fognaria bianca scaricherà nell'attuale scarico SC02, mentre la nera attraverso i sollevamenti esistenti va a depurazione.
- REALIZZAZIONE DI UN DERIVATORE TRA LA BIANCA E LA MISTA
Realizzazione di un derivatore che, sia in condizioni di piena del fosso Petraia in condizioni di prima pioggia, garantirà il deflusso della rete scolmando nella fognatura mista.

3. FASI DI INTERVENTO

Nell'ambito della riqualificazione del quartiere Senzuno è previsto la ristrutturazione del corpo stradale.

L'intervento si articola secondo le successive fasi:

- Rimozione degli allacci meteorici sull'attuale fognatura mista.
- Realizzazione del derivatore DER01
- Realizzazione di nuova condotta fognaria a gravità con tubazione in PVC –U diametri dal DN250 al DN1000 SN8.
- Posa dei pozzetti per gli allacci meteorici e per le caditoie e collegamento alla fognatura bianca.
- Realizzazione nuovo scarico su fosso Petraia.

4. VALUTAZIONI PRELIMINARI DI PROGETTO

4.1. Caratteristiche generali delle modalità esecutive

Il tracciato di progetto prevede la posa di una nuova condotta su sede stradale in centro urbano. Data la morfologia del terreno in alcune aree sarà necessario posare la tubazione molto superficialmente. Si prevede, nei casi in cui la distanza tra il piano stradale e la tubazione è inferiore ad 50 cm, di riempire lo scavo con malta cementizia tipo Fillcrete in modo da garantire la resistenza della tubazione alle sollecitazioni stradali. Nel caso in cui la distanza tra il piano stradale e la tubazione è compresa tra 80 cm e 50 cm. si prevede di riempire lo scavo in misto cementato.

Contestualmente alla posa della nuova condotta si procederà alla messa in opera di pozzetti prefabbricati in c.a. per gli allacci fognari.

La soluzione definitiva dei tracciati di progetto è stata effettuata di concerto con la locale amministrazione comunale a seguito di distinte proposte sia in termini di tracciato che in termini di soluzioni tecniche. Le scelte progettuali appaiono quindi le sole percorribili, sia in relazione allo stato dei luoghi (morfologia dell'area molto depressa) sia in virtù della attuale distribuzione della rete fognaria esistente.

4.2. Caratteristiche tecniche della nuova condotta fognaria

La scelta del materiale da adottare per la realizzazione del collettore fognario viene usualmente condizionata da tutta una serie di esigenze specifiche le più importanti fra le quali possono essere:

- *interazione canalizzazione-fluido*: le pareti e la struttura dei canali, dei giunti e dei pezzi speciali non devono essere degradate da aggressioni chimiche o abrasioni fisiche esercitate da acque, dai materiali in sospensione o da eventuali gas prodotti dai liquami;
- *interazione canalizzazione-terreno di posa*: le pareti e la struttura dei pezzi non devono essere degradati dall'azione aggressiva dei terreni attraversati e deve essere garantita la stabilità nel tempo delle sedi di appoggio delle tubazioni;
- *stabilità statica*: occorre verificare con adeguati coefficienti di sicurezza che i carichi agenti sulla struttura provochino tensioni e deformazioni ammissibili, compatibili cioè con i materiali e le esigenze del progetto;
- *tenuta idraulica*: tutte le parti della canalizzazione devono essere impermeabili, in condizioni di esercizio, alla penetrazione di acque parassite e alla fuoriuscita dei liquami.

Tuttavia durante i lavori di esecuzione dell'opera, risulta oggettivamente doveroso:

- verificare se lungo il tracciato si manifestano o risultano in fase latente fenomeni di instabilità dei terreni interessati;
- seguire con cura le operazioni di allettamento e rinfianco delle tubazioni in modo da evitare la creazione di appoggi discontinui durante la prima operazione e spostamenti della condotta ed immissione di corpi estranei durante la seconda.

Di seguito si riporta uno schema riassuntivo sulle tubazioni di progetto:

- Rete fognatura a gravità con tubazioni in PVC estruso strutturato con cunicoli longitudinali interni allo spessore, a pareti lisce, conforme ad EN 13476-1/2000, con giunto a bicchiere e guarnizione elastomerica preinserita UNI-EN 681-1, DN250-DN800 SN8.
- Rete fognatura a gravità con tubi spiralati compositi in acciaio zincato e polietilene conforme ad UNI 11434, con giunto a bicchiere e guarnizione elastomerica, DN300-DN1000 SN8.

4.3. Stima della portata meteorica

4.3.1. Dati idrologici

La stazione pluviometrica di riferimento piu vicina utile al fine dell’analisi pluviometrica oggetto della presente relazione e quella posta nel Comune di Follonica (GR) (TOS03002459).

Le curve di probabilità pluviometrica sono espresse nella forma a tre parametri del tipo:

$$h = a \cdot T_r^m \cdot t^n = a \cdot t^n$$

dove h e l’altezza di precipitazione in mm, t e la durata in ore e Tr e il tempo di ritorno in anni. I parametri a, n e m sono stati ricavati attraverso un processo di regressione lineare multipla dei dati forniti dalla distribuzione di probabilità adottata, estratta dalla serie storica (Regione Toscana).

Stazione Follonica (GR)	TOS03002459	
Durata pioggia	1	h
Tempo di ritorno	20	anni
H	55.67	mm
a	55.669	
n	0.253	

4.3.2. Modello Cinematico

Il modello cinematico, generalmente applicato a bacini scolanti di relativamente limitata estensione (come il caso in esame), parte dalla considerazione basilare che la portata di pioggia qi(t) in una data sezione della tubazione di chiusura del bacino e costituita dalla sommatoria dei contributi provenienti dai singoli sottobacini di monte in tempi diversi, funzione dei tempi di corrivazione tc; tale sommatoria varia dall’inizio al termine dell’onda di piena per il graduale inserimento di nuovi sottobacini nella fase ascendente ed il graduale disinserimento nella fase discendente. Generalmente si assume l’ipotesi semplificatrice di ammettere che la portata vari proporzionalmente alla superficie del bacino di contribuzione; in tal modo la funzione qi(t) risulta lineare. Questo implica l’adozione di valori costanti per il coefficiente di deflusso e della velocita media nella canalizzazione.

La portata che affluisce al singolo tratto di rete sarà:

$$q_i = \Phi_i \cdot S_i \cdot i = \Phi_i \cdot S_i \cdot t/h$$

dove:

Φ_i è il coefficiente di deflusso della zona che scarica nel tratto di rete;

S_i è l’area della zona;

i è l’intensita di pioggia (mm/s) ottenuta dividendo l’altezza di pioggia ricavata dalla curva di possibilità pluviometrica, con durata pari al tempo di corrivazione, diviso il tc stesso.

Nel calcolo della portata meteorica, viene utilizzata la condizione $t = t_c$ in quanto porta ad ottenere un idrogramma di piena avente forma di triangolo isoscele, caratterizzato quindi da un valore massimo della portata doppio di quello medio.

Caratteristiche morfologiche del bacino		
Estensione bacino		54000 mq
Quota pendio	max	1,4 mslm
	min	0,2 mslm
Delta quota media		0,8 m
Lunghezza massima (asta)		450 m
Lunghezza media (asta)		300 m
Pendenza media		0,27 %

Coefficiente di deflusso φ			
Superficie		coefficiente	
%			
70		0.9	<i>Tetti a tegole</i>
10		0.1	<i>Giardini</i>
Coefficiente medio			0.63

Si assume come coefficiente di deflusso

Coefficiente di deflusso medio	φ	0.65
---------------------------------------	-----------------------------	-------------

4.3.2.a. Tempo di Corrivazione

Per tempo di corrivazione si intende il tempo necessario perché una goccia caduta nel punto più “lontano” del bacino, raggiunga la sezione di chiusura. Esistono diverse espressioni per calcolarlo, che si differenziano soprattutto per la pendenza del bacino di riferimento.

In generale il tempo di corrivazione è fornito dall’espressione:

$$t_c = \Delta t_c + [L / v]$$

dove:

Δt_c (tempo di accesso) rappresenta il tempo necessario inizialmente per soddisfare la capacità di infiltrazione nel terreno e poi per riempire le cavità superficiali; dipende dalla pendenza del bacino
 Il termine $[L / v]$ (tempo di rete) rappresenta il tempo impiegato dall’acqua per percorrere la canalizzazione di lunghezza L , con velocità media v che può essere fornita dall’espressione di Chezy:

$$v = \chi \sqrt{jR}$$

dove R è il raggio idraulico;

j è la pendenza del tratto di tubazione considerata;

χ può essere valutato con l’espressione di Kutter:

$$\chi = \frac{100}{1 + \frac{m}{\sqrt{R}}}$$

m e l'indice di scabrezza dipendente dal materiale.

Un altro metodo estimativo particolarmente semplice, fissa una velocità di tentativo (ad esempio pari a 1 m/s) ed in base ad essa calcola il tempo di corrivazione, la relativa intensità di pioggia, e quindi la portata.

Per un collettore circolare risulta secondo Reinhold:

$$V_{(m/s)} = 7 \cdot \sqrt[4]{q_{(m^2/s)}} \cdot \sqrt[3]{j}$$

Introducendo in questa equazione per q il valore calcolato nel primo tentativo e per j la pendenza media del terreno, si ottiene un valore v di 2° tentativo che consente di calcolare di nuovo un valore di q più approssimato.

Al fine di avere un risultato attendibile e coerente con la situazione oggetto del modello analizzato, il t_c è stato calcolato mediante più formule analitiche ufficiali e per il calcolo finale della portata è stato utilizzato il dato medio ottenuto.

Di seguito si riportano le espressioni analitiche utilizzate.

<i>Giandotti</i>	$t_c = (4 \cdot (S^{0.5}) + 1.5 \cdot L) / (0.8 \cdot (H^{0.5}))$	1.215	ore	72.91	min	4'374.89	sec
<i>Kirpich</i>	$t_c = 0.000325 \cdot ((1000 \cdot L)^{0.77}) \cdot (i^{0.385})$	0.220	ore	13.20	min	792.09	sec
<i>Pezzoli</i>	$t_c = (0.055 \cdot L) / (i^{0.5})$	0.261	ore	15.65	min	939.20	sec
<i>Ventura</i>	$t_c = 0.315 \cdot (A^{0.5})$	0.061	ore	3.68	min	221.06	sec
	$t_c = 0.1272 \cdot ((A/i)^{0.5})$	0.392	ore	23.52	min	1'411.40	sec
<i>Puglisi</i>	$t_c = 6 \cdot (L^{2/3}) \cdot (H^{-1/3})$	2.299	ore	137.94	min	8'276.14	sec
<i>Turazza</i>	$t_c = 1.085 \cdot (A^{0.5})$	0.212	ore	12.69	min	761.42	sec
<i>Pasini</i>	$t_c = 0.108 \cdot ((A \cdot L)^{1/3}) / (i^{0.5})$	0.384	ore	23.06	min	1'383.56	sec
<i>Viparelli</i>	$t_c = L / (V \cdot 3.5)$	0.086	ore	5.14	min	308.57	sec
media		0.570	ore	34.20	min	2052.04	sec

I calcoli sono stati fatti considerando le seguenti geometrie del bacino imbrifero:

- S, superficie bacino, 38.000 mq = 0,03 kmq = 3,8 ha;
- L, percorso idraulico più lungo = 450 m;
- H, altezza media del bacino, m slm: Hm = 1,6 m;
- i, pendenza media del bacino i = 0,36%.

Si considerano in questo caso più precise le formule di Kipich e Pezzoli, per cui il tempo di corrivazione medio è:

media	0,368 ore	22,09 min	1325,66 sec
-------	-----------	-----------	-------------

Il tempo di corrivazione così ottenuto viene incrementato del tempo medio di residenza fuori rete:

Te	0,1666 ore	10 min
----	------------	--------

<i>Tipi di bacini</i>	<i>T_e [min]</i>
Centri urbani intensivi con tetti collegati direttamente alle canalizzazioni e con frequenti caditoie stradali	5 ÷ 7
Centri urbani semi intensivi con pendenze modeste e caditoie stradali meno frequenti	7 ÷ 10
aree urbane di tipo estensivo con piccole pendenze e caditoie poco frequenti	10 ÷ 15

Per cui il tempo di corrivazione totale è:

Tc=0.535 ore

4.3.2.b. Verifiche

Una volta noti tutti i parametri precedentemente descritti possiamo calcolare la portata meteorica in uscita alla sezione di chiusura del bacino considerato. Di seguito si riporta il risultato della portata meteorica Q.

Date le seguenti espressioni:

$$V_{max}(m/s) = \phi * (h[m]) / (3600 * t_{c[ore]}) = \text{velocità massima di scorrimento lungo il bacino}$$

$$Q_{max}(l/s) = (V_{max}[m/s] * S[mq]) * 1000 = \text{portata massima alla sezione di chiusura del bacino}$$

Modello cinematico o della corrivazione (t = tc)			
Tempo di ritorno	Tr	20	
$h = a * t^n$		47,52	mm
Coefficiente di deflu	ϕ	0,65	
$V_{max} = \phi * (h[m]) / (3600 * t_{c[ore]})$		0,00001604	m/s
$Q_{max} = (V_{max}[m/s] * A[mq]) * 1000$		866,15	l/s
Coefficiente udometrico (u)		160,40	l/(s*ha)

In tabella è stato indicato anche il coefficiente udometrico u, contributo specifico di piena, ottenuto dalla relazione:

$$u = \frac{Q_{max}}{S} \left[\frac{l}{s \cdot ha} \right]$$

4.4. Conclusioni

Nel caso di verifica idraulica con tempo di ritorno TR 20 anni, oggetto di questa analisi, considerando una pendenza media di scorrimento pari a 0,1% ed una scabrezza di Gauckler-Strickler di 100 m^{1/3}/s (tipica di una tubazione nuova in PVC), si ricavano di seguito i dati idraulici principali di verifica della portata nella sezione terminale.

TUBAZIONE IN PVC									
Dati immessi					Risultati				
∅	i		k _s	W	Q	Vel	h	A	P
mm	m/m	‰	m ^{1/3} /s	%	l/s	m/s	mm	m ²	m
1000	0,001	1,0	100	95,00	1 059,08	1,37	950,00	0,7707	2,691

con:

∅ (mm) = diametro interno tubazione esistente

i (m/m, ‰) = pendenza scorrimento tubazione

k_s (m^{1/3}/s) = scabrezza di Gauckler -Strickler

W (%) = percentuale riempimento tubazione

Q (l/s) = portata defluente

Vel (m/s) = velocità del fluido nella tubazione

h (mm) = altezza del fluido nella tubazione in funzione del grado di riempimento

A (m²) = area della sezione bagnata

P (m) = perimetro della sezione bagnata