

INTERVENTO DI RECUPERO SCARICHI SU VIA DI MEZZO NORD NEL COMUNE DI CASCINA



PROGETTO DEFINITIVO

Allegato R.ID.1		Titolo: Relazione idrologica - idraulica		SCALA	
				DATA Dicembre 2017	
 <p>Sede Firenze Via De Sanctis,49/51 - 50136 - Cod.Fisc. e P.I.V.A. 06111950488</p> <p>Organizzazione con Sistema di Gestione Integrato Certificato in conformità alle normative ISO9001 - ISO14001 - OHSAS18001 - SA8000</p>					
PROGETTISTI : Ing. Giovanni SIMONELLI Ing. David FATTORINI			COLLABORATORI : Ing. Elena PETTINELLI		
CONSULENTI TECNICI: 			COMMESSA IT: INGT-TPLPD-ACQFBD04		
			CODICE COMMESSA COMMITTENTE: I15F0340		
COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE: Ing. David FATTORINI			RESPONSABILE COMMESSA I.T.: Ing.Giovanni SIMONELLI RESPONSABILE COMMESSA ACQUE: Geom. Claudio LASTRAIOLI		
DIRETTORE TECNICO INGEGNERIE TOSCANE : Ing. Mario CHIARUGI			COMMITTENTE : ING. Roberto CECCHINI		
REV.	Data	DESCRIZIONE/MOTIVO DELLA REVISIONE	REDATTO	CONTROLLATO / APPROVATO	
00	Dic. 2017	EMISSIONE PROGETTO DEFINITIVO	FATTORINI	CHIARUGI	

COMUNE DI CASCINA

Provincia di PISA

INTERVENTO DI RECUPERO SCARICHI SU VIA DI MEZZO NORD NEL COMUNE DI CASCINA

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDROLOGICA - IDRAULICA

DICEMBRE 2017

INDICE

1	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	3
2	ASPETTI IDROLOGICI - IDRAULICI	3
2.1	Calcolo delle portate di progetto.....	3
2.2	Manufatto di sfioro e tubazione a gravità.....	5
2.3	Tubazione in pressione	6
2.1	Sovrappressione da colpo d'ariete	7
2.2	Vasche dell'impianto di sollevamento.....	9
2.3	Elettropompe	10

1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Allo stato attuale, come illustrato nel dettaglio nella Relazione tecnica descrittiva, lungo il ciglio stradale di via di Mezzo Nord, nel comune di Cascina, è presente un collettore di fognatura mista in cls DN 800 mm che, al confine tra centro abitato e area campestre, prosegue a cielo aperto in direzione nord - ovest come corso d'acqua, scaricando le acque reflue sul reticolo superficiale, successivamente collegato nuovamente con il sistema fognario.

L'intervento prevede l'intercettazione del collettore con un manufatto di sfioro tale da deviare le acque nere di tempo asciutto in direzione di un impianto di sollevamento di progetto, lasciando proseguire nel corso d'acqua soltanto le acque in eccesso durante gli eventi meteorici intensi. Dal sollevamento avrà origine una fognatura nera in pressione che tornerà indietro verso sud - est lungo via di Mezzo Nord per circa 135 m, fino a raggiungere un pozzetto della fognatura mista esistente all'incrocio con via IV Novembre; da qui, le acque reflue saranno inviate in direzione del depuratore di San Prospero.

Il tracciato di progetto si snoda interamente lungo la strada comunale di via di Mezzo Nord, mentre l'impianto di sollevamento è previsto in un'area campestre privata lungo il ciglio della strada, di fronte al numero civico 159, al Foglio catastale n. 12 e particella n. 347, che sarà oggetto di apposite procedure di esproprio.

Per l'intervento, in sintesi, si prevede la posa di:

- una tubazione a gravità in PVC SN8 Ø 200 mm lunga circa 6 m tra il manufatto di sfioro e la vasca del sollevamento;
- una condotta in pressione in PEAD PN16 Ø 90 mm di circa 135 m;
- un sollevamento fognario con vasche prefabbricate in cls ed elettropompe, opere elettromeccaniche e pezzi speciali;
- un manufatto di sfioro con pozzetto prefabbricato in cls e soglia di fondo realizzata in opera.

Il tratto di fognatura in progetto consentirà il collettamento dei reflui provenienti da via di Mezzo Nord e via Barca di Noce, come descritto in dettaglio nei paragrafi successivi.

Negli elaborati grafici allegati sono mostrati la collocazione e il tracciato delle opere, i particolari costruttivi e le sezioni di posa dei manufatti e delle tubazioni in progetto.

2 ASPETTI IDROLOGICI - IDRAULICI

2.1 Calcolo delle portate di progetto

Per la stima della portata di acque reflue da inviare in fognatura nera è stato fatto riferimento al modello PUMAN (Portate UtENZE Media AnnuA Nera), che calcola la portata nera prodotta dalle varie utenze sulla base dei consumi idrici rilevati. Per il presente progetto si

dispone della portata media annua afferente allo scarico libero chiamato SF00631, situato circa un chilometro più a valle lungo il corso d'acqua di recapito, il Fosso della Mariana; allo scarico affrisce il piccolo bacino fognario comprendente via di Mezzo Nord e via Barca di Noce.

Noti i metri cubi di acqua consumati in un anno per l'intero bacino, trasformati nei corrispondenti litri al giorno, il contributo delle acque nere in fognatura è stato calcolato con la seguente formula:

$$Q_p = c_p \cdot Q_n = c_p \cdot \frac{\alpha \cdot Q_{cons}}{86400} \quad [l/s]$$

dove:

Q_p = portata nera di punta [l/s]

c_p = coefficiente di punta, pari a 3

Q_n = portata nera media [l/s]

Q_{cons} = portata idrica media consumata nel bacino [l/gg]

α = coefficiente di afflusso in fognatura, posto uguale a 0,9

86400 = secondi in un giorno.

Poiché la fognatura è mista, è stata inoltre calcolata l'aliquota di portata di acque meteoriche da avviare all'impianto di depurazione insieme alle acque reflue.

I riferimenti normativi indicano che gli scaricatori di piena di nuova realizzazione devono essere in grado di garantire di norma valori di diluizione da tre a cinque volte la portata media nera in tempo secco calcolato nelle ventiquattro ore, e comunque valori di diluizione utili al raggiungimento e mantenimento degli obiettivi di qualità ambientale e per specifica destinazione previsti dai piani di tutela per i corpi idrici recettori prossimali o distali.

Una fognatura mista, quindi, deve essere in grado di convogliare verso il depuratore una portata minima da 3 a 5 volte la portata nera media; la portata eccedente tale valore, che di norma si verifica durante eventi meteorici significativi, deve essere allontanata tramite opere di sfioro in direzione di corpi idrici superficiali, e perciò esclusa dalla rete fognaria, come oggetto del presente progetto; si è fatto riferimento al coefficiente 5 in favore di sicurezza.

Nella Tabella 1 vengono sintetizzati i risultati del calcolo della portata nera afferente allo sfioratore in progetto; è riportato inoltre il calcolo della portata di acque meteoriche da trattare.

consumi	Q_{cons}	α	c_p	Q_n	Q_p	$5Q_n$
mc/anno	l/gg			l/s	l/s	l/s
12.265,6	33.604,4	0.9	3	0,35	1,05	1,75

Tabella 1: calcolo delle portate nere relative al bacino fognario da inviare a depurazione.

La portata da inviare in fognatura nera, seppur stimata in maniera cautelativa, risulta piuttosto modesta, a causa delle ridotte dimensioni del bacino; le pompe comunemente reperibili in commercio sollevano portate pari a circa 4 l/s. Si fa pertanto riferimento a quest'ultimo valore per il dimensionamento dell'impianto di sollevamento e della condotta di progetto.

2.2 Manufatto di sfioro e tubazione a gravità

Il manufatto sfioratore che intercetterà la condotta di fognatura mista in cls sarà realizzato tramite la posa in opera di un pozzetto prefabbricato in c.a. delle dimensioni interne di 100x100 cm, sul cui fondo verrà creato un gradino di sfioro in mattoni alto circa 10 cm, tale da separare le acque di magra da inviare nella vasca del sollevamento lasciando proseguire le acque meteoriche in eccesso in direzione del corso d'acqua.

Per il dimensionamento del breve tratto di tubazione che condurrà le acque nere dal manufatto di sfioro alla vasca del sollevamento, di circa 6 m, si è proceduto come segue.

Per essa è stato ipotizzato l'impiego di una tubazione in PVC Ø 200 mm; la sua sezione è stata verificata in condizioni idrauliche di moto uniforme, utilizzando la relazione di Chézy:

$$Q = S \cdot \chi \cdot \sqrt{(R \cdot i)}$$

Dove:

- Q: portata massima transitante nella condotta in esame (m³/s)
- S: sezione di deflusso della condotta (m²)
- χ : parametro di resistenza al moto
- R: raggio idraulico della sezione, $R=S/C$, con C contorno bagnato della sezione
- i: pendenza della condotta.

La condizione di moto considerata è quella usuale di moto assolutamente turbolento, ossia per numero di Reynolds superiore a 2500: in questa situazione il parametro di resistenza al moto, χ , dipende solo dalla scabrezza relativa della condotta, e non più dal numero di Reynolds.

Il parametro di resistenza al moto χ viene quindi calcolato tramite l'espressione di Gauckler e Strickler:

$$\chi = K \cdot R$$

dove k (m^{1/3}s⁻¹) è il coefficiente di scabrezza della condotta secondo Gauckler e Strickler, il cui valore, funzione del tipo di materiale e dello stato di conservazione, è stato stimato, a titolo cautelativo, pari a 120 m^{1/3}s⁻¹ per la tubazione in PVC. E' stata considerata una pendenza minima dello 0,1%.

La Tabella 2 mostra che il grado percentuale di riempimento del ramo durante il transito della portata inviata al sollevamento, di circa 2 l/s, è intorno al 20%. Si calcola inoltre che la stessa tubazione, a bocca piena, riesca a convogliare una portata di 16,2 l/s.

E' stata inoltre verificata la capacità della tubazione di recapito all'incrocio tra via di Mezzo Nord e via IV Novembre, in PVC Ø 315 mm, a ricevere il surplus di portata, seppur modesto, in arrivo dalla condotta di progetto. Per una stima di massima della portata attualmente transitante in via IV Novembre è stato preso a riferimento lo scaricatore di piena SF00534 situato circa 2 Km più a valle lungo il collettore, in via Macerata, presso il quale il modello PUMAN fornisce una portata nera media di 145506,46 m³/anno, ovvero 4,16 l/s. In Tabella 2 è ripetuta la verifica in moto uniforme della tubazione di recapito al transito di 8,16 l/s, ancora con una pendenza dello 0,1%, che risulta ampiamente idonea a ricevere la portata di progetto.

tubazione		portata	sezione tubazione	scabrezza χ	pendenza	riempimento	velocità
		l/s	m ²	m ^{1/3} s ⁻¹	%	%	m/s
Tubaz. progetto	PVC Ø 200 mm	2	0.0314	120	0.1	20	0.31
Tubaz. recapito	PVC Ø 315 mm	8.16	0.07793	120	0.1	26	0.5

Tabella 2: verifica della capacità delle tubazioni a gravità di progetto e di recapito

2.3 Tubazione in pressione

Le acque nere separate dal manufatto di sfioro in progetto saranno convogliate all'interno di un impianto di sollevamento realizzato in un'area campestre lungo il ciglio stradale di via di Mezzo Nord, come mostrano gli elaborati grafici allegati. La portata di progetto scelta, con adeguato margine di sicurezza, è di 4 l/s. Poiché la portata in gioco è piuttosto modesta, l'impianto sarà formato da una sola pompa in esercizio più una di riserva, che entrerà in azione in caso di guasto. La tubazione di spinta, in PEAD Ø 90 mm PN16, è stata scelta con un diametro tale da assicurare una velocità al suo interno compresa tra 1 e 2 m/s. La Tabella 3 sintetizza il calcolo svolto per il suo dimensionamento.

Q_p	CONDOTTA IN PRESSIONE			
	MATERIALE	D_{int}	A	V
l/s		m	m ²	m/s
4,00	PEAD Ø 90 mm PN16	0,0736	0,0043	0,94

Tabella 3: Dimensionamento della condotta di spinta

Per la stima delle perdite di carico continue, è stata calcolata la cadente piezometrica J mediante la formula di Hazen – Williams:

$$J = \frac{10.675 Q^{1.852}}{k_s^{1.852} D^{4.8704}}$$

Con:

Q : portata di progetto (l/s);

k_s : coefficiente di scabrezza ($m^{1/2} s^{-1}$);

D : diametro interno del tubo.

Nota la portata di progetto Q , la lunghezza della tubazione di spinta L , la prevalenza geodetica Δh_g , il diametro D , ed assegnato un coefficiente di scabrezza k_s , sono state calcolate le perdite di carico distribuite Δh_d e le perdite concentrate Δh_c dovute alle discontinuità presenti lungo la condotta, quali curve, saracinesche e valvole. Dalla somma delle perdite di carico totali e dell'altezza geodetica si è infine ottenuto il carico totale ΔH , da cui è stata ottenuta la prevalenza necessaria per le pompe da installare. I risultati sono riportati in Tabella 4.

DN	Lunghezza	Portata Q_{max}	Velocità	Δh_{geod}	Δh_{perd}	Δh_{tot}
mm	m	l/s	m/s	m	m	m
90	135	4,00	0,94	0,79	2,76	3,55

Tabella 4: Calcolo della prevalenza del sollevamento in progetto.

2.1 Sovrappressione da colpo d'ariete

La sovrappressione Δh che si genera in una condotta per effetto del colpo d'ariete, conseguente all'interruzione del flusso per azionamento di saracinesche o valvole di ritegno, misurata in metri di colonna d'acqua, è data dalla formula dell'Allievi:

$$\Delta h = \frac{c}{g} \times V_0$$

nella quale:

$$c = \frac{C}{\sqrt{1 + \frac{\varepsilon}{E} \times \frac{D}{S}}}$$

Dove:

c = celerità di propagazione della perturbazione in m/sec;

g = accelerazione di gravità = 9.81 m/s;

V_0 = velocità dell'acqua a regime in m/s;

C = velocità del suono nell'acqua a 15° C = 1.420 m/s;

ε = modulo di elasticità di volume dell'acqua = 2×10^8 Kg F / m²;

E = modulo di elasticità del materiale costituente il tubo in Kg F / m²;

D = diametro del tubo in m;

S = spessore del tubo in m.

Nella Tabella 5 vengono sintetizzate le caratteristiche geometriche ed i risultati della verifica idraulica relativi al tratto di fognatura in pressione previsto in tale progetto:

Tratto	Lungh. [m]	DN [mm]	Q [l/s]	V max [m/s]	Δh [m]	H [m]	Hg [m]	Htot [m]	p [m]
Pressione	134	90	4.00	0.94	28.12	2.76	0.79	3.55	30.85

Tabella 5: Caratteristiche della condotta in pressione

- Lungh.: Lunghezza (m);
- DN: Diametro interno (mm);
- Q: portata di progetto (l/s);
- V: Velocità in condotta (m/sec);
- Δh : sovrappressione per colpo d'ariete (m);
- H: Perdite di carico complessive (m);
- Hg: Prevalenza geodetica (m);
- Htot: Prevalenza necessaria (m);
- p: pressione massima in condotta (m).

Come è possibile evincere dai risultati riportati in Tabella 5, la verifica relativa alla sovrappressione risulta verificata, in quanto la pressione massima nella condotta in PEAD PN16 risulta inferiore al valore della PMA pari a 1.6 MPa (16 bar); in fase di esecuzione dovrà però essere garantita una perfetta giunzione tra le barre e nei nodi.

La tubazione, in conclusione, risulta verificata per i casi critici di pressioni maggiori di quelle di esercizio, dovute principalmente alle fasi di avvio e stacco delle pompe o al loro arresto brusco.

2.2 Vasche dell'impianto di sollevamento

L'impianto di sollevamento sarà costituito da vasche prefabbricate in c.a.: la vasca di alloggiamento delle pompe avrà dimensioni interne di 207x217 cm, mentre quella di manovra, adiacente, di 222x132 cm.

Le dimensioni della vasca di accumulo devono essere tali da assicurare sia il corretto funzionamento delle pompe, sia che i tempi di permanenza dei liquami al suo interno siano ridotti al minimo, oltre a tenere conto delle esigenze connesse con il profilo del terreno e della livelletta di progetto.

Le apparecchiature elettromeccaniche delle pompe sono sottoposte a surriscaldamento durante la fase di avvio e necessitano quindi di un intervallo, tra due avviamenti successivi, tale che il calore prodotto venga dissipato nell'ambiente in cui le pompe sono immerse.

Questo intervallo di tempo, chiamato ciclo della pompa, ovvero somma dell'intervallo di funzionamento e di quello di riposo, non dovrà essere inferiore a un valore limite prefissato, dipendente dalle caratteristiche della pompa stessa; non dovrà essere neppure troppo elevato, per non far sì che i liquami permangano fermi nella vasca per troppo tempo. Il valore minimo di un ciclo tende ad aumentare con la potenza della pompa; il numero di avviamenti per ora che meglio corrisponde ai requisiti sopracitati e che si assume per il calcolo del volume della vasca è compreso tra otto e dodici avviamenti.

Un ruolo fondamentale per mantenere il ciclo della pompa al valore ottimale è svolto dal volume utile della vasca, ovvero dal volume compreso tra il livello massimo, al quale si ha l'avvio della pompa, e il livello minimo, al quale avviene l'arresto.

Nel caso di una sola pompa attiva, si dimostra che il minimo volume utile della vasca di arrivo dei liquami da sollevare è fornito dalla seguente relazione:

$$V_{rich,min} = \frac{Q \cdot T_{min}}{4}$$

Dove:

V_{rich} : volume utile richiesto da una sola elettropompa;

T_{min} : ciclo minimo della pompa;

Q : portata di pompaggio.

Nel presente progetto si è considerato che le pompe scelte non subiscano più di 10 avviamenti all'ora, ovvero che abbiano un ciclo di 360 secondi.

In Tabella 6 vengono riportate le caratteristiche della vasca scelta, dove è stato considerato in aggiunta un livello minimo di liquame in vasca per l'adescamento delle pompe pari a 0.50 m ed un franco minimo pari ad altri 0.50 m. Si prevede la posa di una vasca in c.a. prefabbricata con superficie interna in pianta pari a 4.49 m² e delle dimensioni interne di 2.07x2.17x3.50(H) m.

CARATTERISTICHE SOLLEVAMENTO	Unità misura	
n. pompe alla Q _{max}		1
n. pompe di riserva		1
Q _p max pompata	l/s	4.00
Num attacchi/ora		10
T _{c,min}	sec	360
Num. vasche di accumulo		1
V _{rich}	m ³	0.36
Sup pianta	m ²	4.49
H utile min	m	0.08
Quota ingresso fogna	m	5.90
Quota fondo vasca	m	3.25
H utile	m	1.65
V prog	m ³	7.41
Profondità vasca	m	3.85
Profondità scavo	m	4.18

Tabella 6: Caratteristiche della vasca del sollevamento

dove:

V_{rich} = volume della vasca minimo richiesto

Sup. pianta = Area della vasca in pianta

H utile min = Altezza utile minima richiesta = V_{rich}/ Sup. pianta

H utile = altezza utile di progetto

V prog = Volume della vasca di progetto.

La Tavola T.ID.1 "Particolari impianto di sollevamento e manufatto di sfioro" mostra nel dettaglio le caratteristiche e le dimensioni dell'impianto di sollevamento.

2.3 Elettropompe

Per il sollevamento della portata di 4 l/s sono state individuate elettropompe tipo Sulzer AS 0530 S12/2D, la cui curva caratteristica è mostrata in Figura 1.

Curve prestazionali

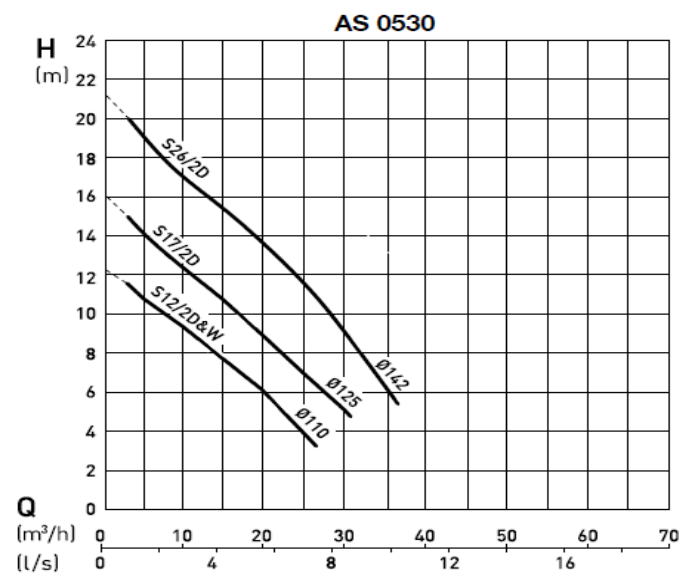


Figura 1: Curva caratteristica delle elettropompe individuate