

*REGIONE SICILIANA
COMUNE DI GRATTERI*

IMPIANTO DI DEPURAZIONE DELLE ACQUE REFLUE
STRALCIO DI COMPLETAMENTO

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICA

A.2

AGG. MARZO 2014

IL PROGETTISTA
ing. Salvatore Rubino



IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
geom. Antonio Cicero

**REGIONE SICILIANA
COMUNE DI GRATTERI**
PROGETTO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DELLE ACQUE REFLUE – STRALCIO DI COMPLETAMENTO
PROGETTO ESECUTIVO

SOMMARIO

1. GENERALITA'	Pag. 2
2. IMPIANTO DI DEPURAZIONE	" 3
2.1 Parametri di progetto	" 3
2.2 Ciclo di trattamento	" 4
2.2.1 Trattamento di disinfezione	" 6
2.2.2 Produzione fanghi	" 8
3. GESTIONE IMPIANTO	" 12
3.1 Personale addetto	" 13
3.2 Energia elettrica	" 13
3.3 Reagenti chimici e materiali di consumo	" 14
3.4 Smaltimento fanghi	" 15
3.5 Analisi	" 15
3.6 Costi totali	" 16
4. SISTEMAZIONE TRATTO TERMINALE FOSSO	" 17
4.1 Calcoli idrologici	" 18
4.2 Verifiche idrauliche	" 20

1 GENERALITA'

Il progetto riguarda le opere occorrenti per il completamento dell'impianto di depurazione delle acque reflue del Comune di Gratteri.

Il progetto è stato aggiornato per adeguarlo alle prescrizioni e alle indicazioni espresse dagli Uffici invitati in occasione della seduta della Conferenza di Servizi del 13/02/2014.

Nel primo stralcio sono state realizzate le seguenti opere:

- condotte di adduzione degli scarichi fino all'impianto di depurazione
- stradella di accesso all'impianto
- tombinatura del fosso che interferiva con il tracciato della stradella di accesso e con l'area dell'impianto
- sfioratore e regolatore di portata
- griglia automatica
- vasca di sedimentazione con comparto per la digestione anaerobica dei fanghi del tipo Imhoff
- due letti di essiccamento dei fanghi digeriti.

Per il completamento dell'impianto si prevedono le seguenti opere:

- vasca di clorazione e misuratore di portata effluente depurato
- altri due letti di essiccamento dei fanghi digeriti
- locale servizi
- completamento della vasca Imhoff realizzando le passerelle e i grigliati di servizio e il rivestimento delle pareti fuori terra con pietrame del luogo, posto in opera a corsi pressoché regolari, costituito da elementi lapidei di spessore minimo 12 cm e faccia a vista sbazzata
- sistemazione dell'area interna all'impianto e delle sue pertinenze
- completamento stradella di accesso
- sistemazione del tratto terminale del fosso
- opere a verde

2 IMPIANTO DI DEPURAZIONE

2.1 PARAMETRI DI PROGETTO

Sulla scorta dei dati riportati nel programma di fognatura per il dimensionamento degli elementi dell'impianto sono stati assunti i seguenti parametri:

- abitanti residenti	1268
- abitanti fluttuanti	550
- liquami industriali compatibili con il tipo di processo dell'impianto corrispondente ad un numero di abitanti equivalenti pari a	165
- totale abitanti equivalenti	1983
- dotazione idrica (l/abxg)	270
- coefficiente di afflusso alla rete fognante	0,80
- portata media nelle 24 ore (m ³ /s)	17,847
- portata media nelle 24 ore (l/s)	4,96
- portata media nelle 12 ore (l/s)	9,92
- coefficiente massimo consumo giornaliero	1,5
- coefficiente massimo consumo orario	1,5
- portata di punta (l/s)	22,31
- portata max. in tempo di pioggia in entrata all'impianto (l/s)	66,93

In fase di progetto si è previsto che fossero verificati i seguenti parametri:

- Grigliatura
 - velocità attraversamento griglia Vg>0,4 m/s
- Comparto sedimentazione vasca Imhoff
 - superficie 45,5 m²
 - volume 98,0 m³
 - tempo di detenzione 3 h
- Comparto di digestione vasca Imhoff
 - capacità specifica 90-110 l/ab
 - volume 222 m³
- Letti di essiccamento

- carico specifico 15-20 ab/m²
- Vasca di clorazione
 - tempo di contatto per la portata media nelle 12 ore >0,5 h

Il processo di trattamento adottato è in grado di assicurare un effluente conforme ai limiti di accettabilità di cui alla tabella 3 allegata alla L.R. n°27 del 15 maggio 1986.

Con riferimento ai limiti di accettabilità riportati nella tabella 3 dell'allegato 5 alla parte terza del D. Lgs. N°152/06, si ha un abbattimento minimo del BDO₅ pari al 20 % ed un abbattimento minimo dei SST pari al 50 %.

2.2 CICLO DI TRATTAMENTO

I liquami provenienti dal collettore S. Emiliano e dal collettore di Via Fiume arrivano in un pozzetto posto poco prima dell'ingresso all'area dell'impianto e da qui confluiscono nel pozzetto sfioratore e regolatore di portata.

Dal pozzetto sfioratore e regolatore di portata il liquame passa nel canale di grigliatura attraverso una luce 25x25 cm intercettabile da una paratoia dotata di volantino di manovra. La paratoia consente di regolare la portata di ingresso all'impianto o con la sua completa chiusura di bypassare l'impianto.

La griglia del tipo ad arco è dotata di rastrello pulitore che periodicamente raccoglie il materiale intercettato dalla griglia in una vaschetta da svuotare manualmente.

Il liquame, dopo la grigliatura, può bypassare la vasca Imhoff oppure, nel caso di regolare esercizio dell'impianto, percorrere il comparto di sedimentazione della vasca Imhoff depositando le sostanze solide sedimentabili che vengono raccolte nel sottostante comparto di digestione.

La vasca Imhoff è dotata di una canaletta perimetrale che consente, con opportune manovre delle paratoie, l'inversione del senso di percorrenza del liquame nel comparto di sedimentazione e quindi un deposito uniforme del fango all'intero del comparto di digestione.

REGIONE SICILIANA
COMUNE DI GRATTERI
PROGETTO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DELLE ACQUE REFLUE – STRALCIO DI COMPLETAMENTO
PROGETTO ESECUTIVO

L'effluente dal comparto di sedimentazione, tramite una condotta in PVC DN 400 mm interrotta in corrispondenza delle deviazioni angolari planimetriche dal pozzetto di confluenza, dal pozzetto sfioratore e dal pozzetto a monte del locale servizi, può raggiungere il recapito finale oppure essere convogliato nella vasca di disinfezione dove, se è necessario, verrà sottoposto al trattamento di clorazione e/o alla misura della portata tramite la misura del livello a monte di una soglia di stramazzo tarata.

Il misuratore trasmettitore di livello ad ultrasuoni sarà del tipo ad elettronica separata composto da:

- un trasduttore generatore di segnale ad ultrasuoni e ricevitore della eco di ritorno entro contenitore stagno IP 65
- gruppo di controllo costituito da trasmettitore a microprocessore con segnale in uscita 4-20 mA., separato galvanicamente e visualizzatore LCD della portata istantanea e totalizzata; Il valore della portata sarà ottenuto mediante una semplice elaborazione su controllore programmabile in dotazione al misuratore e visualizzato sul display
- alimentazione elettrica 220 V, 50 HZ AC

2.2.1 TRATTAMENTO DI DISINFEZIONE

Il trattamento di disinfezione del refluo deve essere effettuato oltre che per garantire il rispetto del valore limite di 5000 UFC/100 ml per il parametro “Escherichia coli”, anche in caso di eventuali emergenze relative a situazioni di rischio sanitario, sulla base di specifica disposizione della competente autorità sanitaria.

Il trattamento con ipoclorito di sodio potrà anche essere utilizzato nel caso che la concentrazione media giornaliera dell'azoto ammoniacale (espresso come N) in uscita dall'impianto di trattamento superi il 30 % del valore della concentrazione dell'azoto totale (espresso come N) in uscita dall'impianto di trattamento.

Trattandosi dell'effluente proveniente da una semplice sedimentazione si deve fare riferimento ad un dosaggio di cloro attivo di 10 gr/m^3 , equivalente a $0,083 \text{ l/m}^3$ di ipoclorito di sodio in soluzione acquosa con concentrazione del 12 % di cloro attivo.

Nelle tabella riportata nella pagina seguente sono riportati i parametri utilizzati per il dimensionamento dell'unità di trattamento della disinfezione utilizzando il numero di abitanti equivalenti previsti nel PARF pari a 1983 (=1268 residenti + 550 fluttuanti + 165 per liquami industriali compatibili) .

Con riferimento ad un volume giornaliero di effluente di 238 m^3 , relativo al numero di abitanti effettivamente presenti, arrotondato per eccesso a 1100, si ha un consumo giornaliero di 19,8 l di ipoclorito di sodio in soluzione acquosa con concentrazione del 12 % di cloro attivo corrispondente a circa 7230 l/anno.

La stazione dosaggio ipoclorito di sodio, posta in un comparto separato ricavato all'interno del vicino locale servizi, comprende:

- un serbatoio della capacità di 1500 l
- due pompe dosatrici

**REGIONE SICILIANA
COMUNE DI GRATTERI**
PROGETTO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DELLE ACQUE REFLUE – STRALCIO DI COMPLETAMENTO
PROGETTO ESECUTIVO

SEZIONE DISINFEZIONE

Dimensionamento vasca di miscelazione rapida

Parametro	Valore	Un. di mis.
Q _{max,n}	22,31	l/s
Q _{max,p}	66,93	l/s
Tempo di contatto su Q _{max,n}	30	s
Volume teorico vasca	669	l
Volume reale vasca	844	l
Verifica tempo di contatto su Q _{max,p}	12,6	s

Dimensionamento vasca di contatto

Q _{max,n}	22,31	l/s
Q _{max,p}	66,93	l/s
Tempo di contatto su Q _{max,n}	15	minuti
Volume teorico vasca	20,08	m ³
Volume reale vasca	20,03	m ³
Verifica tempo di contatto su Q _{max,p}	5,0	minuti

Dimensionamento pompa dosaggio cloro con ipoclorito di sodio NaClO

Q _{max,n}	22,31	l/s
Q _{max,p}	66,93	l/s
Q _{med,n} nelle 12 ore	9,92	l/s
Percentuale (in volume) cloro attivo nella soluzione NaClO	12%	%
Dosaggio di cloro attivo (ponderale) su Q _{max,p}	10,00	mg/l
Portata ponderale di cloro attivo da dosare su Q _{max,p}	2409	g/ora
Portata della soluzione commerciale di NaClO da dosare su Q _{max,p}	20,08	l/ora
Portata ponderale di cloro attivo da dosare su Q _{med,n,12h}	357	g/ora
Portata della soluzione commerciale di NaClO da dosare su Q _{med,n,12h}	3,0	l/ora
Pompa dosatrice scelta (range)	da 1 a 15	l/ora
Consumo mensile di soluzione commerciale di NaClO su Q _{med,n,12}	1071	l/mese

2.2.2 PRODUZIONE FANGHI

Considerato un apporto procapite giornaliero di solidi sospesi sedimentabili (SSS) su base secca di 90 gr e un rendimento di separazione del sedimentatore $\eta = 0,65$, per un numero complessivo di abitanti equivalenti pari a 1983, si ha una produzione giornaliera pari a:

$$SS_F = n^\circ \text{abitanti} \times \text{apporto giornaliero SSS} \times 0,65 = 11\,6,0 \text{ kg SS/giorno}$$

Considerato un grado di umidità del fango $U=95\%$ e un peso specifico del fango assimilabile a quello dell'acqua pulita, il volume del fango prodotto ogni giorno è pari a:

$$V_F = \gamma_F SS_F / (1-U) = 2,32 \text{ m}^3/\text{giorno}$$

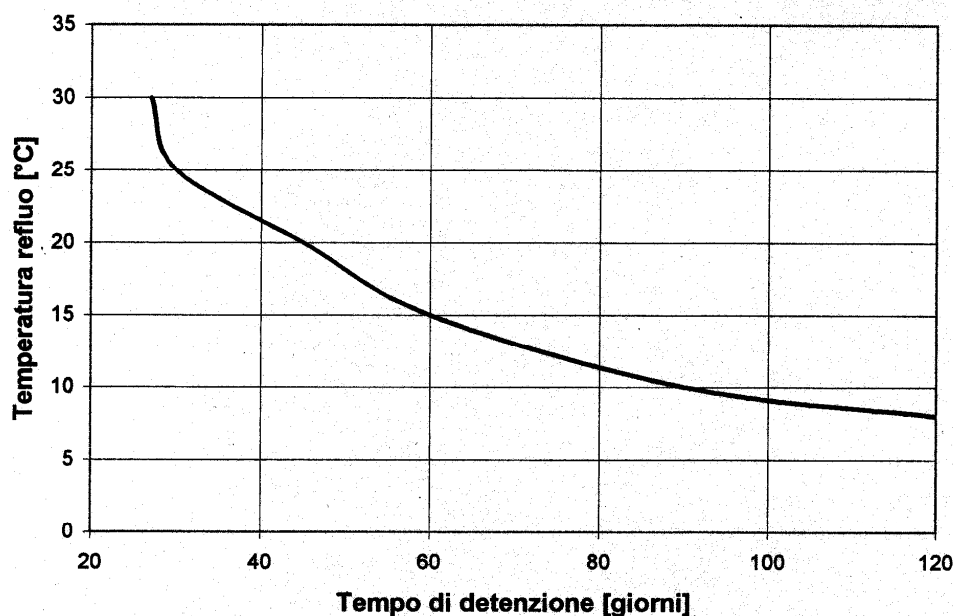
Il tempo di digestione minimo varia con la temperatura secondo il diagramma riportato di seguito. Ad esempio, alla temperatura del refluo $T=10^\circ$ tale periodo è di 90 giorni.

Per assicurare una sufficiente stabilizzazione dei fanghi è necessario che anche alle temperature più basse, nel periodo invernale, sia assicurato un tempo di permanenza adeguato all'interno del comparto dei fanghi.

Il volume utile alla digestione (W) è quello di tutto il comparto inferiore della vasca Imhoff, al netto di un franco di 40 cm al di sotto delle feritoie di comunicazione dei due comparti; risulta quindi

$$\begin{aligned} W &= 2 \times (6,25 \times 6,50 \times 2,10 + (6,25 \times 6,50 + 0,50 \times 0,50 + (6,25 \times 6,50 \times 0,50 \times 0,50)^{0,5} \times 1,75/3) \\ &= 222,02 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

**REGIONE SICILIANA
COMUNE DI GRATTERI**
PROGETTO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DELLE ACQUE REFLUE – STRALCIO DI COMPLETAMENTO
PROGETTO ESECUTIVO



Il tempo di permanenza del fango nel comparto di digestione risulta quindi pari a

$$t = W / V_F = 222,02 / 2,32 = 96 \text{ giorni}$$

Non tutta la quantità di sostanza secca è interessata dai processi di digestione; tali fenomeni riguardano essenzialmente i solidi volatili (SV) che possono assumersi pari al 70 % del totale; si ha quindi

$$SV_F = 0,70 \times SS_F$$

mentre il rimanente 30 % è il contenuto di solidi non volatili (SNV) della sostanza secca entrante nel digestore che non è interessata dalle reazioni di fermentazione che si attuano nel digestore.

In un digestore correttamente avviato i solidi volatili contenenti carbonio organico vengono in parte gasificati (produzione di gas biologico) ed in parte utilizzati per produrre nuove cellule batteriche (reazione di sintesi batterica); questa parte di solidi si ritrova ancora nel fango dopo la digestione e contribuisce a mantenere elevato il grado di putrescibilità.

Per assicurare un buon grado di stabilizzazione il tempo di permanenza nel digestore (cfr. diagramma) deve essere sufficiente a garantire una diminuzione del 40 % dei solidi volatili (SV_F).

REGIONE SICILIANA
COMUNE DI GRATTERI
PROGETTO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DELLE ACQUE REFLUE – STRALCIO DI COMPLETAMENTO
PROGETTO ESECUTIVO

Nel caso in cui il fango venga estratto dopo una corretta permanenza nel digestore la sostanza secca (SS_E) vale:

$$SS_E = SNV + SV_{dig} = 0,30 \times SS_F + 0,70 \times 0,60 \times SS_F = 83,5 \text{ kg SS/giorno}$$

Considerato che il fango estratto dal comparto di digestione ha una umidità $U=90\%$ il suo volume è pari a

$$V_E = \gamma_F SS_E / (1-U) = 0,84 \text{ m}^3/\text{giorno}$$

Nella tabella seguente sono riportati i risultati dei parametri prima calcolati e quelli corrispondenti al numero di abitanti effettivamente presenti:

			Abitanti previsti impianto	Abitanti effettivi
			(1983AE)	(1100 AE)
Volume giornaliero trattato	V	m ³ /giorno	428	238
Solidi sospesi sedimentabili	SSS	kg	116,0	64,4
Volume fango prodotto (umidità U=95%)	V _f	m ³ /giorno	2,32	1,29
Tempo di permanenza del fango nel comparto di digestione	t	giorno	96	173
Sostanza secca estratta dal digestore	SS _E	kg SS/giorno	83,5	46,3
Volume fango estratto dal digestore (umidità U=90%)	V _E	m ³ /giorno	0,84	0,46
Volume fango disidratato dopo la permanenza nei letti (umidità U=60%)	V _S	m ³ /giorno	0,21	0,12
Volume fango disidratato dopo la permanenza nei letti (umidità U=60%)	V _S	m ³ /anno	76,2	42,3

Per evitare che possano determinarsi condizioni tali da riattivare i fanghi e innescare fenomeni di putrescibilità è prudentiale prevedere il dosaggio di calce spenta in ragione di 100 gr di Ca(OH)₂ per kg di sostanza secca estratta, corrispondente a circa 10 kg di Ca(OH)₂ per m³ di fango estratto.

L'innalzamento del pH indotto dal dosaggio del reagente inibisce le reazioni biologiche e quindi contribuisce alla completa stabilizzazione del fango digerito.

**REGIONE SICILIANA
COMUNE DI GRATTERI**

**PROGETTO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DELLE ACQUE REFLUE – STRALCIO DI COMPLETAMENTO
PROGETTO ESECUTIVO**

L'alimentazione dei letti di essiccamento avviene tramite tubazioni in pressione. L'effetto di disidratazione dei fanghi sui letti è prodotto dall'evaporazione naturale dell'acqua provocata dalla temperatura esterna e dai raggi solari e per effetto del drenaggio, attraverso gli strati di sabbia e ghiaia, fino alle tubazioni sottostanti.

In condizioni favorevoli il fango è sufficientemente disidratato dopo 1,5-2 mesi con un tenore d'acqua di circa il 60 %. In queste condizioni il fango può essere raccolto manualmente con pale e carriole.

A fianco dei letti di essiccamento è previsto un pozzetto per la raccolta dei drenaggi dei letti ed il loro sollevamento tramite una pompa sommersa alla vasca Imhoff.

3. GESTIONE IMPIANTO

Le voci che concorrono alle spese di gestione dell'impianto di depurazione sono essenzialmente:

- le prestazioni di personale qualificato e specializzato per le ore necessarie a garantire il normale esercizio dell'impianto e l'esecuzione della manutenzione, sia ordinaria che straordinaria, delle apparecchiature elettromeccaniche installate
- la fornitura di olii, grassi, vernici, componenti elettrici e meccanici e di quanto altro occorre per il funzionamento dell'impianto
- la riparazione di apparecchiature elettriche e meccaniche
- l'analisi bimestrale su campioni medi ponderati nell'arco di 24 ore di liquami prelevati all'ingresso e all'uscita dell'impianto per i parametri BOD₅, COD e Solidi Sospesi
- l'analisi quadrimestrale su campioni medi composti nell'arco di 3 ore di liquami prelevati all'ingresso e all'uscita dell'impianto per i rimanenti parametri di Tab. 1 Legge Regionale 27/86, Tab. 2 Legge Regionale 27/86 e Tab. 3 allegato 5 parte 3 del D.Lgs. n°152/06 e ss.mm.ii., da effettuarsi presso qualificati laboratori di analisi
- il consumo di energia elettrica;
- il consumo di calce spenta per la stabilizzazione del fango estratto dal comparto di digestione
- il consumo di ipoclorito di sodio per la disinfezione dell'effluente depurato;

I costi per il pagamento del personale addetto si possono considerare fissi, mentre tutte le altre voci di costo vengono valutate proporzionalmente ai volumi trattati.

Il numero degli abitanti equivalenti indicato nel programma di fognatura, e assunto nel dimensionamento dell'impianto, risulta oggi superiore all'effettivo numero di abitanti presenti nel Comune; al 30 Aprile 2011 il numero delle presenze nel Comune di Gratteri era pari a 1016 unità.

3.1 PERSONALE ADDETTO

Le attività che il personale addetto deve svolgere per la conduzione dell'impianto sono:

- controllo funzionamento apparecchiature installate
- raccolta e smaltimento materiale grigliato
- intervento nelle varie unità di trattamento per asportare pellicole o formazioni algali
- estrazione e condizionamento fanghi digeriti
- pulizia dell'area di pertinenza dell'impianto
- eventuali ritocchi con idonee vernici alle parti metalliche presenti nell'impianto
- adozione di tutte le misure atte ad eliminare eventuali presenze di animali nocivi effettuando le necessarie disinfezioni
- irrigazione, vangatura, potatura, concimazione, taglio erba, ecc. delle aree a verde
- registrazione delle attività svolte

Periodicamente occorre inoltre l'intervento di un operaio impiantista specializzato per il controllo e la verifica del funzionamento delle apparecchiature elettromeccaniche e per piccole riparazioni elettriche e meccaniche e di un Direttore di processo specializzato nel settore della depurazione delle acque per il controllo e la verifica del processo epurativo dell'impianto.

Considerata la tipologia dell'impianto di depurazione l'impegno di personale per la conduzione può valutarsi in 12 ore settimanali per la conduzione e 5 ore mensili per il controllo e la verifica del funzionamento delle apparecchiature elettromeccaniche, mentre l'intervento del Direttore di processo può avere cadenza bimestrale.

3.2 ENERGIA ELETTRICA

Nella tabella seguente sono indicate tutte le apparecchiature elettriche presenti nell'impianto; per ciascuna è indicata la potenza assorbita, le corrispondenti ore di funzionamento e l'energia consumata.

**REGIONE SICILIANA
COMUNE DI GRATTERI**
PROGETTO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DELLE ACQUE REFLUE – STRALCIO DI COMPLETAMENTO
PROGETTO ESECUTIVO

APPARECCHIATURE	Potenza assorbita (kW)	Funzion. (ore)	Consumo giornaliero (kWh)	Consumo annuo (kWh)
Griglia meccanica	0,6	6	3,60	1314
Pompa drenaggi	0,75	3	2,25	821
Pompa dosatrice	0,24	24	5,76	2102
Agitatore	0,25	24	6,00	2190
Misuratore di portata ingresso	0,12	24	2,88	1051
Misuratore di portata uscita	0,12	24	2,88	1051
Scaldacqua	1,1	2	2,20	572
Illuminazione locale servizi	0,10	2	0,20	52
Totale			25,77	9154

Il consumo annuo di energia elettrica può quindi stimarsi pari al massimo a circa 9200 kWh. Considerato un costo di 0,25 €/kWh, si avrebbe per consumo di energia elettrica un costo annuo di 2300 €; questo importo si riduce a circa la metà se non viene effettuato il trattamento di disinfezione.

3.3 REAGENTI CHIMICI E MATERIALI DI CONSUMO

Per il corretto funzionamento dell'impianto è necessaria la fornitura di due reagenti chimici: l'ipoclorito di sodio per il trattamento di disinfezione e la calce per la stabilizzazione del fango estratto dal comparto di digestione.

Secondo quanto riportato al paragrafo 2.2.1, nel caso si effettui il trattamento di clorazione per il volume giornaliero di effluente di 238 m³ si ha un consumo di 19,8 l di ipoclorito di sodio in soluzione acquosa con concentrazione del 12 % di cloro attivo, corrispondente a circa 7230 l/anno.

Considerato un costo di 0,35 €/l per l'ipoclorito di sodio in soluzione acquosa con concentrazione del 12 % di cloro attivo, si avrebbe un costo annuo di 2530 €.

Secondo quanto riportato al paragrafo 2.2.2, per evitare che possano determinarsi condizioni tali da riattivare i fanghi e innescare fenomeni di putrescibilità è prudentiale prevedere il dosaggio di calce spenta in ragione di 100 gr di Ca(OH)₂ per kg di sostanza

secca estratta, corrispondente a circa 10 kg di Ca(OH)_2 per m^3 di fango estratto. Considerato che il fango estratto dal comparto di digestione è pari a $0,46 \text{ m}^3/\text{giorno}$, si ha un consumo giornaliero di 4,6 kg di Ca(OH)_2 , corrispondente a circa 1700 kg/anno. Considerato un costo di 0,25 €/kg per la calce si ha un costo annuo di 425 €.

Altri materiali di consumo sono le vernici, la minuteria elettrica, i lubrificanti e i prodotti detergenti.

Per la calce e gli altri materiali di consumo si ha un costo annuo complessivo di 1000 € circa.

3.4 SMALTIMENTO FANGHI

I fanghi digeriti e disidratati si presentano in forma solida palabile e sono smaltibili in discarica come rifiuti solidi urbani. Prevedendone l'allontanamento dopo un periodo di essiccamento naturale, tale da aumentare il contenuto in sostanza secca, si può considerare che abbiano un peso specifico pari a $1,1 \text{ t/m}^3$.

Il quantitativo di fango prodotto annualmente è di $42,3 \text{ m}^3$ corrispondenti 46,5 t.

Per il trasporto ed il conferimento a discarica si considera un costo di 45,00 €/mc con un costo complessivo annuo di circa 1900 €.

3.5 ANALISI

Sono richieste le seguenti analisi da effettuare presso laboratori certificati:

- analisi bimestrale su campioni medi ponderati nell'arco di 24 ore di liquami prelevati all'ingresso e all'uscita dell'impianto per i parametri BOD5, COD e Solidi Sospesi;
- analisi quadrimestrale su campioni medi composti nell'arco di 3 ore di liquami prelevati all'ingresso e all'uscita dell'impianto per i rimanenti parametri di Tab. 1 Legge Regionale 27/86, Tab. 2 Legge Regionale 27/86 e Tab. 3 allegato 5 parte 3 del D.Lgs. n°152/06 e ss.mm.ii.,

Per le analisi si ha un costo annuo complessivo di 1125 €.

3.6 COSTI TOTALI

Il costo totale è ottenuto come somma delle varie aliquote calcolate. Nella tabella seguente sono riportati oltre che i risultati parziali anche la spesa totale; per ogni voce è stato inoltre calcolato il costo specifico, riferito ai volumi trattati.

Voce di costo	Spesa annua	Costo specifico
	€/anno	€/m ³
Personale	23485	0,27
Energia elettrica esclusa disinfezione	1215	0,01
Materiali di consumo (calce, lubrificanti, minuteria elettrica, detersivi)	1000	0,01
Smaltimento fanghi	1900	0,02
Analisi chimiche e batteriologiche	1125	0,01
Totale	28725	0,33

Nel caso sia necessario il trattamento con ipoclorito di sodio occorre tenere conto dei seguenti costi aggiuntivi:

Voce di costo	Spesa annua	Costo specifico
	€/anno	€/m ³
Energia elettrica per apparecchiature	1070	0,01
Ipoclorito	2530	0,03
Totale	3600	0,04

4. SISTEMAZIONE TRATTO TERMINALE FOSSO

Nel primo stralcio è stato realizzato un collettore dello sviluppo rettilineo di circa 70 m con una tubazione in lamiera ondulata zincata del diametro di 1,20 m e dello spessore di 2,2 mm a prolungamento di un collettore esistente in cls di sezione composta da una sezione rettangolare di dimensioni 1,00x1,50 m con copertura semicircolare di raggio 0,50 m e cunetta di magra 0,40x0,50 m.

Il collettore esistente sboccava in un compluvio che dopo un percorso di circa 150 m confluiva nel T. Cavalleresco (o T. Gratteri). Il prolungamento del collettore si è reso necessario in quanto il compluvio interferiva con l'area in cui è ubicato l'impianto di depurazione e con il tracciato della stradella di accesso.

Per la realizzazione del collettore, in data 05.10.2001 prot. n° 18756/01, la Sezione 6^a dell'Ufficio del Genio Civile di Palermo ha rilasciato l'autorizzazione al Nulla Osta Idraulico ai sensi degli art. 93 e seguenti del "Testo Unico delle disposizioni di legge intorno alle Opere Idrauliche delle diverse categorie" di cui al Regio Decreto n°523 del 25.07.1904.

Lungo il tracciato del collettore sono stati realizzati un pozzetto di salto ed un manufatto terminale di sbocco. Il manufatto di salto collega il collettore esistente al nuovo, mentre il manufatto di sbocco consente la restituzione nel compluvio esistente. Sia il manufatto di salto che quello di sbocco sono costituiti da pozzetti in c.a. a pianta quadrata di dimensioni interne in pianta 2,50 x 2,50 m e di altezza interna rispettivamente di 3,00 m e di 2,00 m; l'accesso ai pozzetti dal piano stradale o campagna è previsto con un vano di dimensioni interne 0,80 x 0,80 m e altezza variabile.

Nell'art. 2 al punto 6 del D.A. n° 804/86 del 22.11.1986 dell'Assessorato Territorio e Ambiente, relativo all'approvazione del Programma di attuazione della rete fognante, si prescriveva la realizzazione di un piccolo canale a cielo aperto nel tratto di torrente subito a valle dello scarico del depuratore, al fine di superare quella parte di terreno permeabile che potrebbe fare infiltrare il refluo depurato in falda.

Tenuto conto che

- allo sbocco della tombinatura, l'alveo naturale del fosso si sviluppa parallelamente al lato di valle dell'area dell'impianto;
- lungo il lato di valle occorre contenere e delimitare l'area dell'impianto

nel progetto di completamento si prevede la pulizia e la regolarizzazione dell'alveo e la realizzazione di un canaletta in c.a. che, oltre a consentire il regolare deflusso dell'effluente depurato e delle acque addotte dal tombino esistente, costituirà anche una protezione del piede della scarpata.

4.1 CALCOLI IDROLOGICI

Per la determinazione delle portate di massima piena addotte dal collettore si è utilizzata la formula razionale:

$$Q_p = C \times I_p \times S$$

in cui:

Q_p = portata nella sezione considerata (m^3/s) per assegnata frequenza probabile;

S = area del bacino imbrifero (25 ha);

I_p = intensità media di pioggia relativa al tempo di corrivazione del bacino;

C = coefficiente di deflusso.

Al coefficiente C si è assegnato il valore 0,65 proposto da Frevert in base al manto vegetale, alla morfologia del suolo e alla pendenza del bacino. Il tempo di corrivazione è stato valutato in 15 minuti.

L'intensità di pioggia è stata ottenuta costruendo le curve di possibilità pluviometrica di assegnata frequenza probabile con riferimento alla più vicina stazione che è quella di Cefalù.

Sono state rilevate dagli annali idrologici del S.I.S. le massime altezze di pioggia annuali $h_{max,t}$ di durata t pari a 1,3,6,12,24 ore (cfr. Tab. A).

REGIONE SICILIANA
COMUNE DI GRATTERI
PROGETTO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DELLE ACQUE REFLUE – STRALCIO DI COMPLETAMENTO
PROGETTO ESECUTIVO

Tab. A - Piogge di massima intensità registrate al pluviografo di Cefalù					
anno	t (ore)				
	1	3	6	12	24
1931	12,5	32,0	48,5	80,5	129,9
1932	28,5	38,0	56,6	82,2	110,4
1933	45,6	47,6	52,0	93,0	150,2
1938	16,0	35,0	51,0	60,6	60,8
1943	26,4	34,0	35,2	44,0	65,4
1945	29,2	30,2	42,2	63,8	71,0
1946	20,6	27,6	31,4	40,0	45,2
1948	29,6	38,6	41,4	46,2	49,8
1949	29,0	34,2	34,2	37,2	50,4
1950	35,0	57,0	76,2	90,4	121,4
1951	30,8	52,2	61,2	76,8	108,6
1952	25,6	25,6	30,6	33,2	65,0
1953	15,0	26,0	30,4	33,0	37,8
1954	22,8	41,8	52,4	69,4	80,8
1955	30,0	39,0	39,2	41,6	51,8
1956	13,8	26,6	35,6	42,8	42,8
1957	25,4	29,8	32,8	46,2	47,4
1958	23,0	33,4	44,6	62,0	76,5
1959	30,4	32,4	32,8	39,6	54,0
1960	27,4	41,0	43,4	52,0	75,0
1962	22,0	50,2	61,2	83,2	119,4
1963	30,0	41,2	42,2	45,8	51,0
1964	66,0	69,0	69,0	69,0	84,8
1965	36,0	38,2	41,2	68,6	84,4
1966	26,2	27,0	40,4	56,8	58,6
1967	22,8	36,2	36,2	37,2	48,6
1968	35,6	43,4	48,8	50,6	50,8
1969	24,8	30,4	47,0	49,2	52,6
1970	16,6	25,8	35,6	35,8	36,2
1971	25,4	25,4	31,4	38,0	41,2
1972	28,2	35,2	49,0	58,0	90,4
1973	17,8	31,4	37,6	64,4	107,8

La distribuzione dei dati delle altezze di pioggia relativa ad una stessa durata è stata elaborata secondo il metodo di Gumbel al fine di determinare i valori delle altezze di pioggia $h_{\max,t,T}$ di assegnato tempo di ritorno T (espresso in anni) e durata t.

Applicando la nota espressione :

$$h_{t,T} = u - (\ln I - \ln ((T-1)/T)) / a$$

**REGIONE SICILIANA
COMUNE DI GRATTERI**
PROGETTO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DELLE ACQUE REFLUE – STRALCIO DI COMPLETAMENTO
PROGETTO ESECUTIVO

in cui si è indicata con t la durata della pioggia, T il tempo di ritorno e con u ed a i parametri statistici della distribuzione di Gumbel legati alla media μ e allo scarto quadratico medio σ dalle relazioni:

$$a = 1,283/\sigma$$

$$u = \mu - 0.5772/\alpha$$

per le piogge di durata 1,3,6,12 e 24 ore si sono ricavate le altezze di precipitazione relative a tempi di ritorno di 10, 20, 30 e 100 anni.

I punti corrispondenti alle coppie di valori t , $h_{t,T}$ per ogni prefissato tempo di ritorno T , sono stati poi interpolati secondo delle rette, in coordinate logaritmiche, con il metodo dei minimi quadrati.

La soddisfacente interpolazione dei suddetti punti secondo rette, su carta logaritmica, consente di assegnare alle medesime la consueta espressione di tipo monomio:

$$h_{t,T} = h_0 t^n$$

Dai calcoli effettuati è risultato:

- per $T_r = 10$ anni $h = 40,0 \times t^{0,21}$
- per $T_r = 20$ anni $h = 45,5 \times t^{0,20}$
- per $T_r = 30$ anni $h = 48,7 \times t^{0,19}$
- per $T_r = 100$ anni $h = 58,0 \times t^{0,17}$

Per $T_r = 30$ anni è risultato $Q = 6,75 \text{ m}^3/\text{s}$, mentre per $T_r = 100$ anni è risultato $Q = 8,27 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.2 VERIFICHE IDRAULICHE

Le scale di portata di moto uniforme delle sezioni dei collettori sono state ricavate con la nota formula di Chezy :

$$Q = A K R^{2/3} i^{1/2}$$

REGIONE SICILIANA
COMUNE DI GRATTERI
PROGETTO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DELLE ACQUE REFLUE – STRALCIO DI COMPLETAMENTO
PROGETTO ESECUTIVO

con :

R = raggio idraulico uguale al rapporto area A e perimetro bagnato P

A = area bagnata

I = pendenza del fondo

K = coefficiente di Gauckler

Nelle tabelle 1,2 e 3 allegate sono riportate le scale di portata rispettivamente per il collettore esistente costituito da una struttura in cls di sezione composta da una sezione rettangolare di dimensioni 1,00x1,50 m con copertura semicircolare di raggio 0.50 m e cunetta di magra 0.40x0.50 m, per il collettore costituito da una tubazione in lamiera zincata ondulata di diametro $\phi 1200$ mm e per il canale terminale a sezione trapezia avente base b = 1,30 m e sponde con inclinazione $\frac{1}{2}$.

Dalle tabelle si ricava che la portata di piena $Q = 8,27 \text{ m}^3/\text{s}$ con tempo di ritorno T=100 anni defluisce con grado di riempimento pari al 75 %. nel collettore esistente, con grado di riempimento pari al 56 % nel collettore circolare e con grado di riempimento pari al 90 % nel canale a sezione trapezia.

**REGIONE SICILIANA
COMUNE DI GRATTERI**
PROGETTO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DELLE ACQUE REFLUE – STRALCIO DI COMPLETAMENTO
PROGETTO ESECUTIVO

Tab. 1 - Scala delle portate di moto uniforme - sezione esistente

cunetta di magra

base 0,40 [m]

altezza 0,50 [m]

sezione rettangolare

base 1,00 [m]

altezza 1,50 [m]

Scabrezza K (Gauckler) 55 [$m^{1/3}/s$]

Pendenza canale 0,0833 [m/m]

riemp. (%)	h (m)	A (mq)	P (m)	R (m)	V (m/s)	Q (l/s)
2,50	0,05	0,02	0,50	0,04	1,86	37
5,00	0,10	0,04	0,60	0,07	2,61	104
7,50	0,15	0,06	0,70	0,09	3,09	185
10,00	0,20	0,08	0,80	0,10	3,42	274
12,50	0,25	0,10	0,90	0,11	3,67	367
15,00	0,30	0,12	1,00	0,12	3,86	463
17,50	0,35	0,14	1,10	0,13	4,02	562
20,00	0,40	0,16	1,20	0,13	4,14	663
22,50	0,45	0,18	1,30	0,14	4,25	765
25,00	0,50	0,20	1,40	0,14	4,34	868
27,50	0,55	0,25	2,10	0,12	3,84	960
30,00	0,60	0,30	2,20	0,14	4,21	1262
32,50	0,65	0,35	2,30	0,15	4,52	1584
35,00	0,70	0,40	2,40	0,17	4,81	1923
37,50	0,75	0,45	2,50	0,18	5,06	2277
40,00	0,80	0,50	2,60	0,19	5,29	2644
42,50	0,85	0,55	2,70	0,20	5,50	3023
45,00	0,90	0,60	2,80	0,21	5,68	3411
47,50	0,95	0,65	2,90	0,22	5,86	3807
50,00	1,00	0,70	3,00	0,23	6,02	4211
52,50	1,05	0,75	3,10	0,24	6,16	4623
55,00	1,10	0,80	3,20	0,25	6,30	5040
57,50	1,15	0,85	3,30	0,26	6,43	5462
60,00	1,20	0,90	3,40	0,26	6,54	5890
62,50	1,25	0,95	3,50	0,27	6,65	6322
65,00	1,30	1,00	3,60	0,28	6,76	6758
67,50	1,35	1,05	3,70	0,28	6,86	7198
70,00	1,40	1,10	3,80	0,29	6,95	7641
72,50	1,45	1,15	3,90	0,29	7,03	8087
75,00	1,50	1,20	4,00	0,30	7,11	8537
77,50	1,55	1,25	4,10	0,30	7,19	8988
80,00	1,60	1,30	4,20	0,31	7,26	9443
82,50	1,65	1,35	4,30	0,31	7,33	9899
85,00	1,70	1,40	4,40	0,32	7,40	10358
87,50	1,75	1,45	4,50	0,32	7,46	10818
90,00	1,80	1,50	4,60	0,33	7,52	11281
92,50	1,85	1,55	4,70	0,33	7,58	11745
95,00	1,90	1,60	4,80	0,33	7,63	12210
97,50	1,95	1,65	4,90	0,34	7,68	12677
100,00	2,00	1,70	5,00	0,34	7,73	13146

Tab. 2 - Scala delle portate di moto uniforme - sezione circolare

diametro interno	1,20	[m]
Scabrezza K (Gauckler)	65	[m ^{1/3} /s]
Pendenza canale	0,1714	[m/m]

riempim. (%)	h (m)	alfa (°)	A (mq)	C (m)	R (m)	V (m/s)	Q (l/s)
4,17	0,05	47,11	0,02	0,4934	0,03	2,75	44
8,33	0,10	67,11	0,05	0,7028	0,06	4,31	194
12,50	0,15	82,82	0,08	0,8673	0,09	5,57	454
16,67	0,20	96,38	0,12	1,0093	0,12	6,65	824
20,83	0,25	108,63	0,17	1,1376	0,15	7,60	1297
25,00	0,30	120,00	0,22	1,2566	0,18	8,45	1868
29,17	0,35	130,75	0,27	1,3692	0,20	9,22	2529
33,33	0,40	141,06	0,33	1,4772	0,22	9,91	3270
37,50	0,45	151,04	0,39	1,5817	0,24	10,53	4081
41,67	0,50	160,81	0,45	1,6840	0,26	11,10	4951
45,83	0,55	170,44	0,51	1,7848	0,28	11,61	5868
50,00	0,60	180,00	0,57	1,8850	0,30	12,06	6820
54,17	0,65	189,56	0,63	1,9851	0,32	12,46	7793
58,33	0,70	199,19	0,68	2,0859	0,33	12,81	8773
62,50	0,75	208,96	0,74	2,1882	0,34	13,10	9744
66,67	0,80	218,94	0,80	2,2928	0,35	13,35	10691
70,83	0,85	229,25	0,86	2,4007	0,36	13,54	11596
75,00	0,90	240,00	0,91	2,5133	0,36	13,67	12437
79,17	0,95	251,37	0,96	2,6323	0,36	13,74	13193
83,33	1,00	263,62	1,01	2,7606	0,36	13,74	13836
87,50	1,05	277,18	1,05	2,9026	0,36	13,66	14331
91,67	1,10	292,89	1,09	3,0671	0,35	13,47	14626
95,83	1,15	312,89	1,11	3,2765	0,34	13,12	14622
100,00	1,20	360,00	1,13	3,7699	0,30	12,06	13639

REGIONE SICILIANA
COMUNE DI GRATTERI
PROGETTO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DELLE ACQUE REFLUE – STRALCIO DI COMPLETAMENTO
PROGETTO ESECUTIVO

Tab. 3 - Scala delle portate di moto uniforme - sezione trapezia

base	1,30	[m]
altezza	1,30	[m]
inclinazione sponde	1/2	
Scabrezza K (Gauckler)	55	[m ^{1/3} /s]
Pendenza canale	0,01	[m/m]

riemp. (%)	h (m)	A (mq)	P (m)	R (m)	V (m/s)	Q (l/s)
3,85	0,05	0,07	1,41	0,05	0,72	47
7,69	0,10	0,14	1,52	0,09	1,09	148
11,54	0,15	0,21	1,64	0,13	1,38	285
15,38	0,20	0,28	1,75	0,16	1,62	454
19,23	0,25	0,36	1,86	0,19	1,83	651
23,08	0,30	0,44	1,97	0,22	2,01	874
26,92	0,35	0,52	2,08	0,25	2,17	1120
30,77	0,40	0,60	2,19	0,27	2,32	1390
34,62	0,45	0,69	2,31	0,30	2,45	1682
38,46	0,50	0,78	2,42	0,32	2,58	1996
42,31	0,55	0,87	2,53	0,34	2,69	2332
46,15	0,60	0,96	2,64	0,36	2,80	2689
50,00	0,65	1,06	2,75	0,38	2,90	3067
53,85	0,70	1,16	2,87	0,40	3,00	3467
57,69	0,75	1,26	2,98	0,42	3,09	3887
61,54	0,80	1,36	3,09	0,44	3,18	4329
65,38	0,85	1,47	3,20	0,46	3,27	4792
69,23	0,90	1,58	3,31	0,48	3,35	5277
73,08	0,95	1,69	3,42	0,49	3,43	5783
76,92	1,00	1,80	3,54	0,51	3,51	6312
80,77	1,05	1,92	3,65	0,53	3,58	6862
84,62	1,10	2,04	3,76	0,54	3,65	7434
88,46	1,15	2,16	3,87	0,56	3,72	8028
92,31	1,20	2,28	3,98	0,57	3,79	8645
96,15	1,25	2,41	4,10	0,59	3,86	9284
100,00	1,30	2,54	4,21	0,60	3,92	9947