



# REGIONE CAMPANIA

PROVINCIA di CASERTA  
COMUNE di PIGNATARO MAGGIORE

Piattaforma polifunzionale  
per la gestione dei rifiuti pericolosi e non  
sita nell'Agglomerato industriale S.S. Via Appia 7 - 81052 Pignataro Maggiore (CE)  
Autorizzazione Integrata Ambientale ai sensi del D.Lgs 03/04/2006 N°152 e s.m.i.



F.lli Gentile F & R S.r.l.

Sede legale:  
via IV Traversa Pietro Nenni, 10 - 80026 Casoria (NA)  
Nuova sede Operativa:  
Agglomerato industriale S.S. Via Appia 7 - 81052 Pignataro Maggiore (CE)  
tel/fax: 081-7584622 mobile: 348-6536295  
web: www.fratelligentile.it P.Iva: 01356301216

IL RICHIEDENTE

**F.lli Gentile F & R S.r.l.**  
**Via IV Traversa Pietro Nenni, 10 - 80026**  
**Casoria (CE)**  
**tel/fax: 081-7584622**  
**web: www.fratelligentile.it**  
**P.Iva: 01356301216**

IL PROGETTISTA

**Dott. Ing. Iorio Raffaele**  
**mobile: 347-6524334**  
**e-mail: r.iorio@ingiorio.it**



XA S.n.c. di Vigilante Simona & C.

Strada Gagliarano, 70 65013 Città Sant'Angelo (PE)  
P.Iva 02006890681  
mobile (+39) 339.3255861 - (+39) 329.7609789  
e-mail: info@xasnc.it url: www.xasnc.it



FORMA S.r.l.

Vico Santa Caterina, 6 65013 Città Sant'Angelo (PE)  
P.Iva 02022390682 tel./fax (+39) 085.9153461  
e-mail: info@studioforma.it url: www.studioforma.it

Riferimento  
commessa:

Nome cliente:  
**F.lli Gentile F & R S.r.l.**

Località:  
**Pignataro Maggiore (CE)**

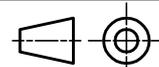
Progetto generale:  
**Piattaforma polifunzionale**

Informazione  
elaborato:

**Relazione tecnica biofiltrazione**

Disegni di riferimento N°:

Scala disegno:  
**1:1**



Redatto:  
16/02/2018  
Forma S.r.l.

Approvato:  
22/02/2018  
XA S.n.c.

Disegno num.:  
**16.111.03A.0061**

Rev. Pagina  
**1 di 1**

Ultima rev.:

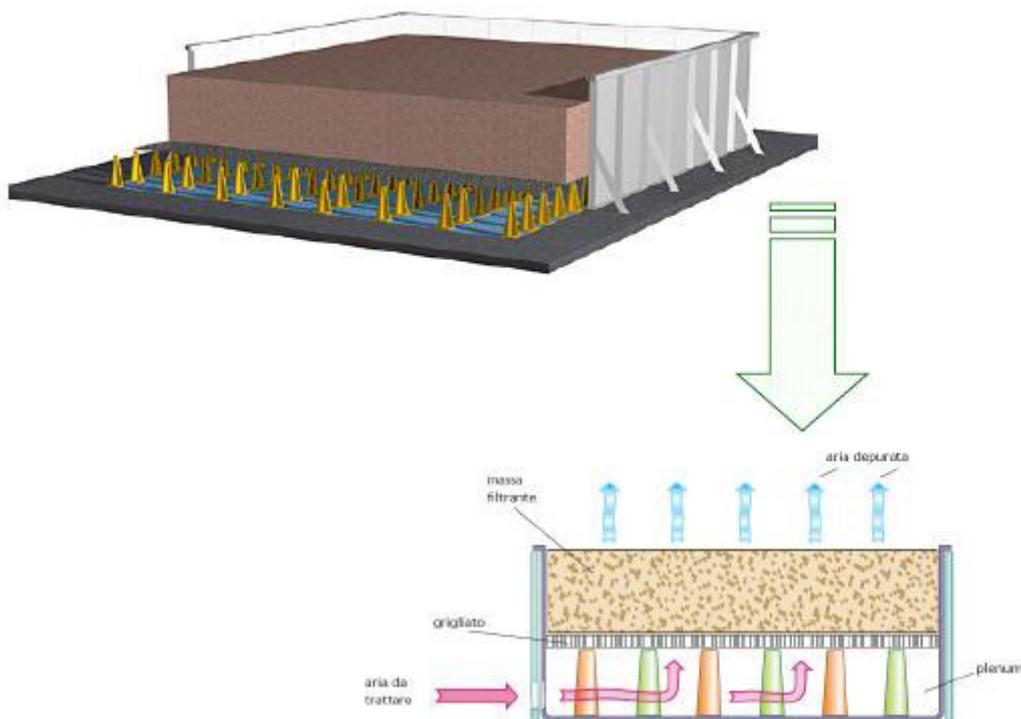
E' vietata la riproduzione, anche parziale, con qualsiasi mezzo effettuata, compresa la fotocopia, anche ad uso interno o didattico



## 1. Descrizione Biofiltro

La biofiltrazione è una tecnologia mediante la quale le emissioni gassose da trattare vengono fatte passare uniformemente attraverso un mezzo poroso biologicamente attivo, ovvero in un apposito letto riempito con materiali quali cortecce, legno triturato, compost maturo, torba, ecc., mantenuti a condizioni di temperatura e umidità costanti e che vengono colonizzati da *microrganismi aerobi* in grado di degradare i composti da trattare presenti nelle emissioni.

È importante sottolineare che la colonizzazione e le attività metaboliche avvengono all'interno del biofilm che, in questo caso, deve intendersi come la pellicola d'acqua che si crea attorno alle particelle della matrice solida di cui il biofiltro è costituito.



**Figura - Particolare del sistema di distribuzione dell'aria al di sotto del biofiltro.**

Prima dell'uscita dal letto filtrante, la corrente emissiva si arricchisce di CO<sub>2</sub>, degli altri composti volatili prodotti e del calore generato dalle reazioni biochimiche. I composti rimovibili con la biofiltrazione sono: ammoniaca, monossido di carbonio, acido solfidrico, acetone, benzene, butanolo, acetato di butile, dietilamina, disolfuro di metile, etanolo, esano, etilbenzene, butilaldeide, acetato, scatolo, indolo, metanolo, metiletilchetone, stirene, isopropanolo, metano, metilmercaptano, monoditriclorometano, monossido di azoto, tricloroetano, tetracloroetano, 2-etilesanolo, xilene.

Con la biofiltrazione si rimuovono i composti organici volatili e i composti ridotti dello zolfo e dell'azoto che vengono degradati sia come substrati primari che come metaboliti.

Al fine di ottenere una buona efficienza del biofiltro le sostanze da rimuovere devono avere due caratteristiche fondamentali:

- Facile biodegradabilità;
- Non tossicità per i microrganismi.

Il processo di biofiltrazione consta di tre stadi:

1. l'inquinante, contenuto nel flusso gassoso da depurare, attraversa l'interfaccia fra il gas di trasporto e il biofilm acquoso che circonda il mezzo solido;
2. il composto diffonde attraverso il biofilm in un consorzio di microrganismi acclimatati;
3. i microrganismi traggono energia dall'ossidazione del composto utilizzato come substrato primario, oppure lo metabolizzano attraverso vie enzimatiche alternative. Simultaneamente nel biofilm si verifica una diffusione e un consumo di nutrienti (come le forme prontamente disponibili del fosforo e dell'azoto) e di ossigeno.

Alcuni sistemi di pretrattamento si rivelano importanti per il corretto funzionamento di un biofiltro, tra questi possiamo annoverare:

1. rimozione del particolato e/o eventuali aerosol grassi;
2. equalizzazione del carico: in questi casi, al fine di consentire un funzionamento ottimale e omogeneo del biofiltro, è necessario operare un'equalizzazione del carico inquinante ovvero una miscelazione delle arie provenienti dalle diverse aree dell'impianto con diverso carico inquinante.
3. regolazione della temperatura: potrebbe essere necessario per raggiungere il range ottimale dell'attività batterica (optimum dei batteri mesofili=37°C). Come in tutti i sistemi biologici non occorre un controllo preciso della temperatura, in quanto il sistema, nel suo complesso, è versatile ed adattativo; il range ottimale di temperatura si ha comunque tra i 15 e i 40°C;
4. umidificazione: l'umidità è il parametro che in genere condiziona maggiormente l'efficienza di un biofiltro in quanto i microrganismi richiedono adeguate condizioni di umidità per il loro metabolismo. Condizioni di scarsa umidità possono portare alla cessazione dell'attività biologica nonché al formarsi di zone secche e fessurate in cui l'aria scorre, in vie preferenziali, non trattata. È buona norma, pertanto, installare in modo omogeneo sulla superficie del biofiltro degli irrigatori ad essa asserviti. Un biofiltro troppo umido provoca, al contrario, elevate contropressioni, problemi di trasferimento di ossigeno al biofilm, creazione di zone anaerobiche, lavaggio di nutrienti dal mezzo filtrante nonché formazione di percolato a basso pH ed alto carico inquinante che necessiterebbe di ulteriori adempimenti per il suo smaltimento. Il contenuto di umidità ottimale del mezzo filtrante è nell'ordine del 40-60%.

5. Distribuzione del flusso gassoso: è importante assicurare, per uniformare l'alimentazione del carico inquinante al biofiltro, un'omogenea distribuzione del flusso attraverso:
  - a. la predisposizione di un sistema di distribuzione efficace al di sotto del letto di biofiltrazione;
  - b. la prevenzione del compattamento della biomassa filtrante per evitare una "cortocircuitazione" delle arie.

Costruttivamente nei biofiltri si individuano i seguenti componenti:

- Una struttura di contenimento

Per la realizzazione delle strutture di contenimento sono utilizzati diversi materiali e soluzioni che vanno dal legno e calcestruzzo ai più moderni sistemi modulari prefabbricati in metallo o calcestruzzo.

- Un sistema di diffusione dell'aria

Tutti i sistemi prevedono accorgimenti atti a contenere o eliminare le vie preferenziali di attraversamento da parte dell'effluente gassoso.

Al fine di migliorare la diffusione e il drenaggio, la distribuzione dell'aria può essere realizzata mediante una rete di tubi forati posta al di sotto del letto filtrante e solitamente annegata in un bacino di materiale inerte.

- Un letto filtrante

I letti filtranti possono essere grossolanamente suddivisi in funzione del tipo di materiale utilizzato per favorire la crescita e l'attività metabolica dei batteri.

Si possono distinguere biofiltri con letto filtrante di origine naturale a base di torba e biofiltri costituiti da materiale inerte. In questo ultimo caso i letti vengono bagnati di continuo per favorire il mantenimento di un'adeguata carica batterica. Le proprietà richieste ad una buona miscela filtrante sono:

- Ambiente microbico ottimale;
- Ampia area superficiale specifica;
- Integrità strutturale;
- Elevata umidità;
- Elevata porosità (80-90 %)
- Bassa densità volumetrica.
- Capacità di ritenzione idrica (umidità 40-60%)

Il compost, le torbe e le cortecce possiedono molte delle caratteristiche sopra menzionate. Qualora si utilizzi il compost esso deve essere di grossa pezzatura, privo di componente polverosa ed

estremamente leggera: per tale motivo si utilizza normalmente compost ottenuto da potature triturate. Inoltre, tale materiale filtrante ha il vantaggio di fornire minori resistenze al passaggio del gas e quindi presenta perdite di carico inferiori. Tali proprietà influiscono sensibilmente sull'efficienza del biofiltro e sui costi di gestione, fornendo minori perdite di carico del sistema e quindi minori consumi energetici e un numero inferiore di interventi di manutenzione necessari a ripristinare le originarie condizioni di porosità.

- Un sistema per il mantenimento dell'umidità del letto.

Ogni biofiltro deve essere dotato di un idoneo sistema per il mantenimento dell'umidità del letto in quanto fattore determinante per il suo funzionamento.

La quota d'acqua da apportare per ogni metro cubo di biofiltro si stima compresa fra i 40 e i 60 l/giorno.

L'apporto di umidità può avvenire attraverso sistemi di distribuzione sulla superficie o in misura variabile attraverso la stessa aria da filtrare.

La tecnologia costruttiva di base risulta molto semplice e sono relativamente poco numerose le variabili progettuali e operative che ne condizionano il buon funzionamento.

Sotto il profilo del dimensionamento, assume importanza:

- a) Carico specifico superficiale: tale parametro esprime il flusso di gas che attraversa l'unità di superficie (sezione) del biofiltro, viene espresso in ( $\text{Nm}^3/\text{m}^2 \text{ h}$ ), ed è generalmente inferiore ai  $200 \text{ Nm}^3/\text{m}^2 \text{ h}$ .
- b) Carico specifico volumetrico: inteso come quantitativo di aria da trattare nell'unità di tempo e per unità di volume di biofiltro. I carichi specifici consigliati vanno da 50 a  $200 \text{ Nm}^3/\text{m}^3 \text{ h}$ . Questo parametro è indirettamente collegato al tempo medio di residenza dell'aria all'interno del letto.
- c) Tempo medio di residenza: è il tempo di residenza del flusso gassoso nel biofiltro. Un valore adeguato del tempo di residenza è necessario per permettere il trasporto e la degradazione degli inquinanti. Tale tempo di residenza è calcolato mediante la seguente formula:

$$Tr = 3600/Csv$$

dove:

Tr = tempo di residenza [s]

Csv = carico specifico volumetrico [ $\text{Nm}^3/\text{m}^3 \text{ h}$ ].

- d) Carico volumetrico: è definito come la massa di COV che arriva al biofiltro, per unità
  - a. di volume di mezzo filtrante, nell'unità di tempo ( $\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ ).
- e) Capacità di rimozione: è la misura della rimozione dei COV da parte di un determinato carico volumetrico ( $\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ ), ovvero indica il quantitativo di COV [g], che può essere trattenuto nel mezzo filtrante [ $\text{m}^3$ ] nell'unità di tempo [h]. La capacità di rimozione è funzione del carico volumetrico, del

tempo di residenza medio, del tipo di mezzo, delle caratteristiche dei COV e delle condizioni ambientali.

- f) Altezza del letto: le altezze del letto filtrante che più hanno trovato applicazioni sono comprese fra 1 e 2 m. Altezze superiori darebbero origine a incrementi di perdite di carico e maggiori difficoltà di distribuzione dell'umidità senza migliorare significativamente l'efficienza, al contrario, altezze inferiori non assicurerebbero un tempo di residenza adeguato.

Le dotazioni impiantistiche minime e le condizioni di funzionamento ottimali sono:

1. Rimozione del particolato e grassi dalla corrente gassosa da trattare.
2. Sistema di umidificazione del biofiltro tale da garantire che l'umidità relativa del mezzo filtrante sia in un range del 40-60%.
3. Equalizzazione delle arie inviate al sistema di filtrazione al fine di assicurare un funzionamento ottimale della massa filtrante.
4. Omogenea distribuzione del flusso attraverso un adeguato sistema di distribuzione del flusso.
5. Adeguata capacità tampone del mezzo filtrante in modo da prevenire fenomeni di acidificazione.
6. Adeguata umidità relativa dell'aria in ingresso al biofiltro (il valore ottimale è circa 95%).
7. Predisposizione del letto di biofiltrazione atto ad evitare fenomeni di canalizzazione dell'aria dovuti ad effetto bordo.
8. Costruzione di ogni singola unità di biofiltrazione con almeno 3 moduli, singolarmente disattivabili in sede di manutenzione straordinaria, con particolare riferimento al cambiamento del mezzo filtrante.
9. Tempo di contatto degli effluenti (tempo di residenza) non inferiore a 36 secondi (tempo ottimale 45 sec).
10. Altezza del letto di biofiltrazione compresa fra 100 e 200 cm
11. Adeguato dimensionamento della portata oraria specifica in modo da garantire l'abbattimento del carico odorigeno delle aree da trattare. Dai dati reperiti in letteratura  $80 \text{ Nm}^3/\text{m}^3 \text{ h}$  è indicato quale valore ottimale.
12. Dimensionamento del sistema di convogliamento degli effluenti aeriformi che tenga conto delle perdite di carico dovute all'eventuale impaccamento e porosità del mezzo filtrante.
13. L'eventuale copertura fissa o mobile può essere prevista in località ad elevata piovosità media (acqua meteorica  $>2000 \text{ mm/anno}$ ).

## 2. Dimensionamento biofiltro

Di seguito si riporta dove vengono indicati i principali parametri sui quali è stato eseguito il dimensionamento del biofiltro:

PARAMETRI DI DIMENSIONAMENTO BIOFILTRO		
PARAMETRI	VALORE DI RIFERIMENTO	U.M.
Portata aria da trattare	50.000	Nm <sup>3</sup> /h
Altezza letto	2	m
Superficie letto	313	m <sup>2</sup>
Volume letto	625	m <sup>3</sup>
Numero di unità di biofiltrazione	3	adimensionale
Carico specifico superficiale	160	Nm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h
Carico specifico volumetrico	80	Nm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> h
Tempo medio di residenza	45	s
Consumo specifica d'acqua per umidificazione	40	l/m <sup>3</sup>
Consumo acqua per umidificazione	25.000	litri/giorno
Umidità letto	50...65	%
pH	6...8	adimensionale
Porosità	35...50	%
Concentrazione del gas odoroso all'ingresso	0,01...0,5	g/m <sup>3</sup>
Capacità di rimozione H <sub>2</sub> S	80...130	g/m <sup>3</sup> h
Capacità di rimozione altri gas odorosi	20...100	g/m <sup>3</sup> h

### 3. Rendimento depurativo impianto di abbattimento emissioni

Al termine del processo, l'aria depurata defluirà in ambiente attraverso il biofiltro per l'emissione dell'aria depurata in atmosfera.

Il trattamento garantirà le seguenti performance di processo misurate all'uscita del biofiltro:

a) efficienza di rimozione degli odori misurata in unità odorimetriche (U.O.):

<b>Concentrazione odori in ingresso (UO/Nm<sup>3</sup>)</b>	<b>Efficienza di rimozione odori (%)</b>
> 50.000	> 95
20.000 – 50.000	90-95
1.000 – 20.000	80-90
< 1.000	75-85

b) efficienza di rimozione degli odori misurata come capacità di abbattimento di alcune sostanze chimiche.

La seguente tabella definisce le sostanze chimiche da prendere in considerazione, la loro concentrazione in ingresso e l'efficienza di rimozione garantita:

<b>Sostanza chimica da rimuovere</b>	<b>Concentrazione in ingresso (mg/Nmc)</b>	<b>Efficienza di rimozione (%)</b>	<b>Concentrazione in uscita (mg/Nmc)</b>
H <sub>2</sub> S	40	90	4
NH <sub>3</sub>	2.000	90	200
SO <sub>2</sub>	4.000	90	400
Polveri	100	90	10

#### 4. Sistemi di monitoraggio delle emissioni in atmosfera

Il monitoraggio delle emissioni in atmosfera sarà condotto mediante un punto di campionamento delle arie in uscita dall'impianto di trattamento eseguito da laboratorio di analisi ufficiale.

Considerato che le principali emissioni in atmosfera provenienti da un impianto di trattamento di rifiuti consistono essenzialmente in emissioni odorigene, il monitoraggio sarà finalizzato alla determinazione della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica.

I due punti di campionamento sono:

- E1, punto di emissione proveniente da impianto di aspirazione e abbattimento aeriformi con adeguato punto di campionamento secondo le norme tecniche di riferimento UNI EN 13725 – 2004
- P1, punto di campionamento, a monte del biofiltro e a valle dell'impianto di aspirazione e trattamento aeriformi, secondo le norme tecniche di riferimento UNI 16911: 2013, UNI EN 13284 – 1 : 2003, UNI EN 15259 : 2008.

Il punto di emissione **E1** corrispondente al punto di emissione proveniente dell'impianto di trattamento aeriformi (venturi e scrubber doppio stadio), identificato **nell'elaborato n. 16.111.03A.0021 "Allegato W - Planimetria punti di emissione"**.

Le caratteristiche tecniche del suddetto punto di emissione sono le seguenti:

- Posizione e dimensione del punto emissione proveniente da impianto di aspirazione e abbattimento aeriformi con adeguato punto di campionamento secondo le norme tecniche di riferimento UNI EN 13725 – 2004;
- temperatura di emissione: temperatura ambiente;
- portata: 50.000 Nm<sup>3</sup>/h.

Per il calcolo dei fattori emissivi delle varie linee bisogna considerare le ripartizioni delle portate aspirate:

Condotte principali	Linea	Portata applicata (Nmc/h)	Portata ripartita per linea produttiva (Nmc/h)
Area di stoccaggio	1	16.000	16.000
Sezione di trattamento terreni	2	16.000	34.000

Area di disidratazione fanghi trattamento terreni	2.000
Sezione di stabilizzazione/solidificazione	16.000

Dal punto di vista del fattore emissivo degli inquinanti bisogna considerare il flusso di massa degli stessi a monte e a valle del sistema di abbattimento, ripartito tra le varie linee in base alle suddette percentuali; di conseguenza si avrà:

**Linea 1 – Contributo alle emissioni di sostanze inquinanti a monte del sistema di abbattimento:**

Inquinante	Concentrazione a monte del sistema di abbattimento (mg/Nmc)	Portata aspirata (Nmc/h)	Flusso di massa (g/h)
H2S	40	16.000	640
NH3	2.000		32.000
SO2	4.000		64.000
Polveri	100		1.600

**Linea 1 – Contributo alle emissioni di sostanze inquinanti a valle del sistema di abbattimento:**

Inquinante	Concentrazione a valle del sistema di abbattimento (mg/Nmc)	Portata aspirata (Nmc/h)	Flusso di massa (g/h)
H2S	4	16.000	64
NH3	200		3.200
SO2	400		6.400
Polveri	10		160

**Linea 2 – Contributo alle emissioni di sostanze inquinanti a monte del sistema di abbattimento:**

Inquinante	Concentrazione a monte del sistema di abbattimento (mg/Nmc)	Portata aspirata (Nmc/h)	Flusso di massa (g/h)
H2S	40	34.000	1.360
NH3	2.000		68.000
SO2	4.000		136.000
Polveri	100		3.400

**Linea 2 – Contributo alle emissioni di sostanze inquinanti a valle del sistema di abbattimento:**

Inquinante	Concentrazione a valle del sistema di abbattimento (mg/Nmc)	Portata aspirata (Nmc/h)	Flusso di massa (g/h)
H2S	4	34.000	136
NH3	200		6.800
SO2	400		13.600
Polveri	10		340

**E1 – Contributo alle emissioni di sostanze inquinanti a monte del sistema di abbattimento:**

Inquinante	Concentrazione a monte del sistema di abbattimento (mg/Nmc)	Portata aspirata (Nmc/h)	Flusso di massa (g/h)
H2S	40	50.000	2.000
NH3	2.000		100.000
SO2	4.000		200.000
Polveri	100		5.000

**E1 – Contributo alle emissioni di sostanze inquinanti a valle del sistema di abbattimento:**

Inquinante	Concentrazione a valle del sistema di abbattimento (mg/Nmc)	Portata aspirata (Nmc/h)	Flusso di massa (g/h)
H2S	4	50.000	200
NH3	200		10.000
SO2	400		20.000
Polveri	10		500

## 5. Autocontrolli e manutenzioni

Punto emissione	Parametro	Eventuale parametro sostitutivo	Portata	Temperatura	Altri parametri caratteristici della emissione (altezza di rilascio)
E1	H <sub>2</sub> S	/	50.000 Nmc/ora	Ambiente	2,5 m
	NH <sub>3</sub>	/			
	SO <sub>2</sub>	/			
	Polveri	/			
	Unità odorimetriche	/			
	COV	/			

Punto emissione	Parametro e/o fase	Metodo di misura (incertezza)	Frequenza (di controllo)	Modalità di registrazione e trasmissione
E1	H <sub>2</sub> S	Campionamento e successiva analisi in laboratorio ufficiale	Quadrimestrale	Registrazione ed invio riepilogo annuale alle autorità competenti
	NH <sub>3</sub>			
	SO <sub>2</sub>			
	Polveri			
	Unità odorimetriche			
	COV			

Punto emissione	Sistema di abbattimento	Manutenzione (periodicità)	Punti di controllo	Modalità di controllo (frequenza)	Modalità di registrazione e trasmissione
E1	Biofiltro	Come da registro di manutenzione	Presa campione secondo normative vigenti	Quadrimestrale	Rapporto di controllo ed eventuale analisi. Registrazione ed invio riepilogo annuale alle autorità competenti
E2	Filtro a maniche	Come da registro di manutenzione	Maniche	Annuale	Rapporto di controllo ed eventuale analisi. Registrazione ed invio riepilogo annuale alle autorità competenti

Impianto	Parametro	Metodica	Frequenza controllo
Biofiltro	Mappatura delle velocità	Anemometro allocato nel punto di prelievo di una cappa acceleratrice	Trimestrale
	Individuazione dei punti di prelievo	/	
	NH <sub>3</sub>	Unichim 632	
	H <sub>2</sub> S	Unichim 634	
	COT	Unichim 631	
	U.O.	EN 13725	
	Carico specifico medio	/	
	Tempo di residenza medio	/	
	Efficienza media abbattimento	Confrontando le U.O. a monte e a valle del biofiltro	
	Umidità biofiltro	/	
	U.O	EN 13725	

Impianto	Parametro	Metodica/strumento	Frequenza controllo
Biofiltro	<b>CONTROLLI A VALLE DEL BIOFILTRO</b>		Continuo
	Temperatura	Sonda	
	<b>CONTROLLI A MONTE DEL BIOFILTRO</b>		
	Umidità superficiale	Trasduttore di umidità	
	pH	pHmetro	
	Umidità corrente gassosa in ingresso al biofiltro	Trasduttore di umidità su condotta di adduzione al biofiltro	

Impianto	Parametro	Metodica/strumento	Frequenza controllo
Biofiltro	Controllo stato filtrante ed eventuale ripristino altezza al dato di progetto	Visivo	Semestrale
	Rivoltamento letto filtrante	Da parametri di efficienza (vedi tabelle sopra)	Mensile
	Lettura consumo acqua di umettamento biofiltro per ogni m <sup>3</sup> di strato filtrante	Misuratore di portata	Mensile
	Verifica pozzetti di raccolta percolati	Visivo	Settimanale