

ARPAT - Area Vasta Costa – Dipartimento di Pisa
Via Vittorio Veneto 27 – 57123 - Pisa

N. Prot Vedi segnatura informatica cl. PI.01.11.26 / 6.1 del 20/09/23 a mezzo: PEC

Alla Regione Toscana
Direzione Ambiente ed Energia
Settore VIA VAS
PEC regionetoscana@postacert.toscana.it
E-mail carla.chiodini@regione.toscana.it
E-mail pietro.carnevali@regione.toscana.it
E-mail annamaria.debernardinis@regione.toscana.it

E p.c. Settore Autorizzazioni rifiuti
Autorizzazioni discariche e impianti connessi
PEC regionetoscana@postacert.toscana.it
E-mail sandro.garro@regione.toscana.it
E-mail lucia.lazzarini@regione.toscana.it

Oggetto: PAUR ex D. Lgs. 152/2006 art. 27-bis e L.R. 10/2010 art. 73-bis. Progetto di “Impianto di ossidazione termica mediante tecnologia flameless con recupero di materia” in località Legoli, Comune di Peccioli (PI). Proponente: Novatosc S.r.l. Richiesta di pareri e contributi tecnici istruttori. Agosto 2023

In riferimento a quanto in oggetto ed alla Vs richiesta del 23.08.2023 (prot. ARPAT 2023/0063085) trasmettiamo il **parere** in oggetto, che risulta **Sospeso in attesa della documentazione integrativa di seguito riportata**. Si fa presente che sono presenti alcune alcune prescrizioni indicate in carattere sottolineato da poter essere inserite nell'atto autorizzativo finale.

Rimaniamo a disposizione per ogni ulteriore chiarimento.

Distinti saluti

Il Dirigente del Settore Supporto tecnico

Dr. Fabrizio Franceschini ¹

¹ Documento informatico sottoscritto con firma digitale ai sensi del D.Lgs 82/2005. L'originale informatico è stato predisposto e conservato presso ARPAT in conformità alle regole tecniche di cui all'art.71 del D.Lgs 82/2005. Nella copia analogica la sottoscrizione con firma autografa è sostituita dall'indicazione a stampa del nominativo del soggetto responsabile secondo le disposizioni di cui all'art. 3 del D.Lgs 39/1993

PARERE IN MATERIA DI PAUR

1. OGGETTO:

PAUR ex D. Lgs. 152/2006 art. 27-bis e L.R. 10/2010 art. 73-bis. Progetto di "Impianto di ossidazione termica mediante tecnologia flameless con recupero di materia" in località Legoli, Comune di Peccioli (PI). Proponente: Novatosc S.r.l. Richiesta di pareri e contributi tecnici istruttori. Agosto 2023

2. NORMATIVA, PIANI E PROGRAMMI DI RIFERIMENTO

Nell'ambito del presente PAUR il proponente ha richiesto, oltre al provvedimento di valutazione di impatto ambientale, anche il rilascio di:

- AIA - Autorizzazione Integrata Ambientale ex Titolo III-bis, Parte II, D. Lgs. 152/2006;
- autorizzazione unica di impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili ex D. Lgs. 387/2003, D. Lgs. 28/2011, D.M. 10/09/2010, L.R. 39/2005;
- parere di conformità del progetto alla normativa di prevenzione incendi ex art. 2 D.P.R. 37/1998;
- autorizzazione idraulica e concessione uso suolo (per opere ricadenti sul demanio idrico) ex R.D. 523/1904, L.R. 80/2015, D.P.G.R. 60/R/2016, D.P.G.R. 42/R/2018, D.G.R. 888/201, L.R. 77/2016;
- autorizzazione ai fini del vincolo idrogeologico ex R.D. 3267/1923, R.D. 1126/1926, L.R. 39/2000, D.P.G.R. n.48/R 8/8/2003;
- permesso di costruire per interventi edilizi ex D.P.R. 151/2011, D.P.R. 380/2001, L.R. 65/2014;
- parere su assetto idrogeologico ex D. Lgs. 152/2006 artt. 67 e 65/c.1.

3. ISTRUTTORIA E VALUTAZIONI SPECIFICHE, RELATIVAMENTE AGLI ASPETTI PROGRAMMATICI E PROGETTUALI NONCHE' ALLE COMPONENTI AMBIENTALI RIFERITE ALL'ART.40 DELLA L.R.10/2010 DI COMPETENZA DEL SOGGETTO CHE SCRIVE (tra le seguenti):

Aspetti programmatici:

Il progetto è sottoposto alla procedura di VIA regionale, in quanto rientra nella tipologia elencata in Allegato III alla parte seconda del D. Lgs.152/2006, alla lettera n) "Impianto di smaltimento e recupero di rifiuti non pericolosi, con capacità superiore a 100 t/giorno, mediante operazioni di incenerimento o di trattamento di cui all'allegato B, lettere D9, D10 e D11, ed allegato C, lettera R1, della parte quarta del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152".

Il progetto ricade nel territorio del Comune di Peccioli (PI) ed interessa a livello di impatti anche il Comune di Palaia (PI) e il Comune di Montaione (FI).

Le attività che saranno svolte in tale impianto rientrano nelle categorie IED 5.2 a) "Smaltimento o recupero dei rifiuti in impianti di incenerimento dei rifiuti o in impianti di coincenerimento dei rifiuti a) per i rifiuti non pericolosi con una capacità superiore a 3 Mg all'ora" e 5.3 b), 2) "Il recupero, o una combinazione di recupero e smaltimento, di rifiuti non pericolosi, con una capacità superiore a 75 Mg al giorno, che comportano il ricorso ad una o più delle seguenti attività ed escluse le attività di trattamento delle acque reflue urbane, disciplinate al paragrafo 1.1 dell'allegato 5 alla Parte terza..... pretrattamento dei rifiuti destinati all'incenerimento o al coincenerimento".

Si riporta di seguito un estratto dalla relazione allegata "L'impianto è stato proposto da Retiambiente che, come detto, eserciterà il proprio diritto di ingresso nella Società Novatosc e raccoglie 610.000 ton/anno di rifiuti urbani generati da una popolazione di 1.300.000 abitanti. La raccolta differenziata, nel 2021, ha raggiunto la soglia del 70% ed è proiettata, nel triennio 2022/2024 al raggiungimento del 75%. Il ciclo dei rifiuti urbani dell'ATO Toscana Costa soffre ancora di un eccessivo ricorso all'interramento in discariche (25% dei rifiuti generati dei quali oltre

il 41% sono rifiuti secchi). Il contributo della termovalorizzazione è marginale (6%) e destinato ad esaurirsi. Aumentando il tasso di raccolta differenziata è ipotizzabile che aumentino anche gli scarti del riciclaggio, pur diminuendo i rifiuti da trattare. Il raggiungimento degli obiettivi europei per la riduzione dell'interramento in discarica al 2035 (solo il 10% dei rifiuti generati potrà essere collocato in discarica) comporterà la necessità di deviare dalle discariche dell'ATO Toscana Costa circa 120.000 t/a ora interrate.....La Tecnologia OXI è stata ad oggi sviluppata principalmente attraverso campagne di prova sull'impianto prototipo da 5MW ubicato all'interno del Centro Ricerche del Gruppo Sofinter a Gioia del Colle (BA) e OXOCO intende ora realizzarne la prima applicazione in impianti su scala industriale".

Aspetti progettuali;

Il progetto si basa sulla tecnologia ISOTHERM "Flameless Pressurized Oxy Combustion" (FPO), un processo di combustione senza fiamma, diverso dalla combustione tradizionale, ottenibile con una combinazione innovativa di parametri di processo. L'impianto prevede una doppia linea di trattamento da 15 MW ciascuna, per fare fronte alle esigenze di chiusura del ciclo di ATO Toscana Costa e la richiesta autorizzatoria si riferisce ad un quantitativo massimo di 177.000 t/anno di rifiuti solidi cui si aggiungono un massimo 75.000 t/anno di percolati. Queste due quantità non potranno mai essere processate nella loro interezza, in quanto all'aumentare dei quantitativi di rifiuto solido processato va contestualmente diminuendo il quantitativo di percolato necessario per la produzione dello slurry.

- CER 19.05.01/ 19.05.03 / 19.06.04 / 19.12.10 / 19.12.12 (frazione solida): max 531 t/giorno pari a 177'000 t/a;

- CER 19.05.99 / 19.07.03 (frazione liquida, acque di scarto del processo di biostabilizzazione, denominate "percolato"): max 225 t/giorno pari a 75'000 t/a;

In sintesi:

il percolato e il biogas prodotti dalla Discarica di Legoli e il metano prodotto dal Biodigestore di Albe, potranno essere utilizzati nel ciclo produttivo;

- l'acqua generata dal processo potrà essere riutilizzata anche per le necessità impiantistiche e di manutenzione del verde del Polo di Gestione integrata dei rifiuti di Legoli;
- i rifiuti che si prevede di trattare, provenienti dall'ATO Toscana Costa, sono i medesimi destinati alla discarica di Legoli;
- l'impianto tratterà rifiuti non diversamente valorizzabili, il cui destino finale sarebbe stato l'impianto discarica;
- il ciclo produttivo consentirà il recupero di scorie vetrose e CO₂ per uso industriale.

Il progetto si inserisce in un contesto industriale interamente dedicato al trattamento dei rifiuti urbani e speciali, che comprende:

- una discarica (attiva e con un progetto di ampliamento in corso di istruttoria) gestita da Belvedere Spa;
- un impianto TMB (attivo) gestito da Belvedere Spa;
- un biodigestore anaerobico (in fase di costruzione) gestita da Albe Srl.

La contemporanea presenza di tali sezioni garantisce sinergie importanti per garantire la circolarità nel ciclo integrato dei rifiuti. È previsto che lo slurry venga eseguito utilizzando, quando necessario, il percolato prodotto in discarica, così come gli spunti energetici per avvio o particolari fasi gestionali, possono essere garantiti dal biometano derivato dall'impianto biogas della discarica (o gasolio in caso di indisponibilità del biogas) o dal biodigestore anaerobico di ALBE. Parte dei rifiuti solidi di alimentazione poi, potranno essere derivati dal TMB.

Il processo proposto realizza una ossidazione flameless in atmosfera di ossigeno, anidride carbonica e vapore acqueo, a temperature di 1250-1500 °C e sotto pressione. Da questo un recupero energetico producendo corrente elettrica mediante turbina a vapore con i migliori risultati di efficienza della categoria ed un recupero di materia di:

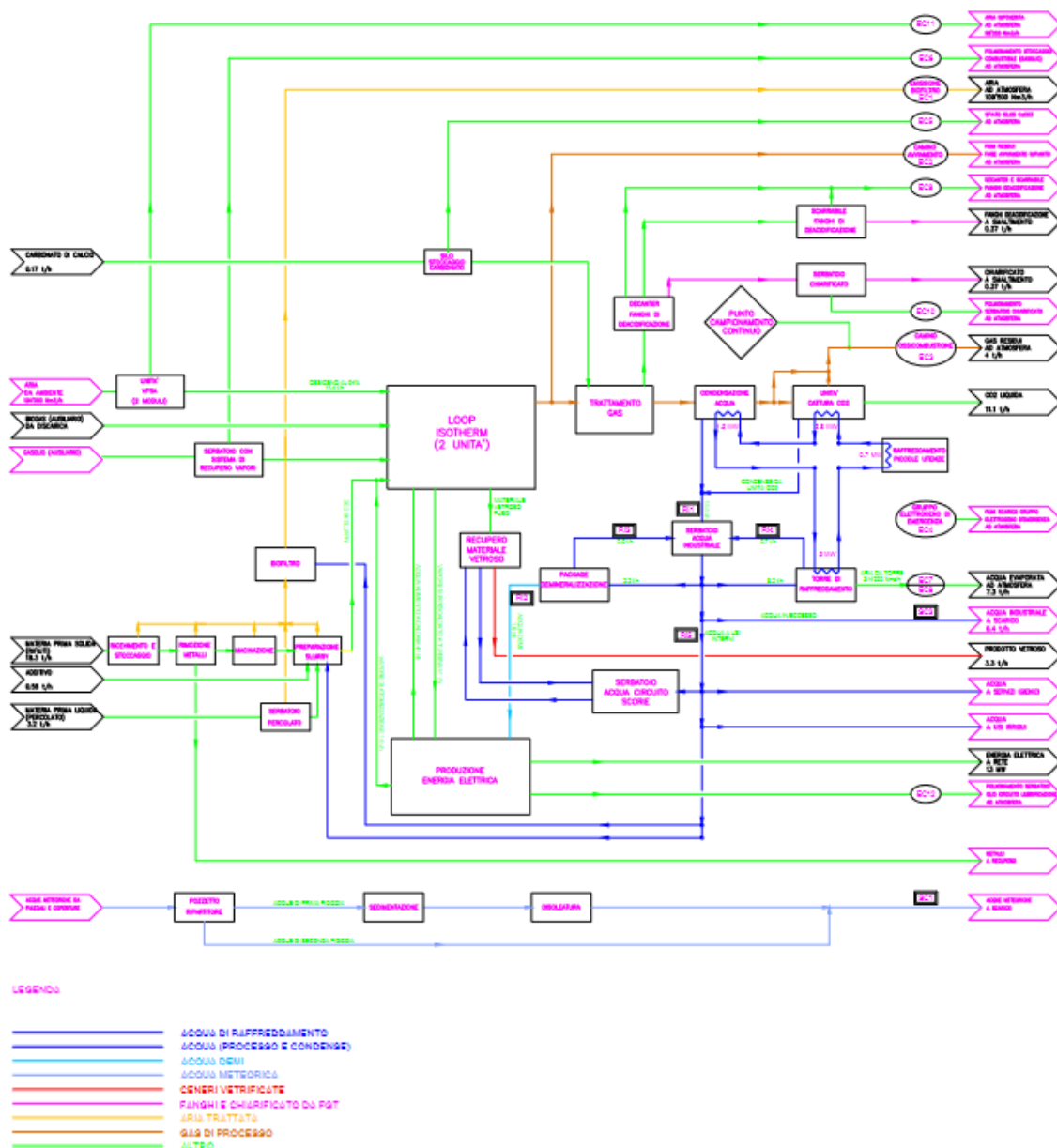
- materiale vetroso, ottenuto ad alta temperatura (almeno 1250 °C) che è caratterizzato dalla assenza di incombusti e dall'inglobare – legare chimicamente in una matrice vetrosa silico alluminosa anche i sali e gli ossidi dei metalli (compresi i metalli pesanti). La massa vetrosa, refrattaria a fenomeni di lisciviazione, comporta come conseguenza l'inertizzazione delle specie pericolose e la sua idoneità per l'utilizzo in sostituzione di materie prime vergini.
- Anidride Carbonica ottenuta dopo condensazione dell'acqua contenuta nei fumi e strippata dagli incondensabili. Per motivi di trasporto l'anidride carbonica viene raffreddata, compressa e liquefatta al fine di una più facile trasportabilità.

Si riportano alcuni estratti dalla relazione tecnica *“La temperatura di combustione, mantenuta relativamente elevata anche allo scopo di fondere gli incombustibili, crea anche una condizione che sfavorisce termodinamicamente e cineticamente la trasformazione dell'anidride solforosa in anidride solforica. Le condizioni realizzate all'interno del combustore di ossidazione, consentono quindi una completa distruzione dei composti organici alimentati (con produzione del tutto trascurabile di sottoprodotti organici indesiderati come IPA, Diossine, Furani, PCB), che sono trasformati in acqua ed anidride carbonica, una ridotta produzione di ossidi di azoto (come detto praticamente azzerati dalle condizioni flameless risultano in particolare i cosiddetti thermal NOx), produzione estremamente contenuta di anidride solforica. Il processo consente la fusione quantitativa delle frazioni incombustibili e il loro recupero dal combustore come materiale vetroso fuso, che viene quindi vetrificato mediante raffreddamento repentino in acqua, con sostanziale abbattimento delle polveri residue trasportate dai gas di combustione. Poiché l'impianto è in pressione, l'alimentazione dei residui solidi da trattare deve avvenire sotto forma di fluido pompabile. Questo viene realizzato macinando il solido ed, eventualmente, aggiungendo percolato. Lo slurry viene poi disperso nella fase gas presente nel combustore mediante vapore di dispersione. L'impianto richiede a monte un'unità di produzione di ossigeno. La tecnica adottata è quella dell'adsorbimento/deadsorbimento mediante cicli di variazione della pressione (VPSA – Vacuum Pressure Swing Adsorption), per la produzione di ossigeno 90÷95% vol di titolo. L'ossigeno, prodotto a pressione poco superiore a quella atmosferica, deve poi essere compresso a 7÷8 bar-a per poter essere alimentato in impianto. A causa dell'assenza dell'azoto nel comburente, l'impianto mette a disposizione gas sostanzialmente puliti, costituiti principalmente da acqua e anidride carbonica, oltre alla modesta quantità di incondensabili (azoto e argon) e all'ossigeno in eccesso. Condensando l'acqua di processo, l'impianto produce quindi gas ad alta concentrazione di CO₂, dai quali è possibile recuperare questo gas con elevata purezza per scopi commerciali.*

.....
Sono previste le seguenti sezioni impiantistiche

- sezione di ricezione e trattamento fisico del rifiuto, finalizzata alla produzione del combustibile, denominato slurry, di alimentazione della sezione termica;
- sezione processo di ossidazione termica flameless, alimentato con lo slurry, attraverso la innovativa tecnologia di Ossidazione termica flameless ISOTHERM della ITEA SpA;
- sezione di trattamento degli effluenti gassosi
- sezione di accoppiamento turbina-alternatore per la produzione di energia elettrica sfruttando il calore del vapore prodotto dall'ISOTHERM nel processo di ossidazione termica flameless;
- sezione di estrazione della CO₂ dagli effluenti gassosi rivenienti dal processo di ossidazione termica flameless dell'ISOTHERM;
- sezione di recupero del materiale vetroso (silico-alluminati) derivante dalla frazione incombustibile dello slurry;

Lo schema a blocchi del processo proposto è il seguente:



(2) Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Waste Treatments Industries (2018) disponibile sul sito internet <http://eippcb.jrc.es>

- (3) DECISIONE DI ESECUZIONE (UE) 2018/1147 DELLA COMMISSIONE del 10 agosto 2018 che stabilisce le conclusioni sulle migliori tecniche disponibili (BAT) per il trattamento dei rifiuti, ai sensi della direttiva 2010/75/UE del Parlamento europeo e del Consiglio disponibile sul sito internet <http://eippcb.jrc.es>
- (4) Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration (2019)
- (5) DECISIONE DI ESECUZIONE (UE) 2019/2010 DELLA COMMISSIONE del 12 novembre 2019 che stabilisce le conclusioni sulle migliori tecniche disponibili (BAT), a norma della direttiva 2010/75/UE del Parlamento europeo e del Consiglio per l'incenerimento dei rifiuti

Il processo proposto è riconosciuto quale nuova BAT nel settore dell'incenerimento rifiuti come riportato a pag. 513, par. 6.3 *Flameless Pressurized Oxycombustion*, cap. 6, dal nuovo BREF (4) di settore. Tra le altre cose non dà luogo alla produzione di ceneri pesanti.

E' presente un elaborato ITG-RT-050 con l'elenco delle BAT (3), (5).

Aspetti ambientali:

La Novatosc srl adotterà all'avvio del suo esercizio un Sistema di Gestione Ambientale in conformità con la UNI EN ISO 14001 nonché il sistema di gestione della qualità, UNI EN ISO 9001, il sistema di gestione della sicurezza secondo lo schema UNI EN ISO 45001 e di gestione dell'energia ai sensi della UNI EN ISO 50001. Quindi verrà predisposto, implementato e certificato un sistema di gestione integrata Ambiente, Qualità, Sicurezza ed Energia.

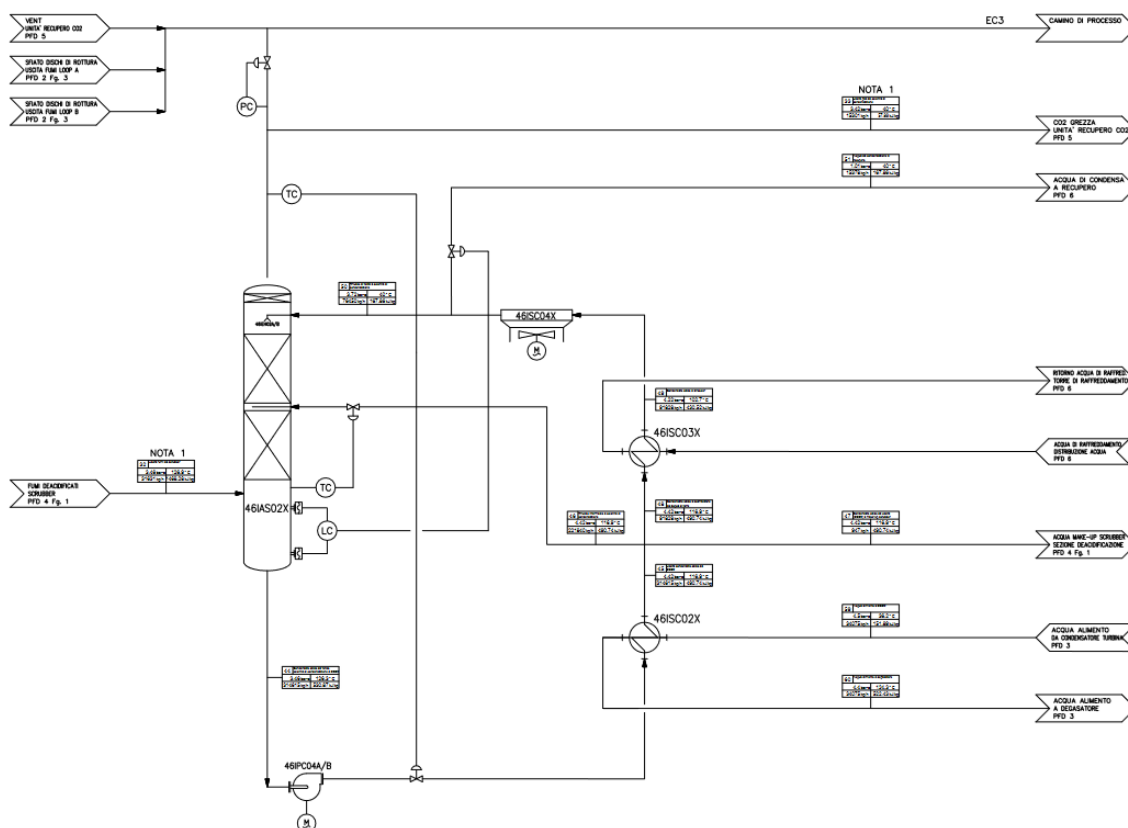
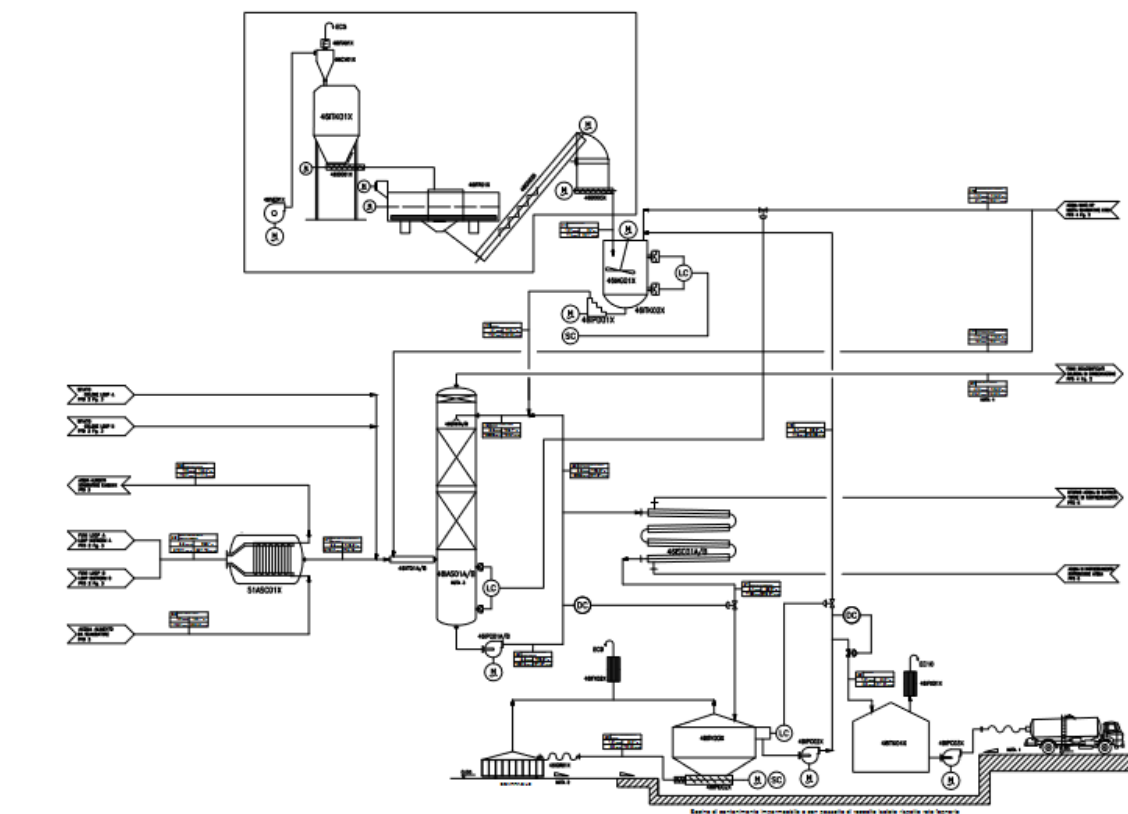
Dal momento che la Tecnologia OXI è stata, ad oggi, sviluppata attraverso campagne di prova sull'**impianto prototipo da 5 MW ubicato all'interno del Centro Ricerche del Gruppo Sofinter a Gioia del Colle (BA)**, si richiede di trasmettere, se disponibile, **documentazione tecnica riguardante le prestazioni di tale impianto, con particolare riferimento alle Matrici Emissioni atmosferiche e Rifiuti (EoW).**

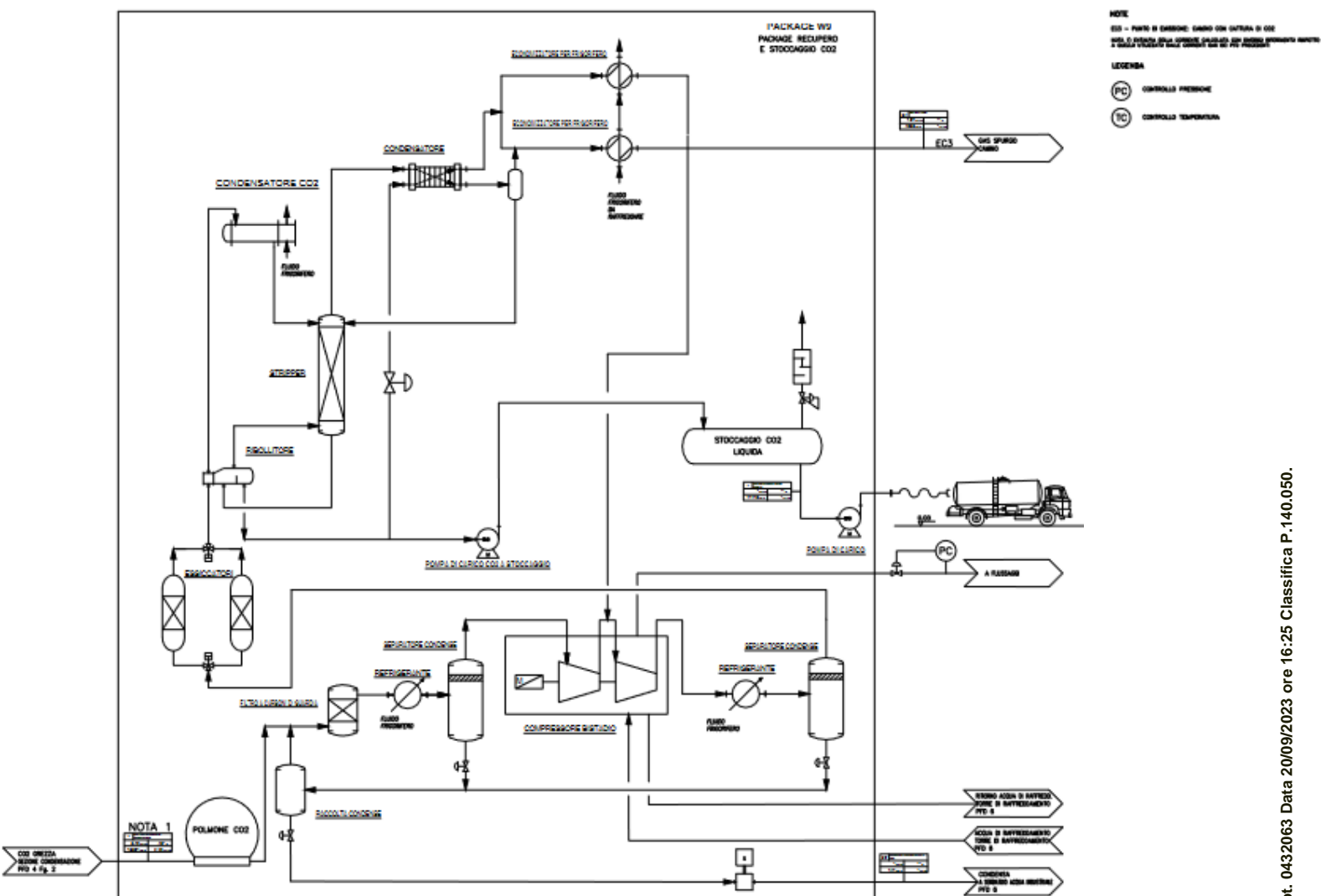
Componente Atmosfera:

I componenti principali della sezione di trattamento e condensazione gas sono:

- Silo di stoccaggio del carbonato di calcio
- Serbatoio agitato per la preparazione della sospensione di carbonato in acqua
- Colonna di deacidificazione (o di lavaggio)
- Addensatore fanghi
- Circolazione e raffreddamento della sospensione di carbonato di calcio
- Colonna di condensazione
- Circolazione e raffreddamento del condensato

Gli schemi di flusso di riferimento della sezione di trattamento gas all'impianto Isotherm sono i seguenti:





La CO₂ liquida ottenuta a valle dello stripping verrà stoccata in 2 serbatoi da 200 m³ ciascuno (capacità totale circa 400 t); i serbatoi, completi di pompe di trasferimento e di dotazioni accessorie e di sicurezza, saranno pesati su celle di carico. Sul prodotto finito saranno previsti analizzatori: di umidità, di ossigeno, di azoto, di impurezze organiche. L'analisi verrà operata sul serbatoio pieno, prima del travaso nei mezzi di trasporto su strada. L'intera sezione sarà servita da un impianto frigorifero impiegante le refrigeranti R507, che lavorerà su più livelli termici differenziati. Gli effluenti gassosi in uscita dalla sezione di cattura e stoccaggio dell'anidride carbonica (incondensabili e CO₂ residua) verranno inviati al punto di emissione EC3. Per limitare il più possibile la ricaduta (la CO₂ è un gas relativamente a più alto peso molecolare), i gas freddi saranno riscaldati

Di seguito si riportano i punti di emissione e i valori previsti ed il monitoraggio delle relative emissioni:

Punto Emissione	Parametro e/o fase	Eventuale parametro sostitutivo	Portata	Altezza di rilascio
EC1	Scrubber + Biofiltro	-	109500 Nmc/h	13.9 m
EC2	Avviamento Isotherm con GAS	-	6030 Nmc/h	25 m
EC3	Ossicombustione senza recupero CO ₂	-	8275Nmc/h	10 m.
	Ossicombustione con recupero CO ₂		2600 Nmc/h	
EC4	Gruppo elettrogeno di emergenza	-	< 0.5 Nmc/h	4 m
EC5	Silo stoccaggio CaCO ₃	-	700 Nmc/h	15 m
EC6	Polmonamento vapori stoccaggio combustibile	-	< 0.5 Nmc/h	6.5 m
EC7, EC8	Torri di raffreddamento	-	314000 Nmc/h	8 m
EC9	Addensatore fanghi e scarrabile adatto al trasporto fanghi di deacidificazione	-	< 0.5 Nmc/h	6 m
EC10	Serbatoio chiarificato	-	< 0.5 Nmc/h	6 m
EC11	Aria impoverita – proprietà e gestione di terzi	-	96200 Nmc/h	12 m
EC12	Serbatoio dell'olio del circuito di lubrificazione della turbina	-	60 Nmc/h	12 m

Nell'elaborato Piano di Monitoraggio e Controllo da pag. 23 a pag. 35 è riportata la proposta di quadro emissivo autorizzato.

Si ritengono condivisibili le proposte per le emissioni EC5, EC9, EC10, EC12.

Nel caso dell'emissione EC1, per quanto riguarda il controllo dell'efficienza e le modalità di effettuazione del monitoraggio del biofiltro, preliminarmente andrebbe effettuata la verifica della portata emessa nelle varie zone dello stesso, al fine di determinare l'omogeneità del flusso emesso, scongiurando così la presenza di percorsi preferenziali del flusso emesso. Il criterio suggerito ed adottato recentemente da ARPAT, è conforme alle Linee Guida della Regione Lombardia e dell'ARTA Abruzzo (**Allegato 1**). **Si ritiene necessario che il proponente integri il piano di monitoraggio relativo all'emissione EC1 in modo da tenere conto di quanto ivi riportato (suddivisione biofiltro in sub-aree in cui il flusso possa considerarsi omogeneo, emissioni valutate per le singole sub-aree, ecc.)**

Nel caso dell'EC3 sono distinte due condizioni relative al recupero o meno della CO₂, che vanno a determinare la portata dei fumi.

Tenuto conto che:

- come comburente non sarà usata aria ma una miscela gassosa composta da ossigeno (94%) e azoto (6%);
- la Decisione (5) prevede un valore dell'ossigeno di riferimento pari all'11%.

la Ditta ritiene che *“il valore 11% di ossigeno nei fumi indica che è stato convertito – per ogni mc di aria in ingresso – circa 0,1 mc di ossigeno, o anche per ogni mc di aria in ingresso solo il 10% di questa ha partecipato alla reazione di combustione. Appare quindi chiara l'indicazione del legislatore che, come condizioni di riferimento, considera una combustione in cui solo il 10 % dell'aria immessa (meno della metà dell'ossigeno presente nell'aria) partecipa alla combustione”*

e propone di riferire i VLE dei vari inquinanti non ai dati in concentrazione (mg/Nm^3 fumi) come nella tabella seguente

Limiti imposti dalla BAT Dec. UE 2019/2010	
Polveri totali	<5 mg/Nm^3
TVOC =	<10 mg/Nm^3
HCl =	<6 mg/Nm^3
HF =	< 1 mg/Nm^3
SO ₂ =	30 mg/Nm^3
NO _x =	120 mg/Nm^3
CO =	50 mg/Nm^3
Hg =	20 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$
Σ metalli 1	0,02 mg/Nm^3
Σ metalli 2	0,3 mg/Nm^3
PCDD/PCDF+PCB 1	< 0,06 ng WHO-TEQ/ Nm^3
PCDD/PCDF+PCB 2	< 0,08 ng WHO-TEQ/ Nm^3
Σ metalli 1: Cd + TI in totale	
Σ metalli 2: Altri metalli in totale	
PCDD/PCDF+PCB 1: monitoraggio come MEDIA del periodo di campionamento	
PCDD/PCDF+PCB 2: monitoraggio come Periodo di campionamento a lungo termine	

ma espressi in mg/Nm^3 di ossigeno convertito ovvero

Limiti imposti dalla BAT Dec. UE 2019/2010 riferiti al volume di ossigeno convertito	
Polveri totali	<45 $\text{mg}/\text{Nm}^3 \text{O}_2$
TVOC =	<90 $\text{mg}/\text{Nm}^3 \text{O}_2$
HCl =	<54 $\text{mg}/\text{Nm}^3 \text{O}_2$
HF =	< 9 $\text{mg}/\text{Nm}^3 \text{O}_2$
SO ₂ =	270 $\text{mg}/\text{Nm}^3 \text{O}_2$
NO _x =	1080 $\text{mg}/\text{Nm}^3 \text{O}_2$
CO =	450 $\text{mg}/\text{Nm}^3 \text{O}_2$
Hg =	0,18 $\text{mg}/\text{Nm}^3 \text{O}_2$
Σ metalli 1	0,18 $\text{mg}/\text{Nm}^3 \text{O}_2$
Σ metalli 2	2,7 $\text{mg}/\text{Nm}^3 \text{O}_2$
PCDD/PCDF+PCB 1	<0,54 E-06 $\text{mg}/\text{Nm}^3 \text{O}_2$
PCDD/PCDF+PCB 2	<0,72 E-06 $\text{mg}/\text{Nm}^3 \text{O}_2$
Σ metalli 1: Cd + TI in totale	
Σ metalli 2: Altri metalli in totale	
PCDD/PCDF+PCB 1: monitoraggio come MEDIA del periodo di campionamento	
PCDD/PCDF+PCB 2: monitoraggio come Periodo di campionamento a lungo termine	

e da qui riportati in flusso di massa:

Limiti in flusso di massa definiti ex Dec. UE2019/2010		
Polveri totali =	<300	g/h
TOC =	<600	g/h
HCl =	<360	g/h
HF =	<60	g/h
SO ₂ =	1802	g/h
NO _x =	7208	g/h
Σ metalli 1 =	1,2	g/h
Σ metalli 2 =	18	g/h
Hg =	1,2	g/h
PCDD/PCDF +PCB 1=	<3,6E-06	g/h
PCDD/PCDF +PCB 2=	<4.8E-06	g/h
CO =	3003	g/h
Σ metalli 1 = Cd+ TI		
Σ metalli 2 = altri metalli in totale		
PCDD/PCDF +PCB 1= monitoraggio come MEDIA del periodo di campionamento		
PCDD/PCDF +PCB 1= monitoraggio come periodo di campionamento a lungo termine		

Per gli inceneritori di rifiuti, la norma introduce il concetto dell'ossigeno di riferimento, per tenere conto di eventuali ingressi, diluizioni di aria falsa nei vari punti del circuito aeraulico, che porta i

fumi espulsi al camino finale. La norma indica anche che “*Se i rifiuti sono inceneriti in una atmosfera ricca di ossigeno, l'autorità competente può fissare un tenore di ossigeno di riferimento diverso che rifletta le speciali caratteristiche dell'incenerimento*”. Dal momento che sarà usato come comburente ossigeno al 94%, non ha senso usare un valore di ossigeno di riferimento. Si ritiene più corretto prevedere un quadro emissivo con VLE espressi in concentrazione con i limiti previsti dalle BATC (5)

Limiti imposti dalla BAT Dec. UE 2019/2010	
Polveri totali	<5 mg/Nm ³
TVOC =	<10 mg/Nm ³
HCl =	<6 mg/Nm ³
HF =	<1 mg/Nm ³
SO ₂ =	30 mg/Nm ³
NO _x =	120 mg/Nm ³
CO =	50 mg/Nm ³
Hg =	20 µg/Nm ³
Σ metalli 1	0,02 mg/Nm ³
Σ metalli 2	0,3 mg/Nm ³
PCDD/PCDF+PCB 1	< 0,06 ng WHO-TEQ/Nm ³
PCDD/PCDF+PCB 2	< 0,08 ng WHO-TEQ/Nm ³
Σ metalli 1: Cd + TI in totale	
Σ metalli 2: Altri metalli in totale	
PCDD/PCDF+PCB 1: monitoraggio come MEDIA del periodo di campionamento	
PCDD/PCDF+PCB 2: monitoraggio come Periodo di campionamento a lungo termine	

moltiplicati per 5 in tutte le condizioni operative (con e senza recupero di CO₂), al fine di tenere conto del fatto che viene usato ossigeno e non aria. Ad esempio il VLE per i parametro Polveri sarà pari a 25 mg/Nm³.

Si ritiene opportuno che siano effettuati per il primo anno dalla messa in esercizio autocontrolli (misure in discontinuo) con cadenza bimestrale ed, in caso positivo, con cadenza semestrale dal secondo anno in poi.

Per quanto concerne il Sistema di Monitoraggio in Continuo delle Emissioni che sarà implementato sul punto EC3, si ritiene necessario che sia assoggettato ai disposti della norma UNI EN 14181, in conformità al punto C dell'Allegato 1 al Titolo III-bis alla parte Quarta del D. Lgs. 152/06 e s.m.i. ed alla BAT 4 (5) per i parametri ivi previsti unitamente alla Portata dei fumi secchi.

Sempre per l'emissione EC3, anche durante le fasi di processo diverse dalle normali condizioni operative quali, ad esempio, operazioni di avviamento e arresto, perdite, malfunzionamenti, fermate momentanee e cessazione definitiva delle operazioni, cd. OTNOC (*OtherThanNormal Operating Conditions*), in conformità con la BAT n. 5 della DEC. UE 2019/2010 sarà effettuato il monitoraggio delle emissioni degli inquinanti monitorati in continuo.

È riportato che sarà adottato un Piano di Gestione Odori in compliance con le previsioni delle BAT 10, 12 (3).

Per le emissioni diffuse di polveri, al fine di individuare le più efficaci azioni di mitigazione da attuare, nel rispetto dei valori limite di qualità dell'aria, il gestore effettuerà una stima delle emissioni polverulente generate, mediante l'utilizzo di fattori di emissione. Quale metodo di stima, si farà riferimento alle “*Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti*”, redatte dal Settore Modellistica Previsionale dell'Area Vasta Centro di ARPAT (par. 6 alla Parte Prima dell'Allegato 2 al PRQA della Regione Toscana)

In merito alla valutazione dello studio meteo-diffusionale dell'impatto sulla qualità dell'aria degli inquinanti (PM10, NO2, CO, H2S) e degli odori emessi

- dall'impianto integrato di Belvedere SpA di Legoli (discarica, impianto TMB,
 - dal nuovo Impianto di Ossicombustione senza fiamma per frazioni merceologiche di rifiuti non diversamente valorizzabili (impianto da realizzare) e
 - dall'impianto ALBE Srl (impianto di recupero FORSU con processo di digestione anaerobica, compostaggio e produzione biometano) presente in località contigua alla discarica,
- si rimanda ad una prossima integrazione del presente parere.

Componente Ambiente idrico, suolo e sottosuolo:

L'impianto proposto si basa sulla tecnologia ISOTHERM "Flameless Pressurized Oxy-Combustion" (FPO), un particolare processo di ossidazione termica mediante una tecnologia di combustione senza fiamma, ottenibile con una combinazione innovativa di parametri di processo. La sua collocazione nel polo impiantistico di Belvedere (Peccioli) consente di prevedere importanti sinergie volte alla migliore interpretazione possibile della circolarità di settore rifiuti. Infatti:

- Per la produzione dello slurry potrà essere utilizzato del percolato prodotto dalla discarica di Legoli;
- Potrà essere utilizzato biogas prodotto nei due impianti limitrofi (discarica di Legoli e Biodigestore di Albe);
- L'acqua generata dal processo potrà essere riutilizzata anche per le necessità impiantistiche e di manutenzione del verde del Polo;
- I rifiuti che si prevede di trattare, provenienti dall'ATO Toscana Costa, sono i medesimi destinati alla discarica di Legoli;
- L'impianto tratterà rifiuti non diversamente valorizzabili il cui destino finale sarebbe stato l'impianto discarica.

Il ciclo di trattamento prevede la possibilità di co-ossidazione del rifiuto solido e di un altro rifiuto liquido a basso potere calorifico utilizzandolo per la preparazione dello slurry in sostituzione dell'acqua. L'impianto potrà ricevere, pertanto, sia rifiuto solido proveniente dal ciclo dei rifiuti urbani (a titolo di esempio: CER 19.12.12 sottovaglio non bio-stabilizzato oppure sopravaglio; CER 19.05.01 sottovaglio biostabilizzato), sia rifiuto liquido (percolato da discarica CER 19.07.03 oppure acque da processi di biostabilizzazione CER 19.05.99).

L'impianto prevede una doppia linea di trattamento.

Gestione delle acque reflue

Acque reflue industriali

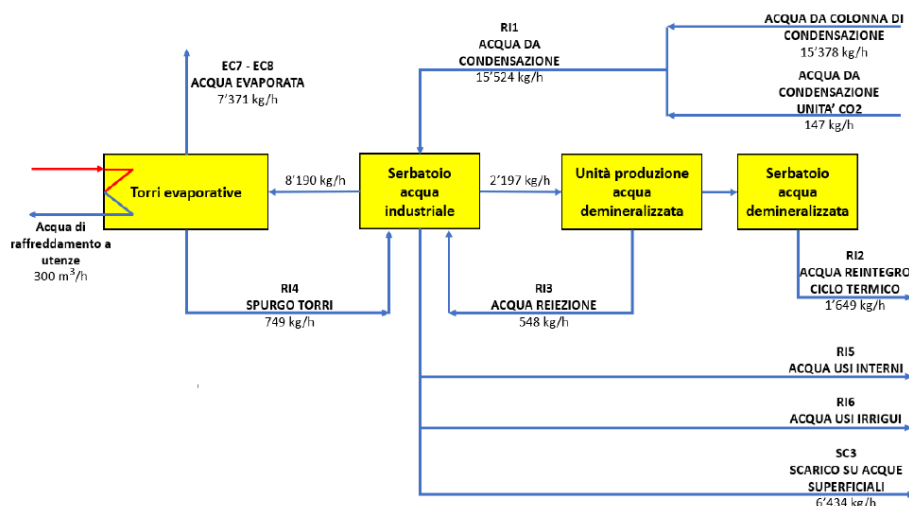
La condensazione dei gas di processo produce importanti quantitativi di acqua che verrà per la maggior parte riutilizzata in altre sezioni dell'installazione. L'acqua di condensa, acida a causa della presenza di CO2 viene neutralizzata con una soluzione di KOH a partire da un pH di 4÷5 in controllo di pH (valore obiettivo 6÷8) e immessa nel "serbatoio acque industriali" del volume di 100 metri cubi. La correzione di pH in continuo, viene effettuata a monte del serbatoio, sulla condotta di alimentazione delle acque di condensa al serbatoio stesso. Le acque accumulate saranno destinate a riutilizzo interni all'impianto, in particolare:

1. acqua destinata a package di demineralizzazione.
2. acqua destinata a package torri di raffreddamento.
3. acqua destinabile ad usi irrigui interni all'installazione
4. acqua destinabile a riutilizzi interni quali:
 - produzione dello slurry, in sostituzione parziale o totale di percolato, in tutti i casi in cui lo stesso percolato fosse parzialmente o totalmente indisponibile
 - ad altri usi interni

Il serbatoio prevede inoltre la ricezione di:

- acqua spurgata dalle torri evaporative
- acqua spurgata dal package di demineralizzazione.

Essendoci una produzione netta di acqua, il serbatoio avrà sempre un livello adeguato a soddisfare le esigenze interne. L'acqua in eccedenza rispetto ai riutilizzi sopra elencati sarà convogliata all'esterno dell'installazione e destinata a scarico su acque superficiali.



L'acqua proveniente dai circuiti di trasporto e recupero del materiale vetroso, recuperata nella fase di scarico settler viene avviata ad un serbatoio del volume di 50 metri cubi e utilizzata per l'alimentazione e reintegro dei settler.

Acque meteoriche dilavanti contaminate

Fase di cantiere

Per la fase di cantiere verrà richiesta apposita autorizzazione allo scarico ai sensi dell'art. 40 ter del DP.RT n. 46/R/2008 e ss.mm.ii.. Vengono previste opere di mitigazione quale, nella fase principale degli scavi, la presenza di due depressioni finalizzate alla sedimentazione dei solidi sospesi prima dello scarico nel fosso Cerretello. In fase di autorizzazione allo scarico dovranno essere puntualmente definite le caratteristiche delle depressioni di cui sopra che dovranno essere dimensionate sulla base delle superfici coinvolte e di piogge con tempo di ritorno decennale al fine di garantire un'adeguata sedimentazione dei solidi

Fase operativa

Viene prevista la raccolta ed il trattamento delle AMPP di tutta l'area di impianto comprese le coperture. L'impianto è stato dimensionato per una superficie di 20.600 metri quadrati che da origine a 103 metri cubi di AMPP da trattare. L'impianto sarà costituito da un pozzetto partitore per la separazione delle acque di prima e seconda pioggia (che verranno inviate direttamente al corpo recettore). Le acque di prima pioggia verranno immesse in un impianto costituito da n. 3 vasche con funzione di sedimentazione. Le acque trattate verranno immesse mediante una pompa di svuotamento e in un disoleatore a coalescenza e da qui, previo passaggio in un pozzetto di ispezione, nella tubazione di scarico dove confluiscono anche le acque di seconda pioggia e le eventuali acque di scarico del "serbatoio acque industriali".

Il punto di scarico nel Fosso del Cerretello sarà quindi unico e denominato SF1 ma le diverse correnti di scarico avranno punti di monitoraggio separati come specificato nel PMC.

Piano di monitoraggio e controllo

Il PMC prevede n. 2 punti di monitoraggio lungo il corso del Botro Cerretello di cui n. 1 a monte del punto di scarico generale (BC1) e n. 1 a valle (BC2). Il controllo dei punti di monitoraggio avrà

cadenza semestrale. Nel caso in cui, i valori delle concentrazioni dei parametri ricercati nelle acque superficiali presentassero una differenza monte-valle superiore al 30% vengono previsti approfondimenti specifici.

Le diversi correnti di scarico verranno monitorate nei seguenti pozzetti:

1. PF1: AMPP trattate (SC1)
2. PF2: acque reflue assimilate a domestiche (SC2)
3. PF3: acque reflue industriali derivanti dal "serbatoio acque industriali" prima dello scarico in acque superficiali (SC3).
4. PF4: acque reflue industriali derivanti dal "serbatoio acque industriali" per eventuale uso irriguo (SC3).

Il monitoraggio sul pozzetto PF1 avrà periodicità annuale e viene previsto un ampio set analitico. Viene previsto il rispetto dei Valori limite di cui alla Tab 3 All. V alla p.te III del Dlgs 152/06 per lo scarico in acque superficiali.

Relativamente alla corrente di scarico SC3 viene previsto un monitoraggio con periodicità annuale e viene previsto un ampio set analitico. Viene previsto il rispetto della Tabella 3 per lo scarico in acque superficiali in corrispondenza di PF3 e della Tabella 4 in corrispondenza di PF4.

Considerato che dall'esame della documentazione è emerso che:

1. **l'impianto di trattamento delle AMPP è stato dimensionato sulla base di un superficie pari a 20.600 metri quadrati, ma in alcuni documenti si fa riferimento ad una superficie di 25.000 metri quadrati.**
2. **non sono state allegate le schede tecniche degli additivi eventualmente utilizzati nel circuito delle acque delle torri evaporative e che potrebbero pertanto essere presenti nelle acque di spurgo.**
3. **nella planimetria "AMD-EG-20_Planimetria_generale_di_progetto" sono riportate sigle identificative delle correnti di scarico e dei pozzetti di monitoraggio che non risultano coerenti con quanto descritto nelle relazioni di progetto (es. PF2 che sul PMC è relativo alle acque reflue assimilabili a domestiche, sulla planimetria viene inserito sulla tubazione di scarico delle AMDC + reflui industriali, PF4 che sul PMC è riferito alle acque per eventuale uso irriguo sulla planimetria è in corrispondenza della rete di scarico delle acque reflue assimilabili a domestiche ecc.). Non risulta, inoltre identificato il pozzetto di monitoraggio delle acque irrigue.**

Si richiede l'invio di documentazione integrativa che risponda alle richieste dei precedenti punti 1÷3.

Si ritiene inoltre che:

- a) il monitoraggio delle acque di scarico debba avere cadenza semestrale
- b) relativamente alla corrente di scarico SC3, il rispetto della tabella 4 debba essere garantito sia sul pozzetto PF3 che sul pozzetto PF4 in quanto, prima dell'immissione in quest'ultimo pozzetto il refluo non subisce alcun trattamento e, pertanto, avrà le stesse caratteristiche di quello immesso in PF3.
- c) prima dell'attivazione degli scarichi debba essere effettuato un monitoraggio delle acque superficiali ante operam sui punti BC1 e BC2.

Componente Materiali di scavo, rifiuti e bonifiche;

L'impianto potrà ricevere sia rifiuto solido proveniente dal ciclo dei rifiuti urbani, sia rifiuto liquido. I codici EER oggetto della richiesta di autorizzazione sono:

- 19.12.12 Altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19 12 11

- 19.12.10 rifiuti combustibili (CDR: combustibile derivato da rifiuti)
- 19.05.01 parte di rifiuti urbani e simili non compostata
- 19.05.03 compost fuori specifica
- 19.05.99 Rifiuti non specificati altrimenti (percolati da TMB)
- 19.07.03 - percolato di discarica, diverso da quello di cui alla voce 19 07 02
- 19.06.04 – digestato prodotto dal trattamento anaerobico di rifiuti urbani

L'impianto prevede una doppia linea di trattamento per fare fronte alle esigenze di chiusura del ciclo di ATO Toscana Costa. Trattandosi di macchina termica, dalle potenzialità complessive di 30 MW su due linee, diventano fondamentali i parametri di PCI (potere calorifico inferiore) o NET calorific value e il tenore di umidità, caratteristici dei rifiuti in ingresso.

Il proponente richiede l'autorizzazione per un quantitativo massimo di 177.000 t/anno di rifiuti solidi (161.221 t/anno + 10% di tolleranza) cui si aggiungono un massimo di 75.000 t/anno di percolati (68.020 t/anno + 10% di tolleranza). Le due quantità, per cui viene richiesta l'autorizzazione come massimo ingresso in impianto, non potranno mai essere processate nella loro interezza in quanto all'aumentare dei quantitativi di rifiuto solido processato andrà contestualmente diminuendo il quantitativo di percolato necessario per la produzione dello slurry.

Ricezione e preparazione rifiuti

I rifiuti ricevuti saranno scaricati all'interno di un capannone prefabbricato a porte chiuse e in ambiente controllato e con aspirazione dell'aria. All'interno del capannone i rifiuti vengono stoccati, suddivisi per Codice EER in apposite aree.

Il rifiuto ricevuto all'interno del capannone e sistemato nelle baie verrà alimentato ai due trituratori primari dove avverrà una prima macinazione grossolana e in seguito inviato attraverso un nastro trasportatore prima alla separazione dei materiali ferrosi e poi alla separazione dei non ferrosi. Un sistema di nastri elevatori e distributori raccoglierà quindi il rifiuto deferrizzato e lo trasporterà ai box di stoccaggio per il successivo processo di macinazione fine.

Da questi box di stoccaggio il rifiuto pre-triturato andrà ad alimentare i mulini. Il macinato prodotto dai mulini verrà estratto da coclee estrattrici (in dotazione ai mulini stessi) e scaricato su un nastro trasportatore, per essere inviato al nastro di pesatura finale e quindi al miscelatore continuo dello slurry. Gli eventuali gocciolamenti di liquido che dovessero avvenire in questa sezione saranno convogliati in un pozzetto di raccolta e poi ad un serbatoio di stoccaggio, dal quale il percolato sarà ripreso per essere poi riutilizzato per la preparazione dello slurry.

Ricezione, stoccaggio e dosaggio del percolato

Il percolato sarà stoccato in due serbatoi, uno per il percolato proveniente attraverso tubazione dedicata (percolatodotto) direttamente dalla discarica di Legoli e l'altro per il percolato proveniente dall'esterno, che sarà conferito mediante serbatoi mobili e/o autobotti. Dai due serbatoi il percolato sarà prelevato mediante pompe dosatrici ed inviato al miscelatore in cui verrà preparato lo slurry.

Sia i due serbatoi di stoccaggio che le due pompe saranno alloggiati all'interno di un bacino di contenimento, realizzato mediante una vasca impermeabile e dotato di apposito pozzetto isolato rispetto alla rete di raccolta delle acque meteoriche. Il liquido raccolto in caso di sversamento sarà utilizzato per la preparazione dello slurry.

Preparazione slurry

La linea di preparazione dello slurry sarà costituita da un miscelatore continuo dello slurry che alimenterà un serbatoio di stoccaggio dello slurry, da cui due pompe lo estrarranno e lo invieranno alle pompe di alimentazione dei due reattori.

Un nastro trasportatore raccoglierà il materiale proveniente dai mulini finitori operativi e lo invierà ad un nastro pesatore che rileverà la portata per la successiva elaborazione da parte della logica

di processo.

Il materiale raggiungerà un mescolatore continuo. Nel mescolatore perverranno:

- il rifiuto solido macinato
- l'additivo (silico alluminato di origine naturale)
- il percolato
- l'acqua proveniente dal serbatoio acqua industriale, sostitutiva od integrativa del percolato
- percolati prodotti e raccolti dalle zone stoccaggio, pretrattamento e macinazione del rifiuto solido, o prodotti dai letti filtranti del biofiltro.

Il mescolatore continuo invierà lo slurry prodotto, mediante pompa monovite, prima ad una coppia di mulini omogeneizzatori (uno in esercizio e uno di riserva) aventi lo scopo di disgregare fibre e piccoli grumi residui, ed infine a un serbatoio di stoccaggio (garantendo così una dimensione delle eventuali particelle presenti non superiore a 3 mm), dotato di un blando sistema di miscelazione (agitatore a giri lenti) dello slurry per evitare stratificazioni del materiale e formazione di acqua separata.

Dal serbatoio di accumulo dello slurry partiranno due linee di alimentazione dello slurry ai due reattori

Gestione terre e rocce da scavo

Dall'esame della relazione in merito alla gestione delle terre emerge che la maggior parte dei terreni scavati venga riutilizzata in cantiere; in particolare è previsto lo scavo di circa 35.400 m³ di terreno, di cui circa 10.000 m³ di vegetale (dato dallo scotico superficiale delle aree di intervento), da riutilizzare in sito per le sistemazioni finali delle aree a verde.

La predisposizione delle aree prevede la realizzazione di rilevati mediante la posa in opera di terre per una quantità stimata pari a circa 24.000 m³ che proverranno essenzialmente dalle iniziali fasi di scavo che saranno sufficienti a completare le necessità di riporto per i muri in terra rinforzata. Ulteriori riporti di terra, invece, si dovranno approvvigionare dall'esterno per completare il piano di posa dell'impianto e della sua viabilità. Per cui il quantitativo di materiale scavato in loco copre solo parte del fabbisogno e la restante volumetria necessaria (3.300 m³) sarà recuperata dall'esterno.

Sono poi previsti ulteriori terreni di scavo provenienti dai pali di fondazione e dalla berlinese per complessivi 865 m³ che saranno o riutilizzati in sito in base alla loro caratterizzazione in corso d'opera e alle caratteristiche meccaniche o allontanati come rifiuto, possibilmente a recupero, con codice CER 17.05.04, mentre le eccedenze di scavo verranno gestite ai sensi del DPR 120/2017 in materia di terre e rocce da scavo.

In conclusione, esaminata la documentazione presentata dal proponente si evidenzia quanto segue:

- Ove applicabili si ritengono applicate le BAT di settore fatta eccezione della BAT 4 punto a), la quale non è ritenuta applicabile in quanto *“la localizzazione dell'impianto non è modificabile. In ogni caso la localizzazione dell'impianto ha scontato anche la procedura di VIA. Inoltre, per la natura dei trattamenti svolti, non sono presenti depositi di grande entità ma solo quelli funzionali all'alimentazione in continuo dell'impianto”*. A tal proposito **si richiede al proponente di chiarire in modo univoco i quantitativi massimi in stoccaggio istantaneo richiesti;**

- In merito alla gestione degli stoccaggi sia dei rifiuti gestiti, che dei rifiuti prodotti, si ritiene opportuno l'inserimento nell'atto autorizzativo delle prescrizioni previste dalla circolare ministeriale n. 1121/2019 “Linee guida per la gestione operativa degli stoccaggi negli impianti di gestione dei rifiuti e per la prevenzione dei rischi” nell'atto autorizzativo;

-In merito al riutilizzo delle terre e rocce da scavo si evince che le stesse saranno per lo più

riutilizzate in sito, fatta eccezione di quelle le cui caratteristiche non risultano conformi ai requisiti qualitativi previsti per l'area di riutilizzo che saranno gestite come rifiuto. Nel caso di riutilizzo di terre e rocce da scavo fuori dal sito di produzione come sottoprodotto, si raccomanda la gestione in conformità al DPR 120/2017.

Residuo finale del processo e End of Waste

Dall'esame della documentazione emerge che il prodotto in uscita dal processo di ossidazione termica dei rifiuti è una scoria vetrosa costituita prevalentemente da silice, ossido di calcio, allumina e altri ossidi metallici. La composizione puntuale dipende dalla natura della frazione incombustibile del rifiuto bruciato che, tuttavia, mantiene le proprie caratteristiche di materiale inerte e non lisciviabile.

La quantità che il proponente stima di produrre nella condizione convenzionale di riferimento (legata comunque alla quantità di residuo solido nei rifiuti dipenderà dal PCI e dall'umidità dei rifiuti e non supererà le 26.500 t/anno. Le variazioni del rifiuto trattato, in particolare le variazioni di contenuto di metalli pesanti, legati chimicamente sotto forma di ossidi misti in una matrice vetrosa impervia alla migrazione, e soprattutto le costanti caratteristiche di zero contenuto di carbonio (zero incombusti) che caratterizzano il materiale, non determinano variazioni delle caratteristiche di lisciviazione del materiale, ai fini del suo reimpiego in utilizzi industriali sostitutivi di altri materiali.

Al fine di soddisfare le esigenze dell'End of Waste ex art. 184-ter del D. Lgs. 152/06 e s.m.i., il Gestore propone di effettuare le necessarie attività di controllo e monitoraggio come definite in PMC-RT-010 Piano di monitoraggio e controllo

Dichiara inoltre di aver effettuato alcune verifiche a seguito di test su impianto pilota utilizzando diversi mix di rifiuti derivanti dal ciclo di trattamento di rifiuti urbani. Dai test analitici e prove effettuati risulta che il materiale in uscita dal ciclo di raffreddamento presenta delle caratteristiche chimico/fisiche assimilabili ad alcuni materiali naturali di origine vulcanica. Tale output può essere utilizzato nell'industria della produzione dei materiali per l'edilizia (ad esempio quale inerte per massetti, malte o calcestruzzi, nonché per la produzione di rivestimenti), oltre che nel settore di produzione del vetro, avendo caratteristiche conformi a quelle previste dal Reg. UE 1179/2012. È intenzione di commercializzare tale prodotto con il nome commerciale "OssiEco".

Andando ad analizzare tutti i criteri dettagliati nelle LLG SNPA 41/2022, tabella 4.1, in sintesi il proponente riporta quanto sotto specificato:

art.184-ter comma 1 lett.a)

Il proponente descrive dettagliatamente l'uso specifico previsto per l'EoW indicando che *le "perle vetrose" potranno essere utilizzate nel settore edile in almeno tre applicazioni:*

- *come inerte nella produzione di rivestimenti a base resinosa per pavimentazioni esterne ed industriali;*
- *come inerte nella produzione di sottofondi isolanti a base resinosa per pavimentazione industriale gettata in opera;*
- *come inerte per la realizzazione di calcestruzzi e malte.*

Per tutti gli utilizzi sopra riportati descrive i test di produzione industriale effettuati per la produzione industriale di componenti di pavimentazioni per esterno, in sostituzione di materiali naturali di origine estrattiva, presso una ditta specializzata nella produzione di pavimenti e di rivestimenti industriali.

Tenuto conto anche del recente DM n. 152 del 27.09.2022 e delle specifiche ivi determinate, le perle vetrose sono utilizzabili per scopi specifici anche come inerte (aggregato recuperato) per la realizzazione di calcestruzzi e malte, non comportando, anche in tale circostanza, alcuna modifica del ciclo produttivo rispetto alle normali tecniche di produzione dei mix di conglomerato. In questo caso la materia prima che viene sostituita sono gli aggregati naturali.

Considerato che gli aggregati recuperati di cui al DM n. 152 del 27.09.2022, per poter essere utilizzati secondo le norme tecniche di utilizzo di cui alla UNI EN 13139 (aggregati per malte), o alla UNI EN 12620 ed alle UNI 8520-1 Prospetto 1, UNI 8520-2 Appendice A UNI 11104 Prospetto 4, UNI EN 206 Appendice E, Dm 17 genn. 2018, NTC: Tab 11.2.II (aggregati per calcestruzzi) debbono rispettare i controlli di cui ai punti d.1) e d.2) dell'All. 1 del citato DM e, considerato che le perle vetrose risultano conformi a tali parametri, queste sono dunque utilizzabili per scopi specifici nel processo industriale di produzione di calcestruzzo e malte, in sostituzione di materia prima naturale (es. inerti di fiume o di cava). Infine, le perle vetrose possono anche essere idonee all'uso, secondo la precedente disciplina (DM 5/2/98), per la formazione di rilevati e sottofondi stradali, riempimenti e colmature, come strato isolante e di appoggio per tubature, condutture e pavimentazioni anche stradali e come materiale di drenaggio.

In merito a quanto sopra il proponente riporta le caratteristiche chimiche (Tabella 3.1/1) della mattonella realizzata con "Ossieco" che, pur non essendo stata confrontata con le caratteristiche di una mattonella realizzata con scaglie di basalto, presentano concentrazioni minime di toluene, 2-Etil-1 esanolo e metil isobutil chetone. **Si ritiene necessario fornire una tabella di confronto tra le composizioni chimiche della mattonella (Tabella 3.1/1) realizzata con "Ossieco" con quelle di una mattonella realizzata con scaglie di basalto. Si fa presente che la prima presenta concentrazioni minime di toluene, 2-Etil-1 esanolo e metil isobutil chetone.**

Per quanto sopra, inoltre, **si ritiene opportuno che il proponente fornisca la documentazione originaria attestante i risultati delle prove di conformità alle norme UNI sopra citate.**

Per quanto riguarda l'utilizzo dell'EoW come inerte per la produzione di rivestimenti resinosi per pavimentazioni, il proponente cita, quali norme e documenti tecnici direttamente applicabili:

- UNI 10966:2020 – Sistemi resinosi per superfici orizzontali e verticali – Istruzioni per la progettazione e l'applicazione
- CNR-DT 211/2014: Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo delle Pavimentazioni di Calcestruzzo (richiamata nella Circolare esplicativa delle NTC – Norme Tecniche per le costruzioni – 2018)

Per questa applicazione le perle vetrose sono utilizzate in mera sostituzione del basalto in scaglie. Il proponente dichiara che dal confronto delle diverse analisi effettuate sui due materiali:

Analisi chimica

- Entrambi i materiali presentano un pH basico;
- Entrambi i materiali mostrano pressoché totale assenza di sostanza organica (residuo a 600 °C intorno al 99.6%);
- Il contenuto degli elementi maggiormente presenti (Alluminio, Calcio, Ferro, Magnesio, Sodio, Silicio) è confrontabile;

Analisi granulometrica e contenuto di fini

Mentre il basalto è disponibile in diverse granulometrie, l'Ossieco presenta un range granulometrico limitato, per il 99.1%, all'intervallo 0-4 mm, classificandosi dunque come un aggregato fine

² Regolamento che disciplina la cessazione della qualifica di rifiuto dei rifiuti inerti da costruzione e demolizione e di altri rifiuti inerti di origine minerale, ai sensi dell'articolo 184-ter, comma 2, del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

(ai sensi della norma UNI 12620:2008). Tale range granulometrico risulta adatto e sufficiente per l'applicazione in oggetto.

In merito a quanto sopra si chiede di **fornire la documentazione atta a dimostrare quanto affermato (analisi chimiche di entrambi i prodotti)**.

Inoltre, in merito alle **caratteristiche di densità e porosità dell'Ossieco e del basalto di riferimento**, che il proponente dichiara essere molto simili e fondamentalmente confrontabili, si chiede di **specificare se le norme tecniche di riferimento stabiliscono dei valori di riferimento per tali parametri**.

Per quanto attiene l'utilizzo come inerte per la produzione di sottofondi isolanti, il proponente descrive bene le caratteristiche fisiche e le proprietà dell'EoW confrontandolo, in modo esaustivo, con i relativi materiali di riferimento.

In relazione all'**utilizzo come aggregato recuperato**, il proponente riporta i risultati del test di cessione effettuato ai sensi del DM 5/2/98, che risultano tutti ampiamente inferiori ai limiti. Avendo citato più volte, nell'elaborato ITG-RT-060 PRODUZIONE MATERIE PRIME Maggio 2023, che l'"Ossieco" risulta conforme anche ai requisiti stabiliti dal DM 152/2022, **sarebbe opportuno che la società integrasse questo elaborato con il confronto delle analisi effettuate sul prodotto tal quale, con riferimento alle sostanze e ai limiti di cui alla Tabella 2, Allegato 1 al DM 152/2022**.

Nella produzione industriale del vetro possono essere utilizzati rottami di vetro conformi ai criteri minimi individuati dal REG (UE) n. 1179/2012.

Il proponente dichiara che *le perle rispettano i criteri di cui al p.to 1.2 e 1.3 dell'Allegato I del Regolamento, apparendo scevre da materiali alloigeni merceologicamente distinguibili e soprattutto non presentano le caratteristiche di pericolo HP, di cui all'Allegato III della Direttiva 2008/98/CE e ss.mm.ii.*

Parametro	Valore determinato	Unità di misura	Limiti Tabella Reg. N. 1179/2012
Metalli ferrosi	< 2	mg/Kg	50
Metalli non ferrosi	12	mg/Kg	60
Sostanze inorganiche ⁽¹⁾	3,6	mg/Kg	100 / 1500 ⁽³⁾
Sostanze organiche ⁽²⁾	< 2	mg/Kg	2000

Note

⁽¹⁾ Esempi di sostanze inorganiche non vetrose e non metalliche ricercate sono: ceramica, roccia, porcellana e piroceramica.

⁽²⁾ Esempi di sostanze organiche non vetrose e non metalliche ricercate sono: carta, gomma, plastica, tessuto, legno.

⁽³⁾ Valori limite relativi, rispettivamente, per rottami di vetro di dimensione > 1 mm e ≤ 1 mm.

Si prende atto di quanto dichiarato dal proponente.

art.184-ter comma 1 lett.b)

Descrizione del mercato o della domanda esistenti per la sostanza/oggetto che cessa la qualifica di rifiuto anche in relazione al mercato attuale della materia prima/oggetto. 2. Descrizione di eventuali accordi con gli utilizzatori, allegando, ad esempio, i seguenti documenti: I. contratti commerciali, lettere di intenti, ordini ecc. II. Esistenza di altri produttori dell'end of waste oggetto di istanza,

che hanno già un mercato o una domanda; III. Prodotto da recupero assimilabile ad una materia prima che ha già un mercato esistente e consolidato. 3. Indicazione del tempo di stoccaggio della sostanza/oggetto: deve essere presentata una valutazione del tempo di stoccaggio della sostanza/oggetto con riferimento alla sua eventuale degradazione e perdita delle caratteristiche di prodotto.>

Il proponente dichiara che il **mercato edile e il mercato del vetro** sono mercati esistenti, alla ricerca di prodotti innovativi. Dichiara che sono *in corso contatti e valutazioni con diversi produttori di settore*.

Per quanto attiene i tempi di stoccaggio *Viste le proprietà immutate nel tempo da parte delle perle vetrose, alla pari del vetro, il tempo di stoccaggio è dunque svincolato dalle proprietà chimico fisiche e prestazionali.*

Considerato che il proponente non risponde in merito all' **Esistenza di altri produttori dell'end of waste oggetto di istanza, che hanno già un mercato o una domanda**, si ritiene che debba precisare quanto sopra e, in mancanza di analoghi processi di produzione, debba fornire quanto prima gli esiti degli accordi in corso con gli eventuali acquirenti.

art.184-ter comma 1 lett.c)

Per quanto attiene la legislazione di prodotto e degli standard tecnico-prestazionali, in sintesi il proponente dichiara che *l'EOW costituito dalle "perle vetrose"*:

- *per l'utilizzo nella produzione di RIVESTIMENTI PER PAVIMENTAZIONI è riferibile a UNI 10966:2020– Sistemi resinosi per superfici orizzontali e verticali – Istruzioni per la progettazione e l'applicazione; CNR-DT 211/2014: Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo delle Pavimentazioni di Calcestruzzo (richiamata nella Circolare esplicativa delle NTC – Norme Tecniche per le costruzioni – 2018) ed ai singoli standard di prova citati nei suddetti documenti.*
- *per l'utilizzo nella produzione di SOTTOFONDO l'ulteriore normazione di carattere tecnico riferibile all'EOW costituito dalle "perle vetrose" è costituita dalle norme UNI EN 13813:2004: Massetti e materiali per massetti – Materiali per massetti – Proprietà e requisiti; Codice di buona pratica per i massetti di supporto per interni ed esterni, rev. 03/2017 approvata nella riunione della Sezione massetti CONPAVIPER del 5 aprile 2017. Per affinità, si è presa in considerazione anche la UNI 12620 – Aggregati per calcestruzzo. Anche in questo caso si considerano, in aggiunta, i singoli standard di prova citati nei suddetti documenti.*
- *per l'utilizzo nella produzione di AGGREGATO RECUPERATO l'ulteriore normazione di carattere tecnico riferibile all'EOW costituito dalle "perle vetrose" è costituita dal recente decreto EOW degli inerti, DM n. 152 del 27.09.2022, e dalle norme in essa richiamate in All. 1 Tabella 3 - Analiti da ricercare e valori limite, Tabella 4 - Norme tecniche per certificazione CE, e in All. 2 Tabella 5 - Norme tecniche per l'utilizzo dell'aggregato recuperato.*

Altra normativa nazionale specifica cui fare riferimento è il DM 05.02.1998 che, in merito al tema del recupero dei rifiuti vetrosi, nell'All. 1, Suballegato 1, al punto 2.1.3 lett. c) stabilisce i requisiti per la produzione di materie prime secondarie per l'edilizia.

Per l'utilizzazione, invece, nell'industria vetraria dell'EOW perle vetrose, la disciplina di riferimento rispetto alla quale deve sussistere la compliance è costituita dal Regolamento UE 1179/2012/UE, All. I, Punto 1, sotto punti 1.1, 1.2 e 1.3, circa le caratteristiche dei rottami di vetro

Per quanto sopra si ritiene necessario che l'autorizzazione EoW richiami il rispetto di tutte le norme sopra citate.

Il proponente ha anche effettuato una valutazione delle perle vetrose in relazione alla disciplina REACH concludendo che *non soddisfino i criteri di classificazione come sostanze pericolose a norma della direttiva CLP (Reg. 1272/2008 e s.m.i.) e non contengano determinati costituenti che soddisfano i criteri di classificazione come pericolosi a norma della stessa direttiva CLP, si può*

affermare che il prodotto derivante dal processo di ossicombustione, a norma dell'allegato V punto n. 11, vada esente dalla disciplina del Regolamento REACH.

Dichiara altresì che Ad ogni buon conto, ci si riserva, al di là di tutte le valutazioni tecnico-analitiche condotte, sin all'avvio del processo di recupero dei rifiuti e comunque anche successivamente in relazione all'effettiva qualità di prodotto in uscita dal processo – seppure l'esperienza sino ad oggi maturata mostri l'uniformità del prodotto perle vetrose, pure in presenza di diverse matrici di rifiuti alimentati all'impianto – di effettuare ogni ulteriore valutazione e approfondimento di carattere tecnico-scientifico e giuridico inerente l'eventuale applicabilità della disciplina del REACH e della disciplina CLP.

Pertanto si ritiene che la società debba effettuare una nuova valutazione di approfondimento inerente l'applicabilità della disciplina REACH e CLP, sulla produzione avviata, almeno sul primo lotto (corrispondente all'incirca a un anno di produzione secondo quanto dichiarato dalla parte).

Considerato che il trattamento avviene a temperature elevatissime, visti gli utilizzi cui le stesse perle vetrose sono destinate, si concorda con la società che le perle vetrose non possano dare luogo a rischi di natura sanitaria, che necessitino di definire standard sanitari di sorta.

art.184-ter comma 1 lett.d)

Per quanto attiene il quarto criterio specifico, affinché un rifiuto cessi tale qualifica, prescritto dal Legislatore Unionale e nazionale, quello per cui "l'utilizzo della sostanza o dell'oggetto non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o sulla salute umana" il proponente dichiara che *l'EOW perle vetrose, negli utilizzi cui sarà destinato, rispetti limiti e parametri definiti nelle norme richiamate, rappresenta, per equivalenza, la sussistenza del criterio specifico per cui l'utilizzo non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o sulla salute umana.* Aggiunge che, *in relazione alle norme tecniche di riferimento citate, si richiama il fatto che la norma UNI 12620, al punto 4.7 e in Appendice D, definisce le condizioni sulla dannosità delle polveri nell'aggregato fine. Ai sensi di ciò, si è verificata la non dannosità dell'Ossiéco facendo riferimento, in particolare, al punto (b) dell'Appendice D.*

Si prende atto di quanto dichiarato dal proponente.

CRITERI DETTAGLIATI DELL'ART. 184-ter COMMA 3 LETT. A)

In riferimento ai "materiali di rifiuto in entrata ammissibili ai fini dell'operazione di recupero" il proponente dichiara che *I materiali di rifiuto in entrata ammissibili ai fini dell'operazione di recupero e quindi per la produzione di EOW perle vetrose sono i seguenti codici EER nella seguente tabella*

Descrizione rifiuto	Quantità massime	Attività di provenienza	CER	Fase di utilizzo	Stato fisico	Caratt. Pericol.
	Non per. t/a					
1 Frazione solida	177.000	Trattamento rifiuti speciali e derivanti dal trattamento dei RUI	19.05.01 19.05.03 19.06.04 19.12.10 19.12.12	Preparazione slurry in Pre-trattamento rifiuto e Reattore	Solido	Nessuna
2 Frazione liquida	75.000	Trattamento rifiuti speciali	19.05.99 19.07.03	Preparazione slurry in Pre-trattamento rifiuto e Reattore	Liquido	

Dichiara inoltre che *L'utilizzo in ingresso dei detti codici EER, anche alla luce dei risultati richiamati nei paragrafi precedenti, garantisce gli standard tecnici ed ambientali previsti dalle norme pure citate per le perle vetrose a prodursi dal processo di ossicombustione.*

In realtà le caratteristiche chimiche dei rifiuti sopra riportati, anche se non pericolosi, possono variare notevolmente in funzione della provenienza, del periodo stagionale (in particolare il percolato), ecc..

Il proponente deve **specificare se la presenza di contaminanti più o meno accentuata, se non nei rifiuti almeno nello "slurry", possa influire sul processo e sulle caratteristiche dell'EoW ottenuto.**

CRITERI DETTAGLIATI DELL'ART. 184-ter COMMA 3 LETT. B)

Il secondo criterio dettagliato, prescritto dal Legislatore nazionale si riferisce ai "processi e tecniche di trattamento consentiti".

La società dichiara che *I parametri di processo da monitorare dell'Ossicombustione Flameless, al fine di garantire il raggiungimento degli standard tecnici ed ambientali dell'EoW, sono tutti definiti negli elaborati in ITG-RT-050 e ITC-RT-020*

Si prende atto di quanto dichiarato dal proponente.

CRITERI DETTAGLIATI DELL'ART. 184-ter COMMA 3 LETT. C)

Il terzo criterio dettagliato, prescritto dal Legislatore nazionale si riferisce ai "criteri di qualità per i materiali di cui è cessata la qualifica di rifiuto ottenuti dall'operazione di recupero in linea con le norme di prodotto applicabili, compresi i valori limite per le sostanze inquinanti, se necessario".

Il proponente riporta la tabella 3.7/1 con l'indicazione delle attività di controllo e monitoraggio qualitative e quantitative necessarie per la qualifica dell'EoW.

Prodotto (End of Waste)	Controllo quantità	Controllo qualità	Frequenz a del controllo qualità ^a	Modalità monito- raggio	Modalità di registrazion e e trasmissione	Destinazione del prodotto ^b (End Of Waste)	Reportin g
Material e vetroso "Ossieco "	Peso di ogni cassone scarrabil e in cui è stoccato	DM 05.02.98 All. 3. in relazione all'All. 1, Suball. 1 punto 2.1.3, c)	Ogni 2000 ton	Laborato -rio di terzi	Registro del "rifiuto cessato"	Registrazion e della tracciabilità di ogni produzione trasferita agli impianti di utilizzo + dichiarazion e di conformità	Annuale
		DM 152 del 27.09.22 All. 1 tabb. 2 e 3					
		Reg. UE 1179/201 2 All. I, Punto 1 – 1.2, 1.3					
		Tenore di TOC; Perdita per ignizione; Tab. 1 pag. 70 della BAT DEC. UE 2010/201 9					

A. La frequenza del controllo di qualità è definita anche in aderenza alle previsioni definite nel Reg. UE 1179/2012 All. I, Punto 1 nella parte in cui sono determinati gli "Obblighi minimi di monitoraggio" per il punto 1.2.

B. Il "rifiuto cessato", qualora non destinato ad effettivo ed oggettivo utilizzo entro 12 mesi dalla produzione, assumerà la qualifica di rifiuto con registrazione sui R di C/S a partire dalla stessa data.

Tabella 3.7/1 - l'indicazione delle attività di controllo e monitoraggio qualitative e quantitative necessarie per la qualifica dell'EOW

Si ritiene necessario di dover richiamare la suddetta tabella nell'atto di AIA riguardante l'EoW.

CRITERI DETTAGLIATI DELL'ART. 184-ter COMMA 3 LETT. D)

Il quarto criterio dettagliato, prescritto dal Legislatore nazionale si riferisce ai “*requisiti affinché i sistemi di gestione dimostrino il rispetto dei criteri relativi alla cessazione della qualifica di rifiuto, compresi il controllo della qualità, l'automonitoraggio e l'accreditamento, se del caso*”

La società dichiara che *Sarà adottato un sistema di gestione ambientale, integrato con quelli di qualità, sicurezza ed energia, che sarà in piena compliance con le BAT n. 1 della DEC UE 1147/2018 e la DEC. UE 2010/2019*

Nello specifico per la produzione, controllo, monitoraggio e gestione dell'EOW il Sistema di gestione dovrà prevedere:

- *i controlli in accettazione dei rifiuti utilizzati come materiale dell'operazione di recupero;*
- *il monitoraggio dei processi e delle tecniche di trattamento;*
- *la definizione del lotto dell'EoW e delle metodiche di campionamento ed analisi*
- *il monitoraggio della qualità dell'EoW ottenuto dall'operazione di recupero;*
- *le registrazioni dei controlli e monitoraggi effettuati;*
- *il riesame del sistema di gestione;*
- *la formazione del personale.*

Il proponente dichiara inoltre che verranno predisposte idonee procedure per le attività di controllo, monitoraggio e gestione dell'EOW ed in particolare di ogni lotto affinché si raccolga l'evidenza del rispetto delle condizioni e dei criteri previsti per la cessazione della qualifica di rifiuto. In adesione alla BAT n. 1 della DEC UE 1147/2018 e la DEC. UE 2010/2019 verrà adottata, ai fini del controllo operativo, anche una procedura che definisca le modalità e le frequenze di controllo dei rifiuti in ingresso, dell'EoW per lotti, le modalità di tracciabilità e identificazione del lotto. Le procedure tutte saranno rese disponibili all'Agenzia prima della messa in esercizio dell'installazione.

Sarà opportuno che il futuro SGA e le relative procedure vengano predisposte e fornite agli enti prima della messa in esercizio dell'installazione.

La società dichiara altresì che *considerando che la matrice vetrosa si presenta come un materiale granulare con un buon grado di omogeneità (si ricordi che l'eterogeneità è strettamente correlata alla variabilità composizionale dei rifiuti in ingresso utilizzati nella produzione dello slurry che, tuttavia, sono resi liquidi durante il processo e prima della formazione delle perle vetrose), è possibile ipotizzare, quale definizione di lotto delle perle vetrose, la seguente: “un quantitativo non superiore alle 2.000 tonnellate di perle vetrose” che, in considerazione della massa volumica apparente pari a circa 1,5 t/m³, corrisponderebbero a circa 1.300 metri cubi.*

La definizione quantitativa del lotto dovrà essere recepita nel documento EoW dell'autorizzazione che verrà rilasciata.

Si prende atto, inoltre, della descrizione della procedura di campionamento delle perle vetrose che dovrà essere adottata dalla società al fine di caratterizzare ogni lotto di EoW al fine di redigere la dichiarazione di conformità.

Si prende atto anche della proposta di seguito riportata:

Al termine del primo anno di produzione, i dati analitici ottenuti per ciascun parametro per il quale è previsto un valore limite devono essere processati statisticamente nel seguente modo: per ciascun parametro viene calcolata la mediana ed il valore ottenuto viene confrontato con l'80% del valore limite previsto.

Alla luce dei risultati ottenuti, la frequenza di campionamento successivamente al primo anno di produzione sarà:

– almeno quadrimestrale se la mediana dei valori ottenuti sia inferiore all'80% del valore limite previsto per tutti i parametri al fine di confermare la conformità statistica ai limiti;

– almeno trimestrale se la mediana dei valori ottenuti sia superiore all'80% del valore limite previsto, anche per un solo parametro, al fine di confermare la conformità statistica ai limiti.

CRITERI DETTAGLIATI DELL'ART. 184-ter COMMA 3 LETT. E)

Il quinto criterio dettagliato, prescritto dal Legislatore nazionale si riferisce ai “un requisito relativo alla dichiarazione di conformità”.

Il proponente dichiara *Si provvederà alla redazione del modello di dichiarazione di conformità coerente secondo il modello sotto riportato tratto dai modelli di cui ai regolamenti adottati dal Ministero per gli EOW inerti da costruzione, PFU, etc..*

Sarà opportuno che il proponente predisponga e trasmetta agli enti il modello di dichiarazione di conformità, come proposto, prima della messa in esercizio dell'installazione.

Infine, al paragrafo 5, sono riportate le analisi delle perle vetrose effettuate su campioni ottenuti durante le attività sperimentali.

Parametro	Unità di misura	Perle vetrose test del 25/06/2014
Residuo 600°C	%	99,6
Metalli		
Alluminio	%	6,426
Arsenico	%	n.r.
Boro	%	0,055
Bario	%	0,204
Bismuto	%	n.r.

□

Calcio	%	15,380
Cadmio	%	0,000
Cobalto	%	0,003
Cromo	%	0,168
Rame	%	0,183
Ferro	%	2,761
Potassio	%	1,539
Litio	%	n.r.
Magnesio	%	1,652
Manganese	%	0,092
Molibdeno	%	0,001
Sodio	%	7,032
Nichel	%	0,025
Piombo	%	0,160
Antimonio	%	0,011
Selenio	%	n.r.
Stagno	%	0,012
Stronzio	%	0,223
Titanio	%	0,216
Tallio	%	n.r.
Vanadio	%	0,004
Zinco	%	0,151

Tabella 5.2/1 – Risultati delle analisi sulle perle vetrose

Le concentrazioni di alcuni componenti ed in particolare alcuni metalli pesanti, risultano elevate se comparate ai limiti di qualità specifici del suolo rendendo particolarmente critico il riutilizzo di questi materiali in forma sciolta sul o nel terreno.

La Ditta deve effettuare anche l'analisi dei parametri previsti dalla Tabella 2, Allegato 1 al DM 152/2022.

Si prende atto, inoltre, che le perle vetrose, sottoposte a test di cessione di cui alla norma UNI EN 12457, dimostrano la conformità ai limiti previsti per l'accettabilità in discariche per rifiuti inerti.

Valutazione EoW anidride carbonica

Il proponente dichiara che *riguardo alla cattura e produzione di anidride carbonica, si precisa che la CO2 prodotta dall'installazione non è un End Of Waste ai sensi dell'art. 184-ter del D. Lgs. 152/06 e s.m.i.. Infatti, come definito dalla citata norma il presupposto per ottenere un rifiuto cessato (EoW) è la presenza e realizzazione, a monte, di un processo di trattamento di un rifiuto. Nella produzione di CO2, la materia prima oggetto di trattamento sono i gas di processo dell'impianto Isotherm che, subiscono il trattamento preliminare di deacidificazione e condensazione che danno luogo alla produzione di anidride carbonica grezza, gas poi trattato ulteriormente per la produzione finale della CO2 da commercializzare. Ove non fosse catturato il biossido di carbonio, questo costituirebbe a tutti gli effetti un effluente gassoso rilasciato in atmosfera. Difatti, i gas di processo dell'impianto Isotherm, rappresentano, a norma di legge, un'emissione costituita da un effluente gassoso emesso in atmosfera che, a norma dell'art. 185 comma 1 lett. a) del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., è escluso, ab origine, dall'ambito di applicazione della disciplina dei rifiuti. Conseguentemente, la produzione di CO2, si configura giuridicamente come un prodotto effettivo, derivante dai gas di processo dell'impianto Isotherm.*

Si condividono le argomentazioni riportate dal proponente.

Componente Rumore, vibrazioni, impatto elettromagnetico;

Documentazione esaminata: "VALUTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO AI SENSI DELL'ART.8 L.447/95", redatta il Maggio 2023 dal TCA Geom. Samuele Tolomei. (ERG-RT-010_Valutazione_dellimpatto_acustico_ai_sensi_dellart._81.447_95)

Esito dell'esame della documentazione

Tenuto conto dell'elevata distanza a cui si trovano i recettori più vicini all'impianto e al fatto che alcuni di essi allo stato attuale risulterebbero, secondo quanto deducibile dalla documentazione trasmessa, anche disabitati, si ritiene di non avere di niente di rilevante da segnalare in merito all'impatto acustico.

In merito all'impatto elettromagnetico:

DOCUMENTAZIONE ESAMINATA

- Progetto definitivo relazione tecnica GEN-RT-010 (Maggio 2023).
- Relazione impatto elettromagnetico IEM-RT-010 (Giugno 2023).
- Planimetrie e tavole di progetto.

DESCRIZIONE DEL PROGETTO ED ESAME DELLA DOCUMENTAZIONE: il progetto in esame prevede la realizzazione di un impianto di trattamento rifiuti mediante un particolare processo di ossidazione termica con una tecnologia di combustione senza fiamma (molto diverso dalla combustione tradizionale). L'impianto sarà realizzato presso il sito della società Belvedere a Legoli nel Comune di Peccioli. Il sito molto ampio, che ospiterà l'impianto di circa 3000 mq, sarà suddiviso in sette isole funzionali.

Per quanto riguarda l'impatto elettromagnetico delle nuove linee di processo da realizzare sono state esaminate, per ciascuna isola funzionale, le sorgenti di campi elettromagnetici a bassa frequenza presenti ed il loro impatto. In dettaglio:

- cabina MT/MT di allaccio alla rete nell'isola funzionale 1 nella porzione a nord-est dell'impianto in prossimità della viabilità di accesso;
- cabina MT/BT nell'isola funzionale 2 nell'angolo sud dell'impianto;
- locale QO2 nell'isola funzionale 3 nella porzione a sud-ovest dell'impianto;
- locale Generatore nell'isola funzionale 5 nella porzione a sud-ovest dell'impianto: generatore di taglia 13MW a 15kV;
- locale QO2 quadro di media tensione (6 kV) con una corrente nominale pari a 600 A per ciascuno dei due ingressi e cavidotto MT;
- locale QCO2 nell'isola funzionale 7 nella porzione a nord-ovest dell'impianto quadro di media tensione utente QCO2 (6 kV) con una corrente nominale pari a 400 A;
- locale QO2a e QO2b nell'isola funzionale 3 nella porzione a sud-ovest dell'impianto quadri generali di bassa tensione QO2a e QO2b con corrente nominale pari a 630 A ciascuno.

In tutti i casi gli impianti qui riportati non interferiscono con luoghi adibiti a permanenza prolungata superiore alle 4 ore /die, ad eccezione della cabina MT/BT nell'isola funzionale 2. Nel vano sottostante la cabina, caratterizzato dalla permanenza prolungata superiore alle 4 ore /die, non è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 μ T e, pertanto, è già prevista la schermatura del pavimento della cabina.

Per quanto riguarda i campi elettromagnetici la realizzazione dell'impianto di trattamento rifiuti mediante ossidazione termica senza fiamma è conforme a quanto previsto dal D.P.C.M. 08/07/2003 e non comporta criticità ambientali. Si esprime, per quanto riguarda l'impatto elettromagnetico, parere favorevole all'intervento in oggetto con la seguente prescrizione: con l'impianto a regime e realizzata la schermatura prevista, eseguire misure di induzione magnetica nel locale sottostante la cabina MT/BT nell'isola funzionale 2, al fine di verificare il rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 μ T.

4. CONCLUSIONI

Richiesta di integrazioni

aspetti ambientali:

- Dal momento che la Tecnologia OXI è stata, ad oggi, sviluppata attraverso campagne di prova sull'impianto prototipo da 5 MW ubicato all'interno del Centro Ricerche del Gruppo Sofinter a Gioia del Colle (BA), si richiede di trasmettere, se disponibile, documentazione tecnica riguardante le prestazioni di tale impianto, con particolare riferimento alle Matrici Emissioni atmosferiche e Rifiuti (EoW)

componente ambientale Atmosfera

- integrare il piano di monitoraggio relativo all'emissione EC1 in modo da tenere conto di quanto riportato alle Linee Guida della Regione Lombardia e dell'ARTA Abruzzo (**Allegato 1**, suddivisione biofiltro in sub-aree in cui il flusso possa considerarsi omogeneo, emissioni valutate per le singole sub-aree, ecc.)

Componente Ambiente idrico, suolo e sottosuolo

- documentazione integrativa che risponda alle richieste dei seguenti punti.

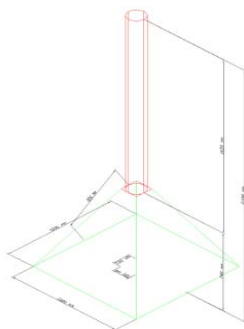
- l'impianto di trattamento delle AMPP è stato dimensionato sulla base di una superficie pari a 20.600 metri quadrati, ma in alcuni documenti si fa riferimento ad una superficie di 25.000 metri quadrati;
- non sono state allegate le schede tecniche degli additivi eventualmente utilizzati nel circuito delle acque delle torri evaporative e che potrebbero pertanto essere presenti nelle acque di spurgo;
- nella planimetria "AMD-EG-20_Planimetria_generale_di_progetto" sono riportate sigle identificative delle correnti di scarico e dei pozzetti di monitoraggio che non risultano coerenti con quanto descritto nelle relazioni di progetto (es. PF2 che sul PMC è relativo alle acque reflue assimilabili a domestiche, sulla planimetria viene inserito sulla tubazione di scarico delle AMDC + reflui industriali, PF4 che sul PMC è riferito alle acque per eventuale uso irriguo sulla planimetria è in corrispondenza della rete di scarico delle acque reflue assimilabili a domestiche ecc.). Non risulta, inoltre identificato il pozzetto di monitoraggio delle acque irrigue.

Componente Materiali di scavo, rifiuti e bonifiche

- Chiarire in modo univoco i quantitativi massimi in stoccaggio istantaneo richiesti
- Integrare l'elaborato ITG-RT-060 PRODUZIONE MATERIE PRIME Maggio 2023 come di seguito riportato:
 - fornire la documentazione originaria attestante i risultati delle prove di conformità delle perle vetrose alle norme UNI EN 13139 (aggregati per malte), UNI EN 12620, UNI 8520-1 Prospetto 1, UNI 8520-2 Appendice A UNI 11104 Prospetto 4, UNI EN 206 Appendice E, Dm 17 genn. 2018, NTC: Tab 11.2.II (aggregati per calcestruzzi);
 - relativamente alla produzione industriale di componenti di pavimentazioni per esterno, fornire una tabella di confronto tra le composizioni chimiche della mattonella (Tabella 3.1/1) realizzata con "Ossieco" con quelle di una mattonella realizzata con scaglie di basalto. Si fa presente che la prima presenta concentrazioni minime di toluene, 2-Etil-1 esanolo e metil isobutil chetone
 - relativamente all'utilizzo dell'EoW come inerte per la produzione di rivestimenti resinosi per pavimentazioni:
 - fornire la documentazione atta a dimostrare quanto affermato (analisi chimiche di entrambi i prodotti) per l'applicazione delle perle vetrose in mera sostituzione del basalto in scaglie
 - in merito alle caratteristiche di densità e porosità dell'Ossieco e del basalto di riferimento, specificare se le norme tecniche di riferimento stabiliscono dei valori di riferimento per tali parametri
 - relativamente all'utilizzo dell'EoW come aggregato recuperato, integrare l'elaborato ITG-RT-060 PRODUZIONE MATERIE PRIME con il confronto delle analisi effettuate sul prodotto tal quale con riferimento alle sostanze e ai limiti di cui alla Tabella 2, Allegato 1 al DM 152/2022
 - dal momento che non sono riportate informazioni in merito all'esistenza di altri produttori dell'EoW in questione, che abbiano già un mercato o una domanda nei settori dell'edilizia e del vetro, dettagliare quanto sopra e, in mancanza di analoghi processi di produzione, fornire quanto prima gli esiti degli accordi in corso con gli eventuali acquirenti
 - Fornire informazioni, se disponibili in letteratura o desunte da dati sperimentali, in merito al fatto che la presenza di contaminanti più o meno accentuata, se non nei rifiuti almeno nello slurry, possa influire o meno sul processo e sulle caratteristiche dell'EoW ottenuto.



LINEE GUIDA PER IL MONITORAGGIO DELLE EMISSIONI GASSOSE PROVENIENTI DAGLI IMPIANTI DI COMPOSTAGGIO E BIOESSICAZIONE



dott. Franco De Risio
Direttore del Dip.to Provinciale
ARTA CHIETI

dott. ing. Angela delli Paoli
Coll. Tecnico Prof.le
ARTA CHIETI

SOMMARIO

PREMESSA	1
1 IL CONTROLLO DEGLI ODORI.....	3
1.1 LA BIOFILTRAZIONE	4
1.2 STADI DEL PROCESSO.....	6
1.3 COMPONENTI COSTRUTTIVI	8
1.4 PARAMETRI DI DIMENSIONAMENTO	9
1.5 DOTAZIONI IMPIANTISTICHE MINIME E CONDIZIONI OPERATIVE OTTIMALI.	10
2 PIANO DI MONITORAGGIO E CONTROLLO	12
2.1 VALORI LIMITE, PARAMETRI DI MONITORAGGIO E FREQUENZA DEGLI AUTOCONTROLLI DELLE EMISSIONI PROVENIENTI DAL BIOFILTRO.	12
2.2 REQUISITI E MODALITÀ PER IL CONTROLLO	13
2.3 PARAMETRI SOTTOPOSTI A CONTROLLO TRIMESTRALE	13
<i>CONTROLLI A VALLE DEL BIOFILTRO.....</i>	<i>13</i>
2.3.1 <i>Mappatura delle velocità.....</i>	<i>13</i>
<i>Divisione in AREE.</i>	<i>13</i>
<i>Divisione in sub_aree</i>	<i>14</i>
2.3.2 <i>Individuazione delle subaree su cui effettuare il prelievo.....</i>	<i>16</i>
2.3.3 <i>Campionamenti delle emissioni</i>	<i>17</i>
2.3.4 <i>Determinazioni analitiche di NH₃, H₂S, COT.</i>	<i>17</i>
2.3.5 <i>Misura U.O.: Concentrazione di odore delle emissioni.....</i>	<i>17</i>
<i>CONTROLLO PARAMETRI DI FUZIONAMENTO DEL BIOFILTRO</i>	<i>17</i>
2.3.6 <i>Velocità media del modulo filtrante alla superficie</i>	<i>17</i>
2.3.7 <i>Carico specifico medio.....</i>	<i>18</i>
2.3.8 <i>Verifica del tempo di residenza medio.</i>	<i>19</i>
2.3.9 <i>Efficienza di abbattimento.</i>	<i>19</i>
2.3.10 <i>Controllo dell'umidità del letto del biofiltro</i>	<i>19</i>
<i>CONTROLLI A MONTE DEL BIOFILTRO</i>	<i>20</i>
2.3.11 <i>Misura U.O.: Concentrazione di odore delle emissioni</i>	<i>20</i>
2.4 PARAMETRI SOTTOPOSTI A CONTROLLO IN CONTINUO	20
<i>CONTROLLI A VALLE DEL BIOFILTRO.....</i>	<i>20</i>
2.4.1 <i>Temperatura</i>	<i>20</i>
2.4.2 <i>Umidità superficiale</i>	<i>21</i>
2.4.3 <i>pH.....</i>	<i>21</i>
<i>CONTROLLI A MONTE DEL BIOFILTRO.....</i>	<i>21</i>
2.4.4 <i>Umidità della corrente gassosa in ingresso al biofiltro.</i>	<i>21</i>
3 ATTREZZATURA NECESSARIA AL CAMPIONAMENTO DA BIOFILTRO.	24
3.1 DESCRIZIONE DELLA CAPP.....	24
3.2 CARATTERISTICHE DELL'ANEMOMETRO	24
3.3 STIMA DELLA VELOCITÀ DELL'EFFLUENTE IN USCITA DAL BIOFILTRO	24
3.4 PRESENTAZIONE DEI RISULTATI	26
4 CRITERI GENERALI DI MISURA DELLE IMMISSIONI.....	26
5 VALORI LIMITE E FREQUENZA DEGLI AUTOCONTROLLI PER LE EMISSIONI PROVENIENTI DALLA SEZIONE DI RAFFINAZIONE	27
6 PRESCRIZIONI SPECIFICHE.....	27
7 CRITERI DI MANUTENZIONE.....	28
ALLEGATI.....	30

Indice delle tabelle

<i>Tabella 1: Composti odorosi identificati presso impianti di compostaggio e le relative soglie di odore.</i>	<i>2</i>
<i>Tabella 2: Principali composti odorigeni riscontrabili in impianti di compostaggio e di trattamento meccanico biologico. Soglie di percettibilità olfattiva (100% ORC) e livelli ammissibili di esposizione negli ambienti di lavoro (TLV) in ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)</i>	<i>2</i>
<i>Tabella 3: Valori limite e valori guida relativi agli autocontrolli trimestrali.</i>	<i>12</i>
<i>Tabella 4: Valori guida relativi ai parametri sottoposti a controllo in continuo.</i>	<i>12</i>
<i>Tabella 5: Mappatura delle velocità.</i>	<i>15</i>
<i>Tabella 6: Mappatura delle velocità.</i>	<i>16</i>
<i>Tabella 7: Valori limite e prescrizioni per il camino asservito alla raffinazione.</i>	<i>27</i>
<i>Tabella 8: prospetto degli interventi di manutenzione.</i>	<i>29</i>

Premessa

Il processo di **bioconversione** è accompagnato dalla produzione di sostanze odorigene (acidi grassi volatili, ammine, ammoniacale, composti gassosi organici ed inorganici, ecc.) in quantità ponderalmente minime ma comunque potenzialmente moleste dal punto di vista olfattivo.

Il problema delle emissioni odorose è strutturale negli impianti di compostaggio, come in tutti quelli che gestiscono e trasformano grandi masse di sostanza organica: infatti, i processi di decomposizione o di semplice dispersione di composti organici, sono potenzialmente vettori di stimoli olfattivi.

Le emissioni odorose sono dovute alla presenza nelle arie esauste di cataboliti ridotti (composti non completamente ossidati dello zolfo, dell'azoto, del carbonio), che si pongono in contraddizione con le caratteristiche aerobiche del processo di compostaggio che dovrebbe portare alla produzione e al rilascio di cataboliti ossidati e inodori.

I motivi dello sviluppo dei suddetti fenomeni odorosi, a volte particolarmente intensi, possono essere ricondotti soprattutto alla presenza di situazioni processistiche o impiantistiche come:

- La presenza di sacche anaerobiche nei rifiuti,
- Lo scarso o impestivo utilizzo dell'aerazione forzata della biomassa,
- Rivoltamenti inopportuni o impestivi.

La prevenzione richiede dunque una buona attenzione ai connotati progettuali e alle condizioni gestionali dell'impianto.

Le fasi potenzialmente più odorigene sono ovviamente quelle iniziali del processo di bioconversione, durante le quali il materiale presenta ancora una putrescibilità elevata.

Allo scopo di ridurre le emissioni odorigene nell'ambiente esterno, gli impianti che trattano matrici ad elevata putrescibilità e gli edifici deputati alle fasi di ricevimento e bioossidazione devono essere confinati e mantenuti in **depressione**. Il tipo di tecnologie di aspirazione dell'aria e il numero di ricambi d'aria orari dipendono dal tipo di processo e dalla presenza di operatori nel locale, e devono, in ogni caso, garantire un microclima che rispetti i limiti di sicurezza e il relativo benessere prescritti dalle norme relative agli ambienti di lavoro.

Le arie aspirate devono poi essere avviate ad idoneo impianto di trattamento per abbattere gli inquinanti presenti nonché l'eventuale carica odorigena.

Composto	odore	soglia di odore bassa($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	soglia di odore alta ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ¹
Composti dello zolfo			
idrogeno solforato	uova marce	0.7	14
disolfuro di carbonio	dolce, sgradevole	24.3	23000
dimetilsolfuro	cavolo marcio	25	50.8
dimetildisolfuro	zolfo	0.1	346
dimetiltrisolfuro	zolfo	6.2	6.2
metilmercaptano	zolfo, aglio, pungente	0.04	82
etilmercaptano	zolfo, terra	0.032	92
Ammoniaca e composti dell'N			
NH ₃	pungente	26.6	39600
metilammina	pesce pungente	25.2	12000
dimetilammina	pesce	84.6	84.6
trimetilammina	pesce, pungente	0.8	0.8
scatolo	fecale, nauseante	$4 \cdot 10^{-5}$	268
Acidi grassi volatili			
acido formico	pungente, aspro	45	37800
acido acetico	di aceto	2500	25000
acido propionico	rancido, pungente	84	64000
acido butirrico	rancido	1	9000
acido valerianico	sgradevole	2.6	2.8
acido isovalerianico	formaggio rancido	52.8	52.8
Chetoni			
acetone	dolciastro, di menta	47500	161000
butanone (MEK)	dolciastro di acetone	737	147000
2-pentanone (MPK)	dolciastro	28000	45000
Altri composti			
benzotiozolo	penetrante	442	2210
acetaldeide	dolciastro, di erba	0.2	4140
fenolo	medicinale	178	2240

Tabella 1: Composti odorosi identificati presso impianti di compostaggio e le relative soglie di odore.

E' importante sottolineare che le molestie olfattive sono causate da sostanze presenti in quantità minime e che *alla molestia olfattiva, nel settore del compostaggio, non corrisponde in generale un impatto tossicologico.* (Tabella 2)

SOSTANZA	100%ORC	TLV
idrogeno solforato	1,4	14000
metilmercaptano	70	1000
dimetilsolfuro	16	
trimetilammina	9.8	24000
acido butirrico	73	
acido esanoico	29	
acetaldeide	549	180000

Tabella 2: Principali composti odorogeni riscontrabili in impianti di compostaggio e di trattamento meccanico biologico. Soglie di percettibilità olfattiva (100% ORC) e livelli ammissibili di esposizione negli ambienti di lavoro (TLV) in ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

¹ La soglia di percettibilità dell'odore (OT 50) è definita come la minima concentrazione di un composto odoroso che porta alla percezione dell'odore con una probabilità del 50% (soglia bassa). La soglia di riconoscimento al 100%(ORC100) è la concentrazione alla quale il composto viene identificato al 100%.

Dall'esame della **Tabella 2** è possibile rilevare che le soglie di percettibilità delle sostanze odorigene prodotte sono ben inferiori alle concentrazioni alle quali le stesse potrebbero ingenerare rischi sanitari (TLV).

Pertanto, le molestie olfattive che potrebbero ingenerarsi in seguito ad anomalie di processo, in quanto immediatamente percettibili, possono dare modo di intervenire tempestivamente per la loro risoluzione prima che possano originarsi rischi di tipo sanitario.

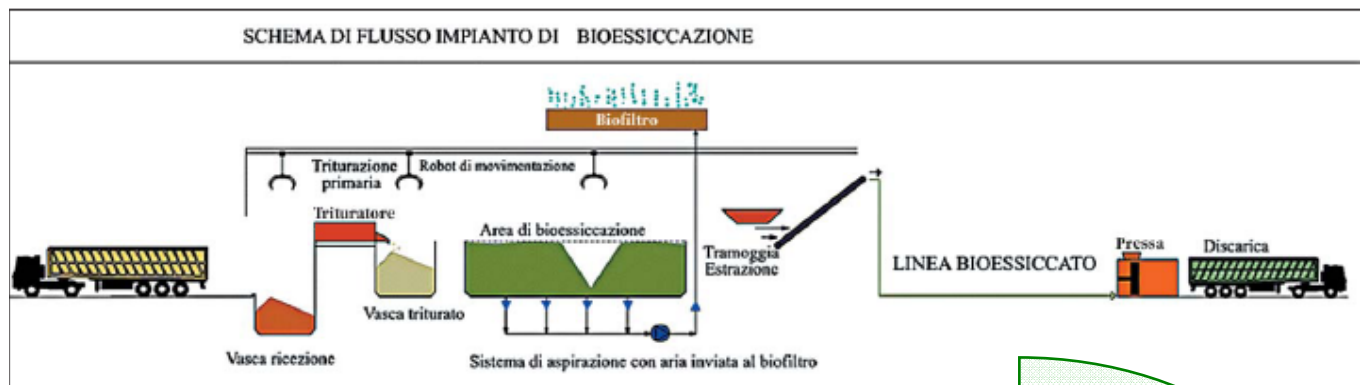


Figura 1: Schema di flusso tipico di un impianto di bioessiccazione e particolare del biofiltro ad esso asservito.

1 Il controllo degli odori

Gli odori che si producono negli impianti di compostaggio e bioessiccazione possono essere eliminati ricorrendo a sistemi tecnologici più o meno sofisticati. Presupposto affinché questi sistemi possano essere applicati è che le emissioni rilasciate dai materiali in trattamento siano intercettate. Ciò significa che le operazioni potenzialmente a rischio per la formazione di odori dovranno essere condotte in ambiente confinato dal quale sia possibile evacuare l'aria

arricchitasi di composti maleodoranti. Per il trattamento delle emissioni odorigene sono state proposte soluzioni impiantistiche che prevedono l'*assorbimento* su carbone attivo o altri materiali ad elevata capacità di trattenimento oppure la loro *combustione*.

Questi sistemi, benché risultati molto efficaci e con rese di abbattimento prossime al 99%, non hanno tuttavia trovato pratica applicazione a causa degli eccessivi costi complessivi del trattamento.

Pertanto, considerata la natura relativamente "diluata" dei composti odorigeni da trattare, che pone limiti strutturali all'efficienza dei sistemi chimico fisici di abbattimento, viene sempre più presa in considerazione l'utilizzazione dei **biofiltri** per il trattamento delle emissioni dovute agli impianti di compostaggio e bioessiccazione. Infatti, i sistemi biologici hanno mostrato buone capacità di rimozione e, soprattutto, caratteristiche spiccatamente adattative al variare della natura degli effluenti da trattare, garantendo un'adeguata rimozione degli inquinanti nonostante le attendibili fluttuazioni della composizione delle emissioni odorigene (per stagionalità dei conferimenti, variazioni nel flusso delle matrici da compostare, ecc..).

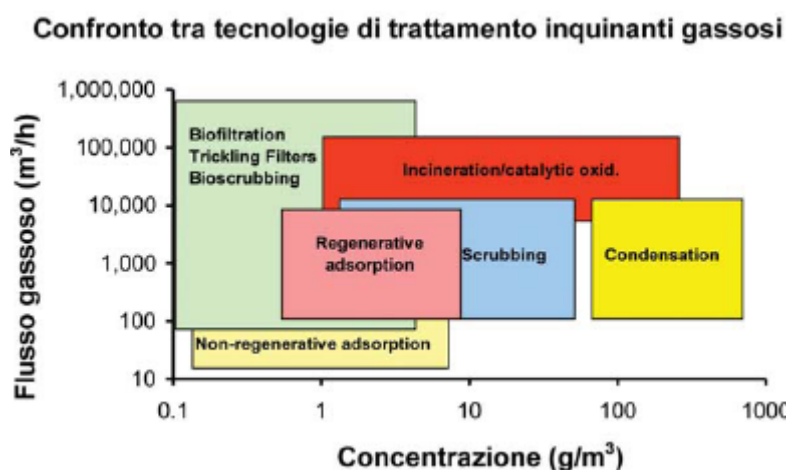


Figura 2: Le condizioni di migliore funzionamento dei sistemi biologici si hanno ad una concentrazione medio bassa di sostanze organiche nell'effluente gassoso.

1.1 La Biofiltrazione

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.

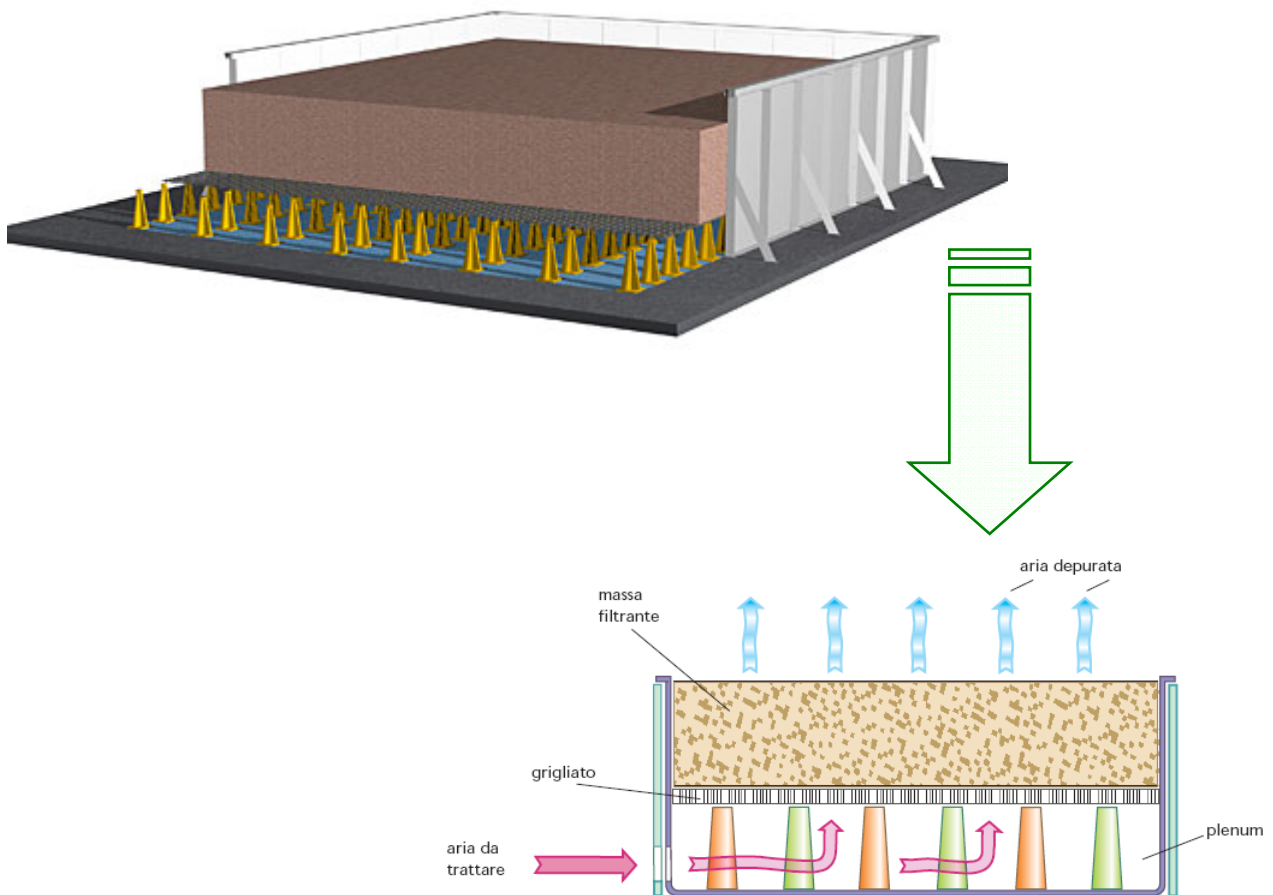


Figura 3: Particolare del sistema di distribuzione dell'aria al di sotto del biofiltro.

Prima dell'uscita dal letto filtrante, la corrente emissiva si arricchisce di CO_2 , 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, dietilammina, 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.

	Concentrazione ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) min – max	Efficienza (%) min – max	Concentrazione ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) min – max	Efficienza (%) min – max	Concentrazione ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) min – max	Efficienza (%) min – max
Acetaldeide	2100 – 2500	78 – 89	46 – 740	89 – 96	4.900 – 6.100	99
n -Butilacetato	150 – 425	97 – 99	30 – 120	83 – 96	170 – 980	73 – 99
Etilbenzene	250 – 310	12 – 42	60 – 190	27 – 61	250 – 740	16 – 43
2 – Etiltoluene	180 – 220	33 – 41	25 – 105	14 – 89	80 – 270	25 – 55
3,4 – Etiltoluene	480 – 640	23 – 45	70 – 260	38 – 96	230 – 1.000	48 – 77
Limonene	1.700 – 4.300	29 – 40	810 – 2.200	94 – 98	1.300 – 3.700	30 – 63
Toluene	490 – 550	16 – 39	130 – 280		460 – 1.000	7 – 36
m/p – Xylene	850 – 1.400	9 – 42	280 – 620	30 – 71	720 – 2.000	19 – 45
o – Xylene	260 – 290	23 – 41	60 – 150	7 – 63	160 – 650	20 – 45
Acetone	2.450 – 2.900	99 – 100	1.200 – 2.800	99 – 100	4.700 – 8.200	93 – 97
2 – Butanone	960 – 2.800	99 – 100	80 – 770	94 – 99	370 – 11.000	95 – 100
Etanolo	5.200 – 5.300	100	88 – 750	94 – 99	14.000 – 18.000	100
α – Pinene	370 – 700	8 – 44	280 – 790	53 – 83	560 – 930	5 – 39
β – Pinene	330 – 800	12 – 44	120 – 300	53 – 81	230 – 490	38 – 49

Fonte: "Best Available Techniques Reference Document for the Waste Treatments Industries" [132 UBA, 2003]

Figura 4: Efficienza di abbattimento dei biofiltri per alcuni intervalli di concentrazione tipici degli impianti di trattamento meccanico biologico.

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.

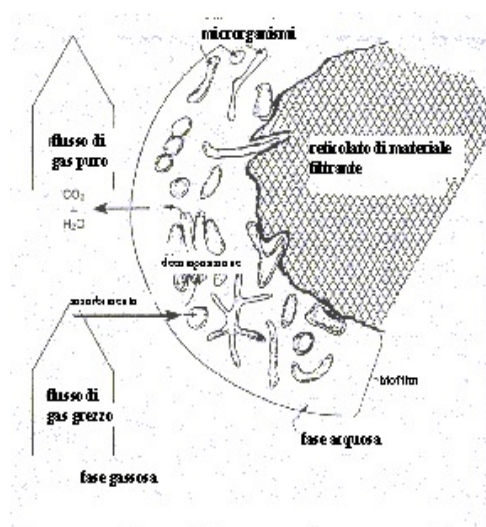
Al fine di ottenere una buona efficienza del biofiltro le sostanze da rimuovere devono avere due caratteristiche fondamentali:

- Facile biodegradabilità;
- Non tossicità per i microrganismi.

1.2 Stadi del processo

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:** le arie derivanti dai TMB possono avere concentrazioni di COV estremamente variabili in funzione della zona dell'impianto da cui provengono:

U.O.: Unità Olfattometriche

Area operativa	U.O. (m³/h)
Ricezione	470
Pretrattamento	142
Superficie dei cumuli (prima fase compostaggio)	2000 - 70000
Superficie dei cumuli (maturazione)	100 - 10000
Vagliatura	118
Aria in uscita dal biofiltro	< 200 - 300

Figura 5: Concentrazione di odore (espressa come U.O.) presente nelle arie provenienti dalle diverse fasi di un processo di compostaggio.

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 aree a diversa attività biologica.

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. E' 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:

1. la predisposizione di un sistema di distribuzione efficace al di sotto del letto di biofiltrazione;
2. la prevenzione del compattamento della biomassa filtrante per evitare una "cortocircuitazione" delle arie.

A tal proposito, **indagini anemometriche** periodiche sulla superficie del biofiltro si rivelano **decisive** per controllare la uniforme distribuzione dell'alimentazione del biofiltro.

1.3 Componenti costruttivi

Costruttivamente nei biofiltri si individuano i seguenti componenti:

1. 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.

2. 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.

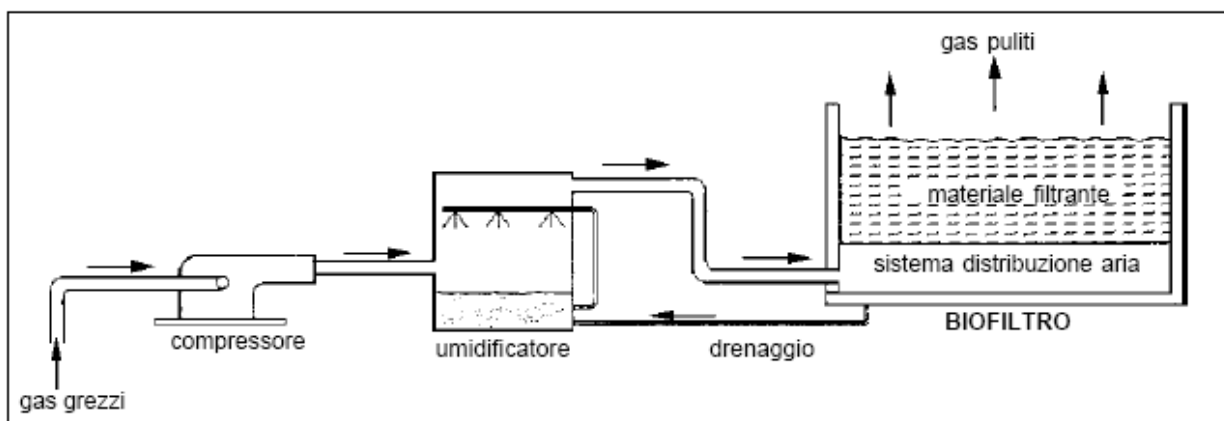


Figura 6: Percorso del gas da trattare in ingresso al biofiltro.

3. 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, molto meno diffusi dei precedenti perchè di più recente applicazione. 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.

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

Come già precedentemente illustrato, 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 60l/giorno (carico specifico $100\text{Nm}^3/\text{m}^2\text{h}$; altezza del letto 1 m).

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

1.4 Parametri di dimensionamento

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 :

1. **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 $200 \text{ Nm}^3/\text{m}^2 \text{ h}$.
2. **Carico specifico volumetrico:** inteso come quantitativo di aria da trattare nell'unità di tempo e per unità di volume di biofiltro. Anche se sono stati riportati casi di buona efficienza di letti filtranti con carichi specifici fino a $400 \text{ Nm}^3/\text{m}^3 \text{ h}$, 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.
3. **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

$$\text{Tr(s)} = \frac{3600}{\text{Cs}}$$

dove:

Tr = tempo di residenza

Cs = carico specifico volumetrico.

4. **Carico volumetrico:** è definito come la massa di COV che arriva al biofiltro, per unità di volume di mezzo filtrante, nell'unità di tempo ($\text{g} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$). In impianti di compostaggio il carico viene espresso in U.O. (unità olfattometriche).
5. **Capacità di rimozione:** è la misura della rimozione dei COV da parte di un determinato carico volumetrico ($\text{g} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$), ovvero indica il quantitativo di COV(g), che può essere trattenuto nel mezzo filtrante (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.
6. **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 migliorarne significativamente l'efficienza, al contrario, altezze inferiori non assicurerebbero un tempo di residenza adeguato.

1.5 Dotazioni impiantistiche minime e condizioni operative ottimali.

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. Efficienza di abbattimento minima del 99%, in modo tale da assicurare un valore in uscita dal biofiltro inferiore o uguale a 300 U.O.
8. Predisposizione del letto di biofiltrazione atto ad evitare fenomeni di canalizzazione dell'aria dovuti ad effetto bordo.
9. 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.
10. Tempo di contatto degli effluenti (tempo di residenza) non inferiore a 36 secondi (tempo ottimale 45 sec).
11. Altezza del letto di biofiltrazione compresa fra 100 e 200 cm
12. Adeguato dimensionamento della portata oraria specifica in modo da garantire l'abbattimento del carico odorigeno delle aree da trattare. Il valore di riferimento per la portata specifica riportato nella norma regionale è $80-100\text{Nm}^3\text{h}^{-1}\text{m}^{-3}$, dai dati reperiti in letteratura **80** è indicato quale **valore ottimale**.
13. Dimensionamento del sistema di convogliamento degli effluenti aeriformi che tenga conto delle perdite di carico dovute all'eventuale impaccamento delle torri ad umido e/o della porosità del mezzo filtrante.
14. L'eventuale copertura-chiusura fissa o mobile può essere prevista in funzione delle seguenti condizioni:
 - A. Vicinanza di un centro urbano ancorché l'impianto sia dislocato in zona industriale
 - B. Vicinanza di un centro urbano anche se l'impianto è dislocato in zona agricola
 - C. Dislocazione in località ad elevata piovosità media (acqua meteorica $>2000\text{ mm/anno}$).

2 PIANO DI MONITORAGGIO E CONTROLLO

Il piano di monitoraggio e controllo dovrà prevedere la verifica del rispetto dei valori limite nonché delle condizioni operative ottimali. Inoltre, in sede autorizzatoria, sarà verificata l'adeguatezza delle dotazioni impiantistiche minime e la loro rispondenza alle MTD.

2.1 Valori limite, parametri di monitoraggio e frequenza degli autocontrolli delle emissioni provenienti dal biofiltro.

In riferimento alle norme vigenti, alle migliori tecniche disponibili e alle considerazioni precedentemente esposte si propongono i limiti e i parametri tecnici riportati nelle tabelle seguenti.

PARAMETRI SOTTOPOSTI A CONTROLLO TRIMESTRALE

PARAMETRO	VALORE LIMITE	METODICA
CONTROLLI A VALLE DEL BIOFILTRO		
Mappatura delle velocità	/	Modalità riportata nel paragrafo 2.3.1
Individuazione dei punti di prelievo	/	Modalità riportata nel paragrafo 2.3.2.
NH ₃ (mg/Nmc)	5	unichim 632
H ₂ S (mg/Nmc)	3,5	unichim 634
COT (mg/Nmc)	50	unichim 631
U.O.	300	EN 13725
CONTROLLO DEL FUNZIONAMENTO DEL BIOFILTRO		
Carico specifico medio	$\leq 80 \text{ Nm}^3/\text{h} \cdot \text{m}^3$	Modalità riportata nel paragrafo 2.3.7
Tempo di residenza medio	$> 36 \text{ s}$	Modalità riportata nel paragrafo 2.3.8
Efficienza media di abbattimento	99%	Modalità riportata nel paragrafo 2.3.9
Umidità BIOFILTRO	40-60%	Modalità riportata nel paragrafo 2.3.10
CONTROLLI A MONTE DEL BIOFILTRO		
U.O.		EN 13725

Tabella 3: Valori limite e valori guida relativi agli autocontrolli trimestrali.

PARAMETRI SOTTOPOSTI A CONTROLLO IN CONTINUO

PARAMETRO	VALORE LIMITE	METODICA
CONTROLLI A VALLE DEL BIOFILTRO		
Temperatura BIOFILTRO	15-40°C	Modalità riportata nel paragrafo 2.4.1
CONTROLLI A MONTE DEL BIOFILTRO		
Umidità superficiale BIOFILTRO	95-100%	Modalità riportata nel paragrafo 2.4.2
pH	5-7	Modalità riportata nel paragrafo 2.4.3
Umidità corrente gassosa in ingresso al BIOFILTRO	95-100%	Modalità riportata nel paragrafo 2.4.4

Tabella 4: Valori guida relativi ai parametri sottoposti a controllo in continuo.

2.2 Requisiti e modalità per il controllo

- Gli inquinanti ed i parametri, le metodiche di campionamento e di analisi, le frequenze ed i punti di campionamento devono rispettare quanto riportato nella **Tabella 3**
- I controlli dovranno essere eseguiti nelle più gravose condizioni di esercizio dell'impianto.
- I punti di emissione devono essere chiaramente identificati mediante apposizione di idonee segnalazioni.
- L'accesso ai punti di prelievo deve essere sempre garantito e deve possedere i requisiti di sicurezza previsti dalle norme vigenti.

I risultati delle analisi eseguiti sulle emissioni devono riportare i seguenti dati:

- a. Concentrazione degli inquinanti espressa in mg/Nm^3 ;
- b. Portata dell'aeriforme espressa in Nm^3/h ;
- c. Il dato di portata deve essere riferito alle condizioni di normalità ($273,15\text{ }^\circ\text{K}$ e $101,323\text{kPa}$);
- d. Temperatura dell'aeriforme espressa in $^\circ\text{C}$;
- e. Ove non indicato diversamente, il tenore dell'ossigeno di riferimento è quello derivante dal processo.

2.3 Parametri sottoposti a controllo trimestrale

CONTROLLI A VALLE DEL BIOFILTRO

Per ogni campagna di monitoraggio sarà effettuata:

- la mappatura delle velocità,
- la scelta dei punti dove effettuare il prelievo,
- il campionamento degli effluenti.

2.3.1 Mappatura delle velocità.

Prima di procedere all'effettuazione dei campionamenti è necessario verificare l'assenza di flussi preferenziali mediante il riscontro dei valori delle velocità in uscita dell'effluente.

I valori di velocità dovranno essere rilevati, mediante anemometro allocato nel punto di prelievo di una cappa acceleratrice (**vedi paragrafo 3**), su sub_aree opportunamente individuate secondo i criteri di seguito descritti.

Divisione in AREE.

Preliminarmente la superficie del biofiltro sarà suddivisa in aree. La divisione in aree di opportune dimensioni è finalizzata ad impedire che, in presenza di grosse superfici, i campionamenti possano localizzarsi solo in alcune porzioni del biofiltro.

Pertanto, qualora la superficie dei moduli filtranti fosse superiore a **100 mq**, si procederà alla suddivisione del modulo in un numero di aree tale che la superficie da indagare sia $\leq 100\text{mq}$. In tutti gli altri casi le aree da indagare coincideranno con i moduli filtranti.

Ad esempio, supponendo di dover controllare un biofiltro costituito da un unico modulo filtrante di superficie pari a 180mq, sarà necessario suddividerlo in 2 aree ciascuna da 90 mq.

Se al contrario il biofiltro fosse costituito da 3 moduli filtranti da 60 mq ciascuno, le aree da indagare coinciderebbero con i moduli filtranti.

Individuate le aree le stesse saranno suddivise in sub_aree.

Divisione in sub_aree

Per ogni area sarà individuato un numero di sub_aree pari al valore dato dalla seguente formula:

Formula 1 $N = 0,2 * S$

Dove:

N = numero sub_aree

S = superficie dell'area

Le sub aree dovranno essere delimitate in maniera tale da approssimarle il più possibile ad una forma quadrata al fine di individuare nell'area considerata una griglia che permetta la formazione di una scacchiera.

Esempio 1: Superficie biofiltro con modulo di 50 mq (10*5)

Si individuano il numero delle sub_aree

$$N = 0,2 * 50 = 10.$$

Ottenuto il numero delle sub_aree, le stesse saranno delimitate in maniera tale da approssimarle il più possibile ad una forma quadrata es. 2*2,5.

	a	b	c	d	e
1	a1 5 mq	b1 5 mq	c1 5 mq	d1 5 mq	e1 5 mq
2	a2 5 mq	b2 5 mq	c2 5 mq	d2 5 mq	e2 5 mq

Sulla griglia ottenuta tracciamo una scacchiera come da figura seguente:

	a	b	c	d	e
1	a1	b1	c1	d1	e1
2	a2	b2	c2	d2	e2

Individuata la scacchiera, la determinazione delle velocità sarà effettuata operando o sulla scacchiera bianca o su quella gialla, nel nostro caso supponiamo di operare nelle sub_aree colorate in giallo (pertanto sul 50% delle sub_aree individuate).

Determinate le velocità nelle sub_aree considerate si compilerà la seguente tabella (riportata anche in allegato).

N.	codice campione	area	sub_area	velocità (m/s) (al punto di prelievo della cappa)
		1	a1	1,1
		1	c1	0,9
		1	e1	1,2
		1	b2	0,6
		1	d2	1,4
VELOCITA' MEDIA DELL'AREA				1,04

Tabella 5: Mappatura delle velocità.

Esempio 2: Superficie biofiltro = 180 mq (60*3 mq)

In questo caso il biofiltro è costituito da un unico modulo filtrante da 180 mq. Poiché la superficie delle aree non dovrà essere superiore a 100mq, il biofiltro sarà idealmente suddiviso in due aree da 90 mq (30*3). Pertanto si avrà la seguente ripartizione:

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	l	m	n	o	p	q	r	s	t	
1	area 1										area 2								
2																			

Figura 7 Sono state individuate due aree da 90 mq.

Si procederà poi, come precedentemente descritto, all'individuazione delle sub_aree, il cui numero è dato dalla formula:

$$N = 0,2 * 90 = 18.$$

Ogni sub_area avrà una superficie di 5 mq (3,3*1,5) e le misurazioni di velocità saranno effettuate, secondo un criterio a scacchiera, nelle sub_aree colorate in giallo.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	l	m	n	o	p	q	r	s	t
1	a1	b1	c1	d1	e1	f1	g1	h1	i1	l1	m1	n1	o1	p1	q1	r1	s1	t1
2	a2	b2	c2	d2	e2	f2	g2	h2	i2	l2	m2	n2	o2	p2	q2	r2	s2	t2

Figura 8: Sono state individuate 18 sub_aree da 5 mq per ogni area. In totale, relativamente al modulo filtrante sono state individuate 36 sub_aree.

Una volta eseguita la mappatura delle velocità si procederà al calcolo della velocità media delle singole aree.

N. biofiltro	codice campione	area	sub area	velocità (m/s) (al punto di prelievo della cappa)
		1	a1	1,1
		1	c1	0,9
		1	e1	1,2
		1	g1	0,6
		1	i1	0,7
		1	b2	1,5
		1	d2	1,9
		1	f2	0,9
		1	h2	0,88
		2	m1	1
		2	o1	1,3
		2	q1	1,7
		2	s1	0,9
		2	l2	0,55
		2	n2	1,38
		2	p2	1,1
		2	r2	0,7
		2	t2	1,3
VELOCITA' MEDIA DELLE AREE				1,09

Tabella 6: Mappatura delle velocità.

2.3.2 Individuazione delle subaree su cui effettuare il prelievo.

Una volta eseguita la mappatura delle velocità dell'effluente si procederà all'effettuazione del campionamento delle emissioni

Il criterio che si è scelto di adottare è il seguente:

- Per ogni campagna di monitoraggio (4 l'anno) dovranno essere individuate scacchiere alterne su cui misurare la velocità. (ad esempio nei casi previsti precedentemente 1° campagna scacchiera gialla, 2° campagna scacchiera bianca, 3° campagna scacchiera gialla, 4° campagna scacchiera bianca.)
- Nel corso di ogni campagna di monitoraggio, per ogni scacchiera individuata nella propria area di appartenenza, dovrà essere sempre effettuato un numero di campionamenti pari al 50% delle sub_aree risultanti, scegliendo quelle a velocità più elevata.

Tale procedura comporterà che ogni anno sarà effettuato un numero di campionamenti pari al totale delle sub_aree individuate per ogni area.

2.3.3 Campionamenti delle emissioni

I campionamenti saranno eseguiti in corrispondenza del centro delle sub_aree precedentemente individuate, come riportato al **paragrafo 2.3.2**, e dovranno essere effettuati seguendo le norme di buona tecnica adottate per le emissioni convogliate utilizzando un camino acceleratore come descritto al **paragrafo 3**

2.3.4 Determinazioni analitiche di NH₃, H₂S, COT.

Per la determinazione dell'**ammoniaca ed acido solfidrico** si farà riferimento ai metodi UNICHIM riportati in **Tabella 3**.

Quale ulteriore indicatore (rispetto alle misure olfattometriche) della presenza di COV (metanici e non) nelle emissioni gassose si è deciso di monitorare il contenuto di **COT**, anche in questo caso si rimanda alla metodica UNICHIM riportata in **Tabella 3**.

2.3.5 Misura U.O.: Concentrazione di odore delle emissioni

La valutazione dei composti organici odorigeni verrà eseguita in base ai principi **dell'olfattometria**. La valutazione olfattometrica dovrà essere effettuata secondo le procedure previste dalla metodica **UNI EN 13725:2004** – “Determinazione della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica”.

CONTROLLO PARAMETRI DI FUZIONAMENTO DEL BIOFILTRO

2.3.6 Velocità media del modulo filtrante alla superficie

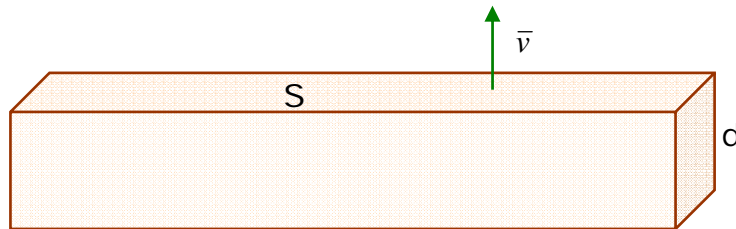
Effettuata la mappatura delle velocità medie delle singole aree (**vedi paragrafo 2.3.1**) con misure di velocità che, si ricorda, vengono eseguite nel punto di prelievo situato nella canna fumaria della cappa acceleratrice, al fine di verificare i parametri di funzionamento del biofiltro è necessario riferire tale velocità media alla superficie di tutto il modulo filtrante. Tale dato, indicato con \bar{v} , sarà calcolato moltiplicando 0,0176 (**vedi paragrafo 3**) per la velocità media delle aree (**vedi tabella 5 o 6**)

2.3.7 Carico specifico medio

Per il calcolo del carico specifico medio dato dalla formula

Formula 2
$$Cs = \frac{Q}{V}$$

è necessario conoscere il volume , la portata volumetrica oraria, e quindi, la velocità media del flusso gassoso in uscita dalla superficie del biofiltro. A tal proposito siano:



S = superficie geometrica del biofiltro (m^2);

d = altezza del biofiltro (m);

V = volume biofiltro (m^3);

\bar{v} = velocità media modulo filtrante (m/s);

Q = portata volumetrica (Nm^3/h);

Note le caratteristiche geometriche del biofiltro è noto il volume:

Formula 3
$$V = S \cdot d$$

Determinata la velocità media della corrente in uscita dal biofiltro (\bar{v}) è possibile determinare la portata volumetrica oraria che sarà uguale a:

Formula 4
$$Q\left(\frac{Nm^3}{m^3h}\right) = \bar{v} \cdot S \cdot 3600.$$

E' ora possibile determinare il carico specifico medio e verificare che esso sia conforme al valore guida proposto $\leq 80 \frac{Nm^3}{m^3h}$

Poiché $Cs = \frac{Q}{V}$

Sostituendo a Q la **Formula 4** e a V la **Formula 3** si avrà:

Formula 5
$$Cs = \frac{Q}{V} = \frac{\bar{v} \cdot \cancel{S} \cdot 3600}{\cancel{S} \cdot d} \leq 80 \frac{Nm^3}{m^3h}$$

2.3.8 Verifica del tempo di residenza medio.

Il tempo di residenza medio (Tr) per definizione è dato dalla seguente formula:

Formula 6:
$$Tr = \frac{VOLUME}{PORTATA} = \frac{V}{Q}$$

Tale definizione coincide con il reciproco del carico specifico medio (vedi **Formula 5**), pertanto avremo che:

Formula 7
$$Tr[h] = \frac{1}{Cs}$$

Essendo il carico specifico medio riferito all'ora, anche il Tempo di residenza deve intendersi riferito all'ora; pertanto al fine di esprimere il tempo di residenza in secondi sarà sufficiente moltiplicare la **Formula 7** per 3600 e ottenere la **Formula 8**:

Formula 8
$$Tr[s] = \frac{3600}{Cs} > 36s$$

Il tempo di residenza medio può essere calcolato anche direttamente dalla velocità media della corrente gassosa, infatti essendo $\bar{v} = \frac{\text{spazio_percorso}}{\text{tempo}}$ ed essendo lo spazio percorso uguale allo spessore del biofiltro (d) e il tempo uguale al tempo di residenza medio (Tr) si avrà che:

Formula 9
$$Tr = \frac{d}{\bar{v}} > 36 s$$

2.3.9 Efficienza di abbattimento.

L'efficienza di abbattimento sarà monitorata confrontando le U.O. a monte e a valle del biofiltro. Tale parametro è un importante indicatore sia delle condizioni operative del biofiltro che della sua durata temporale. Infatti, una brusca diminuzioni dell'efficienza di abbattimento potrà richiedere o una modifica delle condizioni operative o l'inoculo di nutrienti o addirittura la sostituzione del biofiltro.

Formula 10
$$EFFICIENZA = \frac{U.O.valle}{U.O.monte} * 100 > 99\%$$

Pertanto, come riportato in **Tabella 3**, per ogni campagna di monitoraggio sarà necessario effettuare un **campionamento** anche **a monte** del biofiltro ed effettuare la determinazione delle U.O.

A tale scopo la condotta di adduzione al presidio depurativo dovrà essere equipaggiata con opportuno punto di prelievo.

2.3.10 Controllo dell'umidità del letto del biofiltro

Il livello di umidità del letto non può essere monitorato in continuo, in quanto non esistono sistemi adatti al rilevamento di tale parametro all'interno di un mezzo eterogeneo quale il sistema del letto filtrante. Eventuali sonde, infatti, misurerebbero semplicemente l'umidità

dell'atmosfera presente negli interstizi, senza fornire valori attendibili dell'umidità effettiva del letto. Per questo motivo l'umidità del letto del biofiltro sarà controllata periodicamente tramite un programma di campionamenti puntuali del materiale stesso.

Tali campionamenti verranno effettuati prelevando una parte del materiale filtrante a 20 e 50cm di profondità in 5 punti distinti del letto filtrante opportunamente scelti in maniera rappresentativa.

Tutte le porzioni prelevate verranno mescolate insieme per poi procedere, tramite inquartamento, all'ottenimento di un campione rappresentativo di ciascun modulo filtrante da inviare in laboratorio per la determinazione dell'umidità. La determinazione sarà effettuata ponendo in forno, a 105°C per 45 minuti, una quota del campione. Si estrarrà il campione dal forno e lo si porrà all'interno di un essiccatore per 30 minuti, in modo da raffreddarlo senza che riassorba umidità dall'esterno. Si eseguirà quindi la pesata nel minor tempo possibile e si ripeterà l'operazione fino a peso costante.

Il valore ottimale di umidità da rispettare è compreso tra 40-60%.

CONTROLLI A MONTE DEL BIOFILTRO

2.3.11 Misura U.O.: Concentrazione di odore delle emissioni

Per ogni campagna di monitoraggio dovrà essere effettuata la valutazione dei composti organici odorigeni, in base ai principi **dell'olfattometria**, a monte del presidio depurativo. La valutazione olfattometrica dovrà essere effettuata secondo le procedure previste dalla metodica **UNI EN 13725:2004** – "Determinazione della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica".

2.4 Parametri sottoposti a controllo in continuo

Ciascun biofiltro dovrà essere dotato di strumentazione automatica per la misura della temperatura, dell'umidità nella condotta di adduzione, dell'umidità superficiale e del pH.

Tutti i parametri per cui è prevista la misurazione in continuo devono essere registrati ed archiviati in via informatica.

CONTROLLI A VALLE DEL BIOFILTRO

2.4.1 Temperatura

Per il rilievo in continuo della temperatura dei biofiltri si utilizzeranno sonde appropriate poste sul letto filtrante.

Il range di temperatura che bisognerà rispettare è compreso tra 15 e 40°C, dal momento che questi valori sono ottimali, almeno dal punto di vista termico, per l'attività degradatoria dei microrganismi aerobi presenti nel letto del biofiltro. Temperature non ottimali, infatti, rallenterebbero le reazioni di degradazione.

2.4.2 Umidità superficiale

La misura in continuo dell'umidità superficiale del biofiltro dovrà essere effettuata tramite un trasduttore di umidità. Il valore di umidità relativa dovrà essere al di sopra del 95%: se si registra un valore inferiore al 95%, si dovrà procedere con la umidificazione del biofiltro per circa 30-60 minuti.

In generale la quantità di acqua necessaria a mantenere un livello ottimale di umidità è stimata in fase progettuale ed è un parametro presente nella letteratura di settore (40-60 litri al giorno per metro cubo di biofiltro).

2.4.3 pH

Per la misurazione in continuo del pH si potrà procedere con un pHmetro posizionato direttamente nei pozzetti di raccolta del percolato dei biofiltri, considerata la difficoltà di effettuare tale determinazione direttamente sul materiale filtrante del biofiltro essendo lo stesso costituito da matrice solida.

CONTROLLI A MONTE DEL BIOFILTRO

2.4.4 Umidità della corrente gassosa in ingresso al biofiltro.

Per ogni campagna di monitoraggio sarà effettuato un controllo della corrente gassosa a monte del biofiltro, pertanto la condotta di mandata dovrà essere attrezzata con opportuno punto di prelievo.

Tale controllo potrà essere effettuato mediante trasduttore di umidità allocato o nella condotta di adduzione del biofiltro o nei plenum di distribuzione.

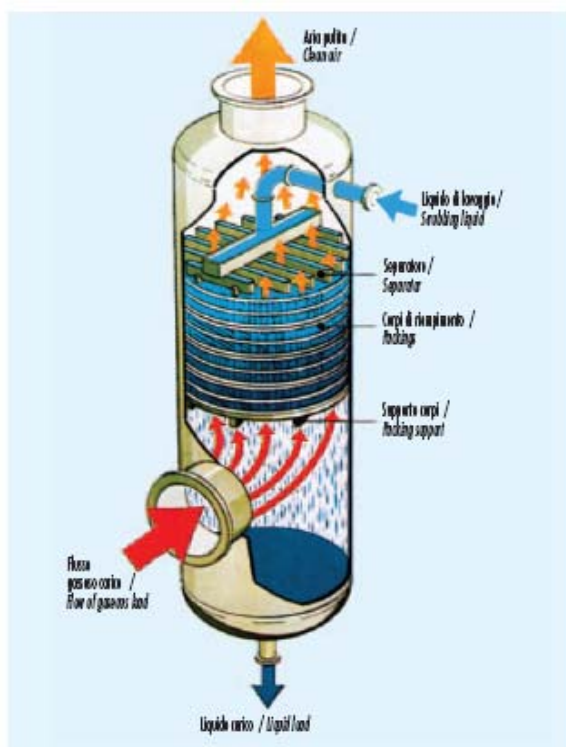


Figura 9: Particolare di scrubber asserviti agli impianti di trattamento meccanico biologico. Dettaglio costruttivo di uno scrubber.

Tale riscontro ha lo scopo di verificare:

1. **l'efficienza di abbattimento del biofiltro:** infatti il confronto fra le U.O. a monte e a valle del presidio depurativo consentirà di valutare l'efficienza di abbattimento del presidio stesso. (vedi **Formula 10**)
2. **l'umidità relativa della corrente di ingresso al biofiltro:** come è stato rilevato, la corrente in ingresso al biofiltro deve essere prossima alla saturazione. (U.R.= min 95%).

Dati di monitoraggio esistenti rivelano che le arie che derivano dalla biossificazione dei cumuli sono nella maggior parte dei casi già sature e pertanto non necessitano di un'ulteriore umidificazione.

Nel caso in cui i dati riscontrati durante il funzionamento dell'impianto rilevassero un tenore di umidità inadeguato, si potrà optare per uno scrubber ad acqua la cui funzione principale è quella di umidificare la corrente gassosa che contribuirà, anche se in misura ridotta, ad abbattere i COV non metanici (e di conseguenza a ridurre le U.O.). L'entità di abbattimento di tale scrubber in termini di COV, data la scarsa solubilità dei composti organici in acqua, è stimata intorno al 10% e tale abbattimento è dovuto principalmente a fenomeni di trascinamento più che di assorbimento vero e proprio.

Diversamente, laddove l'esigenza di umidificare sia accompagnata dalla necessità di un ulteriore abbattimento dei composti organici volatili, prima dell'ingresso al biofiltro, si potrà optare per uno scrubber avente quale bagno di lavaggio acqua additivata di reagenti chimici

(acidi – H_2SO_4 , basici - NaOH , ossidativi – H_2O_2). In tal caso occorrerà predisporre un **demister**, a valle dello scrubber, per contrastare eventuali trascinamenti degli additivi chimici che andrebbero a compromettere la funzionalità della massa filtrante.

Poiché la produzione delle acque esauste provenienti dagli scrubber potrebbe ingenerare evidenti problemi gestionali, si ritiene di non dover prescrivere a priori l'installazione di uno scrubber a umido, tenuto conto che possono verificarsi problemi di intasamenti e di ricircolo delle acque dovuti allo sviluppo di flora batterica, oltre che produzione di acque maleodoranti. Pertanto dovrà essere valutato caso per caso, in relazione alle caratteristiche delle arie da trattare e delle prescrizioni da rispettare, l'opportunità di installare tale presidio.

3 Attrezzatura necessaria al campionamento da biofiltro.

Dal momento che la velocità della corrente gassosa in uscita dal biofiltro è talmente bassa da non consentirne una misurazione precisa, è necessario utilizzare un camino acceleratore (cappa statica).

3.1 Descrizione della CAPPa

Si propone di utilizzare una cappa a base quadrata in acciaio inox, con bocca di presa di 1 m^2 (sezione S1) e camino acceleratore avente una sezione di uscita di diametro di 150 mm (corrispondente ad una sezione $S2 = 0,0176 \text{ m}^2$).

Il tronco di piramide della cappa dovrà avere un' altezza di 740 mm e un'apotema di 856 mm. Al di sopra del tronco di piramide sarà posizionato un cilindro metallico di altezza di 1650 mm e, ad una distanza pari a 1200 mm dalla base del cilindro stesso, sarà realizzato il punto di prelievo costituito da un tronchetto a norma UNI avente diametro di 10 cm. In posizione diametralmente opposta a tale tronchetto sarà realizzato un ulteriore punto di prelievo del diametro di 2 cm per effettuare misure anemometriche. Ogni punto di prelievo dovrà essere equipaggiato di chiusura metallica a vite.

Il dettaglio assonometrico della cappa è riportato in allegato .

3.2 Caratteristiche dell'anemometro

Per la determinazione della velocità al punto di prelievo è necessario utilizzare un **anemometro ad elica** con le seguenti caratteristiche:

- precisione $\pm 0,1 \text{ m/s}$
- limite di rilevabilità $0,1 \text{ m/s}$.

3.3 Stima della velocità dell'effluente in uscita dal biofiltro

Nelle condizioni di usuale dimensionamento dei biofiltri la velocità nel camino acceleratore si attesta nel campo di moto laminare e pertanto si può assumere che la perdita di carico nel camino acceleratore sia trascurabile.

L'ipotesi di **moto laminare** porta a considerare la velocità tangente alla traiettoria e quindi normale alla sezione del filetto considerato.

Per poter semplificare l'equazione di continuità e poter agevolmente calcolare la velocità di uscita dal biofiltro è necessario ipotizzare la sussistenza del **regime stazionario**, la qual cosa equivale a dire che le grandezze fisiche: pressione, velocità, densità, sono costanti nel tempo alla generica sezione considerata.

Pertanto posto:

S1: (sezione quadrata - ingresso cappa)

S2: (sezione circolare al punto di prelievo)

ρ_1 :densità dell'effluente alla sezione 1

ρ_2 : densità dell'effluente alla sezione 2

v_1 : velocità alla sezione 1

v_2 : velocità alla sezione 2

Nelle condizioni di flusso laminare e regime stazionario l'equazione di continuità (conservazione della massa) diventa:

Formula 11 $\rho_1 S_1 v_1 = \rho_2 S_2 v_2$

Tale equazione può essere ulteriormente semplificata ipotizzando che il fluido sia incompressibile, o meglio assumendo che non vi siano variazioni di densità lungo la cappa. Tale assunzione è senza dubbio valida date le condizioni di isothermicità del flusso.

L'equazione di continuità quindi viene così semplificata:

Formula 12 $v_1 S_1 = v_2 S_2$.

Pertanto, nel caso di flusso stazionario e incompressibile, la velocità di flusso è inversamente proporzionale alla sezione del condotto, quindi:

Formula 13 $v_1 = v_2 * \frac{S_2}{S_1}$

Nel caso specifico note le dimensioni delle sezioni si ha che:

Formula 14 $v_1 = v_2 * \frac{S_2}{S_1} = v_2 * \frac{0,0176}{1} = 0,0176 * v_2$

*La determinazione della velocità in uscita dalla superficie del biofiltro è necessaria per poter verificare i seguenti parametri di funzionamento: carico specifico medio e tempo di residenza medio. (**paragrafi 2.3.7 e 2.3.8**).*

N.B.

*Per l'individuazione delle sub_aree su cui eseguire i prelievi (**vedi paragrafo 2.3.2**) è sufficiente considerare la sola velocità riscontrata al punto di prelievo della cappa, che, di per sé, è già indicativa della velocità che si riscontrerebbe sulla superficie considerata.*



Figura 10: Particolare della cappa statica e dei fogli di materiale plastico da disporre intorno alla bocca di presa.

Durante l'effettuazione del campionamento può essere necessario disporre di fogli di materiale plastico da posizionare intorno alla cappa al fine di escludere la miscelazione dell'aria proveniente dal biofiltro con quella esterna che proviene dai lati della base della cappa stessa, ed evitare, quindi, un effetto di diluizione e alterazione della velocità misurata.

3.4 Presentazione dei risultati

Nel registro dei risultati **(vedi allegati)** dovranno essere riportati i dati relativi allo stato dell'impianto e le modalità operative del campionamento.

4 Criteri generali di misura delle immissioni

A volte, pur in presenza del rispetto dei valori-limite delle emissioni da parte dei sistemi di presidio ambientale, si rilevano situazioni controverse con segnalazione di odori molesti in prossimità dell'impianto. Verosimilmente, in tali casi, l'odore è dovuto ai contributi, singoli od in combinazione, di altre potenziali fonti presidiate (es. zone di ricezione durante l'apertura dei portali di scarico) o non presidiate (es. maturazione, pozze di percolato sui piazzali esterni, ecc.)

Allo scopo di individuare oggettivamente i contributi delle diverse fonti, concentrando e accelerando gli sforzi tecnologici e gestionali intesi a superare le criticità emerse, possono

essere utilizzati a scopo diagnostico alcune metodiche volte alla caratterizzazione delle emissioni ed alla eventuale verifica della loro analogia con gli odori avvertiti sul territorio.

In particolare, si segnalano a scopo diagnostico (senza intenzione di escluderne altre che rispettino i principi di significatività nel caso di indagini sulle emissioni o immissioni da impianti di trattamento biologico) le seguenti 2 metodiche:

- a. **criofocalizzazione e GC/MS come ad esempio metodi EPA TO-1, TO-17,**
- b. **SPME e GC/MS**

5 Valori limite e frequenza degli autocontrolli per le emissioni provenienti dalla sezione di raffinazione

Laddove è presente una sezione di raffinazione del bioessiccato, le arie provenienti dal processo dovranno essere convogliate ad un impianto di abbattimento idoneo. Data la granulometria del particolato che si genera durante le fasi di questa lavorazione si prescrive l'installazione di un **filtro a maniche**. I valori limite da rispettare e la frequenza degli autocontrolli sono riportati in tabella

PARAMETRO	VALORE LIMITE	PERIODICITA'	METODICA
polveri (mg/Nmc)	10	semestrale	UNI EN 13284

Tabella 7: Valori limite e prescrizioni per il camino asservito alla raffinazione.

6 Prescrizioni specifiche

Gli impianti di abbattimento funzionanti secondo un ciclo ad umido che comportano lo scarico, anche parziale, continuo o discontinuo delle sostanze derivanti dal processo adottato, sono consentiti solo se lo scarico liquido, convogliato e trattato in un impianto di depurazione, risponde alle norme vigenti.

Qualora siano presenti condotti di adduzione e di scarico che convogliano gas, fumo e polveri, questi devono essere provvisti ciascuno di fori di campionamento del diametro di 100 mm. In presenza di presidi depurativi, le bocchette di ispezione devono essere previste a monte ed a valle degli stessi. Tali fori, devono essere allineati sull'asse del condotto e muniti di relativa chiusura metallica. Nella definizione della loro ubicazione si dovrà fare riferimento alla norma UNI EN 10169 e successive eventuali integrazioni e modificazioni e/o metodiche analitiche specifiche. Laddove le norme tecniche non fossero attuabili, il gestore potrà applicare altre opzioni (opportunamente documentate) comunque concordate con l'ARTA competente per territorio.

Qualunque interruzione nell'esercizio degli impianti di abbattimento necessaria per la loro manutenzione o dovuta a guasti accidentali, qualora non esistano equivalenti impianti di abbattimento di riserva, deve comportare la fermata, limitatamente al ciclo tecnologico a essi collegato, dell'esercizio degli impianti industriali, dandone comunicazione entro le otto ore successive l'evento all'Autorità Autorizzatoria, al Comune e all'ARTA competente per territorio. Gli impianti potranno essere riattivati solo dopo il ripristino dell'efficienza degli impianti di abbattimento a loro collegati.

7 Criteri di manutenzione

Gli interventi di controllo e di manutenzione ordinaria e straordinaria, finalizzati al monitoraggio dei parametri significativi dal punto di vista ambientale, dovranno essere eseguiti secondo quanto prescritto nel piano di monitoraggio. In particolare devono essere garantiti i seguenti parametri minimali:

- manutenzione parziale (controllo delle apparecchiature pneumatiche ed elettriche) da effettuarsi con frequenza quindicinale;
- manutenzione totale da effettuarsi secondo le indicazioni fornite dal costruttore dell'impianto (libretto d'uso / manutenzione o assimilabili), in assenza delle indicazioni di cui sopra con frequenza almeno semestrale;
- controlli periodici dei motori dei ventilatori, delle pompe e degli organi di trasmissione (cinghie, pulegge, cuscinetti, ecc.) al servizio dei sistemi d'estrazione e depurazione dell'aria.

Tutte le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria dovranno essere annotate in un registro dotato di pagine con numerazione progressiva, opportunamente vidimato dall'ente autorizzatorio, ove riportare:

- la data di effettuazione dell'intervento;
- il tipo di intervento (ordinario, straordinario, ecc.);
- la descrizione sintetica dell'intervento;
- l'indicazione dell'autore dell'intervento.

Tale registro deve essere tenuto a disposizione delle autorità preposte al controllo.

- Nel caso in cui si rilevi per una o più apparecchiature, connesse o indipendenti, un aumento della frequenza degli eventi anomali, le tempistiche di manutenzione e la gestione degli eventi dovranno essere riviste in accordo con l'ARTA territorialmente competente.
- Devono essere tenute a disposizione di eventuali controlli le schede tecniche degli impianti di abbattimento attestanti la conformità degli impianti ai requisiti impiantistici richiesti dalle normative di settore.

A solo scopo indicativo e fatte salve le caratteristiche specifiche si propone il seguente schema.

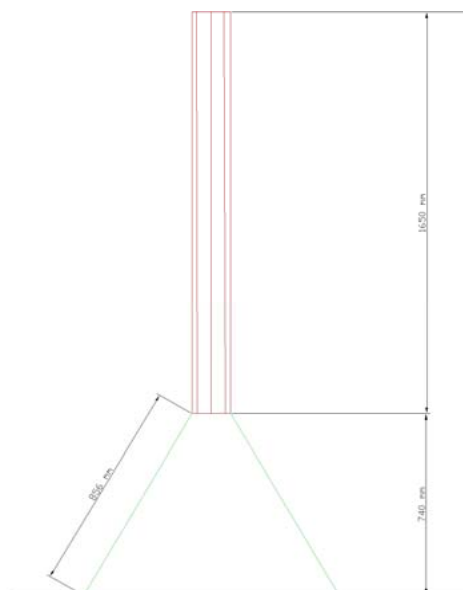
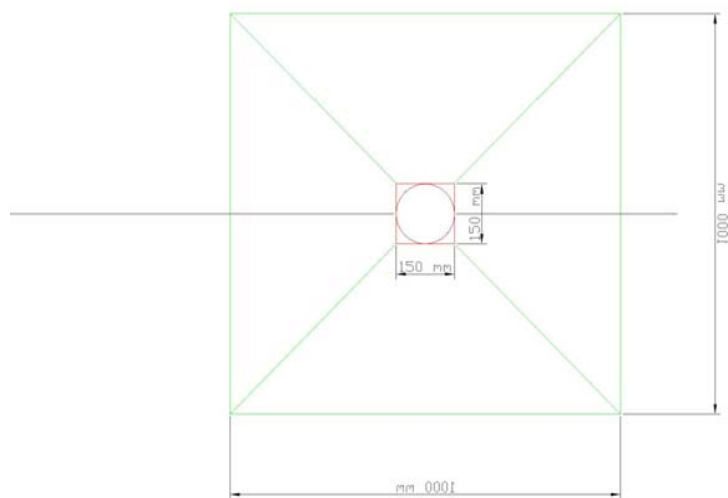
Impianto/parte di esso/fase di processo	Tipo di intervento	Frequenza
Sistemi di abbattimento emissioni gassose	Reintegro o cambio materiale filtrante del biofiltro	Biennale (reintegro) Quadriennale (ricambio)
Sistemi di abbattimento emissioni gassose	Pulizia materiale di riempimento scrubber	In base ai parametri di impianto (delta p)
Sistemi di abbattimento emissioni gassose	Ricambio completo acqua scrubber	mensile

Tabella 8: prospetto degli interventi di manutenzione.

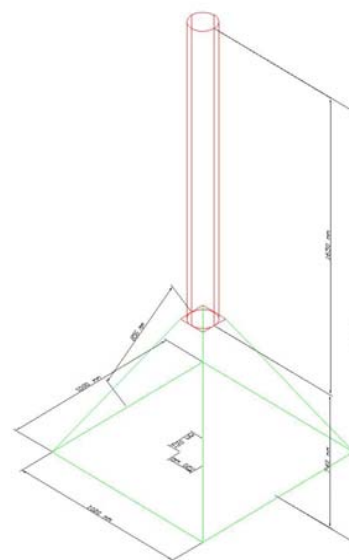
allegati

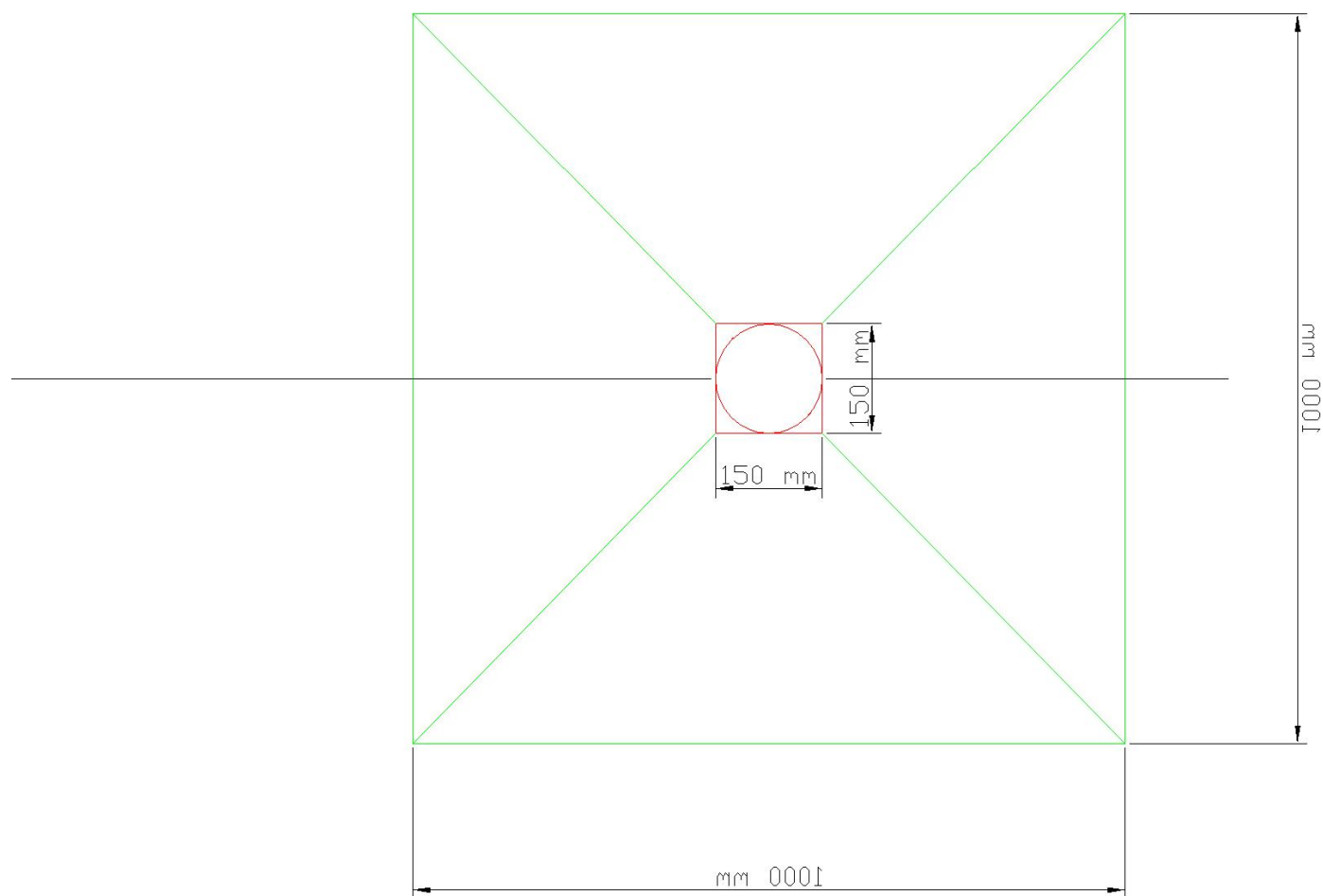
Di seguito è riportata documentazione di supporto per l'effettuazione degli autocontrolli. In primo luogo è stato fornito il dettaglio della cappa statica (camino acceleratore) così come descritto nel testo.

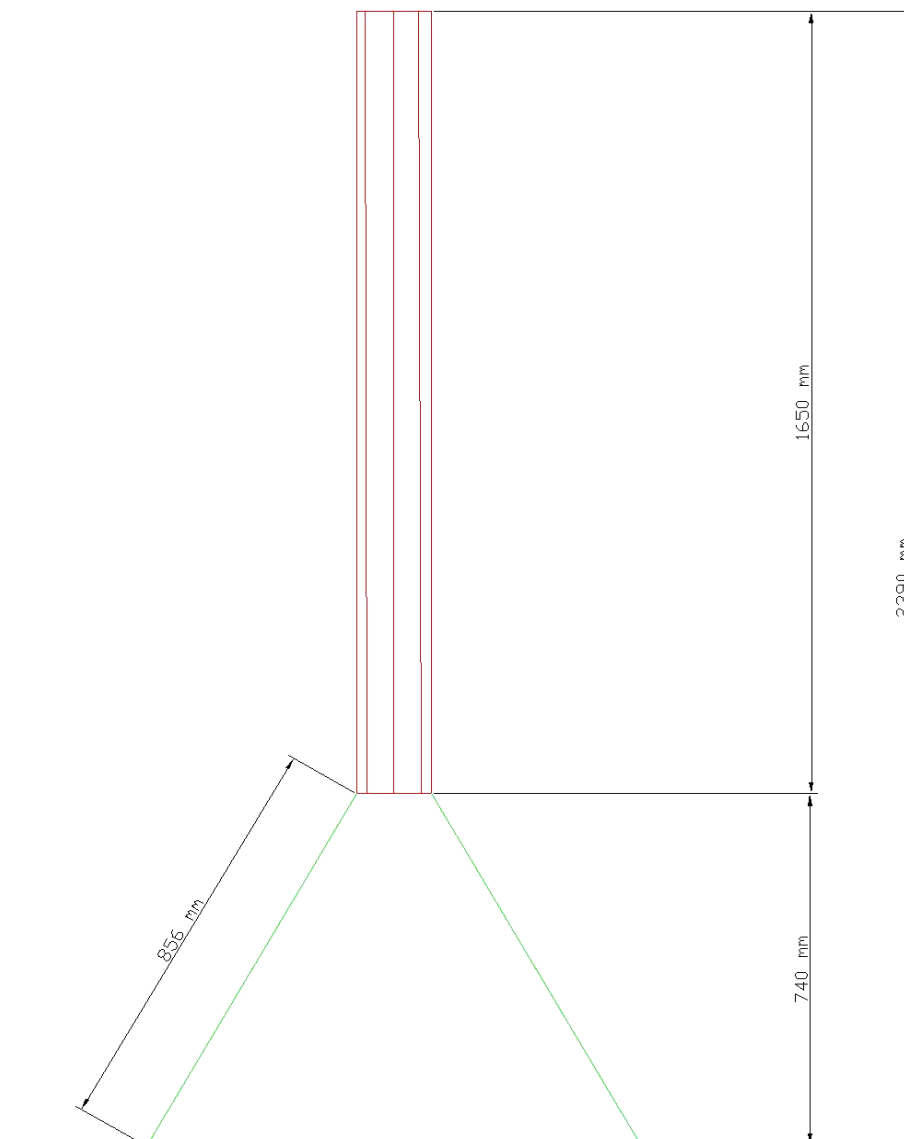
Di seguito sono state riportate le tabelle che dovranno essere accluse sia alla relazione tecnica che agli autocontrolli, utili per effettuare la mappatura della velocità e per verificare i parametri di processo. Tali tabelle sono integrative e non sostitutive della documentazione prevista a livello regionale per tale tipologia di impianto.

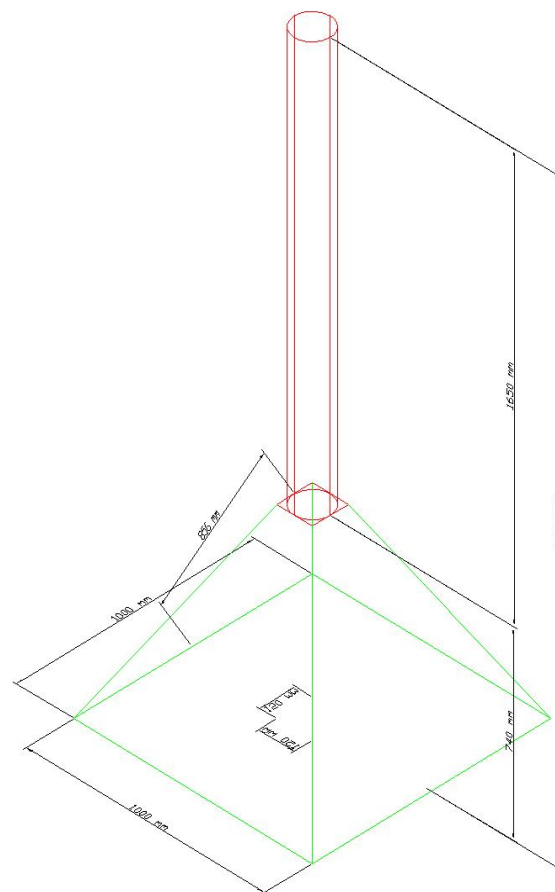


Allegato I- cappa statica









allegato II- scheda biofiltro

La scheda che segue fa riferimento ai parametri di progetto del biofiltro, parametri che saranno sottoposti a controllo ed autocontrollo durante l'esercizio del presidio depurativo stesso.

SCHEDA BIOFILTRO	
Tipo di abbattitore ²	
Impiego ³	
Denominazione	
Provenienza degli inquinanti	
INDICAZIONI IMPIANTISTICHE	
1. Temperatura dell'effluente gassoso in ingresso	
2. Tipo di BIOFILTRO (materiali impiegati, direzione del flusso d'aria, numero di moduli)	
3. Perdite di carico	
4. Altezza del letto	
5. Carico specifico medio	
6. Efficienza	
7. Umidità del letto	
8. Temperatura del letto	
9. (pH) del letto	
10. Percentuale del pieno	
11. Tempo medio di residenza	
12. Tipo di copertura (per biofiltri aperti) o di costruzione (per biofiltri chiusi)	
13. Concentrazione massima in ingresso al sistema (U.O.)	
14. Ulteriori apparecchi (sistema di umidificazione della corrente gassosa in ingresso, eventuale correzione pH)	
15. Operazioni di Manutenzione	
16. Informazioni aggiuntive	

² Specificare se si tratta di biofiltro chiuso o aperto

³ Abbattimento odori

allegato III- tabelle per le campagne di monitoraggio

Di seguito si riporta la tabella da compilare durante le campagne di monitoraggio per l'individuazione dei punti di prelievo. A titolo di esempio, in riferimento al caso citato nel testo, si riportano 4 tabelle relative alle diverse campagne dove sono individuate scacchiere alterne.

Campagna 1

N. biofiltro	codice campione	area	sub area	velocità (m/s) (al punto di prelievo)
			a1	
			c1	
			e1	
			g1	
			i1	
			b2	
			d2	
			f2	
			h2	
			m1	
			o1	
			q1	
			s1	
			l2	
			n2	
			p2	
			r2	
			t2	
VELOCITA' MEDIA DELLE AREE				

Campagna 2

N. biofiltro	codice campione	area	sub area	velocità (m/s) (al punto di prelievo)
			b1	
			d1	
			f1	
			h1	
			l1	
			a2	
			c2	
			e2	
			g2	
			m1	
			o1	
			q1	
			s1	
			l2	
			n2	
			p2	
			r2	
			t2	
VELOCITA' MEDIA DELLE AREE				

Campagna 3

N. biofiltro	codice campione	area	sub area	velocità (m/s) (al punto di prelievo)
			a1	
			c1	
			e1	
			g1	
			i1	
			b2	
			d2	
			f2	
			h2	
			m1	
			o1	
			q1	
			s1	
			l2	
			n2	
			p2	
			r2	
			t2	
VELOCITA' MEDIA DELLE AREE				

Campagna 4

N. biofiltro	codice campione	area	sub area	velocità (m/s) (al punto di prelievo)
			b1	
			d1	
			f1	
			h1	
			l1	
			a2	
			c2	
			e2	
			g2	
			m1	
			o1	
			q1	
			s1	
			l2	
			n2	
			p2	
			r2	
			t2	
VELOCITA' MEDIA DELLE AREE				

Effettuato questo screening ed individuati i punti di prelievo si procederà all'effettuazione dei campionamenti e delle misure

allegato IV - parametri analitici corrente gassosa a monte

Una volta individuate le sub_aree a maggiore velocità si procederà all'effettuazione dei campionamenti e delle analisi.

I punti di prelievo di seguito riportati fanno riferimento all'esempio riportato nel testo.

<i>parametri</i>	temperatura (°C)	UMIDITA' RELATIVA	U.O.	NH₃ (mg/Nmc)	H₂S (mg/Nmc)	COT (mg/Nmc)
<i>metodica</i>			UNI EN 13725	unichim 632	unichim 634	unichim 631
PUNTI DI PRELIEVO						
a monte:						
M1	/			/	/	/
a valle:						
a1						
e1						
b2						
d2						
o1						
q1						
n2						
p2						
t2						

allegato V – Rapporto di prova definitivo

BIOFILTRO N.....

	PARAMETRO	VALORE LIMITE	METODICA	VALORI RISCONTRATI
CONTROLLI A VALLE DEL BIOFILTRO				
	SUPERFICIE (mq)			
	velocità media alla superficie			
	temperatura media (°C)			
	portata oraria (m ³ /h)			
	portata oraria normalizzata (Nm ³ /h)			
	NH ₃ medio(mg/Nmc)	5	unichim 632	
	H ₂ S medio (mg/Nmc)	3,5	unichim 634	
	COT medio(mg/Nmc)	50	unichim 631	
	umidità media	95%		
	U.O.	300	EN 13725	
CONTROLLO DEL FUNZIONAMENTO DEL BIOFILTRO				
	Carico specifico medio	< = 80 Nm ³ /h*m ³ .	Modalità riportata nel paragrafo 2.3.7	
	Tempo di residenza medio	> 36 s	Modalità riportata nel paragrafo 2.3.8	
	Efficienza media di abbattimento	99%	Modalità riportata nel paragrafo 2.3.9	
	Umidità BIOFILTRO	40-60%	Modalità riportata nel paragrafo 2.3.10	
CONTROLLI A MONTE DEL BIOFILTRO				
	U.O.		EN 13725	



REPUBBLICA ITALIANA

Regione Lombardia

BOLLETTINO UFFICIALE

MILANO - MARTEDÌ, 13 MAGGIO 2003

1° SUPPLEMENTO STRAORDINARIO

Sommario

C) GIUNTA REGIONALE E ASSESSORI

DELIBERAZIONE GIUNTA REGIONALE 16 APRILE 2003 - N. 7/12764 (5.3.5)
Linee guida relative alla costruzione e all'esercizio degli impianti di produzione di com-
post - Revoca della d.g.r. 16 luglio 1999, n. 44263

2

C) GIUNTA REGIONALE E ASSESSORI

(BUR2003031)

(5.3.5)

D.g.r. 16 aprile 2003 - n. 7/12764**Linee guida relative alla costruzione ed esercizio degli impianti di produzione di compost - Revoca della d.g.r. 16 luglio 1999, n. 44263**

LA GIUNTA REGIONALE

Visti:

- la l.r. 7 giugno 1980, n. 94;
- il r.r. 9 gennaio 1982, n. 3;
- la deliberazione Comitato Interministeriale 27 luglio 1984 ex art. 5 del d.P.R. 915/82;
- il d.lgs. 27 gennaio 1992, n. 99;
- la l.r. 1 luglio 1993, n. 21;
- il d.lgs. 7 febbraio 1997, n. 22 e successive modificazioni ed integrazioni;
- la legge 13 luglio 1966, n. 615;
- il d.P.R. 15 aprile 1971, n. 322;
- il d.P.R. 24 maggio 1988, n. 203;
- il d.p.c.m. 21 luglio 1989;
- il d.P.R. 25 luglio 1991.

Richiamata la d.g.r. 16 luglio 1999, n. 44263: «Approvazione delle linee guida relative alla costruzione ed esercizio degli impianti di produzione composte contestuale revoca delle d.g.r. n. 40516 del 5 agosto 1993, n. 51028 del 7 aprile 1994 e d.g.r. 51456 del 19 aprile 1994».

Dato atto che:

- le suddette linee guida sono state adottate nella fase transitoria di cui all'art. 57 del d.lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 e in attesa dell'emanazione, da parte dello Stato, delle norme di attuazione del decreto medesimo, in particolare di quelle previste all'art. 18, comma 2, lettera p);
- per la predisposizione delle medesime linee guida le competenti Unità Organizzative «Gestione Rifiuti» e «Protezione Ambientale e Sicurezza Industriale», si sono avvalse del contributo tecnico fornito dal gruppo di lavoro costituito con decreto 7 luglio 1998, n. 35, del quale hanno fatto parte funzionari della Giunta Regionale e delle Aziende Sanitarie Locali, esperti del Settore, membri del Comitato Tecnico Rifiuti, ex art. 17, l.r. 94/80 e un rappresentante delle province, designato dall'U.R.L.P.;
- il Comitato Tecnico Rifiuti, ex art. 17, l.r. 94/80 ed il C.R.I.A.L., ex art. 1, l.r. 35/84, rispettivamente nelle sedute del 6 aprile 1999 e del 12 maggio 1999, hanno approvato le linee guida nel loro complesso, mentre, in data 28 settembre 1999, il Comitato Tecnico Rifiuti ha approvato prescrizioni tecniche integrative, sulla base delle osservazioni pervenute in seguito al Convegno organizzato dalla Giunta Regionale in data 4 ottobre 1999, per la presentazione delle medesime linee guida.

Dato atto inoltre che, pur non avendo avuto attuazione il dispositivo di cui al punto 6 della citata d.g.r. 16 luglio 1999, n. 44263, che stabiliva l'applicazione delle linee guida in argomento a far tempo dal quindicesimo giorno successivo alla pubblicazione delle stesse sul Bollettino Ufficiale della Regione, le medesime linee guida sono state presentate, pubblicizzate e distribuite nel corso del convegno sopra richiamato ed hanno tuttavia costituito riferimento tecnico per la progettazione, la valutazione e la realizzazione e l'esercizio di impianti per la produzione di compost, nonché metodologie di campionamento, di analisi e di valutazione dei dati, sia sulle emissioni in atmosfera, che sulla qualità del compost prodotto.

Dato atto ancora che le competenti Unità Organizzative regionali hanno ritenuto opportuna la revisione delle suddette linee guida, alla luce:

- dell'esperienza acquisita dal 1999 ad oggi, per quanto concerne la progettazione, la realizzazione e l'esercizio di impianti per la produzione di compost;
- delle osservazioni formulate da soggetti pubblici e privati, tra cui Associazioni ambientaliste e di categoria, in ordine alle prescrizioni sul compost verde, prodotto derivante dagli scarti vegetali, come definiti all'art. 5, lettera C2, della l.r. 21/93, che evidenziano l'opportunità di non sottoporre tale rifiuto, costituito da frazioni a basso impatto ambientale, agli stessi requisiti minimi impiantistici previsti per impianti che trattano altre frazioni di r.s.u.;

- delle ulteriori osservazioni proposte in merito alle problematiche connesse con l'inquinamento atmosferico;
- dell'obiettivo specifico 9.2.1. del suddetto P.R.S. «Contenimento e riduzione della produzione rifiuti, adeguamento dei cicli produttivi alle migliori tecnologie disponibili ed incentivazione del riutilizzo, recupero e riciclaggio delle frazioni recuperabili» che prevede, tra gli obiettivi gestionali, l'aggiornamento della normativa regionale vigente e l'aggiornamento delle normative tecniche;
- dell'obiettivo specifico 9.7.1. del Programma Regionale di Sviluppo della VII Legislatura «Realizzazione del Piano regionale per la Qualità dell'Aria» che prevede, tra gli obiettivi gestionali, l'individuazione delle migliori tecnologie disponibili in campo ambientale per la riduzione delle emissioni in atmosfera e l'adeguamento della normativa regionale nella materia in argomento;

Visto il documento tecnico predisposto dalle suddette Unità Organizzative, con il quale sono state parzialmente rielaborate ed integrate le linee guida di cui alla d.g.r. 16 luglio 1999, n. 44263.

Dato atto che, a tal fine, l'Unità Organizzativa Protezione Ambientale e Sicurezza industriale si è avvalsa del contributo tecnico fornito dal gruppo di lavoro costituito con decreto 6 novembre 2001, n. 26395, del quale hanno fatto parte funzionari della Giunta Regionale e dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (A.R.P.A.) della Lombardia, nonché esponenti di Università e di Istituti di ricerca.

Considerato che:

- con la l.r. 1/00, come modificata con la l.r. 6/01, in attuazione del d.lgs. 112/98, sono state tra l'altro delegate alle provincie l'approvazione dei progetti di impianti per la gestione dei rifiuti, anche pericolosi, nonché l'autorizzazione alla realizzazione e all'esercizio delle operazioni di smaltimento e/o recupero, previste dagli artt. 27 e 28 del d.lgs. 22/97 per gli impianti di cui all'art. 46 e per quelli che effettuano alcune delle operazioni di cui agli allegati B e C dello stesso decreto, comprese le operazioni di compostaggio;
- con la l.r. 6/01 sono state poste in capo alla Regione Lombardia l'adozione di direttive procedurali e tecniche per l'esercizio delle funzioni delegate agli enti locali;
- per la predisposizione di tali direttive con d.d.g. Risorse Idriche e Servizi di Pubblica Utilità 8 giugno 2001, n. 13545 è stato costituito un gruppo di lavoro interdirezionale con la partecipazione di rappresentanti delle provincie Lombarde e dell'ARPA;
- le linee guida sono state presentate alle provincie nell'ambito del gruppo di lavoro interdirezionale sopra citato, acquisendo osservazioni tecniche;

Ritenuto pertanto che le suddette linee guida costituiscano norme tecniche di riferimento per la progettazione, la realizzazione e l'esercizio di impianti per la produzione di compost, nonché metodologie di campionamento, di analisi e di valutazione dei dati, sia sulle emissioni in atmosfera, che sulla qualità del compost prodotto, alle quali devono attenersi i soggetti istanti ai sensi del d.lgs. 22/97, relativamente ai nuovi impianti.

Ritenuto altresì, ai fini dell'applicazione dell'art. 11 del d.P.R. 203/88 e degli artt. 2 e 3 del d.lgs. 22/97, che dispongono, tra l'altro, l'adeguamento delle norme tecniche in base all'evoluzione della migliore tecnologia disponibile, nonché della situazione ambientale, oltre che una gestione dei rifiuti ispirata a principi di responsabilizzazione e di cooperazione di tutti i soggetti coinvolti, che i titolari di impianti già autorizzati ai sensi degli artt. 27, 28, 31 e 33 del d.lgs. 22/97:

- debbano attenersi, dalla data di pubblicazione del presente provvedimento, alle metodologie di campionamento, di analisi e di valutazione dei dati, sia sulle emissioni in atmosfera, che sulla qualità del compost prodotto, prescritte nelle linee guida in oggetto;
- debbano altresì presentare, entro 90 giorni dalla medesima data di pubblicazione, un piano di adeguamento al contenuto delle medesime linee guida, redatto secondo il dispositivo della d.g.r. 6 agosto 2002, n. 10161, che dovrà essere realizzato nel termine di un anno dal rilascio del relativo provvedimento autorizzativo o dalla scadenza del termine previsto all'art. 33, comma 1, del d.lgs. 22/97, per le procedure semplificate;

Ritenuto inoltre di revocare la richiamata d.g.r. 16 luglio

1999, n. 44263, le cui linee guida sono sostituite da quelle allegate al presente provvedimento.

Dato atto che con la medesima d.g.r. 44263/99 sono state revocate le deliberazioni 5 agosto 1993, n. 40516 «Approvazione della deliberazione tipo dell'autorizzazione in via sperimentale per l'impianto di compostaggio e per la produzione di compost e della relativa documentazione di rito», 7 aprile 1994, n. 51028 «Integrazione alla d.g.r. n. 40516 del 5 agosto 1993 - Approvazione della deliberazione tipo dell'autorizzazione in via sperimentale per l'impianto di compostaggio e per la produzione di composte della relativa documentazione di rito» e 19 aprile 1994, n. 51456 «Condizioni di impiego del prodotto degli impianti di compostaggio che trattano rifiuti di cui all'art. 5 comma 2 lettera Cl della legge regionale n. 21 dell'1 luglio 1993».

A voti unanimi espressi nelle forme di legge

DELIBERA

1. di approvare l'allegato documento tecnico denominato «Linee guida per la costruzione e l'esercizio di impianti di produzione di compost», che costituisce parte integrante e sostanziale della presente deliberazione;

2. di disporre che le suddette linee guida costituiscano norme tecniche di riferimento per la progettazione, la realizzazione e l'esercizio di impianti per la produzione di compost, nonché metodologie di campionamento, di analisi e di valutazione dei dati, sia sulle emissioni in atmosfera, che sulla qualità del compost prodotto, alle quali devono attenersi i soggetti istanti ai sensi del d.lgs. 22/97, relativamente ai nuovi impianti;

3. di stabilire che agli impianti esistenti si applicano le metodologie di campionamento, di analisi e di valutazione dei dati, sia sulle emissioni in atmosfera, che sulla qualità del compost prodotto, previste dalle presenti linee guida, a decorrere dalla data di pubblicazione del presente provvedimento;

4. di stabilire inoltre che i titolari di impianti esistenti, autorizzati ai sensi degli artt. 27, 28 o 31 e 33 del d.lgs. 22/97, debbano presentare, all'autorità competente indicata nella Tabella 1-2 delle presenti linee guida, entro 120 giorni dalla data di pubblicazione del presente provvedimento, un piano gestionale o un progetto di adeguamento ai contenuti delle linee guida, redatto secondo il dispositivo della d.g.r. 6 agosto 2002, n. 10161, da realizzare nel termine di un anno dal rilascio del relativo provvedimento autorizzativo o dalla comunicazione prevista dall'art. 33, comma 1, del d.lgs. 22/97, per le procedure semplificate;

5. di revocare la d.g.r. 16 luglio 1999, n. 44263;

6. di disporre che l'aggiornamento delle linee guida potrà essere approvato con decreto della Direzione Risorse Idriche e Servizi di Pubblica Utilità e/o Direzione Qualità dell'Ambiente, per quanto di rispettiva competenza;

7. di disporre altresì la comunicazione del presente provvedimento alle province;

8. di disporre inoltre la pubblicazione integrale del presente provvedimento sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia.

Il segretario: Sala

ALLEGATO

Regione Lombardia

Direzioni Generali:

Risorse idriche e servizi di pubblica utilità
Qualità dell'ambiente

LINEE GUIDA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI IMPIANTI DI PRODUZIONE DI COMPOST

SOMMARIO

1. Stato dell'arte

- 1.1 Normativa a livello nazionale
- 1.2 Normativa a livello regionale
- 1.3 Sistemi di processo
- 1.4 Inserimento ambientale
- 1.5 Il processo
- 1.6 Sintesi informativa sugli impianti autorizzati in Lombardia

2. Trattamenti biologici

- 2.1 Bioconversione aerobica
- 2.2 Bioconversione (digestione) anaerobica
- 2.3 Pre e post-trattamenti

3. Articolazione ed obiettivi dei processi

- 3.1 Compostaggio di qualità 1
- 3.2 Compost fresco
- 3.3 Compostaggio di qualità 2 (compost «GRIGIO»)
- 3.4 Compostaggio di bassa qualità (FOS)
- 3.5 Vermicompostaggio
- 3.6 Digestione anaerobica
- 3.7 Stabilizzazione a secco (bioessiccazione)

4. Sistemi tecnologici

- 4.1 Sistemi chiusi o aperti
- 4.2 Sistemi statici e dinamici
- 4.3 Sistemi ad aerazione della biomassa naturale e forzata

5. Caratteristiche minime per impianti con capacità di trattamento maggiore o uguale a 1000 t/anno

- 5.1 Compost verde
- 5.2 Compost con altre tipologie di miscele
 - 5.2.1 Generalità su strutture e logistica
 - 5.2.2 Conferimento/ricezione e stoccaggio
 - 5.2.3 Pretrattamento (lacerazione sacco, operazioni meccaniche e macinazione)
 - 5.2.4 Biossificazione accelerata (ACT)
 - 5.2.5 Maturazione
 - 5.2.6 Raffinazione
 - 5.2.7 Stoccaggio finale
- 5.3 Sistemi di abbattimento (adottabili singolarmente e/o in combinazione)
 - 5.3.1 Biofiltri
 - 5.3.2 Scrubber (torre d'assorbimento)
 - 5.3.3 Abbattimento polveri (se necessario)
- 5.4 Trattamento reflui liquidi
- 5.5 Valori limite alle emissioni
 - 5.5.1 Trattamento effluenti areiformi
 - 5.5.2 Abbattimento polveri, inerti o biologicamente attive in impianti locali dedicati
- 5.6 Immissioni
- 5.7 Agenti patogeni
- 5.8 Localizzazione degli impianti

6. Contenuto in metalli (mg kg⁻¹ ss), fitotossicità, caratteristiche della componente organica nelle diverse categorie di compost proposte

7. Glossario

8. Campionamento e valutazione dei dati ottenuti

- 8.1 Criteri generali di misura dei parametri di emissione
- 8.2 concentrazione di odore delle emissioni
 - 8.2.1 Scelta dei punti di prelievo sul biofiltro
 - 8.2.2 Campionamenti
- 8.3 Criteri generali di misura delle immissioni

9. Criteri di valutazione dei risultati

- 9.1.1 Parametri di valutazione di processo
- 9.1.2 Presentazione dei risultati
- 9.1.3 Valutazione dei risultati: caratterizzazione delle emissioni
- 9.1.4 Valutazione della significatività della variazione di emissione
- 9.1.5 Calcolare la deviazione standard «pooled»
- 9.1.6 Calcolare il test T dell'EPA

Allegato A Self-Heating Test

Allegato B Test di Fitotossicità

Allegato C Determinazione dell'Indice di Respirazione: metodo dinamico (IRD)

Allegato D Analisi delle immissioni mediante microestrazione in fase solida e gas cromatografia/spettrometria di massa

INTRODUZIONE

Le presenti linee guida hanno lo scopo di offrire un contributo sia agli operatori del settore che a coloro che operano nell'ambito della pubblica amministrazione e risultano utili sia per il rilascio delle autorizzazioni che per l'effettuazione dei controlli dei prodotti e della operatività degli impianti da parte degli Enti preposti.

Un passaggio significativo risulta essere la sinottica rivista dei processi biologici di trasformazione e l'articolazione degli obiettivi del processo di compostaggio.

Le caratteristiche minime che gli impianti devono possedere sono classificate per quantità di rifiuto trattato e sono indicate nel paragrafo 5. da pag. 17 a pag. 22.

Qualora tra le tipologie di rifiuti trattati sono previsti «sottoprodotti di origine animale», così come disciplinati dal Regolamento CE n. 1774/2002 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 3 ottobre 2002, gli impianti di compostaggio devono essere conformi alle disposizioni del Regolamento medesimo.

Le specifiche analitiche delle diverse tipologie di prodotti, le metodiche analitiche e le modalità di impiego sono elencate nelle tabelle alle pagine 23 e 24.

Gli allegati alle presenti linee guida forniscono inoltre i metodi per l'effettuazione dei Test richiesti nelle tabelle soprari-chiamate.

Viene infine allegato un glossario dei termini più ricorrenti utilizzati nel documento.

1. STATO DELL'ARTE

1.1 Normativa a livello nazionale

La Legislazione italiana sottopone il compost da rifiuti alle seguenti norme:

- d.lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (Decreto Ronchi) e successive modificazioni ed integrazioni;
- Decreto Ministero Ambiente 5 febbraio 1998 (individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli artt. 31 e 33 del d.lgs. 22/97);
- Legge 748/84 che disciplina la produzione e la commercializzazione dei fertilizzanti e ammendanti (modificata con d.m. 27 marzo 1998 all'allegato 1 C alla voce «Ammendanti organici naturali»);
- Delibera del Comitato Interministeriale del 27/7/84;
- d.P.R. del 24 maggio 1988, n. 203 (relativamente alle emissioni in atmosfera);

Il d.lgs. 22/97 all'art. 6, definisce compost il «prodotto ottenuto dal compostaggio della frazione organica dei rifiuti urbani nel rispetto di apposite norme tecniche finalizzate a definire contenuti e usi compatibili con la tutela ambientale e sanitaria e in particolare a definirne i gradi di qualità». Lo stesso decreto prevede altresì che:

a) entro sei anni si dovrà raggiungere l'obiettivo minimo del 35% di rifiuti raccolti in modo differenziato ed avviati al recupero;

b) dal 22 agosto 2002 le discariche accetteranno solo rifiuti preselezionati e pretrattati (dovranno essere inertizzati per la collocazione a discarica).

Il d.lgs., agli artt. 31 e 33, introduce le procedure semplificate relativamente alle operazioni di recupero. Con l'emanazione del d.m. 5.2.98, sono state promulgate le norme tecniche per il recupero di materia da rifiuti non pericolosi anche in merito al compost da rifiuti. Per gli impianti di compostaggio sono state individuate: le tipologie dei rifiuti in ingresso, le caratteristiche del rifiuto (per i fanghi di depurazione, così come definiti dal d.lgs. 99/92, vengono dettate le percentuali di miscelazione su base secca), nonché le indicazioni dei principali parametri di processo il cui obbligo sussiste per gli impianti con capacità di trattamento maggiore di 1000 t/anno. Il prodotto ottenuto, definito compost di qualità, deve rispettare i limiti ed i parametri fissati dalla l. 748/84.

La delibera del C.I. 27 luglio 1984 fissa i requisiti di processo per il compostaggio e le caratteristiche agronomiche del prodotto, nonché i limiti di accettabilità dello stesso ai fini della tutela ambientale.

Inoltre, vengono puntualizzati i criteri ed i limiti di utilizzazione del compost:

- il materiale compostato può essere utilizzato su suoli a-

gricoli con concentrazioni di metalli inferiori a determinati valori e comunque il suo impiego non deve comportare apporti di metalli in quantità superiori ai limiti stabiliti;

- il quantitativo massimo utilizzabile sul suolo agricolo nel triennio non deve essere superiore a 30 t/ha (s.s.) ad eccezione dell'utilizzo floriculturale e nella preparazione di letti caldi;
- infine, sussistono limitazioni per alcune colture, pratiche colturali e su suoli con specifiche caratteristiche fisico-chimiche.

1.2 Normativa a livello regionale

Con la legge regionale 21/93 la Regione Lombardia, in applicazione ai principi di cui all'art. 3 della legge 8 giugno 1990 n. 142, stabilisce le modalità di esercizio delle funzioni regionali e di quelle provinciali nel campo specifico ed in particolare incentiva il perseguimento di:

- contenimento della produzione dei rifiuti;
- contenimento dei costi delle fasi di smaltimento;
- promozione della raccolta differenziata, del riciclaggio e di forme diverse di trattamento di varie frazioni.

La pianificazione delle attività di smaltimento dei rifiuti urbani e di quelli dichiarati assimilati, viene effettuata dalla Regione attraverso i piani provinciali elaborati secondo i criteri contenuti nella citata legge che assegna un ruolo prioritario alla raccolta differenziata e all'effettivo recupero.

Vengono definite due diverse tipologie di frazione umida dei r.s.u.:

- gli scarti vegetali derivanti dalla manutenzione del verde pubblico e privato;
- gli scarti di provenienza alimentare collettiva e mercatale.

Al compostaggio la l.r. 21/93 dedica due importanti passaggi che sottolineano la necessità di questa forma di trattamento della frazione organica dei rifiuti. L'art. 11 prevede infatti che la Regione possa autorizzare, in via sperimentale e nelle more della approvazione dei piani provinciali, la realizzazione e l'esercizio di impianti di compostaggio che trattino i rifiuti vegetali secondo le caratteristiche tecniche e progettuali individuate in un apposito provvedimento regionale (d.g.r. n. 40516/93 e 51028/94) che fissa inoltre le condizioni di impiego del prodotto ottenuto.

L'art. 9, al comma 4, enuncia che la Giunta Regionale applichi, con apposito provvedimento, le condizioni di impiego dei prodotti degli impianti di compostaggio che trattano i rifiuti di provenienza alimentare, collettiva e mercatale. (d.g.r. 51456/94)

Per la realizzazione degli impianti in questione l'art. 32, della medesima legge, sancisce la possibilità da parte dei privati di sostituirsi all'ente pubblico. Questa possibilità è stata ribadita e specificata con la l.r. 9/95.

Con l.r. 6/2001 sono state delegate alle Province le competenze relative al rilascio di autorizzazioni alla realizzazione ed esercizio di impianti che effettuano operazioni di recupero e/o smaltimento, tra cui il compostaggio.

La delega è efficace dall'emanazione dei criteri e linee guida tecniche specifiche da adottarsi con delibera di Giunta Regionale.

1.3 Sistemi di processo

Dall'analisi legislativa e tecnica si può desumere che le caratteristiche per la realizzazione degli impianti di trattamento delle biomasse derivanti da raccolta differenziata, riguardano:

- tipologia;
- verifica degli impatti territoriali;
- sistema/i di processo;
- ottimizzazione della gestione.

La tipologia delle matrici e la percentuale di miscelazione influenzano il processo di trattamento e, conseguentemente, il prodotto finale.

Un compost di qualità si otterrà con matrici selezionate alla fonte e successivamente gestite in impianto tecnologicamente impostato alla valorizzazione delle proprietà agronomiche.

Se invece le matrici in ingresso provengono da:

- selezioni meccaniche post raccolta differenziata di r.s.u. tal quale e dal resto delle raccolte differenziate;
- raccolta differenziata di frazioni umide in situazioni di

alta concentrazione abitativa ed in mancanza di sistemi atti a garantire una omogeneità della frazione organica dei rifiuti,

con i normali sistemi di processo e senza spingere la raffinazione e la separazione, si otterrà un prodotto che avrà raggiunto comunque parametri di stabilizzazione e igienizzazione accettabili, oltre ad una considerevole riduzione volumetrica, ma di qualità decisamente inferiore rispetto al primo.

1.4 Inserimento ambientale

Gli impianti che trasformano le matrici organiche in compost si possono normalmente definire impianti «a basso impatto ambientale». L'attività produttiva può essere assimilata ad una attività agricola od agroindustriale (impatto sul territorio simile a quello di un allevamento zootecnico).

Le fasi critiche in cui le emissioni olfattive potrebbero essere di nocumento all'igiene sono:

- la ricezione;
- lo stoccaggio iniziale;
- le prime fasi di biossidazione.

Pertanto, per quanto sopra, tali impianti possono anche essere realizzati in zone urbanisticamente definite come «zone agricole».

1.5 Il processo

Nel processo di compostaggio, affinché sia garantita la qualità del prodotto, particolare attenzione dovrà essere posta nel garantire situazioni aerobiche all'interno della massa durante la fase di fermentazione e, contestualmente, assicurare il cor-

retto scambio termico prevedendo il controllo della temperatura.

Le emissioni gassose dovranno essere trattate con opportuni presidi (biologici e/o chimico-fisico).

1.6 Sintesi informativa sugli impianti autorizzati in Lombardia

Il panorama che offre l'elenco degli impianti autorizzati in Lombardia evidenzia, in particolare, una difficoltà a livello locale a consentire l'operatività della maggior parte degli impianti dedicati al trattamento della frazione organica dei rifiuti solidi urbani derivanti dalla raccolta differenziata.

Un'altra lettura consente inoltre di evidenziare che gli impianti autorizzati, sono spesso riconducibili alle procedure ex l.r. 9/95 o alle ordinanze del Commissario Straordinario (in occasione della emergenza rifiuti a Milano).

Le tipologie impiantistiche possono essere schematizzate in:

- a) compost verde;
- b) compost di qualità
- c) compostaggio che prevede l'impiego di fanghi di depurazione;
- d) stabilizzazione della frazione organica;
- e) trattamento della frazione organica in condizioni anaerobiche;
- f) stabilizzazione a secco (cfr. pagina 15 bioessiccazione);
- g) selezione della frazione secca.

QUADRO SINOTTICO PER LE PROCEDURE AUTORIZZATIVE
(prima dell'approvazione delle presenti linee guida)

TABELLA 1-1

Tipologia dei rifiuti in ingresso	Modalità di trattamento/impianto	Prodotto o rifiuto ottenuto	Riferimento normativo per il rilascio dell'autorizzazione	Ente titolare al rilascio dell'autorizzazione
Fanghi	Riutilizzo in agricoltura previo trattamento di igienizzazione e stabilizzazione	Rifiuto speciale non pericoloso	D.lgs. 22/97 artt. 27 e 28 D.lgs. 99/92 art. 9	Regione Lombardia
Fanghi + verde	Riutilizzo in agricoltura del rifiuto ottenuto mediante condizionamento (miscelazione dei fanghi con materiale verde)	Rifiuto speciale non pericoloso	D.lgs. 22/97 artt. 27 e 28 D.lgs. 99/92 art. 9	Regione Lombardia
Fanghi + verde + forsu	Impianto di compostaggio	Compost: nel rispetto dei parametri fissati dalla 748/84 (revisione attuata con d.m. 27 marzo 98) nel rispetto dei limiti fissati dalla D.C.I. 27 luglio 1984	D.lgs. 22/97 Artt. 27 e 28 L. 748/84 D.g.r. 51456 del 19 aprile 1994 D.C.I. 27 luglio 1984	a) Se l'impianto è di piano la Regione Lombardia autorizza la potenzialità complessiva dell'impianto e la Provincia autorizza la parte di frazione organica prevista dal piano b) Autorizzazione regionale con procedura l.r. 9/95
Verde	Impianto di compostaggio	Compost: nel rispetto dei parametri fissati dalla d.g.r. 40516/93	L.r. 21/93	Regione Lombardia o Provincia
Forsu	Impianto di trattamento chimico-fisico	Ammendante da destinare al recupero ambientale: nel rispetto dei parametri fissati dalla 748/84 (revisione attuata con d.m. 27 marzo 98) nel rispetto dei limiti fissati dal DCI 27 luglio 1984	L. 748/84 D.C.I. 27 luglio 1984	Regione Lombardia
Forsu + verde	Impianto di compostaggio	Compost: nel rispetto dei parametri fissati dalla 748/84 (revisione attuata con d.m. 27 marzo 98) nel rispetto dei limiti fissati dalla D.C.I. 27 luglio 1984	D.lgs. 22/97 Artt. 27 e 28 L.r 9/95	Provincia, nel caso di impianto di piano Regione Lombardia se l'impianto non è di piano, con legge regionale 9/95
Rifiuti compostabili individuati dal d.m. 5 febbraio 1998 (punto 16)	Impianto di compostaggio	Compost di qualità Deve rispettare quanto previsto dal d.m. sia per le caratteristiche tecniche dell'impianto sia per il prodotto in uscita i parametri fissati dalla 748/84 (revisione attuata con d.m. 27 marzo 98)	D.m. 5 febbraio 1998	Comunicazione alla Provincia

QUADRO SINOTTICO PER LE PROCEDURE AUTORIZZATIVE CON LE LINEE GUIDA**TABELLA 1-2**

<i>Tipologia dei rifiuti in ingresso</i>	<i>Modalità di trattamento/impianto</i>	<i>Prodotto o rifiuto ottenuto</i>	<i>Riferimento normativo per il rilascio dell'autorizzazione</i>	<i>Ente titolare al rilascio dell'autorizzazione</i>
Fanghi	Riutilizzo in agricoltura previo trattamento di igienizzazione e stabilizzazione	Rifiuto speciale non pericoloso	D.lgs. 22/97 artt. 27 e 28 D.lgs. 99/92 art. 9 D.P.R. 203/88	Provincia (1)
Fanghi > 35% sulla s.s. tot + verde + rif. a matrice organica o a compostiz. Analoga a quella dei fertilizzanti di cui alla 748/84 e succ. integr. e modif.	Riutilizzo in agricoltura del rifiuto ottenuto mediante condizionamento (miscelazione dei fanghi con materiale verde)	Rifiuto speciale non pericoloso	D.lgs. 22/97 artt. 27 e 28 D.lgs. 99/92 art. 9 D.P.R. 203/88	Provincia (1)
Fanghi < 35% sulla s.s. tot. + rif. Compostabili individuati dal d.m. 5 febbraio 1998 (punto 16) e/o rifiuti ritenuti idonei per loro natura	Impianto di compostaggio	Compost fresco: vedasi i limiti fissati con le attuali linee guida. Di qualità 1 limiti coincidenti con 748/84 d.m. 27 marzo 1998 allegato 1C.; Per qualità 2 vedasi i limiti fissati con le attuali linee guida.	D.lgs. 22/97 artt. 27 e 28 L. 748/84 D.P.R. 203/88	Provincia (1)
Fanghi < 35% sulla s.s. tot. + verde + forsu	Impianto di compostaggio	Compost fresco: vedasi i limiti fissati con le attuali linee guida. Di qualità 1 limiti coincidenti con 748/84 d.m. 27 marzo 1998 allegato 1C.; Per qualità 2 vedasi i limiti fissati con le attuali linee guida.	D.lgs. 22/97 artt. 27 e 28 L. 748/84 D.P.R. 203/88	a) Se l'impianto è di piano la Provincia b) Se l'impianto non è di piano la Provincia (1)
Fanghi + verde + forsu	Impianto di compostaggio Impianto di trattamento chimico-fisico	Compost di bassa qualità: vedasi i limiti fissati con le attuali linee guida.	D.lgs. 22/97 Artt. 27 e 28 D.P.R. 203/88	Provincia (1)
Verde	Impianto di compostaggio	Compost fresco: vedasi i limiti fissati con le attuali linee guida. Di qualità 1 limiti coincidenti con 748/84 d.m. 27 marzo 1998 allegato 1C.; Per qualità 2 vedasi i limiti fissati con le attuali linee guida.	D.lgs. 22/97 artt. 27 e 28	Provincia
Forsu	Impianto di trattamento chimico-fisico	Ammendante da destinarsi a recupero ambientale	D.lgs. 22/97 artt. 27 e 28 L. 748/84 D.P.R. 203/88	Provincia (1)
Forsu + verde	Impianto di compostaggio	Compost fresco: vedasi i limiti fissati con le attuali linee guida. Di qualità 1 limiti coincidenti con 748/84 d.m. 27 marzo 1998 allegato 1C.; Per qualità 2 vedasi i limiti fissati con le attuali linee guida.	D.lgs. 22/97 Artt. 27 e 28 D.P.R. 203/88	a) Se l'impianto è di piano la Provincia b) Se l'impianto non è di piano la Provincia (1)
Forsu + verde	Impianto di compostaggio	Compost di bassa qualità (FOS): vedasi i limiti fissati con le attuali linee guida.	D.lgs. 22/97 Artt. 27 e 28 D.P.R. 203/88	a) Se l'impianto è di piano la Provincia b) Se l'impianto non è di piano la Provincia (1)
Rifiuti compostabili individuati dal d.m. 5 febbraio 1998 (punto 16)	Impianto di compostaggio	Compost di qualità Deve rispettare i parametri fissati dalla 748/84 (revisione attuata con d.m. 27 marzo 98)	D.m. 5 febbraio 1998 (d.lgs. 22/97 artt. 31 e 33). Per la realizzazione degli impianti i visti i pareri e le concessioni devono essere acquisite dagli Enti preposti	Comunicazione alla Provincia per l'esercizio dell'impianto
Rifiuti compostabili individuati dal d.m. 5 febbraio 1998 (punto 16) e/o rifiuti ritenuti idonei per loro natura	Impianto di compostaggio	Compost di qualità Deve rispettare i parametri fissati dalla 748/84 (revisione attuata con d.m. 27 marzo 98)	D.lgs. 22/97 Artt. 27 e 28 D.P.R. 203/88	Provincia (1)

NOTE

(1) La delega di funzione alle Province, come previsto dalla l.r. 6/2001, verrà attuata dalla Regione Lombardia con specifica d.g.r.

2. TRATTAMENTI BIOLOGICI

2.1 Bioconversione aerobica

L'obiettivo principale è quello della stabilizzazione biochimica, ossia dell'abbattimento della fermentescibilità; quello accessorio risiede nella igienizzazione della biomassa.

L'equilibrio di processo si gioca sull'assicurazione di tenori in ossigeno, all'interno della biomassa, coerenti con un metabolismo di tipo aerobico; dunque sulla coerenza generale tra:

- velocità di consumo di ossigeno;
- capacità di diffusione passiva.

Nel caso di trattamento biologico di biomasse ad elevata fermentescibilità (frazione umida da raccolta differenziata o da selezione meccanica, biomasse agroindustriali, fanghi biologici, ecc.), si tendono a distinguere due fasi processistiche:

1. una prima fase in cui la biomassa si presenta come ancora fortemente putrescibile e forte consumatrice di ossigeno: questa fase viene anche definita come biossidazione accelerata o (ACT: «**active composting time**»);

2. una fase successiva di rallentamento dei processi metabolici: questa fase viene comunemente definita come fase di maturazione (o di cura).

La differenziazione tra fase attiva e di maturazione tende a perdere di significato nel caso del compostaggio di materiali a bassa degradabilità. Nel caso dell'adozione del vermicompostaggio, per la maturazione finale, si ravvisa l'opportunità di una prestabilizzazione o la miscelazione con materiale già stabilizzato.

2.2 Bioconversione (digestione) anaerobica

La bioconversione avviene in assenza di ossigeno, ed è intesa alla produzione di biogas.

Tale trattamento può essere considerato come preliminare al processo di Compostaggio che deve prevedere una bioconversione aerobica del digestato.

I sistemi anaerobici possono essere classificati essenzialmente in:

1. sistemi a umido, in cui i materiali organici vengono portati in sospensione e parzialmente disciolti in acqua;
2. sistemi a secco, in cui la digestione è a carico di materiale più o meno arricchito di acqua, ma non in sospensione.

Altre condizioni operative distintive riguardano le condizioni termometriche del processo (processi mesofili o termofili) e le discontinuità operative eventuali (processi continui od in batch).

Il digestato è considerato come rifiuto costituito da materiale a stabilizzazione ancora incompleta ed umidità relativamente alta; se destinato alla valorizzazione agronomica ammessa a libero impiego necessita di una fase di ossidazione che ne garantisca la completa stabilizzazione e la acquisizione di proprietà fisico-strutturali congruenti con l'impiego agronomico. In considerazione di ciò, la digestione anaerobica può essere anche considerata come un sistema di recupero di energia sotto forma di biogas nella prima fase di trasformazione, in alternativa alla ossidazione biochimica prodotta dalla stabilizzazione aerobica.

2.3 Pre e post-trattamenti

I pre e post-trattamenti possono essere intesi a:

1. condizionare la natura fisica dei materiali da sottoporre al processo di bioconversione, es.:
 - triturazione/sfibratura;
 - miscelazione/omogeneizzazione;
 - essiccazione o inumidimento;
2. separare i corpi estranei o indecomposti eventualmente presenti, es.:
 - pre-trattamenti
 - vagliatura dimensionale
 - vagliatura idrodinamica
 - separazione magnetica di corpi metallici
 - post-trattamenti
 - raffinazione dimensionale
 - vagliatura densimetrica
 - vagliatura aeraulica
3. qualificare merceologicamente il prodotto, es.:
 - essiccazione;

- pellettizzazione;
- granulazione.

3. ARTICOLAZIONE ED OBIETTIVI DEI PROCESSI

3.1 Compostaggio di qualità 1

È un trattamento di bioconversione aerobica di biomasse selezionate alla fonte ed inteso alla produzione di ammendanti e/o fertilizzanti organici per applicazioni agronomiche corrispondenti agli standard di cui alla l. 748/84 («Nuove norme sui fertilizzanti») e come tali liberamente commercializzabili ed impiegabili in tutti i settori agricoli, vivaistici, paesistici ecc.

A seconda della natura merceologica delle matrici trattate, si possono distinguere le seguenti sostanziali differenze operative:

- processi semplificati (compostaggio di soli scarti «verdi») a carico di matrici esclusivamente lignocellulosiche provenienti da manutenzione delle aree verdi (potature, sfalci, fogliame) eventualmente integrate da altri materiali legnosi e lignocellulosici (trucioli, cassetame, bancali, ecc.);
- processi che prevedono l'integrazione di matrici ad elevata fermentescibilità (scarti di origine alimentare, cascami di lavorazione dell'agroindustria, fanghi biologici, FORSU ecc.).

3.2 Compost fresco

È da considerare «Compost fresco», il prodotto ottenuto da un trattamento di bioconversione aerobica accelerata senza ulteriore fase di maturazione di biomasse selezionate alla fonte ed inteso alla produzione di ammendanti e/o fertilizzanti organici per applicazioni agronomiche corrispondenti agli standard di cui alla l. 748/84 («Nuove norme sui fertilizzanti») e con le limitazioni di cui alla tabella 6-1, e liberamente commercializzabili ed impiegabili in tutti i settori agricoli, vivaistici, paesistici ecc.

3.3 Compostaggio di qualità 2 (compost «grigio»)

Trattamento di bioconversione aerobica a carico di matrici organiche a grado di contaminazione relativamente elevato («umido» da separazione meccanica dei RSU indefferenziati, biomasse da raccolte differenziate a bassa efficacia, fanghi di depurazione a contaminazione in microinquinanti relativamente elevata, ecc.), seguita da una raffinazione meccanica, inteso alla produzione di ammendanti per applicazioni vincolate per:

- quantità
- settore di applicazione (es. sistemazioni paesistico ambientali - previa autorizzazione).

L'utilizzazione in agricoltura è vincolata a 10 t/ha s.s. x anno ed alla presentazione di un piano di utilizzo agronomico dello stesso.

3.4 Compostaggio di bassa qualità (FOS)

Trattamento di bioconversione aerobica a carico di RSU indifferenziato, residuo delle raccolte differenziate o matrici organiche a grado di contaminazione relativamente elevato (umido da separazione meccanica, residuo della raffinazione per la produzione di «compost grigio» biomasse da raccolte differenziate a bassa efficacia, fanghi di depurazione a contaminazione in microinquinanti relativamente elevata, ecc.) inteso alla produzione di Frazione Organica Stabilizzata (FOS) collocabile in corpo di discarica o utilizzabile per operazioni di capping periodico durante la coltivazione delle stesse in eventuale miscelazione con inerti.

3.5 Vermicompostaggio

Il processo può essere inteso a trattare:

- biomasse selezionate con elevato grado di purezza merceologica;
- matrici organiche a grado di contaminazione relativamente elevato (umido da separazione meccanica, biomasse da raccolte differenziate a bassa efficacia, fanghi di depurazione a contaminazione in microinquinanti relativamente elevata, ecc.).

Questo trattamento non può essere considerato come un sistema di compostaggio della frazione organica dei rifiuti, ma come una fase di raffinazione o pretrattamento dei rifiuti.

3.6 Digestione anaerobica

La parte impiantistica dedicata alla digestione anaerobica prevede sistemi di pre-trattamento intesi:

- alla separazione degli inerti;
- al condizionamento fisico ed alla regolazione dell'umidità.

Gli stessi sono variamente articolati a seconda che si tratti di:

- sistemi a umido, in cui i materiali organici vengono portati in sospensione e parzialmente disciolti in acqua;
- sistemi a secco, in cui la digestione avviene su un materiale più o meno arricchito di acqua, ma non in sospensione.

La bioconversione anaerobica non necessita di sistemi tecnologici dedicati alla ossigenazione del materiale; non è parimenti necessaria la miscelazione iniziale con materiale strutturante allo scopo di conferire porosità alla biomassa.

Gli impianti possono essere finalizzati, oltre che alla produzione di biogas, anche alla produzione di un materiale organico biologicamente stabilizzato, dopo che sia stato sottoposto a trattamento aerobico secondo le indicazioni di cui ai punti precedenti (comprese le considerazioni sui post-trattamenti).

3.7 Stabilizzazione a secco (bioessiccazione)

Trattamento di bioconversione aerobica di R.S.U. tal quale, residuo delle raccolte differenziate o matrici organiche a grado di contaminazione relativamente elevato (umido da separazione meccanica, biomasse da raccolte differenziate a bassa efficacia, fanghi di depurazione a contaminazione in microinquinanti relativamente elevata, ecc.) I rifiuti così trattati possono essere assimilati al CDR (Combustibile Derivato da Rifiuti) qualora rispetti le caratteristiche indicate al punto 14 del d.m. 5 febbraio 1998 e/o inviati in impianti autorizzati di termoutilizzazione con recupero energetico.

4. SISTEMI TECNOLOGICI

4.1 Sistemi chiusi o aperti

Nei sistemi chiusi il processo viene condotto in spazi confinati o in aree coperte e tamponate, con il duplice scopo di un migliore controllo delle condizioni processistiche, ma soprattutto di una maggiore efficacia dei presidi ambientali.

In realtà tutti i sistemi tecnologici dovrebbero essere gestiti in ambiente chiuso, tuttavia per alcuni sistemi processistici quali biocontainer, sili, biotamburi, tunnel a tenuta con teli semipermeabili, etc., il confinamento in ambiente chiuso non riveste alcun significato pratico;

L'affidabilità ed efficacia dei sistemi aperti per la conduzione del processo ed il contenimento degli impatti dipende da alcune condizioni di fondo (alternative o sinergiche):

- bassa fermentescibilità delle matrici; es. compostaggio di soli residui «verdi»;
- elevata percentuale (es. maggiore del 60-70% p/p) di strutturante lignocellulosico, che consente d'altronde l'adozione di sistemi statici di compostaggio evitando i rilasci massicci di effluenti odorigeni collegati alle movimentazioni;
- inserimento delle iniziative in situazioni tipicamente «rurali» o «semi-rurali» (es. compostaggio di deiezioni zootecniche, copresenza di attività di allevamento, ecc.).

L'adozione dei sistemi aperti potrebbe dunque, in linea generale, essere ipotizzata e prevista:

- negli impianti di compostaggio di soli scarti «verdi»;
- negli impianti che per tipologie di rifiuti trattati risultano idonei per sistemi statici di compostaggio;
- nei casi di impianti a capacità operative limitate ed in situazioni territorialmente vocate;
- nelle fasi del processo successive alla ricezione, pretrattamento e stabilizzazione accelerata in cui si verifica:
 - una diminuzione del potenziale odorigeno;
 - un minore consumo d'ossigeno;
 - minore sviluppo di calore.

Fatto salvo quanto previsto al punto 16 RIFIUTI COMPOSTABILI dell'Allegato 1 Suballegato 1 del Decreto Ministero Ambiente 5 febbraio 1998 «Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli artt. 31 e 33 del d.lgs. 5 febbraio 1997, n. 22», gli impianti di compostaggio di capacità inferiore a 1000 t/anno, indipendentemente dal processo adottato, dovranno essere dotati di aree impermeabilizzate per lo svolgimento delle fasi di processo.

4.2 Sistemi statici e dinamici

I sistemi dinamici propongono meccanismi di movimentazione della biomassa; quelli statici ne prevedono invece il «riposo posizionale». Ai fini della valutazione processistica, la movimentazione è intesa come il rimescolamento della massa e la ricreazione delle condizioni di porosità e strutturazione. Pertanto vanno considerati tendenzialmente «statici» quei sistemi che pur traslando la massa non ne provocano rimescolamento e ristrutturazione.

A fronte degli obiettivi della movimentazione, l'idea generatrice dei sistemi statici è quella di non disturbare i rapporti tra biomassa e popolazione microbica evitando al contempo lo stress termico temporaneo dovuto alla perdita del calore durante l'operazione di movimentazione.

Tali obiettivi possono contribuire ad ulteriori accelerazioni del processo di stabilizzazione richiedendo, generalmente, quel grado di strutturazione sufficiente ad evitare l'autocompattamento della massa stessa. I sistemi dinamici presentano, invece, un maggiore «range» di condizioni d'applicazione in relazione alla composizione della miscela.

4.3 Sistemi ad aerazione della biomassa naturale e forzata

Le tecnologie possono prevedere sistemi di aerazione naturale o forzata; i primi sono adottati generalmente solo per i processi estensivi di compostaggio di scarti verdi con cumuli rivoltati e per le fasi di maturazione di biomasse; i secondi vengono utilizzati soprattutto per la fase attiva a carico di biomasse ad elevata fermentescibilità, sia per soddisfare l'elevato fabbisogno di ossigeno che per il controllo dell'andamento termico.

5. CARATTERISTICHE MINIME PER IMPIANTI CON CAPACITÀ DI TRATTAMENTO MAGGIORE O UGUALE A 1000 T/ANNO

Un processo di bioconversione di biomasse comprende necessariamente una prima fase di **biostabilizzazione ossidativa** delle componenti organiche fermentescibili eventualmente seguita da una seconda fase di **maturazione (umificazione)** per il miglioramento delle proprietà agronomiche del prodotto finale.

I requisiti minimi delle tipologie di trattamento qui descritte sono indicazioni generali che non escludono *know-how* e/o migliori tecnologie comunque in grado di garantire gli standard previsti dalle presenti linee guida.

5.1 Compost verde

Caratteristiche impiantistiche

Il pretrattamento della matrice organica a base ligno-cellulosica deve avvenire su idonea pavimentazione e può essere condotto all'aperto.

Altre indicazioni:

- raggiungimento della temperatura della biomassa di almeno 55°C per 3 giorni consecutivi; (*);
- indice di respirazione dinamico finale inferiore a 1000 mg O₂ x kg solido volatile⁻¹ x ora⁻¹ (**);
- l'impianto deve essere dotato della strumentazione idonea al controllo dell'andamento del processo e comunque della temperatura, misurata e registrata con frequenza giornaliera;
- sistemi di raccolta dei liquidi reflui.

La raffinazione può avvenire in *strutture confinate*.

5.2 Compost con altre tipologie di miscele

5.2.1 Generalità su strutture e logistica

In generale per lo stoccaggio in ingresso dei materiali ad elevata fermentescibilità (fanghi, residui alimentari, biomasse mercatali, ecc.) dovranno essere predisposte strutture confinate; tali strutture (sili, trincee coperte, vasche, ecc.) vanno diversificate per tipologia di biomassa e dimensionate su un minimo di 2 giorni ed un massimo di 5 (onde evitare estesi fenomeni putrefattivi) e rese accessibili mediante portali comandati da sistemi automatici di apertura e chiusura rapida.

La gestione delle fasi di pretrattamento (lacerazione sacchi, triturazione, miscelazione, vagliatura primaria, ecc.) e trasformazione attiva (ACT) deve essere effettuata in strutture chiuse; vengono considerate strutture chiuse i tunnel, le biocelle/biocontainer, i capannoni tamponati integralmente, i sili, i bioreattori dinamici a cilindro.

Da tali prescrizioni sono esentate le iniziative che ricadono nella casistica seguente:

a) impianti con capacità operative inferiori a 3000 ton/anno se posti in zone a destinazione agricola e ubicati a distanze superiori a 1000 metri da singole abitazioni o centri abitati;

b) impianti con sistema di tipo statico con miscela di almeno il 60-70% in peso di materiale strutturante e potenzialità compresa tra 1000 e 6000 ton/anno, se posti a distanze superiori a 1000 metri da singole abitazioni; l'esenzione dalle necessità di confinamento delle aree operative si applica limitatamente alla fase attiva, mentre le fasi di ricezione e pretrattamento vanno confinate e dotate di un sistema di abbattimento degli odori.

5.2.2 Conferimento/ricezione e stoccaggio

Questa fase comprende le operazioni di conferimento del rifiuto nelle sue varie tipologie, il collocamento dello stesso all'interno del fabbricato o dell'area e lo stoccaggio in luoghi adeguati.

Caratteristiche impiantistiche minime

- a meno delle eccezioni sopra individuate, lo scarico del rifiuto putrescibile deve avvenire in luoghi dotati di sistemi a tenuta al fine di evitare fuoriuscite di emissioni diffuse maleodoranti; tali luoghi dovranno essere muniti di sistemi a chiusura automatica;
- a meno delle eccezioni sopra individuate, lo stoccaggio (messa in riserva) dei rifiuti di cui sopra deve avvenire in luogo chiuso con aspirazione convogliata. Tale aspirazione deve essere atta a garantire almeno 2 ricambi/ora. L'effluente gassoso va inviato al presidio ambientale (vedi cap. successivo) e/o alla fase successiva di lavorazione del rifiuto;
- lo scarico e lo stoccaggio della matrice organica a base ligno-cellulosica deve avvenire su adeguata pavimentazione. Tale operazione può essere effettuata anche all'aperto, adottando idonei sistemi atti ad evitare la dispersione eolica.

I luoghi a ciò preposti devono essere dotati di pavimentazione adeguata che faciliti la pulizia e il recupero del refluo.

A livello progettuale devono essere privilegiati i sistemi di movimentazione con funzionamento elettrico.

5.2.3 Pretrattamento (lacerazione sacco, operazioni meccaniche e macinazione)

Per pretrattamento si intendono tutte le operazioni destinate alla preparazione del rifiuto per il processo di biostabilizzazione. In particolare, si possono prevedere alcune o tutte le seguenti fasi:

- lacerazione sacco/triturazione;
- vagliatura;
- miscelazione;
- deferrizzazione.

Caratteristiche impiantistiche minime

A meno delle eccezioni sopra individuate, l'edificio deve essere chiuso con almeno due ricambi ora. L'effluente gassoso va inviato al presidio ambientale e/o alla fase successiva. La pavimentazione deve essere costruita in materiale adeguato con facilità di pulizia e recupero del refluo.

5.2.4 Biossificazione accelerata (ACT)

La fase di biossificazione è la reazione biologica esotermica che permette di ottenere una parziale degradazione della componente organica. Tutto il procedimento avviene in fase aerobica e si avvale di sistemi di aerazione forzata e/o di metodi di rovesciamento atti a favorire lo scambio di ossigeno tra la massa e l'atmosfera.

Caratteristiche impiantistiche minime

- a meno delle eccezioni sopra individuate, struttura chiusa, in depressione, con almeno 4 ricambi/ora (ove prevista la presenza di operatori interni) o 2 ricambi/ora (senza presenza di operatori o con adozione di ulteriori sistemi di confinamento dei materiali all'interno degli edifici, quali teli, container, ecc.);
- a meno delle eccezioni sopra individuate, presidio ambientale dell'effluente gassoso (vedi cap. successivo);
- trattamento in fase aerobica;
- l'impianto deve essere dotato della strumentazione idonea al controllo dell'andamento del processo e comunque della temperatura, misurata e registrata con frequenza giornaliera;

- sistemi di raccolta dei liquidi reflui;
- gruppo di continuità per la fornitura di energia elettrica per il funzionamento dei sistemi di monitoraggio.

Parametri di processo

- raggiungimento della temperatura della biomassa di almeno 55°C per 3 giorni consecutivi (*);
- indice di respirazione dinamico finale (prima del posizionamento del materiale nella eventuale sezione di maturazione esterna) inferiore a 1000 mg O₂ x kg SV⁻¹ x ora⁻¹ (**).

5.2.5 Maturazione

La fase di maturazione consiste nel completare l'evoluzione del materiale organico attraverso la reazione di umificazione. L'operazione può avvenire in luoghi aperti. Per la produzione di «Compost fresco» non è necessaria tale fase.

Caratteristiche impiantistiche minime

- dimensionamento della sezione di maturazione atta comunque a garantire, congiuntamente alla fase di Biossificazione Accelerata, un tempo totale di processo pari ad almeno 80 giorni (da documentare con calcoli di dimensionamento delle aree e dei volumi necessari);
- pavimentazione idonea alla pulizia e al recupero degli eventuali reflui (impermeabile e canalizzata);
- sistemi di gestione atti a evitare la dispersione eolica del materiale.

Parametri di processo

- indice di respirazione dinamico finale inferiore a 500 mg O₂ x kg SV⁻¹ x ora⁻¹ (**)

5.2.6 Raffinazione

Consiste nella caratterizzazione del materiale per classi granulometriche con separazione delle impurezze.

Caratteristiche impiantistiche minime

- Sistema chiuso;
- presidio ambientale per abbattimento delle polveri.
- Per processi finalizzati a produrre Compost fresco e Compost di qualità 1 (vedi Tab. 6-1), si possono prevedere soluzioni tecniche alternative atte a garantire l'assenza di emissioni polverose durante la raffinazione del materiale, fatte salve eventuali richieste dell'organo di controllo.

5.2.7 Stoccaggio finale

Consiste nella fase di conservazione del prodotto finito.

Caratteristiche impiantistiche minime

- nel caso di silos a torre, adozione di presidi ambientali costituiti da depolveratori con mezzi filtranti a secco;
- pavimentazione idonea alla pulizia e al recupero degli eventuali reflui;
- sistemi di gestione atti ad evitare la dispersione eolica del materiale.

5.3 Sistemi di abbattimento (adottabili singolarmente e/o in combinazione)

5.3.1 Biofiltri

Caratteristiche impiantistiche minime

- Costituzione del letto di biofiltrazione atto ad evitare fenomeni di canalizzazione dell'aria dovuti ad effetto bordo;
- costruzione modulare di ogni singola unità di biofiltrazione, con almeno 3 moduli singolarmente disattivabili in sede di manutenzione straordinaria (con particolare riferimento al cambiamento del mezzo biofiltrante);
- tempo di contatto non inferiore a 45 secondi;
- altezza minima del biofiltro (letto filtrante) 100 cm;
- altezza massima del biofiltro (letto filtrante) 200 cm (situazioni diverse saranno soggette a specifiche valutazioni);
- valore di riferimento per la portata specifica 80 Nm³/h x m³ di strato filtrante;
- il dimensionamento del sistema di convogliamento degli effluenti aeriformi all'impianto d'abbattimento dovrà tenere conto delle perdite di carico, legate all'eventuale impaccamento delle torri ad umido e/o alla porosità del mezzo biofiltrante.

L'eventuale copertura/chiusura dei biofiltri fissa o mobile può essere prevista in funzione delle seguenti condizioni:

- centro urbano ancorché l'impianto sia dislocato in zona industriale;
- nelle immediate vicinanze al centro urbano anche se l'impianto è dislocato in zona agricola;
- in località ad elevata piovosità media (acqua meteorica > 2000 mm/anno);

Parametri di processo

- la concentrazione odorigena massima in ingresso al biofiltro dovrà essere tale per cui l'efficienza di abbattimento garantisca un valore teorico in uscita dal biofiltro inferiore alle 300 U.O/m³ (il valore sarà ottenuto dalla formula: $UO/m^3_{ingresso} = 300/m^3_{uscita} (1 - R_e)^{-1}$). Il raggiungimento di tale valore limite può essere ottenuto attraverso l'adeguamento dimensionale del biofiltro oppure il prelavaggio ad acqua (con o senza l'aggiunta di reagenti) degli effluenti gassosi mediante l'uso di sistemi a nebulizzazione in condotta oppure mediante torri d'assorbimento ad umido;
- controllo dell'umidità del biofiltro mediante idonea strumentazione per il mantenimento dei valori ottimali verificati in fase di messa a regime dell'impianto (ex art. 8 d.P.R. 203/88).
- controllo della misura dell'umidità relativa dell'aria in uscita dal biofiltro non è richiesta la registrazione in continuo ma solo la rilevazione.

5.3.2 Scrubber (torre d'assorbimento)

Caratteristiche impiantistiche

- velocità di attraversamento ≤ ad 1 m/sec;
- tempo di contatto (rapporto tra volume del riempimento e portata specifica) non < a 2 secondi;
- altezza minima del riempimento non < a 70 cm;
- Rapporto tra fluido abbattente ed effluente inquinante 2:1000 espresso in m³/Nm³.

5.3.3 Abbattimento polveri (se necessario)

Caratteristiche impiantistiche

- filtri a maniche;
- superficie filtrante tale per cui la velocità di filtrazione sia ≤ 1,6 m/minuto;
- pressostato differenziale collegato a sistemi di allarme ottico ed acustico.

5.4 Trattamento reflui liquidi

Caratteristiche impiantistiche

- vasca di raccolta acque di prima pioggia come previsto dalla l.r. 62/85;
- vasca di raccolta del percolato di dimensioni adeguate alla sua produzione (calcoli relativi da indicare in sede progettuale).

Il percolato può essere usato per ricircolo sui cumuli nella fase di biossidazione (ACT).

5.5 Valori limite alle emissioni

5.5.1. Trattamento effluenti areiformi

Concentrazione di odore: **300 unità odorimetriche/m³**

Composti ridotti dell'azoto espressi come NH₃: **5 mg/N m³**

5.5.2 Abbattimento polveri, inerti o biologicamente attive in impianti locali dedicati

Fare riferimento ai limiti per analoghi impianti industriali ai sensi del d.P.R. 203/88

Polveri: **10 mg/Nm³**.

In quanto applicabili valgono i limiti di legge alle emissioni industriali fissati ai sensi del d.P.R. 203/88.

Nel caso di situazioni ambientali critiche per molestia olfattiva possono essere utilizzati diversi metodi d'indagine con valore diagnostico, quali quelli descritti in appendice (campionamento in bags o mediante campionatore passivo presso le diverse potenziali fonti di odore ed in altre postazioni di riferimento e successiva determinazione GC-MS con elaborazione statistica mediante PCA).

5.6 Immissioni

In presenza di situazioni critiche, nonostante il rispetto dei parametri relativi alle emissioni, si possono effettuare analisi dell'aeriforme, quale ad esempio la gas-cromatografia-spettrometria di massa (GC/MS) con idonea tecnica di preconcentrazione (criofocalizzazione microestrazione in fase solida o altro).

5.7 Agenti patogeni

Per l'eliminazione del rischio all'interno degli impianti (ambienti di lavoro) vale quanto previsto nel d.lgs. 626/94. Per l'esterno è irrilevante.

5.8 Localizzazione degli impianti

Fare riferimento alla legislazione ambientale e sanitaria vigente così come già applicata in sede autorizzativa relativamente ad altre tipologie di impianti di trattamento rifiuti di cui alla d.g.r. n. 7/10161 del 6 agosto 2002 Allegato A punto 2.3 (pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia - Serie Ordinaria - n. 37 del 9 settembre 2002)

(*) Delibera Comitato Interministeriale 27 luglio 1984 (Testo allegato) punto 3.4 ovvero 3.4.1.

(**) SV: frazione dello sostanza secca volatile a 550°C

R_e (removal efficiency): efficienza d'abbattimento = (C_i - C_u)/ C_i

(dove C_i è la concentrazione di odore in ingresso espressa in Unità Odorimetriche mentre C_u è la concentrazione di odore in uscita sempre espressa in Unità Odorimetriche).

6. CONTENUTO IN METALLI (mg kg⁻¹ss), FITOTOSSICITÀ, CARATTERISTICHE DELLA COMPONENTE ORGANICA NELLE DIVERSE CATEGORIE DI COMPOST PROPOSTE

TABELLA 6-1

Tipologie	Cd	Cr tot (**)	Ni	Pb	Cu	Hg	Zn	Fitotox (***)	IRDP (****)
Compost fresco (*)	< 1	< 70	< 50	< 100	< 100	< 1	< 300	Idoneo	< 1000
Compost di qualità 1 (*)	≤ 1.5	≤ 150	≤ 100	≤ 140	≤ 150	≤ 1.5	≤ 500	Idoneo	< 500
Compost di qualità 2 Per uso non agricolo (**)	1.6-4 »	151-300 »	101-150 »	141-300 »	151-400 »	1.5-5 »	501-1500 »	Idoneo »	< 500 < 1000
Compost di bassa qualità (FOS)	> 4	> 300	> 150	> 300	> 400	> 5	> 1500	-	< 1000

(*) Sono previsti i seguenti valori limite: (d.lgs. 99/92 modificata come segue: coliformi fecali MPN/ g s.s. < 10000; salmonelle MPN/ g s.s. < 100; uova vitali di elminti assenti e l'assenza di semi germinanti.

Metodica: Test methods for the examination of composting and compost-1st Edition december 1997 - US Composting Council 44224-Montgomery Avenue Suite 102 - Bethesda Maryland 20814 USA. Il testo comprende anche le norme di campionamento

(*) Per l'impiego florovivaistico sono previste anche le caratteristiche idrologiche: curva di ritenzione idrica, densità reale ed apparente, porosità totale e libera.

(**) Per le prime tre tipologie il contenuto in Cr⁶⁺ non deve essere superiore a 0,5 ppm s.s.

(***) Cfr. Allegato B.

(****) Indice di Respirazione Dinamico (IRD) da determinarsi con metodo dinamico come da allegato «C»

(**) Su aree degradate e ex cave fatte salve per queste ultime le prescrizioni delle norme sulla tutela delle acque

N.B.: Solo il rispetto di tutte le caratteristiche indicate in riga (limite indicato ± 20% su un minimo di 4 campionamenti annui) consente la classificazione nella tipologia indicata. In caso contrario il compost viene declassato alla tipologia inferiore e così via.

Per le varie tipologie di compost devono inoltre essere rispettati i parametri chimici e microbiologici previsti dal d.m. 27 marzo 1998: mod. all. 1C della legge 19 ottobre 1984 n. 748 recante nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti.

LIMITI ALLA PRESENZA DI INERTI, VETRI E PLASTICHE

TABELLA 6-2

Tipologie	Vetri	Plastiche
Compost fresco	Cfr. l. 748/84 come modificato dal Decreto 27 marzo 1998	Cfr. l. 748/84 come modificato dal Decreto 27 marzo 1998
Compost di qualità 1	Vedi sopra	Vedi sopra
Compost di qualità 2	Cfr. DCI 27 luglio 1984	Cfr. DCI 27 luglio 1984
Compost di bassa qualità (FOS)	Non previsto	Non previsto

DOSI E MODALITÀ DI IMPIEGO DELLE DIVERSE TIPOLOGIE DI COMPOST PROPOSTE

TABELLA 6-3

Tipologie	Dosi di impiego	Modalità
Compost fresco	Secondo le buone norme agronomiche	Libera commercializzazione
Compost di qualità 1	Secondo le buone norme agronomiche	Libera commercializzazione
Compost di qualità 2	10 t/ha s.s. x anno (*)	Provvedimenti autorizzativi
Compost di bassa qualità (FOS)	Illimitate comprese le operazioni di «capping»	Provvedimenti autorizzativi

(*) l'utilizzo in agricoltura non comporta l'onere di verifica della rispondenza dei suoli ai valori limite stabiliti dal d.lgs. 99/92

7. GLOSSARIO

Acqua di percolazione: refluo liquido caratterizzato dalla presenza di sostanza organica, minerali e microrganismi, risultante dalla perdita di acqua gravitazionale da un qualsivoglia materiale e o sistema.

Alta putrescibilità: parametro microbiologico che indica l'attitudine del carbonio di una matrice organica ad essere rapidamente colonizzato e quindi consumato dalla microflora spontanea. È determinabile analiticamente dal consumo di ossigeno nel tempo riferito all'unità di massa o dalla conversione del carbonio solido in CO₂ gassosa.

Ammendante: materiale, in genere allo stato solido, impiegato nella pratica agricola quale apportatore di carbonio a diverso grado di complessità molecolare.

Arie esauste: refluo gassoso veicolante molecole organiche o inorganiche odorogene e non ed elementi chimici, risultante da un qualsivoglia processo di trasformazione in grado di modificare in qualsiasi misura la composizione dell'aria in ingresso.

Bassa putrescibilità: parametro microbiologico che indica l'attitudine del carbonio di una matrice organica ad essere lentamente o con difficoltà colonizzato e consumato dalla microflora spontanea. È determinabile analiticamente dal consumo di ossigeno nel tempo riferito all'unità di massa o dalla conversione del carbonio solido in CO₂ gassosa.

Biodegradabilità: attitudine di una matrice organica a fungere da alimento per un qualsiasi tipo di microrganismo.

Biofiltro: sistema biologico confinato rappresentato generalmente da una fase solida, caratterizzata da un grado di umidità ottimale, colonizzata da microrganismi in grado di metabolizzare sostanze organiche ed inorganiche volatili.

Bioconversione: l'insieme dei processi strettamente biologici, aerobici od anaerobici, di trasformazione del materiale sottoposto a trattamento biologico. La bioconversione è essenzialmente operata da popolazioni microbiche con eventuali interventi accessori spontanei o indotti di anellidi o altri macroinvertebrati.

Bioessiccamento: (alias bioessiccazione) processo in grado di ottenere il parziale essiccamento della massa sfruttando la esotermia delle reazioni biologiche aerobiche.

Bioossidazione: processo biologico microbico aerobico in grado di trasformare parte del carbonio di un substrato organico in anidride carbonica ed acqua.

Compost di qualità: prodotto derivante dal trattamento biologico di biomasse selezionate inteso alla produzione di ammendante e/o fertilizzante organico per applicazioni agronomiche corrispondenti agli standard di cui alla l. 748/84 (così come modificato nell'allegato 1C, dal d.m. 27 marzo 1998) e come tali liberamente commercializzabili ed impiegabili in tutti i settori agricoli, paesistici, vi-vaistici, etc.

Compost fresco: compost ottenuto dopo la sola fase di biostabilizzazione cui corrisponde assenza di fitotossicità e di semi vitali.

Compost grigio: prodotto derivante dal trattamento biologico di matrici organiche a grado di contaminazione relativamente elevato (umidi da separazione meccanica, biomasse da raccolta differenziata a bassa efficacia, fanghi di depurazione a contaminazione relativamente elevata, etc.) inteso alla produzione di ammendanti per applicazioni vincolate per quantità e settore di applicazione (cfr. Compost qualità 2).

Compost di bassa qualità Prodotto derivante dal trattamento di bioconversione aerobica a carico di RSU tal quale, residuo delle raccolte differenziate o matrici organiche a grado di contaminazione relativamente elevato (umido da separazione meccanica, biomasse da raccolte differenziate a bassa efficacia, fanghi di depurazione a contaminazione in microinquinanti relativamente elevata, ecc.) inteso alla produzione di Frazione Organica Stabilizzata (FOS) collocabile in corpo di discarica o utilizzabile per operazioni di capping periodico durante la coltivazione delle stesse in eventuale miscelazione con inertì.

Compost verde: come «Compost di Qualità» ma quando la miscela è rappresentata da residui della manutenzione del verde pubblico e privato.

Correzione:	operazione che consiste nell'aggiunta di sostanze in grado di influenzare la reazione (pH) del substrato.
Compostaggio:	processo in grado di garantire l'andamento ottimale dell'attacco microbico del materiale organico e la sua parziale o totale umificazione.
Detentore:	il produttore dei rifiuti o la persona fisica o giuridica che li detiene.
Disidratazione:	processo di essiccamento termico dei rifiuti al fine di ottenere materiale idoneo per gli utilizzi secondo quanto stabilito dalle singole categorie di compost previste dalle presenti linee guida.
Edificio:	struttura all'interno della quale avviene la trasformazione del rifiuto o che contenga macchinari necessari alla separazione del rifiuto, allo svolgimento del processo biologico, alla sua maturazione, etc..
Fermentescibilità:	vedi putrescibilità.
Fertilità:	attitudine di un substrato a garantire le esigenze nutrizionali e di abitabilità ad una o più specie vegetali.
FORSU	Frazione Organica dei Rifiuti Solidi Urbani raccolta separatamente
FOS	Frazione organica stabilizzata: cfr. compost di bassa qualità
Flora microbica:	l'insieme dei microrganismi che attendono alla degradazione-trasformazione di un substrato organico.
Gestore:	chi opera la gestione ossia la raccolta, il trasporto, il recupero e lo smaltimento dei rifiuti, compreso il controllo di queste operazioni.
Granulometria:	classificazione della componente solida di un materiale per intervalli dimensionali.
Humus:	coacervo di molecole a prevalente caratteristica aromatica, biomasse microbiche, cataboliti, anaboliti e materiale organico quale frutto dell'attività degradativa della microflora.
Igienizzazione:	stato microbiologico di un qualsiasi materiale caratterizzato da assenza o minima presenza di organismi patogeni nei confronti dell'uomo.
Impianto:	il complesso degli edifici, piazzali e dei macchinari necessari all'espletamento del processo di compostaggio, stabilizzazione, maturazione, etc.
Impermeabilizzazione	Sistema di pavimentazione finalizzato ad evitare contaminazioni del suolo mediante la raccolta delle acque di percolazione e dilavamento materiale impiegato a vario titolo e/o presente che comunque non partecipa ad alcuna reazione chimica né biologica.
Inerti:	fase del processo biologico caratterizzata da modesta esotermia e al termine della quale si verifica la scomparsa di fitotossicità.
Maturazione:	indica, in linea generale, lo svolgersi di un processo microbico in presenza di aria (ossigeno) a livelli tali da mantenere la concentrazione di ossigeno a valori ottimali (superiore al 10%) per l'attività microbica.
Processo aerobico:	indica, in linea generale, lo svolgersi di un processo microbico in totale assenza di ossigeno o in concentrazioni di ossigeno tali da non limitare l'attività della flora anaerobica con possibile produzione di composti ridotti del carbonio, dell'azoto e dello zolfo.
Processo anaerobico:	

Produttore:	la persona la cui attività ha prodotto rifiuti e la persona che ha effettuato operazioni di pretrattamento o di miscuglio o altre operazioni che hanno mutato la natura o la composizione dei rifiuti.
Raccolta:	l'operazione di prelievo, di cernita e di raggruppamento dei rifiuti per il loro trasporto.
Raccolta differenziata:	la raccolta idonea a raggruppare i rifiuti urbani in frazioni merceologiche omogenee, compresa la frazione organica umida, destinata al riutilizzo, al riciclaggio ed al recupero di materia prima.
Raffinazione:	processo meccanico in grado di separare il compost in classi granulometriche ed allontanando così corpi estranei e/o indecomposti.
Recupero:	le operazioni previste dall'allegato «C» del d.lgs. 5 febbraio 1997 n. 22, e successive modifiche e integrazioni.
Recupero ambientale:	l'insieme delle tecnologie agrarie atte a ripristinare la fertilità (vedi) del suolo.
Rifiuto:	qualsiasi sostanza od oggetto che rientra nelle categorie riportate nell'allegato «A» (del d.lgs. 5 febbraio 1997 n. 22, e successive modifiche e integrazioni) e di cui il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi.
Scrubber	sistema in grado di adsorbire, ossidare o salificare molecole odorigene presenti nelle arie esauste.
Stabilità biologica:	stato del processo di biotrasformazione caratterizzato da modesta attività biologica misurabile attraverso il consumo orario di ossigeno o la produzione di CO ₂ per unità di massa.
Stabilizzazione:	processo in grado di garantire l'andamento ottimale dell'attacco microbico del materiale organico sino al raggiungimento della stabilità biologica.
Strutturante:	qualsiasi materiale biodegradabile o non in grado di modificare la densità apparente della miscela al fine di migliorare le caratteristiche di permeabilità all'aria e all'acqua.

8. CAMPIONAMENTO E VALUTAZIONE DEI DATI OTTENUTI

8.1 Criteri generali di misura dei parametri di emissione

I parametri di emissione saranno misurati seguendo le norme di buona tecnica (UNI ove presenti o NIOSH, ACGIH)

Prima di procedere al campionamento degli effluenti provenienti dal biofiltro, si dovrà verificare assenza di flussi preferenziali lungo il perimetro del biofiltro stesso; tale assenza è verificata mediante il riscontro di valori di velocità in uscita dell'effluente rientrante nella media dei valori misurati sulla superficie emittente.

Per le misure delle emissioni in uscita dai biofiltri, si procederà, invece, in prima istanza alla misura della portata nella condotta a monte del presidio depurativo, secondo la norma UNI e si annoterà la misura della portata complessiva in ingresso al biofiltro.

Successivamente si procederà all'analisi delle emissioni dal biofiltro suddividendo dapprima la superficie superiore del letto dello stesso (biofiltro) in subaree di grandezza pari all'1% della superficie totale, per un numero di subaree totali comunque non inferiore a 4 e non superiori a 10.

8.2 Concentrazione di odore delle emissioni

La valutazione olfattometrica deve essere effettuata secondo le procedure previste dalle linee guida CEN TC 264 in attesa di pubblicazione.

8.2.1 Scelta dei punti di prelievo sul biofiltro

Il biofiltro dovrà essere suddiviso in subaree equivalenti, in numero pari all'1% della superficie del biofiltro espressa in m², per un numero di subaree totali comunque non inferiori a 4 e non superiori a 10, al cui interno in modo casuale andranno effettuati i campionamenti.

Per l'effettuazione delle misure all'interno delle subaree, si propone di utilizzare un imbuto a base quadrata, con bocca di presa di 1 m² e cammino acceleratore di 0,074 m², corrispondente ad una sezione di uscita di diametro di 300 mm (A1 = 0,07069 m²).

Per la misura della portata in uscita dal biofiltro, dato che le velocità sono molto basse, è indispensabile utilizzare un anemometro a elica con le seguenti caratteristiche:

- precisione ± 0.1 m/s;
- limite di rilevabilità 0.1 m/s.

Nelle condizioni di usuale dimensionamento dei biofiltri (80 m³/hxm³) la velocità nel cammino si attesterebbe intorno a 0,4 m/s valore che, con tubi lisci garantisce il moto laminare dell'aria.

Nel caso in cui il biofiltro fosse dimensionato su un carico di 150 m³/hxm³ la velocità nel cammino acceleratore sarebbe ancora nel campo di moto laminare (0,6 m/s).

In queste condizioni si può senza alcun dubbio assumere che la perdita di carico nell'imbuto acceleratore sia trascurabile, portando quindi a considerare ragionevole che la velocità nel cammino sia uguale, a meno di un fattore moltiplicativo ottenuto dal rapporto delle due sezioni (ingresso e uscita) dell'imbuto ($f = A/A1 = 1/0,07069 = 14,15$), alle velocità di uscita dal biofiltro.

Eventuale utilizzo di coefficienti correttivi

Qualora si volesse procedere alla verifica sperimentale di quanto asserito nei punti precedenti e si volesse contemporaneamente passare alla determinazione di coefficienti empirici correttivi si potrebbe procedere, come segue:

Attrezzatura

- Biofiltro superficie ≥ 50 m²
- Ventilatore di alimentazione con motore regolato da inverter
- Imbuto acceleratore (cfr. descrizione sopra riportata)
- Anemometro ad elica

Determinazione dei coefficienti correttivi

Procedura:

1. Suddivisione della superficie del biofiltro secondo un reticolo con settore di 1 x 1 m
2. Determinazione della portata alimentata al biofiltro ottenuta mediante la misurazione della velocità nella tubazione di mandata (o aspirazione) del ventilatore;
3. A velocità costante del ventilatore, esecuzione della misura della velocità di uscita dal biofiltro, operando una misura per ogni settore predeterminato, utilizzando l'imbuto acceleratore non considerando i settori perimetrali per escludere l'influenza dell'effetto parete;
4. Calcolo della media delle velocità/portate ottenute, moltiplicando la quale per la superficie totale del filtro si ottiene il valore della portata in uscita dal biofiltro;
5. Il rapporto tra la portata in ingresso e la portata in uscita costituisce il coefficiente correttivo da utilizzare, a quel valore di velocità, per calcolare, una volta conosciuta la portata misurata nell'imbuto, la portata effettiva del settore misurato;
6. Impostando diverse velocità di rotazione del ventilatore, si può così procedere alla costruzione di una tabella che fornisca il coefficiente correttivo in funzione della velocità di attraversamento, essendo la stessa fortemente influenzante le perdite di carico.
7. La media dei valori acquisiti moltiplicata per la superficie totale non dovrà scostarsi dal valore di portata misurato a monte, per un valore maggiore del 20%.

8.2.2 Campionamenti

I campionamenti, di durata opportuna a garantire il prelevamento di un'aliquota significativa per il metodo analitico prescelto, saranno effettuati in almeno 4 punti (subaree) rappresentativi della distribuzione delle velocità.

I campionamenti dovranno essere effettuati seguendo le norme di buona tecnica adottate per le emissioni convogliate.

Una prima indagine potrà essere svolta come sopra, mediante campionamenti istantanei per avere una indicazione di massima delle concentrazioni presenti. Criteri di valutazione dei risultati

Presentazione dei risultati

Nel registro dei risultati dovranno essere riportati i dati relativi allo stato dell'impianto (ad esempio la velocità del ventilatore) e le modalità operative del campionamento

Valutazione dei risultati

Il valore limite si intende rispettato quando il valore di ogni misura è inferiore o uguale a detto valore (limite).

8.3 Criteri generali di misura delle immissioni

A volte, pur in presenza di rispetto dei valori-limite delle emissioni da parte dei sistemi di presidio ambientale, si rilevano situazioni controverse con segnalazione di odori nell'intorno dell'impianto. Verosimilmente, in tali casi l'odore è dovuto ai contributi, singoli od in combinazione, di altre potenziali fonti, presidiate (es. zone di ricezione durante l'apertura dei portali di scarico) o non presidiate (es. maturazione, pozze di percolato sui piazzali esterni, ecc.)

Allo scopo di individuare oggettivamente i contributi delle diverse fonti, concentrando e accelerando gli sforzi tecnologici e gestionali intesi a superare le criticità emerse, possono essere utilizzati a scopo diagnostico alcune metodiche volte alla caratterizzazione delle emissioni ed alla eventuale verifica della loro analogia con gli odori avvertiti sul territorio (individuando in particolare le fonti a contributo prevalente od esclusivo, in modo da concentrare immediatamente su di esse gli sforzi operativi intesi al superamento dei problemi)

In particolare, si segnalano a scopo diagnostico (senza intenzione di escluderne altre che rispettino i principi di significatività nel caso di indagini sulle emissioni e le immissioni da impianti di trattamento biologico) le seguenti 2 metodiche:

- a) criofocalizzazione e GC/MS come ad esempio metodiche EPA TO-1, TO-17,
- b) SPME e GC/MS vedi allegato D.

Un'ulteriore valutazione di merito rispetto ai parametri di emissione può essere effettuata mediante la misura dell'azoto organico aerodisperso. In questo caso le misure, vanno effettuate evitando periodi in cui siano presenti contributi odoriferi imputabili anche a pratiche agricole esercitate in loco.

9. CRITERI DI VALUTAZIONE DEI RISULTATI

Presentazione dei risultati

Nel registro dei risultati dovranno essere riportati i dati relativi all'impianto ed alle misure effettuate, compresi eventuali ipotesi di interferenza da addebitare a contributi diversi dall'insediamento.

Valutazione dei risultati

In coerenza con quanto esposto in premessa, l'indagine assume valore diagnostico; può infatti coadiuvare le indagini finalizzate all'accertamento di condizioni gestionali sub-ottimali o critiche per fermentescibilità ancora relativamente elevata dei materiali posti in maturazione all'esterno. Va sottolineato a tale proposito che per il materiale da posizionare in sezioni di maturazione esterne, valgono comunque i valori prescrittivi di cui al paragrafo 5.2.4 (con particolare riferimento al conseguimento di un indice respirometrico dinamico inferiore a 1000 mg O₂/kg SV.h)

9.1.1 parametri di valutazione di processo

Le misure di emissioni ed immissioni non possono essere disgiunte da test significativi sul materiale in compostaggio; pertanto si procederà al prelievo di opportuna quantità di materiale da sottoporre al test di respirazione dinamico così come precedentemente indicato.

Altro test ancillare, è rappresentato dalla misura del potere di autoriscaldamento (self heating test) da effettuarsi in vaso Dewar così come da metodo allegato (cfr. oltre).

9.1.2 Presentazione dei risultati

Nel registro dei risultati dovranno essere riportati i seguenti dati:

- a) ditta
- b) impianto
- c) sorgente di emissione, fase di processo e sue caratteristiche:

- altezza da quota terra, in m
- sezione della bocca del camino o del biofiltro, in m²
- sezione del camino al punto di prelievo, in m²
- velocità lineari in m/s (valore singolo e medio)
- temperatura al punto di prelievo, in °C
- umidità al punto di prelievo, in % v/v
- portata in m³/ora (teorica se nota e misurata)
- d) data (ora, giorno, mese, anno)
- e) condizioni di marcia dell'impianto (carico, ecc.) durante il campionamento
- f) metodica di analisi (riferimento o descrizione)
- g) risultato analitico:
 - sostanze determinate
 - unità di misura
 - valori singoli e valore elaborato

9.1.3 Valutazione dei risultati: caratterizzazione delle emissioni

Il livello di emissione viene espresso come valore medio delle N misure effettuate con impianto a regime più o meno la deviazione standard dei dati. Più precisamente:

$$\text{Livello di emissione} = E = E_{\text{medio}} \pm s$$

9.1.4 Valutazione della significatività della variazione di emissione

Per valutare se i livelli di emissione variano significativamente è possibile applicare il test statistico utilizzato dall'EPA (Code of Federal Regulation, part. 60, App. C, Tit. 40, Protection of the Environment, pp 580-581).

A questo scopo eseguire due serie di misure; ogni serie consta di N misure.

Calcolare la varianza:

$$s^2 = \Sigma_i (E_i - E_m)^2 / N - 1$$

9.1.5 Calcolare la deviazione standard «pooled»

$$s_p = \text{SQR}[(2s_a^2 - 2s_b^2) / N_a + N_b - 2]$$

Dove:

E_i = valore della singola misura

E_m = valore medio della misura

s_p = deviazione standard «pooled»

s_a = deviazione standard della serie di misure «A»

s_b = deviazione standard della serie di misure «B»

N_a = numero di rilievi nella serie di misure «A»

N_b = numero di rilievi nella serie di misure «B»

9.1.6 Calcolare il test T dell'EPA

$$T = E_{mb} - E_{ma} / [s_p \text{ SQR}(1/N_a + (1/N_b))]$$

Dove:

E_{mb} = valore medio della serie di misure «B»

E_{ma} = valore medio della serie di misure «A»

N_a = numero di misure della serie «A»

N_b = Numero di misure della serie «B»

Confrontare T trovato con T', tenendo conto dei gradi di libertà

Se $T \leq T'$ la differenza fra le due serie di livelli di emissione col 95% di confidenza, non è significativa

Se $T > T'$ la differenza fra le due serie di livelli di emissione, col 95% di livello di confidenza è significativa.

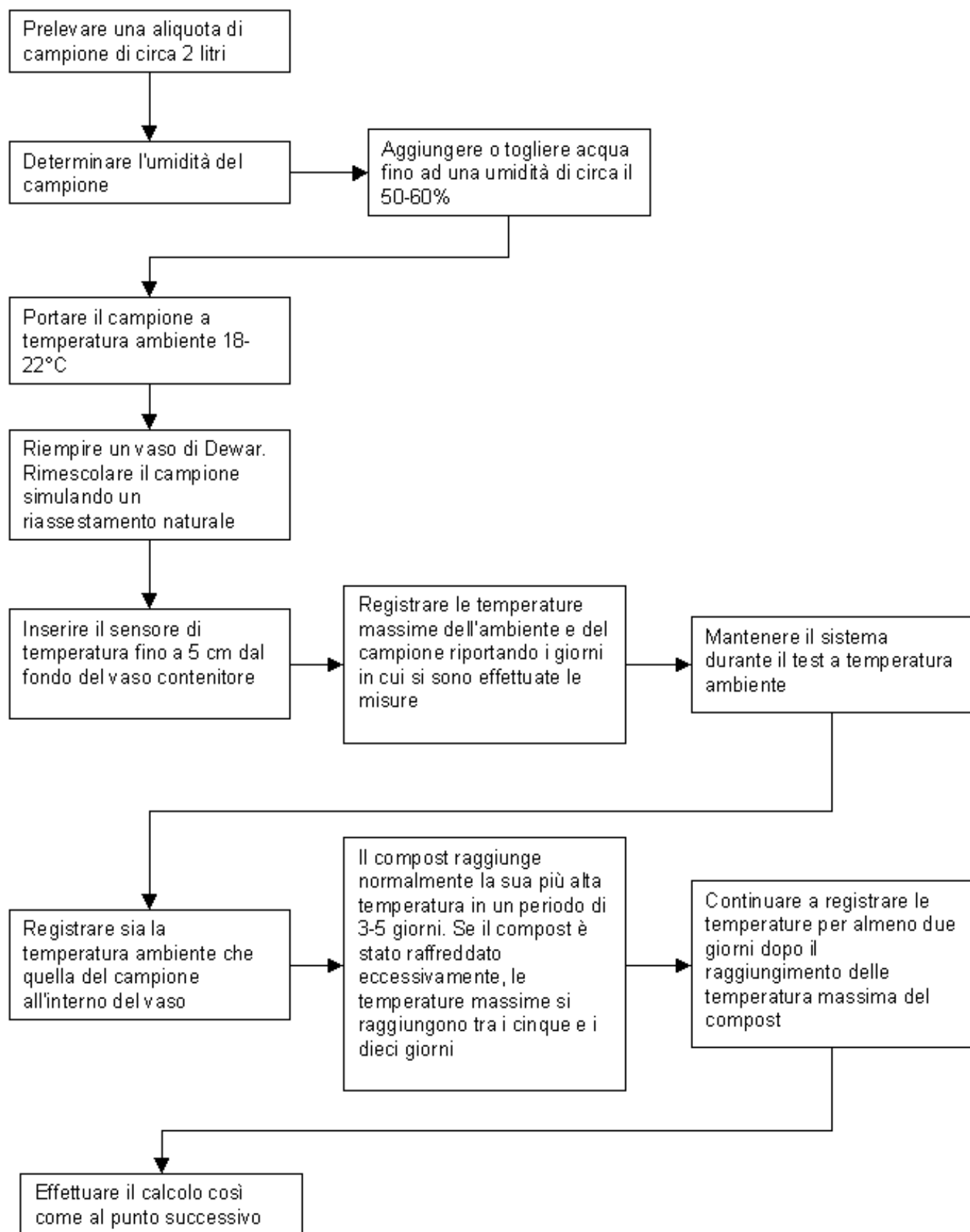
ALLEGATO A

SELF-HEATING TEST

Il self-heating Test viene proposto quale metodo empirico per una prima valutazione in impianto della stabilità biologica della biomassa, non assumendo significato esaustivo nella valutazione della stabilità che dovrà essere sempre riferita all'IRD.

Sequenza operativa per l'esecuzione del self-heating test.

Da: «U.S. Compost Council» Test Methods for the examination of Composting and Compost



Calcolo
Aumento netto della temperatura:
 $R = H - A$
dove:
 R = aumento netto della temperatura, $\Delta^{\circ}\text{C}$
 H = la maggiore temperatura registrata nel corso del test, $^{\circ}\text{C}$
 A = temperatura ambiente

Interpretazione
L'interpretazione dei risultati si basa suddividendo in cinque livelli di 10°C ciascuno i Δ di temperatura registrati.

$\Delta^{\circ}\text{C}$	Classe di stabilità	Gruppo
< 10°C	V	Molto stabile
10-20°C	IV	Moderatamente stabile. Fase finale di maturazione
20-30°C	III	Compost in corso di degradazione
30-40°C	II	Compost immaturo
> 40°C	I	Materiale fresco

— • —

ALLEGATO B

TEST DI FITOTOSSICITÀ
Effetto di matrici complesse
sulla crescita delle piante superiori

METODICA

1. Scopo

Il metodo descritto ha lo scopo di saggiare gli effetti di matrici complesse (fanghi, compost, ammendanti, reflui), liquidi o solide, sui vegetali.

2. Principio

La crescita della piante è correlata positivamente alla presenza di elementi nutritivi e negativamente alla presenza di elementi in eccesso e/o di sostanze tossiche.

Il metodo viene realizzato allevando una specie vegetale indicatrice su un substrato cui è stata aggiunta, a concentrazione diverse, la matrice da saggiare. La crescita delle piante (biomassa fresca e secca prodotta) viene confrontata con quella ottenuta da medesime piante allevate sul solo substrato (controllo).

3. Strutture, apparecchiature ed attrezzature

- Sono necessarie per la conduzione del saggio:
- camera di crescita controllata (o serra o fitotrone); bilancia analitica e bilancia tecnica, stufa;
 - vasi in materiale plastico cilindrici di circa 300 ml sprovvisti di fori di drenaggio;
 - una serie di beaker in materiale plastico (da 1000 ml e 5000 ml);
 - una serie di sessole (da 50 cc a 500 cc);
 - 1 bacinella in materiale plastico (es.: 40 cm x 30 cm x 8 cm);
 - 1 contenitore in materiale plastico da 30 l;
 - un setaccio con maglie di 10 mm di diametro.

4. Unità di misura e definizioni

I dosaggi delle sostanze da saggiare sono espressi, per i solidi, in grammi di sostanza secca o fresca (ovvero di prodotto tal quale) per chilo di substrato (g/kg), per i liquidi in millilitri di prodotto tal quale per chilo di substrato (ml/kg). Per facilitare la trasferibilità dei risultati del test alla realtà di pieno campo le medesime concentrazioni possono essere convenientemente espresse in quintali all'ettaro (q/ha) o litri all'ettaro (l/ha). Per convertire i dosaggi da un'unità ad un'altra cfr. Allegato 1.

Per *crescita* si intende la produzione di biomassa, ovvero il peso (fresco e secco) della parte epigea delle piante allevate in un vaso. La crescita viene espressa in milligrammi per vaso (mg/vaso).

L'*indice di crescita* si determina dividendo la crescita relativa a ciascun dosaggio con la crescita del testimone. L'indice di crescita è un numero adimensionale.

5. Materiali e reagenti

5.1 Substrato di crescita

Il metodo prevede l'impiego di un substrato suolo-simile costituito dalle seguenti componenti (per le caratteristiche del substrato e delle singole componenti cfr. Allegato 2):

Componente	% in peso
Sabbia	87.5
Argilla	9
Terreno	2
Torba	1.5

Preparazione (di 10 kg di substrato ovvero 40 vasi). In un recipiente della capacità di circa 30 l versare 400 ml di acqua deionizzata e 150 g di torba. Versare sulla sospensione 8750 g di sabbia; attendere circa 10 minuti in modo tale che torba e sabbia si siano imbibite e, successivamente, mescolare con cura; aggiungere 900 g di argilla e 200 g di suolo agrario; mescolare nuovamente fino ad ottenere una miscela omogenea. Per ciascun vaso della prova occorrono 250 g di substrato. Per ciascuna dose (4 vasi) occorre 1 kg di substrato

5.2 Soluzione fertilizzante NPK

Preparazione (1) In un matraccio tarato da 1000 cc trasferire 0.115 g di $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$; solubilizzare con circa 700 ml di acqua deionizzata; aggiungere successivamente 0.655 g di $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, e 0.308 g di K_2SO_4 e ridisciogliere; portare a volume. La soluzione fertilizzante preparata è sufficiente per fertilizzare 25 kg di substrato (ovvero per 100 vasi contenenti 250 g di substrato).

Dosaggi soluzione fertilizzante. Sono sufficienti 10 ml per ciascun vaso contenente 250 g di substrato (40 ml/kg substrato).

5.3 Specie vegetale utilizzata

Lactuca sativa L. cv Augusta. Possono essere usate cultivar diverse da quella indicata. Consigliati i semi confettati.

5.4 Germinatoio

Disporre nella bacinella uno strato di sabbia di circa un centimetro (circa 1500 g di sabbia). Imbibire con acqua deionizzata e distribuire i semi (distanza tra semi circa 0.5 cm x 1 cm); coprire i semi con poca sabbia fino a completa copertura degli stessi e coprire la bacinella con film plastico per evitare perdite per evaporazione. Riporre la bacinella al buio per 48 h: all'emissione dei cotiledoni porre la bacinella alla luce. Attendere la formazione della prima foglia vera prima del trapianto.

6. Allestimento del test: descrizione della procedura

6.2 Preparazione campione

I campioni devono essere utilizzati tal quali e non essiccati. I campioni solidi con pezzatura grossolana, devono essere setacciati con un vaglio da 10 mm: il test deve essere attuato con il materiale che passa dalle maglie del vaglio.

6.1 Analisi preliminari

Nel caso di sottoprodotti solidi deve essere determinato il contenuto in sostanza secca del sottoprodotto.

6.2 Dosaggi e repliche

Devono essere previste come minimo sei dosi (compreso il testimone) e deve essere scelta una serie geometrica di concentrazioni del prodotto da saggiare nel substrato (Allegato 1). Per ciascuna dose sono previste quattro repliche (quattro vasi per dosaggio).

L'intervallo dei dosaggi viene scelto, per i prodotti solidi, in funzione della tipologia della matrice da saggiare:

- per i fanghi le dosi devono essere comprese almeno tra 0 e 3,33 g di s.s./kg di substrato (ovvero tra 0 e 15t di s.s./ha);
- per i compost e le matrici assimilabili agli ammendanti almeno tra 0 e 15 g di s.s./kg di substrato.

Per i reflui liquidi e nel caso non si disponesse di dati analitici relativi al contenuto in soluti, si deve prima procedere con

(1) Possono essere utilizzati, in alternativa, i preparati commerciali per laboratorio pronti per l'uso: ad esempio, la miscela Hoagland's No 2 (Sigma), con macro e micro nutrienti (descritta da Hoagland and Arnon, 1950). Dosaggio soluzione Hoagland's N. 2: 40 ml/kg di substrato.

un saggio preliminare per la scelta dei dosaggi, utilizzando possibilmente poche dosi e molto distanziate (*range finding test*); il risultato del saggio preliminare orienterà la scelta delle dosi definitive.

6.3 Allestimento del test

6.3.1 Preparazione vasi per materiali solidi. Ad esclusione del testimone, per ciascun dosaggio si opera nel modo seguente:

- a) pesare 1000 g di substrato standard preparato come indicato in 5.1;
- b) pesare la quantità di materiale da saggiare (dose per un chilogrammo di substrato);
- c) mescolare il materiale nella quantità prevista dal dosaggio con il chilogrammo di substrato (può essere utilizzato un mixer);
- d) ripartire, mediante pesata, la miscela ottenuta, in quattro vasi;
- e) i quattro vasi del controllo (dose 0) vengono preparati ponendo 250 g di solo substrato standard in ciascuno di essi.

6.3.2 Preparazione vasi per reflui liquidi. Per ciascun dosaggio si opera nel modo seguente:

- a) porre 250 g di substrato in ciascun vaso;
- b) distribuire il refluo in ciascun vaso nella quantità prevista (ml/vaso) sotto forma di soluzione diluita;
- c) i quattro vasi del controllo (dose 0) vengono preparati ponendo 250 g di solo substrato standard in ciascuno di essi.

6.3.3 Fertilizzazione e irrigazione. Tutti i vasi vengono fertilizzati con la soluzione nutritiva preparata come indicato in 5.2 (10 ml/vaso). Successivamente, per facilitare la diffusione dei soluti, viene aggiunta dell'acqua deionizzata (circa 40 ml/vaso).

6.3.4 Trapianto e inizio test. Si procede con il trapianto delle plantule di lattuga (tre per ciascun vaso) prelevate dal germinatoio (par. 5.4.). I vasi possono essere riposti nella camera di crescita.

6.4 Condizioni del biosaggio

Temperatura e luce devono essere scelte e mantenute costanti per tutto il periodo di prova al fine di ottimizzare le condizioni di crescita delle piante (ad es.: 16 ore di luce, 8 di buio; 25°C giorno, 16°C notte). Le perdite di acqua per evapotraspirazione devono essere compensate, giornalmente, mediante l'addizione di acqua deionizzata: mantenere, possibilmente il substrato all'80% della capacità di ritenzione idrica.

6.5 Conclusione del test

Dopo 14-21 gg dal trapianto si effettua, separatamente per ciascun vaso, la raccolta, mediante taglio al colletto, della parte aerea delle piante; si determina il peso fresco e, dopo essiccazione a 105 °C, il peso secco (peso/vaso).

6.6 Trattamento dei risultati

I dati relativi al peso fresco e secco di ciascun vaso vengono elaborati per determinare, per ciascuna dose, il peso medio per vaso (fresco e secco in mg/vaso) e la deviazione standard. Successivamente sui dati si esegue l'ANOVA e sulle medie un test di confronto statistico (esempio in Allegato 3). I risultati così elaborati devono essere:

- riportati in forma tabulare affiancando ai dati medi di produzione di ciascuna dose lettere indicanti le differenze significative
- rappresentati graficamente in un diagramma di andamento dose-effetto dove in ascissa si riportano le dosi (esprresse in g/kg o q/ha) e in ordinata le produzioni (esprresse come indice di crescita).

7. Espressione ed interpretazione dei risultati: giudizio di idoneità

Premessa I risultati della prova di vegetazione vengono espressi mediante un giudizio di compatibilità con la crescita vegetale ovvero di idoneità all'utilizzo agricolo. Il giudizio di idoneità si fonda principalmente sull'interpretazione dei risultati del confronto statistico relativo al peso secco medio. Ciò nondimeno, la visualizzazione dell'andamento delle curve dose-risposta, dei dati medi relativi al peso fresco e del confronto statistico relativo possono facilitare l'interpretazione dei risultati e la redazione del giudizio di idoneità.

I risultati dell'analisi statistica dei dati relativi al peso secco, sono fondamentalmente riconducibili alla casistica riportata nella tabella seguente (Tabella 1). Relativamente alle sei

categorie menzionate (N1, N2, P1, P2, P3, P4), nella medesima tabella viene espresso il giudizio di idoneità relativo.

In Allegato 4 vengono riportati, a titolo esemplificativo alcuni esempi relativi alle sei categorie riportate.

8. Bibliografia

Hoagland D.R., Arnon D.I. (1950) Circular 347, California Agr. Exp. Stat., Berkeley.

Marino Gallina P., Genevini P. L., Vecchio I., Santagostino G. (1993) *Valutazione delle proprietà ecotossicologiche dei fanghi di depurazione: utilità e limiti nell'uso dei test di fitotossicità*. Su Acque reflue e fanghi. 43-59 B. Ed. centro Scientifico Internazionale, Milano.

Le produzioni medie secche ottenute su substrato trattato con il prodotto in esame possono essere, rispetto a quelle del testimone (dose Ø):		Giudizio di idoneità
N1	tutte significativamente inferiori	Il prodotto induce effetti avversi sulla crescita delle piante. Non si ritiene idoneo all'utilizzo agricolo.
N2	in parte uguali e in parte significativamente inferiori.	Il prodotto induce effetti avversi sulla crescita delle piante. Non si ritiene idoneo all'utilizzo agricolo.
P1	in parte (più della metà dei dosaggi) significativamente superiori e solo relativamente ai dosaggi più elevati uguali o inferiori	Il prodotto induce significativi incrementi di produzione sino alla dose corrispondente alla massima produzione rilevata; alle dosi successive si rileva una crescita non proporzionale alle quantità di prodotto presenti nel substrato, attribuibile, verosimilmente, ad un eccesso di sostanze contenute nella matrice. Il prodotto non induce effetti avversi sulla crescita delle piante sino alla dose corrispondente alla massima produzione rilevata. Il prodotto si ritiene idoneo all'utilizzo agricolo.
P2	tutte significativamente uguali a quelle del testimone.	Il prodotto non induce effetti avversi sulla crescita delle piante. Il prodotto si ritiene idoneo all'utilizzo agricolo.
P3	tutte significativamente superiori a quelle del testimone.	Il prodotto non induce effetti avversi sulla crescita delle piante. Il prodotto si ritiene idoneo all'utilizzo agricolo.
P4	in parte uguali e in parte significativamente superiori a quelle del testimone	Il prodotto non induce effetti avversi sulla crescita delle piante. Il prodotto si ritiene idoneo all'utilizzo agricolo.

ALLEGATO 1

UNITÀ DI MISURA E DOSAGGI

UNITÀ DI MISURA

Per convertire un dosaggio espresso in un'unità di misura (prima colonna) in un'altra (seconda colonna) moltiplicare per il coefficiente moltiplicatore riportato nella terza colonna:

Da	a	Coefficiente *
g/kg	q/ha	45.3
g/kg	t/ha	4.53
ml/kg	l/ha	4530
ml/kg	m³/ha	4.53
q/ha	g/kg	0,022075
t/ha	g/kg	0,220751
l/ha	ml/kg	0,0002208
m³/ha	ml/kg	0,220751

* I coefficienti riportati si riferiscono ad un ettaro costituito dal substrato standard (densità apparente: 1.51 g/cm3) per una profondità di 30 cm.

Esempio. 10 g di prodotto secco per chilo di substrato (10 g s.s./kg) corrisponde a 45,3 t/ha di s.s..

DOSAGGI: esempi

a) Fango con contenuto in sostanza secca s.s.=20%. Fattore moltiplicativo utilizzato 1,5.

Dose	g/kg di s.s.	g/kg di s.f.	t/ha di s.s.	t/ha di s.f.
0	0	0	0	0
A	0,7	3,3	3,0	14,9
B	1,0	4,9	4,5	22,3
C	1,5	7,4	6,7	33,5
D	2,2	11,1	10,1	50,3
E	3,3	16,7	15,1	75,4

b) Compost con contenuto in sostanza secca pari al 60%. Fattore moltiplicativo utilizzato 1,5.

Dose	g/kg di s.s.	g/kg di s.f.	t/ha di s.s.	t/ha di s.f.
0	0	0	0	0
A	3,0	13	14,8	67
B	4,4	20	22,2	101
C	6,7	30	33,3	151
D	10,0	45	50,0	227
E	15,0	68	75,0	340

c) Refluo liquido. Fattore moltiplicativo utilizzato per range finding test = 10.

Dose	ml/kg	l/ha	m³/ha
0	0	0	0
A	0,015	70	0,07
B	0,154	700	0,7
C	1,545	7000	7
D	15,45	70000	70
E	154,5	700000	700

ALLEGATO 2

SUBSTRATO DI CRESCITA
(da Marino et al., 1993)

Caratteristiche componenti substrato:

Sabbia	quarzifera lavata e vagliata, di granulometria 0.5-0.8 mm a reazione neutra.
Argilla	Bentonite calcica naturale, a reazione neutra setacciata a 1 mm; capacità di scambio cationica: 65 meq/100g; composizione percentuale del complesso di scambio: sodio 1%, potassio 0.5%, magnesio 20%, calcio 78%.
Torba	bionda di sfagno
Terreno	agrario franco a reazione neutra; setacciato a 2 mm e conservato umido a circa il 60% della capacità idrica massima a 4 °C, contenuto in sostanza organica 1.8-2.2%, C.S.C. 12-22 meq/100 g.

Caratteristiche chimiche del substrato:

pH	6 ± 0.5
C.S.C. (meq/100g)	8 ± 1.0
Cationi su CSC (%):	
– Calcio	58.0 ± 5
– Idrogeno	25.0 ± 2
– Magnesio	14.0 ± 1
– Sodio	1.6 ± 0.5
– Potassio	0.9 ± 0.1
Conducibilità (ms/cm, 25°C)	57.0 ± 5
Densità apparente (g/cmc)	1.51

ALLEGATO 3

RISULTATI E LORO TRATTAMENTO

Esempio

Vengono riportati, a titolo esemplificativo, i dati ponderali ottenuti nell'esecuzione di una prova di vegetazione con un prodotto e il loro successivo trattamento.

a) Prodotto XYZ (contenuto in s.s. = 18%): dosaggi utilizzati e corrispondenze.

Tesi	t/ha s.s.	t/ha s.f.	g/kg s.f.
0	0	0	0
1	1,4	8	1,72
2	2,8	16	3,45
3	5,6	31	6,90
4	11,3	63	13,80
5	22,5	125	27,59

b) Produzioni medie fresche (p.f.) e secche (p.s.) ottenute con i quattro vasi (repliche) di ciascuna dose, risultato del confronto statistico e deviazione standard relative al prodotto XYZ.

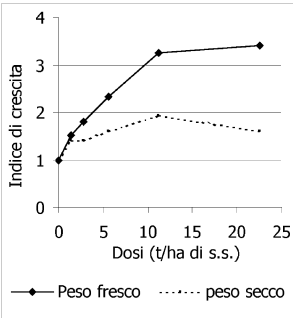
	p.f. mg/vaso	*	st. dev	p.s. mg/vaso	*	st.dev
0	2343	a	76,3	303	a	28,26
1	3530	b	140,2	429	b	25,64
2	4220	c	181,2	426	b	33,82
3	5474	d	552,4	488	b	32,44
4	7633	e	513,3	584	c	76,29
5	7974	e	713,5	489	b	63,47

* Medie seguite da lettere diverse differiscono tra loro in modo statisticamente significativo (Test di Duncan per α = 0.05).

c) Indici di crescita ottenuti confrontando la crescita (peso medio fresco e secco) dei trattamenti con quella ottenuta dal testimone (peso medio_{0,1,2,3,n}/peso medio₀).

Dosaggio	IC fresco	IC secco
0	1	1
1	1,51	1,41
2	1,80	1,41
3	2,34	1,61
4	3,26	1,93
5	3,40	1,61

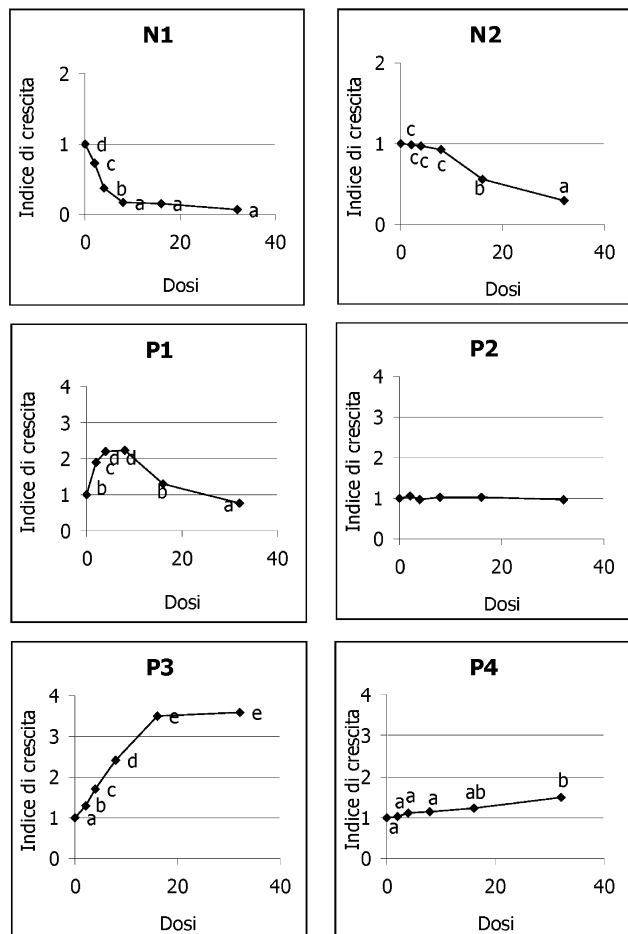
d) Rappresentazione grafica dell'andamento dose-effetto espresso in termini relativi (Indice di crescita).



ALLEGATO 4

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

Vengono riportati, a titolo esemplificativo, alcune rappresentazioni grafiche dell'andamento dose-effetto relative alle sei categorie.



ALLEGATO C

DETERMINAZIONE DELL'INDICE DI RESPIRAZIONE: METODO DINAMICO (IRD)

1. Considerazioni preliminari

La presente nota riferisce della metodica analitica individuata per la definizione di un indice per la misura della stabilità delle frazioni organiche contenute nei RU, FORSU, CDR ed assimilabili, relativi prodotti stabilizzati e compost. Tale indice, che prende il nome di Indice di Respirazione (IRD), viene determinato valutando il consumo di ossigeno richiesto per la biodegradazione delle frazioni fermentescibili contenute nella massa, per unità di tempo.

A seconda delle condizioni operative adottate per l'esecuzione del test respirometrico, si definiscono un Indice di Respirazione Reale (IRDR), quando il test viene eseguito su di un campione tal quale così come si presenta al laboratorio, ed un Indice di Respirazione Potenziale (IRDP), determinato su un campione standardizzato per quanto attiene i principali parametri di processo (ciò consente di operare in condizioni controllate a vantaggio della confrontabilità dei risultati derivanti da diversi campioni testati).

Il dato respirometrico potrà esprimersi sull'unità di peso dei Solidi Totali (ST), dei Solidi Volatili (SV), e dei Solidi Potenzialmente Fermentescibili (SPF). Quest'ultima notazione, permette di discriminare tra i solidi volatili «non fermentescibili» (plastiche, gomme) e «fermentescibili», offrendo così un approccio più corretto nella espressione della stabilità per le matrici prima indicate.

2. Campionamento

Il campione rappresentativo da sottoporsi alla determinazione dell'Indice di Respirazione viene ottenuto seguendo la

metodica UNI relativa al campionamento di RDF (UNI, 1992). L'obiettivo è l'ottenimento di un campione rappresentativo da sottoporre al test respirometrico di circa 20-50 litri di materiale tal quale.

3. Determinazione dell'Indice di Respirazione Dinamico Reale (IRDR)

Su di un campione ottenuto come prima indicato (cfr. 2), si procede alla determinazione dell'Indice di Respirazione reale.

4. Determinazione dell'Indice di Respirazione Dinamico Potenziale (IRDP)

4.1 Preparazione del campione

Il campione ottenuto con le modalità sopra esposte, viene essiccato sino a peso costante in stufa ventilata a 25-30 °C. Si procede quindi alla macinazione del materiale essiccato, se necessario, sino al raggiungimento di una pezzatura omogenea (tutto il campione deve passare attraverso un vaglio a maglie di 5 cm).

Su una aliquota di campione (4-5 litri) si procede alla determinazione della capacità di ritenzione idrica massima, il resto viene conservato a 4°C.

4.2 Standardizzazione degli altri parametri di processo

Qualora si volesse determinare l'IRDP, inteso come la misura dell'attività microbiologica in condizioni standardizzate, si procede alla correzione dei seguenti parametri nei limiti di seguito riportati:

- umidità = 75% capacità idrica massima;
- pH = 6.5 – 8.5;
- densità apparente $\leq 0.65 \text{ t mc}^{-1}$.

4.3 Standardizzazione dell'umidità del campione

Il campione di rifiuto opportunamente preparato ed esattamente pesato (circa 4-5 litri) viene posto in un contenitore (es. un sacchetto in tela) ed immerso in acqua. Dopo circa 12 ore, il campione viene estratto, lasciato sgocciolare per circa 6 ore e pesato. Si ottiene così la stima della capacità idrica massima. La variazione in peso ottenuta, rappresenta la quantità di acqua assorbita dal peso noto di sostanza secca.

Il campione da sottoporsi a prova respirometrica (20 – 50 litri) deve presentare un contenuto di acqua pari al 75% della ritenzione idrica massima.

4.4 Standardizzazione del pH del campione

Il pH del materiale da sottoporsi ad analisi, viene corretto durante il riassetto della massa essiccata utilizzando soluzioni acquose acide (ac. solforico) o basiche (bicarbonato di calcio) diluite.

4.5 Standardizzazione della densità apparente

Vengono utilizzati «bulking agent» biologicamente inerti.

5. Determinazione dell'Indice di Respirazione Dinamico (IRD)

5.1 Apparecchiature e reagenti

Il test di respirazione viene effettuato in un «respirometro aerobico a flusso continuo» del tipo illustrato in Fig. 1.

Il respirometro consta di:

- corpo reattore adiabatico la cui capacità, espressa in litri, sarà pari alla dimensione media del campione da analizzare, espressa in millimetri;
- sistema di aerazione munito di regolatore di flusso, misuratore di portata e di un sistema di umidificazione dell'aria;
- sistema di rilevamento in/out delle concentrazioni di ossigeno;
- sonda termometrica per la misura della temperatura esterna ed interna alla biomassa in fermentazione;
- sistema di registrazione in continuo di: concentrazioni di ossigeno, temperature e portate d'aria.

5.2 Procedimento

L'Indice di Respirazione Dinamico (IRD) viene determinato quantificando il consumo orario di ossigeno del materiale da testare mediante l'utilizzo di un respirometro a flusso continuo di aria come prima indicato.

Il campione preparato, viene posto nel respirometro e sottoposto ad aerazione continua adottando flussi d'aria tali da garantire valori di concentrazione di ossigeno nell'aria in u-

scita dal respirometro superiori al 14% (v/v). La prova viene condotta tenendo il campione in osservazione nel fermentatore per un periodo non inferiore ai 4 giorni, rilevando in automatico il valore dell'indice ad intervalli di 2 ore (*IRD iesimo* = *IRD*).

La misura della quantità di ossigeno consumato per l'attività biologica aerobica, viene desunta dalla differenza di concentrazione di ossigeno tra l'aria in ingresso ed in uscita dal respirometro, e calcolata con la seguente espressione:

$$IRD_i \text{ (mg O}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ SV h}^{-1}\text{)} = \frac{Q \times h \times \Delta O_2 \times Vg^{-1} \times 31.98 \times 10 \times SV^{-1} \times h^{-1}}{1}$$

dove:

IRD_i: indice respirometrico del campione iesimo

Q = Portata aria (L h⁻¹);

ΔO_2 = Differenza di concentrazione dell'ossigeno in ingresso ed in uscita dal respirometro (% v/v)

Vg = Volume occupato da una mole di gas. Assumendo il valore standard per $T_1 = 273.15^\circ\text{K}$ e $P_1 = 1 \text{ atm}$ pari a $Vg_1 = 22.4 \text{ L mole}^{-1}$, il valore corretto di *Vg* (*Vg*₂) alla temperatura *T*₂ viene calcolato con la seguente espressione: $Vg_2 = (Vg_1 \times T_2 / T_1)$ dove *T* rappresenta la temperatura in gradi Kelvin.

31,98 = Peso molecolare dell'ossigeno (gr mole⁻¹);

10 = Coefficiente moltiplicativo;

SV = Solidi volatili (kg). Il dato dell'attività biologica aerobica può essere espresso anche sui solidi totali (*ST*) o sui solidi potenzialmente fermentescibili (*SPF*).

h = Durata della misura in (2) ore.

6. Espressione dei risultati

Il valore dell'Indice Respirometrico Dinamico ricercato si calcola come media aritmetica dei 12 valori degli *IRD*, relativi alle 24 ore di maggiore attività respirometrica

$$IRD = \Sigma DRI / 12$$

kg *ST* (solidi totali);

kg *SV* (solidi volatili);

kg *SPF* (solidi potenzialmente fermentescibili).

7. Determinazione del contenuto in Solidi Potenzialmente Fermentescibili (*SPF*)

Da quattro a sei grammi c.a. pesati di campione essiccato e macinato a 2 mm, vengono posti in ditali di cellulosa (33 x 94 mm) preventivamente essiccati e pesati. Si procede ad una estrazione a mezzo di apparecchiatura Soxhlet con etanolo (96%) a 90°C per 12 ore. Da tre a quattro grammi di campione circa esattamente pesato, vengono poi posti in beute da 250 mL addizionando 150 mL di HCl 37 % (*d* = 1.19). L'idrolisi acida prosegue per 24 ore a 25°C sotto agitazione continua (100 scosse al minuto). Si filtra su filtro di vetro (grado di porosità: 1; 100-160 mm), lavando sino a pH dell'eluato neutro. Sulla frazione residua insolubile vengono determinate le ceneri residue (a 650°C per 12 ore).

La stima dei *SPF* viene effettuata con la seguente equazione:

$$SPF \text{ (\% ST)} = \frac{(Et.sol + HCl sol) - (Ceneri totali - Ceneri residue)}{1}$$

dove:

SPF = frazione potenzialmente fermentescibile (% *ST*);

Et. sol. = frazione solubile in etanolo (% *ST*);

HCl sol. = frazione solubile in acido (% *ST*).

Per le procedure analitiche relative alla determinazione delle Sostanze Volatili e delle Ceneri si rimanda ai «METODI DI ANALISI DEI COMPOST», rispettivamente al cap. C4. e F6, vedi letteratura citata.

8. Bibliografia

ASTM (1986). Standard test method for determining the stability of compost by measuring oxygen consumption. American Society for testing and material, D 5975-96.

DI.VA.P.R.A. e I.P.L.A. (1992). METODI DI ANALISI DEI COMPOST – Determinazioni chimiche, fisiche, biologiche, microbiologiche e analisi merceologica dei rifiuti. Editore da: Regione Piemonte – Assessorato all'Ambiente.

UNI (1992). Combustibili solidi minerali ricavati da rifiuti urbani (RDF) – Indicazione di base per il campionamento sistematico dei combustibili. UNI – ottobre 1992, n. 9903, parte 3a.

ALLEGATO D

ANALISI DELLE IMMISSIONI MEDIANTE MICROESTRAZIONE IN FASE SOLIDA E GAS CROMATOGRAFIA/SPETTROMETRIA DI MASSA

1. Considerazioni generali

Scopo delle indagini qui descritte è di fornire uno strumento diagnostico utile per identificare, attraverso la caratterizzazione chimica delle emissioni, i contributi significativi, alle immissioni, delle diverse fonti potenziali di emissioni all'interno dei singoli impianti di compostaggio.

Mediante l'utilizzo di tecniche analitiche che permettano analisi in tracce (ppb) di composti organici volatili in aria è possibile, dopo avere effettuato una caratterizzazione chimica delle sostanze presenti alle emissioni, effettuare analisi alle immissioni e risalire quindi ai punti critici dell'impianto, responsabili delle emissioni dei composti traccianti rilevati alle immissioni, per confronto, con l'eventuale supporto della statistica multivariata.

2. Campionamento

2.1. Modalità di campionamento

La strategia consigliata ricalca quanto descritto nella normativa CEN TC264/WG2 sia nelle modalità che nei materiali.

Il volume di campionamento sarà di circa 6-8 litri. La pompa di campionamento sarà a depressione, almeno nel caso si utilizzino sacchetti di Nalophan.

3. Analisi strumentale

Ai campioni raccolti viene aggiunto uno standard interno marcato con isotopi stabili cui fare riferimento per le analisi quantitative. Ad esempio si prepara una soluzione in metanolo di p-xilene perdeuterato alla concentrazione di 1 mg/mL. Di questa una quantità idonea (alcuni µL) viene aggiunta ai campioni al fine di raggiungere una concentrazione di 10-50 ppbv a seconda della concentrazione stimata dei composti organici volatili totali nel campione. La quantità di standard interno aggiunta deve essere nello stesso ordine di grandezza dei composti presenti in maggiore concentrazione per minimizzare gli effetti di adsorbimento competitivo sulla fibra SPME (1) che diminuiscono l'accuratezza del metodo.

3.1. Microestrazione in fase solida (SPME)

Per le analisi in oggetto si utilizza una fibra trifasica (con una fase mista di Carboxen/PDMS/DVB) che permette di adsorbire sostanze con vasto range di polarità, da acidi ad ammine, alcoli, terpeni, idrocarburi ed altro e di ottenere elevate sensibilità (inferiori al ppb) per campioni di aeriforme (1, 2). La fibra viene esposta all'atmosfera all'interno del sacchetto come da fig. 1. Il tempo di campionamento è fissato in 30 minuti, periodo che permette di campionare in una zona di equilibrio per le sostanze trovate (3).

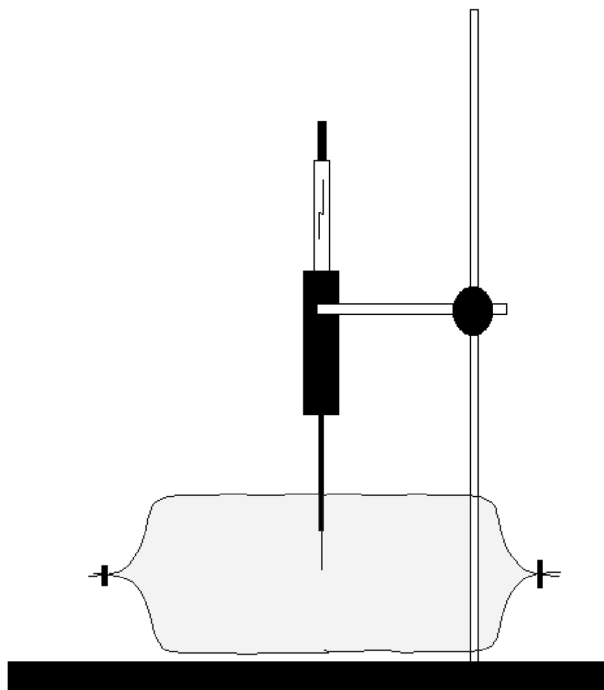


Fig. 1. Sacchetto in Nalophan e campionamento statico con fibra SPME

3.2. Gas Cromatografia - Spettrometria di Massa (GC/MS)

Il campione, dopo concentrazione su una fibra SPME, viene desorbito in modalità splitless nell'iniettore del gascromatografo a 250 °C per 3 min. Gli spettri vengono acquisiti nel range 33-250 amu. La separazione cromatografica viene effettuata con una colonna polare e con caratteristiche di spessore di fase e di lunghezza tali da separare i composti più volatili.

4. Analisi quantitativa e qualitativa

La metodologia descritta permette di ottenere informazioni qualitative e quantitative con concentrazioni normalmente inferiori al ppb (4) anche per sostanze polari e molto volatili. La aggiunta dello standard interno rende il metodo preciso, poiché la analisi quantitativa verrà eseguita per confronto diretto delle aree degli analiti con l'area dello standard interno (5). La analisi peraltro si deve considerare semiquantitativa poiché si fa riferimento ad uno standard interno solo e perché assume una cinetica di adsorbimento sulla fibra uguale per tutte le sostanze identificate.

Qualora si sia in presenza di analiti la cui misura venga ritenuta critica, è possibile effettuare delle rette di taratura con standard a concentrazione nota ed avere quindi dei valori quantitativi accurati (5).

Il riconoscimento delle sostanze viene fatto mediante l'utilizzo di biblioteche di spettri e di standard autentici, per i composti più importanti.

5. Interpretazione dei risultati

La presente metodologia permette di caratterizzare le sostanze organiche volatili emesse e di averne una stima semiquantitativa. L'analisi delle immissioni permette, ricercando la presenza in tracce di traccianti caratteristici delle varie sorgenti emissive caratterizzate, di individuare oggettivamente i contributi delle diverse fonti (6).

Qualora non si sia in presenza di traccianti caratteristici ben distinti, è necessario utilizzare tecniche di statistica multivariata per evidenziare la similarità delle immissioni con le diverse emissioni. La analisi dei cluster o analisi delle componenti principali, per esempio, sono strumenti che si sono dimostrati informativi in queste analisi (5).

Referenze bibliografiche

1. J.A. Koziel, M. Jia and J. Pawliszin. Air Sampling with Porous Solid-Phase Microextraction Fibers. *Anal. Chem.* 72, 21, 5178-5186. 2000.
2. J.A. Koziel, L. Pawliszyn. Air sampling and Analysis of Volatile Organic Compounds with Solid Phase Microextraction. *J. of the Air & Waste Manag. Ass.* 51, 2, 173-184. 2001.

3. E. Davoli, L. Gangai, M. Giavini, S. Somaschini; Metodologia per la caratterizzazione degli odori prodotti da sistemi di trattamento dei rifiuti; atti 1° conv. Naz. AIDIC, 21 Febbraio 2001.
4. E. Davoli, M. Giavini, S. Somaschini, L. Gangai, D. Tonelli, L. Morselli. A mass spectrometric approach in odor impact assessment. *ASMS Conference*. Long Beach, CA. 2000.
5. E. Davoli; Campionamento e speciazione degli odori. In: *Il Laboratorio per l'ambiente: nuovi inquinanti, tecniche analitiche, qualità e sicurezza*. DIIAR. Politecnico di Milano. pp. 302-326, 18 giugno 2001
6. A. Termonia and M. Termonia. Characterisation and on-site monitoring of odorous organic compounds in the landfill site. *Intern. J. Environm. Anal. Chem.* 73, 43-57. 1999.

Coordinamento istituzionale

- Dott. Maurizio Bernardo
Assessore alle Risorse Idriche e Servizi di Pubblica Utilità
- Dott. Franco Nicoli Cristiani
Assessore alla Qualità dell'Ambiente

Coordinamento generale

- Adriano Vignali
Dirigente dell'U.O. Gestione Rifiuti
- Dott. Giuseppe Rotondaro
Dirigente dell'U.O. Protezione Ambientale e Sicurezza Industriale

Gruppo di lavoro che ha predisposto le Linee Guida approvate con d.g.r. 44263 del 16 luglio 1999

- Dott. Ing. Piero Fabris U.O.O. della Struttura Protezione Aria
- Arch. Massimiliana Marazzini dell'U.O. Gestione Rifiuti e Bonifica Aree Contaminate
- Prof. Pierluigi Genevini dell'Università degli studi di Milano
- Dott. Luigi Filini del P.M.I.P. di Brescia
- Dott.ssa Caffi P.M.I.P. di Bergamo
- Dott. Gaetano Calì Direzione Generale Sanità
- Dott. Angelo Cantu Direzione Generale Agricoltura
- Dott.ssa Cleofe Bazzano rappresentante degli utilizzatori e costruttori
- Dott. Franco Realini rappresentante del Comitato Tecnico Rifiuti (ex art. 17 l.r. 94/80)
- Ing. Mario Ligabue rappresentante del Comitato Tecnico Rifiuti (ex art. 17 l.r. 94/80)
- Dott. Enzo Favoino rappresentante U.R.P.L.
- Dott.ssa Marina Rossini dell'A.M.S.A. di Milano

Al G.d.l. hanno inoltre collaborato:

- Dott. Massimo Centemero - Scuola Agraria del Parco di Monza
- Dott. Fabrizio Adani Università degli studi di Milano
- Dott.ssa Ada Fiore dirigente Area Ovest - dell'U.O. Gestione Rifiuti e Bonifica Aree Contaminate
- P.I. Adriano Vignali dirigente dell'U.O. Gestione Rifiuti e Bonifica Aree Contaminate
- Ing. Sergio Padovani U.O.O. della Struttura Autorizzazione allo Smaltimento e Recupero dei Rifiuti
- Roberto Contotto dell'U.O. Gestione Rifiuti e Bonifica Aree Contaminate
- Dott. Enrico Guagnini - Consulente U.O. Protezione Ambientale e Sicurezza Industriale
- Operatori del settore.

Gruppo di Lavoro che ha realizzato l'aggiornamento del testo per gli aspetti inerenti il processo e le relative emissioni in atmosfera (Decreto n. 26395 del 6 novembre 2001)

- Dott. Ennio Rota U.O. Dirigente Struttura Aria
- Ing. Piero Fabris U.O.O. della Struttura Protezione Aria
- Dott. Francesco Spinolo dell'U.O. Protezione Ambientale e Sicurezza Industriale
- Sig.ra Bosio Patrizia - dell'U.O. Protezione Ambientale e Sicurezza Industriale

- Dott. Sergio Resola Responsabile Struttura Aria Arpa di Brescia
- Dott.ssa Alessandra Ferrari Dirigente Servizio Aria Arpa di Milano 3
- Dott. Enzo Favoino Scuola Agraria del Parco di Monza
- Dott. Fabrizio Adani Università degli Studi di Milano
- Ing. Massimiliano il Grande Politecnico di Milano
- Dott. Maurizio Benzo Università di Pavia
- Dott. Enrico Davoli Istituto Di Ricerche Farmacologiche Mario Negri

Elaborazione finale ed aggiornamento definitivo predisposto da:

- Ing. Sergio Padovani (Struttura Autorizzazioni dell'U.O. Gestione Rifiuti)
- Dott. Francesco Spinolo (Struttura Aria)

Si ringraziano inoltre gli operatori del settore per il contributo prestato.