

Capitolo 4

SORGENTI DI ODORI NEGLI IMPIANTI FOGNARI E DI DEPURAZIONE

La varietà degli odori riscontrabili nelle reti fognarie e negli impianti di depurazione è legata principalmente alla particolare origine e natura dei liquami trattati, nonché alle condizioni di esercizio.

Se si restringe il campo di indagine alle acque reflue di tipo domestico e tralasciando la varietà di contributi provenienti da possibili componenti di tipo industriale, le sostanze che generano gli odori caratteristici di questi impianti sono soprattutto quelli a base di composti organici solforati e azotati, legati essenzialmente allo sviluppo di reazioni chimiche e biochimiche in condizioni di carenza di ossigeno.

Se i liquami contengono, oltre alla componente civile, anche un contributo di reflui di origine industriale, la gamma di sostanze odorifere possibili (alcoli, aldeidi, eteri, ecc.) si allarga enormemente in relazione ai differenti e numerosissimi processi produttivi che le generano.

4.1 - FORMAZIONE DI ODORI NELLE RETI FOGNARIE

I liquami presenti nelle fognature sono il risultato della mescolanza di diversi componenti che hanno origine diverse. La miscela risultante avrà, quindi, proprietà fisico-chimiche diverse da quelle caratteristiche dei singoli componenti, ma da esse dipendenti.

In condizioni normali, i liquami "freschi" (che si trovano, cioè, in condizioni aerobiche) sono debolmente basici, presentando valori di pH compresi tra 7 e 8 ed hanno una temperatura media annua intorno ai 15÷20 °C, salvo l'influenza di apporti di liquame di origine artigianale-industriale.

Gli scarichi misti di acque nere e grigie hanno un odore tipico "dolciastro-pungente". In alcuni punti di un impianto fognario, in cui si viene a formare ristagno del liquame, ovvero all'interno di condotti fognari, nei pozzetti di ispezione e negli impianti di sollevamento, ecc., l'odore si trasforma, in determinate condizioni ambientali di temperatura e di pH, in quello caratteristico di "uova marce". Ciò avviene a seguito delle trasformazioni biochimiche di decomposizione delle sostanze organiche contenenti zolfo (ad. es. l'albumina), con conseguente sviluppo di idrogeno solforato (H_2S) allo stato gassoso, ad opera delle colonie di batteri anaerobici presenti nel liquame (v. Fig.7). In genere, lo sviluppo dei processi di decomposizione inizia solo dopo alcune ore, ma valori di BOD_5 e di temperatura relativamente alti, possono accelerarli sensibilmente (anche dopo 20 minuti), così come eventuali depositi di melme nella fognatura, o tratti in pressione fuori dal contatto dell'atmosfera. Infatti, nelle acque reflue e nei fanghi decantati, vi è una grandissima quantità di microrganismi, soprattutto batteri, i quali ricavano energia dai legami chimici delle macromolecole organiche che metabolizzano, ossidandole.

Le colonie batteriche ospitate nella pellicola biologica (biofilm) sopra lo specchio liquido, nelle condizioni tipiche di atmosfera caldo-umida all'interno delle condotte, a seguito della condensazione dell'idrogeno solforato (acido debole H_2S), convertono quest'ultimo in acido solforico, con conseguente attacco chimico delle parti di tubazione e di impianto esposte.

L'idrogeno solforato a contatto con la pellicola sulle pareti della condotta, in presenza di metalli pesanti in soluzione (es. rame, zinco, ferro), precipita come solfuro insolubile, in quantitativi molto modesti per i liquami domestici ed eventualmente più rilevanti in presenza di liquami industriali.

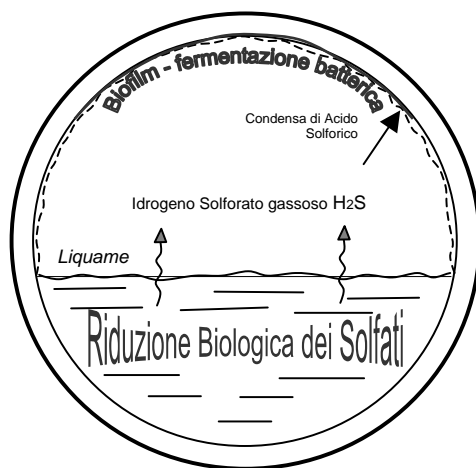


Fig. 7 - Sviluppo di idrogeno solforato in una sezione di collettore fognario a gravità (Hammer M. J.; 1993. "Manuale di tecnologia dell'acqua" – cap. 10: modificato).

La tabella 6 mostra le reazioni di riduzione che avvengono normalmente nei liquami urbani. A seconda che all'interno dei liquami sia presente o meno ossigeno libero (ambiente aerobico oppure anaerobico) avvengono, naturalmente, reazioni diverse. Se nei liquami è presente ossigeno libero disciolto, esso sarà l'accettore di idrogeno più potente e quindi tenderà a reagire con gli atomi di idrogeno presenti formando acqua, secondo la reazione 1.

AMBIENTE	REAZIONE		RESA IN ENERGIA
	Accettore di idrogeno	Sostanza ridotta	kcal/mole
Aerobico	1) $O_2 +$	$4 H^+ \rightarrow 2 H_2O$	
Anaerobico	2) $2 NO_3^- +$	$12 H^+ \rightarrow N_2 + 6 H_2O$	18
	3) $SO_4^{2-} +$	$10 H^+ \rightarrow H_2S + 4 H_2O$	3,4
	4) Sost.organica ossidata +	$n H^+ \rightarrow$ Sost.organica ridotta	*
	5) $CO_2 +$	$8 H^+ \rightarrow CH_4 + 2 H_2O$	2,4

Tab. 6 – Reazioni biochimiche di riduzione che avvengono nelle acque reflue (Bozzola L., Damiani A).

Se nei liquami, invece, l'ossigeno è presente soltanto legato ad altri elementi, avvengono tutte le altre reazioni, riportate in tabella nello stesso ordine con cui avvengono preferenzialmente nei liquami, cioè, come si vede, avvengono prima quelle che riescono a liberare più energia.

* Questa reazione dipende dalla natura della sostanza organica

Le differenti specie batteriche utilizzano differenti substrati e quindi, danno luogo a queste differenti reazioni; i batteri che conducono queste reazioni sono genericamente detti nitrato-riduttori, solfato-riduttori, riduttori di sostanza organica e metano-batteri.

Come si può notare la reazione che avviene in presenza di ossigeno molecolare dà come prodotto l'acqua; di conseguenza, finché i liquami si trovano in condizioni aerobiche, non sono prodotti composti maleodoranti.

Le successive reazioni, quelle che avvengono in ambiente anaerobico, danno, invece, come prodotti vari e diversi composti: la reazione 2) genera acqua e azoto molecolare e la reazione 5) genera invece acqua e metano.

I due gas non danno luogo a particolari problemi di odore, tanto più che, come si può vedere dalla tabella 7, l'azoto è il principale costituente dell'atmosfera terrestre ed il metano vi è presente in modeste quantità (quest'ultimo necessita, comunque, di particolare attenzione in quanto, poiché inodore, è subdolamente tossico).

Sono però le reazioni 3) e 4) quelle danno luogo a problemi di cattivo odore, in quanto producono composti, inorganici ed organici, fortemente maleodoranti.

La reazione 3) interessa gli atomi di zolfo, dà come prodotti acqua ed acido solfidrico, gas pestifero dal caratteristico intenso odore di uova marce.

La reazione 4) interessa tutti gli elementi costituenti la materia organica (carbonio, ossigeno, azoto e zolfo) e quindi dà come prodotti un'ampia varietà di composti, parecchi dei quali di odore sgradevole, come ammoniaca, mercaptani vari, indoli e scatoli, ammine, solfuri, acidi organici e relativi aldeidi e chetoni, ecc.

Componente	% in peso	% in volume
Azoto	75,54	78,084
Ossigeno	23,14	20,946
Argon	1,27	0,934
Biossido di carbonio	0,05	0,033
Neon	0,0012	0,001818
Elio	0,0007	0,000524
Kripton	0,003	0,000114
Idrogeno	0,00005	0,00005
Xeno	0,000036	0,0000087
Ozono	0,0000017	0,00005
Metano	0,0000831	0,00015

Tab. 7 – Percentuali medie dei gas presenti nell'aria atmosferica pura secca (Bozzola, Damiani, 1988).

La composizione dell'aria presente nelle fogne (tab.8) è sensibilmente diversa da quella dell'aria atmosferica. La presenza dell'anidride carbonica (gruppo 2) non è estremamente indicativa se non del fatto che nelle fogne la materia organica è sottoposta a fenomeni di degradazione biologica.

Dal punto di vista degli odori, i contributi più interessanti derivano dai restanti tre gruppi: la presenza di idrocarburi (clorurati e non, gruppo 3) è da imputare a possibili derivazioni

esterne al sistema, mentre l'idrogeno solforato H₂S ed i gas odorosi (gruppi 1 e 4) derivano dai processi anaerobici che hanno luogo nei liquami fognari.

Poiché le concentrazioni dei vapori e dei gas odorosi variano irregolarmente al variare della concentrazione dell'acido solfidrico (secondo un rapporto che va da 1:50 a 1:100), nonostante quest'ultimo non sia la sola sostanza responsabile dell'odore di fogna, la sua concentrazione può essere assunta come parametro di riferimento in tutte le misurazioni inerenti i problemi da impatto da odore dovuto alle fognature.

	Composti	Concentrazioni volumetriche
1	<i>Idrogeno solforato</i> H ₂ S	0,2 –10 ppm
2	<i>anidride carbonica</i> CO ₂	0,2 - 1,2 %
3	<i>idrocarburi</i> , clorurati e non: a) idrocarburi, principalmente alifatici C6-C14 e maggiormente C8-C12 b) idrocarburi clorurati e maggiormente di- e tricloretilene	> 500 ppm 10 –100 ppm
4	<i>gas e vapori odorosi</i> come mercaptani, ammine, aldeidi e acidi grassi volatili: a) Solfuri (principalmente metilmercaptano e dimetilsolfuro e anche etilmercaptano) b) Ammine (principalmente di- e trimetilammina e anche dietilammina) c) Aldeidi (principalmente aldeide butirrica)	0,01-0,05 ppm 0,01-0,05 ppm 0,01-0,1 ppm

Tab. 8 – Composizione tipica dell'aria all'interno dei condotti fognari (in condizioni anaerobiche) (Hvitved-Jacobsen T., Vollersen J., 2001).

L'acido solfidrico, oltre ad essere fastidioso a causa del suo tipico odore di uova marce, è anche una sostanza combustibile e fortemente tossica. La sua pericolosità è acuita dalle modalità di percezione del sistema olfattorio umano.

La presenza dell'acido solfidrico nell'aria non è percepita dal nostro naso fino a che la sua concentrazione non raggiunge la soglia olfattiva caratteristica, che è di circa 0.0005 ppm. A concentrazioni di 10-50ppm l'acido solfidrico provoca senso di nausea ed irritazione agli occhi ed alle prime vie respiratorie.

Il problema grave è che raggiunta una concentrazione di 50 ppm il naso umano non riesce più ad apprezzare le differenti intensità dell'odore dovute ad aumenti della concentrazione dell'acido.

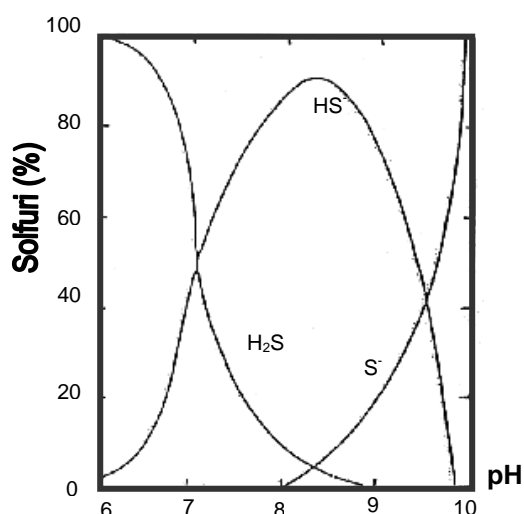
Ciò considerato bisogna sapere che esso provoca seri problemi respiratori se si raggiungono i 100 ppm e che a concentrazioni di 300-500 ppm riesce ad essere letale in pochi minuti.

L'acido solfidrico provoca anche problemi di corrosione alle tubazioni. Prodotto nei liquami, esso viene rilasciato in fase gassosa e si accumula nell'atmosfera delle condotte. Soprattutto in condizioni climatiche caldo-umide esso tende a condensare sotto la volta delle tubazioni dove, nella pellicola biologica (biofilm), proliferano colonie di batteri aerobi. Questi convertono l'acido solfidrico (H₂S, che è un acido debole) in acido solforico (H₂SO₄) che, essendo un acido forte, riesce ad attaccare chimicamente i materiali con cui sono costruite le tubazioni, soprattutto il calcestruzzo, arrecando seri problemi di stabilità alle infrastrutture.

I fattori dinamici che, assenza di ossigeno e presenza di solfati, influenzano la formazione di acido solfidrico sono:

- la temperatura ed il pH;
- la quantità e la qualità della materia organica e la presenza di solfati;
- il rapporto area/volume e la velocità del flusso nelle condotte in pressione;
- il tempo di permanenza delle condizioni anaerobiche.

La temperatura riesce a modificare la capacità corrosiva dei liquami a causa della sua stretta dipendenza con il grado di dissociazione degli acidi deboli. Al crescere della T, la loro reazione di dissociazione si sposta verso i prodotti con conseguente riduzione del pH: si è calcolato che un $\Delta T \approx 10$ comporta un raddoppio della velocità di reazione. Tutto ciò è rilevante considerando che la T_{media} delle acque in fognatura è di circa $15 \div 20$ °C, ma a causa di fattori contingenti, come la miscelazione con scarichi industriali più caldi, si può



localmente avere una T apprezzabilmente più elevata.

Fig. 8 – Effetto del pH sugli equilibri di dissociazione dell'acido solfidrico (Bozzola L., Damiani A., 1988).

La quantità di acido solfidrico in soluzione dipende strettamente anche dal pH: esso infatti regola l'equilibrio della reazione di dissociazione dell'acido solfidrico:



Come mostrato nella figura 8, la quantità di acido solfidrico è massima per valori che vanno da 1 a 6 e tende ad annullarsi del tutto quando il valore raggiunge 9.

La presenza di H₂S è, infatti, favorita in condizioni acide e limitata, o nulla, per valori di pH che superano 9, condizione favorevole alla presenza dello ione idrogeno H⁺ e dello ione solfuro S²⁻, i quali non danno problemi di cattivi odori come invece l' H₂S allo stato gassoso.

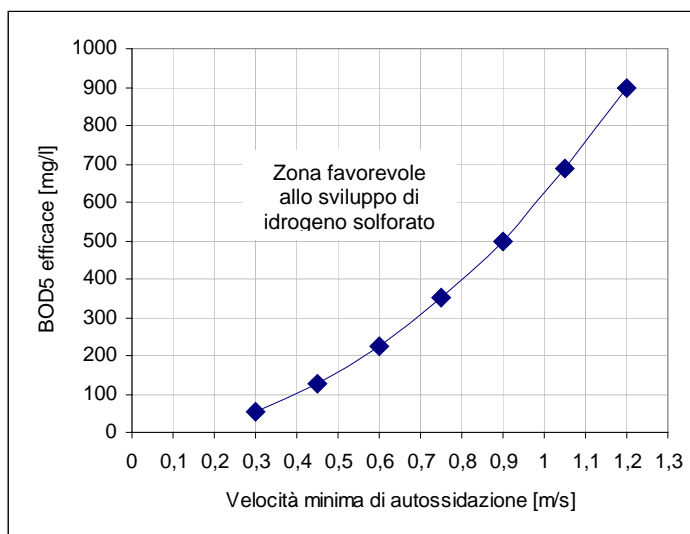


Fig. 9 – Relazione tra carico organico (BOD) e velocità minima del liquame in una condotta fognaria in relazione alla formazione di idrogeno solforato.

È noto, altresì, che per evitare che si formino grossi depositi sul fondo e quindi condizioni di setticidà, la velocità minima di scorrimento dei liquami in fognature a gravità deve essere di 0,5-1 m/s.

Nel grafico di Fig.9 viene riportata la relazione intercorrente tra il carico organico e velocità minima dei liquami in un canale a pelo libero in relazione alla possibile formazione di acido solfidrico.

Anche il tempo di permanenza delle condizioni anaerobiche, con conseguenti fenomeni di setticidà, influisce fortemente sulla formazione dell'acido solfidrico. Questo tempo è determinato dalla portata dei liquami in ingresso comparata con il volume della condotta.

In realtà l'istaurarsi di condizioni anaerobiche nei liquami domestici non è sempre seguito da un rapido sviluppo delle condizioni di setticidà. Ad esempio, nei liquami grezzi che si trovano all'esterno delle fognature le condizioni di setticidà si sviluppano abbastanza lentamente dopo quelle di anaerobiosi.

Il grafico di fig.10 mostra come varia la concentrazione dell'acido solfidrico nel tempo nei liquami all'interno e all'esterno delle fognature.

Le condizioni chimico-fisiche presenti nelle fognature, però, fanno sì che in esse la concentrazione dell'acido solfidrico vari nel tempo in maniera molto diversa.

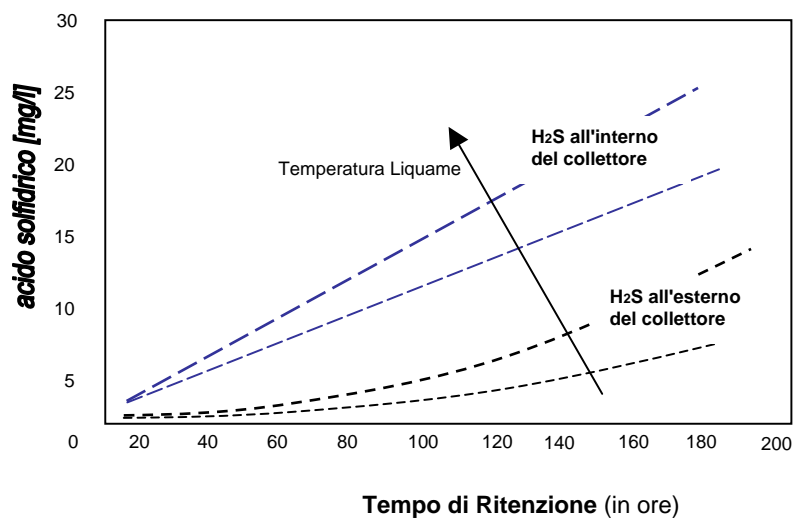


Fig. 10 – Tasso di produzione dell'acido solfidrico all'interno e all'esterno dei collettori fognari.

In una condotta fognaria parzialmente riempita, in condizioni di temperatura non inferiore ai 15°C e di pH inferiori a 7, la produzione di idrogeno solforato risulta essere direttamente proporzionale al perimetro bagnato della condotta (C) e al carico organico nel liquame (in termini di BOD₅). Risulta invece, inversamente proporzionale alla larghezza L dello specchio d'acqua e alla velocità del liquame, ovvero alla portata, alla pendenza e alla lunghezza della tubazione.

La probabilità di formazione dell'acido solfidrico all'interno delle fognature è espressa dalla legge di Pomeroy (o formula Z):

$$Z = \frac{3 \cdot BOD_5 \cdot C}{i^{1/2} \cdot Q^{1/3} \cdot L}$$

dove:

Z = coeff. adimensionale esprime la probabilità di sviluppo di H₂S

i = pendenza della condotta in m/m

Q = portata espressa in l/s

C = perimetro del contorno bagnato

L = larghezza dello specchio d'acqua

BOD₅ = BOD₅ del liquame grezzo alla temperatura T effettiva, ottenuto moltiplicando il BOD a 20°C per il fattore correttivo 1,07^(T-20)

Fino a che il valore di Z si mantiene al di sotto di 5000 l'acido non ha raggiunto ancora concentrazioni tali da poter essere corrosivo per le strutture, comincia ad esserlo, invece,

quando Z arriva a 10000 e, addirittura, le tubazioni in calcestruzzo sono distrutte in pochi giorni se i valori di Z arrivano a 25000.

La formula di Pomeroy può essere utilizzata per calcolare la concentrazione dei solfuri presenti nel fango che passano nel flusso dei liquami e quella dei solfuri nei liquami: se

$$\Phi = M_b \cdot COD \cdot 1.07^{(T-20)}$$

dove:

Φ = flusso di solfuri che si immettono nella corrente dei liquami dallo strato di fango ($\text{g/m}^2/\text{h}$)

$M_b = 0.228 \cdot 10^{-3}$, in condizioni favorevoli allo sviluppo di acido solfidrico

COD = domanda chimica di ossigeno da parte dei liquami (mg/l)

T = temperatura

In questo caso si avrà che la concentrazione dei solfuri nei liquami sarà:

$$C_t = \Phi \cdot \frac{A}{Q} = \Phi \frac{2 \cdot L}{u \cdot r}$$

dove:

C_t = concentrazione dei solfuri nei liquami (g/m^3)

A = area della parete interna della condotta (m^2)

Q = portata dei liquami (m^3/h)

L = lunghezza della condotta (m)

r = raggio della condotta (m)

u = velocità del flusso dei liquami (m/h)

4.2 - SORGENTI DI ODORI NEGLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE ACQUE REFLUE

Il mix di odori caratteristici di un impianto di depurazione scaturisce dalla combinazione delle diverse componenti provenienti da ciascuna delle sezioni di trattamento. Contribuiscono infatti, le sostanze chimiche disciolte e i materiali grossolani sospesi nei liquami grezzi in ingresso, i particolari trattamenti dei liquami (soprattutto in condizioni di anaerobiosi), le condizioni di esercizio dell'impianto in relazione all'aggiunta di sostanze chimiche coadiuvanti, non ultime, le particolari condizioni ambientali che possono favorire la formazione e la dispersione delle sostanze volatili odorose (come la temperatura, la superficie esposta, la velocità del vento etc.).

4.2.1 - Liquami grezzi in ingresso

Gli influenti ad un impianto di depurazione standard sono costituiti per la maggior parte dagli scarichi domestici ed eventualmente anche da piccoli apporti di scarichi industriali.

Se il tempo di attraversamento della rete fognaria non è stato eccessivamente lungo e se non si sono create condizioni settiche, i liquami hanno un colore grigiastro ed un odore “dolciastro – pungente”, anche se non ancora nauseabondo. L'odore di fogna è in realtà la miscela degli odori dei singoli componenti chimici odorosi che si trovano nei liquami; essi sono:

1. urea ed ammoniaca derivanti dalle urine e scatolo ed indolo derivanti dalle feci umane;
2. idrocarburi alifatici (C9-C14), aromatici e clorurati contenuti nei prodotti per la pulizia normalmente utilizzati nelle abitazioni (come il toluene, il limonene, i derivati aromatici del benzene, lo xilene ed il fenolo);
3. derivati del petrolio, come il benzene.

Normalmente i liquami in ingresso non danno grossi problemi di emanazioni odorose fino a che non arrivano ai trattamenti preliminari.

4.2.2 - Trattamenti e condizioni di esercizio

I primi trattamenti ai quali i liquami vanno incontro sono quelli della Linea Acque.

Qui i maggiori problemi di rilascio di odori sono legati alle vasche di equalizzazione aerate, alle stazioni di sollevamento, ai bacini di dissabbiatura e di disoleatura e alle vasche di preaerazione nei quali l'alta turbolenza e/o l'aerazione artificiale favoriscono il rilascio di quelle sostanze organiche odorose che, essendo poco solubili, vengono “strippate” alla fase liquida.

Esiste, ad esempio, un'equazione empirica che lega l'emissione di odori durante la fase di sollevamento (E_s) alla portata (Q) dei liquami in ingresso (Fig.11):

$$E_s = 0,22 Q^{1,28}$$

con E_s espressa in $UO s^{-1}$ e Q espressa in $l s^{-1}$.



Fig. 11 – Fase di sollevamento dei liquami grezzi in ingresso ad un impianto di depurazione.

L'odore caratteristico di queste fasi di trattamento resta comunque sostanzialmente uguale a quello emanato dai liquami in ingresso in quanto i pretrattamenti sono essenzialmente trattamenti meccanici.

Nel processo di sedimentazione primaria le emanazioni odorose sono generalmente diverse ed attutite rispetto a quelle delle fasi precedenti in quanto proprio nei pretrattamenti sono stati rimossi i materiali grossolani e, conseguentemente, gli odori ad essi relativi ed è stata sensibilmente diminuita la concentrazione del carico organico.

Se l'ossidazione biologica aerobica avviene in normali condizioni di esercizio l'odore preponderante è quello di humus.

L'odore di humus che caratterizza anche le esalazioni dalle vasche di aerazione è sensibilmente attutito, rispetto alla fase ossidativa, in quanto, benché la turbolenza sia alta a causa dei sistemi di aerazione, le sostanze volatili odorigene non riescono ad abbandonare il liquido a causa della forte proprietà adsorbente dei fanghi attivi.

Maggiore attenzione deve essere rivolta ai trattamenti biologici che utilizzano filtri percolatori in quanto è facile che negli strati più profondi della pellicola biologica si creino condizioni anaerobiche.

Il modo in cui le reazioni biochimiche che avvengono in condizioni anaerobiche modificano i costituenti dei liquami, producendo sostanze odorigene, è stato già affrontato nel paragrafo 3.1.

Le sezioni di trattamento della Linea Acque in cui è molto probabile che avvenga la fermentazione (con formazione di VOC e CO₂), sono:

- la sedimentazione primaria dei fanghi (se i tempi di ritenzione sono elevati);
- la rimozione biologica del fosforo.

I luoghi in cui invece avvengono altri processi anaerobici con relativa riduzione dei solfati e produzione di H₂S ed NH₃ sono:

- le condotte fognarie principali (se i liquami sono caratterizzati da basse velocità ed alto carico organico);

- i serbatoi in cui si accumulano sedimenti e melme, i canali di grigliatura e le pareti umide;
- i serbatoi di sedimentazione primaria;
- i filtri biologici ed i dischi rotanti sovraccarichi;
- i bacini di equalizzazione;

Successivamente alla fase ossidativa ed alla sedimentazione finale, che hanno già di per sé un certo potere depurativo, troviamo la fase della disinfezione nella quale normalmente sono utilizzati il cloro ed i suoi derivati per il loro alto potere battericida ed antivirale. L'odore caratteristico di questa fase è naturalmente quello accentuato legato ai composti clorurati.

In un impianto di depurazione è sicuramente la linea fanghi a creare il maggior numero di problemi legati all'odore. Sono, per esempio, gli ispessitori dei fanghi di supero ad essere la maggiore sorgente di cattivi odori in quanto trattano materiale ad altissima concentrazione di sostanze in decomposizione.

In questa fase di trattamento i fanghi emanano un caratteristico odore acre e nauseabondo, caratterizzato dalla miscela $\text{CH}_4/\text{H}_2\text{S}$ (metano/ acido solfidrico), generato dalla demolizione anaerobica della sostanza organica.

Nella Linea Fanghi la fermentazione può avvenire nelle sezioni di:

- stoccaggio dei fanghi primari;
- ispessimento per gravità;
- digestione anaerobica;
- stoccaggio dei fanghi secondari;

Anche i processi finali di stabilizzazione favoriscono il rilascio di sostanze odorose.

La stabilizzazione aerobica produce infine un fango molto ossidato che ha un odore in genere tollerabile descritto come di muschio o di terra bagnata, mentre il fango perfettamente stabilizzato anaerobicamente emana un odore non particolarmente forte, descritto come di "catrame caldo" oppure come di "cera che si scioglie". La stabilizzazione chimica con calce produce un fango con un debole odore di ammoniacca.

Infine, anche le condizioni di temperatura relativamente alta che caratterizza i processi di condizionamento e di disidratazione finali dei fanghi favorisce il rilascio di sostanze volatili.

In Fig.12 sono riportati in grafico i dati percentuali delle emissioni di cattivo odore per ogni fase del trattamento a cui i liquami vanno incontro una volta entrati nell'impianto.

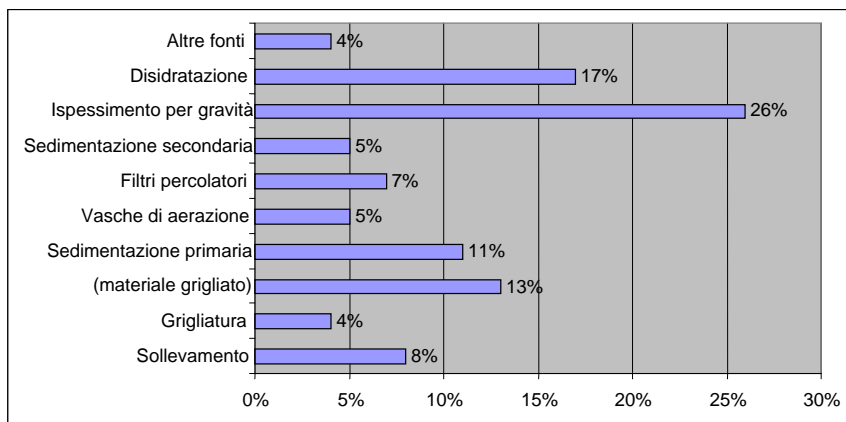


Fig. 12 – Percentuali di odore emanate da ogni singola fase di trattamento delle acque reflue (Cernuschi, Torretta, 1996).

4.2.3 - Sostanze chimiche aggiunte

L'utilizzo di additivi che servono per trattare i liquami affinché rispondano meglio alle varie fasi della lavorazione influisce sulla natura e l'entità delle emanazioni odorose.

Ad esempio per facilitare la sedimentazione di solidi sospesi, per rimuovere i fosfati o il BOD si usa aggiungere sali di ferro, come il cloruro ferrico, che fanno precipitare i solfati e quindi riducono la possibilità che si sprigionino cattivi odori. Però una non calibrata quantità di questi sali fa abbassare molto il pH e, di conseguenza, facilita il rilascio di acido solfidrico.

Anche l'aggiunta di calce, utilizzata nelle fasi di disidratazione e di stabilizzazione dei fanghi, fa aumentare il valore del pH e quindi riduce la possibilità di rilascio di acido solfidrico. Però ciò fa aumentare il rilascio di composti ridotti (odorosi) dell'azoto, tra i quali l'ammoniaca.

4.2.4 - Condizioni ambientali

Le condizioni ambientali sono definibili attraverso i parametri di temperatura (T), di pressione atmosferica (P), di velocità dell'aria (V_a), di altitudine (h), di superficie di esposizione (S), nonché di concentrazione (C) della sostanza odorosa nel liquame e di quella in equilibrio nell'aria.

La quantità di odore presente nell'atmosfera di un impianto di depurazione può essere calcolata in base alla legge di trasferimento di massa che regola il passaggio delle sostanze volatili odorose dal liquame all'aria. Essa è espressa dalla seguente relazione:

$$Q_s = K \cdot a \cdot (C - C^*) \cdot V$$

dove

Q_s = quantità di odore (ovvero di sostanza volatile), espressa in mg/h.

K = coefficiente di trasporto di materia, espressa in m/h.

C = concentrazione della sostanza odorosa nel liquido (mg/m^3).

C^* = concentrazione della sostanza odorosa nel liquido in equilibrio con la fase gas (mg/m^3).

a = superficie specifica, rapporto tra S , superficie di esposizione, e il volume del liquame.

V = volume del liquame.

La ΔC è definita dalle condizioni dalla legge di Henry¹ e varia al variare delle condizioni ambientali.

Vale a dire che la quantità di odore che si produce dipende dalle condizioni ambientali, ovvero della pressione parziale di equilibrio della sostanza presa in considerazione, nella misura in cui esse modificano la concentrazione e le condizioni di equilibrio delle concentrazioni della sostanza nei liquami e nell'aria.

¹ La Legge di Henry prevede che, a T costante, la quantità di un gas disciolta in un volume noto di liquido è proporzionale alla pressione parziale del gas in equilibrio con la soluzione.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.