



*Impianto di depurazione di San Giovanni
Comune di Grosseto*

*Risultati dell'indagine per la valutazione
dei livelli di dispersione aerea
di agenti microbiologici ed odori*



A cura di

dott.ing. *Annaclaudia Venturini*
Dott. Ing.



INDICE

1. Introduzione.....	3
2. Punti di campionamento	4
3. Metodica di campionamento.....	5
4. Classificazione agenti biologici.....	6
5. Risultati ottenuti	6
5.1. Analisi dei risultati alla luce delle Air Quality Guidelines (OMS)	15
6. Impatto odorigeno.....	17

1. INTRODUZIONE

Lo scopo dell' indagine effettuata è stato quello di valutare i rischi derivanti dalla dispersione accidentale in aria di agenti microbiologici provenienti da un impianto di depurazione di acque reflue urbane.

Infatti, in questo tipo di impianti si può avere formazione di aerosol batterici, definibili come materiale particolato in forma sia solida che liquida al quale sono adesi microrganismi anche patogeni. Le dimensioni sono dell'ordine del micron (per dimensioni <5 micron sono pericolosi perché possono raggiungere i polmoni; viceversa, per lo stesso motivo, per dimensioni >5 micron non sono pericolosi).

L'aerosol può diffondersi tramite la formazione di bolle d'aria che risalgono e scoppiano in piccole goccioline di liquido; il pericolo che ne deriva è legato al fatto che le singole particelle liquide che possono liberarsi dai trattamenti, principalmente dal trattamento di ossidazione in cui il refluo deve essere mantenuto in movimento tramite insufflazione d'aria, possono trascinare con sé batteri, virus e funghi patogeni e diffonderli nell'ambiente circostante.

Le possibili specie microbiche, le relative concentrazioni e la loro dispersione in aria possono variare in funzione delle caratteristiche strutturali degli impianti, della temperatura e umidità ambientali, della velocità e direzione del vento, del carico di lavoro dell'impianto (abitanti equivalenti), delle situazioni epidemiologiche della popolazione.

Le fonti di aerosol batterici negli impianti di depurazione dove il refluo viene aerato (per turbolenza o aerazione immessa) sono suddivisibili in fonti principali e secondarie:

- Fonti principali:
 1. vasca di ossidazione biologica a fanghi attivi;
 2. dissabbiatura-disoleatura.
- Fonti secondarie:
 1. grigliatura;
 2. sollevamenti.

Tali aerosol possono anche formarsi ogniqualvolta si proceda a pulizia e manutenzione dell'impianto stesso.

I fattori che influenzano la persistenza e la dispersione dell'aerosol sono il decadimento cellulare (molto rapido all'inizio e successivamente più lento), la velocità del vento e la relativa persistenza.

Oltre agli aerosol batterici, negli impianti di depurazione possono aversi anche aerosol innocui ma maleodoranti, che pertanto possono comunque creare fastidio sia al personale operante sull'impianto che, in presenza di particolari venti, agli abitanti delle zone limitrofe al depuratore stesso. Questi aerosol si sviluppano principalmente nella zona dedicata alla grigliatura ed al deposito del grigliato.

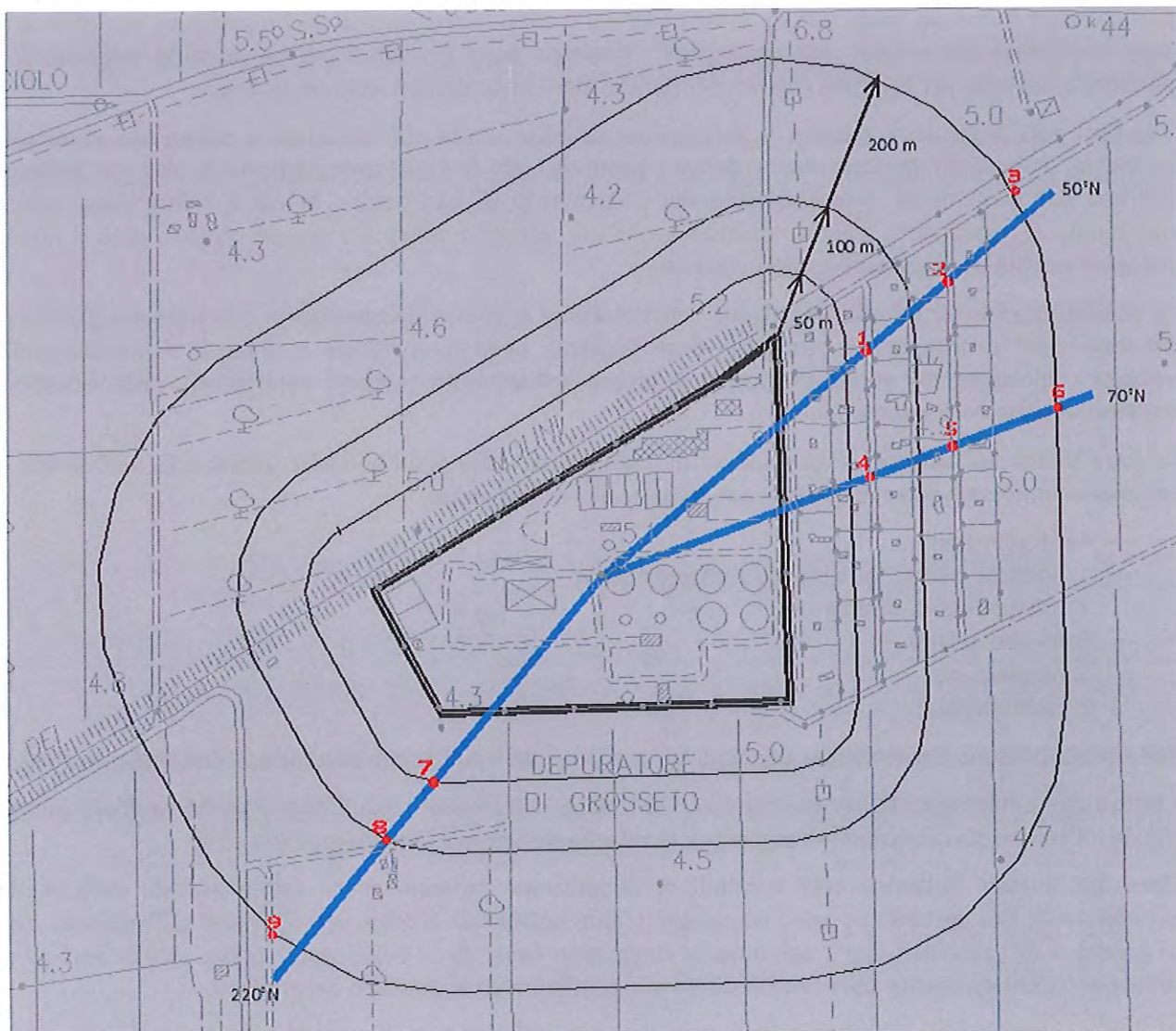
Al fine di prevedere e, di conseguenza, di mitigare la diffusione degli aerosol batterici possono essere realizzati dei modelli che descrivano la possibile diffusione del particolato in sospensione in aria sia all'interno dell'impianto che all'esterno dello stesso.

Risulta tuttavia difficoltoso valutare il valore di emissione e la costante di decadimento cellulare; a scopo cautelativo si lavora sempre nell'ipotesi di trasferimento totale nell'atmosfera dell'aria fornita al fango in ossidazione.

È opportuno sottolineare, comunque, che i rischi per la salute umana sono minimi, anche se si rende indicato l'utilizzo di appositi dispositivi di protezione (mascherine e guanti) per l'accesso a queste zone.

2. PUNTI DI CAMPIONAMENTO

Sulla base del progetto di indagine, nel quale è stato individuato il clima anemometrico della zona del depuratore di San Giovanni, i punti in cui sono stati effettuati i prelievi sono rappresentati nelle seguenti immagini:



-Fig.1: Punti di campionamento esterni all'impianto di depurazione -



-Fig.2: Punti di campionamento interni all'impianto di depurazione -

3. METODICA DI CAMPIONAMENTO

La procedura di campionamento adottata in questo progetto, volto alla valutazione dell'esposizione ad agenti microbiologici aerodispersi, fa riferimento al Metodo Unichim 1962-2:2006.

Per determinare la concentrazione degli agenti biologici presenti nel mezzo aereo è stato utilizzato il campionatore aspirante monoblocco Mod. SAS I.A.Q. della INTERNATIONAL PBI SpA, dotato di regolatore elettronico del flusso. La testata di campionamento è stata autoclavata a 121°C per 20 minuti in laboratorio ed è stata successivamente sanificata mediante flambatura ad ogni punto di campionamento.

Il metodo prevede l'introduzione della piastra Petri da 90 mm, contenente il terreno di coltura agarizzato, nell'apposito alloggiamento posto tra la testata e il corpo dell'apparecchiatura di campionamento.

A questo punto lo strumento viene sistemato in posizione perpendicolare al flusso di aria, con l'operatore posto in posizione retrostante alla testata.

In ogni punto di prelievo è stato campionato un volume di aria (in litri) inversamente proporzionale alla presunta concentrazione di microrganismi presenti, impostando un flusso di aspirazione di 100 L/min di aria.

Le piastre sono state siglate, sigillate con il parafilm e sono state conservate in frigorifero portatile da auto Mod. Car Cooler TECC 18 ad una temperatura di $4\pm3^{\circ}\text{C}$. Ultimato il campionamento il materiale è stato

trasportato in laboratorio nel più breve tempo possibile ed è stato posto in incubatori a temperature variabili da 20 a 44°C in base al parametro da determinare.

Di seguito vengono menzionati i substrati di crescita utilizzati per le valutazioni microbiologiche :

- Plate Count Agar (valutazione della carica batterica totale psicrofila e mesofila);
- Sabouraud Dextrose Agar (valutazione della carica fungina);
- Slanetz e Bartley (ricerca degli Enterococchi intestinali);
- Cromogenico E. Coli-Coliformi (ricerca dei coliformi totali).

Completato il periodo di incubazione si è proceduto al conteggio ed alla identificazione delle colonie microbiche differenziate in ciascuna coltura.

4. CLASSIFICAZIONE AGENTI BIOLOGICI

Riportiamo di seguito la classificazione degli Agenti biologici secondo quanto riportato dal titolo X del D.Lgs. 81/08.

CLASSIFICAZIONE	ESEMPIO	PROFILASSI
I GRUPPO agenti biologici che presentano bassa probabilità di causare malattie in soggetti umani	tutti quelle che non sono classificati nei gruppi II, III e IV	Non sono di norma necessarie misure profilattiche o terapeutiche
II GRUPPO agenti biologici che possono causare malattie e costituire un rischio per i lavoratori; è poco probabile che si propaghino nella comunità.	Legionella pneumophila, Listeria monocytogenes, Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa, salmonelle agenti gastroenteriti, ecc	Esistono efficaci misure profilattiche o terapeutiche
III GRUPPO agenti biologici che possono causare malattie gravi e costituiscono un serio rischio per i lavoratori; possono propagarsi nella comunità.	Virus HIV; virus dell'epatite B, Bacillus anthracis	Esistono efficaci misure profilattiche o terapeutiche
IV GRUPPO agenti biologici che possono causare malattie gravi e costituiscono un serio rischio per i lavoratori; è probabile che si propaghino nella comunità.	Virus Ebola, Virus Marburgo, Virus Lassa	Non sono sempre disponibili efficaci misure profilattiche o terapeutiche

Vista la natura delle matrici trattate da un qualsiasi impianto di trattamento delle acque reflue e la collocazione geografica del nostro paese - che ci consente di escludere la presenza di microrganismi di origine tropicale - la quasi totalità dei patogeni presenti nelle matrici trattate è costituita da microrganismi a ciclo oro fecale appartenenti al 2° gruppo e talvolta al 3° gruppo asteriscato (con scarsissime probabilità di diffondersi tramite aerosol). Il danno potenziale che può derivare da tali microrganismi può essere, a puro titolo cautelativo, classificato di livello MEDIO-GRAVE.

A tale proposito per livello di danno MEDIO si intende malattia con inabilità reversibile e con durata media superiore a 5 giorni; per livello GRAVE si intende malattia che difficilmente produce effetti letali ma con elevata probabilità di invalidità permanente. L'entità di una contaminazione, influenzando direttamente la probabilità di entrare in contatto con un agente biologico e di raggiungere la sua dose minima infettante, è direttamente correlata con l'insorgenza o meno di una data malattia.

5. RISULTATI OTTENUTI

Attualmente non esistono limiti normativi per la valutazione delle categorie e classi di contaminazione microbiologica dell'aria esterna: come riferimento, in via cautelativa, possono essere utilizzati gli indici di contaminazione proposti da Dacarro, che tuttavia si riferiscono ad ambienti indoor.

In particolare, si fa riferimento ai seguenti parametri:

- **Carica Batterica Totale Psicrofila:**

Indicatore della contaminazione batterica ambientale, in quanto i batteri psicrofili hanno temperatura di accrescimento ottimale intorno a 25°C (15°-30°C) e vivono a spese della sostanza organica in decomposizione presente nel suolo, sui vegetali ed in genere negli ambienti umidi.

- **Carica Batterica Totale Mesofila:**

Indicatore della contaminazione di origine umana ed animale. Infatti la popolazione mesofila ha temperatura ottimale di accrescimento intorno ai 37°C (25°C-40°C) ed include anche i patogeni convenzionali.

- **Carica Fungina Totale (muffe e lieviti):**

Indicatore ambientale spesso correlato alla presenza di elevata umidità e polverosità, ridotta ventilazione e scarsa qualità dell'aria. Alcune muffe possono essere responsabili di patologie infettive, nonché di reazioni di ipersensibilità, reazioni allergiche od intossicazioni.

Tali misure vengono riassunte in alcuni indici che permettono la valutazione della salubrità dell'ambiente in relazione alle attività svolte al suo interno.

In particolare abbiamo:

- **Indice Globale di Contaminazione Microbica**

IGCM = Carica Batterica Totale Psicrofila + Carica Batterica Totale Mesofila + Carica Fungina Totale

Si misura in UFC/m³ e fornisce un valore di contaminazione microbica totale normalizzata all'unità di volume di aria campionata. Questo indice rappresenta un parametro importante per la valutazione della salubrità dell'aria.

- **Indice di Contaminazione da Batteri Mesofili**

ICM = Carica Batterica Totale Psicrofila / Carica Batterica Totale Mesofila

È un numero puro ed evidenzia la contaminazione prevalente da parte di mesofili (valori >1) o psicrofili (valore <1). Ambienti outdoor considerati normali sono caratterizzati dalla seconda condizione, mentre in ambienti confinati, con scarsa ventilazione e sovraffollamento, tale indice può superare anche di molto l'unità, a causa dell'accumulo nell'aria, di microrganismi diffusi dagli occupanti. La situazione opposta si osserva nel caso di microrganismi di origine ambientale provenienti da substrati contaminati o da particolari attività lavorative.

- **Indice di Amplificazione della Contaminazione microbica**

IA = IGCM nei punti di prelievo / IGCM nel punto di riferimento (Bianco)

È un numero puro e rappresenta uno strumento indispensabile per valutare la situazione effettiva della qualità dell'aria rispetto ad una situazione di riferimento. Per ambienti confinati, IA è dato dal rapporto tra il valore di IGCM misurato all'interno e quello misurato all'esterno dell'ambiente in esame, considerato rappresentativo dell'aria non affetta dalle sorgenti di inquinamento interne. Nel caso di ambienti all'aperto, il valore di IGCM di riferimento viene determinato in un punto sopra vento rispetto alle posizioni di prelievo prossime alle attività considerate ed individuate a rischio di esposizione ad agenti biologici.

In base ai valori dei parametri su elencati, si possono identificare delle categorie e classi di contaminazione microbiologica dell'aria per ambienti di lavoro confinati nell'attività di ufficio.

CATEGORIA	IGCM/m ³	CLASSE	DEFINIZIONE/INTERVENTI
Molto bassa	< 500 UFC/m ³		Contaminazione di entità trascurabile
Bassa	< 1.000 UFC/m ³		Contaminazione di entità non trascurabile e, comunque, ai limiti della situazione accettabile
Intermedia	> 1.000 UFC/m ³	A: ICM<3, IA<3	Contaminazione di entità non trascurabile, per i quali debbono ricercarsi elementi di miglioramento. TALI INTERVENTI NON RISULTANO PRIORITARI.
		B: ICM>3 O IA>3	
		C: ICM>3, IA>3	
Alta	> 5.000 UFC/m ³	A: ICM<3, IA<3	Contaminazione di entità non trascurabile, per i quali debbono ricercarsi elementi di miglioramento. Tali azioni correttive impiantistiche o procedurali richiedono interventi da intraprendere nel breve-medio periodo.
		B: ICM>3 O IA>3	
		C: ICM>3, IA>3	
Molto alta	> 10.000 UFC/m ³	A: ICM<3, IA<3	Contaminazione di entità non trascurabile, per i quali debbono ricercarsi urgentemente elementi di miglioramento
		B: ICM>3 O IA>3	
		C: ICM>3, IA>3	

Per il depuratore di San Giovanni, sono stati rilevati, nel corso del 2012, i seguenti parametri:

1	DATA	IGCM	IA	ICM	Categorie e classi di contaminazione microbiologica dell'aria per ambienti di lavoro confinati nell'attività di ufficio											
					Molto Bassa	Bassa	Intermedia			Alta			Molto Alta			
							A	B	C	A	B	C	A	B	C	
	03/04/2012	640,0	1,9	0,3	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	19/04/2012	1820,0	1,8	0,2	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/05/2012	1710,0	0,9	0,2	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	02/07/2012	2050,0	4,7	0,4	°	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	
	16/07/2012	1650,0	5,2	0,2	°	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	
	30/07/2012	1510,0	2,2	0,1	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/10/2012	1610,0	0,8	0,1	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	17/10/2012	1950,0	2,0	0,1	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	30/10/2012	510,0	2,2	0,2	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/12/2014	390,0	1,3	0,1	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	13/12/2012	560,0	0,9	0,1	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	28/12/2014	560,0	1,2	0,1	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	

	DATA	IGCM	IA	ICM	Categorie e classi di contaminazione microbiologica dell'aria per ambienti di lavoro confinati nell'attività di ufficio										
					Molto Bassa	Bassa	Intermedia			Alta			Molto Alta		
							A	B	C	A	B	C	A	B	C
2	03/04/2012	640,0	1,9	0,1	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°
	19/04/2012	2295,0	2,2	0,1	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°
	03/05/2012	2345,0	1,3	0,3	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°
	02/07/2012	2100,0	4,9	0,4	°	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°
	16/07/2012	1420,0	4,4	0,1	°	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°
	30/07/2012	3500,0	5,0	0,5	°	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°
	03/10/2012	2590,0	1,3	0,0	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°
	17/10/2012	1510,0	1,6	0,2	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°
	30/10/2012	800,0	3,5	0,1	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°
	03/12/2014	430,0	1,4	0,2	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
	13/12/2012	210,0	0,3	0,1	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
	28/12/2014	750,0	1,7	0,4	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°

	DATA	IGCM	IA	ICM	Categorie e classi di contaminazione microbiologica dell'aria per ambienti di lavoro confinati nell'attività di ufficio										
					Molto Bassa	Bassa	Intermedia			Alta			Molto Alta		
							A	B	C	A	B	C	A	B	C
3	03/04/2012	755,0	3,1	0,1	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°
	19/04/2012	2340,0	2,3	0,2	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°
	03/05/2012	2815,0	1,6	0,5	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°
	02/07/2012	1550,0	3,6	0,2	°	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°
	16/07/2012	1830,0	5,7	0,9	°	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°
	30/07/2012	1430,0	2,0	0,1	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°
	03/10/2012	1590,0	0,8	0,0	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°
	17/10/2012	1050,0	1,1	0,2	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°
	30/10/2012	550,0	2,4	0,1	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°
	03/12/2014	360,0	1,2	0,1	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
	13/12/2012	180,0	0,3	0,1	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
	28/12/2014	650,0	1,4	0,3	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°

4	DATA	IGCM	IA	ICM	Categorie e classi di contaminazione microbiologica dell'aria per ambienti di lavoro confinati nell'attività di ufficio											
					Molto Bassa	Bassa	Intermedia			Alta			Molto Alta			
							A	B	C	A	B	C	A	B	C	
	03/04/2012	1165,0	3,4	0,2	°	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	
	19/04/2012	1785,0	1,7	0,0	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/05/2012	2070,0	1,2	0,4	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	02/07/2012	2305,0	5,4	0,6	°	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	
	16/07/2012	1160,0	3,6	0,5	°	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	
	30/07/2012	1630,0	2,3	1,7	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/10/2012	1990,0	1,0	0,2	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	17/10/2012	940,0	1,0	0,1	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	30/10/2012	590,0	2,6	0,3	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/12/2014	340,0	1,1	0,2	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	13/12/2012	700,0	1,2	0,7	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	28/12/2014	300,0	0,7	0,3	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	

	DATA	IGCM	IA	ICM	Categorie e classi di contaminazione microbiologica dell'aria per ambienti di lavoro confinati nell'attività di ufficio											
					Molto Bassa	Bassa	Intermedia			Alta			Molto Alta			
							A	B	C	A	B	C	A	B	C	
5	03/04/2012	1060,0	3,1	0,3	°	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	
	19/04/2012	2385,0	2,3	0,2	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/05/2012	2580,0	1,5	0,4	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	02/07/2012	1820,0	4,2	0,4	°	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	
	16/07/2012	1400,0	4,4	0,2	°	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	
	30/07/2012	1080,0	1,5	0,3	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/10/2012	1390,0	0,7	0,0	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	17/10/2012	1010,0	1,1	0,3	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	30/10/2012	530,0	2,3	0,4	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/12/2014	580,0	1,9	0,2	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	13/12/2012	140,0	0,2	0,3	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	28/12/2014	510,0	1,1	0,7	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	

6	DATA	IGCM	IA	ICM	Categorie e classi di contaminazione microbiologica dell'aria per ambienti di lavoro confinati nell'attività di ufficio											
					Molto Bassa	Bassa	Intermedia			Alta			Molto Alta			
							A	B	C	A	B	C	A	B	C	
	03/04/2012	910,0	2,7	0,3	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	19/04/2012	2220,0	2,2	0,1	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/05/2012	2475,0	1,4	0,5	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	02/07/2012	1975,0	4,6	0,1	°	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	
	16/07/2012	1390,0	4,3	0,1	°	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	
	30/07/2012	1200,0	1,7	0,1	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/10/2012	1230,0	0,6	0,1	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	17/10/2012	580,0	0,6	0,1	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	30/10/2012	430,0	1,9	0,7	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/12/2014	350,0	1,1	0,1	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	13/12/2012	120,0	0,2	0,3	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	28/12/2014	270,0	0,6	0,2	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	

	DATA	IGCM	IA	ICM	Categorie e classi di contaminazione microbiologica dell'aria per ambienti di lavoro confinati nell'attività di ufficio											
					Molto Bassa	Bassa	Intermedia			Alta			Molto Alta			
							A	B	C	A	B	C	A	B	C	
7	03/04/2012	860,0	2,5	0,3	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	19/04/2012	1690,0	1,6	0,0	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/05/2012	2690,0	1,5	0,4	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	02/07/2012	650,0	1,5	0,3	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	16/07/2012	800,0	2,5	0,1	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	30/07/2012	3440,0	4,9	1,7	°	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	
	03/10/2012	2460,0	1,2	0,0	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	17/10/2012	1310,0	1,4	0,0	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	30/10/2012	490,0	2,1	0,4	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/12/2014	0,0	0,0	0,0	Non rilevato	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	13/12/2012	0,0	0,0	0,0	Non rilevato	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	28/12/2014	0,0	0,0	0,0	Non rilevato	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	

	DATA	IGCM	IA	ICM	Categorie e classi di contaminazione microbiologica dell'aria per ambienti di lavoro confinati nell'attività di ufficio											
					Molto Bassa	Bassa	Intermedia			Alta			Molto Alta			
							A	B	C	A	B	C	A	B	C	
8	03/04/2012	2165,0	6,4	0,3	°	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	
	19/04/2012	2380,0	2,3	0,2	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/05/2012	2810,0	1,6	0,5	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	02/07/2012	1900,0	4,4	0,5	°	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	
	16/07/2012	3290,0	###	0,0	°	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	
	30/07/2012	1650,0	2,4	0,1	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/10/2012	2510,0	1,2	0,0	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	17/10/2012	1420,0	1,5	0,1	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	30/10/2012	450,0	2,0	0,8	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/12/2014	0,0	0,0	0,0	Non rilevato	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	13/12/2012	0,0	0,0	0,0	Non rilevato	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	28/12/2014	0,0	0,0	0,0	Non rilevato	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	

DATA	IGCM	IA	ICM	Categorie e classi di contaminazione microbiologica dell'aria per ambienti di lavoro confinati nell'attività di ufficio											
				Molto Bassa	Bassa	Intermedia			Alta			Molto Alta			
						A	B	C	A	B	C	A	B	C	
03/04/2012	1970,0	5,8	0,7	°	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°
19/04/2012	2570,0	2,5	0,4	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°
03/05/2012	3020,0	1,7	0,7	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°
02/07/2012	2350,0	5,5	1,7	°	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°
16/07/2012	1380,0	4,3	0,2	°	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°
30/07/2012	1350,0	1,9	0,4	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°
03/10/2012	2550,0	1,2	0,1	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°
17/10/2012	1540,0	1,6	0,1	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°
30/10/2012	380,0	1,7	0,6	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
03/12/2014	0,0	0,0	0,0	Non rilevato	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
13/12/2012	0,0	0,0	0,0	Non rilevato	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
28/12/2014	0,0	0,0	0,0	Non rilevato	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°

	DATA	IGCM	IA	ICM	Categorie e classi di contaminazione microbiologica dell'aria per ambienti di lavoro confinati nell'attività di ufficio											
					Molto Bassa	Bassa	Intermedia			Alta			Molto Alta			
							A	B	C	A	B	C	A	B	C	
10	03/04/2012	835,0	2,5	0,8	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	19/04/2012	1910,0	1,9	0,3	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/05/2012	2605,0	1,5	0,5	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	02/07/2012	2090,0	4,9	0,5	°	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	
	16/07/2012	1460,0	4,6	0,9	°	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	
	30/07/2012	1800,0	2,6	0,1	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/10/2012	2370,0	1,1	0,1	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	17/10/2012	1110,0	1,2	0,1	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	30/10/2012	970,0	4,2	0,7	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/12/2014	650,0	2,1	0,1	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	13/12/2012	1540,0	2,5	0,4	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	28/12/2014	2160,0	4,8	0,2	°	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	

	DATA	IGCM	IA	ICM	Categorie e classi di contaminazione microbiologica dell'aria per ambienti di lavoro confinati nell'attività di ufficio											
					Molto Bassa	Bassa	Intermedia			Alta			Molto Alta			
							A	B	C	A	B	C	A	B	C	
11	03/04/2012	385,0	1,1	0,2	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	19/04/2012	1800,0	1,8	0,1	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/05/2012	1840,0	1,1	0,3	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	02/07/2012	630,0	1,5	0,6	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	16/07/2012	820,0	2,6	0,2	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	30/07/2012	1170,0	1,7	0,3	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/10/2012	1850,0	0,4	0,1	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	17/10/2012	900,0	0,9	0,9	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	30/10/2012	740,0	3,2	0,2	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/12/2014	400,0	1,3	1,7	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	13/12/2012	700,0	1,2	0,5	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	28/12/2014	560,0	1,2	0,6	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	

	DATA	IGCM	IA	ICM	Categorie e classi di contaminazione microbiologica dell'aria per ambienti di lavoro confinati nell'attività di ufficio											
					Molto Bassa	Bassa	Intermedia			Alta			Molto Alta			
							A	B	C	A	B	C	A	B	C	
12	03/04/2012	610,0	1,8	1,1	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	19/04/2012	2245,0	2,2	0,6	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/05/2012	2875,0	1,7	0,8	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	02/07/2012	860,0	2,0	0,5	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	16/07/2012	640,0	2,0	0,0	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	30/07/2012	1320,0	1,9	0,1	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/10/2012	1530,0	0,7	0,1	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	17/10/2012	1240,0	1,3	1,2	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	30/10/2012	560,0	2,4	0,9	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/12/2014	240,0	0,8	0,4	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	13/12/2012	630,0	1,0	0,4	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	28/12/2014	710,0	1,6	0,8	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	

	DATA	IGCM	IA	ICM	Categorie e classi di contaminazione microbiologica dell'aria per ambienti di lavoro confinati nell'attività di ufficio											
					Molto Bassa	Bassa	Intermedia			Alta			Molto Alta			
							A	B	C	A	B	C	A	B	C	
13	03/04/2012	655,0	1,9	0,1	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	19/04/2012	2240,0	2,2	1,2	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/05/2012	2815,0	1,6	0,6	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	02/07/2012	730,0	1,7	0,1	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	16/07/2012	770,0	2,4	0,1	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	30/07/2012	1210,0	1,7	0,1	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/10/2012	1960,0	0,9	0,2	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	17/10/2012	1140,0	1,2	0,1	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	30/10/2012	450,0	2,0	0,6	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/12/2014	350,0	1,1	0,5	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	13/12/2012	1870,0	3,1	2,9	°	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	
	28/12/2014	650,0	1,4	0,4	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	

	DATA	IGCM	IA	ICM	Categorie e classi di contaminazione microbiologica dell'aria per ambienti di lavoro confinati nell'attività di ufficio											
					Molto Bassa	Bassa	Intermedia			Alta			Molto Alta			
							A	B	C	A	B	C	A	B	C	
Bianco	03/04/2012	340,0	1,0	0,2	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	19/04/2012	1030,0	1,0	0,1	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/05/2012	1740,0	1,0	0,2	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	02/07/2012	430,0	1,0	0,1	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	16/07/2012	320,0	1,0	0,1	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	30/07/2012	700,0	1,0	0,1	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/10/2012	2080,0	1,0	0,0	°	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	
	17/10/2012	960,0	1,0	0,0	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	30/10/2012	230,0	1,0	0,4	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	03/12/2014	310,0	1,0	0,1	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	13/12/2012	610,0	1,0	0,1	°	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	28/12/2014	450,0	1,0	0,3	X	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	

Come si può evincere dai risultati ottenuti, il livello di contaminazione microbiologica presente nell'atmosfera risulta molto basso (raramente basso) nel periodo autunnale/invernale, sia internamente che esternamente all'impianto.

Nel periodo primaverile/estivo, si rileva invece un livello di contaminazione intermedio di tipo A (raramente B): considerando quanto precedentemente esposto, si ha quindi che la contaminazione corrispondente sia sì di entità non trascurabile, e dovrebbero ricercarsi elementi di miglioramento, ma tali interventi NON RISULTANO PRIORITARI.

Inoltre, tale valutazione è relativa ad un luogo di lavoro, ossia ad un ambiente chiuso in cui l'esposizione agli agenti è continua nell'arco di più ore della giornata: nonostante questo non risulterebbe prioritario individuare elementi di miglioramento ai fini della salute dei lavoratori.

Tuttavia, in ottemperanza a quanto previsto dal D.Lgs. 81/08 e ss.mm.ii., riguardo alla salute e sicurezza dei lavoratori, sull'impianto sono già presenti gli apprestamenti richiesti, quali servizi igienici dotati di acqua calda/fredda, spogliatoi con armadietti sporco/pulito; inoltre, il personale è dotato di appositi DPI (tute in tyvek monouso, guanti, soprascarpe, occhiali di protezione, mascherine monouso) che garantiscono l'esecuzione in sicurezza delle operazioni di conduzione.

A maggior ragione, laddove invece le presenti valutazioni si riferiscono a luoghi aperti, nei quali non vi è presenza costante di persone, il rischio relativo risulta trascurabile.

5.1. ANALISI DEI RISULTATI ALLA LUCE DELLE AIR QUALITY GUIDELINES (OMS)

Le Air Quality Guidelines, emesse dall'OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità), offrono una guida ai decisori per l'effettuazione di una politica di riduzione degli effetti delle emissioni in atmosfera sulla salute umana.

A tal fine, vengono studiate le relazioni tra sorgenti emissive ed esposizione umana, sia da un punto di vista geografico – morfologico che in correlazione alla natura delle emissioni medesime.

Un aspetto importante viene individuato nella differenziazione tra l'esposizione indoor e quella outdoor, correlando le due situazioni ed individuando, per ovvi motivi di incremento di concentrazioni e di persistenza dell'agente, la maggiore pericolosità in quella indoor, che è pertanto l'oggetto principale delle

linee guida; le fonti outdoor vengono sostanzialmente considerate solo per l'effetto di trasmissione di aerosol dall'esterno all'interno degli ambienti di permanenza umana.

Nei vari aggiornamenti del documento (2005, 2010), l'attenzione viene posta su particolari sostanze riconosciute come dannose per la salute umana e per le quali vengono imposti limiti di presenza nell'atmosfera indoor; nella fattispecie, si fa riferimento a:

- Materia particolata (doc. 2005);
- Ozono (doc. 2005);
- Biossido di Azoto (doc. 2005 e 2010);
- Biossido di Zolfo (doc. 2005);
- Benzene (doc. 2010);
- Monossido di Carbonio (doc. 2010);
- Formaldeide (doc. 2010);
- Naftalene (doc. 2010);
- Idrocarburi aromatici policiclici (doc. 2010);
- Radon (doc. 2010);
- Tricloroetilene (doc. 2010);
- Tetracloroetilene (doc. 2010).

Tali sostanze non fanno parte di quelle che possono liberarsi da un normale ciclo depurativo di acque reflue urbane, essendo la maggior parte di esse prodotte industrialmente o generate da processi assenti in impianti di depurazione (ad es. combustione di idrocarburi).

Pertanto, le emissioni da impianto di depurazione non presentano criticità rispetto alle indicazioni dell'OMS.

Non appare pertanto necessario prevedere ulteriori misure di mitigazione e compensazione per quanto riguarda la diffusione del bioaerosol.

6. IMPATTO ODORIGENO

La rilevazione delle unità odorigene è stata effettuata nel periodo estivo (Agosto) quando la temperatura elevata ed il picco di presenze turistiche massimizzano la percezione dell'impatto.

Per il prelievo dei campioni, così come per quelli relativi al bioaerosol, si è tenuto conto non solo delle direzioni prevalenti dei venti, ma altresì degli orari di massima intensità degli stessi, in modo da rilevare il quadro maggiormente critico.

I risultati ottenuti, in riferimento ai punti rappresentati nelle cartografie, sono i seguenti:

punto	OUE/m3
1	14
2	15
3	17
4	16
5	20
6	31
7	11
8	15
9	18
10	16
11	22
12	15
13	14
Bianco	12

dove le OUE/m³ sono le unità odorimetriche o olfattometriche al metro cubo, che rappresentano il numero di diluizioni necessarie affinché il 50% degli esaminatori non avverta più l'odore del campione analizzato (UNI EN 13725:2004).

Sull'impatto odorigeno, ad oggi, non esiste una normativa di riferimento che ponga dei limiti di immissione nell'ambiente: questo anche perché non esiste una correlazione tra odore e pericolosità dell'aerosol.

L'unico riferimento in materia ad oggi esistente in Italia, seppur non propriamente normativo, è costituito dalle linee guida della Regione Lombardia, secondo le quali, per impianti esistenti, l'impatto sul primo recettore situato in un'area agricola e industriale posto ad una distanza inferiore ai 200 m dal confine del depuratore dovrebbe essere di massimo 5 OUE/m³.

Sebbene dall'immagine seguente si evinca come l'impatto del depuratore sia irrisorio, da un punto di vista odorigeno, nei confronti dell'ambiente circostante - infatti, la media delle OUE/m³ relative ai punti campionati è paragonabile al valore delle OUE/m³ rilevate nel campione bianco - la media delle rilevazioni è comunque superiore ai valori guida suindicati.

Sarà cura di Acquedotto del Fiora valutare, tra i metodi di mitigazione reperibili sul mercato, quelli maggiormente adeguati a diminuire tali emissioni, in considerazione anche della peculiarità delle probabili fonti di generazione, quali, ad esempio, lo stoccaggio del grigliato.

