


**ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO  
IDL BRUNELLESCHI**

|                    |   |                      |
|--------------------|---|----------------------|
| Tavola / Elaborato | Nome Elaborato:   | Scala:               |
| <b>R.1.9</b>       | <b>Relazione sull'analisi biologica<br/>dell'aerosol-impianto depurazione di Aschieto</b> | Data:<br>Maggio 2017 |

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
| Settore:<br> <b>INGEGNERIE TOSCANE</b>                  |  | Sede Firenze Via de Sanctis, 49 Cod. Fiscale e P.I. 06111950488 |  |
| Organizzazione dotata di Sistema di Gestione Integrato certificato in conformità alla normativa ISO9001 - ISO14001 - OHSAS18001 - SA8000   |  |   |  |
| <b>PROGETTISTI :</b>   |  | <b>COLLABORATORI :</b>  |  |
| Responsabile di commessa<br>Dott. Ing. Luca Del Bimbo  |  | Dott. Ing. Lorenzo Degl'Innocenti<br>P.I. Luca Angeli           |  |
| Geologia<br>Dott. Geol. Filippo Landini  |  | Dott. Ing. Sara Bacciottini                                     |  |
| <b>CONSULENTI TECNICI :</b>  |  | <b>COMMESSA I.T. :</b>  |  |
| OPERE ELETTROMECCANICHE-OPERE ELETTRICHE<br>BEGLAR INGEGNERIA s.r.l<br>Dott. Ing. Biagio Senise<br>GEOLOGIA<br>Dott. Geol. Filippo Sottani |  | 2P03PL020001471/02  |  |
| <b>COORDINATORE DELLA SICUREZZA :</b>  |  | <b>RESPONSABILE COMMITTENTE :</b>                               |  |
| Arch. Andrea Gazzarini   |  | P.I. Armando MINIATI  |  |
| <b>DIRETTORE TECNICO INGEGNERIE TOSCANE :</b>  |  | <b>RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO :</b>                          |  |
| Dott. Ing. Mario CHIARUGI  |  | P.I. Armando MINIATI  |  |

| Rev. | Data        | Descrizione / Motivo della revisione      | Redatto   | Controllato / Approvato |
|------|-------------|---|-----------|-------------------------|
| 00   | Maggio 2017 | Revisione Verifica Assoggettabilità a VIA | DEL BIMBO | DEL BIMBO               |

AREA  
CONTROLLO RICERCA E  
SVILUPPO  
Via Villamagna 39  
50126 Firenze

Dirigente:  
Dott.ssa Daniela Burrini  
Tel. 055/6558701  
e-mail: d.burrini@publiacqua.it

**IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI  
ASCHIETO**

**RELAZIONE SULL' ANALISI BIOLOGICA  
DELL' AEROSOL**

**A cura di:**

**Simonetta Berchielli**

**Publiacqua S.p.A**

*Sede legale e Amministrativa*  
Via Villamagna, 90/c – 50126  
Firenze  
Tel. 055.6862001 – Fax 055.6862495

*Uffici Commerciali*  
Via Niccolò da Uzzano, 4 - 50126  
Firenze  
Via Targetti, 34 – 59100 Prato  
Viale Adua, 450 – 51100 Pistoia  
Via C.E. Gadda, 1 - 52027 S.  
Giovanni Valdarno  
p.LE Curtatone e Montanara 29  
50032 Borgo San Lorenzo

Cap. Soc. €150.280.056,72 i.v.  
Reg. Imprese Firenze – C.F. e P.I.  
05040110487  
R.E.A. 514782

Approvato da Resp. Area Controllo Ricerca e Sviluppo:  
Dott.ssa Daniela Burrini

DOCUMENTO N°: 16/2009

Rev. 0 del 18/12/2009

# IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI ASCHIETO

## RELAZIONE SULL' ANALISI BIOLOGICA DELL' AEROSOL

### Premessa

Negli ambienti di lavoro degli impianti di depurazione di acque reflue civili e produttive la qualità microbiologica dell'aria e delle superfici viene opportunamente sottoposta a monitoraggio allo scopo di rilevare la possibile presenza, in determinate condizioni, di un rischio biologico per i lavoratori esposti

Infatti, in questi ambienti, dove prestano servizio gli operatori degli impianti e talvolta soggiornano anche altri operatori addetti a varie attività correlate, nonché personale operativo di ditte appaltatrici, è possibile che sia presente una contaminazione biologica.

In sostanza, aria e superfici possono essere contaminate tramite il trasporto aerodisperso dei microrganismi patogeni presenti nei reflui trattati.

Tali microrganismi sono agenti di un rischio biologico invisibile, rilevabile unicamente con specifiche tecniche analitiche.

Gli agenti infettivi contaminanti gli ambienti di lavoro, possono penetrare nell'ospite per inalazione, per ingestione e per contatto e provocare una serie di patologie come infezioni gastrointestinali e cutanee, infiammazioni delle vie respiratorie e manifestazioni allergiche la cui severità varia a seconda di una molteplicità di fattori, quali ad esempio la carica infettante e lo stato fisiologico dell'individuo colpito.

Lo scopo dei monitoraggi periodici dell'aerosol biologico è di tenere sotto controllo il livello di rischio nelle varie aree di processo degli impianti di depurazione per la tutela della salute degli operatori.

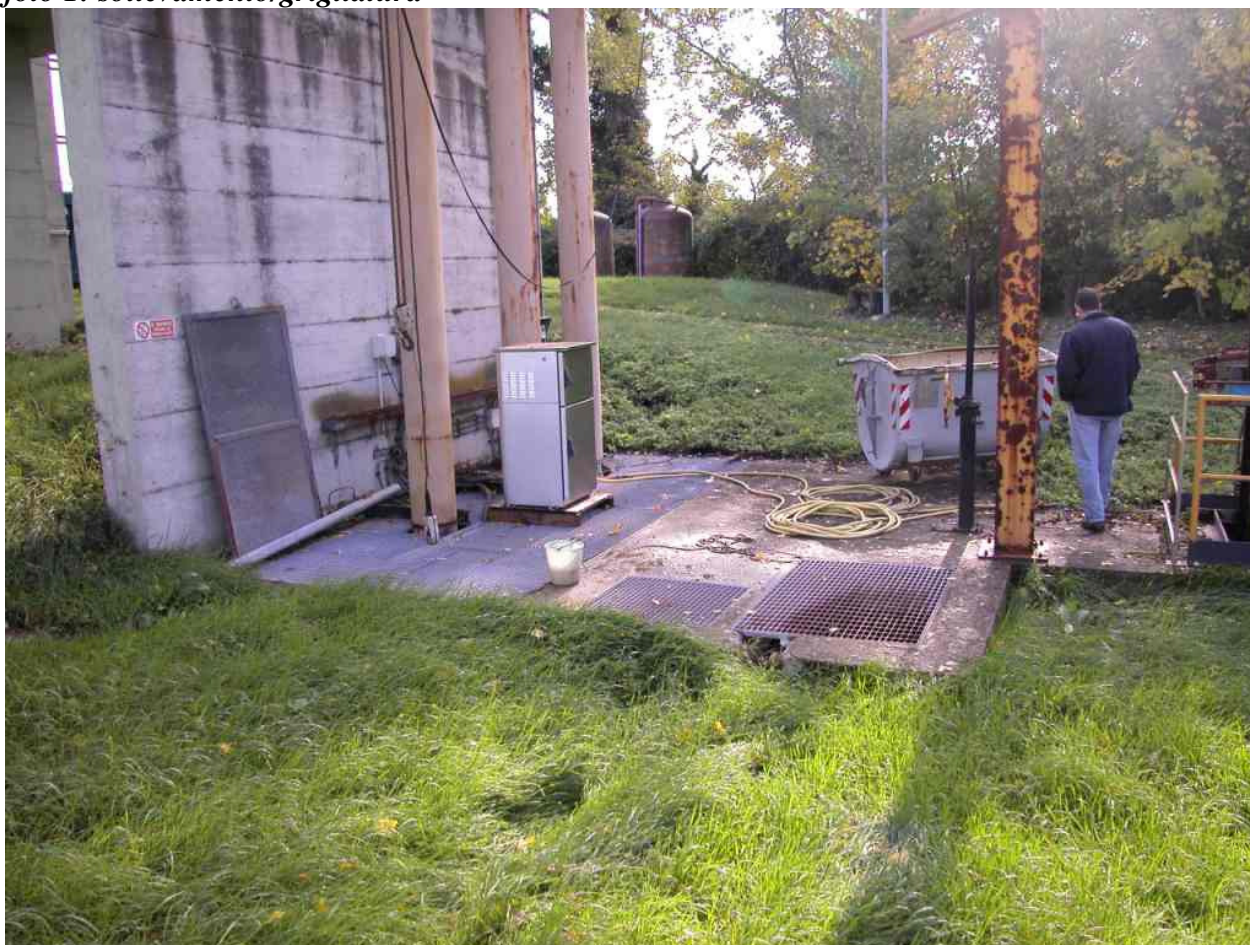
Il campionamento dell'aerosol biologico viene effettuato utilizzando il campionatore d'aria, descritto in dettaglio più avanti, con modalità standardizzate per ottenere risultati confrontabili e riferiti ad un preciso volume di aria, così da poter eventualmente stabilire, per ciascun impianto, dei limiti di riferimento di contaminazione da non superare ed allo scopo di inserire in un programma di miglioramento continuo l'igiene degli ambienti di lavoro.

Il monitoraggio qui descritto prende in considerazione l'impianto di depurazione di acque reflue civili di Aschieto, che è stato effettuato in data 3 novembre 2009, e nella presente relazione vengono riportati gli esiti del monitoraggio stesso.





*foto 1: sollevamento/grigliatura*



*foto 2: pozzetto primario*





*foto 3 : vasca aerazione*

### **Condizioni di campionamento**

Il campionamento è stato effettuato in condizioni meteorologiche di tempo sereno ed assenza di vento.

Lo strumento utilizzato è il campionatore microbiologico Sas (Surface Air System) – Duo SAS Super 360 a due testate della Ditta International Pbi.

Lo strumento aspira il bioaerosol attraverso una testata dotata di appositi fori facendola impattare su terreni di coltura agarizzati selettivi e differenziali.

La tipologia dei terreni impiegati viene individuata dall'utilizzatore sulla base dei parametri ricercati, dei metodi analitici e secondo indicazioni riportate in letteratura.

I microrganismi eventualmente presenti nel bioaerosol si rendono visibili come colonie enumerabili ad occhio nudo dopo incubazione in definite condizioni di temperatura. I risultati vengono espressi come unità formanti colonia (ufc)/m<sup>3</sup> di aria.

Per ciascun punto di campionamento sono stati testati 200 litri di aria, volume di monitoraggio previsto per gli ambienti contaminati.



*foto 4: campionatore SAS (Surface Air System) a due testate della Ditta International Pbi*

Di seguito viene riportato l'elenco dei punti di campionamento dell'impianto monitorati per l'Aerosol biologico:

Tabella 1: elenco dei punti di campionamento dell'impianto di Aschieto monitorati per l'Aerosol biologico

| id del punto di campionamento | Descrizione   | Note  |
|-------------------------------|---|---|
| 135514                        | PS AS AL Dep. Aschieto Bianco P.zza A. Moro ang. V. L. Einaudi Le Sieci |   |
| 135515                        | PS AS AL Dep. Aschieto Sollevamento / Grigliatura                       | Scarico in funzione; il personale è qui presente in media 1 volta al giorno per 10 minuti       |
| 135516                        | PS AS AL Dep. Aschieto Pozzetto primario                                | Il personale è qui presente in media 1 volta alla settimana per 20 minuti                       |
| 135517                        | PS AS AL Dep. Aschieto Vasca denitrificazione                           | Pompa in funzione; il personale è qui presente in media 1 volta al giorno per 5 minuti          |
| 135518                        | PS AS AL Dep. Aschieto Vasca aerazione                                  | Il personale passa 1 volta al giorno  |
| 135519                        | PS AS AL Dep. Aschieto Stabilizzazione fanghi                           | Il personale è qui presente in media 1 volta al giorno per 1 minuto                             |
| 135520                        | PS AS AL Dep. Aschieto Stanza centrifuga                                | Centrifuga accesa; il personale è qui presente in media 2 volte alla settimana per 10/20 minuti |
| 135521                        | PS AS AL Dep. Aschieto Scarico fanghi centrifuga esterno.               | Scarico fanghi in esercizio   |
| 135522                        | PS AS AL Dep. Aschieto Piazzale esterno davanti palazzina uffici        |   |
| 135523                        | PS AS AL Dep. Aschieto Deposito di zona                                 | Accessibile agli operatori della divisione acque potabili                                       |





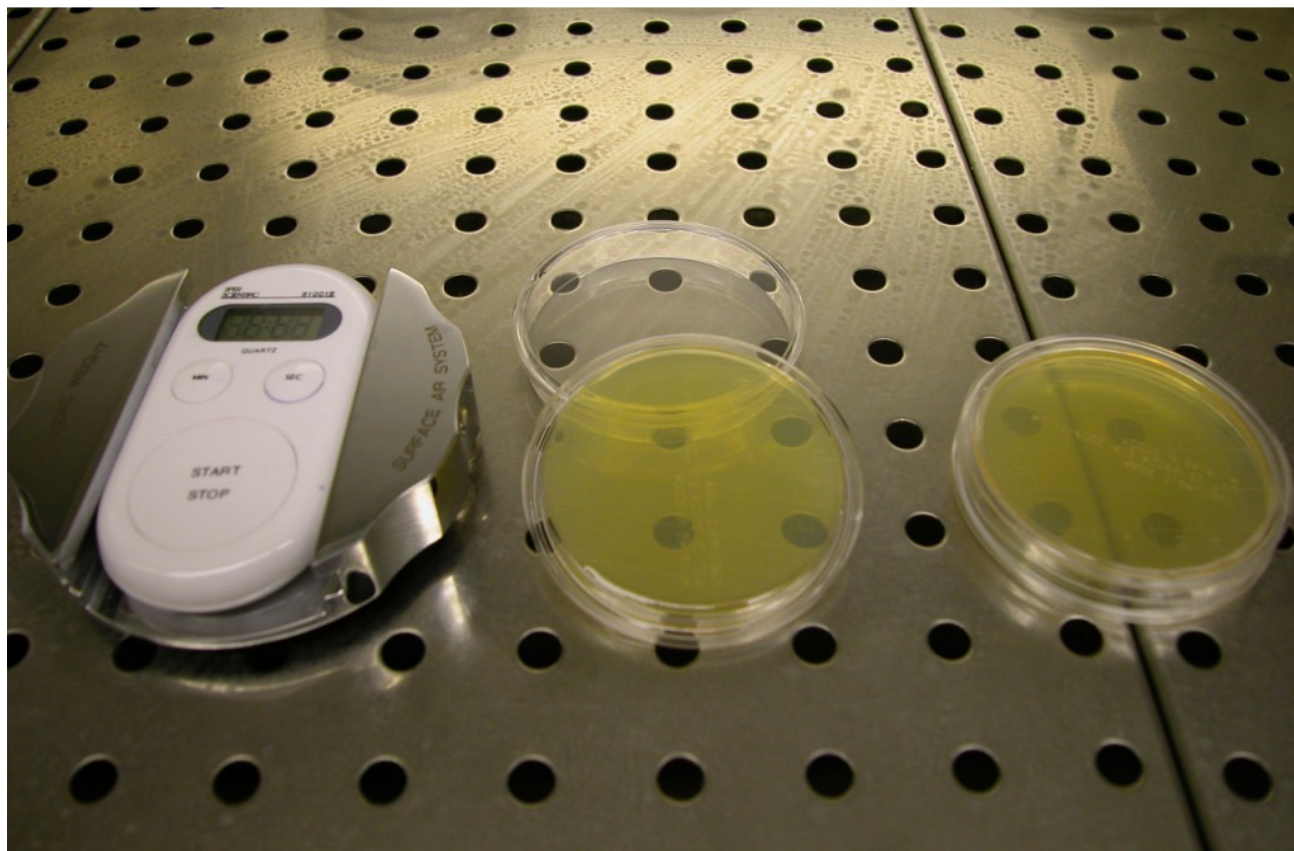
*foto 5: piazzale esterno davanti alla palazzina uffici*

In più è stato effettuato il monitoraggio delle superfici in tre punti di campionamento scelti sulla base del criterio della maggiore frequentazione da parte del personale operativo:

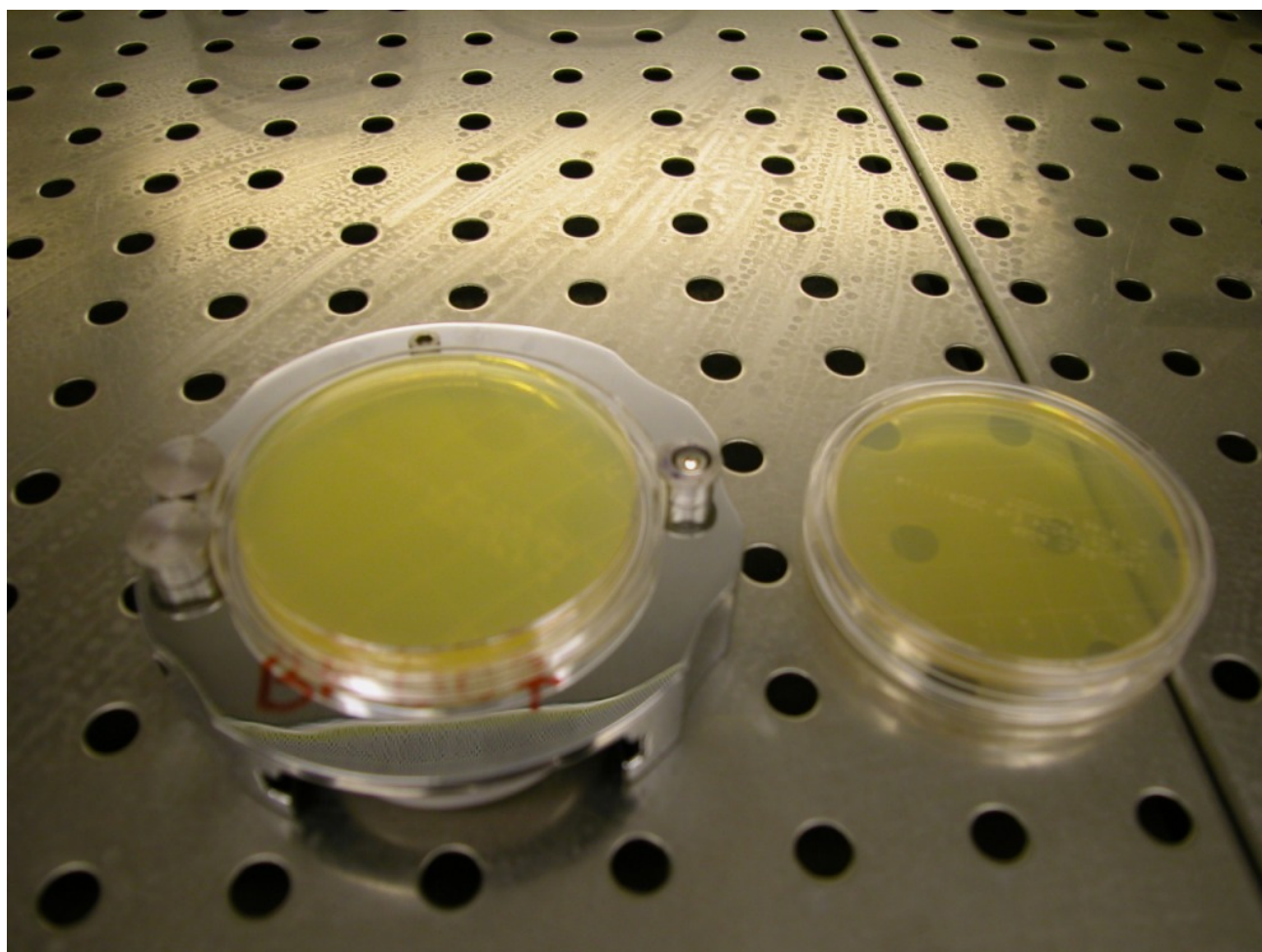
Tabella 2 :elenco delle superfici dell'impianto monitorate per contatto

| id del punto di campionamento | Descrizione  |
|-------------------------------|--|
| 135524                        | PS AS CT Dep. Aschieto Superficie banco laboratorio                  |
| 135525                        | PS AS CT Dep. Aschieto Superficie scrivania operatore in laboratorio |
| 135526                        | PS AS CT Dep. Aschieto Superficie scrivania Mannucci                 |





*foto 6: dispositivo per il campionamento delle superfici (a sinistra) e piastre a contatto*



*foto 7: piastra a contatto montata sulla faccia inferiore del dispositivo*



*foto 8: superficie banco laboratorio*

### **Parametri di campionamento**

La corretta individuazione dei parametri di campionamento è il risultato dell'applicazione dei seguenti criteri:

- la valutazione della carica microbica totale - funghi e batteri – usualmente sufficiente per una valutazione della qualità dell'aria negli ambienti di lavoro per i quali la presenza di agenti potenzialmente patogeni può essere considerata accidentale.
- per le attività nelle quali la presenza di microrganismi, eventualmente patogeni, non sia evitabile, anche se non ne viene fatto un uso deliberato, è utile aggiungere ai parametri elencati al punto precedente, anche l'applicazione di indici di contaminazione specifici: questo è il caso degli impianti di depurazione di acque reflue civili e produttive.

Di conseguenza, nel monitoraggio degli impianti di depurazione gestiti da Publiacqua S.p.A., vengono determinati in modo specifico gli indici di contaminazione fecale *Enterobacteriaceae* (batteri coliformi a 37°C e *E. coli*) ed Enterococchi (streptococchi fecali).





**foto 9: superficie scrivania laboratorio**

Dunque, per l'indagine sull'impianto di Aschieto, su ogni punto di campionamento di aerosol è stata effettuata la misura dei seguenti parametri microbiologici elencati nella tabella seguente, sui terreni di coltura specificati:

**Tabella 3: parametri microbiologici e rispettivi terreni di coltura impiegati per la misura**

| Parametro                      | Terreno di coltura   | Ditta produttrice |
|--------------------------------|--|-------------------|
| carica batterica totale a 22°C | Plate Count Agar   | Oxoid             |
| carica batterica totale a 36°C | Plate Count Agar   | Oxoid             |
| batteri coliformi a 37°C       | m-Endo Agar LES  | Oxoid             |
| <i>Escherichia coli</i>        | m-Endo Agar LES  | Oxoid             |
| Streptococchi fecali           | Slanetz and Bartley medium                                     | Oxoid             |
| Carica micetica                | Sabouraud Dextrose Agar + Chloramphenicol Selective Supplement | Oxoid             |

Si precisa che i metodi di monitoraggio possono di per sé determinare una condizione di stress per i microrganismi, compromettendone la vitalità e comportando una possibile sottostima dei conteggi dei microrganismi vitali e, di conseguenza, del rischio biologico; in aggiunta, sia in generale che relativamente alla tecnica di campionamento qui impiegata, esiste una probabilità statistica che un'unità formante colonia (UFC) sia costituita da più di un microrganismo originale, probabilità che aumenta in relazione all'incremento della densità microbica misurata.



É così necessario applicare un fattore di correzione oltre a normalizzare su un metro cubo di aria i conteggi effettuati in piastra; i valori riportati nella tabella 4, sono già stati corretti, ove necessario, in base ai fattori di moltiplicazione previsti dalle tabelle statistiche.

Tabella 4: Impianto di Aschieto: campionamento del 3 novembre 2009: risultati delle letture in piastra corretti per i fattori statistici (volume di aria campionato = 200 litri)

|        |   |                          |                         |                      |            |             | Miceti |         |
|--------|---|--------------------------|-------------------------|----------------------|------------|-------------|--------|---------|
| id     | Descrizione   | Batteri coliformi a 37°C | <i>Escherichia coli</i> | Streptococchi fecali | C.B.T 36°C | C.B.T. 22°C | Muffe  | Lieviti |
|        |   | UFC/ 200 litri           |                         |                      |            |             |        |         |
| 135514 | PS AS AL Dep. Aschieto Bianco P.zza A. Moro ang. V. L. Einaudi Le Sieci | 0                        | 0                       | 0                    | 6          | 91          | 46     | 0       |
| 135515 | PS AS AL Dep. Aschieto Sollevamento / Grigliatura                       | 1                        | 0                       | 2                    | 53         | 172         | 21     | 0       |
| 135516 | PS AS AL Dep. Aschieto Pozzetto primario                                | 0                        | 0                       | 2                    | 19         | 116         | 47     | 0       |
| 135517 | PS AS AL Dep. Aschieto Vasca denitrificazione                           | 2                        | 0                       | 1                    | 0          | 171         | 24     | 0       |
| 135518 | PS AS AL Dep. Aschieto Vasca aerazione                                  | 0                        | 0                       | 0                    | 4          | 56          | 21     | 0       |
| 135519 | PS AS AL Dep. Aschieto Stabilizzazione fanghi                           | 0                        | 0                       | 0                    | 28         | 104         | 25     | 0       |
| 135520 | PS AS AL Dep. Aschieto Stanza centrifuga                                | 1                        | 1                       | 1                    | 26         | 213         | 20     | 0       |
| 135521 | PS AS AL Dep. Aschieto Scarico fanghi centrifuga esterno.               | 2                        | 0                       | 1                    | 122        | 152         | 19     | 0       |
| 135522 | PS AS AL Dep. Aschieto Piazzale esterno davanti palazzina uffici        | 0                        | 0                       | 0                    | 0          | 111         | 25     | 0       |
| 135523 | PS AS AL Dep. Aschieto Deposito di zona                                 | 0                        | 0                       | 0                    | 12         | 63          | 17     | 0       |

AOOGRT / AD Prot 0667922 Data 24/12/2024 ore 14:37 Classifica P.140.010.

Nella seguente Tabella 5 viene riportato il numero più probabile di unità formanti colonia (ufc) per metro cubo di aria.



*foto 10: vasca denitrificazione*

Tabella 5 –Impianto di Aschieto, campionamento del 3 novembre 2009: risultato delle letture in piastra normalizzato su un volume di un m<sup>3</sup> di aria

|        |  |                          |                         |                      |            |             | Miceti |         |
|--------|--|--------------------------|-------------------------|----------------------|------------|-------------|--------|---------|
| id     | Descrizione  | Batteri coliformi a 37°C | <i>Escherichia coli</i> | Streptococchi fecali | C.B.T 36°C | C.B.T. 22°C | Muffe  | Lieviti |
|        |  | UFC/ m <sup>3</sup>      |                         |                      |            |             |        |         |
| 135514 | PS AS AL<br>Dep. Aschieto<br>Bianco P.zza<br>A. Moro ang.<br>V. L. Einaudi<br>Le Sieci | 0                        | 0                       | 0                    | 30         | 455         | 230    | 0       |
| 135515 | PS AS AL<br>Dep. Aschieto<br>Sollevamento /<br>Grigliatura                             | 5                        | 0                       | 10                   | 265        | 860         | 105    | 0       |
| 135516 | PS AS AL<br>Dep. Aschieto<br>Pozzetto<br>primario                                      | 0                        | 0                       | 10                   | 95         | 580         | 235    | 0       |
| 135517 | PS AS AL<br>Dep. Aschieto<br>Vasca<br>denitrificazione                                 | 10                       | 0                       | 5                    | 0          | 799         | 120    | 0       |
| 135518 | PS AS AL<br>Dep. Aschieto<br>Vasca<br>aerazione  | 0                        | 0                       | 0                    | 20         | 280         | 105    | 0       |
| 135519 | PS AS AL<br>Dep. Aschieto<br>Stabilizzazione<br>fanghi                                 | 0                        | 0                       | 0                    | 140        | 520         | 125    | 0       |
| 135520 | PS AS AL<br>Dep. Aschieto<br>Stanza<br>centrifuga                                      | 5                        | 5                       | 5                    | 130        | 1065        | 100    | 0       |
| 135521 | PS AS AL<br>Dep. Aschieto<br>Scarico fanghi<br>centrifuga<br>esterno.                  | 10                       | 0                       | 5                    | 610        | 760         | 95     | 0       |
| 135522 | PS AS AL<br>Dep. Aschieto<br>Piazzale<br>esterno<br>davanti<br>palazzina uffici        | 0                        | 0                       | 0                    | 0          | 555         | 125    | 0       |
| 135523 | PS AS AL<br>Dep. Aschieto<br>Deposito di<br>zona                                       | 0                        | 0                       | 0                    | 60         | 315         | 85     | 0       |



### Analisi per contatto:

Nella seguente Tabella 6 viene riportato il risultato delle analisi per contatto effettuato sulle superfici degli ambienti scelti, in: è stata determinata la carica batterica e la carica micetica.

Tabella 6 – Campionamento delle superfici: numero di microrganismi rilevati per contatto espressi in ufc/100 cm<sup>2</sup>.

| Id e descrizione punto di prelievo                              | C.B.T. 37°C<br>(ufc/100 cm <sup>2</sup> ) | Miceti<br>(ufc/100 cm <sup>2</sup> ) |         |
|---|---|--------------------------------------|---------|
|   |   | Muffe                                | Lieviti |
| 135524 PS AS CT Dep. Aschieto<br>Superficie banco laboratorio   | 56  | 64                                   | 32      |
| 135525 PS AS CT Dep. Aschieto<br>Superficie scrivania operatore | 100                                       | 8                                    | 12      |
| 135526 PS AS CT Dep. Aschieto<br>Superficie scrivania Mannucci  | 140                                       | 32                                   | 44      |

### Indici di riferimento della qualità dell'aria

Per la valutazione dei risultati ci siamo riferiti anche agli indici di contaminazione microbiologica di seguito descritti; per quanto riguarda l'applicazione di questi indici alla valutazione aree di lavoro all'aria aperta, all'interno degli impianti di depurazione da noi monitorati, è necessario aver presente che tali indici sono stati di fatto conati per la valutazione dell'inquinamento conseguente ad attività lavorative svolte in ambienti indoor.

Gli indici sono:

indice globale di contaminazione microbiologica

$IGCM = UFC_{bat}(36^{\circ}C) + UFC_{bat}(22^{\circ}C) + UFC_{mic}$

che restituisce una misura complessiva dell'inquinamento microbico ambientale;

Indice di contaminazione da batteri mesofili

$ICM = UFC_{bat}(36^{\circ}C) / UFC_{bat}(22^{\circ}C)$

che consente di valutare il contributo all'inquinamento microbico ad opera di batteri di origine umana ed animale, potenzialmente anche patogeni

Indice di amplificazione

$IA = IGCM/m^3_{int} / IGCM/m^3_{est}$

che evidenzia le differenze tra i livelli di contaminazione "esterni" ed "interni", come conseguenza dell'attività lavorativa svolta.

Con riferimento agli indici di contaminazione microbiologica presi come riferimento della qualità dell'aria, per la descrizione dettagliata dei quali si rimanda all'appendice, si riportano e si interpretano di seguito i valori ottenuti dal presente monitoraggio.



*foto 11: stabilizzazione fanghi*

In Tabella 7 si riportano i valori degli indici calcolati dai dati ottenuti nel campionamento

Tabella 7: indici di qualità microbiologica dell'aria.

| Id e descrizione punto di prelievo   | IGCM | ICM  | IA   |
|--|------|------|------|
| 135514 PS AS AL Dep. Aschieto Bianco P.zza A. Moro ang. V. L. Einaudi Le Sieci | 715  | 0.07 | –    |
| 135515 PS AS AL Dep. Aschieto Sollevamento / Grigliatura                       | 1230 | 0.31 | 1.72 |
| 135516 PS AS AL Dep. Aschieto Pozzetto primario                                | 910  | 0.16 | 1.27 |
| 135517 PS AS AL Dep. Aschieto Vasca denitrificazione                           | 919  | 0    | 1.29 |
| 135518 PS AS AL Dep. Aschieto Vasca aerazione                                  | 405  | 0.07 | 0.57 |
| 135519 PS AS AL Dep. Aschieto Stabilizzazione fanghi                           | 785  | 0.27 | 1.10 |
| 135520 PS AS AL Dep. Aschieto Stanza centrifuga                                | 1295 | 0.12 | 1.81 |
| 135521 PS AS AL Dep. Aschieto Scarico fanghi centrifuga esterno.               | 1380 | 0.80 | 2.05 |
| 135522 PS AS AL Dep. Aschieto Piazzale esterno davanti palazzina uffici        | 680  | 0    | 0.95 |
| 135523 PS AS AL Dep. Aschieto Deposito di zona                                 | 460  | 0.19 | 0.64 |

Valori di IGCM/ m<sup>3</sup> inferiori a 500 vengono associati ad una contaminazione microbica molto bassa, mentre valori di IGCM/m<sup>3</sup> superiori a 1000 sono indice di una significativa contaminazione microbica ambientale.

Si sottolinea che, per una compiuta valutazione è importante anche verificare l'evoluzione dei livelli di contaminazione nel tempo.

## Conclusioni

Prima di passare alle considerazioni sui dati raccolti nel monitoraggio qui preso in esame, è doveroso premettere che qualsiasi osservazione possibile, per quanto logica possa essere, si basa soltanto sui dati di questo singolo campionamento.

Se i punti di campionamento qui monitorati, scelti in base ai criteri già specificati, possono essere considerati sufficientemente rappresentativi delle varie tipologie di ambienti di lavoro qui rappresentate, considerazioni generali, che rappresentino compiutamente la condizione media reale dell'impianto, potrebbero essere tratte soltanto dopo una serie di campionamenti ripetuti e distribuiti opportunamente durante l'arco delle stagioni.

Inoltre, in assenza di specifici riferimenti per gli impianti di depurazione, spesso siamo costretti ad avvalerci di indici e tabelle di confronto che non sono state approntate per questa



specifica tipologia di ambienti di lavoro, bensì sono presi in prestito da settori più o meno affini, come impianti di produzione del compost, attività industriali, edifici privati o pubblici etc. e questo ci costringe ad ulteriori approssimazioni nell'interpretazione dei dati.

Dopo questa premessa, possiamo dire che le seguenti conclusioni non hanno, e non devono avere, la pretesa di rappresentare una trattazione esaustiva della qualità igienica dell'aria e delle superfici dell'impianto esaminato, bensì rivestono più il carattere di messa a punto di un metodo di sorveglianza igienica e di precisazione dei criteri da adottare sia nell'impostazione della fase operativa di monitoraggio che nella fase successiva di interpretazione dei risultati.

A nostro modesto avviso, quello che qui potrebbe eventualmente rivestire carattere generale, è la logica dell'impostazione del monitoraggio nel suo complesso, anch'essa suscettibile di miglioramento, s'intende, ma già sufficientemente razionale da poter essere applicata in modo analogo e coerente anche negli eventuali successivi monitoraggi che si riterrà di dover effettuare.

Di seguito si riportano le osservazioni possibili sulla base dei risultati ottenuti.

#### Monitoraggio dell'aria

- la valutazione della carica microbica totale - funghi e batteri - è usualmente sufficiente per una valutazione della qualità dell'aria negli ambienti di lavoro per i quali la presenza di agenti potenzialmente patogeni può essere considerata accidentale.

- per le attività nelle quali la presenza di microrganismi, eventualmente patogeni, non sia evitabile, anche se non ne viene fatto un uso deliberato, è utile aggiungere ai parametri elencati al punto precedente, anche l'applicazione di indici di contaminazione specifici: questo è il caso degli impianti di depurazione di acque reflue civili e produttive.

Di conseguenza, nel monitoraggio degli impianti di depurazione gestiti da Publiacqua S.p.A., vengono determinati in modo specifico gli indici di contaminazione fecale *Enterobacteriaceae* (batteri coliformi a 37°C e *E. coli*) ed Enterococchi (streptococchi fecali).

Dall'analisi degli indicatori batterici specifici (Tabella 7) emerge che solo a livello del punto di campionamento "Stanza centrifuga" è stata rilevata la presenza di tutti e tre gli indicatori presi in considerazione, e cioè Batteri coliformi a 37°C, *Escherichia coli* e Streptococchi fecali, con cariche di 5 UFC/m<sup>3</sup> per tutti e tre gli indicatori. Tra l'altro, la specie *Escherichia coli*, di sicura origine fecale, è stata rilevata solo in questo punto di campionamento, che, pertanto, può ritenersi quello dove i microrganismi, tipici della particolare natura del refluo trattato nell'impianto, esercitano la più importante influenza.



*foto 12: centrifuga*

Per quanto riguarda una valutazione della qualità dell'aria dal punto di vista della contaminazione da parte della carica microbica totale, ovvero funghi e batteri, possiamo far riferimento all'indice globale di contaminazione microbiologica, IGCM, (tabella 7) che, nella "Stanza centrifuga", è pari a 1295, quindi superiore a 1000, valore soglia oltre il quale siamo in presenza di una significativa contaminazione microbica ambientale, contaminazione sicuramente influenzata dall'attività svolta in quest'area dell'impianto, come attesta il valore di 1,81 dell'Indice di amplificazione (IA) qui rilevato. Da notare tuttavia che, a livello di questo punto di campionamento, l'ICM ha valore 0,12, ad indicare che la contaminazione da batteri mesofili non è la parte preponderante della popolazione microbica rilevata, pertanto la probabilità di presenza di specie patogene sarebbe qui piuttosto ridotta. Si ricorda che il campionamento è stato effettuato con la centrifuga accesa ovvero nella situazione maggiormente favorente la formazione di aerosol biologico.

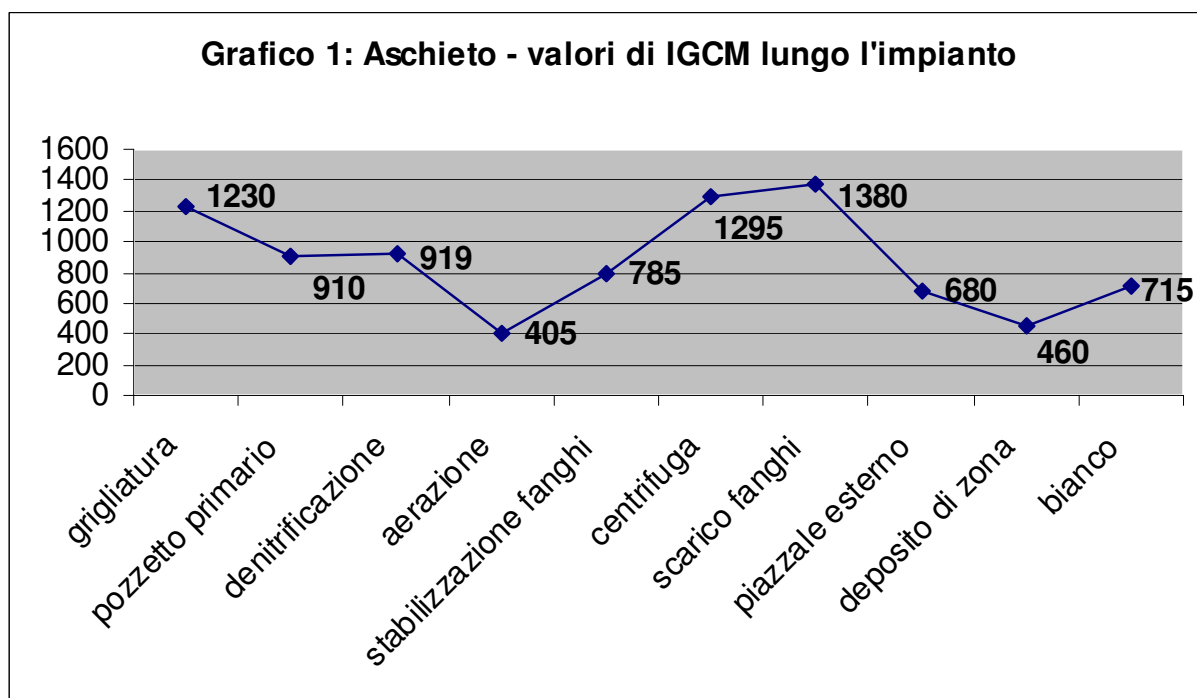
A livello dello "Scarico fanghi centrifuga esterno" è stata rilevata la presenza di 10 UFC/mc di batteri coliformi a 37°C e di cariche di 5 UFC/mc di Streptococchi fecali, ma non è stata rilevata la presenza di *Escherichia coli*; tuttavia, a livello di questo punto di campionamento, sono stati rilevati i valori più elevati di tutti e tre gli indici di riferimento della qualità dell'aria (IGCM = 1380, ICM = 0.80 ed IA = 2.05) ad indicare una sostanziale influenza dell'attività svolta in questa particolare area dell'impianto sulla carica batterica ambientale, che apporta anche una certa quota di carica batterica mesofila (ICM = 0,80); anche qui il campionamento è stato effettuato nelle condizioni peggiori, e cioè con lo scarico fanghi in esercizio.

A livello del punto di campionamento “Vasca di denitrificazione” si registra una situazione analoga a quella dello “Scarico fanghi centrifuga esterno” per la contaminazione da parte degli indicatori specifici di contaminazione fecale, con cariche di 10 UFC/ m<sup>3</sup> di batteri coliformi a 37°C e 5 UFC/ m<sup>3</sup> di Streptococchi fecali, ma dove la contaminazione ad opera della carica microbica totale è più limitata: infatti non si rileva la presenza di C.B.T. a 37°C, di origine ambientale, ma adattata a sopravvivere anche sull'uomo, ma solo di C.B.T. a 22°C, di derivazione tipicamente ambientale. L'indice globale di contaminazione microbiologica , IGCM, è inferiore a 1000 (919) ed il valore di ICM è 0. Il valore dell'Indice di Amplificazione (IA) di 1,29, attesta comunque un'influenza delle condizioni operative ed ambientali sulla contaminazione di fondo , presente nella zona e misurata nel punto di campionamento indicato come “bianco” .

Nel punto di campionamento “Sollevamento/grigliatura” la presenza di Batteri coliformi a 37°C ha una carica di 5 UFC/ m<sup>3</sup>, mentre sono più rappresentati gli Streptococchi fecali con cariche di 10 UFC/m<sup>3</sup>, ad indicare la persistenza di contaminazione da carica batterica specifica più resistente ai trattamenti. A questo livello, l'IGCM (1230) supera il valore di 1000, ed indica la presenza di una significativa contaminazione microbica ambientale, ed anche l'IA (1.72) indica un'influenza tangibile delle condizioni di lavoro sulla contaminazione microbica di fondo; più contenuto l' ICM (0.31).

La contaminazione da parte degli Streptococchi fecali è presente anche a livello del punto di prelievo denominato “Pozzetto primario”, dove si misurano cariche di 10 UFC/ m<sup>3</sup>, dove, pur rilevando la presenza di 95 UFC/ m<sup>3</sup> di C.B.T. a 37 °C, la situazione in quanto ad indici di riferimento della qualità dell'aria è abbastanza confortante, specialmente per IGCM=910 ed ICM=0.16, pur sussistendo l'influenza dell'attività operativa qui svolta sul livello di carica batterica ambientale(IA=1.27).

In tutti gli altri punti di campionamento considerati (“Vasca di aerazione”, “Stabilizzazione fanghi”, “Piazzale esterno davanti palazzina uffici” e “Deposito di zona” ) non è stata rilevata la presenza di indicatori specifici di contaminazione fecale, pertanto si può affermare che, in questi punti dell'impianto, la peculiare attività svolta non esercita un'influenza significativa sulla qualità dell'aria.



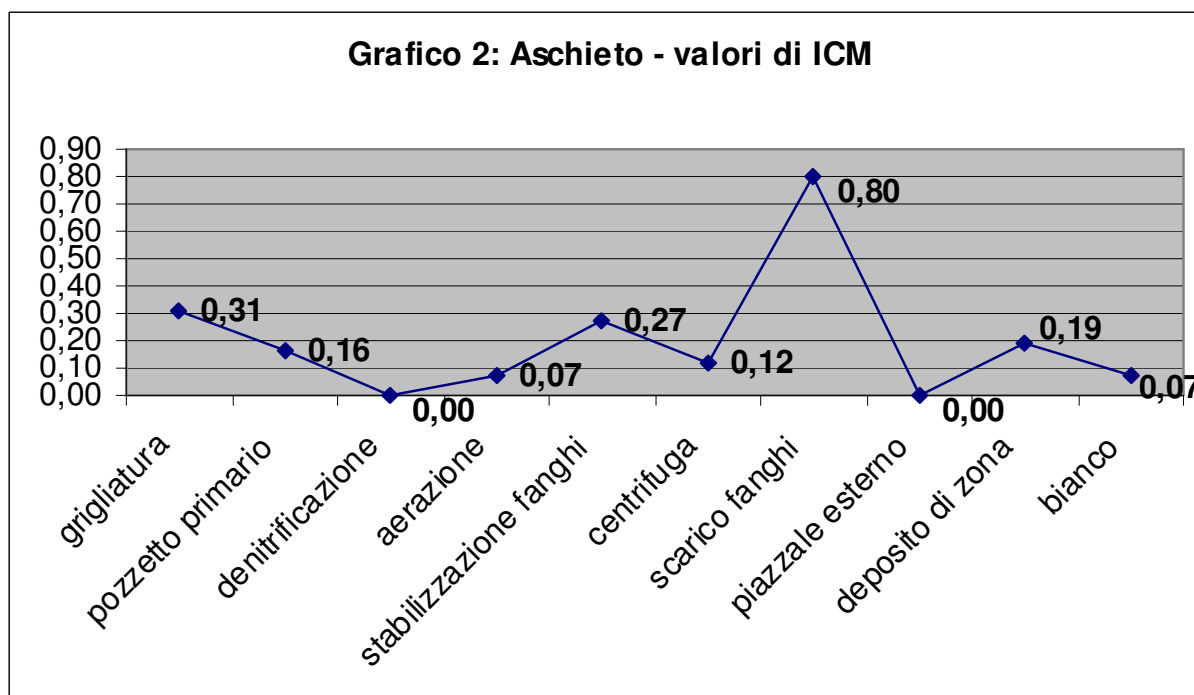


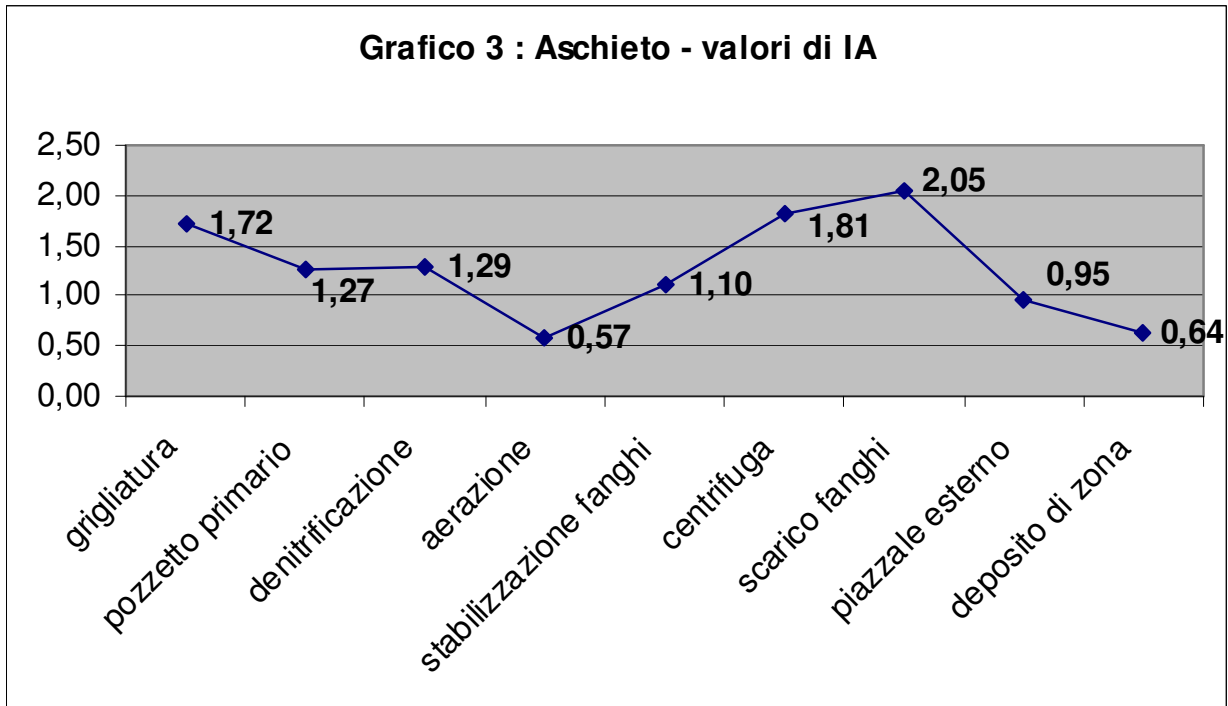
Passando all'esame degli indici di riferimento della qualità dell'aria per questi punti di campionamento, emerge che l'IGCM rimane al di sotto del valore soglia di 1000 unità, ed addirittura a livello della "Vasca di aerazione" e del "Deposito di zona" è inferiore alle 500 unità (tabella 7), ad indicare un livello di contaminazione microbica ambientale molto basso, più basso di quello misurato a livello del "bianco" (715) che rappresenta il livello tipico della zona dove insiste l'impianto, in assenza di attività che possano esercitare un'influenza sul livello di contaminazione microbica ambientale. Nei restanti punti di campionamento "Vasca di aerazione", Piazzale esterno davanti palazzina uffici" e "Deposito di zona" i valori dell'indice di amplificazione IA misurati, che sono tutti inferiori all'unità, indicano l'assenza di interferenza delle operazioni svolte sull'impianto sulla contaminazione dell'area ad opera di flora batterica ambientale.

L'ICM, indicatore più specifico dell'efficienza dei sistemi di aerazione e della presenza di flora batterica mesofila, è zero, dunque al di sotto del "Bianco" che ha un ICM=0,07, sia a livello della "Vasca di denitrificazione" che al "Piazzale esterno davanti palazzina uffici"; dove anche il valore di IA pari a 0.57 e 0.95 indica che non c'è un'influenza, sul livello di contaminazione microbica ambientale ad opera delle attività svolte. Al "Deposito di zona" l'ICM rimane piuttosto basso ed anche l'IA di 0.64 è confortante.

È opportuno rilevare che i due punti di campionamento "Piazzale esterno davanti palazzina uffici" e "Deposito di zona", sono rappresentativi di due ambienti frequentati anche dagli addetti al settore delle acque potabili che, pertanto, non prestano servizio sull'impianto, ma transitano in questi due ambienti per le necessarie operazioni di approvvigionamento di materiali dal magazzino e per le attività amministrative correlate.

In questi due ambienti, abbiamo già in precedenza rilevato l'assenza di tutti gli indicatori specifici di contaminazione fecale (tabella 5); questo dato, unito ai valori ora esaminati per tutti gli indici di riferimento della qualità dell'aria, che si mantengono a livelli quantomeno prossimi a quelli del "Bianco" o addirittura inferiori (tabella 7), descrivono un quadro sicuramente confortante.





*foto 13: scarico fanghi centrifuga esterno*

Volendoci riferire alla Tabella c, in appendice, che riporta i "valori orientativi per gli ambienti di lavoro relativi ad impianti di produzione del compost", e che prende in considerazione la conta microbica totale e il livello di gram negativi (da intendersi come Batteri coliformi a 37°C ed Escherichia coli, per quanto riguarda questo specifico monitoraggio) è possibile verificare che il livello di contaminazione biologica dell'aria, in tutti gli ambienti esaminati all'interno dell'impianto di Aschieto, si colloca ben al di sotto dei limiti riportati.

Ancora in appendice, in relazione alle tabelle a (fasce orientative indicate dalla Commissione della Comunità Europea per gli ambienti indoor in relazione alla carica batterica), e b (fasce orientative indicate dalla Commissione delle Comunità Europee per gli ambienti indoor in relazione alla carica micetica), i punti più contaminati dell'impianto esaminato rientrano, per la presenza di aerosol biologico, nella fascia intermedia prevista per le abitazioni.

Per una valutazione completa è importante anche verificare l'evoluzione dei livelli di contaminazione nel tempo; per questo siamo a sottolineare l'importanza della ripetizione periodica del monitoraggio del bioaerosol, di preferenza secondo l'alternanza stagionale, per la valutazione della qualità igienica dell'aria in tutte le aree di lavoro all'interno dell'impianto; questo allo scopo di raccogliere indicazioni sulle varie condizioni che si susseguono durante l'arco dell'anno, finalizzate anche ad un confronto tra anni diversi.



*foto 14: Deposito di zona*



### Monitoraggio delle superfici

Per quanto riguarda il monitoraggio delle superfici, nel richiamare che non esistono specifici limiti di legge per un giudizio assoluto della relativa qualità igienica, qui ci conformiamo volentieri alle norme HACCP ed alle raccomandazioni di organizzazioni internazionali che concordano sull'opportunità dell'adozione, caso per caso, di valori di contaminazione standard e valori di rischio, che potrà, eventualmente, concretizzarsi dopo la raccolta di un adeguato numero di dati campionari.



*foto 15: superficie scrivania ufficio*

Per quanto riguarda l'impianto di Aschieto, non disponiamo di dati di confronto sull'igiene delle superfici; in ogni caso possiamo dire che i dati raccolti evidenziano una situazione nei limiti della tolleranza, data la tipologia dell'attività svolta in questi ambienti di lavoro, situazione che, tuttavia, può essere senz'altro migliorata, attraverso la messa in atto, nella pratica corrente di adeguate, corrette norme procedurali volte a limitare la diffusione degli agenti contaminanti all'interno degli edifici annessi all'impianto. Tali norme devono, tra l'altro, includere dei programmi di disinfezione degli ambienti interni e delle superfici con specifici prodotti ad azione disinfettante e di diversa tipologia, da impiegare alternativamente nella periodica disinfezione delle aree di lavoro.

Richiamando i concetti espressi nella premessa a queste conclusioni, pur in assenza di riferimenti numerici specifici per monitoraggi su questa tipologia di impianti, è tuttavia possibile azzardare una valutazione in termini assoluti che passa attraverso uno sguardo complessivo sui dati ottenuti, sia per il bioaerosol che per le superfici; in questo modo è possibile concludere che,

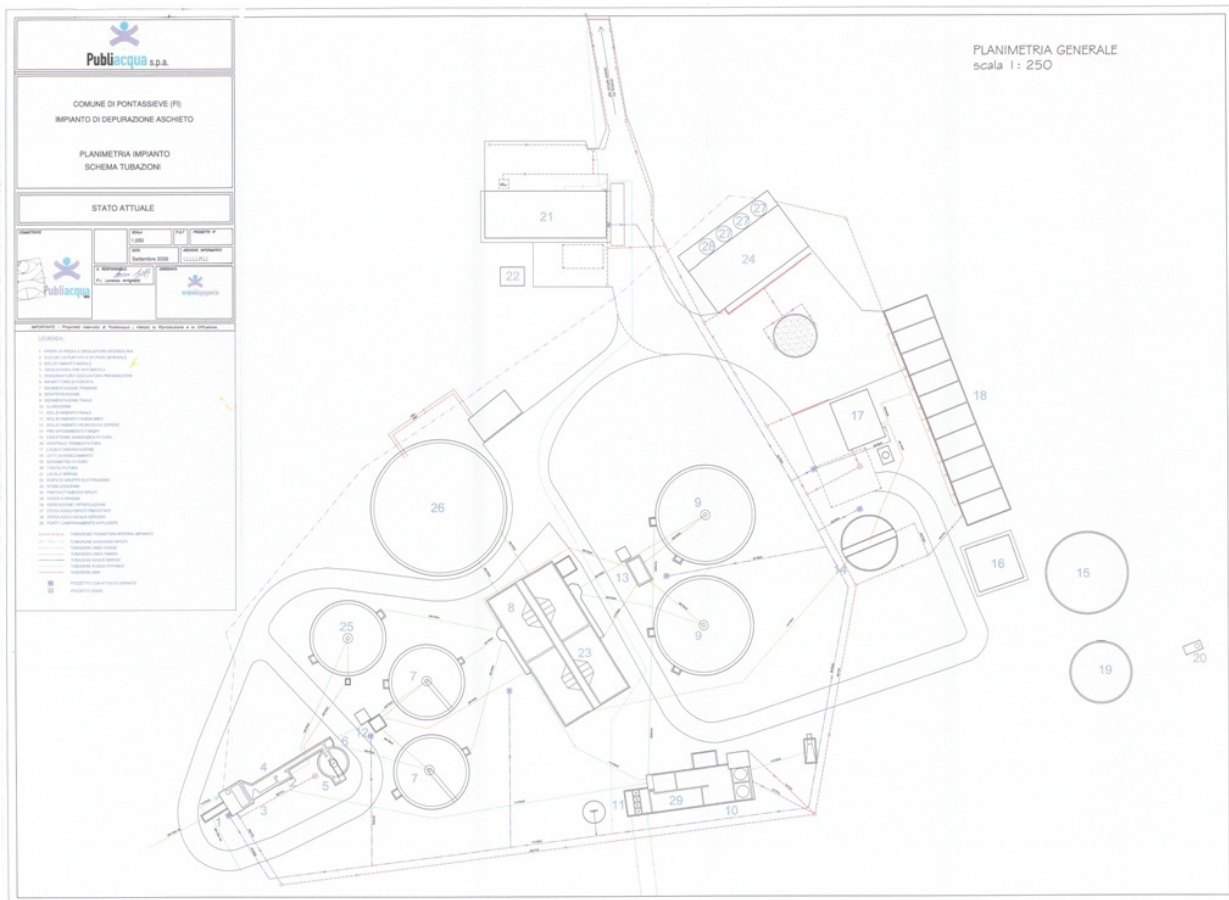
pur mantenendo le osservazioni ed i confronti appena fatti la loro validità, il monitoraggio ha, comunque, rilevato cariche microbiche ricomprese tutte nei limiti della tollerabilità.

Da questo discende necessariamente un quadro piuttosto confortante, che non solo deve concretizzarsi nel mantenimento dei risultati conseguiti, ma deve comunque prevedere l'impegno ad un costante e continuo miglioramento, obiettivo prioritario nell'ottica del lavoro in qualità.

## **Bibliografia**

- 1) Decreto Legislativo 19 settembre 1994, n. 626 Attuazioni Direttive Comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro
- 2) Linee Guida ISPESL "Protezione da agenti biologici"
- 3) International PBI "Come eseguire il controllo microbiologico ambientale e impostare correttamente i limiti di contaminazione da non superare"
- 4) International PBI 2001. SAS Super 100 - SAS Super 180 – DUO SAS Super 360 Monitoraggio microbiologico dell'ambiente
- 5) INAIL – Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e prevenzione: Linee Guida - Il monitoraggio microbiologico negli ambienti di lavoro. Campionamento e analisi, Ediz. INAIL, 2005 ([www.inail.it/sicurezzasullavoro/prodotti/lingui.htm](http://www.inail.it/sicurezzasullavoro/prodotti/lingui.htm))
- 6) D. Burrini, E. Lupi "Esperienze di monitoraggio microbico finalizzato alla gestione dell'aria di impianti di depurazione di acque reflue urbane". Convegno Livorno 6-7 aprile 2000
- 7) Dacarro C., Grignani E., Lodola L., Grisoli P., Cottica D., Proposta di indici microbiologici per la valutazione della qualità dell'aria degli edifici, G.It.Med:Lav.Erg:2000; 22(3):229-235
- 8) Dacarro C., Cottica D., Grignani E: Sicurezza degli operatori in impianti di trattamento acque. Lavoro Sicuro (maggio 2000:36)
- 9) S. Cecili, F. D'Orsi, D. De Grandis, P. Fioretti, L. Frusteri, A. Guercio, E. Pierantonio, F. Scarlini, P.S. Soldati, N. Todaro, A. Zitelli Esposizione professionale ad agenti biologici presso un impianto di depurazione di acque reflue urbane.
- 10) ISPESL, Università di Pisa – Atti del Convegno nazionale Rischio biologico aerodisperso nelle aree degli impianti di depurazione: stato dell'arte e misure di tutela Livorno, 6-7 Aprile 2000
- 11) Publiacqua S.p.A. – area Controllo Ricerca e Sviluppo (ACR&S) – "Impianto di depurazione di san Colombano – Relazione sull'analisi biologica dell'Aerosol"
- 12) ACRS N.2-08 Bioaerosol S. Colombano 121207
- 13) ACRS N.10-08 Bioaerosol S. Colombano 030908

## Planimetria dell'impianto di depurazione di Aschieto



### Appendice:

Il D. Lgs. 626/94 evidenzia la necessità di monitorare la presenza di potenziali specie patogene, ma non fornisce valori di carica batterica o micetica a cui rapportarsi per valutare la qualità dell'aria negli ambienti di lavoro.

La differenziazione tra ambiente salubre ed insalubre in termini di contaminazione microbiologica non è né immediata né semplice. In generale non si ritengono proponibili valori limite-soglia per i contaminanti biologici, in conseguenza di diversi fattori, tra i quali l'indisponibilità di relazioni dose-risposta e di procedure standard per il monitoraggio. La complessa composizione biologica del bioaerosol e la variabilità della risposta individuale all'esposizione complicano ulteriormente l'individuazione di valori univoci di riferimento.

Sono disponibili solo fasce orientative di contaminazione dell'aria, espresse come intervalli di concentrazioni totali in UFC/m<sup>3</sup>, il cui superamento, però non implica automaticamente l'instaurarsi di condizioni di pericolo o di insalubrità.

Si riporta di seguito quanto ritrovato in letteratura e normativa e precisamente quanto indicato dalla Commissione della Comunità Europea per gli ambienti *indoor* sia per carica batterica che



micetica e dalle autorità danesi e da ricercatori olandesi per gli impianti di produzione del compost :

Tabella a: fasce orientative indicate dalla Commissione della Comunità Europea per gli ambienti *indoor* in relazione alla carica batterica

| Categorie di inquinamento microbiologico | Abitazioni (UFC/m <sup>3</sup> ) | Ambienti non industriali(UFC/m <sup>3</sup> ) |
|--|----------------------------------|---|
| Molto bassa                              | < 100                            | < 50  |
| bassa                                    | < 500                            | < 100   |
| Intermedia                               | < 2500                           | < 500   |
| alta                                     | < 10000                          | < 2000  |
| Molto alta                               | > 10000                          | > 2000  |

Tabella b : fasce orientative indicate dalla Commissione delle comunità Europee per gli ambienti *indoor* in relazione alla carica micetica

| Categorie di inquinamento microbiologico | Abitazioni (UFC/m <sup>3</sup> ) | Ambienti non industriali(UFC/m <sup>3</sup> ) |
|--|----------------------------------|---|
| Molto bassa                              | < 50                             | < 25  |
| bassa                                    | < 200                            | < 100   |
| Intermedia                               | < 1000                           | < 500   |
| alta                                     | < 10000                          | < 2000  |
| Molto alta                               | > 10000                          | > 2000  |

Tabella c: valori orientativi per gli ambienti di lavoro relativi ad impianti di produzione del compost

| Parametro                              | Valori limite                      |
|--|------------------------------------|
| Conta microbica totale                 | 10 <sup>4</sup> UFC/m <sup>3</sup> |
| Gram-negativi                          | 10 <sup>3</sup> UFC/m <sup>3</sup> |
| Singole specie potenzialmente patogene | 500 UFC/m <sup>3</sup>             |

### Indici di contaminazione microbiologica

Ai fini di una lettura più immediata ed oggettiva dei dati ottenuti, adatta al confronto tra dati evinti da campionamenti diversi, è stata proposta da Dacarro e collaboratori (7) una serie di Indici di contaminazione microbiologica che di seguito riportiamo:

**IGCM** = indice globale di contaminazione microbiologica

misura la contaminazione complessiva da inquinamento microbiologico ambientale e viene calcolato nel modo seguente:

$$\text{IGCM} = \text{UFC bat (36°C)} + \text{UFC bat (22°C)} + \text{UFC mic}$$

Valori di IGCM/ m<sup>3</sup> inferiori a 500 vengono associati ad una contaminazione microbica molto bassa, mentre valori di IGCM/m<sup>3</sup> superiori a 1000 sono indice di una significativa contaminazione microbica ambientale.

**ICM** = indice di contaminazione da batteri mesofili

valuta il contributo da batteri di origine umana ed animale tra i quali sono presenti specie patogene (significativo in particolare per gli ambienti confinati ai fini della valutazione dell'efficienza dei dispositivi di ricambio dell'aria); si calcola come segue:

$$\text{ICM} = \text{UFC bat (36°C)} / \text{UFC bat (22°C)}$$

**IA** = indice di amplificazione

evidenzia le differenze tra i livelli di contaminazione esterni ed interni, in relazione all'attività lavorativa svolta; si calcola così:

$$\text{IA} = \text{IGCM/m}^3_{\text{int}} / \text{IGCM/m}^3_{\text{est}}$$

Tali indici sono stati utilizzati da altri autori per la valutazione del bioaerosol in impianti di depurazione (9).