

ESPOSIZIONE PROFESSIONALE AD AGENTI BIOLOGICI PRESSO UN IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI ACQUE REFLUE URBANE

S. Cecili¹, F. D'Orsi², D. De Grandis², P. Fioretti³, L. Frusteri³, A. Guercio³, E. Pietrantonio², F. Scarlini², P.S. Soldati², N. Todaro³, A. Zitelli¹

Autore di riferimento: Nicoletta Todaro, INAIL – Direzione Generale – Con.T.A.R.P.
Via R. Ferruzzi 40, 00143 - Roma

¹ACEA ATO2 S.p.a., Roma.

²ASL Roma C - Dipartimento di Prevenzione, S.Pre.S.A.L. (Servizio Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro), Roma.

³INAIL – Direzione Generale – Con.T.A.R.P. (Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione), Roma.

Introduzione

Il presente lavoro si inquadra nell'ambito di un progetto più ampio, avviato dalla Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione (Con.T.A.R.P.) dell'INAIL nel 2002, il cui obiettivo è la salute e la sicurezza dei lavoratori impiegati negli impianti di gestione dei rifiuti e delle acque reflue. Il progetto ha visto la collaborazione nel corso degli anni con diversi enti, istituzioni ed imprese e, in questo caso, è frutto dello studio congiunto realizzato tra la Con.T.A.R.P. e il Servizio Pre.S.A.L. del Dipartimento di Prevenzione della ASL RM C di Roma ed ha riguardato un impianto di depurazione di acque reflue dell'area di Roma.

Le acque reflue veicolano diversi microrganismi patogeni e non che, a causa della formazione di aerosol durante le varie fasi del loro trattamento, possono essere dispersi nell'ambiente circostante. Le diverse specie microbiche e le relative concentrazioni sono legate alle situazioni epidemiologiche locali e ai livelli di depurazione cui vengono sottoposti i liquami. Nelle acque reflue urbane possono essere presenti e sopravvivere, oltre a microrganismi in genere innocui per l'uomo (batteri per la degradazione della sostanza organica), anche patogeni quali *Salmonella* spp., *Vibrio* spp., *Escherichia coli*, *Leptospira interrogans*, virus enterici (enterovirus, rotavirus, virus epatite A, ecc.), nonché uova di parassiti intestinali.

I lavoratori che operano negli impianti di depurazione possono, quindi, essere esposti ad aerosol contenenti un'elevata concentrazione di agenti biologici potenzialmente pericolosi, o venire a contatto diretto con materiale contaminato. La formazione di bioaerosol avviene soprattutto per l'azione meccanica di organi in movimento, nell'ambito di vortici e salti di livello dei reflui, nelle fasi di pompaggio, in tutti i casi di formazione di spruzzi. La contaminazione microbica dell'aria può subire un fenomeno di dispersione in funzione delle caratteristiche strutturali dell'impianto, dei movimenti generati nei diversi processi o dei fattori meteorologici, quali ad esempio velocità e direzione del vento, umidità e temperatura.

Vengono qui riportati i risultati relativi a campagne di monitoraggio microbiologico effettuate in un impianto di depurazione di Roma nel 2006, allo scopo di raccogliere dati utili per caratterizzare l'esposizione al rischio biologico degli addetti all'impianto suddetto. L'indagine si è articolata, dopo l'esame della letteratura, dei documenti aziendali e delle precedenti indagini microbiologiche effettuate da parte dell'azienda, in una serie di sopralluoghi che hanno consentito l'analisi dell'impianto, dei processi e delle mansioni, e in una campagna di campionamenti ambientali.

Materiali e metodi

I campionamenti microbiologici sono stati effettuati in primavera, estate ed inverno, e hanno riguardato l'aerosol e le superfici, in modo da valutare l'andamento della contaminazione da agenti biologici in funzione delle differenti condizioni ambientali. I controlli sono stati effettuati in corrispondenza dei punti ritenuti più critici e rappresentativi e/o dove la permanenza dell'operatore è più frequente. In particolare, sono stati scelti punti esterni dell'impianto (attraversamento degli impianti, aree sollevamento e grigliatura, pompa dissabbiatore, sedimentatore primario, vasca di ossidazione turbina, vasca ossidazione diffusori, sedimentatore secondario, nastropressa, biofiltri, controllo sopra vento, controllo sotto vento) e interni (uffici, spogliatoi, sala telecontrollo, laboratorio, locale disidratazione). Per la valutazione della carica microbica dell'aria (espressa in UFC/m³) sono stati utilizzati i campionatori SAS (pbi International) e Microflow (Aquadria); per la valutazione della contaminazione delle superfici (espressa in UFC/cm²) è stato utilizzato l'applicatore per piastre a contatto con temporizzatore (pbi international).

I parametri microbiologici monitorati sono stati: carica batterica totale (psicrofila e mesofila), carica fungina e particolari categorie microbiche (*Pseudomonas* spp., stafilococchi, enterococchi, coliformi, salmonelle). I terreni di coltura utilizzati sono stati: PCA (Plate Count Agar) per la carica batterica totale (mesofila e psicrofila), Sabouraud con aggiunta di cloramfenicolo per la carica fungina, MSA (Mannitol Salt Agar) per gli stafilococchi, VRBA (Violet Red Bile Agar) per i coliformi, Slanetz Bartley Agar + TTC per gli enterococchi, XLD (Xylose Lesine Dehoxycholate) per *Salmonella* spp., Cetrimide Agar per *Pseudomonas* spp.

Nella valutazione dei risultati sono stati utilizzati degli indici di contaminazione microbiologica: IGCM = UFC/m³ batteri(37°C) + UFC/m³ batteri(20°C) + UFC/m³ miceti(20°C) per la misura complessiva dell'inquinamento microbico ambientale; l'indice di contaminazione da batteri mesofili ICM = UFC/m³ batteri(37°C) / UFC/m³ batteri(20°C), che consente di valutare il contributo all'inquinamento da parte dei batteri di origine umana e animale, anche patogeni; l'indice di amplificazione IA = IGCM / m³ interno / IGCM / m³ esterno, che permette di analizzare le differenze tra i livelli di contaminazione esterni ed interni, conseguenti all'attività lavorativa svolta.

Risultati e discussione

I risultati dei monitoraggi effettuati nell'impianto di depurazione hanno mostrato l'esistenza di punti o aree di maggiore formazione e diffusione di bioaerosol, con una consistente contaminazione soprattutto in prossimità di alcune postazioni, quali le aree di sollevamento-grigliatura, la zona adiacente alla pompa del dissabbiatore, l'attraversamento dell'impianto, alcune aree limitrofe alle vasche di ossidazione finale (in particolare nel periodo primaverile ed estivo). Sono risultati particolarmente contaminati anche alcuni ambienti chiusi dell'impianto, quali gli spogliatoi, alcuni uffici, il locale telecontrollo. Il più alto livello di contaminazione generale è stato riscontrato in estate, in particolare per l'elevata carica fungina (Figura n. 1). Per quanto riguarda la carica batterica mesofila (Figura n.2), le indagini hanno dimostrato un'alta concentrazione in prossimità di alcune aree esterne ed interne dell'impianto (dissabbiatura, area di sollevamento primario come ambienti outdoor e nella sala di telecontrollo, laboratorio come punti indoor). Per i batteri psicrofili è stato registrato un picco nel campionamento primaverile.

Per quanto riguarda la contaminazione microbiologica complessiva (IGCM), nel campionamento invernale i punti più contaminati sono risultati (UFC/m³): dissabbiatura (1980) e sollevamento (1240); in quello primaverile: attraversamento (2340) e ossidazione (1880) come punti esterni, e spogliatoio (5940) come punto interno. In

estate i valori più alti sono stati, in ordine decrescente: ossidazione (4360), biofiltri (2570), sedimentatore primario (2410); spogliatoio (2370) grigliatura (2050), locale telecontrollo (1860), laboratorio (1420), dissabbiatura (1390), con un fondo pari a 3340. Alti valori sono stati riscontrati per quanto riguarda le superfici (UFC/cm²) negli uffici (2180) e nello spogliatoio (3800).

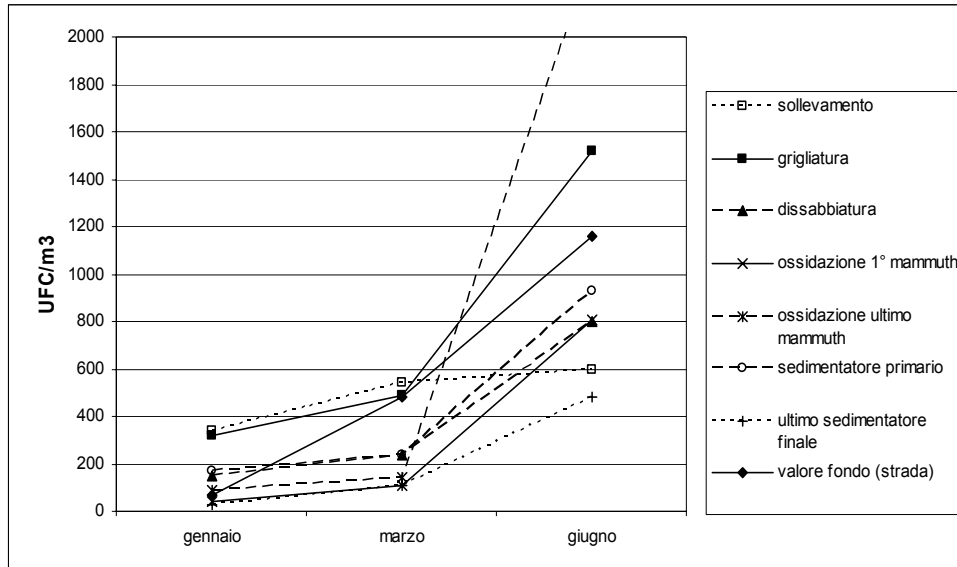
Da quanto rilevato, emergono alcune considerazioni generali. Dal confronto con dati di letteratura o relativi ad indagini ambientali svolte in altri impianti di depurazione, la contaminazione, sebbene elevata in alcuni punti, si è generalmente rivelata più contenuta. L'area in cui insiste l'impianto è molto estesa e ciò potrebbe aver efficacemente contribuito ad una maggiore dispersione degli agenti biologici, rispetto ad altre realtà più piccole o operanti a ciclo chiuso. Appare rilevante, in ogni caso, il grado di contaminazione di alcuni ambienti interni da cui emerge la necessità di una corretta attuazione delle misure di prevenzione e protezione, valide anche per gli ambienti outdoor, quali: una corretta valutazione del rischio da agenti biologici con l'individuazione delle aree a maggior rischio, la gestione del personale operante nell'impianto anche in relazione alla presenza di numerose ditte appaltatrici, l'istituzione di procedure di lavoro idonee al contenimento del rischio ivi compreso la fornitura e l'uso dei corretti DPI, l'informazione e la formazione, l'eventuale compartimentazione e segnalazione delle aree a maggior rischio biologico.

Da quanto emerso nei monitoraggi microbiologici effettuati negli ambienti indoor, risulta necessario il rispetto delle norme igieniche generali e l'istituzione di adeguate procedure di pulizia e disinfezione dei locali e delle attrezzature allo scopo di ridurre la carica microbica.

Bibliografia

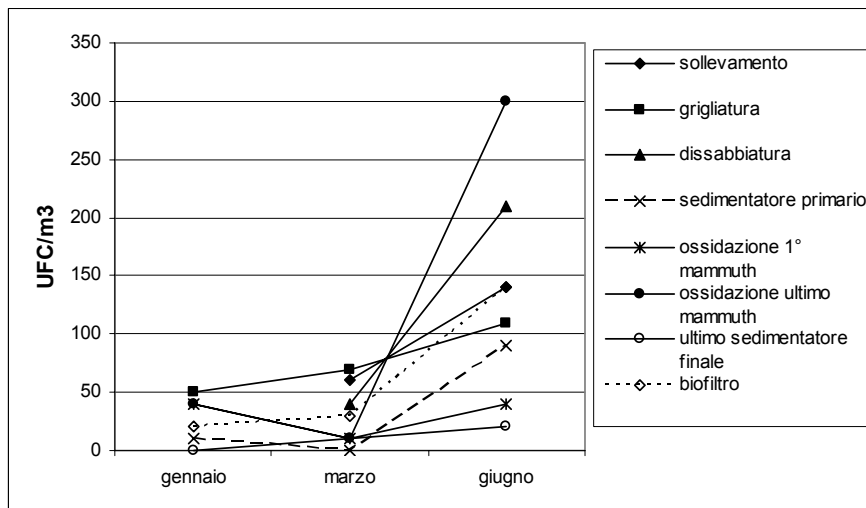
1. Altamura B., Fioretti P., Frusteri L., Giovinazzo R., Guercio A., Petrozzi G., Principe B., Santucci P., Todaro N. "Rifiuti ed acque reflue: così il rischio è sotto controllo", *Ambiente & Sicurezza sul Lavoro* (Luglio-Agosto 2005).
2. Coordinamento tecnico per la prevenzione degli assessorati alla sanità delle regioni e province autonome di Trento e Bolzano. "Documento n. 16, linee guida sul titolo VII del D. Lgs. 626/94: protezione da agenti biologici (1998)".
3. Dacarro C., Cottica D., Grignani E. "Sicurezza degli operatori in impianti di trattamento acque". *Lavoro Sicuro* (Maggio 2000: 36)".
4. Dacarro C., Grignani E., Lodola L., Grisoli P., Cottica B. "Proposta di indici microbiologici per la valutazione della qualità dell'aria negli edifici". *G. Ital. Med. Lav. Erg.* 22 (3): 229-235, (2000).
5. Elia V.J., Clark C.S., Majeth V.A. et al. "Hazardous chemical exposure at a municipal wastewater treatment plant". *Environ Res* 32: 360-371, (1983).
6. Fioretti P., Frusteri L., Giovinazzo R., Guercio A., Petrozzi G., Todaro N. "Salute e sicurezza negli impianti di depurazione delle acque reflue: studio dei processi e delle fasi lavorative in un caso reale". *Atti dei seminari Norme, tecnologie e controlli ambientali*. Ecomondo, Rimini, pagg. 535-543, (3-6 novembre 2004).
7. Laitinen S, Kangas J, Kotimaa M. "Workers' exposure to airborne bacteria and endotoxins at industrial wastewater treatment plants". *Am Ind Hyg Assoc J* 55: 1055-1060, (1994).
8. Salano R, Copello F. "Studio epidemiologico su un gruppo di operatori addetti alla manutenzione della rete fognaria e degli impianti di depurazione delle acque reflue urbane". *Med Lav* 89 (5): 393-403, (1998).

Figura 1. Andamento stagionale dei miceti per settori di impianto



Miceti UFC/m ³	gennaio	marzo	giugno
sollevamento	340	540	600
grigliatura	320	490	1520
dissabbiatura	150	240	800
ossidazione 1° mammuth	40	110	810
ossidazione ultimo mammuth	90	140	2310
sedimentatore primario	170	240	930
ultimo sedimentatore finale	30	110	480
valore fondo (strada)	70	480	1160

Figura 2. Andamento stagionale dei mesofili per settori di impianto



Mesofili UFC/m ³	gennaio	marzo	giugno
sollevamento	nl	60	140
grigliatura	50	70	110
dissabbiatura	nl	40	210
sedimentatore primario	10	0	90
ossidazione 1° mammuth	40	10	40
ossidazione ultimo mammuth	40	10	300
ultimo sedimentatore finale	0	10	20