

Prove su campioni d'acqua processati dal dispositivo AMPHW per il trattamento delle Acque

Ph.D. Biagio Esposito

PROAMBIENTE S.c.r.l.

Bologna, Luglio, 2019

1. Richiesta committente

Per valutare le potenzialità del prototipo AMPHW di modificare le proprietà dell'acqua di rubinetto processata dal sistema sono state eseguite, nel laboratorio chimico di Proambiente Srl, delle analisi multiparametriche su campioni prelevati all'uscita del sistema in oggetto. A comparazione/integrazione delle prove effettuate sono state analizzate anche acque all'uscita di due apparati tradizionali forniti dal committente. Il laboratorio Proambiente ha eseguito le analisi proposte non conoscendo il funzionamento del prototipo AMPHW, avvalendosi delle proprie competenze interne per impostare le metodologie di lavoro.

2. Impostazione delle prove sperimentali

All'ingresso del sistemi di processo è stato collegato un flusso di acqua di rubinetto sul quale erano state eseguite in precedenza le analisi previste per la successiva caratterizzazione del sistema prototipo.

In seguito sono state eseguite analisi chimico-fisiche sui campioni d'acqua all'uscita del prototipo e all'uscita alternativamente ad un sistema tradizionale (Tubo in gomma) per misurare: Conducibilità, Ossigeno disciolto, Ebollizione, COD, Analisi microbiologiche, Ecotossicità. Per la valutazione di ogni parametro sono state svolte tre prove consecutive su ogni campione e i risultati riportati nelle tabelle di seguito sono la risultante della media dei tre valori.

3. Metodi di analisi e risultato dei test

Le analisi di **Conducibilità** e di **Ossigeno disciolto** sono state condotte utilizzando una sonda multiparametrica modello EXO2 della YSI (vedi Fig.1). Questa apparecchiatura permette di controllare in continuo parametri di temperatura, conducibilità mediante sensoristica elettrica e ossigeno disciolto mediante sensoristica ottica. Le misurazione sono state ripetute tre volte su campioni in uscita dall'apparato, nelle stesse condizioni sperimentali, e hanno dato risultati che pur variando relativamente tra loro presentavano una differenza nella media. Nelle tabelle 1-2 si riportano i soli risultati mediati per acqua naturale (AN) e acqua prototipo (AP) e la deviazione standard (σ). I range dei sensori utilizzati per i parametri riportati sono: Conducibilità 0.01 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Ossigeno disciolto 0.01 mg/L.

Conducibilità $\mu\text{S}/\text{cm}$

AN	AP
730.5 $\sigma = 11.5$	742.1 $\sigma = 4.8$

Tab.1

Ossigeno disciolto mg/L

AN	AP
3.50 $\sigma = 0.4$	2.99 $\sigma = 0.1$

Tab.2

La prova di **Ebollizione** è stata svolta utilizzando un becher da 250 ml, posizionato su una piastra riscaldante, con un volume d'acqua di 150 ml proveniente alternativamente dal rubinetto (AN) e dall'acqua di rubinetto che attraversa il dispositivo (AP). La temperatura è stata misurata utilizzando una termocoppia di tipo K : (Ni-Cr) (+) (Ni-Al) (-). Le misurazioni delle temperature si sono susseguite attendendo, tra una prova e la successiva, il raffreddamento della piastra a temperatura ambiente, utilizzando lo stesso becher posizionato nella medesima posizione sopra la piastra. In tabella 3 i relativi risultati.

Ebollizione (min)

AN	AP
9.53 $\sigma = 0.1$	10.41 $\sigma = 0.2$

Tab.3

LEGENDA: AN= acqua naturale; AP=acqua prototipo.

Il **COD** (Chemical Oxygen Demand o Richiesta Chimica di Ossigeno) è un'importante misurazione per il trattamento delle acque reflue e indica la quantità di ossigeno necessaria per ossidare i composti organici e inorganici presenti nell'acqua. Il campionamento è avvenuto attraverso un prelievo dal rubinetto di laboratorio (AN) e un prelievo dal flusso di uscita del prototipo (AP) : in tabella 4 i risultati delle relative analisi.

Per l'analisi è stato utilizzato il test in cuvetta per COD Hach Lange© ISO 15705, 0-1000 mg/L O₂ il cui protocollo prevede di:

1. Scaldare il termostato a 148°C;
2. Agitare la cuvetta delicatamente per sospendere il fondo;
3. Pipettare attentamente nella cuvetta-test: a. Bianco reagente 2.0 mL acqua a contenuto conosciuto di COD; b. Cuvetta d'analisi 2.0 mL (previa omogeneizzazione);
4. Tappare le cuvette, pulirle bene esternamente;
5. Mescolare;
6. Riscaldare nel termostato preriscaldato per 2 h a 148°C (vedi Fig.2);
7. Estrarre le cuvette calde. Fare raffreddare a temperatura ca. 60°C e mescolare più volte;
8. Lasciare raffreddare a temperatura ambiente;
9. Pulire bene le cuvette esternamente e leggere i valori nello spettrofotometro (vedi Fig.3).

COD (domanda chimica di ossigeno) mg/L

AN	AP
6.82 $\sigma = 0.1$	6.05 $\sigma = 0.2$

Tab.4

LEGENDA: AN= acqua naturale; AP=acqua prototipo.

Per **Analisi microbiologica** dell'acqua si intende l'individuazione dei microrganismi presenti a seguito del versamento dell'acqua sulle piastre e il susseguente conteggio della proliferazione batterica. In tabella 5 sono riportati i risultati di queste analisi su campioni d'acqua naturale e su campioni d'acqua da dispositivo,

Analisi microbiologiche (nr.colonie)

AN	AP
25 $\sigma = 1.6$	2 $\sigma = 0.8$

Tab.5

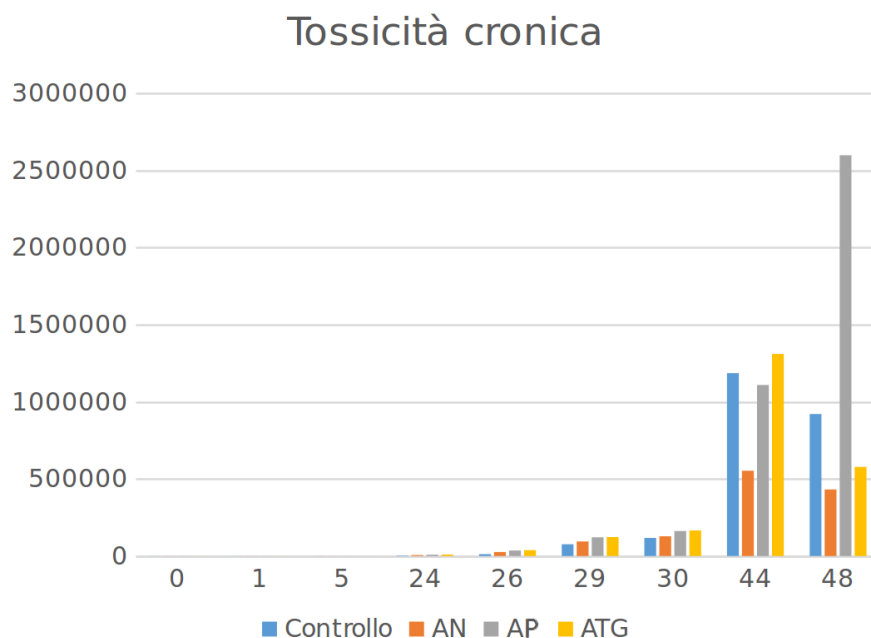
LEGENDA: AN= acqua naturale; AP=acqua prototipo.

L'ecotossicologia studia gli effetti tossici che una determinata sostanza o una miscela di sostanze può avere sull'ambiente e in particolare sugli organismi viventi caratteristici di quell'ambiente. Nella valutazione di **Ecotossicità** sono stati utilizzati i batteri chemiluminescenti del genere *Vibrio Fischeri* che, in condizioni ambientali avverse, riducono l'emissione di luce per risparmiare ATP indispensabile al loro metabolismo. L'acqua proveniente dal rubinetto, dall'apparato, dal tubo di gomma (Fig.4) vengono distribuite nelle vaschette che contengono i batteri (Fig. 5). In una vaschetta di *controllo*, diversa, sono posizionati solo i batteri.

Nell'arco delle 48h successive, si valuta la quantità di luce emessa da ogni singola vaschetta.

Nel grafico sottostante sono riassunti i risultati di queste analisi su campioni d'acqua naturale, campioni d'acqua da dispositivo, campioni d'acqua da tubo di gomma. L'alto valore di RLU relativo al segnale della vaschetta dove sono presenti i batteri e l'acqua che proviene dal campione da dispositivo (AP grigio), indica una basso valore di tossicità.

Ecotossicità RLU (unità di luce relativa)



LEGENDA: AN= acqua naturale; AP=acqua prototipo; ATG= acqua tubo di gomma.

4. Conclusioni

L'apparato denominato AMPHW risulta avere la proprietà di migliorare l'ecotossicità della soluzione e di abbassare la carica batterica, facendo aumentare anche il tempo di ebollizione del campione.

Inoltre ha mostrato una, seppure limitata, capacità di diminuire i valori di COD e di ossigeno disciolto con un corrispondente aumento della conducibilità.

Le misure di conducibilità e di ossigeno disciolto sono state effettuate con modalità e tempi tecnici tali da non dover essere influenzati da vizi sperimentali.

I brevi tempi di percorrenza dell'acqua attraverso il prototipo sono tali da considerare minimi gli adsorbimenti di batteri o di materia organica che potrebbero invalidare i dati ottenuti.



Fig. 1



Fig.2



Fig. 3



Fig.4



Fig. 5

Proambiente S.c.r.l.
Via Gobetti, 101
40129 Bologna
C.F./P.IVA 03305011201



Padova, 25 Febbraio 2021

In data 19 febbraio 2021 presso il Dipartimento di Scienze Chimiche dell'Università di Padova abbiamo svolto delle analisi di *dynamic light scattering* (DLS) su campioni di acqua estratti sul posto usando l'attrezzatura fornita dal Dott. Marco Lucchetta della ditta Coccitech. Le analisi avevano lo scopo di determinare la dimensione delle particelle presenti nei campioni. Sono state svolte acquisizioni su un totale di tre campioni: un controllo di acqua presa da un comune rubinetto presente nel laboratorio d'analisi, non trattata, e due della stessa acqua trattata sul posto con l'attrezzatura proposta dal Dott. Marco Lucchetta (dispositivo per il trattamento di liquidi, domanda di brevetto nr. 102017000061933). Le analisi sono state svolte a 25°C su uno strumento Malvern Zetasizer Nano-S, capace di misurare la dimensione (diametro idrodinamico) delle particelle presenti nella matrice liquida. Lo strumento restituisce tre diverse distribuzioni, di cui la fondamentale e quella chiamata *intensity*, mentre le altre due (*number* e *volume*) derivano da essa. Tutte le misure hanno prodotto valori anomali per i due parametri principali (Z-Average, valore medio delle dimensioni e *PdI*, il parametro di larghezza *Polydispersity Index*) che rendono i risultati poco attendibili. In particolare, valori di *PdI* superiori a 0.7 sono indicativi di una distribuzione di dimensioni molto allargata. Le conclusioni che seguono quindi possono essere considerate solo come indicazioni di massima.

Per il campione non trattato, il diametro idrodinamico delle particelle presenti si attesta sui 400 nm circa, con una distribuzione piuttosto allargata. L'analisi sull'acqua trattata ha restituito un diametro idrodinamico delle particelle presenti centrato a circa 50-100 nm e con un intervallo di distribuzione più ristretto per entrambi i campioni.

Measurement Details

Plate ID:

Measurement File: dezotti2.dts

Measurement Date & Time: 19 February 2021 10:56:53

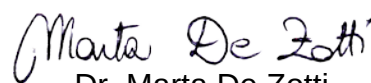
User ID: cas

Plate type: 0

Results Table

Rec #	Row	Col	Sample Name	Z Avg d.nm	%Pd Percent	Derived CR kcps	Pk 1 Avg (I) d.nm	%Mass d.nm
2	0	0	AcquaLucchettaCONTROLLO 1	3872	100,0	45,5	359,9	100,0
4	0	0	AcquaLucchettaSample1 1	6066	100,0	73,7	32,05	100,0
5	0	0	AcquaLucchettaSample1 2	4636	100,0	81,7	100,3	100,0

Cordialmente,


Dr. Marta De Zotti