

# Controllo ambientale delle acque del Tevere

## Environmental monitoring of the Tiber waters

\* Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"

### 1. Introduzione

In occasione del XIV Natale di Roma è stata organizzata una giornata dedicata al controllo *in situ* della qualità delle acque del fiume Tevere. Le misure sono state eseguite mediante sonde portatili e sensori elettrochimici miniaturizzati sviluppati dal gruppo di ricerca di Chimica Analitica dell'Università di Roma "Tor Vergata".

### 2. Torbidità

La torbidità può influire sullo stato ecologico dell'ambiente acquatico e ne fornisce una prima valutazione qualitativa. Essa deriva dalla quantità di materiale organico e inorganico sospeso nell'acqua che può essere di varia natura. Il particolato rappresenta un elemento di vulnerabilità per l'ecosistema acquatico, infatti aumenta la temperatura dell'acqua assorbendo il calore, filtra i raggi solari limitando l'attività fotosintetica degli organismi autotrofi acquatici, riduce la possibilità di scambio di ossigeno gassoso con l'atmosfera e può assorbire sulla sua superficie inquinanti che vengono poi trasportati dalle acque anche per lunghe distanze dal luogo di emissione. Inoltre, un eccesso di particolato organico può provocare fenomeni di eutrofizzazione con conseguente consumo di ossigeno, aumento del detrito organico, proliferazione batterica. L'aspetto fisico del campione di acque del Tevere analizzato ha rivelato una bassa torbidità, con presenza di una minima quantità di particolato. (Fig.1)



**Figura 1.** Campione di acqua del Tevere.

### 3. Conducibilità elettrica

La conducibilità elettrica indica la quantità di ioni disciolti in acqua. Il valore di questo parametro aumenta da monte a valle, a causa della progressiva mineralizzazione delle acque per lisciviazione di rocce e terreni. La conducibilità può essere alterata dalla presenza di rocce ad elevato rilascio di

sali o dall'immissione di inquinanti di origine antropica. Elevati valori di questo parametro possono essere indice di inquinamento delle acque. Nella seguente tabella sono riportati valori indicativi di conducibilità per diverse tipologie di acque a 20 °C.

	Conducibilità a 20°C ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )
<i>Acqua distillata</i>	0*
<i>Valore limite per acque potabilizzabili</i>	2500*
<i>Acque dolci</i>	200 – 800*
<i>Acque marine</i>	> 50000*
<i>Valore medio per l'acqua di Roma</i>	537**

**Tabella 1.** Valori indicativi di riferimento di conducibilità elettrica per diverse tipologie di acque a 20 °C. : \* <http://www.autorita.bacinoserchio.it/files/piani/massaciucoli/Allegato1.pdf>

\*\*Carta dell'acqua di Roma,

[http://www.acea.it/section.aspx/it/la\\_carta\\_d\\_identita\\_dell\\_acqua#.VzXbBdRoarU](http://www.acea.it/section.aspx/it/la_carta_d_identita_dell_acqua#.VzXbBdRoarU)

La conducibilità è stata misurata in duplicato mediante un conduttimetro portatile a 20°C, ottenendo un risultato di  $1220 \pm 40 \mu\text{S}/\text{cm}$  (errore percentuale 3%)

#### 4. Ossigeno disciolto

Il contenuto di ossigeno gassoso disciolto nelle acque è il risultato di processi di equilibrio tra l'apporto di ossigeno proveniente sia dall'atmosfera sia dall'attività fotosintetica degli organismi acquatici autotrofi (piante, alghe e batteri), e il consumo dello stesso da parte di tutti gli organismi viventi nell'ambiente acquatico e da parte di reazioni chimiche promosse dal suo potere ossidante. Tale parametro è espresso mediante la percentuale di saturazione del corpo idrico rispetto al valore teorico a temperatura e pressione atmosferica, che deve essere intorno al 100% (circa 9 mg/L) per indicare il buono stato delle acque. Valori inferiori al 75% rivelano un'insufficiente ossigenazione delle acque.

La misura è stata eseguita mediante una sonda portatile rilevando un valore di 9.2 mg/L a 20 °C.

#### 5. pH

L'acidità di una soluzione viene misurata mediante il pH, ovvero la concentrazione di ioni  $\text{H}^+$  disciolti. In natura la presenza di anidride carbonica atmosferica e di carbonati di provenienza rocciosa determina un equilibrio tale che il pH delle acque oscilla attorno alla neutralità, ovvero tra 6 e 8, contribuendo a mantenere costante il pH a livelli compatibili con lo sviluppo della maggior parte delle forme di vita. Nel complesso, il pH di un corpo idrico è dipendente da tutti i composti naturali o di origine antropica presenti al suo interno in grado di alterare la concentrazione di  $\text{H}^+$ , attraverso reazioni acido-base o di ossido-riduzione. La presenza di organismi autotrofi come piante acquatiche, alghe e batteri influisce sul pH mediante la produzione o il consumo di anidride

carbonica disciolta durante le diverse fasi della fotosintesi (a causa della quale il pH può variare di 1-2 unità nell'arco di 24 ore).

La misura del pH delle acque del Tevere è stata eseguita in duplicato sul campo mediante l'utilizzo di una sonda elettrochimica portatile alla temperatura di 21 °C, ottenendo il valore di  $7.80 \pm 0.06$  (0.8%). Tale valore è in accordo con i valori medi di acque in buono stato ecologico.

## 6. Cloro libero attivo

Il termine cloro libero attivo si riferisce alla concentrazione di cloro disponibile a svolgere la sua azione ossidante. I composti a base di cloro trovano applicazione nella disinfezione delle acque, nella produzione di carta, fibre tessili, coloranti, ecc.

La presenza di cloro in un fiume può essere dovuta ad un processo di inquinamento dovuto a scarichi industriali.

Il metodo ufficiale spettrofotometrico si basa sulla reazione tra il cloro presente nel campione e il reagente N,N-dietil-p-fenilendiammina. L'intensità di colore del prodotto ottenuto è proporzionale alla concentrazione di cloro.

La misura del campione di acqua del fiume Tevere, effettuata con un kit colorimetrico, non ha evidenziato cloro sopra il limite di rilevabilità (0.1 ppm) del sistema analitico utilizzato.

## 7. Fosfati

I fosfati sono componenti di rocce sedimentarie, fertilizzanti, detersivi, composti fosforati o azotati e di particolari scarichi industriali. I polifosfati vengono aggiunti nei detersivi per allontanare i cationi responsabili della durezza dell'acqua.

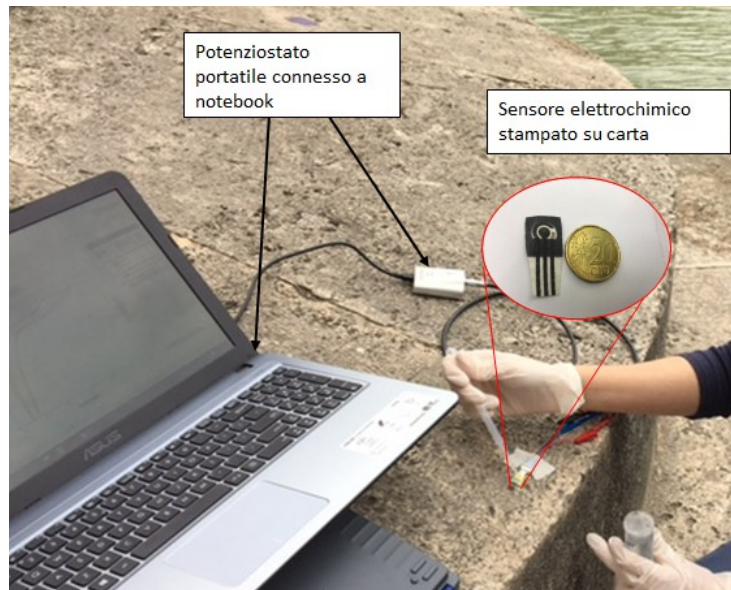
Sono sufficienti alcuni mg/L di fosfati nelle acque superficiali perché essi provochino, insieme con i derivati dell'azoto, il fenomeno dell'eutrofizzazione. Un indice del livello di inquinamento in relazione alla concentrazione di fosforo totale è schematizzato nella tabella seguente.

Parametro	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
Fosforo totale mg/L	< 0,07	= 0,15	= 0,30	= 0,60	> 0,60

**Tabella 2.** Concentrazione di fosfati indicativa del livello di inquinamento delle acque

Il nostro gruppo di ricerca ha realizzato sensori elettrochimici *reagent free* stampati su carta minimizzando sia l'impiego dei reagenti stessi che il volume del *waste* per la determinazione dei fosfati nelle acque (Fig. 2). Pochi microlitri di acido solforico ed eptamolibdato vengono utilizzati per modificare la carta da bancone su cui in seguito sono stampati gli elettrodi. La risposta elettrochimica risulta proporzionale alla quantità di fosfato presente nel campione incognito, depositato sull'elettrodo.

Utilizzando il sensore prima menzionato non è stato rilevato fosfato sopra il limite di rilevabilità del sensore (4  $\mu$ M).



**Figure 2.** Sistema di misura per la determinazione in situ dei fosfati

## 8. Pesticidi

Un pesticida è una sostanza o una miscela di sostanze destinate all'uccisione o al controllo di parassiti. Attualmente, i pesticidi organofosforici e carbammici sono tra i pesticidi più utilizzati nelle pratiche agricole e, tramite processi di percolazione, possono ritrovarsi sia nelle acque di falda che nelle acque superficiali. La tossicità di tali composti è dovuta alla loro capacità di inibire irreversibilmente l'acetilcolinesterasi, enzima chiave della trasmissione dell'impulso nervoso. L'acetilcolinesterasi è stata quindi selezionata come biocomponente per sviluppare un biosensore elettrochimico. Tale enzima viene immobilizzato su elettrodi stampati, e monitorando l'attività enzimatica in presenza ed in assenza di pesticida è possibile quantificarne il contenuto nel campione incognito. Le misure condotte non hanno evidenziato una variazione apprezzabile dell'attività enzimatica dopo l'esposizione del biosensore all'acqua del Tevere, dimostrando che non sono presenti pesticidi organofosforici e carbammici sopra il limite di rilevabilità del nostro sensore (5 ppb).