

SERGIO RESOLA [@],

ARPA – Dipartimento  
di Brescia

## Il monitoraggio in continuo per la tutela delle acque superficiali

**Riassunto** - È avanzata la proposta di monitorare in continuo la conducibilità elettrica specifica nelle acque superficiali, quale strumento di allerta per segnalare nell'immediatezza un inquinamento in atto ed attivare un pronto intervento. La sperimentazione condotta dall'autore ha dimostrato la piena efficacia della metodologia. Dalla possibile intercettazione degli scarichi abusivi è lecito attendersi il miglioramento complessivo della qualità del corpo idrico.

**Parole chiave:** monitoraggio, acque, scarichi

**Summary** - *The measurement of the specific electrical conductivity, that indicates direct contamination and triggers an alert, is suggested in continuous monitoring of the water flow. The experiment performed by the author has showed that the methodology is effective. The overall quality of the water body will probably increase via the interception of the illegal discharge.*

[@] [sergioresola@alice.it](mailto:sergioresola@alice.it)

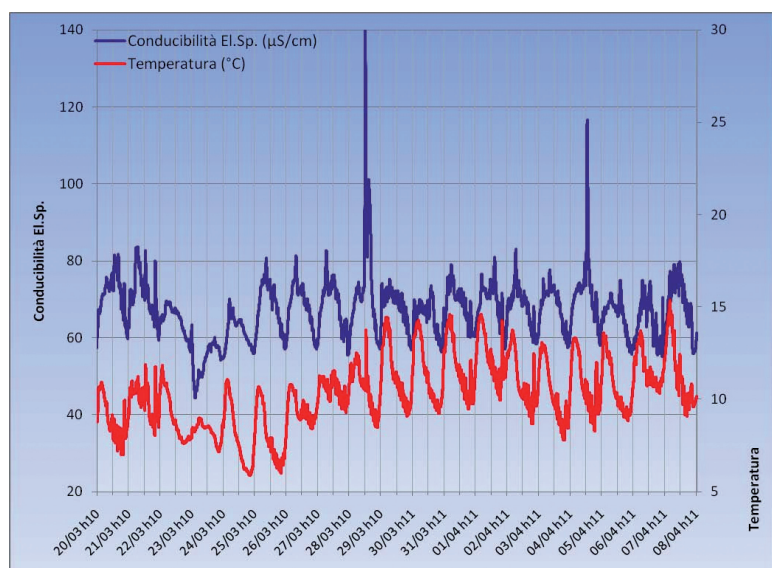
## 1. INTRODUZIONE

Pervengono in ARPA frequenti segnalazioni da parte dei Comuni e di singoli cittadini per situazioni di inquinamento in atto dei corsi d'acqua, in orari d'ufficio e non. Mediamente, gli interventi dell'Ente eseguiti in Pronta Disponibilità notturna e festiva nell'intera Regione Lombardia, riconducibili al problema dell'inquinamento idrico, rappresentano oltre il 40% degli interventi operati per tutte le cause [1].

Occorre, inoltre, considerare che l'individuazione di un inquinamento acuto

**Tabella 1 - Caratteristiche della sonda di misura utilizzata nella sperimentazione**

<i>Alimentazione</i>	Batteria interna
<i>Datalogger integrato</i>	4 MB
<i>Frequenza di acquisizione</i>	1 acquisizione/minuto
<b>Temperatura</b>	
<i>Materiale</i>	Titanio
<i>Range</i>	da -20 °C a +65 °C
<i>Accuratezza</i>	+/- 0,1 °C
<i>Risoluzione</i>	0,01 °C
<b>Conducibilità</b>	
<i>Tipologia sensore</i>	cella a quattro elettrodi bilanciati
<i>Materiale</i>	PVC, Titanio
<i>Range</i>	5-5000 µS/cm
<i>Accuratezza</i>	+/- 0,5%
<i>Risoluzione</i>	0,1 µS/cm



**Grafico 1**  
**Monitoraggio**  
**in continuo**  
**del torrente**  
**dal 20 marzo 2008**  
**all'8 aprile 2008**

delle acque è normalmente fortuito e circoscritto a stati di evidente alterazione della qualità del corpo idrico, con morie di pesci, colorazioni anomale o abbondante presenza di schiuma.

È ragionevole ipotizzare che la scarsa qualità delle acque superficiali, certificata dai periodici monitoraggi chimici e biologici condotti da ARPA [2], sia almeno parzialmente attribuibile agli eventi acuti sopraccitati, purtroppo non infrequenti. Se gli Enti Pubblici riuscissero ad esercitare un'azione di contrasto efficace agli scarichi anomali, che alterano in modo significati-

vo e per un tempo importante la qualità delle acque, si potrebbe facilmente prevedere un significativo miglioramento dei corpi idrici. Ciò potrebbe essere reso possibile ponendo le acque sotto controllo con allarme in tempo reale, il che consentirebbe agli Enti di controllo interventi in loco tempestivi.

## 2. LA SPERIMENTAZIONE CONDOTTA

Per tale finalità è stata sperimentata in Arpa-Dipartimento di Brescia una metodologia estremamente semplice, in grado di realizzare la sorveglianza in continuo di un corpo idrico.

Dal 20 marzo 2008 all' 8 aprile 2008 sono state ininterrottamente monitorate le acque di un torrente delle Prealpi Bresciane, nel suo tratto terminale prima della confluenza con il fiume Mella, che recepisce gli scarichi fognari di un bacino imbrifero fortemente antropizzato. È stata impiegata allo scopo una sonda dotata di cella conduttimetrica e di termocoppia, autoalimentata e provvista di scheda di memoria; le caratteristiche tecniche salienti dell'analizzatore sono riportate in tabella 1) [3]. Il monitoraggio è stato condotto in situ per diciannove giorni consecutivi ed ha campionato e registrato i valori di conducibilità e.s. e di

temperatura con frequenza pari al minuto. I risultati forniti sono riportati in Grafico 1).

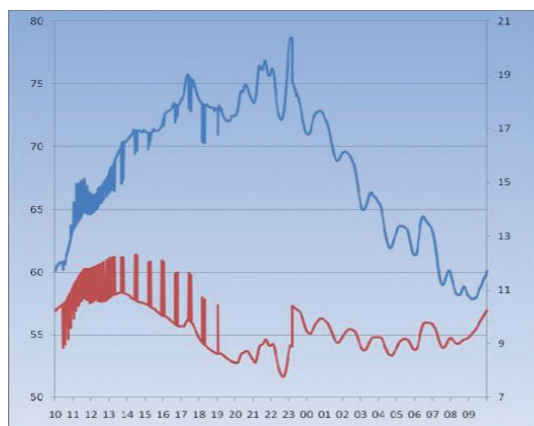
Sono di seguito riportati i parametri statistici calcolati nel periodo di osservazione:

Conducibilità elettrica specifica (uS/cm a 20 °C)	
Ore di misura	457
N° di misure	27400
Media	67,3
Mediana	67,7
Dev. Standar	7,7
Massimo	139,7
Minimo	44,3
Temperatura (°C)	
Ore di misura	457
N° di misure	27400
Media	10,3
Mediana	10,3
Dev. Standard	1,9
Massimo	15,4
Minimo	5,9

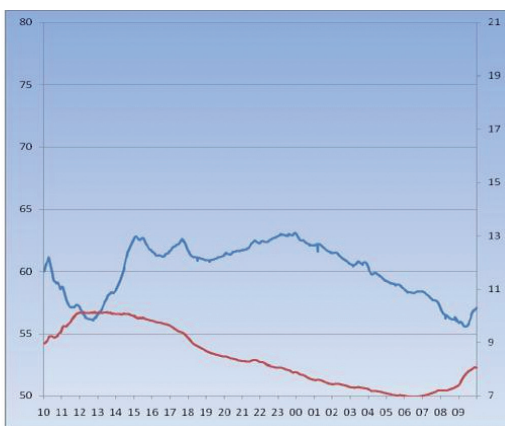
In Tabella 2) sono indicati i valori massimi e minimi giornalieri della temperatura e della conducibilità e.s. e la corrispondente ora di registrazione. Gli andamenti dei due parametri evidenziati in Grafico 1) sono relativamente complessi, in quanto dipendenti dalla pedologia, dall'antropizzazione nonché dalla meteorologia, e la loro interpretazione di dettaglio necessita di specifici approfondimenti.

Sono, tuttavia, evidenti alcuni elementi importanti:

- la temperatura e la conducibilità e.s. rivelano andamenti ciclici giornalieri giustificabili, rispettivamente, con il ciclo giorno-notte e con il contributo antropico diurno di tipo diffuso. I valori minimi di entrambi i parametri sono osservati il mattino ed i valori massimi il pomeriggio e la sera. Nelle festività pasquali (22-24 marzo) la conducibilità elettrica specifica ha registrato i livelli minimi, in accordo con la diminuita pressione antropica del periodo nonché per la pioggia caduta. In tabella 3) si riportano i mm di pioggia registrati dalle centraline di rilevamento della qualità dell'aria di Arpa;
- sugli andamenti ciclici giornalieri sopracitati risultano sovrapposti picchi, generalmente di modesta entità, interpretabili quali scarichi puntiformi; quelli relativi alla conducibilità e.s. corrispondono ad incrementi inferiori ai 20 uS/cm ed hanno una durata media di circa un'ora;
- nella notte compresa tra venerdì 28 marzo e sabato 29 marzo è stato registrato un picco di conducibilità e.s. molto intenso, pari a circa tre volte la normale escursione giornaliera del parametro e che ha avuto una durata complessiva di circa cinque ore. Il



**Grafico 2 - Giorno tipo calcolato sull'intero periodo (20 marzo - 8 aprile)**



**Grafico 3 - Giorno tipo nel periodo pasquale (sab 22 marzo - mar 25 marzo)**

**Tabella 2 - Temperatura e Conducibilità e.sp. Valori massimi e minimi giornalieri e corrispondenti ore di lettura**

	TEMPERATURA				CONDUCIBILITÀ EL. SP.			
	MAX	h max	MIN	h min	MAX	h max	MIN	h min
giovedì 20 marzo 2008	10,9	14.30	7,8	23.29	78,7	23.59	57,4	10.49
venerdì 21 marzo 2008	11,9	23.55	7	5.31	83,7	18.01	59,7	10.10
sabato 22 marzo 2008	11,8	12.39	8	6.53	80,9	0.00	59,3	9.51
domenica 23 marzo 2008	9,0	16.46	7,6	4.51	66,9	0.01	44,3	13.53
lunedì 24 marzo 2008	11,1	14.20	7,2	7.33	70,1	15.52	54,2	9.05
martedì 25 marzo 2008	10,7	14.04	5,9	7.21	80,8	19.47	55,9	10.21
mercoledì 26 marzo 2008	10,8	15.01	6	7.00	81,4	18.36	57,1	10.03
giovedì 27 marzo 2008	11,5	23.39	8,4	6.57	82,8	17.35	57	10.04
venerdì 28 marzo 2008	13,7	23.53	9,3	8.28	139,7	23.20	55,4	10.08
sabato 29 marzo 2008	14,4	15.19	8,5	8.20	101,2	1.45	56,9	10.32
domenica 30 marzo 2008 (*)	14,3	16.23	9,1	7.54	71,7	3.54	56,9	10.56
lunedì 31 marzo 2008	14,6	16.23	9,2	8.01	79,1	17.33	56,2	10.13
martedì 1 aprile 2008	14,6	16.01	9,5	6.35	76,5	9.50	60,1	7.47
mercoledì 2 aprile 2008	14,3	8.17	9,9	6.42	83,2	18.47	57	10.12
giovedì 3 aprile 2008	13,1	14.39	8,7	6.42	77,7	20.32	58,4	10.06
venerdì 4 aprile 2008	13,3	15.16	7,8	6.42	79,6	23.16	57,5	10.15
sabato 5 aprile 2008	13,6	13.20	8,3	6.36	116,6	1.01	58	10.48
domenica 6 aprile 2008	13,7	17.36	8,8	7.59	74,8	19.01	55,6	11.09
lunedì 7 aprile 2008	15,4	16.03	10,2	22.52	79,9	23.38	55,1	10.09
martedì 8 aprile 2008	11,7	0.00	9,1	5.02	76,5	0.51	55,8	10.07

(\*) Introdotta l'ora legale

**Tabella 3 - Piovosità registrata dal 20/03/08 allo 08/04/08 dalle centraline di rilevamento della qualità dell'aria di Arpa-Dipartimento di Brescia**

Data	BS-Ziziola mm	BS-Broletto mm	Odolo mm	Breno mm
20/03/2008	0	0	0	0
21/03/2008	0	0	0	0
22/03/2008	0	0	0	0,8
23/03/2008	7,2	4,8	5,8	2,6
24/03/2008	0	0,2	0,2	0
25/03/2008	0	0	0	0
26/03/2008	0,2	0,2	0	0
27/03/2008	1,4	1,4	0	0
28/03/2008	2,2	1,8	0,6	0,2
29/03/2008	0	0	0	0
30/03/2008	0	-	0	0
31/03/2008	0	0	0	0
01/04/2008	0	0	0	0
02/04/2008	0	0	0	0
03/04/2008	0	0	0	0
04/04/2008	0	0	0	0
05/04/2008	0	0	0	0
06/04/2008	0	0	0	1,8
07/04/2008	0	0	0,2	8,2
08/04/2008	0,6	0,6	1,2	0,4

giorno 28 marzo sono cadute piogge moderate;

- nella notte compresa tra venerdì 4 aprile e sabato 5 aprile è stato nuovamente registrato un picco anomalo di conducibilità e.s., come già accaduto nel precedente fine settimana. L'intensità è risultata pari a circa due volte l'escursione media giornaliera e la durata dell'evento si è protratta per circa quattro ore. Nei due giorni indicati non è caduta pioggia;
- nei due elaborati, Grafici 2) e 3), sono riportati gli andamenti della temperatura e della conducibilità e.s. registrati, rispettivamente, nel giorno tipo calcolato sull'intero periodo di sperimentazione (20 marzo – 8 aprile 2008) e nel giorno tipo calcolato per le sole festività pasquali (dal mattino di sabato 22 marzo al mattino di martedì 25 marzo). Il confronto tra i due grafici evidenzia chiaramente la diversa pressione ambientale sul corpo idrico registrata nei due casi considerati.

### 3. CONCLUSIONI

La misura in continuo della conducibilità e.s. di un corpo idrico, pur non costituendo un parametro sufficiente a descrivere la qualità ecologica delle sue acque, presenta tuttavia indubbi vantaggi. È materialmente semplice da gestire, è poco costosa e, soprattutto, fornisce un dato sintetico delle specie chimiche presenti, utilizzabile quale allarme in caso di superamento di una soglia prefissata. Detta soglia sarà stata definita ed aggiornata sulla base degli andamenti della conducibilità e.s., dipendenti dalla meteorologia e dalla pedologia del bacino imbrifero e, principalmente, dalla pressione antropica esistente. La metodologia proposta non ha lo scopo di intercettare l'inquinamento diffuso sul territorio ma bensì l'individuazione dei casi di grossa e repentina crescita della concentrazione delle specie ioniche e della conducibilità elettrica, causati da immissioni concentrate nel corpo idrico. Essa consente un'immediata attivazione, l'esecuzione di campiona-

menti significativi e la possibilità di estendere la ricerca a monte, sin dove è riscontrabile la coda del fenomeno. Pertanto, l'obiettivo del monitoraggio è l'individuazione e l'eliminazione della causa che ha generato il picco di conducibilità, presente nella maggioranza dei casi di inquinamento idrico. Sfuggono ovviamente al controllo, i casi di sostanze non miscibili in acqua o che in essa non liberino ioni [5]. La sperimentazione condotta ha evidenziato l'estrema facilità con cui si è pervenuti all'individuazione di episodi di alterazione significativa del contenuto ionico del corpo idrico, quali quelli registrati nei due fine settimana consecutivi citati nell'articolo, verosimilmente causati da scarichi volontari. Sono già disponibili sul mercato dispositivi compatti, economici, maneggevoli e di facile impiego con cui attuare in modo semplice la sorveglianza in continuo dei corpi idrici. La moderna tecnologia consente inoltre un'elevata efficienza del sistema, consentendo in tempo reale l'attivazione mediante sms o e-mail del centro di ascolto per comunicare il superamento del valore di offset preimpostato e favorendo, in tal modo, la tempestiva messa in opera della procedura specifica a tal fine predisposta. L'installazione di una rete di sensori, facilmente collocabili e riposizionabili nell'area secondo necessità, consente di individuare ed inseguire sempre più a monte un eventuale scarico anomalo ricorrente, sino ad intercettarlo.

#### Bibliografia

- [1] Galimberti E., Messina G. Arpa Lombardia. Rapporto delle attività in emergenza. Anno 2007.
- [2] Ispra. Annuario dei dati ambientali. Idrosfera. 2008.
- [3] In-Situ Inc. AquaTroll 200.
- [4] Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile 2006. Norme in materia ambientale.
- [5] Tavolo Tecnico per la riqualificazione paesistico-ambientale del bacino del fiume Mella dalle sorgenti alla città di Brescia. Bacino Fiume Mella. Sintesi Dossier. 2007.
- [6] Politecnico di Milano Dipartimento di progettazione dell'architettura. Dossier Fiume Mella, 2007.
- [7] Adamson A.W., Trattato di chimica fisica, Piccin, Padova, 1976, p. 486-558.