

La riduzione del cloro combinato con l'utilizzo di sistemi UV

Quando la tecnologia rappresenta un insostituibile ausilio nella determinazione della qualità dell'acqua e nella razionalizzazione dei costi



[Giorgio Temporelli]

Introduzione

Dalla sperimentazione sviluppata da parte di realtà di riferimento per il settore, si è arrivati a soluzioni che garantiscono, nell'ambito dei trattamenti delle acque di impianti natatori, interessanti risultati attraverso processi innovativi. La sinergia di competenze ha permesso di affrontare con un'ottica nuova alcune criticità presenti nel settore, andando ad esplorare tecniche sino ad oggi considerabili, almeno nel nostro paese, di non consueto utilizzo. Si tratta della radiazione ultravioletta, tecnologia che peraltro non viene contemplata dalla legge vigente¹ tra quelle normalmente utilizzabili nelle piscine. Nella *Circolare 128*, per esempio, viene sconsigliata la disinfezione con sole lampade germicide in quanto la radiazione prodotta non è in grado di assicurare l'azione disinfettante residua sull'acqua durante il periodo di permanenza in vasca. Per questo motivo il disinfettante cloro non può e non deve essere eliminato; tuttavia il classico sistema di trattamento può essere migliorato integrando l'impianto con un moderno reattore UV, sistema oggi disponibile in una grande varietà di modelli e caratterizzati da un'elevata efficienza operativa.

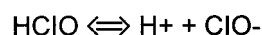
Quello che in questo breve lavoro si vuole evidenziare non è l'efficacia microbiologica degli UV, il cui effetto barriera nei confronti della carica batterica è ben noto, bensì l'azione fotochimica in grado di indurre una notevole riduzione percentuale del cloro combinato.

::: Formazione e demolizione del cloro libero e del combinato

Esistono diversi prodotti a base di cloro utilizzati per i trattamenti di disinfezione dell'acqua di piscina, essi sono: *cloro liquido, ipoclorito di sodio, ipoclorito di calcio, dicloroisocianurato sodico anidrido, dicloroisocianurato sodico biidrato, acido tricloroisocianurico*.

Tutte queste sostanze hanno caratteristiche differenti, sia per quanto riguarda la concentrazione di cloro libero disponibile², che per la più o meno elevata resistenza all'azione di agenti esterni³.

Ciò che invece li accomuna è la formazione dello ione ipoclorito (*ClO-*) e del corrispondente acido ipocloroso (*HClO*), sostanze la cui presenza in acqua dipende da una reazione di cui la costante di equilibrio è fortemente influenzata dal pH⁴.



La somma dell'acido ipocloroso e dello ione ipoclorito da origine al cosiddetto "cloro libero disponibile" tuttavia, siccome l'azione disinfettante è svolta molto più efficacemente dall'acido ipocloroso, per avere sempre un buon livello di cloro libero "efficace" è importante che il pH rimanga entro il range 6,5 - 7,5, non superando possibilmente il valore neutrale.

¹ In particolare l'Accordo di Trento e Bolzano del 16 gennaio 2003 e la Circolare n.128 del 16 luglio 1971.

² Ad esempio il contenuto di cloro attivo dell'ipoclorito di sodio è il 14%, dell'ipoclorito di calcio è 65% e dell'acido tricloroisocianurico è 90%.

³ Gli isocianurati sono prodotti contenenti acido isocianurico, un cloro-stabilizzante nei confronti della luce solare e della temperatura utilizzato per consentire una maggiore persistenza in acqua del principio attivo.

⁴ A pH = 6 la presenza di acido ipocloroso è il 96,8%, a pH = 7 il 75%, mentre a pH = 8 il 23,2%.



Purtroppo non tutto il cloro immesso nell'acqua rimane nella forma "libero", una buona percentuale va infatti ad interagire con l'ammoniaca ed altre sostanze organiche azotate come le ammine, per dare origine al cloro combinato, in particolare alle cloroammine, principale causa del "bruciore agli occhi" e del pungente e caratteristico odore percepibile in prossimità delle vasche natatorie.

Le cloroammine si presentano in tre differenti specie le cui concentrazioni dipendono fortemente dal valore di pH dell'acqua:

Monocloroammina:	$\text{NH}_3 + \text{HClO} \rightleftharpoons \text{NH}_2\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$	predominante a pH 7.0-9.0
Dicloroammina:	$\text{NH}_2\text{Cl} + \text{HClO} \rightleftharpoons \text{NHCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$	predominante a pH 4.4-6.0
Tricloroammina:	$\text{NHCl}_2 + \text{HClO} \rightleftharpoons \text{NCl}_3 + \text{H}_2\text{O}$	predominante a pH < 4.4

Dai valori precedentemente evidenziati appare chiaro che, nelle tradizionali piscine natatorie, il cloro combinato delle cloroammine, ammesso sino a 0,4 mg/l, è costituito essenzialmente da monocloroammina e da una piccola percentuale di dicloroammina.

■ UV SMP 25 - 120 m3/h
installato presso "La Fratellanza Nuoto" di Ponte X (GE)



"I dati evidenziano una drastica riduzione della concentrazione di cloro combinato"

"L'azione fotochimica degli UV è in grado di indurre una notevole induzione percentuale del cloro combinato"

In molte realtà, per tener sotto controllo la concentrazione del cloro combinato, si procede tradizionalmente a massicci ricambi d'acqua giornalieri, accompagnati da periodiche iperclorazioni.

Ottimi risultati sono tuttavia ottenibili con una tecnica differente, ovvero inserendo un reattore UV nel circuito di trattamento dell'acqua; un adeguato irraggiamento

è infatti in grado di innescare la rottura dei legami *Cl-Cl* e *H-Cl* secondo una reazione che si esplica con una cinetica del primo ordine. La monocloroammina assorbe preferenzialmente la radiazione con lunghezza d'onda di 245nm; tuttavia si sono dimostrati notevolmente efficaci sia i reattori UV, utilizzando lampade con vapori di mercurio a media pressione (emissione multispettro UVA+UVB+UVC in grado di innescare fenomeni di fotolisi), che quelli con lampade a bassa pressione (UVC con picchi di emissione a 253,7 e 185 nm in grado di innescare fenomeni di fotossidazione grazie alla formazione del radicale idrossile *OH*).

La demolizione delle cloroammine da origine ad una serie di sottoprodotti, essenzialmente identificabili con nitrati, ammoniaca e cloruri; in particolare per la monocloroammina vale la reazione:



∴ Alcuni risultati sperimentali

Tra gli ormai molti impianti installati a livello nazionale riportiamo una sintesi dell'elaborazione di dati raccolti su quattro realtà, particolarmente significative sia per le diversità operative che quelle logistiche che le caratterizzano.

Per riservatezza dei dati personali abbiamo preferito lasciare nell'anonimato i gestori, che ringraziamo per la disponibilità accordataci. I valori del cloro e dell'acido isocianurico riportati in tabella sono la media calcolata dai dati registrati nei periodi di valutazione.

	G1		G2		G3		G4	
Portata (m ³ /h)	160		120		120		120	
Impianto S.I.T.A.	SMP 35		UV 110/12 BE VH		SMP 35		SMP 25	
	PRIMA	DOPO	PRIMA	DOPO	PRIMA	DOPO	PRIMA	DOPO
Cloro libero (mg/l)	1,48	1,40	1,30	1,21	-	-	1,21	1,14
Cloro combinato (mg/l)	0,66	0,27	0,38	0,21	0,50	0,20	0,77	0,23
Acido Isocianurico (mg/l)	14	24	22	16	circa invariato		71	54
Frequenza Iperclorazioni	1/15 gg.	1/3 mesi	1/7 gg.	0/1 mese	1/15 gg.	0/2 mesi	1/15 gg.	1/2 mesi
Acqua rinnovata (m ³ /g)	22	28	74,63	57,69	50,00	25,00	50,00	50,00
Valutazione Acido Isoc. (gg.)	360	120	365	210	360	60	360	90
Valutazione Cloro (gg.)	360	120	31	37	360	60	360	90

∴ Qualche commento:

1. I dati evidenziano una drastica riduzione della concentrazione di cloro combinato, grazie alla quale si ottiene:

1.0 una notevole riduzione della frequenza delle iperclorazioni, quindi un risparmio sull'acquisto del cloro nonché un miglioramento delle caratteristiche dell'acqua, soprattutto nei momenti immediatamente successivi il trattamento d'urto.

1.1 una minore necessità di ricambio giornaliero d'acqua con un conseguente, notevole, risparmio economico sul riscaldamento

1.2 una migliore qualità dell'aria nell'ambiente natatorio, la quale risulta essere meno irritante ovvero più respirabile sia per gli utenti che per gli operatori dell'impianto

2. L'acido isocianurico non segue lo stesso andamento del cloro combinato (questo è normale dato che gli isocianurati sono stabilizzanti nei confronti degli UV), tuttavia tutti i gestori hanno riscontrato sia un andamento meno repentino nell'aumento della concentrazione che una sorta di "mantenimento", dei valori altrimenti impensabile a parità di ricambi d'acqua. La crescita apparentemente anomala registrata dal gestore identificato con G1 potrebbe essere dovuta alla notevole riduzione (un fattore 6) della frequenza delle iperclorazioni; lo stesso gestore ha dichiarato di non usare praticamente più (contrariamente a prima dell'installazione dell'UV) il prodotto alghicida a base di sali quaternari d'ammonio.

Gli effetti delle varie lunghezze d'onda sull'acido isocianurico saranno oggetto di futuri approfondimenti, dei quali non mancheremo di tenere informati i lettori di *Happy Aquatics*. ∴



∴ UV 200/15 BE-VH - 320 m³/h, installato presso "Parco acquatico Acquajoy" Rivoli (TO)

L'articolo qui presentato è frutto di ricerche condotte dal Dott. Temporelli* ed è espressione della joint venture tra S.I.T.A., azienda leader nel settore del trattamento acque (con particolari competenze nell'ambito della disinfezione UV) e Drago Piscine, società di riferimento nel settore piscine (facente tra l'altro parte del gruppo multinazionale JohnsonDiversey).

*Fisico, Consulente ambientale. R&D S.I.T.A.