

Università degli Studi di Napoli “Federico II”

Scuola Politecnica e delle Scienze di Base



Corso di Laurea in Ingegneria Chimica

Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale

**Presentazione per il corso di
Processi chimici per il trattamento di acque contaminate**

Trattamenti di disinfezione delle acque di piscina

Candidato:
Maria Vittoria Maiorino M55-769

Professore:
Raffaele Marotta

Anno accademico 2017/2018

Tecniche di disinfezione delle acque di piscina:

-cloro

-ozono

-UV

-AOP

Per evitare la proliferazione di batteri e agenti patogeni, nelle piscine si aggiungono prodotti chimici capaci di generare indipendentemente acido ipocloroso (HClO) e radicale ipoclorito (OCl-) i quali forniscono cloro attivo libero al fine di mantenere l'acqua disinfettata

La tossicità del cloro dipende strettamente dalla sua concentrazione, dalla durata e dalla frequenza di esposizione dell'organismo a tale elemento chimico

PROBLEMATICHE ANNESSE ALL'USO DI CLORO:

- I parametri iniziano a cambiare quando l'acqua contiene sostanze organiche e inorganiche ricche di azoto: l'organismo umano nuotando rilascia nell'acqua prodotti di secrezione ricchi di azoto che si combinano con il cloro formando le **cloroammine**.
- **rischio batteriologico - Rischio da Cryptosporidium.**

I frequentatori della piscina introducono nell'acqua, inevitabilmente, un'elevata quantità di microrganismi, anche patogeni, che il disinfettante presente in vasca non sempre riesce ad abbattere efficacemente

In Italia, per legge, il tenore di cloro attivo libero, impiegato per la disinfezione, deve avere un valore contenuto in un intervallo tra **0,7 e 1,5 mg/l**, mentre il cloro combinato, in pratica la sommatoria delle varie clorammine, non deve superare il limite di **0,4 mg/l**.

Metodi alternativi all'utilizzo del cloro.

ALTERNATIVE AL CLORO:

OZONO, UV, SISTEMI AOP.

OZONO

Fin dagli anni '50 del novecento l'ozono viene utilizzato per trattare l'acqua di piscina, specialmente in Europa se ne contano oltre 2000 tra natatorie e termali, ma come per il cloro, che è l'agente disinfettante più utilizzato per l'acqua di piscina, l'ozono è un gas altamente instabile e tossico se sovra dosato.

Vantaggi del trattamento a base di ozono sono:

- acqua trasparente, limpida e inodore;
- non è necessario utilizzare prodotto correttore del pH;
- in natura è il più attivo ossidante disponibile;
- nella lotta ai batteri è circa 3000 volte più attivo del cloro.

Svantaggi del trattamento a base di ozono sono:

- a normali condizioni ambientali è un gas molto instabile, e non può essere immagazzinato ma deve essere creato “in loco” quando serve;
- viene sterilizzata solo l’acqua che passa dalla cella ad ozono e non tutta l’acqua di vasca in ogni momento, quindi l’impianto deve avere una filtrazione molto veloce;
- in Italia per legge bisogna comunque immettere prodotto clorante anche se in minore quantità;
- ha costi di gestione elevati, soprattutto per la costante manutenzione necessaria.

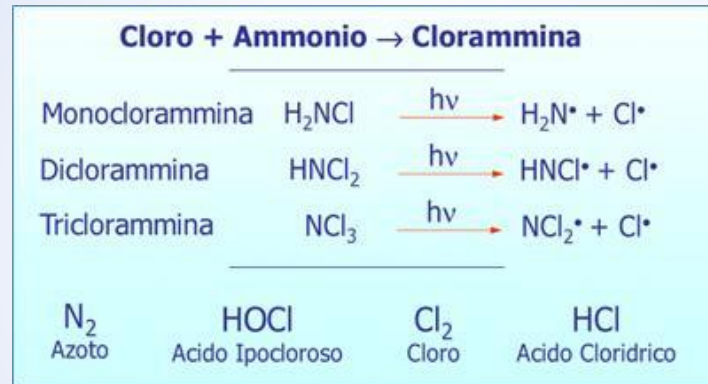
AZIONE NELL'ACQUA	CLORO	OZONO
Odore	Sgradevole	Nessuno
Sapore	Sgradevole	Nessuno
Colore	giallognolo	Incolore
Potere ossidante	Buono	Elevato
Attività antivirale	Quasi nulla	Elevata
Attività antibatterica	variabile da specie a specie	Ampio spettro di batteri
Attività distruttiva su alghe	Lieve	Elevata
Attività distruttiva su miceli	Lieve	Elevata
Attività distruttiva su spore e cisti	Lieve	Elevata
Attività su materiale organico sgradevole (odore e sapore)	Nessuna	Elevata
Meccanismo reazione di ossidazione	Ossidazione indiretta con produzione di clorammine, clorofenoli ecc.	Ossidazione diretta con ossigenazione dell'acqua

LE CLOROAMMINE

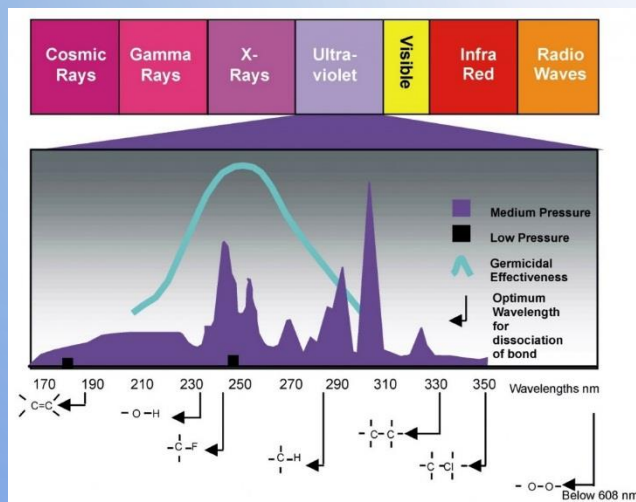
la riduzione della cloroammia nell'acqua della piscina protegge la salute di tutti e protegge la costruzione stessa dell'edificio con conseguente risparmio sui costi per le riparazioni.

Il processo di dissociazione del cloro combinato

Le molecole che formano il cloro combinato, unione tra le sostanze organiche introdotte dai bagnanti e il cloro, si sviluppano rapidamente nell'acqua. Questo negativo processo si scompone con l'azione fotolitica di radiazioni UV di specifiche lunghezze d'onda:



La scomposizione di queste dannose molecole, avviene per l'effetto fotolitico di radiazioni **UV** di ben identificate lunghezze d'onda:



- λ 245 nm, per le monocloroammine
- λ 297 nm, per le dicloroammine
- λ 340 nm, per le tricloroammine

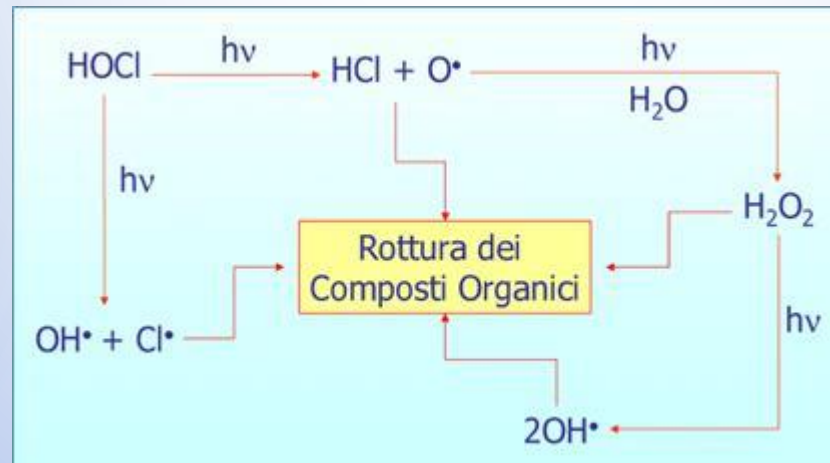
RAGGI UV

Una risposta completa, ecologica, alle problematiche elencate è offerta dall'impiego degli **impianti UV** a media o bassa pressione, con lampade che emettono energia a varie lunghezze d'onda capaci di modificare le molecole, espressioni del cloro combinato quali, monoclorammine, diclorammine e triclorammine.

E' necessario precisare da subito che il sistema a raggi ultravioletti (UV) **non sostituisce** la disinfezione tramite cloro, ma vi si affianca potenziandone l'efficacia e riducendone gli effetti indesiderati

Il processo di riduzione delle sostanze organiche.

Il miglioramento della trasparenza dell'acqua in piscina è dovuto all'importante riduzione delle sostanze organiche che non sono trattenute dai filtri e che opacizzano l'acqua della vasca. Con le radiazioni degli UV a media pressione si realizza infatti un processo di “*ossidazione avanzata*”, nei confronti dell'acqua che contiene il cloro. In questo processo si sviluppano radicali idrossili che agiscono sulle “membrane” delle sostanze organiche che si sciolgono nell'acqua per “litiosi”.



RISULTATI DEL TRATTAMENTO:

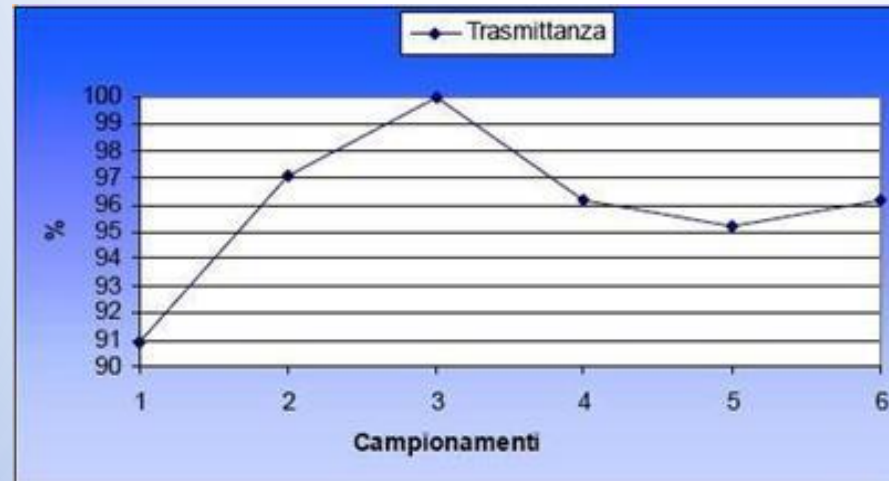
- **Abbattimento delle cloro-ammine.**
- **Riduzione delle sostanze organiche.**
- **Abbattimento dei microrganismi insensibili al cloro, quali Cryptosporidium e Giardia.**
- **Riduzione dei costi di gestione per il minore l'impiego di prodotti chimici e per un ricambio d'acqua ridotto al minimo.**
- **(*) Maggiore trasparenza delle acque;**
- evita le irritazioni;
- a differenza dell'ozono il loro utilizzo non è tossico;
- il reattore è resistente agli urti;
- di facile installazione;
- si conserva a lungo nel tempo.

SVANTAGGI DEL TRATTAMENTO:

- quando la filtrazione è ferma non avviene nessuna disinfezione, poiché non c'è ricircolo di acqua nel debatterizzatore;
- necessario comunque immettere cloro in minime quantità;
- il ricambio delle lampade UV deve essere effettuato con una cadenza costante, perché in base alle ore di funzionamento perdono efficacia o si esauriscono (vita massima garantita dai produttori 10 mila ore – miglior efficienza fino a 6 mila ore);
- una maggior cura nella manutenzione della piscina dovuta al periodico cambio delle lampade.

(*) Maggiore trasparenza dell'acqua.

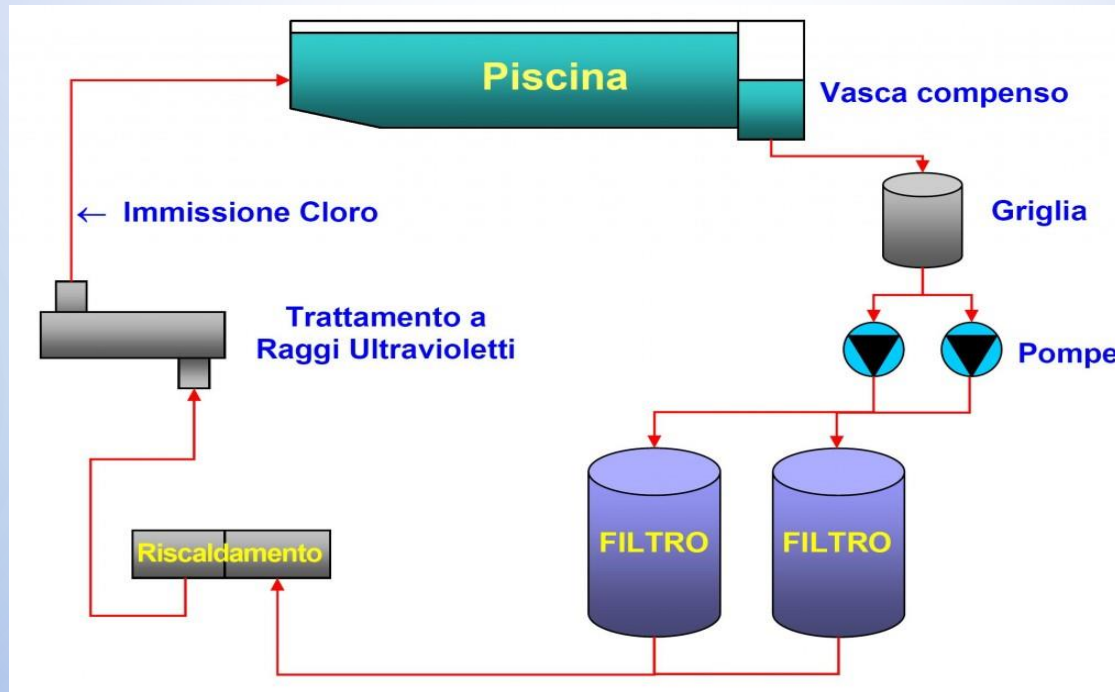
A dimostrazione che con gli UV a media pressione si ottiene anche una maggiore “brillantezza” dell'acqua, a seguito della riduzione delle sostanze organiche, sono state effettuate misure con lo spettrofotometro a 254 nm. Esse hanno evidenziato che la qualità dell'acqua, anche in termini di trasparenza, è significativamente migliorata con l'utilizzo degli UV, confermando quello che si percepisce “a occhio nudo”. La trasmittanza, infatti, da un valore iniziale di circa il 91% si è in breve tempo assestata su valori del 96-97%.



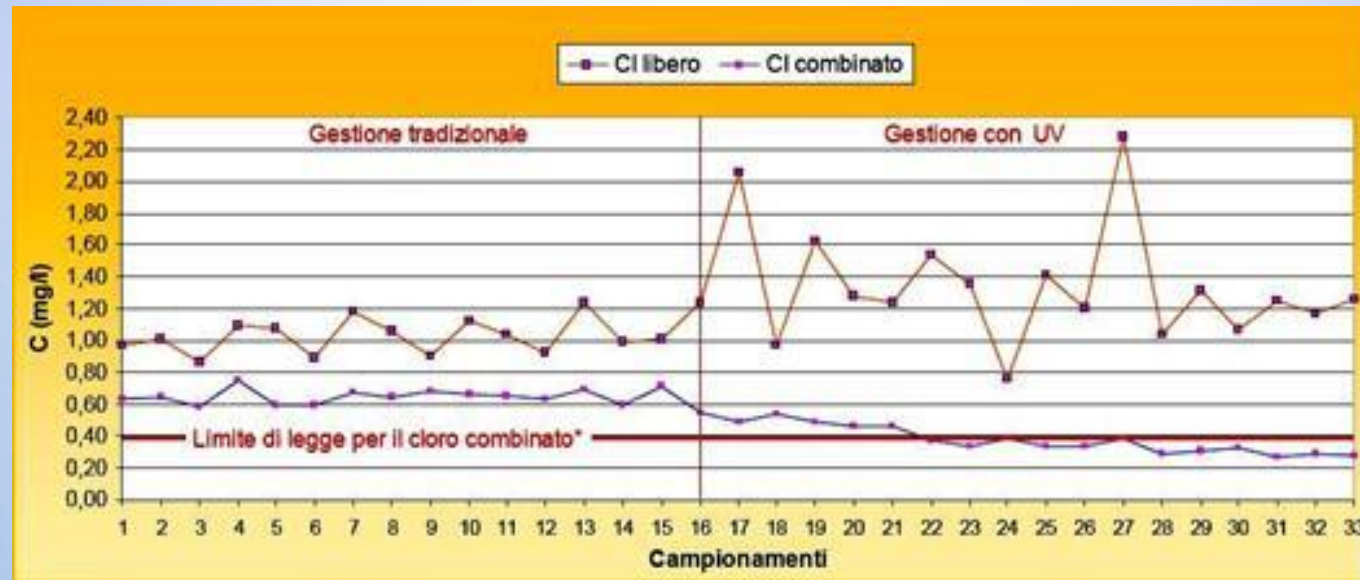
Applicazione dell'impianto UV:

L'impianto UV in piscina lavora parallelamente al trattamento di disinfezione con il cloro. L'installazione del reattore si inserisce nel circuito di ricircolo e viene posizionato dopo i filtri ma prima dell'iniezione del prodotto disinfettante.

La corretta applicazione del sistema **UV** prevede che il flusso dell'**acqua** da trattare sia quello **complessivo** che ritorna in vasca dai filtri. In questo modo si eviterà la pressoché inevitabile colonizzazione batterica.



Nel grafico qui sotto è rappresentato il rilevamento del Cloro libero e del Cloro combinato in una piscina da 900 m³, per tre volte al giorno. L'impianto tratta tutta l'acqua nel percorso tra i filtri e la vasca.



Per la prima metà del rilevamento, la “chimica” in piscina è stata gestita con pratiche tradizionali. Nella seconda parte il rilevamento ha interessato i valori del Cloro libero e del Cloro combinato dopo l'attivazione dell'impianto UV a media pressione

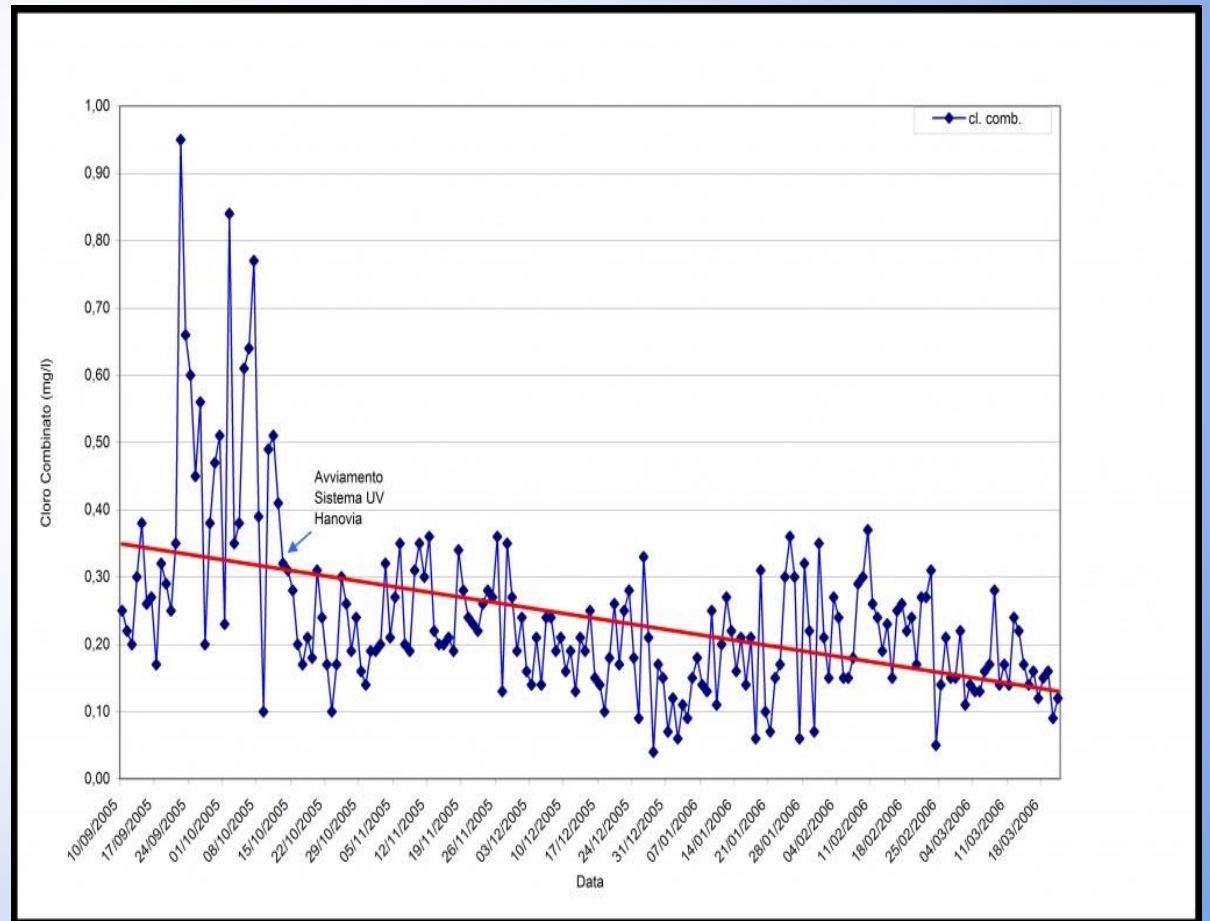
Il ritorno dell'investimento

Calcolando orientativamente i costi di gestione di una vasca da 25 m, con volume di 600 m³, attrezzata con un sistema a raggi ultravioletti a media pressione, si possono ottenere questi risultati economici:

- **Costi per gli UV** – Energia elettrica e ricambio lampada: € 7,00/giorno, pari a € 210,00/mese
- **Risparmio** – Circa 30 m³ giorno d'acqua riscaldata: € 90,00/giorno, pari a € 2700,00/mese.

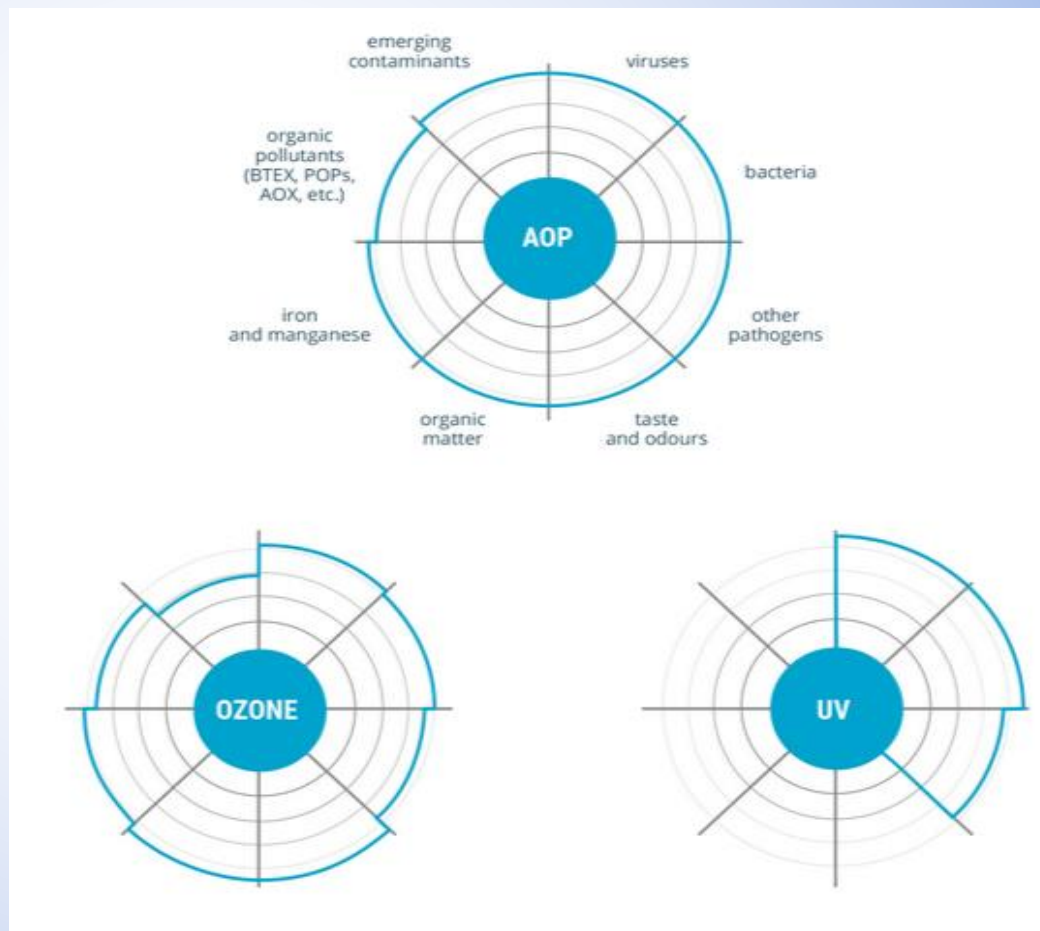
Il **saldo** attivo mensile ottenibile è di almeno 2500 Euro a cui si possono aggiungere i risparmi derivanti dal minor uso di prodotti chimici (almeno il 50% in meno di cloro).

In queste condizioni è ragionevole ipotizzare il ritorno dell'investimento anche prima di 18 mesi.



ENTRANDO NEL DETTAGLIO DI UN PROCESSO AOP

Da quanto detto sull'ozono in precedenza, è chiaro che l'uso tradizionale di questo da solo non può garantire la completa rimozione da agenti indesiderati. L'elevato potenziale di ossidazione dell'ozono può essere innalzato con la combinazione con trattamenti UV o con trattamenti con H₂O₂, tramite trattamenti di ossidazione avanzata, AOP



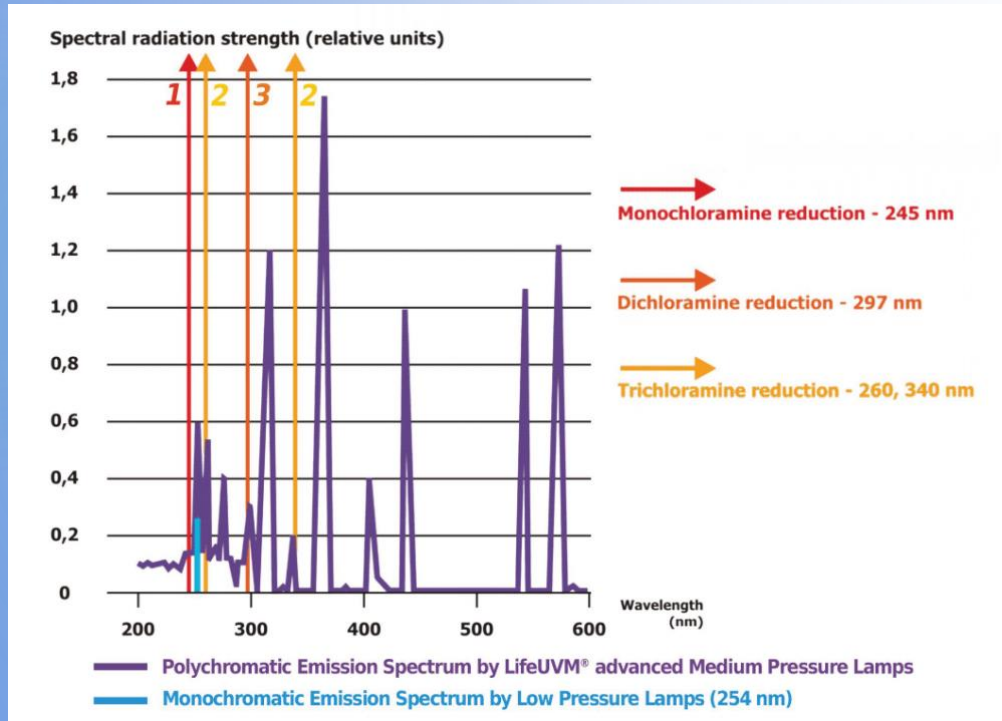
La LIFETECH propone tramite l'attrezzatura LifeOX® ,

tre differenti tecnologie per trattamenti AOP:

-ozono con lampade UV low pressure;

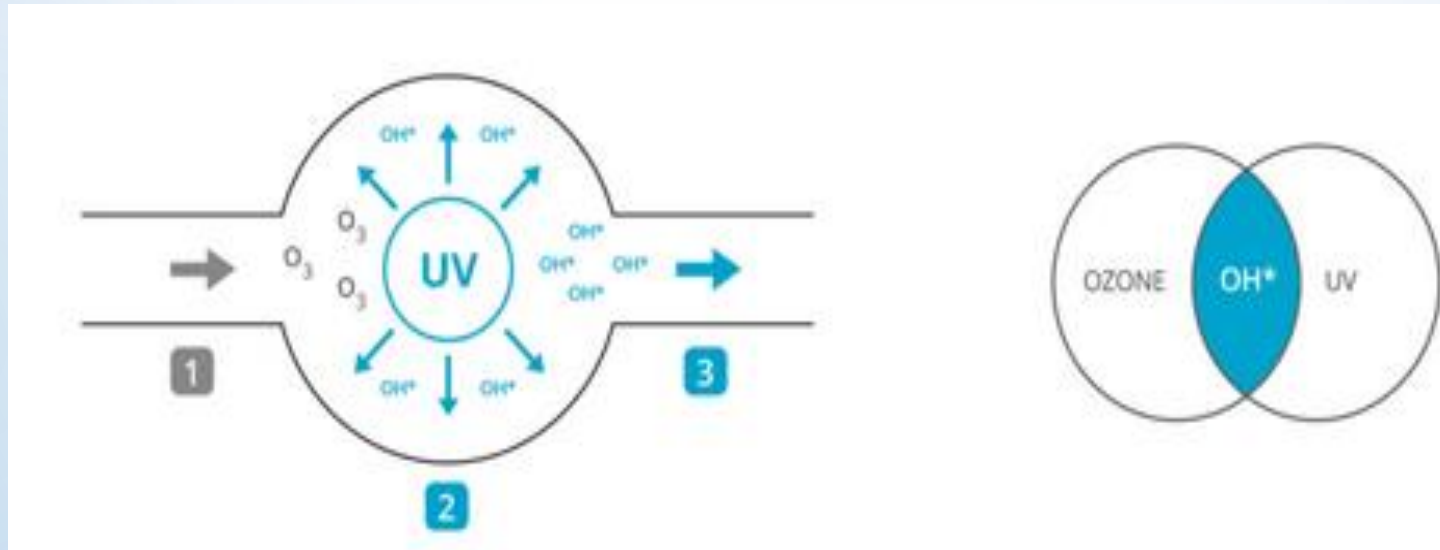
-ozono con lampade UV medium pressure;

-ozono con H₂O₂;



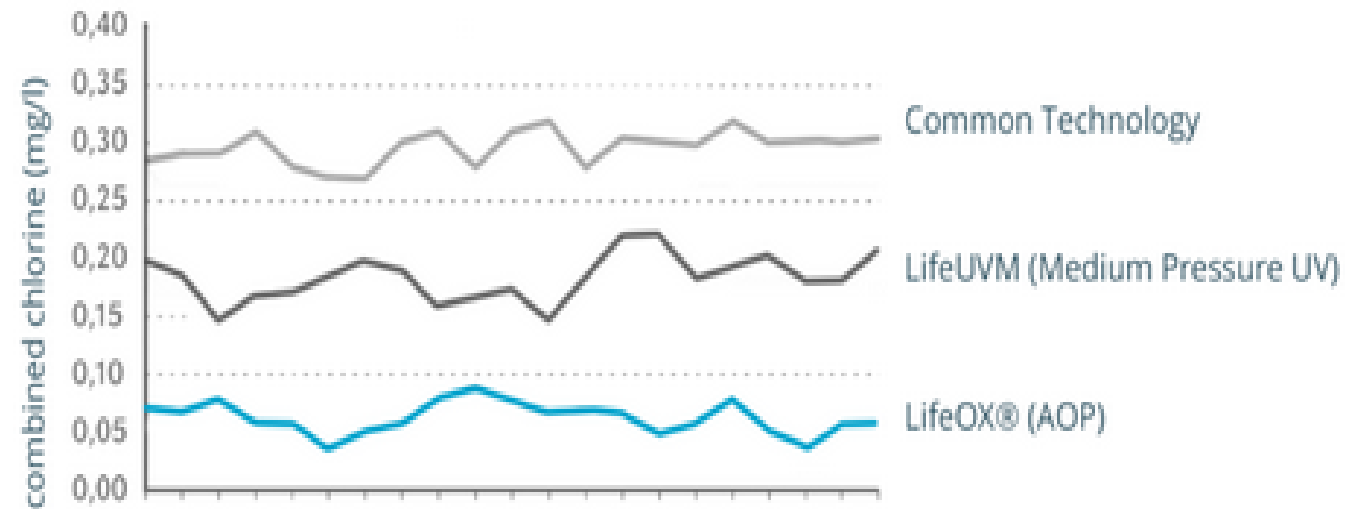
La differenza sostanziale tra low pressure and medium pressure UV è ovviamente la radiazione emessa. In altre parole, la radiazione UV è associata a certe lunghezze d'onda e più ampio è lo spettro delle lunghezze d'onda, più efficace è la disinfezione UV

Come riportato a seguire quando l'ozono dissolto è irradiato(1) da una radiazione UV, in un reattore apposito, si generano radicali OH(2). Il tempo di vita di tali radicali è piuttosto breve. L'intero processo si svolge nel reattore entro qualche millisecondo. L'acqua trattata in uscita sarà poi priva dei radicali OH(3).



EFFICIENZA DI RIDUZIONE DEL CLOROCOMBINATO CON LIFEFOX (AOP)

HIGHLY EFFICIENT ADVANCED OXIDATION PROCESS FOR WATER TREATMENT AND REDUCTION OF COMBINED CHLORINE IN POOLS



KRAVI HORA SPORTS & RECREATION CENTRE SWIMMING POOL

Return of the investments within 1 year thanks to lower operating costs.

Pool types: 25m swimming pool, recreational pool, whirlpool

Total flow: total capacity 700 m³

Supply: *LifeOX*® technology

Total power: 5,5 kW



Riferimenti

La presentazione racchiude informazioni sulle varie tecniche di disinfezione, le quali fanno capo agli indirizzi riportati di seguito:

Effetti del cloro in piscina:

<https://clorocontroverso.wordpress.com/tecniche/>

Trattamento delle acque di piscina con raggi UV:

<http://www.ecolifeprojects.com/tecnologia-a-ultravioletti/il-trattamento-delle-acque-di-piscina/>

Sistemi AOP con ozono:

<https://lifetechozone.com/en/technologies/aop/>

<https://www.lenntech.it/sistemi/uv/piscine.htm>