

**CORSO DI AGGIORNAMENTO
SORVEGLIANZA E CONTROLLO DELLA LEGIONELLOSI: ATTUALITA' IN
TEMA DI LEGISLAZIONE E DI PROVVEDIMENTI TECNICI PER IL
CONTENIMENTO DEL RISCHIO**

Rimini, 21 Marzo 2011 - Sala Smeraldo, Via Coriano, 38

**I metodi di sanificazione e bonifica:
efficacia, vantaggi e svantaggi**

Dr. Roberto Cagarelli

Servizio Sanità Pubblica - Regione Emilia-Romagna

Fattori favorenti la colonizzazione degli impianti

1. Caratteristiche degli impianti
2. Natura dei materiali impiegati per la realizzazione degli impianti
3. Incrostazioni, depositi e processi corrosivi
4. Biofilm
5. Presenza di alghe e amebe acquatiche
6. Altri: presenza di elementi in traccia (Zn, Fe, Mn), ambiente aerobio, ecc.
7. Temperatura

1. Caratteristiche degli impianti

Sono più critici :

- § quelli più vetusti, nei quali è più probabile si siano prodotti fenomeni di usura e corrosione
- § gli impianti idrici o idrosanitari dotati di estese reti di condutture, punti di giunzione e rami morti, tubature con flusso d'acqua minimo o assente e quelli con presenza di serbatoi di accumulo dell'acqua e di impianto di ricircolo,
- § quelli realizzati non correttamente o installati in posizione non idonea
- § quelli scarsamente o mai sottoposti a manutenzione

2. Materiali

- § I materiali porosi e con superfici scabre facilitano la crescita dei batteri
- § I materiali naturali sono suscettibili di degradazione biologica (es. cartone, legno, ecc.) e possono costituire nutrimento per i microrganismi
- § La gomma, il vetro, la plastica permettono tassi di crescita batterica più alti
- § Metalli come il rame e l'argento sono noti agenti battericidi
- § Le tenute in gomma sono state riconosciute come siti privilegiati dove il batterio si accumula arrivando a crescite esplosive di concentrazione

3.1 Incrostazioni

- § I sali di Ca^{++} e Mg^{++} presenti nell'acqua, se sottoposti a riscaldamento o degasazione (torri ed umidificatori) precipitano formando depositi duri e compatti (calcare)
- § La struttura porosa del calcare favorisce la proliferazione di *Legionella* proteggendola inoltre dall'azione dei disinfettanti e della temperatura
- § Riduzione del problema mediante trattamenti antincrostanti o tramite installazione di addolcitori



3.2 Depositi incoerenti

§ Formazioni derivanti dalla precipitazione di sostanze organiche o inorganiche contenute nell'acqua
o
conseguenti all'introduzione di materiali dall'esterno (corpi solidi, ruggine, sabbia, ec.)



§ In analogia alle incrostazioni determinano ostruzioni, inoltre sono possibili fonti di corrosione localizzata.

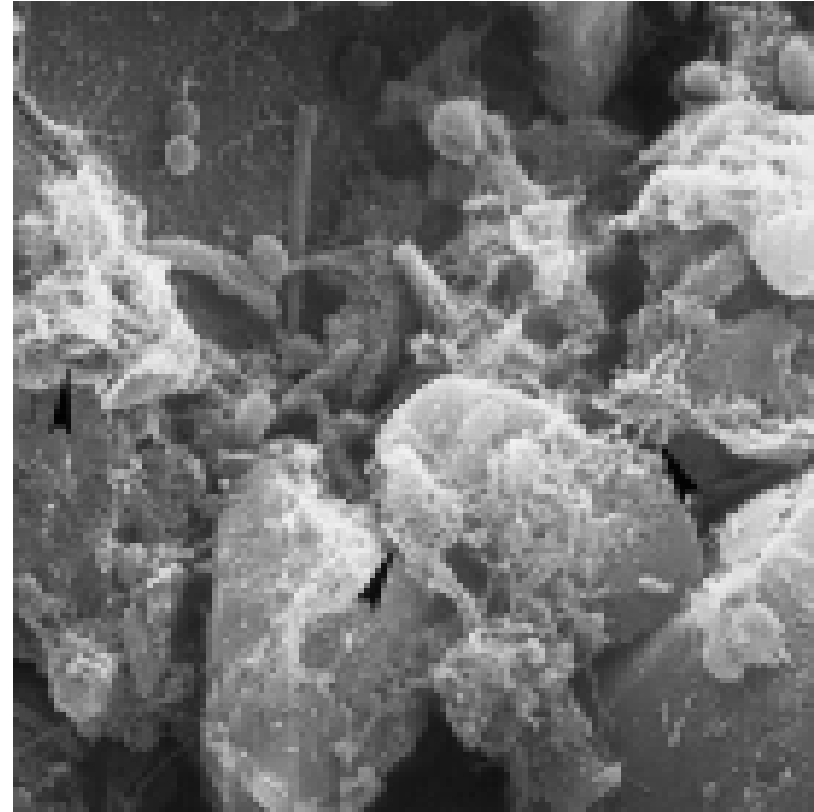
3.3 Corrosioni

- § Riconoscono diverse cause (correnti vaganti, ossigeno disciolto, ingresso nella rete di particelle solide, naturale elettrolisi, ecc.)
- § In genere favorite dalla concomitante presenza di depositi
- § Fenomeno che si autoalimenta
- § Riduzione del problema tramite utilizzo di anticorrosivi (polifosfati, fosfosilicati, ecc) o prodotti a base filmante



4. Biofilm

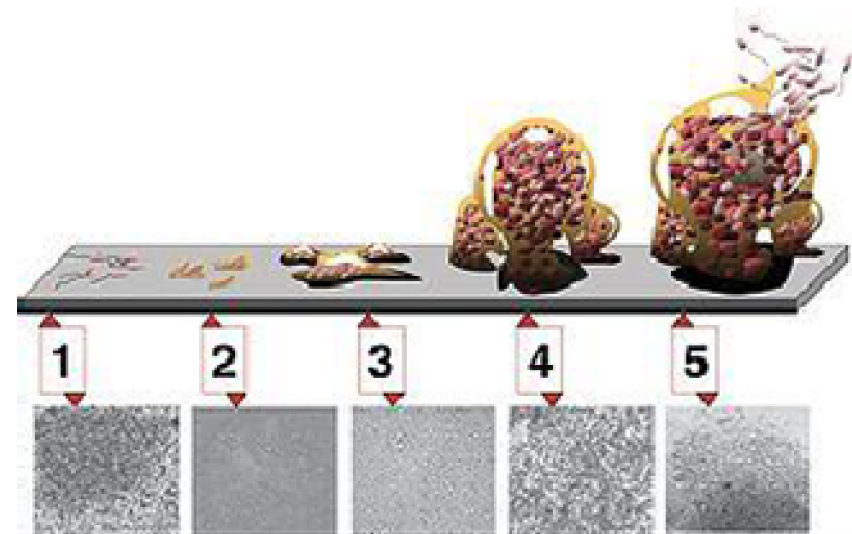
- § E' costituito da una pellicola di microrganismi (batteri, protozoi, miceti) e sostanze organiche che aderisce a irregolarità delle pareti interne delle condutture, formando stratificazioni che hanno l'effetto di corrodere le pareti stesse, facilitando depositi e incrostazioni
- § E' essenziale per la colonizzazione da parte delle legionelle che trovano in esso i protozoi entro cui moltiplicarsi e svolgere il ciclo vitale, oltre a costituire un riparo da stress e biocidi



- § Può essere ridotto con l'ausilio di trattamenti che contrastano corrosione e incrostazioni e con una corretta pulizia e bonifica periodica degli impianti

Biofilm

La formazione del biofilm inizia con l'adesione su una superficie di alcuni microrganismi. Questi hanno la caratteristica di formare strutture idonee a favorire la crescita batterica, a forma di colonna terminante a fungo. La circolazione dei fluidi tra gli elementi consente l'apporto di nutrienti circolanti e l'asportazione dei prodotti di rifiuto.



1. Adesione
2. Adesione irreversibile
3. Maturazione I
4. Maturazione II
5. Distacco

Biofilm

- Oltre il 90% dei batteri vivono nel biofilm
- Il biofilm incoraggia l'altruismo
- I batteri “sacrificano” la loro capacità di replicazione a favore di un uso più efficiente delle risorse comuni
- Mentre il singolo è svantaggiato, la comunità conferisce benefici a tutti
- Il biofilms assume le caratteristiche di una piccola città

5. Associazione legionella-protozoi/alghe

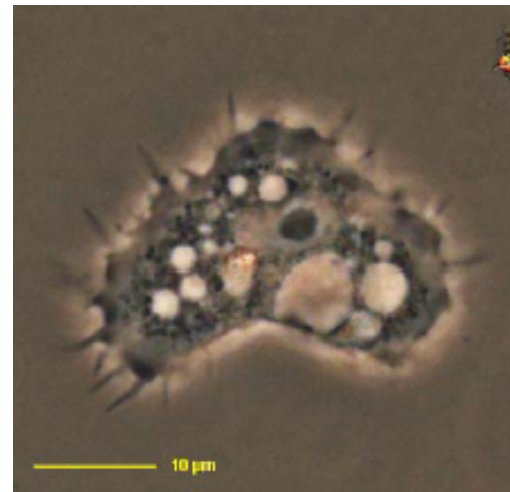
- § *Legionella* si moltiplica all'interno di **protozoi e alghe unicellulari** che gli forniscono nutrimento e offrono protezione dalle condizioni ambientali sfavorevoli, quali la T° elevata e la presenza di disinfettanti
- § Associazione legionella-protozoi = principale fattore della continua presenza del batterio nell'ambiente



Cisti di ameba



Tetrahymena

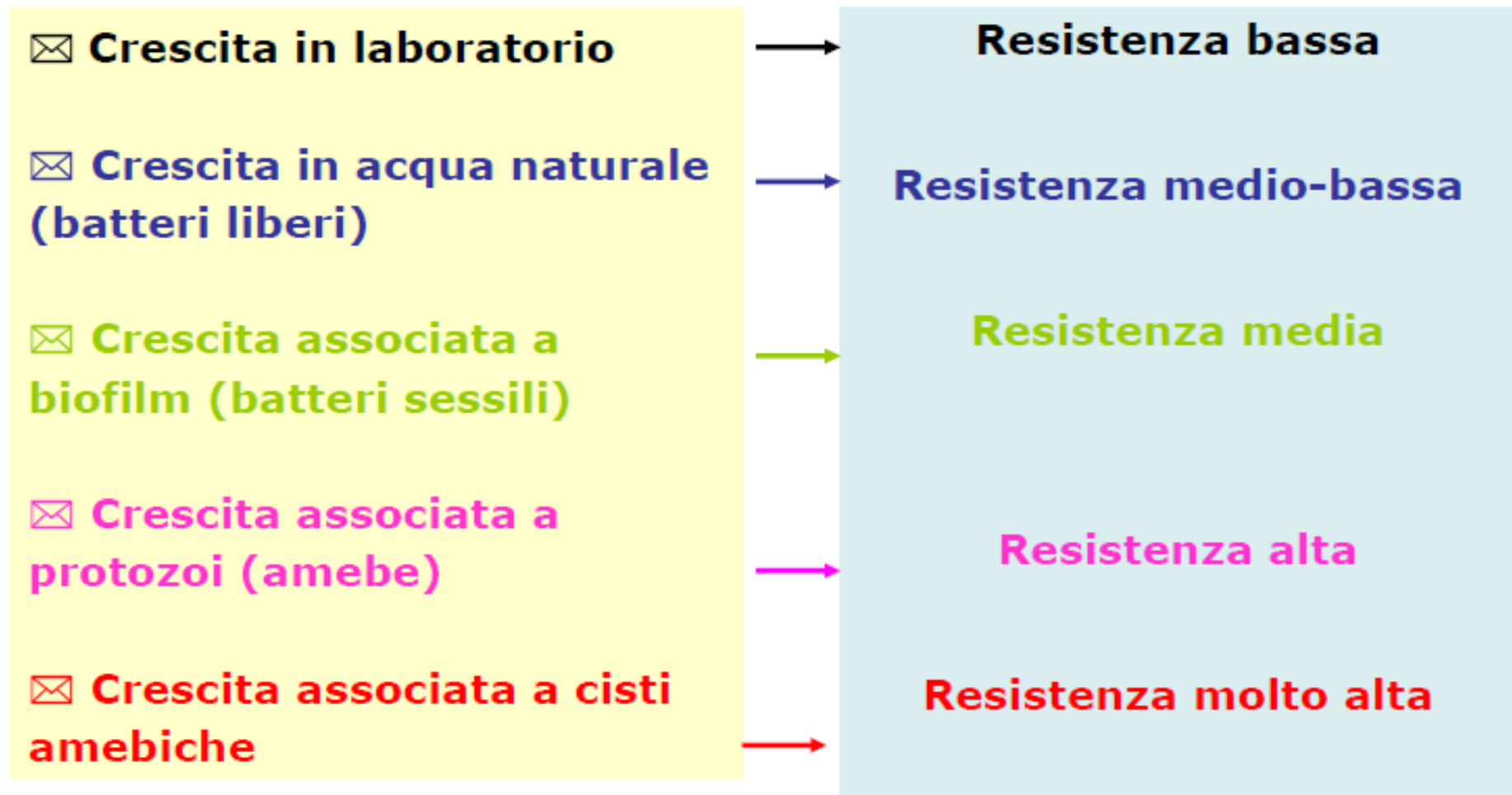


Acanthamoeba



Alga verde

Problemi: la resistenza di *Legionella* spp ai disinfettanti dipende dalle condizioni di crescita



Fonte: Borella P. Università di Modena e Reggio Emilia

METODI DI SANIFICAZIONE E BONIFICA

Attualmente i metodi a disposizione per il controllo della diffusione e moltiplicazione di *Legionella* negli impianti idrici sono numerosi.

L'impiego di tecniche di sanificazione deve rientrare in un processo più ampio di **ANALISI DEI RISCHI** comprensivo di:

- Identificazione e Valutazione dei rischi,
- Gestione del rischio.

Il trattamento non può essere ricondotto sempre ed esclusivamente alla sola disinfezione.

Ciascun metodo di disinfezione possiede **aspetti positivi** e **aspetti negativi**.

Metodi di disinfezione

FISICI

- Temperatura
- Raggi UV

CHIMICI

- Agenti ossidanti (cloro, bromo, clorammine, O_3 , H_2O_2)
- Agenti non ossidanti (chetoni, guanidine, tiocarbammati, aldeidi, amidi, amine, tiocianati, ecc.)
- Ioni metallici (rame, argento)

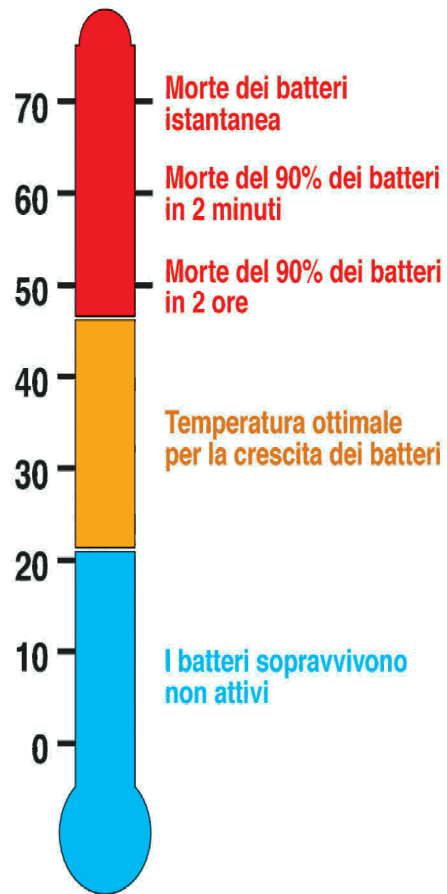
Fattori da considerare per la scelta del trattamento di disinfezione:

- Specificità della Struttura
- Tipologia dell'impianto
- Caratteristiche dei materiali
- Presenza incrostazioni, corrosioni, biofilm
- Caratteristiche dell'acqua (pH, T, torbidità)
- Grado di contaminazione
- Semplicità di impiego del metodo
- Possibilità di monitoraggio
- Formazione di by products
- Costi di investimento e gestione

Punti di forza di un trattamento efficace:

- Elevato e duraturo potere battericida e di penetrazione nel biofilm in tutti i punti dell'impianto
- Indipendenza dal valore del pH (e della T)
- Possibilità di mantenere la potabilità dell'acqua trattata (compatibilità con l'attività alberghiera/sanitaria, ecc.)
- Nulla o bassa produzione di by products
- Non interferire con altri tipi di trattamento delle acque ma operare in sinergia
- Possibilità di monitorarne la concentrazione (disinfettanti chimici)
- Facilità e sicurezza d'uso
- Sicurezza per gli impianti
- Buon rapporto costo/efficacia

Metodi per impedire la crescita



La temperatura inattiva le legionelle in modo proporzionale al tempo di esposizione

Al di sotto di 20-25°C *Legionella* sopravvive in stato quiescente

Mantenimento temperatura < 20°C

Commenti

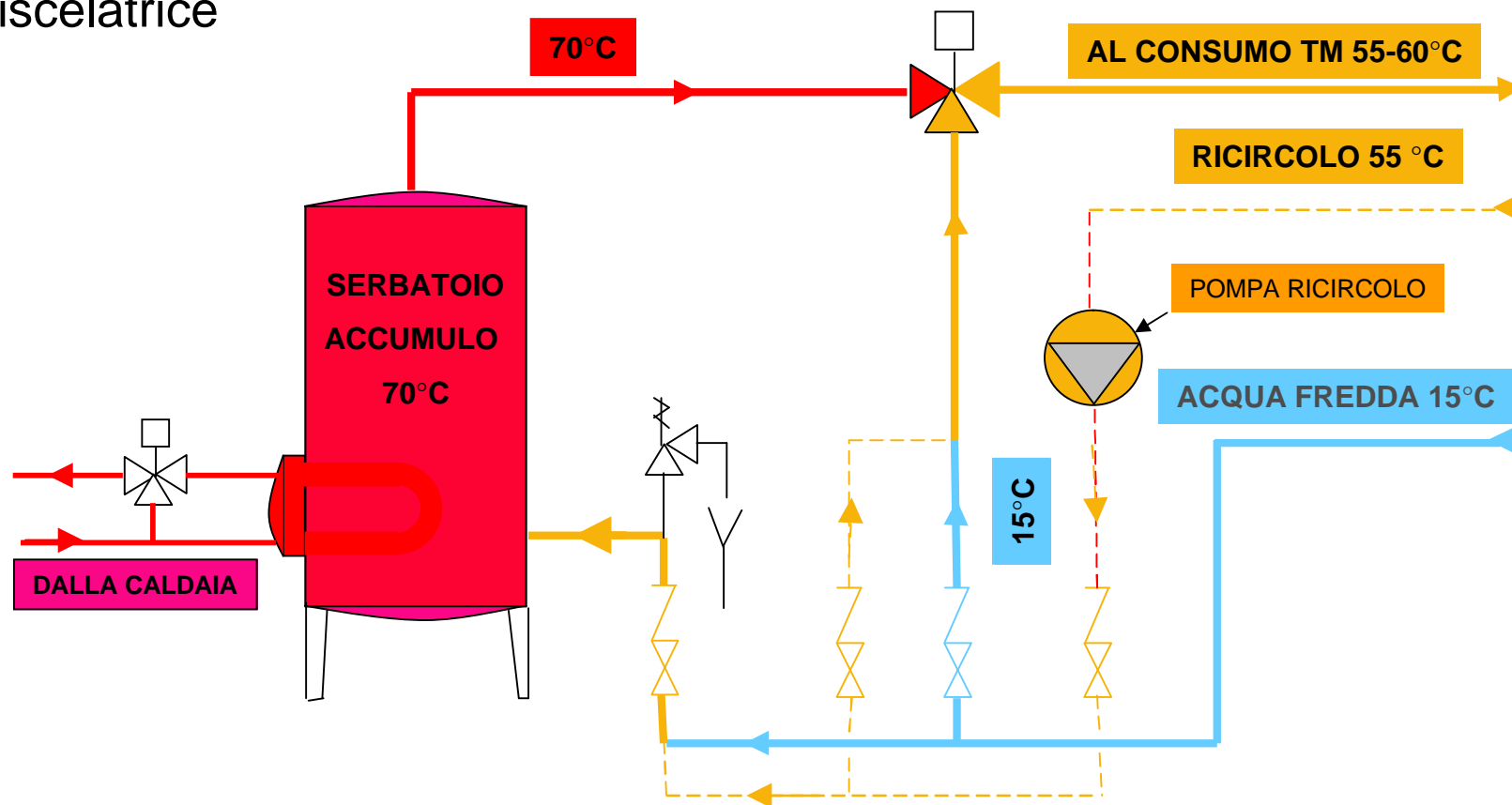
- Nelle reti di distribuzione acqua fredda la crescita di legionella non è in genere preoccupante
- E' possibile mantenere una $T < 20^{\circ}\text{C}$ esclusivamente nelle reti di distribuzione acqua fredda al consumo umano
- Importanza coibentazione tubazioni di distribuzione ACS e corretti tracciati delle tubazioni acqua fredda/calda
- Difficile da rispettare nel caso di terminali morti
- Facile da monitorare (T°)



Mantenimento temperatura > 50°C

Modalità di esecuzione

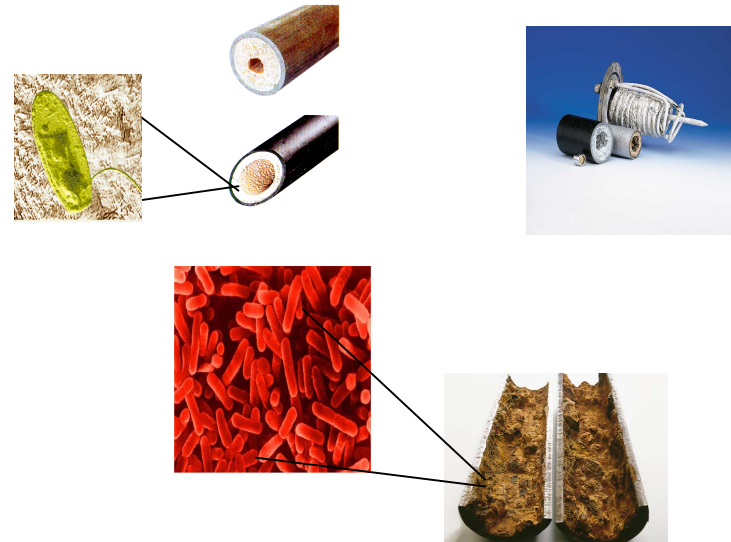
Mantenimento costante della temperatura tra 55-60°C all'interno della rete di distribuzione acqua calda mediante taratura valvola miscelatrice



Mantenimento temperatura >50°C

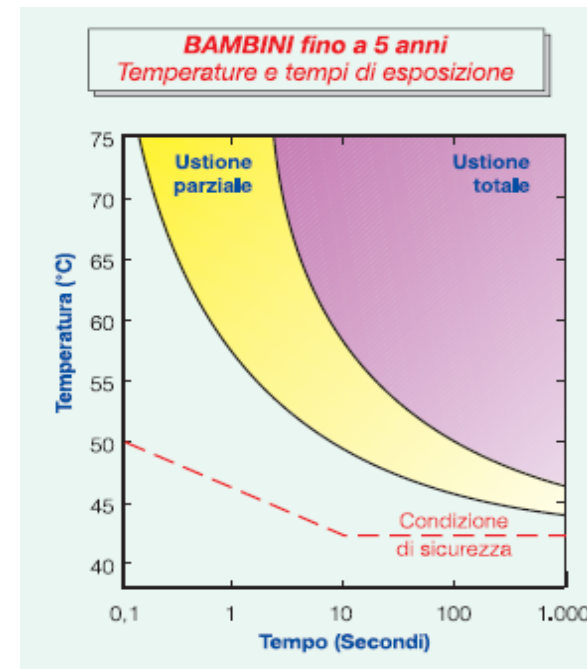
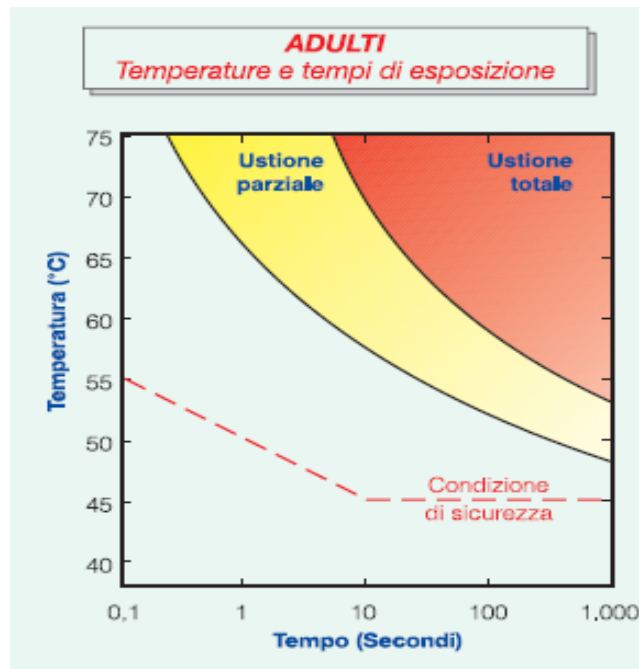
Svantaggi

- Non elimina Legionella
- Non sempre applicabile (centrali termiche non adeguate)
- Contrario al Regolamento sul risparmio energetico D.P.R. 412/93 (T= 48°C + - 5)
- Incrostazione reti di distribuzione e terminali (aumento rischio ricrescita batterica)
- Azione corrosiva nel bollitore e nella rete (aumento rischio ricrescita batterica)
- Possibile riscaldamento dell'acqua fredda



Scottature - Ustioni

- § Scottature cutanee possono verificarsi per contatto con acqua a 40-42°C
- § I bambini e gli anziani sono più sensibili rispetto agli adulti
- § Le mucose sono più sensibili della cute

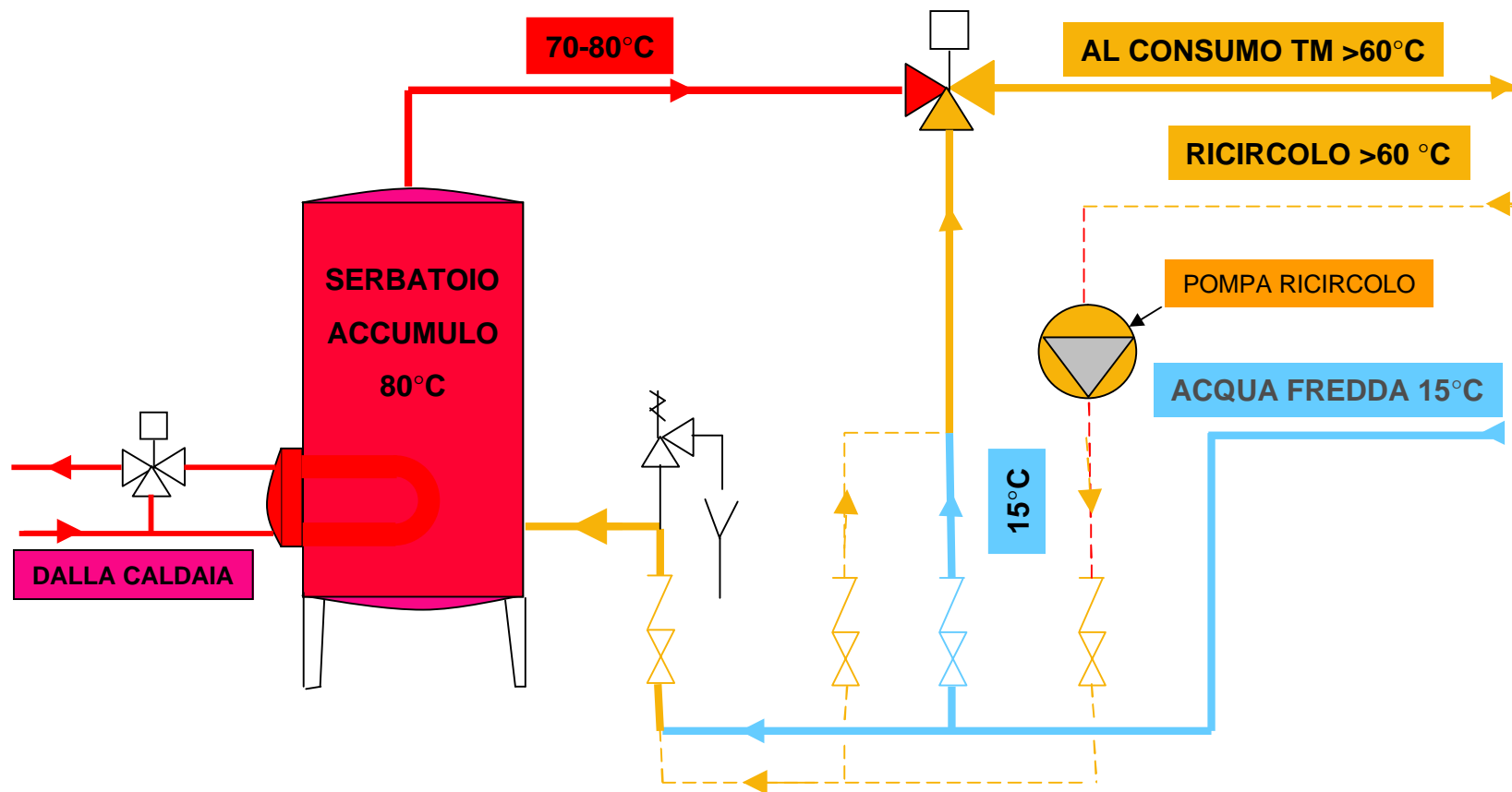


Fonte: Doninelli M., Doninelli M.: Idraulica n.23 – Ed. Caleffi

Shock termico

Modalità di esecuzione

Aumento della temperatura dell'acqua calda a 70-80°C continuamente per 3 gg. con scorrimento per almeno 30 min. al giorno da ciascun terminale (temperatura minima ai punti distali 60°C)



Shock termico

Vantaggi

- Trattamento sistemico
- Non richiede particolari attrezzature
- Utile nelle emergenze
- Buona efficacia nel breve periodo
- Basso costo

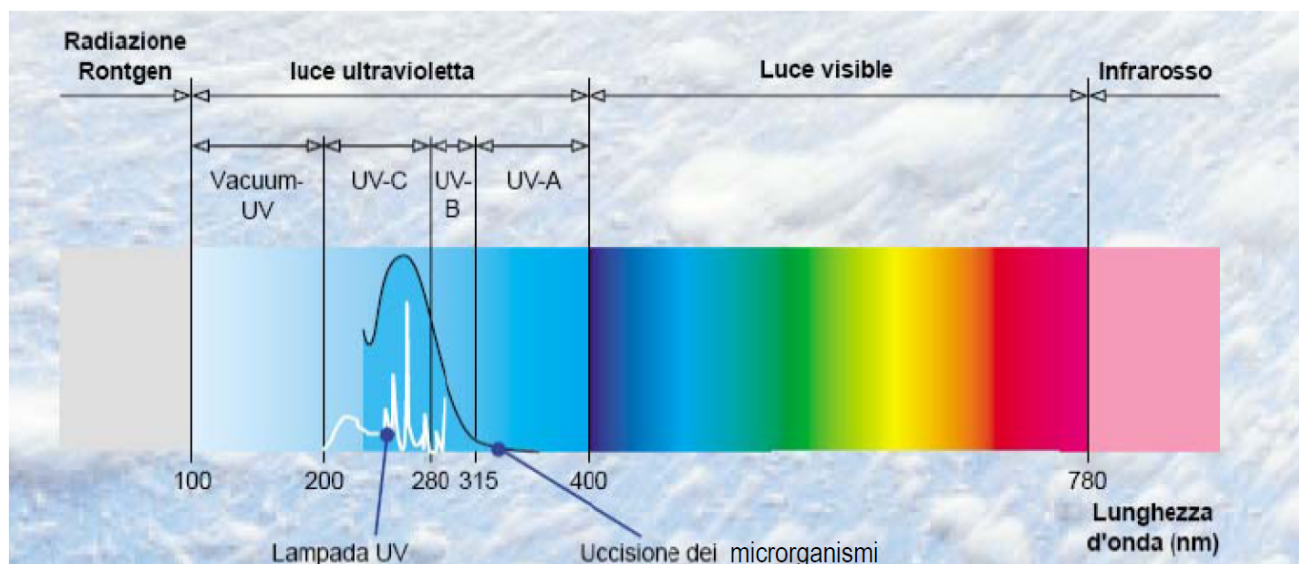
Svantaggi

- Ricolonizzazione rapida (settimane/mesi)
- Non sempre applicabile (centrali termiche non adeguate)
- Richiede tempo e personale per controllo T ai terminali e nei serbatoi e per il controllo dello scorrimento dell'acqua
- Scarsa azione nei punti funzionalmente esclusi.
- Rischio ustioni
- Innesco processi di incrostazione
- Nelle tubature in acciaio zincato: azione corrosiva

Radiazione ultravioletta

La porzione di spettro elettromagnetico con una lunghezza d'onda tra 100 e 400 nm è chiamata radiazione ultravioletta; gli UV-c fanno parte di un sottointervallo con lunghezze d'onda tra 200 e 280 nm.

MAX attività a 254 nm



Gli acidi nucleici assorbono fortemente le radiazioni UV-c. La conseguenza dell'assorbimento è la dimerizzazione tra 2 basi pirimidiniche (citosina o timina) adiacenti in un filamento del DNA. Tale evento compromette la crescita e inibisce la replicazione del microrganismo.

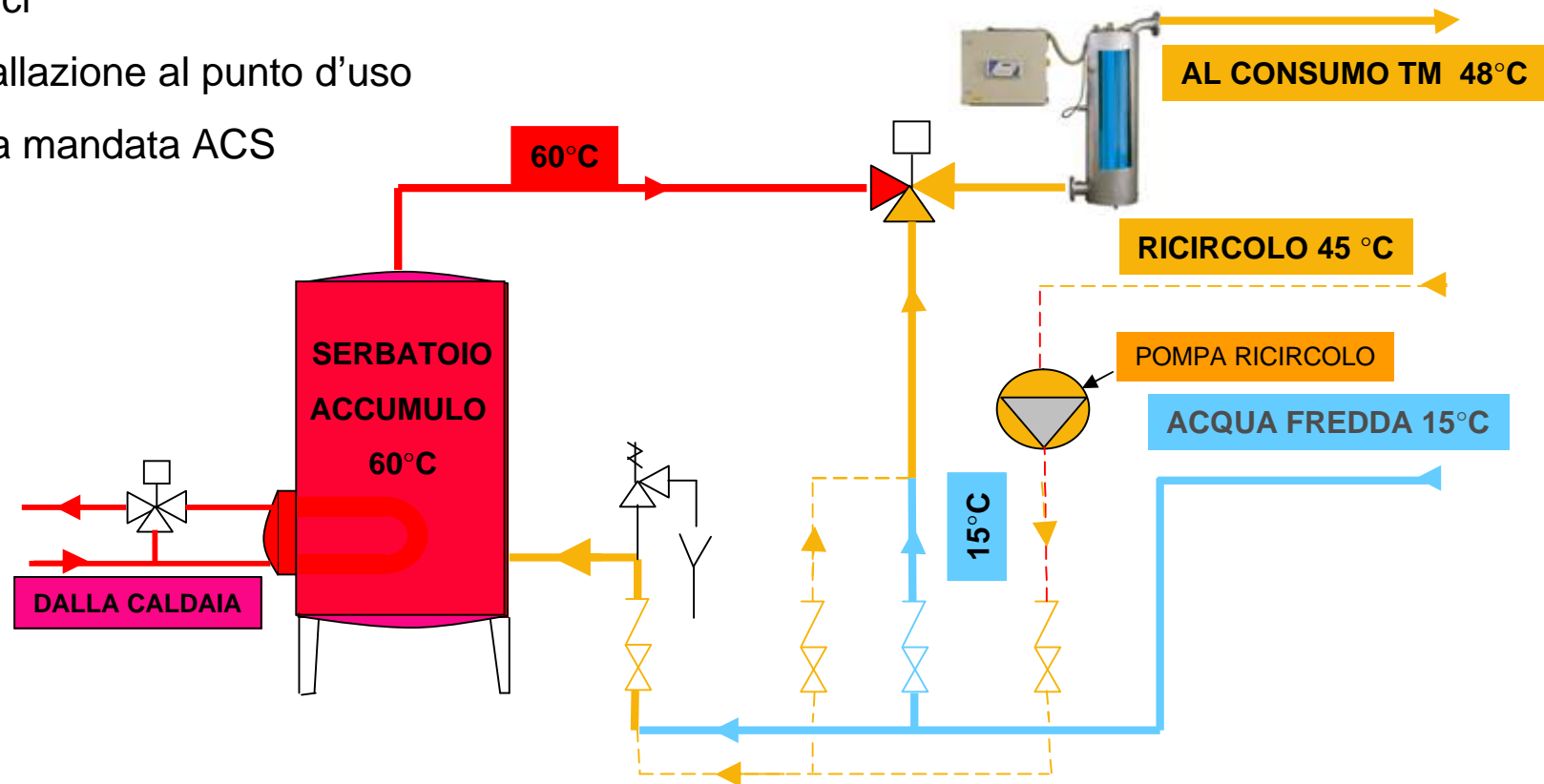
Radiazione ultravioletta

Modalità di esecuzione

Installazione di lampade a raggi ultravioletti UV-c progettate per temperature dell'acqua fino a 65°C.

Le più utilizzate sono le lampade a vapori di mercurio a bassa pressione che emettono in modo monocromatico a una lunghezza d'onda di 253,7 nm; il loro picco di emissione si trova quasi in corrispondenza del picco di assorbimento degli acidi nucleici

- Installazione al punto d'uso
- Sulla mandata ACS



Radiazione ultravioletta

Modalità di esecuzione

- L'acqua scorre in una parte della camera idraulica e l'esposizione alla luce ultravioletta la disinfetta.
- La quantità di radiazione necessaria alla distruzione dei microrganismi è in funzione delle caratteristiche strutturali e metaboliche dei microrganismi stessi (nel caso di Legionella, dosaggio di UV compreso tra 0,5 -3 mJ/cm²)
- Per un buon funzionamento:
 - acque limpide
 - i solidi sospesi interferiscono in quanto assorbono la radiazione, la riflettono ("scattering"), la schermano ("shading");
 - flusso dell'acqua con spessore di pochi cm.

Radiazione UV

Vantaggi

- Facilità di installazione e gestione
- Non modifica le caratteristiche chimiche e organolettiche dell'acqua; non vengono prodotte sostanze dannose
- Di costo ridotto per installazione e funzionamento
- Non causa corrosione
- Efficace nel prevenire la formazione di biofilm se installati nelle nuove costruzioni nel momento in cui l'acqua entra per la prima volta nell'impianto.

Svantaggi

- La disinfezione è limitata al punto di installazione
- Nessuna azione residua
- Richiede un adeguato trattamento dell'acqua (la torbidità ne limita l'efficacia)

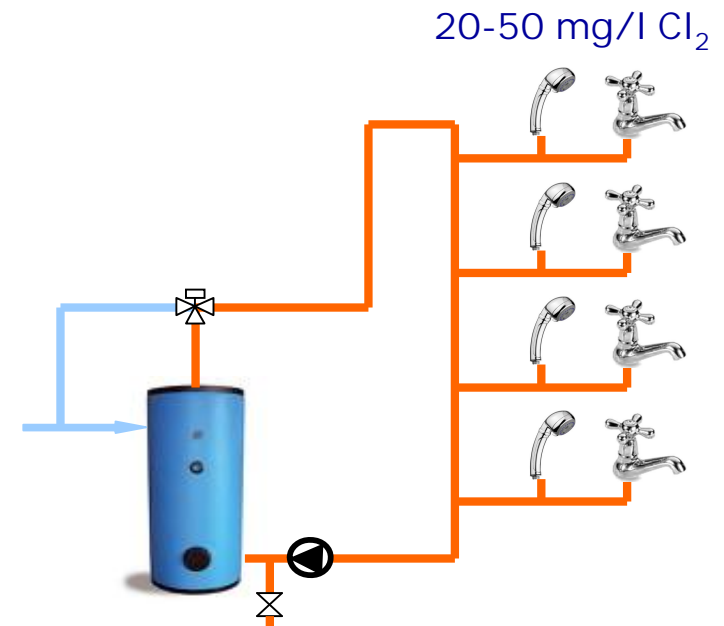
Ipoclorito di sodio

Modalità di esecuzione

Iperclorazione shock:

Immissione di ipoclorito di sodio nel circuito fino ad ottenere una concentrazione di cloro libero tra 20-50 mg/l.

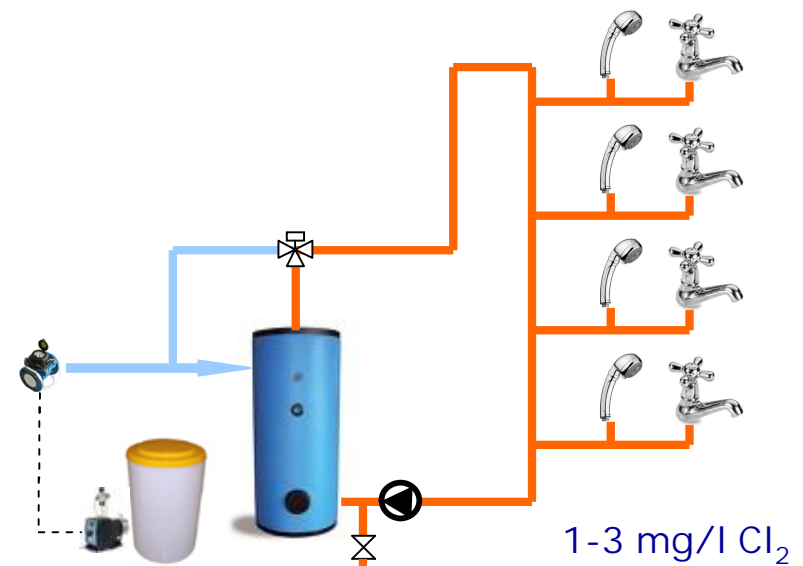
- * Tempo di contatto 1-2 ore.
- * Svuotamento e ripristino del circuito



Iperclorazione continua:

Immissione di ipoclorito fino ad ottenere in continuo alle utenze concentrazioni di cloro libero tra 1-3 mg/l

Vi è accordo sulla efficacia nella riduzione di *Legionella* nell'impianto



Iperclorazione shock

Modalità di esecuzione

- Svuotamento circuito acqua calda sanitaria
- Inserimento stazione di dosaggio cloro
- Smontaggio filtri e rompigitto
- Riempimento circuito acqua calda sanitaria con dosaggio disinfettante
- Flussaggio di tutti i punti terminali con rilievo cloro residuo libero
- Trascorso il tempo di esposizione, svuotamento completo dell'impianto
- Riempimento con acqua di acquedotto
- Flussaggio con verifica cloro residuo libero inferiore a 0,2 mg/L
- Installazione nuovi filtri, rompigitto, soffioni docce (flessibili docce)

Disinfettanti a base cloro: chimica del cloro

I disinfettanti a base cloro, una volta in acqua, danno luogo alla formazione dello ione ipoclorito o dell'acido corrispondente (acido ipocloroso) → **insieme si definiscono cloro libero**

Ø Cloro elementare, Cl₂



Ø Ipoclorito di sodio, NaClO

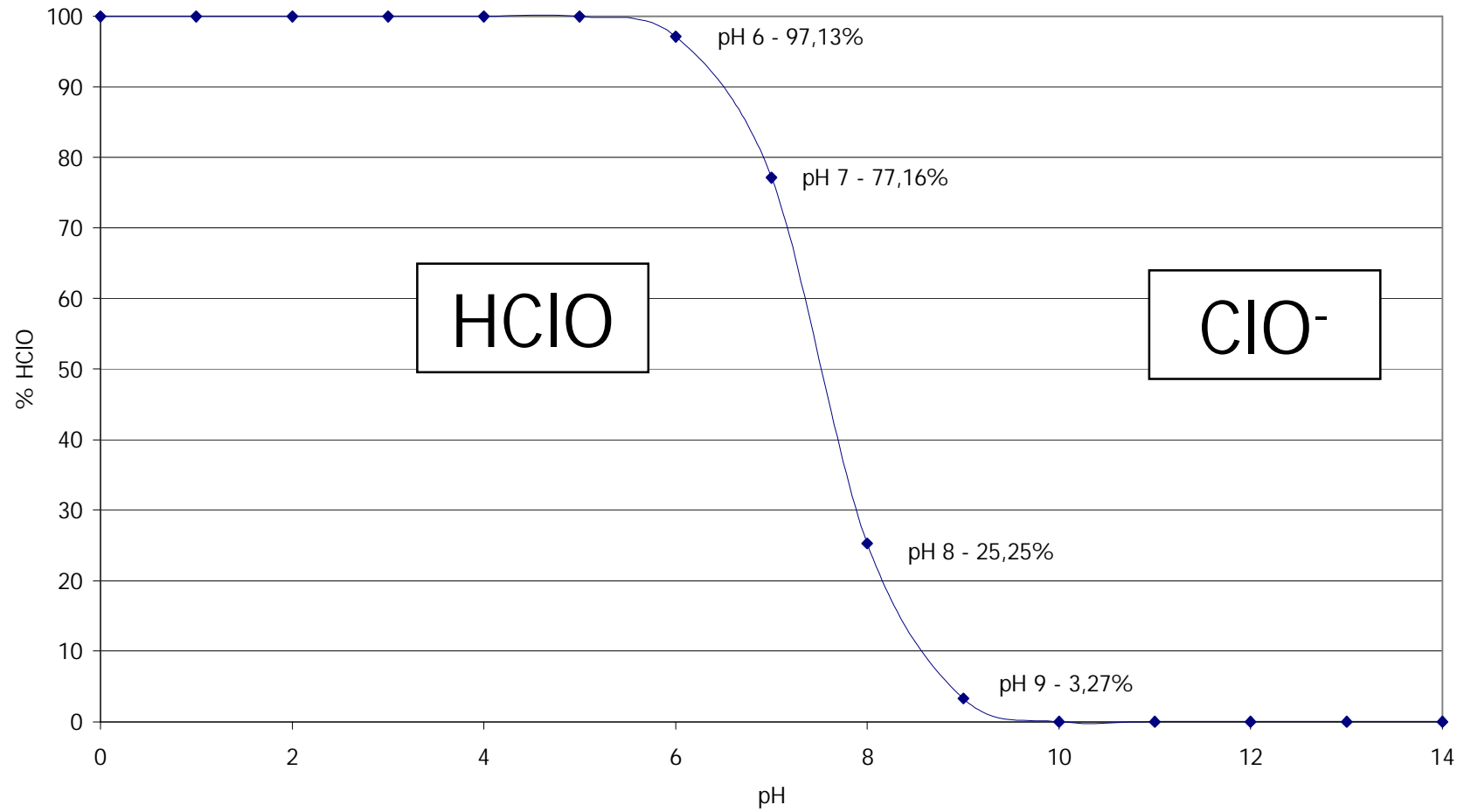


L'acido ipocloroso e lo ione ipoclorito sono in equilibrio in funzione del pH dell'acqua.

Equilibrio di dissociazione dell'acido ipocloroso:



Disinfettanti a base cloro: chimica del cloro



Disinfettanti a base cloro: chimica del cloro

La somma di acido ipocloroso e ione ipoclorito viene definita cloro libero e la concentrazione di cloro libero viene solitamente espressa come ppm (parti per milione) di Cl_2 .

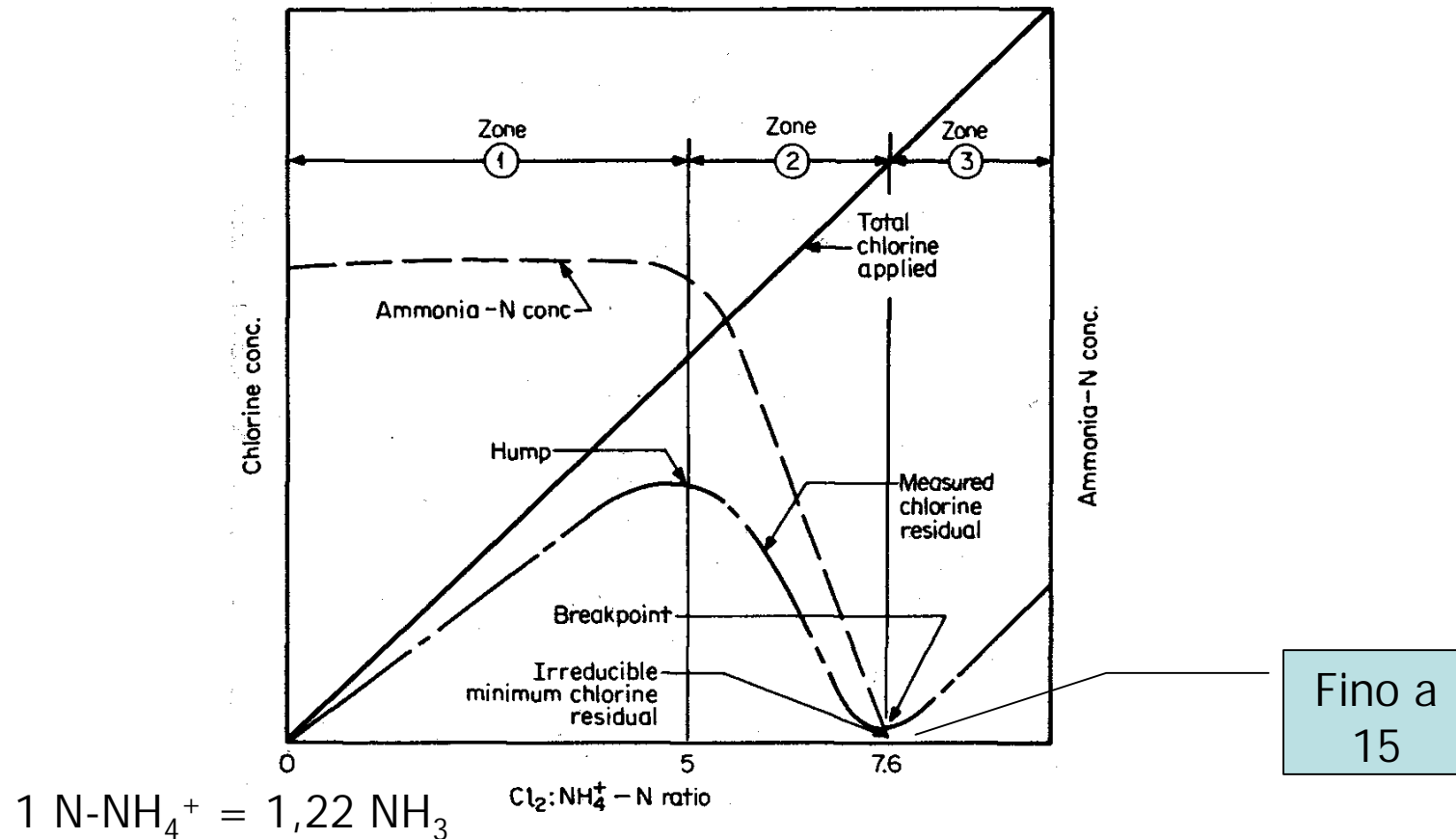
La misura della concentrazione di cloro libero viene effettuata con metodi diversi: colorimetrico, amperometrico etc.

Il metodo di riferimento è il metodo colorimetrico al DPD (N,N-dietil-*p*-fenilendiammina) che prevede, nel metodo, l'aggiunta di un tampone in grado di portare il valore del pH a 6,5.

Confronto tra la capacità disinfettante dello ione ipoclorito e dell'acido ipocloroso (coliformi)

$\text{HClO} : \text{ClO}^-$ 1 : 0,0125

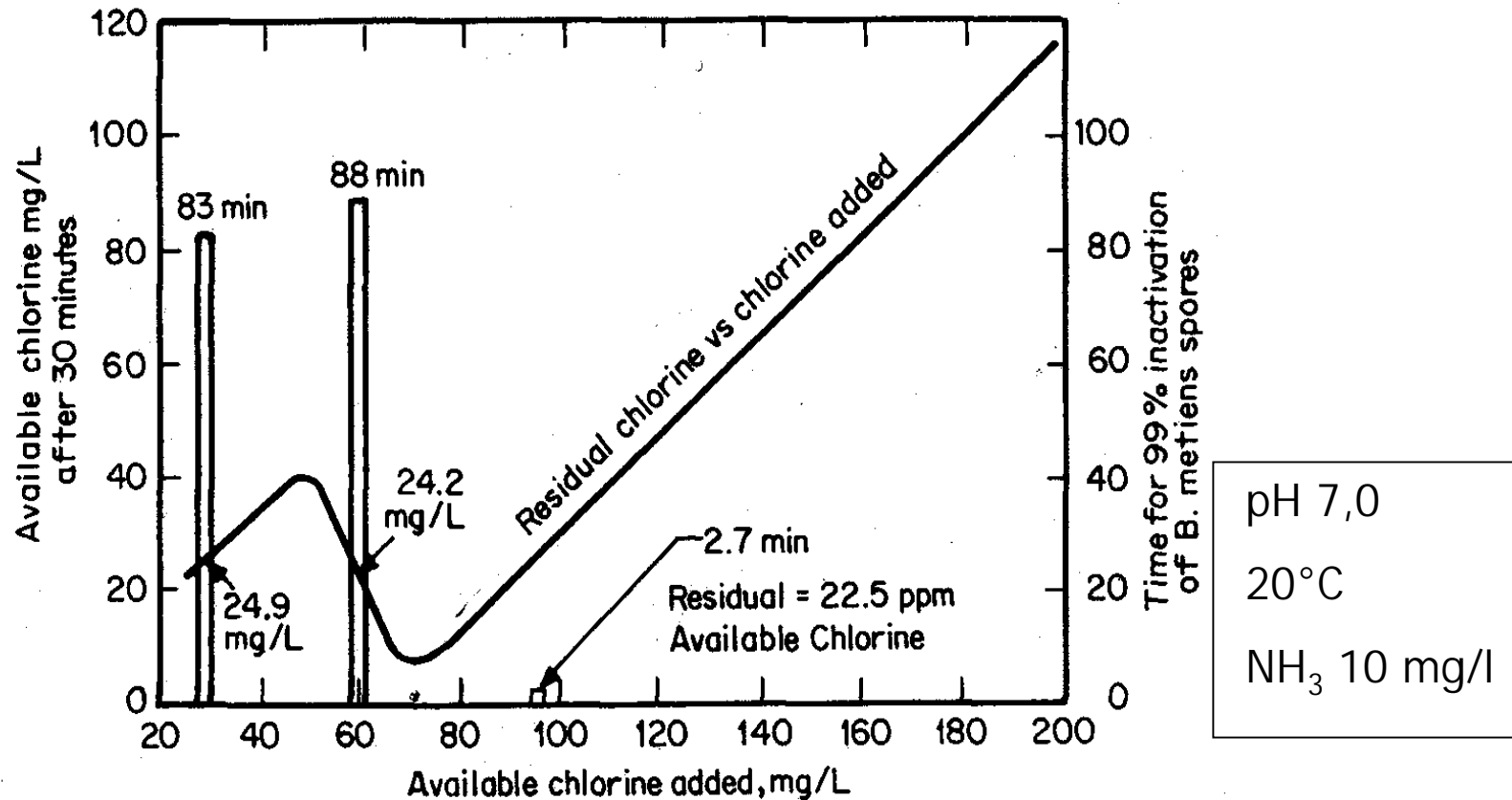
Disinfettanti a base cloro: break-point



Punto oltre il quale la quantità di cloro aggiunto (in qualsiasi forma venga dosato) viene rilevato come cloro libero, ed è quindi disponibile alla disinfezione.

Disinfettanti a base cloro: break-point

Valutazione della capacità disinfettante del cloro libero in diversi punti della curva del break point



Iperclorazione shock

Vantaggi

- Trattamento sistemico
- Buona efficacia nel breve periodo
- Efficacia anche se limitata sul biofilm
- Apparente costo contenuto

Svantaggi

- Ricrescita batterica rapida
- L'azione disinfettante è minima al di sopra dei 30°C e si riduce all'aumentare del pH
- Non compatibile con biossido;
- Scarsa azione nei punti funzionalmente esclusi
- Formazione di sottoprodotti (THM)
- Sensibilità ad esposizione solare e temperatura → parziale inattivazione
- Concentrazione di cloro non compatibile con lo standard sull'acqua potabile (ottimale: 0,2 mg/l)
- Forte azione corrosiva: costo manutenzione impianti
- Richiede protezioni per i pazienti in dialisi

Biossido di cloro

Modalità di esecuzione

Il biossido di cloro è un gas instabile e viene prodotto in loco mediante un generatore.

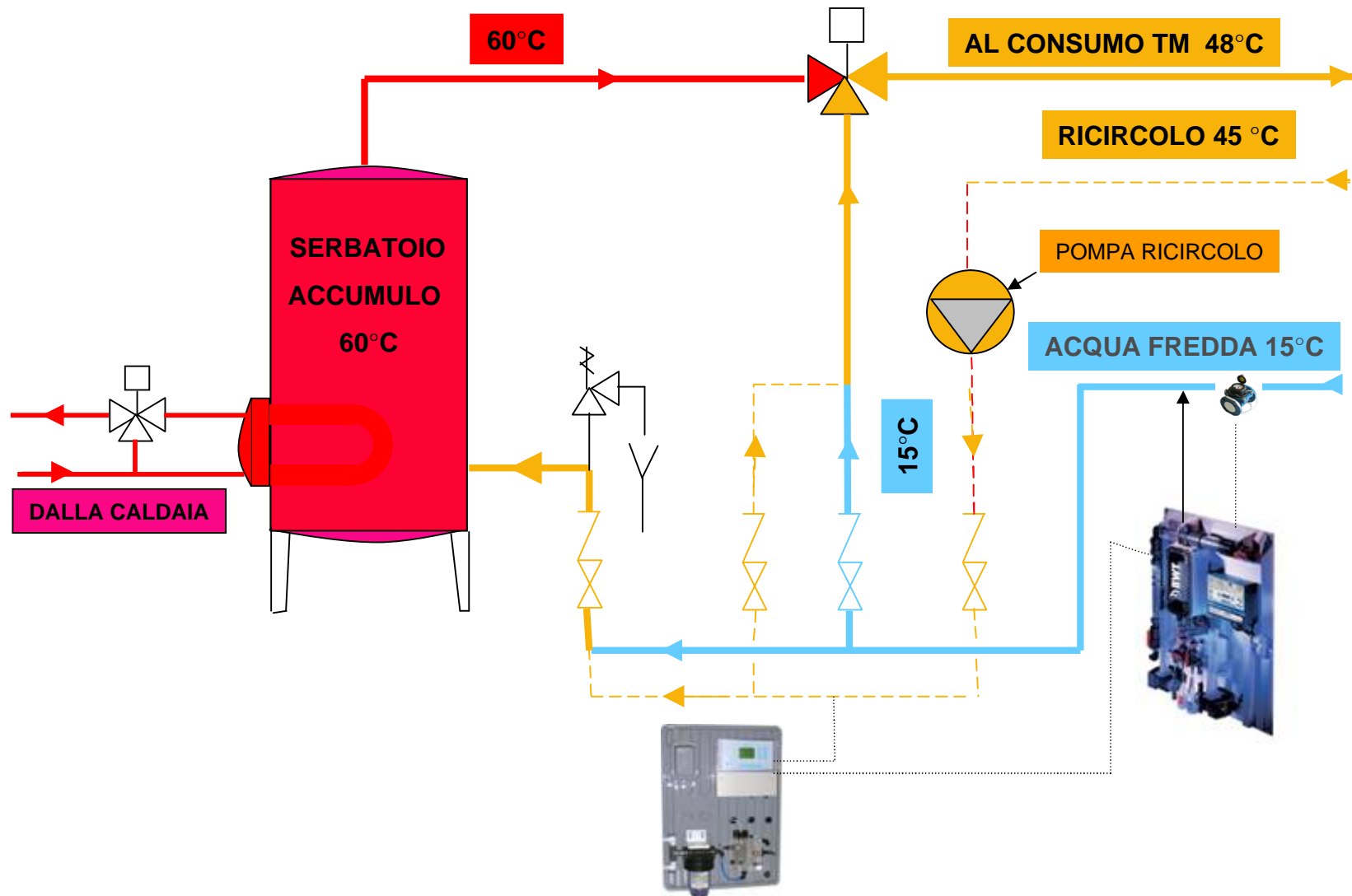
- Vengono impiegati clorito di sodio e acido cloridrico:



- Utilizzato in continuo per acque potabili a concentrazioni di 0,1 – 1,0 mg/L (in genere, concentrazione di 0.2-0.4 mg/l)

Biossido di cloro

Modalità di esecuzione



Biossido di cloro

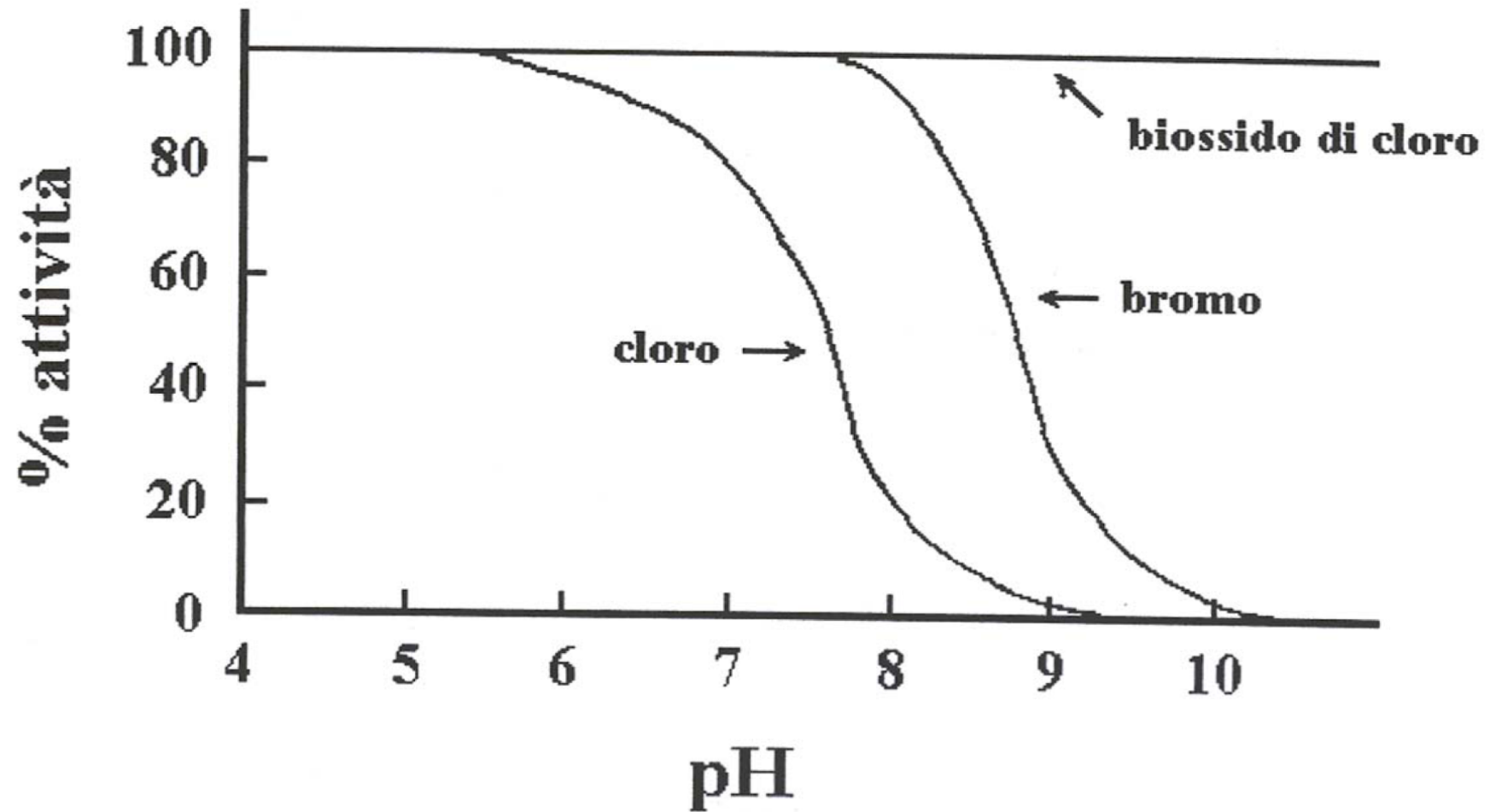
Vantaggi

- Trattamento sistemico con effetto residuo
- Buona attività ed efficacia anche sul biofilm
- Non influenzato dal pH
- Facilità di analisi on-line

Svantaggi

- Possibile formazione di sottoprodotti:
CLORITI / CLORATI oltre limiti D.L. 31/01
- Azione corrosiva
- Non compatibile con gli ipocloriti
- Problemi di sicurezza (gas esplosivo)
- Sensibilità alla luce e alla temperatura
- Scarsa azione nei punti funzionalmente esclusi
- Costo di investimento e manutenzione elevato

Percentuale attiva di alcuni disinfettanti in base al pH



Monoclorammina

Modalità di esecuzione

Disinfettante usato negli USA per il trattamento dell'acqua potabile condotta con ottimi risultati sulla contaminazione da *Legionella*.

La sintesi di monoclorammina avviene tramite l'aggiunta di ammoniaca ad acqua contenente cloro libero:



La di- e la triclorammina si formano come sottoprodotti indesiderati (danno cattivo odore e sapore), durante la sintesi si cerca di minimizzarne la quantità prodotta.

E' disponibile anche un prodotto stabilizzato, la monoclorammina T, pronto all'uso.

Monoclorammia

Vantaggi

- Disinfettante sistemico con azione residua
- Ha un potere disinfettante minore, ma resta attiva a lungo. Per questa caratteristica riesce a penetrare meglio il biofilm
- Forma pochi sottoprodotti di disinfezione (tra cui pochi THM e HAA)
- Attiva anche a pH alcalini (es. acque dure)
- Corrosione contenuta
- Facile da produrre e dosare

Svantaggi

- Effetto lesivo sui componenti in gomma
- Nitrificazione dell'acqua
- Il pH (<7.0) e la [NH₃] influiscono sulla produzione di di- e tri-clorammine (odori e sapori sgradevoli)
- L'ammoniaca causa la corrosione di piombo e rame
- Non utilizzabile per l'acqua impiegata in emodialisi
- Scarsa azione nei punti funzionalmente esclusi

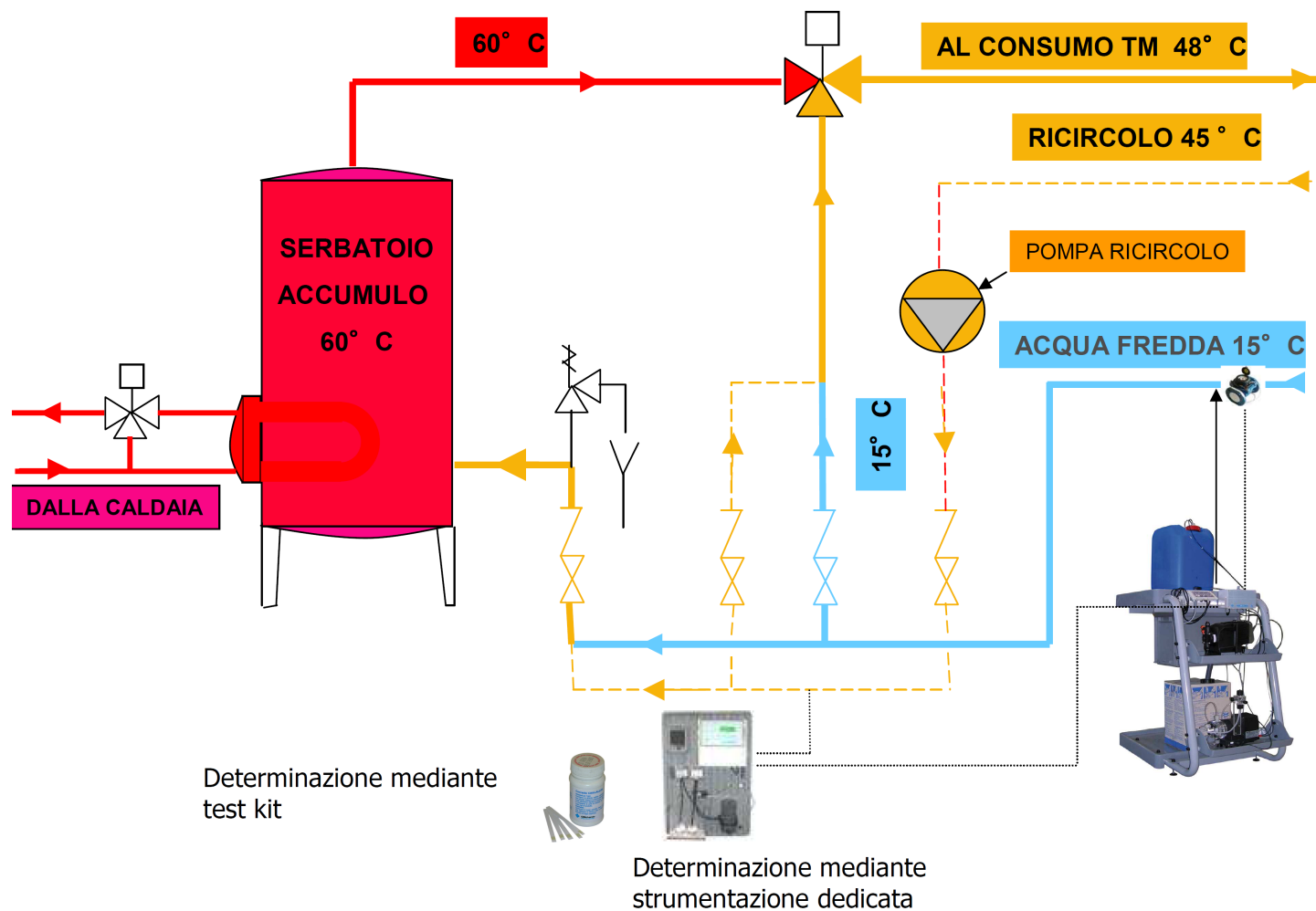
Perossido di idrogeno e argento

Modalità di esecuzione

- Immissione di prodotto fino ad ottenere in continuo alle utenze concentrazioni di prodotto di 10-20 mg/L;
[Ag] < 5µg/L
- Dosaggio proporzionale all'acqua di reintegro al bollitore

Perossido di idrogeno e argento

Modalità di esecuzione



Perossido di idrogeno e argento

Vantaggi

- Trattamento sistemico
- Buona attività ed efficacia anche sul biofilm
- L'argento previene la ricontaminazione
- Nessuna formazione di sottoprodotti:
$$\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}^-$$
- Azione poco corrosiva
- Non sensibile alla luce, poco sensibile alla temperatura e al pH (solo sopra pH = 8.0)
- Facilità d'analisi
- Costo stazione di dosaggio limitato

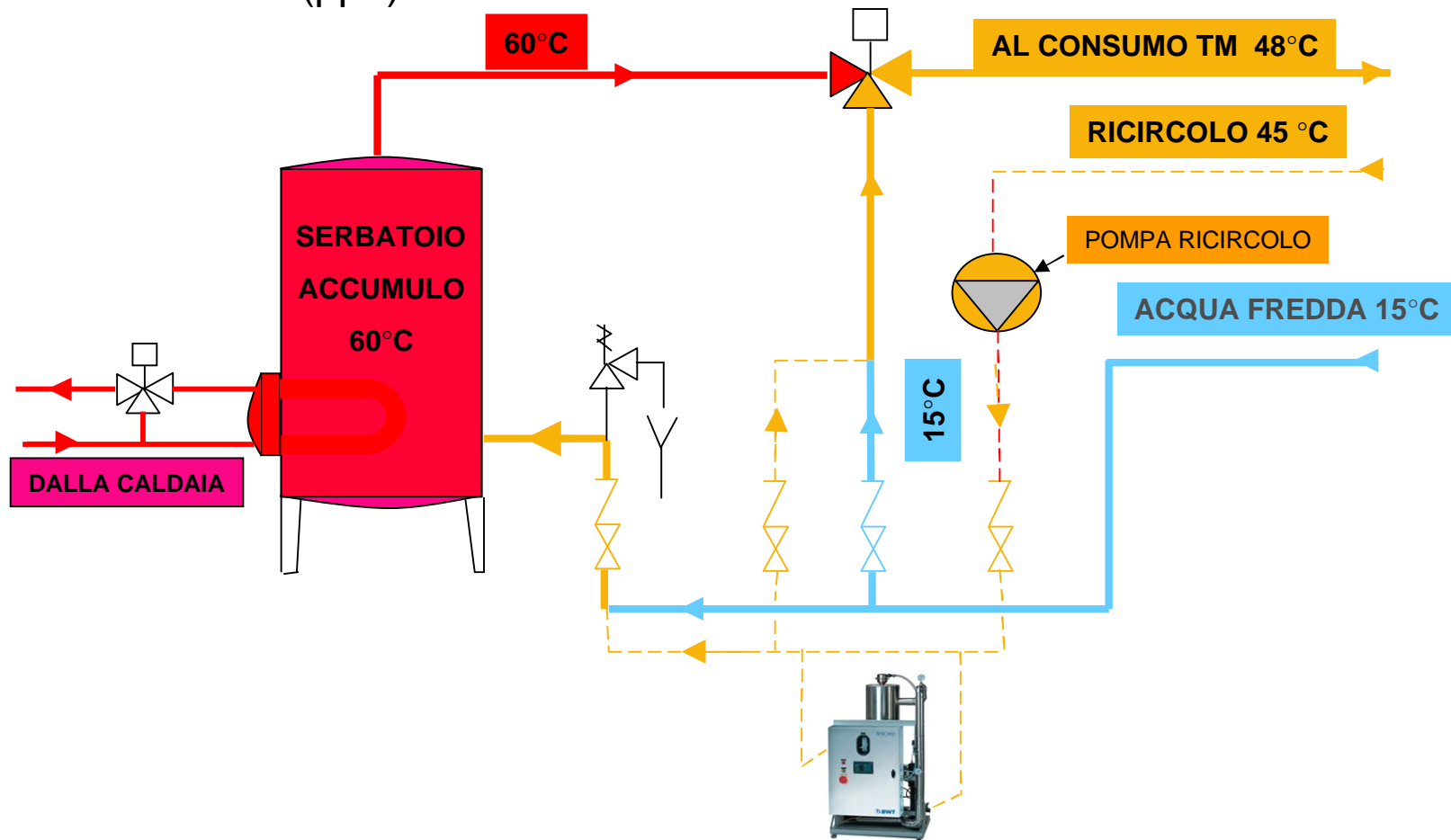
Svantaggi

- Le concentrazioni dell'Ag possono rendere non potabile l'acqua
- Sospetto di mutagenicità
- Scarsa azione nei punti funzionalmente esclusi
- Zinco, cloro e nitrati reagiscono con Ag diminuendone la disponibilità
- Ag precipita a pH ≥ 9
- Mancanza di letteratura

Ozono

Modalità di esecuzione

- Immissione di ozono (O_3) [preparato sul posto a partire da O_2 o aria essicata, sottoposti a scariche elettriche o radiazioni UV] in micro concentrazioni (ppb) nell'anello di ricircolo



Ozono

Vantaggi

- molto attivo

Svantaggi

- Nessun potere residuo (non deve esserci!)
- Efficacia limitata nel tempo (non penetra nel biofilm)
- Inefficace nelle linee morte
- Formazione di sottoprodotti (aldeidi, chetoni, ecc.)
- Deve essere rimosso nell'acqua inviata all'utenza
- Estremamente corrosivo su metalli
- Elevato costo di investimento
- Elevati costi di manutenzione

Ionizzazione rame-argento

Modalità di esecuzione

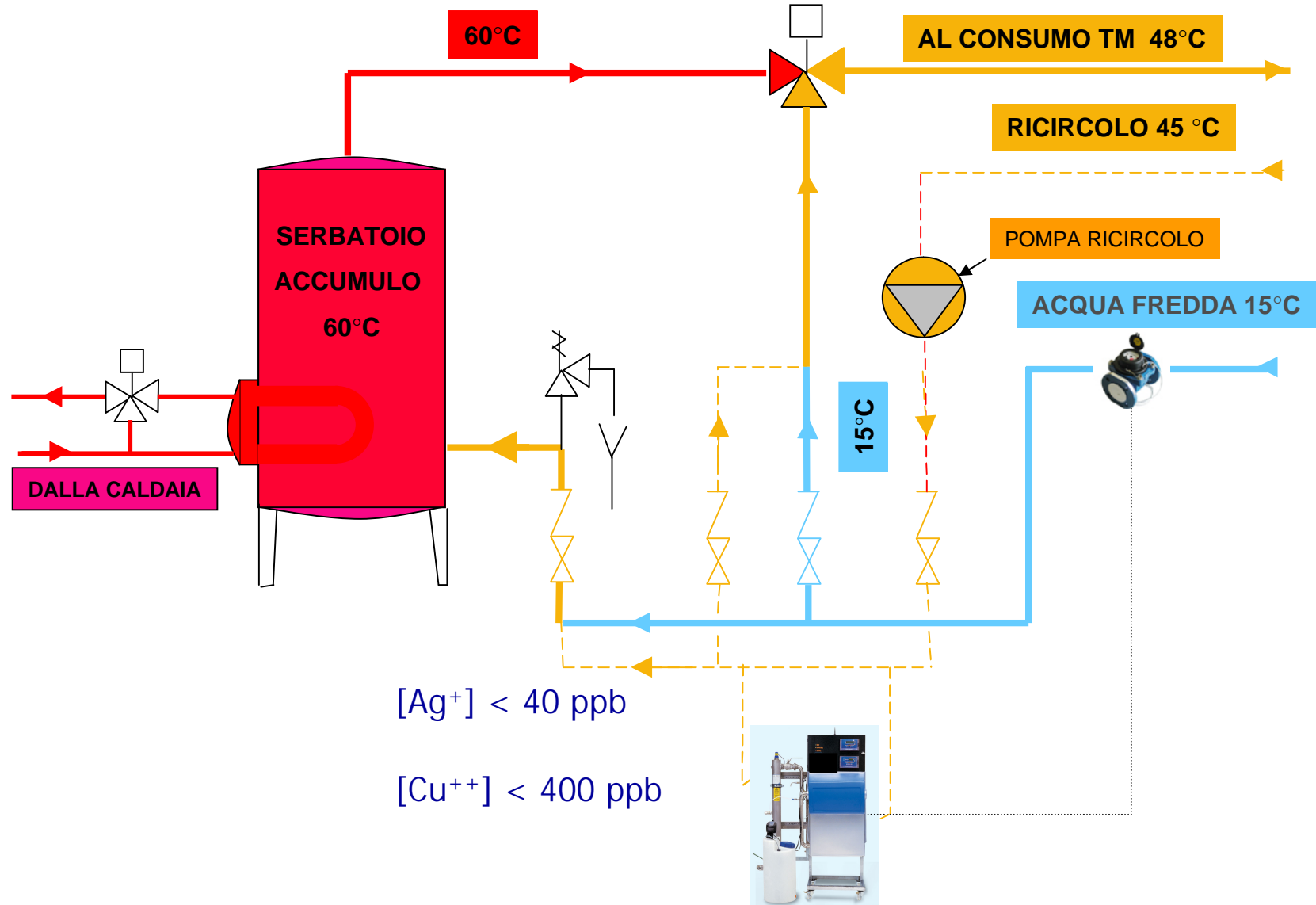
Produzione attraverso elettrolisi di ioni Cu e Ag che vengono immessi all'interno del circuito idrico.

L'argento previene fenomeni di ricontaminazione

- Concentrazione rame: 0.20 - 0.40 mg/l.
- Concentrazione argento: 0.02 - 0.04 mg/l

Gli ioni rame e argento alterano la permeabilità della membrana cellulare con conseguente lisi e morte della cellula batterica.

Ionizzazione rame-argento



Ionizzazione rame-argento

Vantaggi

- trattamento sistemico con effetto residuo; efficace sul biofilm
- garantisce una buona attività a discreta distanza di tempo
- non risente della temperatura dell'acqua
- non dà prodotti secondari.

Svantaggi

- Limitata efficacia su acqua con durezza medio-alta (superiore a 15 °F)
- Manutenzione frequente per pulizia elettrodi
- Notevoli problemi di corrosione su tubazioni in zincato (rame)
- Zinco, cloro e nitrati reagiscono con Ag diminuendone la disponibilità
- pH va mantenuto entro valori di neutralità
- Necessità di effettuare analisi di ioni Ag⁺ e Cu⁺⁺
- Scarsa azione nei punti funzionalmente esclusi
- Elevato costo di investimento e manutenzione (manutenzione continua degli elettrodi, sostituzione camera di ionizzazione).

Composti non ossidanti

- Comprendono una grande varietà di composti chimici: chetoni, guanidine, tiocarbammati, aldeidi, amidi, amine, tiocianati, glicoli alogenati, ecc.
- **L' utilizzo è ancora a livello sperimentale** (disinfezione degli impianti di raffreddamento, non adatti per la disinfezione dell'acqua potabile e non applicabili nelle piscine).
- il 2,2-dibromo-3-nitropropionammide è risultato il più efficace, seguito dalla glutaraldeide; l'isotiazolo e il 2-bromo-2-nitropropionammide hanno evidenziato minore efficacia.
- **In generale gli agenti non ossidanti sono meno efficaci degli agenti ossidanti**

Metodi in studio

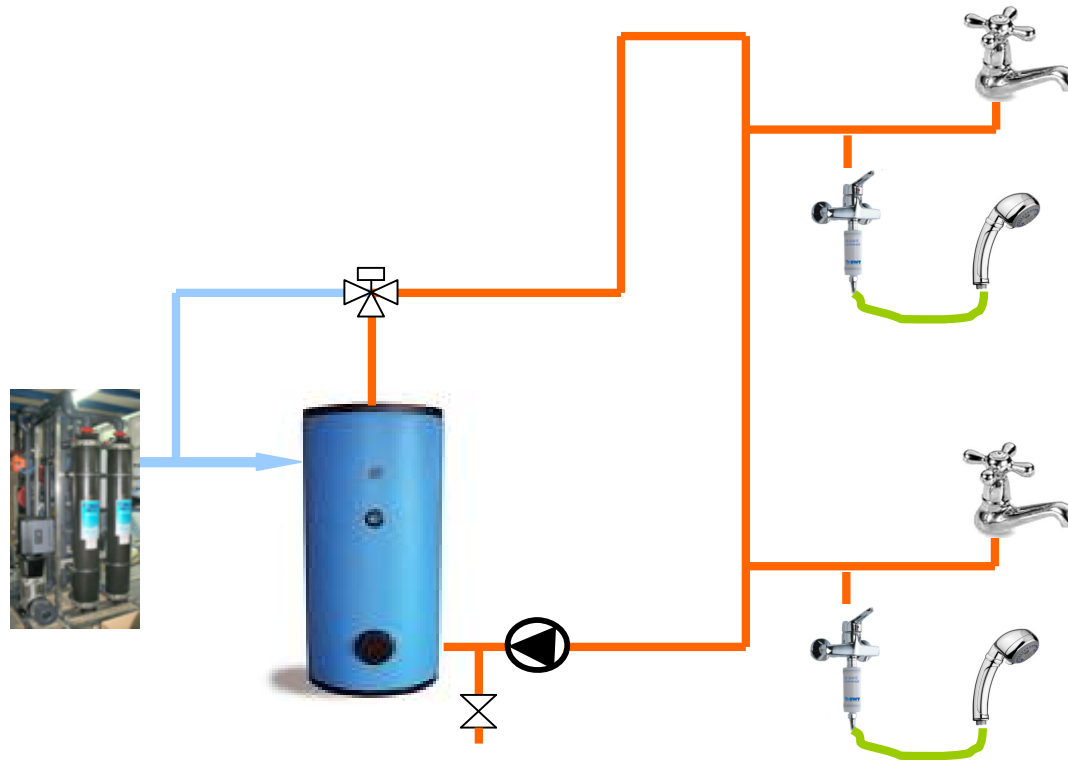
- Acido peracetico (indicato dalle Linee Guida Francesi per la bonifica di impianti idrici; risultati preliminari contrastanti)
- Disinfezione elettrochimica (corrente elettrica che genera agenti ossidanti)
- Ultrasuoni + biossido di titanio
- Oli essenziali (cinnamomo,
- Ceramica antimicrobica (ceramica che libera nel liquido in cui è immersa Mg, Al, Ca, Mn, Sr, Ag, Ba)
- Ossidazione fotocatalitica con biossido di titanio (produce ROS – reactive oxygen species- che provocano perossidazione lipidica della parete cellulare)

Altri sistemi di contenimento

Ultrafiltrazione

Modalità di esecuzione

L'installazione può essere effettuata al POE (Point of Entry) o più frequentemente al POU (point of use) per la protezione di specifiche utenze ad alto rischio.



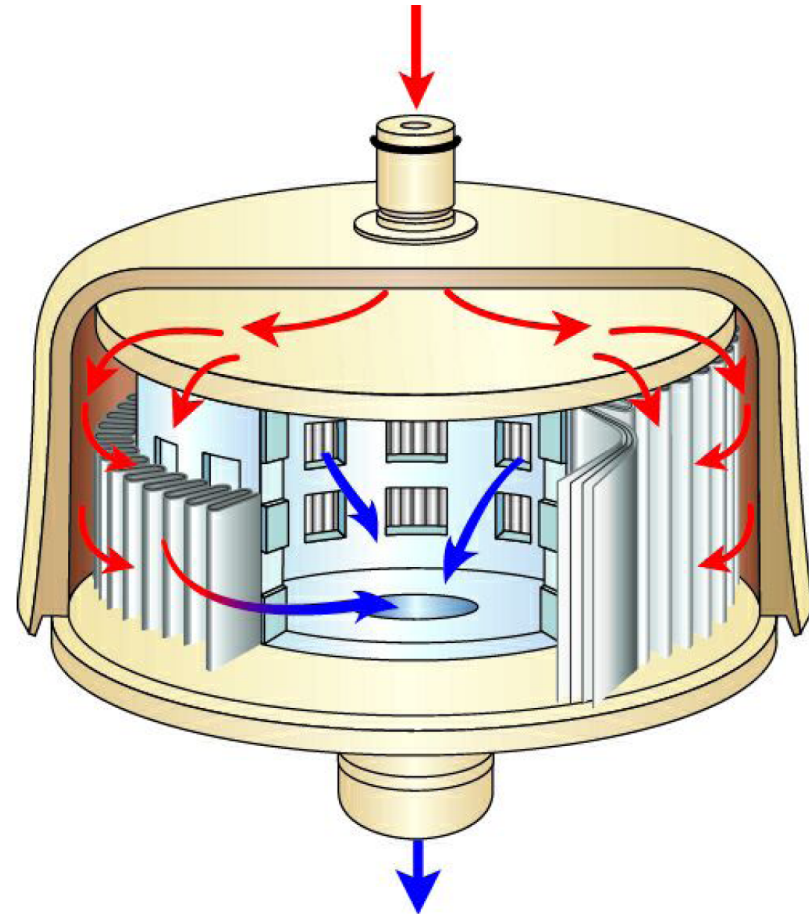
POU (point of use)

Membrana filtrante $\leq 0,2$
 μm

Efficacia del 100%

Sostituzione ogni 7, 14, 30
giorni

Sono attualmente allo studio nuovi tipi
di filtri con uno strato di argento
sulla membrana filtrante per diminuire
la crescita del biofilm e aumentare i
tempi d'uso.



Dalle Linee Guida WHO e RE-R

Ultrafiltrazione nel punto di ingresso dell'edificio o dell'impianto	<ul style="list-style-type: none">• Agisce come barriera fisica barriera fisica• Efficace nel bloccare biomasse e particelle	<ul style="list-style-type: none">• <i>Legionella</i> non viene inattivata a valle dei filtri• Non conosciuto l'effetto su biofilm e sul sedimento
Filtrazione nel punto di utilizzo	<ul style="list-style-type: none">• Agisce come barriera fisica• Facile da installare (può richiedere modifiche nei terminali di erogazione)• Adatto per sistemi dell'acqua calda e fredda• Valido per gli impianti ai quali sono esposti pazienti ad alto rischio	<ul style="list-style-type: none">• Agisce solamente nel punto di utilizzo• Devono essere sostituiti con regolarità• Il particolato presente nell'acqua può ridurre il flusso e la vita dei filtri• Costoso

Conclusioni

Chiunque si trovi a gestire il controllo della contaminazione ambientale da legionella dovrebbe:

- a) lavorare in equipe coinvolgendo tutte le figure interessate: dall'impiantista al tecnico ambientale, dal microbiologo al medico di sanità pubblica, dal chimico agli esperti del settore;
- b) verificare la situazione ambientale della struttura, studiando con attenzione le caratteristiche dell'impianto, i parametri chimico-fisici e batteriologici dell'acqua e, in presenza di contaminazione, capirne la dinamica e individuare i punti critici del sistema;

- c) valutare il rischio per le persone esposte sia in rapporto alla virulenza dei germi contaminanti che alla numerosità dei fruitori della struttura e alle loro condizioni di salute;

- d) decidere le soluzioni da adottare dopo una attenta quantificazione del costo-beneficio, tenendo presente che gli interventi di bonifica ambientale non sono generalmente sufficienti a tenere sotto controllo il rischio di infezione, per cui occorre mettere in atto tutto un insieme di attività di prevenzione;

- f) tenere presente che il metodo di disinfezione dovrebbe essere stato validato attraverso:
- dimostrazione di efficacia in vitro nei confronti di *Legionella*
 - esperienze di efficacia sul campo su singoli impianti
 - studi controllati per valutare l'efficacia a lungo termine (mesi, anni) nel controllo di *Legionella* nell'impianto e nella prevenzione di casi di legionellosi
 - consolidamento dei risultati ottenuti in fase 3 mediante la raccolta di dati ottenuti da molte esperienze (fase di validazione);
- e) applicare i sistemi di disinfezione secondo gli standard ricordando che per quelli in continuo la gestione deve essere dinamica, soprattutto nella fase di messa a regime.