

NUOVI APPROCCI E STRATEGIE IN TEMA **LEGIONELLOSI**

Principali metodi trattamento delle acque sanitarie: efficacia, vantaggi e svantaggi

Dott.ssa Francesca Pennino
15 novembre 2013
Aula Magna CTO

Metodi di prevenzione e controllo Legionella

- + Tutti i metodi di trattamento presentano limitazioni
- + Sono influenzati dalle caratteristiche dell'impianto
- + Sono scarsamente efficaci in presenza di:
 - + aree di ristagno;
 - + biofilm
 - + depositi di calcare
- + le caratteristiche chimiche e chimico-fisiche dell'acqua possono interferire

Incrostazioni

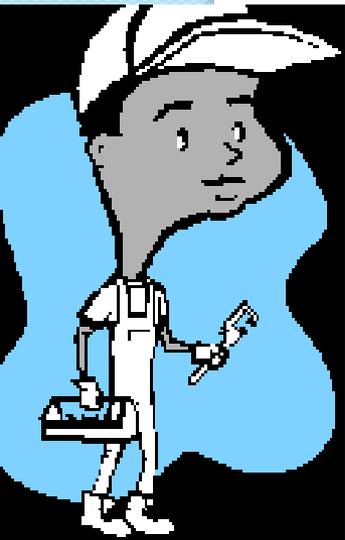
- I sali di Ca^{++} e Mg^{++} presenti nell'acqua, se sottoposti a riscaldamento o degasazione (torri ed umidificatori) precipitano formando depositi duri e compatti (calcare)
- La struttura porosa del calcare favorisce la proliferazione di *Legionella proteggendola* inoltre dall'azione dei disinfettanti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



- Riduzione del problema mediante trattamenti antincrostanti o tramite installazione di addolcitori

Metodi di prevenzione e controllo Legionella

- I metodi di disinfezione massiva degli impianti non sono sufficienti ad eliminare definitivamente il problema
- E' necessario mettere in atto misure a breve termine come buone pratiche di manutenzione
- La manutenzione deve essere ottimizzata e responsabilizzata
- Il ricorso alla bonifica è considerato non sempre un obbligo per gli impianti colonizzati da Legionella.



Quando intervenire: confronto tra Linee Guida



Nazione	Osservazioni
Australia	interventi di disinfezione differenziati a seconda della tipologia di paziente Per tutte le strutture con pazienti a rischio: bonifica mensile Per le strutture con pazienti a basso rischio: scorrimento dell'acqua settimanalmente per minimo 15"
Spagna	bonifica annuale e in occasione di arresto dell'impianto per interventi di riparazione o modifiche
Francia \ Svizzera	la bonifica va effettuata quando si supera il valore soglia di 10^3 UFC/L con maggiore o minore tempestività a seconda del reparto di isolamento
USA – CDC	a fronte della presenza di casi: se la fonte non è identificata: ricorrere alla bonifica o aspettare di dimostrare la presenza di Legionella; se è dimostrata la relazione ambiente-caso di malattia: bonificare
USA – Allegheny (Pennsylvania)	il ricorso alla disinfezione è indicato ogniqualvolta la percentuale dei siti positivi alla coltura è superiore al 30%.
UK	la disinfezione dell'impianto indicata quando sono rilevate anomalie nelle ispezioni ruotinarie o quando ci sono cambiamenti o alterazioni dell'impianto o in occasione di epidemie comprovate od anche solo sospette



• Presenza di una concentrazione di legionelle **fino a 10^2 UFC/L** (assenza di casi): non è necessario alcun intervento.

Presenza di una concentrazione di legionelle tra **10^3 - 10^4 UFC/L**: **contaminazione**, si potrebbero verificare casi sporadici.

In assenza di casi è raccomandata una aumentata sorveglianza clinica, Evitare l'uso dell'acqua dell'impianto idrico per docce o abluzioni che possano provocare la formazione di aerosol. Ripetere periodicamente i controlli batteriologici. **In presenza di un caso** effettuare la bonifica ambientale ed adottare misure specifiche di prevenzione e controllo.

• Presenza di una concentrazione di legionelle **$> 10^4$ UFC/L**: **contaminazione importante**. Mettere in atto immediatamente misure di decontaminazione: shock termico o iperclorazione. Successiva verifica dei risultati.

Quando attuare un intervento di bonifica?



- ✦ Per decidere la necessità se attuare interventi negli impianti idrici o aeraulici contaminati, sono descritti in letteratura due principali tipi di criteri:
 - ✦ la concentrazione di *Legionella*
 - ✦ *percentuale di campioni positivi*
- ✦ Viene ritenuta affidabile la **soglia del 30% dei campioni positivi**, oltre la quale è opportuno attuare interventi di bonifica.
- ✦ Ad oggi non vi è documentata evidenza di una sostanziale differenza nell'efficacia dei due diversi termini di valutazione.
- ✦ I programmi di controllo devono esplicitamente prevedere a priori quale dei due criteri utilizzare nelle politiche di bonifica degli impianti.

Principali metodi di trattamento delle acque

Metodi fisici

- Shock termico
- Ipertermia periodica
- Ipertermia continua
- Raggi ultravioletti
- Ultrafiltrazione

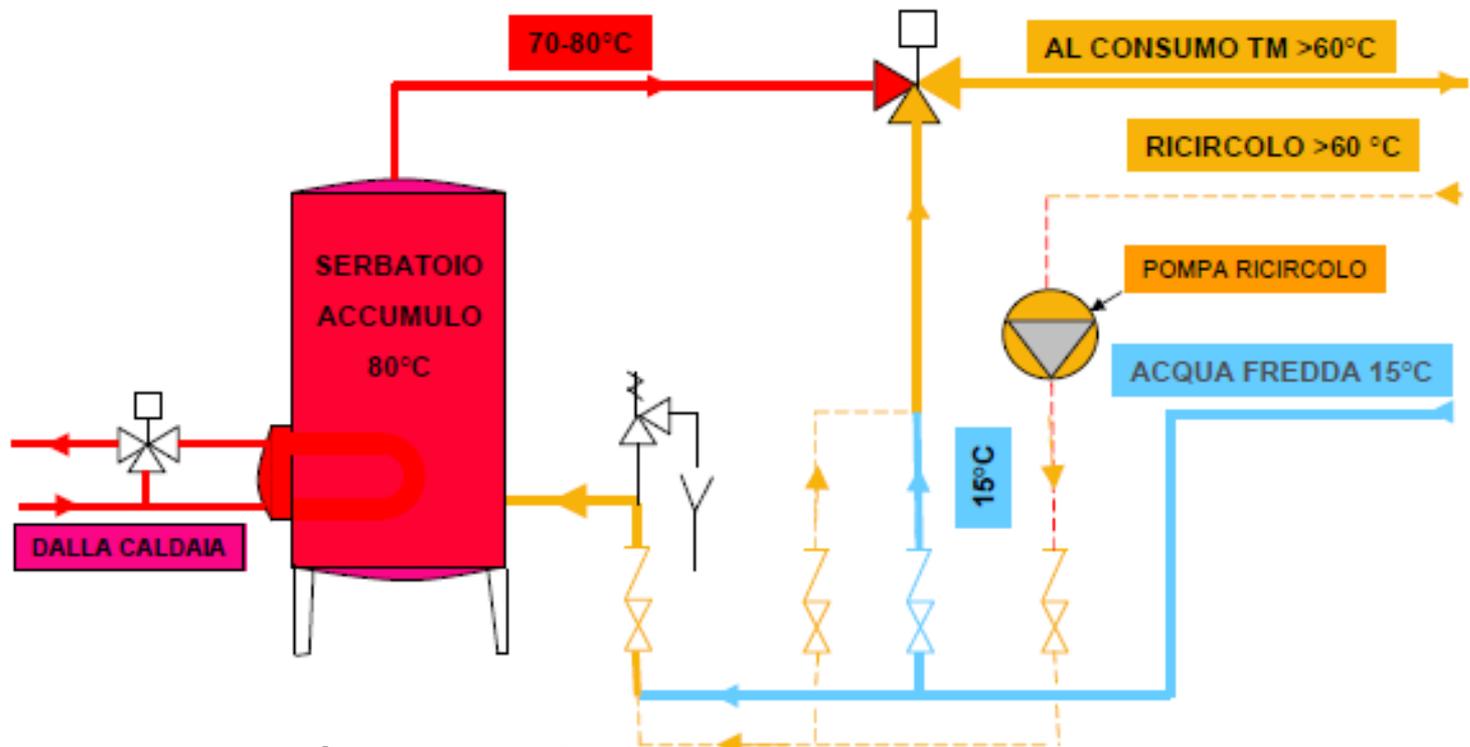
Metodi chimici

- Ipoclorito
- Iperclorazione shock
- Iperclorazione continua
- Biossido di cloro
- Clorammine
- Perossido di idrogeno e Ag⁺
- Ionizzazione Cu – Ag
- Ozonizzazione

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)



Lo shock termico è controindicato per sistemi con tubature in acciaio zincato in quanto ne compromette le zincature.

Il mantenimento costante di una temperatura $>50^{\circ}$ può costituire la soluzione ideale per contrastare lo sviluppo della *Legionella*.



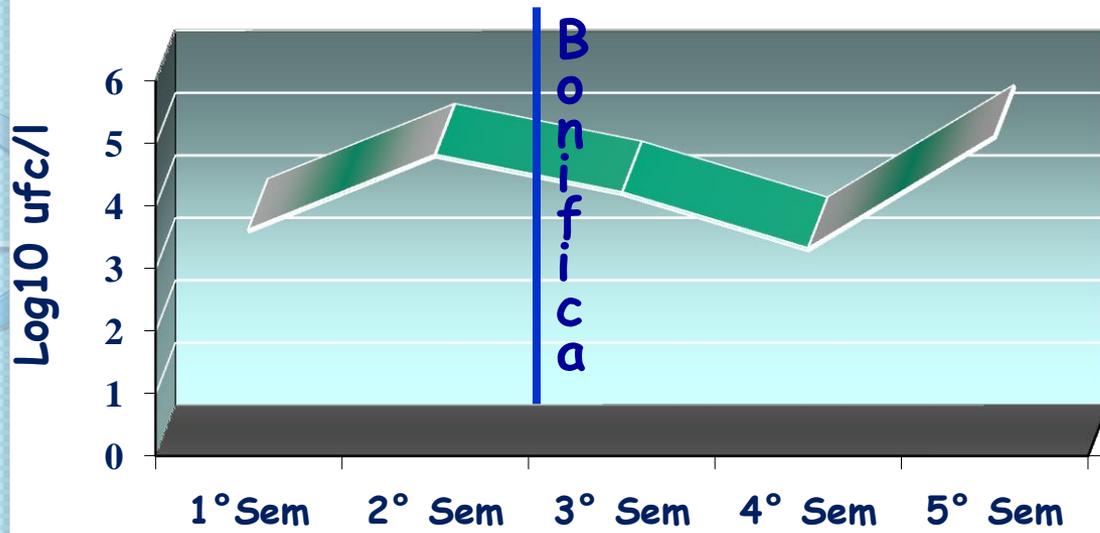
MEZZI FISICI: shock termico

Vantaggi e Controindicazioni

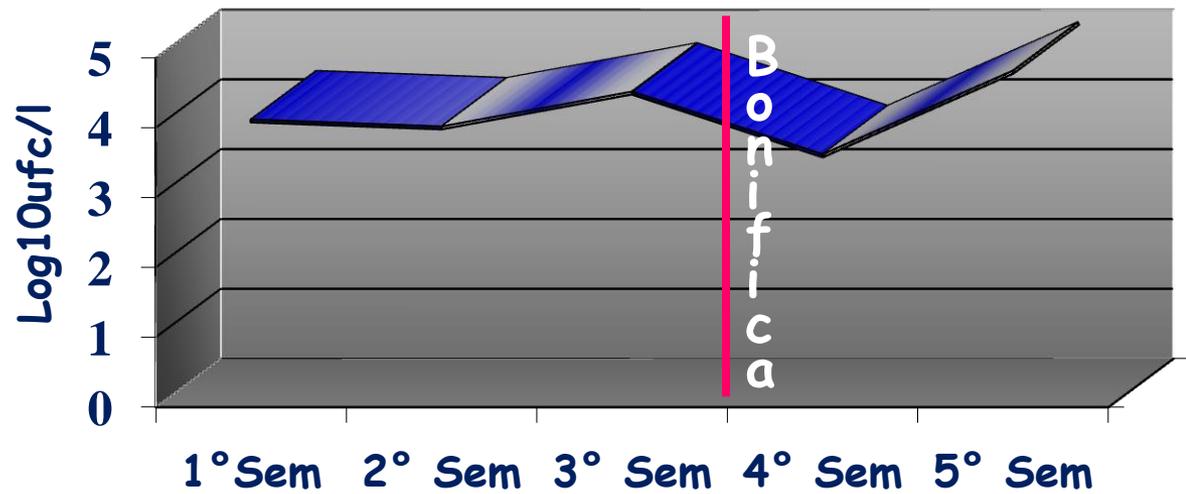
Non richiede particolari attrezzature → rapida effettuazione → utile in presenza di cluster epidemico

Svantaggi

- costi elevati (elevati consumi energetici)
- peggiorativo sul lungo periodo, comporta recrudescenze anche superiori alla contaminazione iniziale.
- La ricolonizzazione può verificarsi in pochi giorni
- Richiede tempo e personale per il controllo della temperatura
- Innesca processi di incrostazioni
- Azione corrosiva
- Possibili scottature



Esempio n° 3
Shock termico in 2 P.O.



Ipertermia continua

Trattamento	Vantaggi e Controindicazioni
<p>Mantenimento costante della temperatura del boiler a 65 °C e a 48 - 53°C nella rete</p>	<p>EFFICACIA nell'eliminazione del batterio dai boiler</p> <ul style="list-style-type: none">➤ La temperatura a 48 °C non causa azioni corrosive sui tubi zincati né incrostazioni➤ Non si utilizzano sostanze chimiche➤ Disinfezione completa.➤ Costo energetico elevati

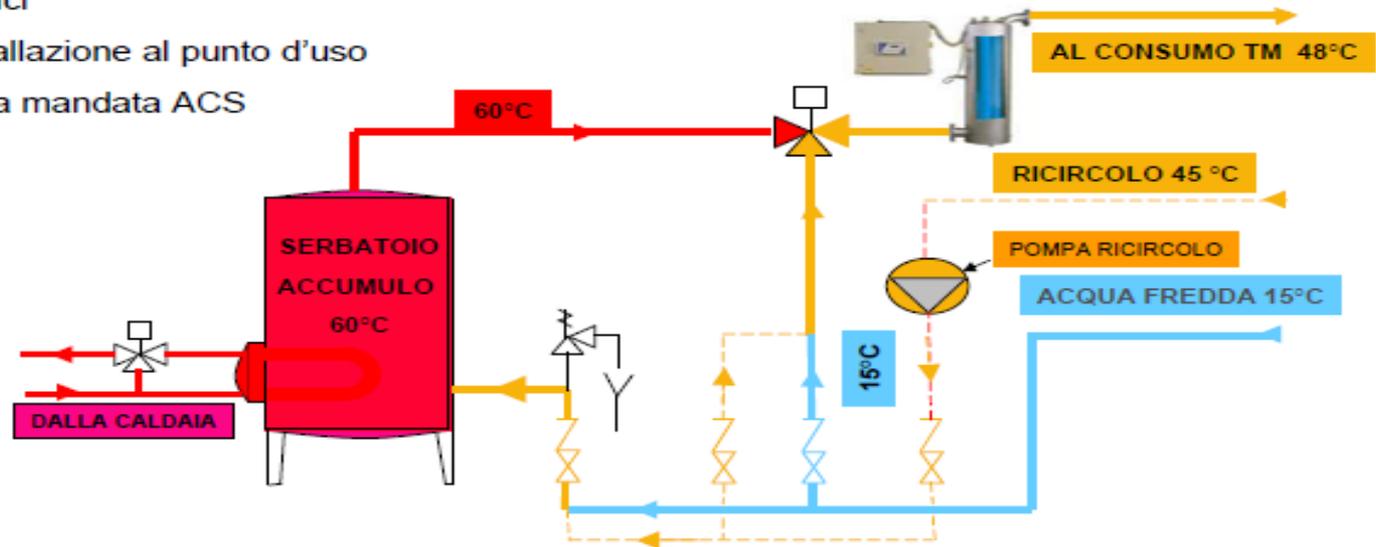
Radiazione Ultravioletta

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



- 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 - flusso dell'acqua con spessore di pochi cm.

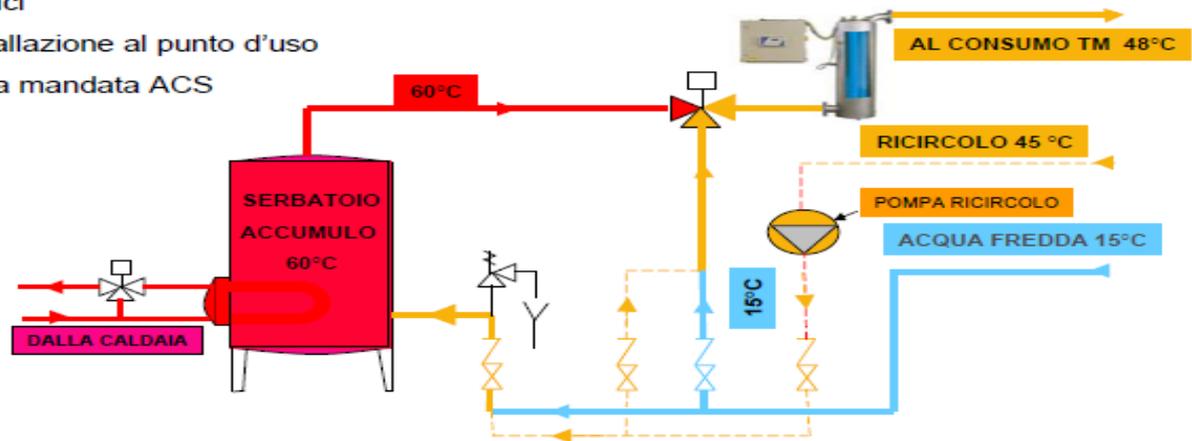
Radiazione Ultravioletta

Modalità di esecuzione

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

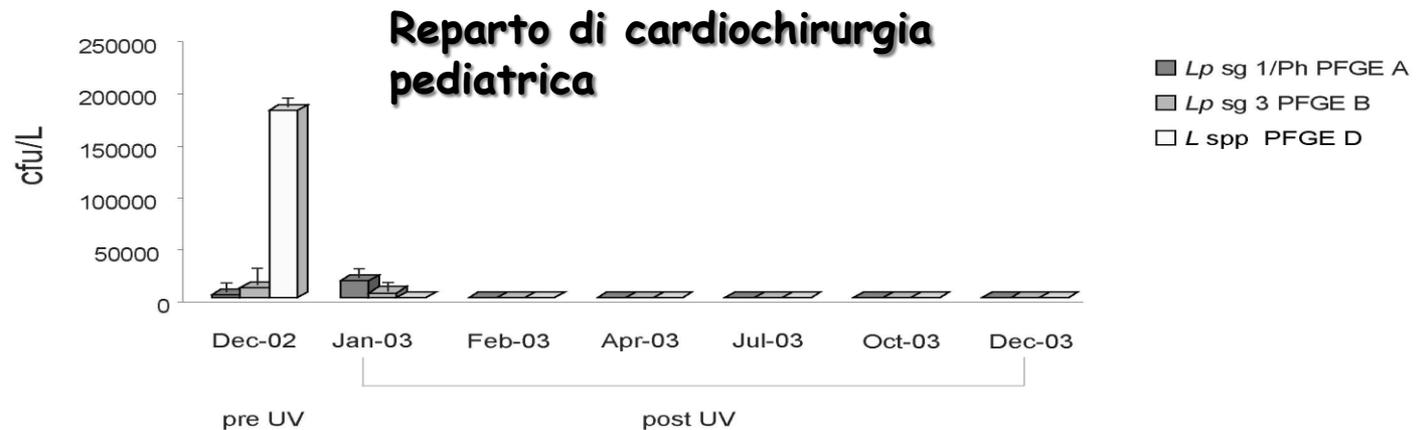
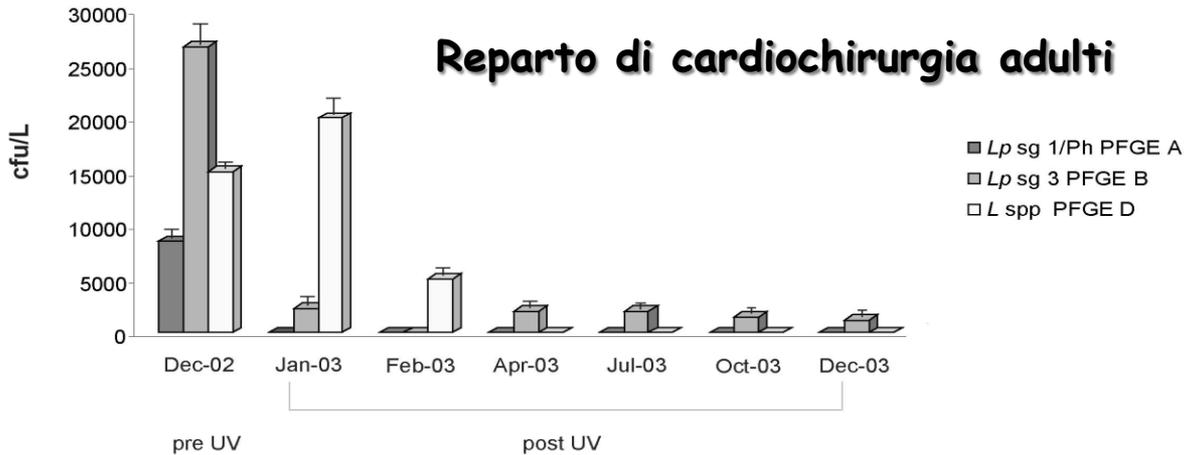
Le più utilizzate sono le lampade a vapori di mercurio a bassa pressione che emettono in modo monocromatico a una lunghezza d'onda di 253,7 nm; il loro picco di emissione si trova quasi in corrispondenza del picco di assorbimento degli acidi nucleici

- Installazione al punto d'uso
- Sulla mandata ACS



- L'efficacia di disinfezione UV è ottimizzata se il sistema è installato sull'acqua in ingresso principale di un ospedale vergine in cui non si è stabilito biofilm.
- Può avere un'efficacia importante se :
 - area di disinfezione è limitata (ad esempio, un unità trapianti)
 - se è associato ad un sistema di disinfezione sistemica

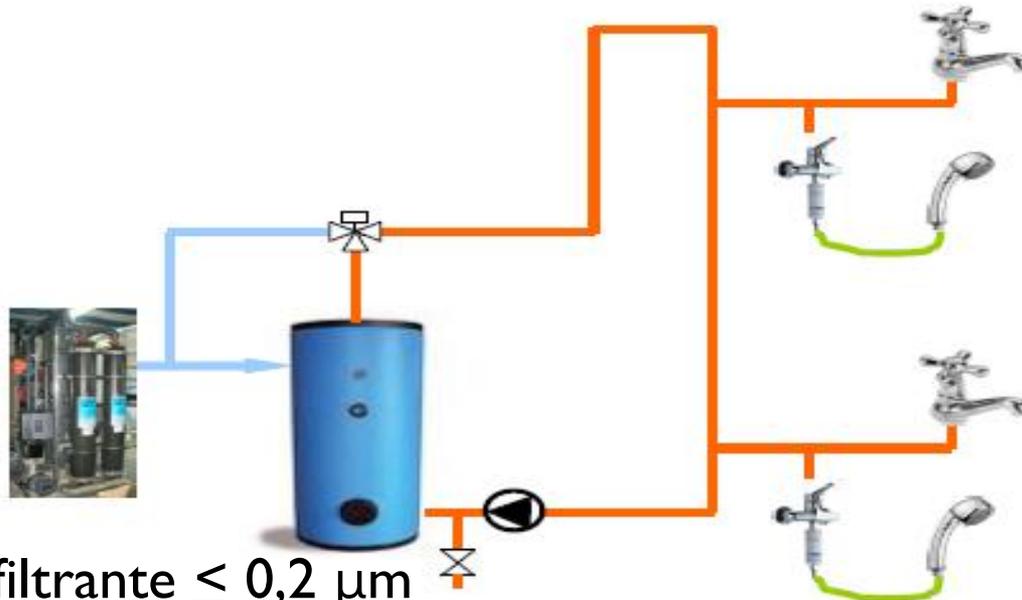
Disinfezione mediante UV



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.



- Membrana filtrante $\leq 0,2 \mu\text{m}$
- 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.

MEZZI CHIMICI: Clorazione

- ❖ Il cloro è un agente ossidante utilizzato con successo per il controllo igienico-sanitario delle acque potabili.
- ❖ L'inattivazione e la soppressione di *L. pneumophila* richiedono una concentrazione di cloro compresa tra 1-3 mg/L.
- ❖ Per la bonifica si utilizzano due approcci: l'iperclorazione shock e l'iperclorazione continua.

MEZZI CHIMICI: Iperclorazione shock

Cloro residuo libero nella rete: 20-50 mg/L

Dopo contatto di 2h/20 mg/L e di 1h/50mg/L l'acqua viene drenata e viene immessa nuova acqua fino ad avere una concentrazione di cloro di circa 0.5-1 mg/L ai distali

Vantaggi e Controindicazioni

- trattamento disinfettante forte
- ricolonizzazione in un tempo variabile da alcune settimane ad alcuni mesi dal termine del trattamento
- Da evitare salvo estese contaminazioni di rete: comporta recrudescenze superiori alla contaminazione iniziale, se non integrato con successivo trattamento continuativo
- Corrosione delle tubature
- Formazione di sottoprodotti organici tossici (trialometani)

IPERCLORAZIONE SHOCK

Articolo	Metodi	Durata	Risultati
Valutazione dell'efficacia di interventi di disinfezione di impianti idrici ospedalieri contaminati da legionella. Ditommaso S. et al. GIIO 2000	<ul style="list-style-type: none">■ 25 mg/l 3h■ 50 mg/l 4 ore No Sorveglianza clinica	16 mesi	Efficacia a breve termine Ricolonizzazione impianto dopo 15-30 gg dal trattamento
Long-term persistence of a single Legionella pneumophila strain possessing the mip gene in a municipal shower despite repeated cycles of chlorination. Cooper I et al. J Hosp Infect. 2008	<ul style="list-style-type: none">■ 5 cicli 50 mg/l 1h	2 aa 1/2	Continua ricolonizzazione dell'impianto

MEZZI CHIMICI

Trattamento	Vantaggi e Controindicazioni
<p>Iperclorazione continua (trattamento con ipoclorito di sodio o di calcio)</p> <p>Quantità di disinfettante residuo: 1-3 ppm</p>	<ul style="list-style-type: none">➤ Minimizza la colonizzazione di Legionella➤ Effetti di corrosione dei metalli➤ Concentrazione di disinfettante necessaria non compatibile con gli standard dell'acqua potabile➤ Formazione di sottoprodotti

IPERCLORAZIONE CONTINUA

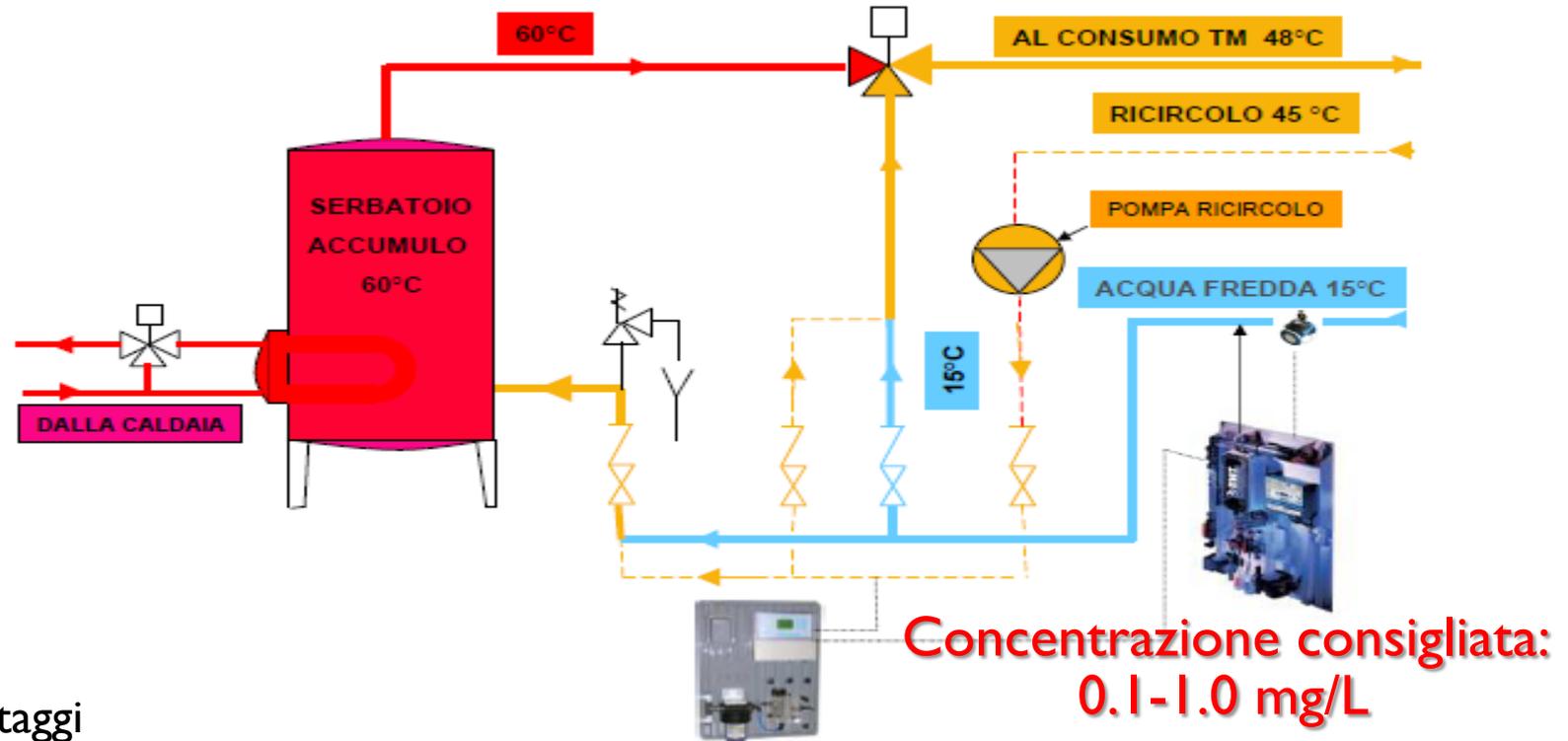
Articolo	Metodi	Durata	Risultati
Legionnaires' disease associated with a hospital water system. A five-year progress report on continuous hyperchlorination Helms CM et al. JAMA. 1988 *	<ul style="list-style-type: none"> ■ Posti letto 940 ■ 8 mg/; 3-5 mg/l ■ Sorveglianza clinica 	5 aa	Prima: 29 % punti positivi 16 casi in anno Dopo: <5% punti positivi 4 casi in 5 anni
Reduction in Legionella pneumophila through heat flushing followed by continuous supplemental chlorination of hospital hot water Snyder MB et al. J Infect Dis. 1990*	<ul style="list-style-type: none"> ■ Posti letto 900 ■ 2 -5mg/l ■ Sorveglianza clinica 	17 mesi	Prima: 37 % punti positivi 7 casi 5 mesi Dopo: 7% positivi dopo 6 mesi andamento fluttuante nessun caso in 17 mesi
Continuous Hyperchlorination of a Potable Water System for Control of Nosocomial Legionella pneumophila Infections Massanari RM et al 1984 Proceedings of the Second Int. Symposium	<ul style="list-style-type: none"> ■ Posti letto 1076 ■ 8 mg/l ■ Sorveglianza clinica 	16 mesi	Prima: 21 % punti positivi 3 casi in un mese Dopo: 2 punti positivi/400 nessun caso in 16 mesi
Colonization of a water system by Legionella organisms and nosocomial legionellosis: a 5-year report from a large Italian hospital. Ditommaso S. et al. Infect Control Hosp Epidemiol. 2006	<ul style="list-style-type: none"> ■ Posti letto 1400 ■ 2-3 mg/l ■ Sorveglianza clinica 	5 aa	Prima: 47 % punti positivi 9 casi in un anno Dopo: 6% punti positivi dopo 16 mesi 10 casi

Efficacia della clorazione continua nella riduzione della circolazione di legionella nell'impianto.

In tre studi su quattro è dimostrata l'efficacia anche nella riduzione del n° di casi

Biossido di cloro

Modalità di esecuzione



Vantaggi

E' un buon disinfettante e non produce alometani noti. E' relativamente stabile ed ha il vantaggio di non essere volatile ad alte temperature come il cloro; inoltre, e attivo contro il biofilm.

Svantaggi

Genera, come sottoprodotti, i cloriti, il cui limite di legge e 200 µg/L, ed i clorati.

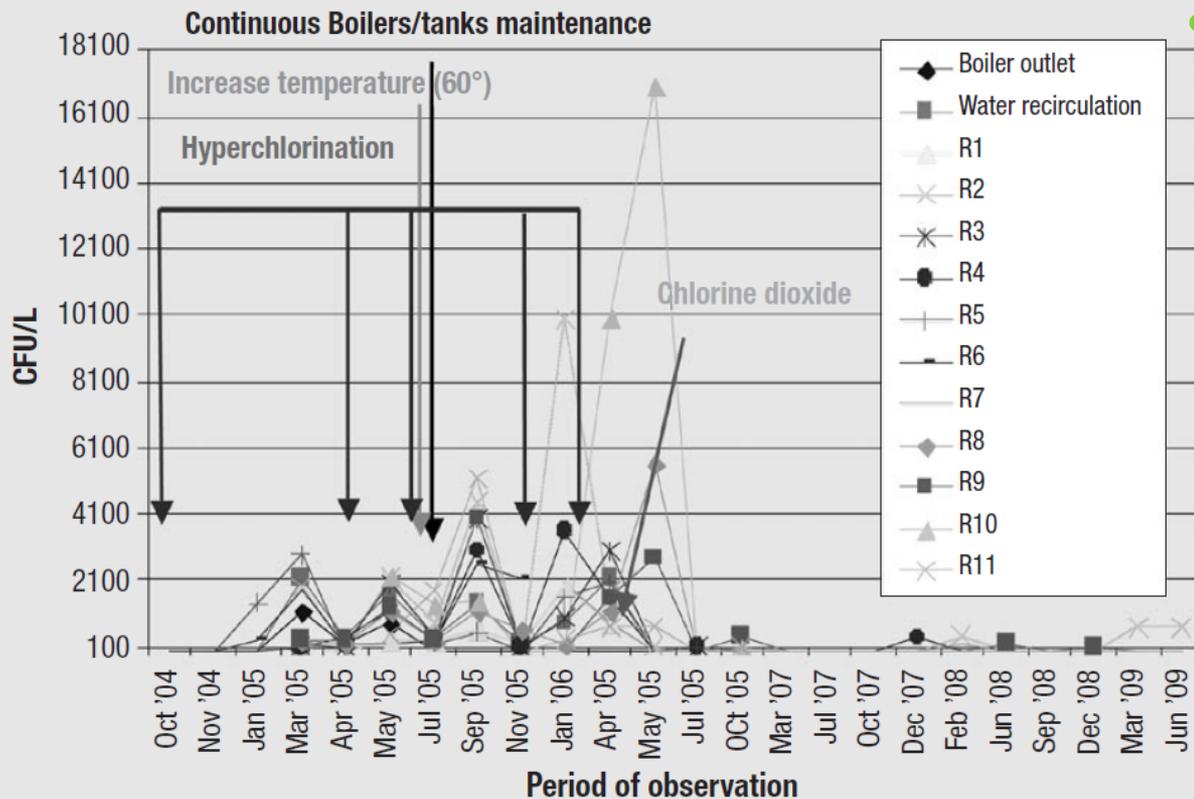
Può favorire la corrosione;

L'installazione degli impianti di produzione e l'acquisto dei reattivi risulta costoso.

Environmental surveillance of *Legionella pneumophila* in two Italian hospitals

Marina Tesauro, Annalisa Bianchi, Michela Consonni, Fabrizio Pregliasco and Maria Gabriella Galli

Dipartimento di Sanità Pubblica, Microbiologia e Virologia, Università degli Studi di Milano, Milan, Italy



● Tutti i protocolli di intervento, ad eccezione del biossido di cloro in continuo, hanno limitato la colonizzazione di *L. pneumophila* nel breve periodo ma non nel medio - lungo termine.

Sorveglianza ambientale di *Legionella pneumophila* e metodi di bonifica a confronto in strutture sanitarie di Milano (risultati di un quinquennio)

M.G. Galli*, M. Tesauro*, A. Bianchi*, F. Pregliasco*, M. Consonni*

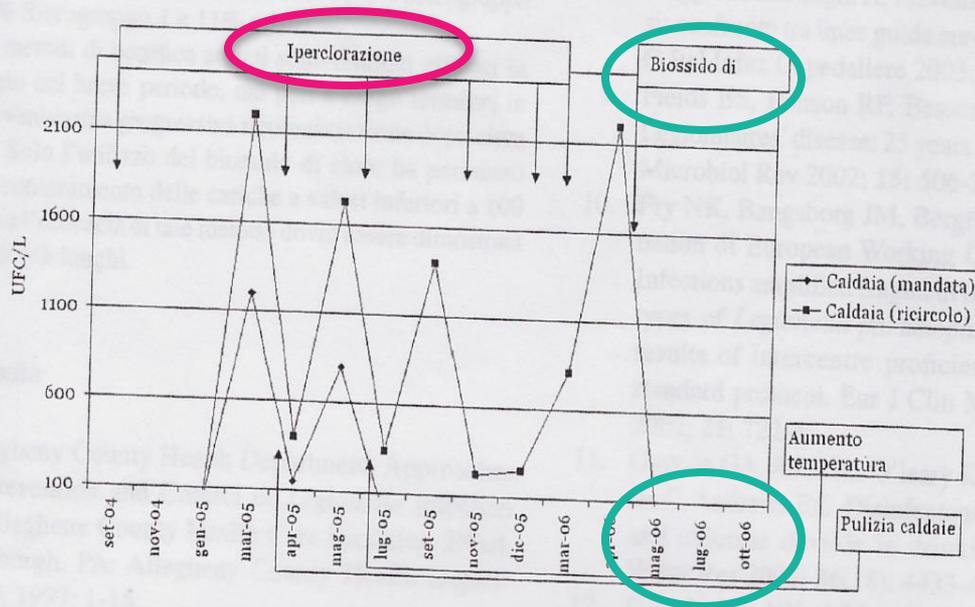


Fig. 2 - Andamento della carica (UFC/L) di *Legionella pneumophila* nel periodo considerato, in relazione agli interventi effettuati, nell'impianto centrale di produzione acqua calda delle due strutture ospedaliere.

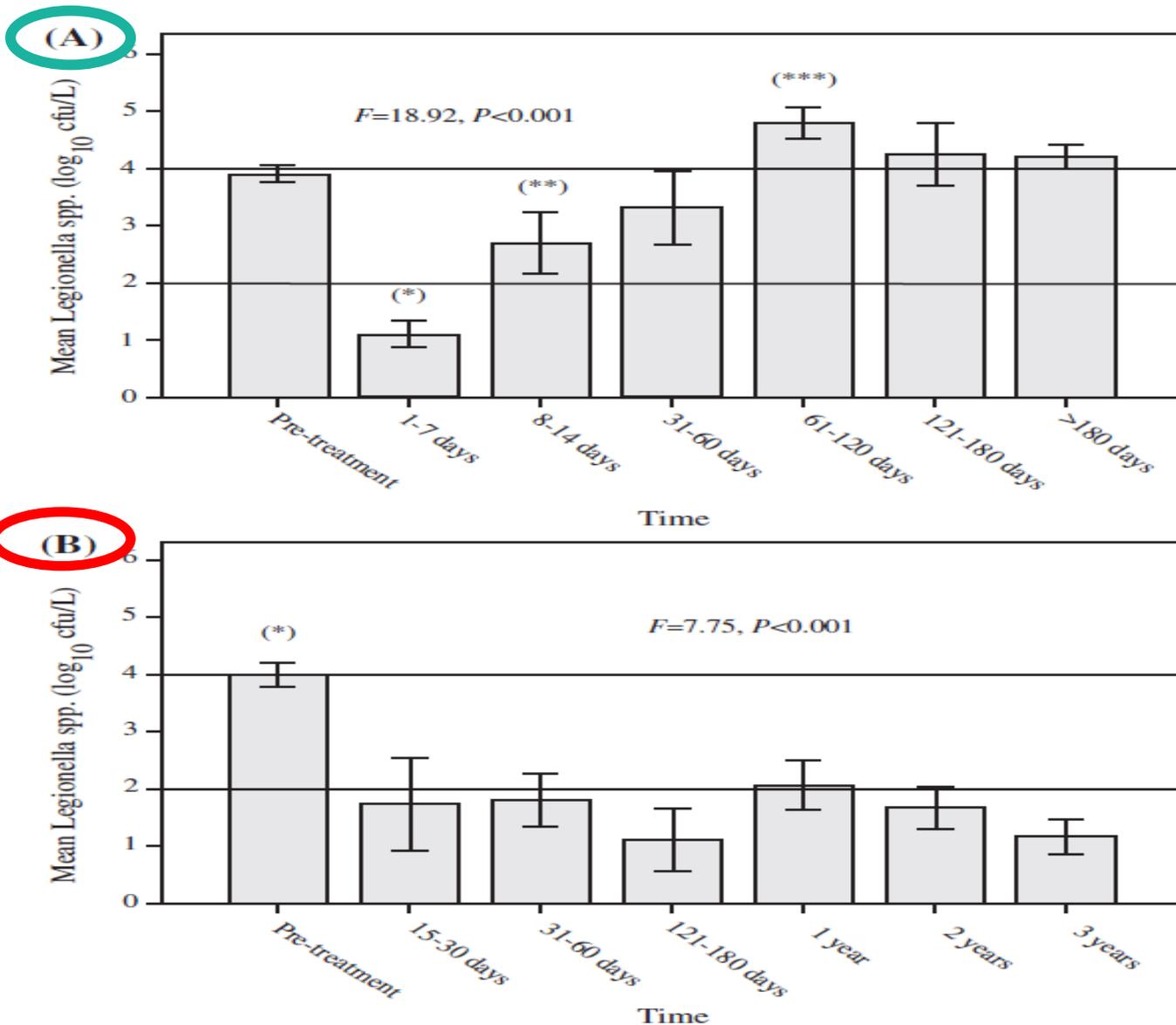


Figure 1. Mean \pm SE levels of *Legionella* spp. (\log cfu/L) after (A) sodium hypochlorite, available chlorine 20–50 ppm: * $P < 0.05$ vs all others, ** $P < 0.05$ vs others except 31–60 days, *** $P < 0.05$ vs previous group; (B) chlorine dioxide: * $P < 0.05$ vs all others. Horizontal lines represent the limits for intervention according to Italian guidelines.

MEZZI CHIMICI: monoclorammine

Vantaggi e Controindicazioni

- Sono più stabili del cloro libero, hanno un maggior potere residuo, non danno origine a trialometani e penetrano meglio nel biofilm.
- Aggrediscono componenti in gomma
- Sembra sia compatibile con tutti i tipi di materiali plastici (polietilene-PE, polipropilene-PP, polivinilcloruro-PVC).
- Ancora in fase di sperimentazione.



Brief report

Table 1

Legionella pneumophila and *Pseudomonas* spp contamination in 3 hot water distribution systems of the same building before and after application of continuous disinfecting procedures

Iaa

	Monochloramine		Chlorine dioxide: device I		Chlorine dioxide: device II	
	Before	After	Before	After	Before	After
<i>Legionella pneumophila</i>						
positive, n (%)	31/32 (97.0)	8/60 (13.3) [*]	14/14 (100)	34/60 (56.7) [†]	15/15 (100)	31/51 (60.8) [‡]
Geometric mean cfu/L (range) [‡]	17,242 (100-946,000)	335 (25-4,950)	11,714 (1,020-248,200)	435 (25-120,000)	10,752 (120-280,000)	1297 (50-22,500)
≥10 ⁴ cfu/L, n (%)	19/32 (59.4)	0/60 (0) [*]	7/14 (50.0)	4/60 (6.7) [*]	9/15 (60.0)	5/51 (9.8) [*]
<i>Pseudomonas</i> spp						
positive, n (%)	6/19 (31.5)	13/60 (21.7)	6/8 (75.0)	13/28 (46.4)	7/11 (63.6)	10/41 (24.4) [§]
Geometric mean cfu/100mL (range) [‡]	70 (3-930)	169 (10-2,000)	3332 (150-118,400)	88 [§] (1-13,000)	170 (10-850,000)	29 (1-46,000)

cfu, colony-forming units.

*P < .001.

†P < .002.

‡Only water positive.

§P < .05.

Monoclorammine vs biossido di cloro

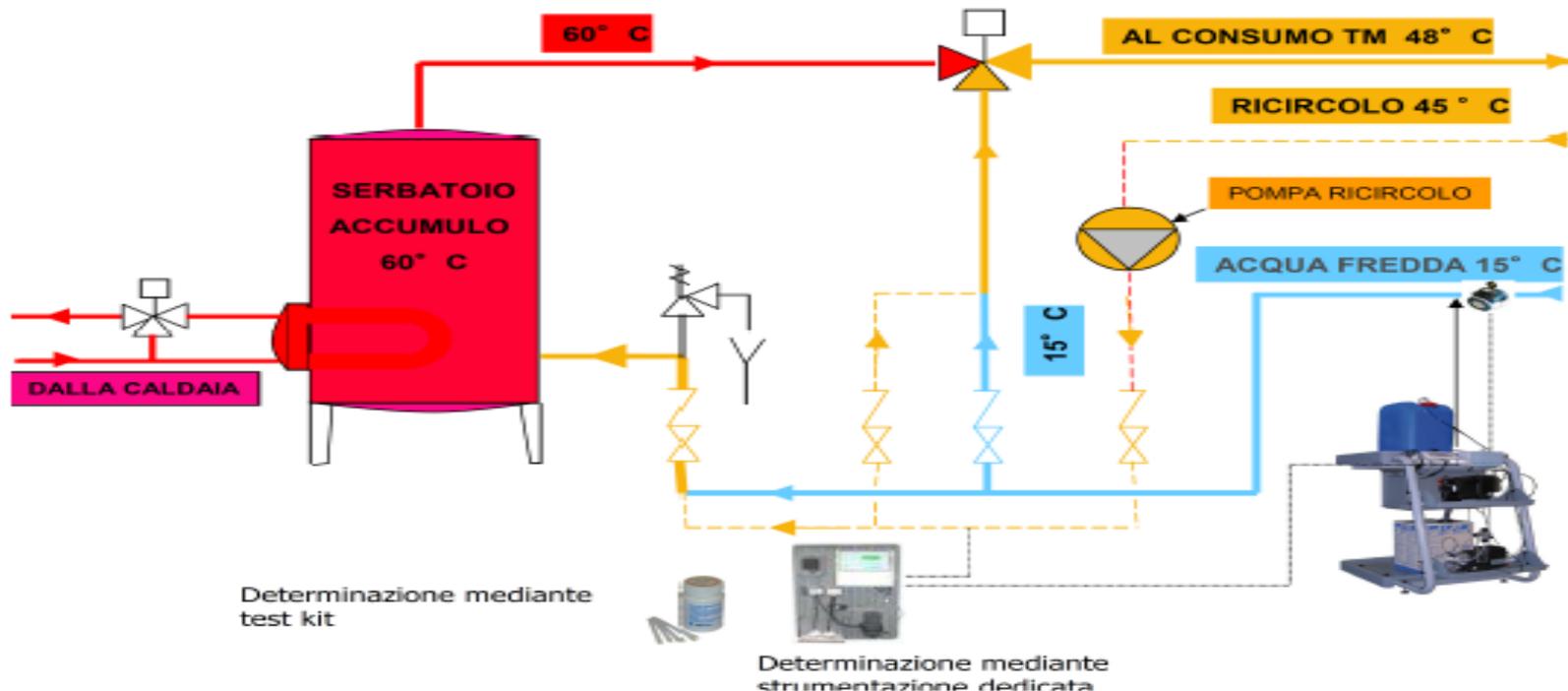
Maggiore riduzione sia del n° di siti positivi che del n° di siti con concentrazioni > 10⁴ ufc/L

- Dopo un mese dal trattamento con monoclorammine → 8.3% campioni positivi

non sono state riscontrate riduzioni della carica di *Ps.aeruginosa*

Perossido di idrogeno e Argento

Modalità di esecuzione



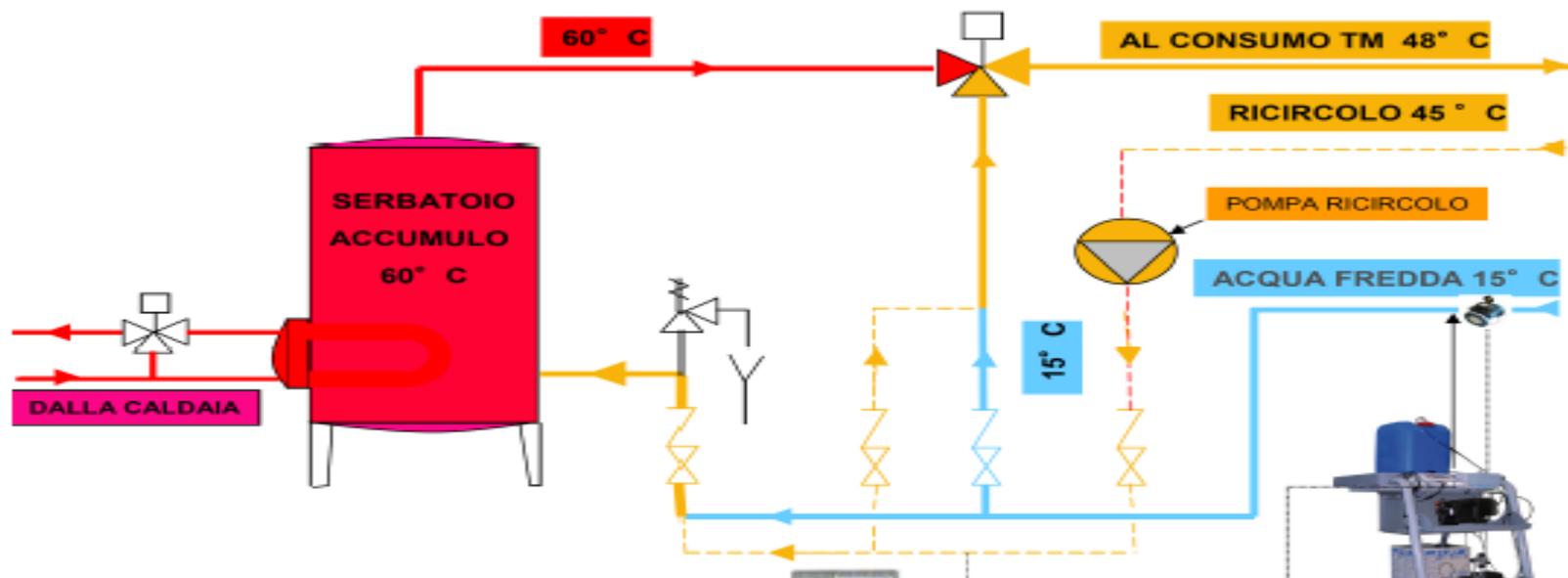
Procedura

Immissione di una soluzione stabile e concentrata contenente perossido di idrogeno (acqua ossigenata) e ioni argento,
Sfrutta l'azione battericida di ciascun componente e la sinergia che tra di loro si sviluppa (effetto catalitico dello ione argento).

La concentrazione in acqua proposta: 10 mg/L per il perossido di idrogeno
10 µg/L per lo ione argento.

Perossido di idrogeno e Argento

Modalità di esecuzione



VANTAGGI

Il trattamento è di facile impiego ed ha una buona efficacia sul biofilm.

Costi limitati

SVANTAGGI

- ✓ Le concentrazioni dell'Ag possono rendere non potabile l'acqua
- ✓ scarsa efficacia nei confronti di *Legionella pneumophila* sierogruppo I sottotipo Philadelphia.
- ✓ Zinco, cloro e nitrati reagiscono con Ag diminuendone la disponibilità

Non esistono prove esaustive sul comportamento del disinfettante nel tempo

MEZZI CHIMICI: ionizzazione rame-argento

L'effetto biocida del Cu e dell'Ag è dovuto principalmente alla loro azione sulla parete cellulare del microrganismo → distorsione della permeabilità cellulare, denaturazione proteica, determina la lisi cellulare.

La dose proposta: 0,02-0,08 mg/L di argento
0,2-0,8 mg/L di rame.

Vantaggi

- Di facile impiego
- Non è funzione della T° dell'acqua.
- L'effetto battericida persiste per alcune settimane a causa dell'accumulo del Cu nel biofilm

Svantaggi

È necessario controllare sistematicamente la concentrazione dei due metalli
Controllare il pH dell'acqua
Costoso sia nella fase di posa in opera che nella gestione;
Legionella, nel tempo, sviluppa resistenza allo ione argento.

Tale tecnica non è adatta per reti idriche in acciaio zincato e zinco, poiché questo metallo determina l'inattivazione degli ioni argento; inoltre, il rame innesca corrosioni sulle tubazioni.

TABLE 1
SURVEY RESULTS FROM 16 HOSPITALS USING COPPER–SILVER IONIZATION SYSTEMS AND RESPONDING TO THE 1995 AND 2000 SURVEYS

Hospital No.	Location (State)	No. of Beds	Year System Installed	Environmental Monitoring (Positive for <i>Legionella</i>)			Cases of LD	
				Before Cu/Ag	After Cu/Ag		Before Cu/Ag	After Cu/Ag
					1995	2000		
1	OH	700	1989	NA	≤ 30%	≤ 30%	Yes	No
2	OH	400	1990	> 30%	0%	0%	Yes	Yes*
3	PA	520	1991	> 30%	< 10%	< 10%	Yes	No
4	TX	650	1992	≤ 30%	< 5%	≤ 30%	Yes	No
5	PA	542	1992	≤ 30%	0%	0%	Yes	No
6	CA	292	1993	≤ 30%	≤ 30%	≤ 30%	Yes	No
7	CA	310	1993	> 30%	≤ 30%	≤ 30%	Yes	No
8	IL	536	1993	≤ 30%	≤ 30%	≤ 30%	Yes	No
9	WI	251	1993	> 30%	0%	0%	Yes	No
10	VT	500	1994	0%	NA	NA	Yes	No
11	IL	645	1994	> 30%	0%	0%	Yes	No
12	PA	230	1994	> 30%	0%	≤ 30%	Yes	No
13	PA	341	1994	≤ 30%	≤ 30%	≤ 30%	Yes	No
14	WV	445	1994	0%	0%	0%	Yes	No
15	PA	337	1995	≤ 30%	0%	0%	Yes	No
16	PA	266	1995	> 30%	0%	0%	Yes	No

Cu/Ag = copper–silver ionization; NA = not available; LD = legionnaires' disease.

*No cases from 1995 to 2002.

- Dopo l' installazione del sistema di ionizzazione nel 1995, il 50 % degli ospedali coinvolti hanno riferito uno 0 % di positività per Legionella ai siti distali di campionamento
- Nel 2000, il 43% degli ospedali segnalava ancora 0 %
Il restante riferiva una positività del 30 % o inferiore .
- Durante il periodo di studio il 94% (15 su 16) degli ospedali non ha riportato casi di legionellosi nosocomiale

MEZZI CHIMICI: ozonizzazione

Non possiede azione residuale

Non penetra nel biofilm

Efficacia dubbia su reti estese, forti effetti sull'odore dell'acqua, limitare l'impiego ai circuiti di torri evaporative

Può esercitare una forte azione contro la legionella, gli altri batteri e i protozoi presenti nei biofilm.

Il trattamento con ozono:

- richiede **costi elevati** per le attrezzature di produzione e dosaggio;
- necessita di una manutenzione accurata;
- ha un'efficacia alquanto limitata nel tempo;
- degrada alcuni prodotti utilizzati per trattamenti anticalcare e anticorrosione;
- può accrescere la possibilità che si formino nuove infezioni.
- L'azione dell'ozono sulla corrosione è ancora alquanto controversa (alcuni autori sostengono che esso la favorisce, altri il contrario).

OZONO

Articolo	Metodi	Durata	Risultati
Efficacy of ozone in eradication of Legionella pneumophila from hospital plumbing fixtures. Edelstein PH et al. Appl Environ Microbiol. 1982	<ul style="list-style-type: none">■ In vitro 0.32- 0.47- 0.63 mg/l per 20min.■ 3 gg 1 +/-0.3 mg/l■ 3 settimane 0.5 +/-0.2 mg/l	2 mesi	0.32 mg/l riduzione 3 log Efficace sui punti terminali ma contemporanea riduzione delle cariche di legionella anche nei reparti non trattati
Water disinfection with ozone, copper and silver ions, and temperature increase to control Legionella: seven years of experience in a university teaching hospital. Blanc DS, J Hosp Infect. 2005.	<ul style="list-style-type: none">■ tempo di contatto 18min■ 0.3 mg/l ozono residuo	2 anni	No riduzione % siti positivi

- **Pochi i lavori pubblicati sull'efficacia dell'ozono** nei confronti di legionella negli impianti idrici. In entrambi i lavori il **metodo non si è dimostrato efficace.**
- Anche il Dipartimento Sanità Pubblica Università di Torino ha partecipato ad una sperimentazione con ozono in una azienda ospedaliera piemontese: purtroppo non è stato possibile pubblicare i risultati negativi (divieto da parte della ditta fornitrice dell'impianto)

Acido peracetico

- Indicato dalle Linee Guida Francesi per la bonifica di impianti idrici; risultati preliminari contrastanti
- Alcune esperienze hanno dimostrato una discreta efficacia di questo biocida nei trattamenti shock

PERACETIC ACID IN THE DISINFECTION OF A HOSPITAL WATER SYSTEM CONTAMINATED WITH *LEGIONELLA* SPECIES

Savina Ditommaso; Cinzia Biasin; Monica Giacomuzzi; Carla Maria Zotti; Alberto Cavanna; Angela Ruggerini Moiraghi

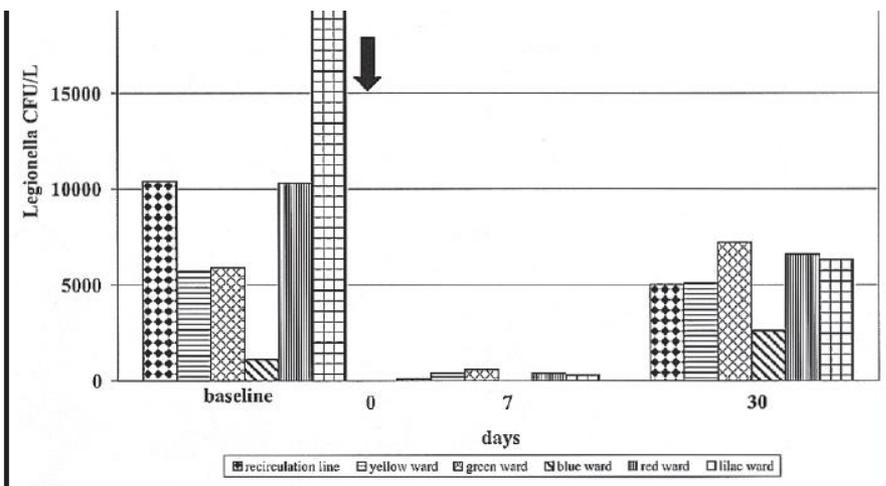


FIGURE 1. Fluctuation of the *Legionella* count during phase 1. PAA = peracetic acid; CFU = colony-forming units.

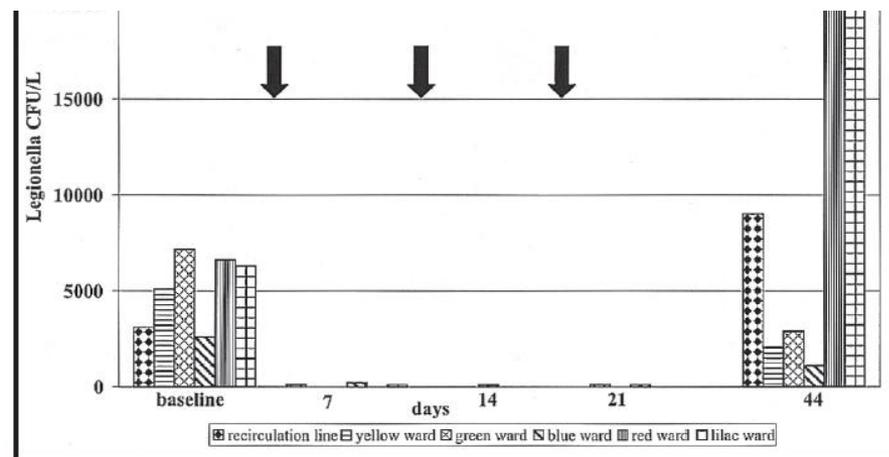


FIGURE 2. Fluctuation of the *Legionella* count during phase 2. PAA = peracetic acid; CFU = colony-forming units.

- Fase 3 cinque disinfezioni con 50 ppm di acido peracetico eseguite mensile per 5 mesi.
 - Fase 4 una disinfezione con 1000 ppm di acido peracetico
- Fase 1:** l'agente ha mantenuto la sua efficacia nel breve termine (1 settimana dopo il trattamento), ad 1 mese dopo la disinfezione, elevati livelli di ricontaminazione
- Fase 2:** non è stata rilevata quasi nessuna crescita di *Legionella* nei campioni raccolti 1 settimana dopo ciascun trattamento, ad 1 mese dopo l'ultimo trattamento elevate cariche batteriche

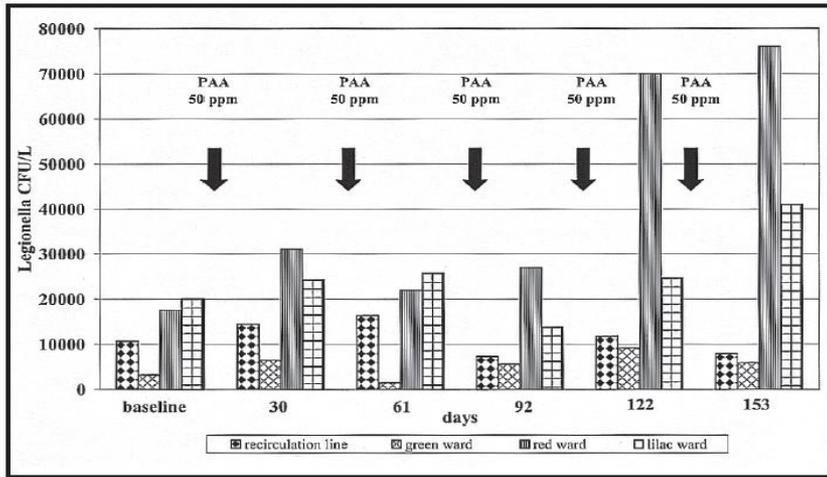


FIGURE 3. Fluctuation of the *Legionella* count during phase 3. PAA = peracetic acid; CFU = colony-forming units.

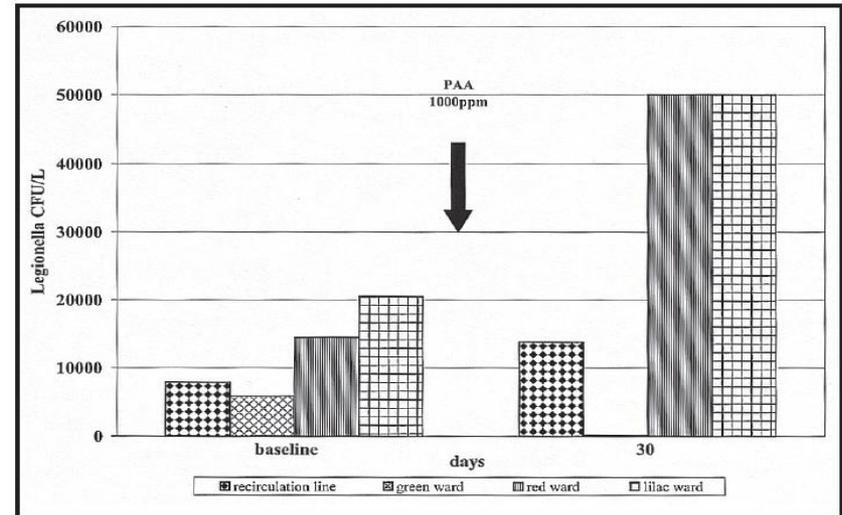
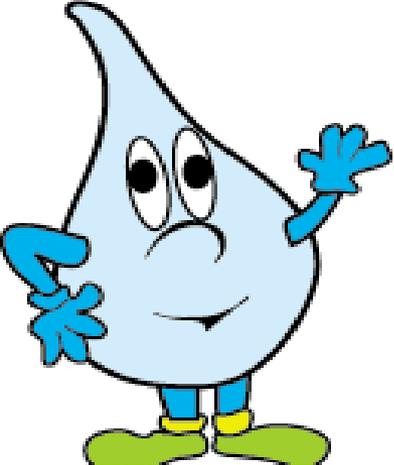
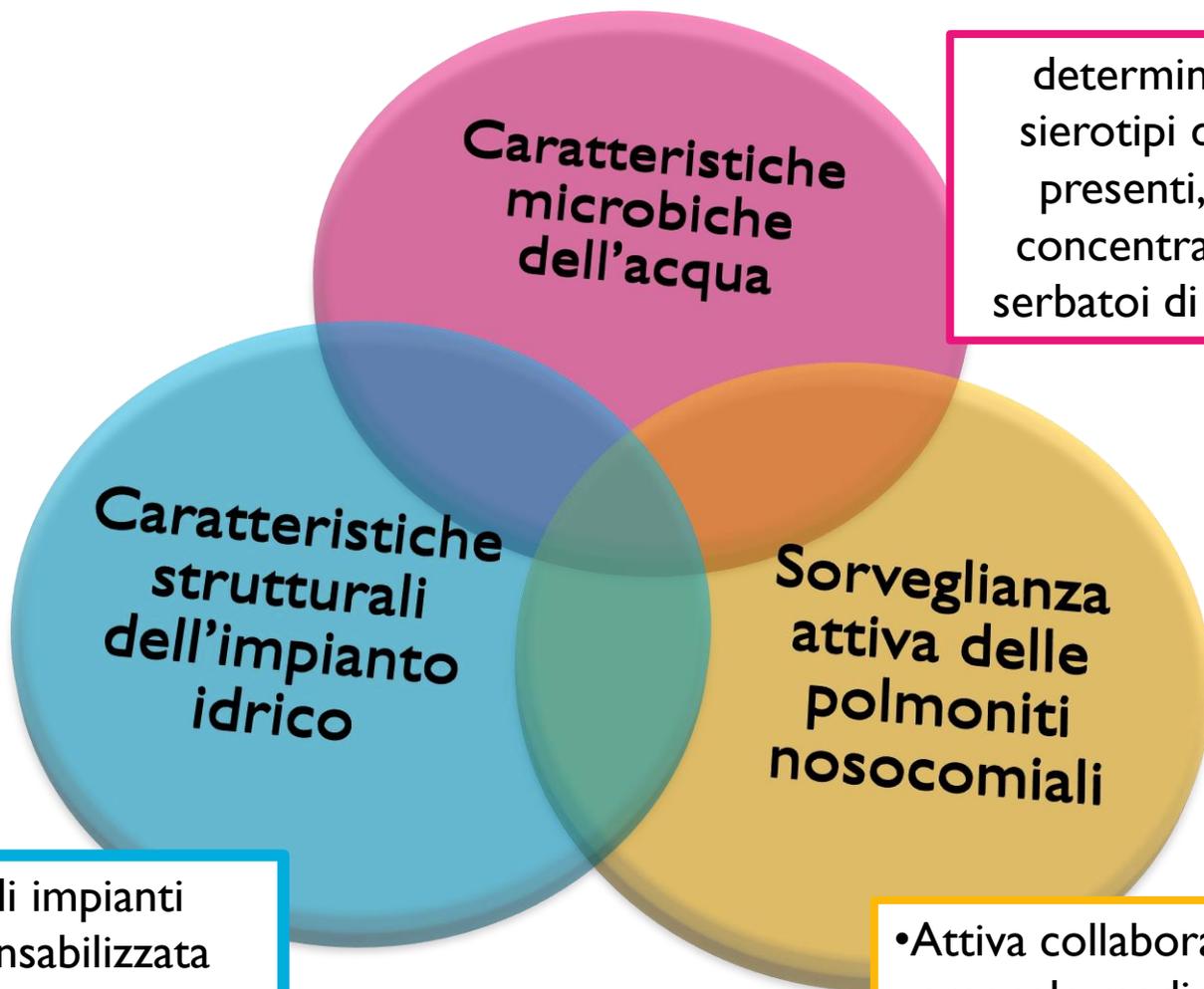


FIGURE 4. Fluctuation of the *Legionella* count during phase 4. PAA = peracetic acid; CFU = colony-forming units.

- Nella fase 3 e 4: hanno dimostrato la ricrescita di *Legionella* con cariche superiori a quelle iniziali
- L'acido peracetico può essere utilizzato in situazioni di emergenza (focolai), ma non per la protezione a lungo termine
Aspetti positivi: bassa capacità di formare composti potenzialmente mutageni (clorammine e alometani) rispetto al cloro - facilità d'uso, praticità e rischio per la salute limitato.
- Gli autori non hanno evidenziato reazioni di corrosione anche se le tubature erano di ferro zincato.
- Un problema irrisolto è il rapporto costi-benefici



STRATEGIE DI PREVENZIONE



determinazione dei sierotipi di legionella presenti, della loro concentrazione e dei serbatoi di provenienza

- Manutenzione degli impianti ottimizzata e responsabilizzata
- Costituzione di un registro separato per la documentazione di tutti gli interventi effettuati

- Attiva collaborazione del personale medico
- Esecuzione routinaria del test per la ricerca dell'antigene urinario