

# ***COME GESTIRE IL RISCHIO LEGIONELLOSI***

## ***Le Torri di Raffreddamento: metodi, criteri e prodotti per la sanificazione***

*Marco D'Ambrosio | Associato AQUA ITALIA*

*Brescia, 10 aprile 2019*



*Federata*

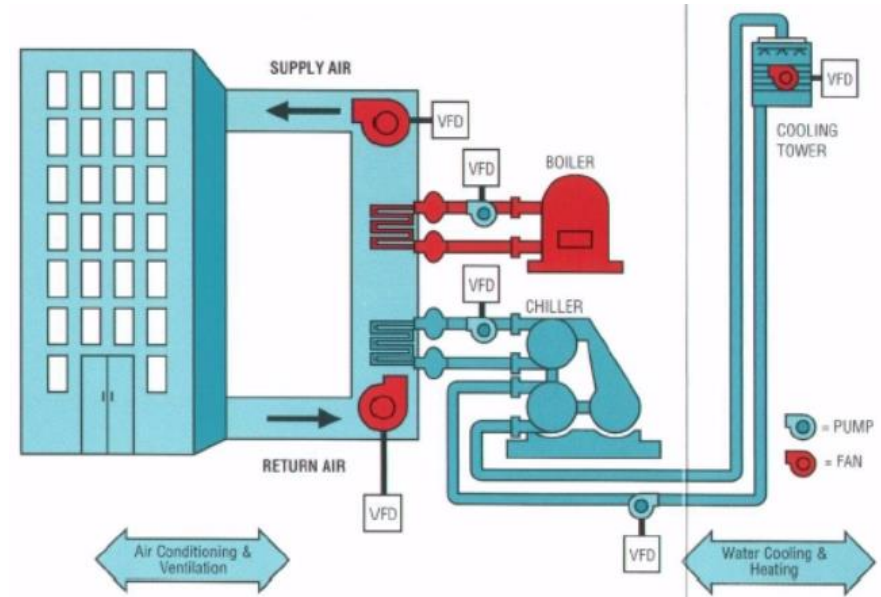
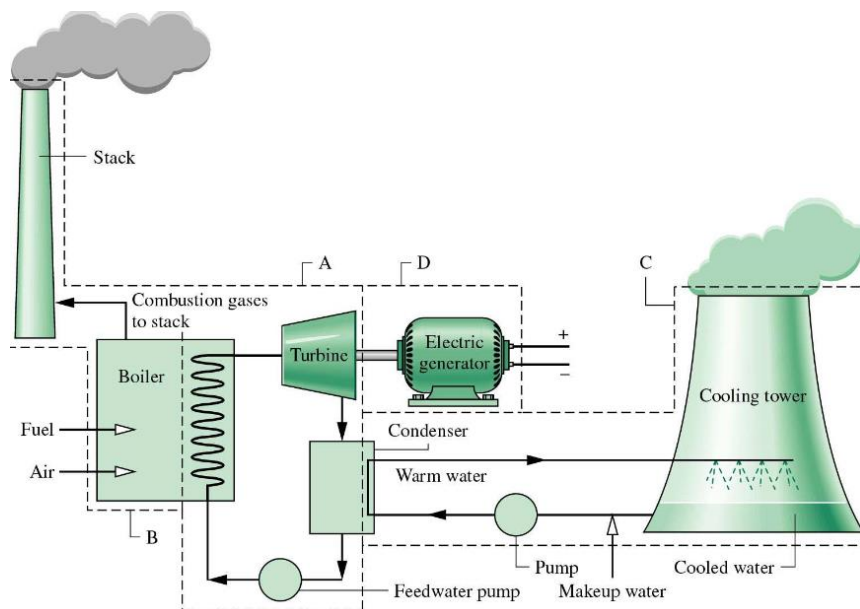


**ANIMA®**  
CONFINDUSTRIA  
MECCANICA VARIA



# Torre evaporativa: impatto

L'efficienza del circuito di raffreddamento ha un notevole impatto sulla produttività degli impianti asserviti.



# Torre evaporativa: acqua

Non scordiamoci che l'acqua è l'elemento principale di una torre evaporativa!!

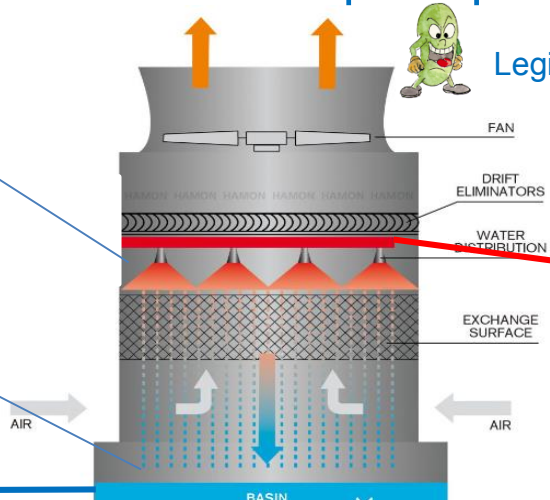
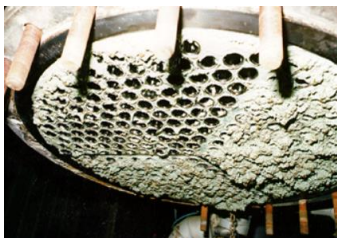
Biofilm



Biofilm

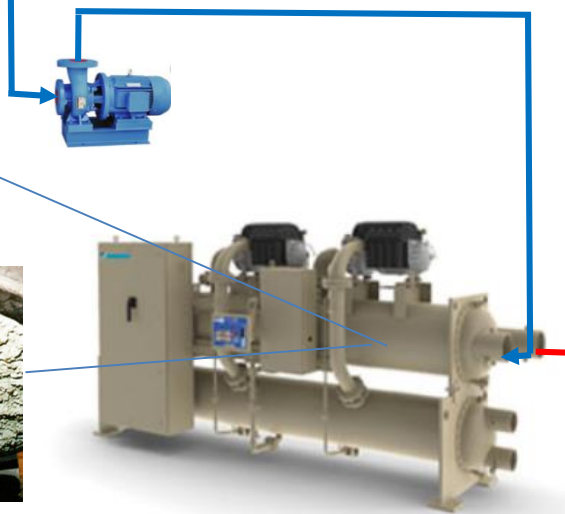


Deposizione



Legionella...e non solo

Corrosione



# Torre evaporativa: bilancio idrico

All'interno della torre l'acqua viene posta in intimo contatto con un flusso d'aria. In questo modo avviene una parziale evaporazione dell'acqua e un raffreddamento dell'acqua rimasta.

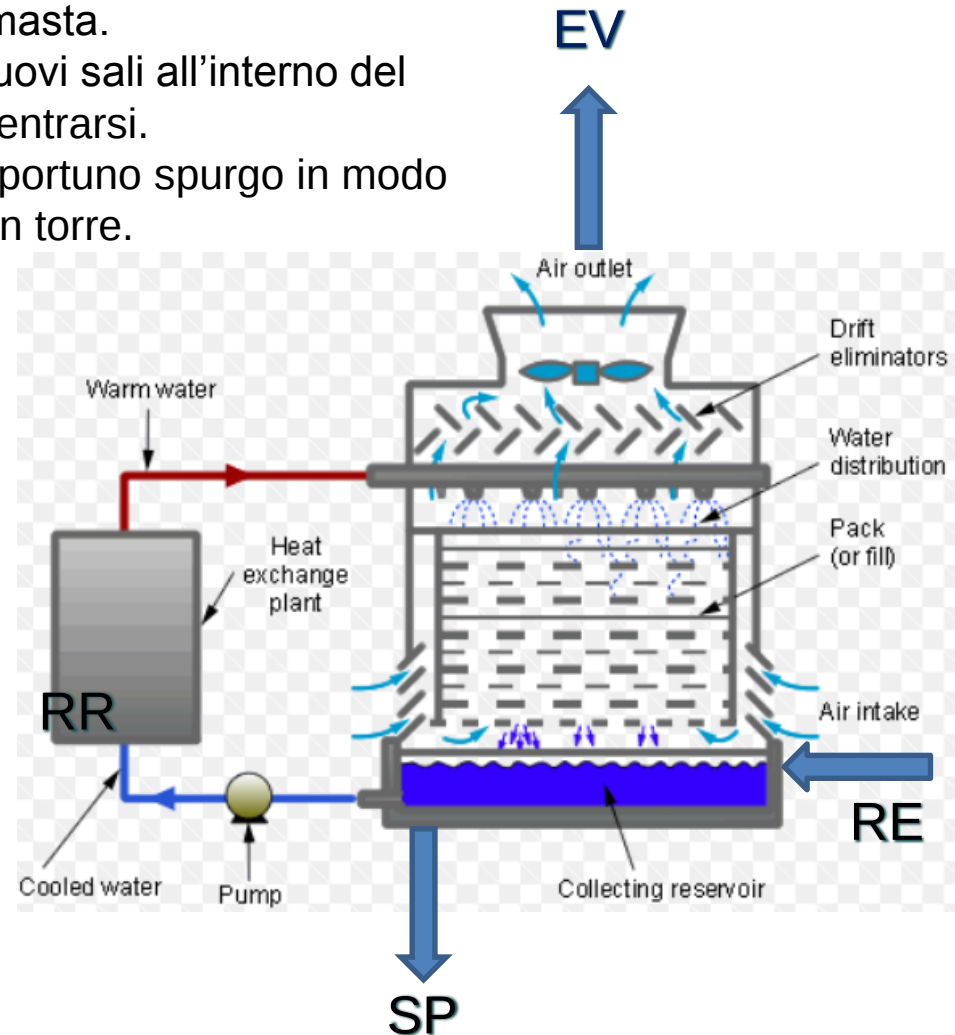
L'acqua di reintegro continua ad apportare nuovi sali all'interno del circuito che non evaporando tendono a concentrarsi.

Per ovviare a ciò deve essere previsto un opportuno spurgo in modo tale da stabilizzare la concentrazione salina in torre.

$$RE = EV + SP$$

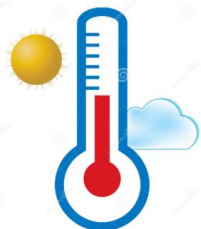
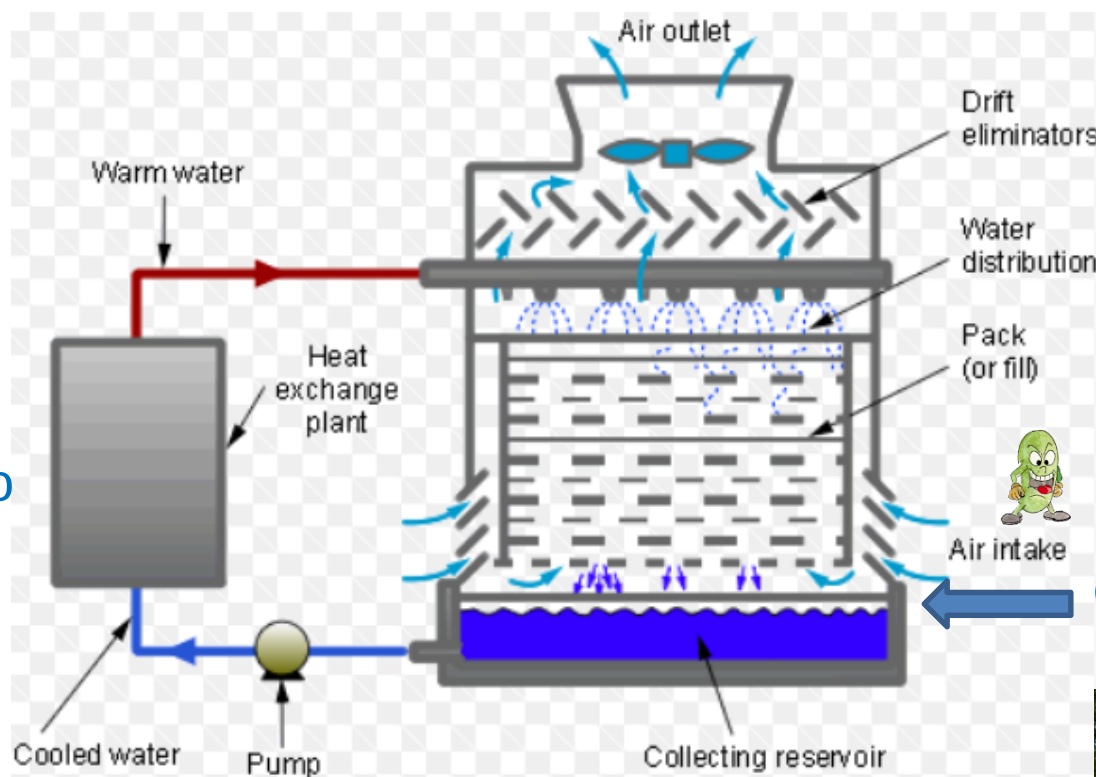
$$N_c = \frac{RE}{SP} = \frac{[X]_{RR}}{[X]_{RE}}$$

$$SP = \frac{EV}{N - 1}$$



# Torre evaporativa: fattori di rischio

Emissione aerosol in ambiente



Innalzamento  
Temperatura  
acqua

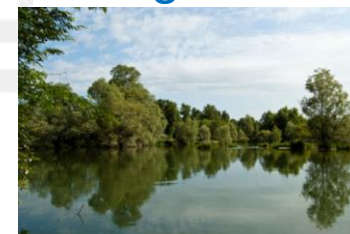
Concentrazione salina  
nel circuito



Qualità  
aria ambiente



Qualità acqua  
reintegro





**Concentrazione** dei solidi disciolti e sospesi

**Incremento** della temperatura dell'acqua

Presenza di fattori che favoriscono la nucleazione (**superfici corrosive**, solidi sospesi)



**Problemi di deposizione**





Contatto **acqua/metallo**

**Incremento temperature** dell'acqua

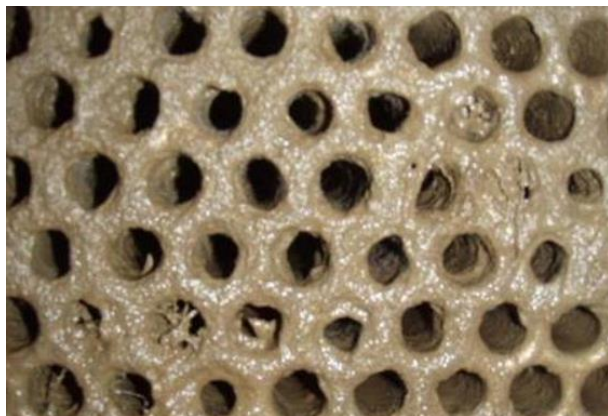
Acqua satura di **ossigeno**

Presenza **metallurgie diverse**



**Problemi di corrosione**





Concentrazione **sostanze nutrienti**

Incremento **temperatura** acqua

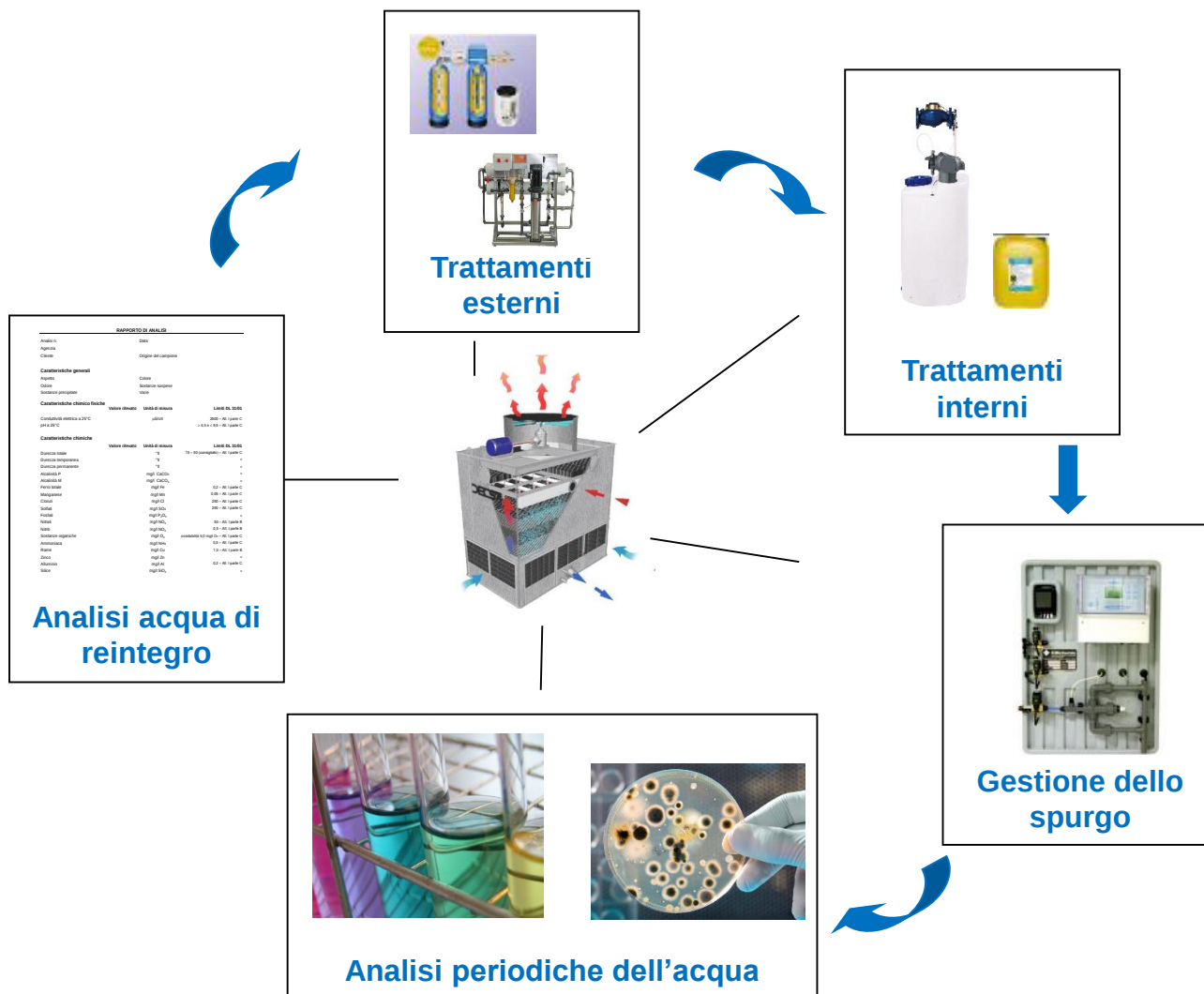
**Dilavamento** di ingenti volume di aria

**Tempo di ritenzione** dell'acqua nel circuito



**Problemi di ricrescita  
microbiologica**

# Torre evaporativa: corretto approccio



# Torre evaporativa: trattamenti

Il programma di trattamento viene definito dallo specialista del trattamento acque:



## RAPPORTO DI ANALISI

Analisi n. I2058 Data 22/05/2015  
Agenzia Novatek Cliente Sidac  
Origine del campione Circolo - Uso Torre evaporativa Fori (FC)

### Caratteristiche generali

Aspetto Limpido Colore Incolore  
Odore Inodore Sostanze sospese =  
Sostanze precipitate = Varie Schiumosa

### Caratteristiche chimico-fisiche

Valore rilevato Unità di misura  
Conduttività elettrica a 25°C 1359 µS/cm  
pH a 25°C 7.1

### Caratteristiche chimiche

Valore rilevato Unità di misura  
Durezza Totale 20 mg/L CaCO<sub>3</sub>  
Durezza Calcio mg/L CaCO<sub>3</sub>  
Alcalinità P mg/L CaCO<sub>3</sub>  
Alcalinità M 360 mg/L CaCO<sub>3</sub>  
Ferro totale 0.05 mg/L Fe  
Manganese N.R. mg/L Mn  
Cloruri 74 mg/L Cl  
Solfati mg/L SO<sub>4</sub>  
Fosfati mg/L P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>  
Nitriti N.R. mg/L NO<sub>2</sub>  
Nitriti N.R. mg/L NO<sub>2</sub>  
Sostanze organiche mg/L O<sub>2</sub>  
Ammoniacale mg/L NH<sub>3</sub>  
Rame N.R. mg/L Cu  
Zinco 0.0 mg/L Zn  
Alluminio N.R. mg/L Al  
Silice mg/L SiO<sub>2</sub>

Note:  
Si rileva una concentrazione di Cillit CC300 pari a 110 g/m<sup>3</sup>.

N.R.: non rilevabile  
NB: i valori inseriti in questo documento sono indicativi delle concentrazioni decise in acqua.

BWT ITALIA srl - via Piro, 59 - 20129 Milano  
Tel. (02) 20.46.343 R.c. Aut. - Fax (02) 20.10.58 - (02) 29.40.45.76



Società  
Località  
Sistema

Torre evaporativa

Temperatura di pelle (°C) 60  
Volume totale torre (m<sup>3</sup>) 15  
Portata di ricircolo (m<sup>3</sup>/h) 350  
Salto termico torre (°C) 6

Evaporato (m<sup>3</sup>/h) 2.94  
Evaporato teorico (m<sup>3</sup>/h) 3.82

Altre indicazioni?  
Fattore alcalinità 0.9  
Fattore pH 1  
Fattore di evaporazione 1.40 % per 10°C

### Acque di reintegro

| Parametri | pH   | Alcalinità M              | Ca                        | Mg                        | SiO <sub>2</sub> | Conduttività | Cl     | SO <sub>4</sub> | NO <sub>3</sub> | %          |
|-----------|------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------|--------------|--------|-----------------|-----------------|------------|
|           |      | (mg/l CaCO <sub>3</sub> ) | (mg/l CaCO <sub>3</sub> ) | (mg/l CaCO <sub>3</sub> ) | (µS/cm)          | (mg/l)       | (mg/l) | (mg/l)          | (mg/l)          | nel totale |
| #1        | 7.50 | 140                       | 160                       | 46                        | 9                | 450          | 14     | 60              | 20              | 100        |
| #2        |      |                           |                           |                           |                  |              |        |                 |                 |            |
| #3        |      |                           |                           |                           |                  |              |        |                 |                 | 0          |

### Acqua di reintegro totale (a valle miscelazione)

| Parametri | pH   | Alcalinità M              | Ca                        | Mg                        | SiO <sub>2</sub> | Conduttività | Cl     | SO <sub>4</sub> | NO <sub>3</sub> | DT   |
|-----------|------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------|--------------|--------|-----------------|-----------------|------|
|           |      | (mg/l CaCO <sub>3</sub> ) | (mg/l CaCO <sub>3</sub> ) | (mg/l CaCO <sub>3</sub> ) | (µS/cm)          | (mg/l)       | (mg/l) | (mg/l)          | (mg/l)          | (°F) |
|           | 7.50 | 140                       | 160                       | 46                        | 9.0              | 450          | 14     | 60.0            | 20              | 20.5 |

### Acqua di torre

| Parametri e indici      | pH  | Alcalinità M<br>(mg/l CaCO <sub>3</sub> ) | Ca<br>(mg/l CaCO <sub>3</sub> ) | Mg<br>(mg/l CaCO <sub>3</sub> ) | SiO <sub>2</sub> (mg/l) | conduttività<br>(µS/cm) | Cl<br>(mg/l) | SO <sub>4</sub><br>(mg/l) | NO <sub>3</sub><br>(mg/l) | DT<br>(°F) | Langelier<br>T pelle | Ryznar<br>T pelle | MgSi<br>(mg/l) | Ca/MgSi<br>(mg/l) | Spurgo<br>(m <sup>3</sup> /h) | Reintegro<br>(m <sup>3</sup> /h) | t di ritenzione<br>(h e min.) |                |
|-------------------------|-----|-------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------|---------------------------|---------------------------|------------|----------------------|-------------------|----------------|-------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------|
| Cicli di concentrazione | 2.5 | 8.59                                      | 315                             | 400                             | 113                     | 23                      | 1125         | 36                        | 150                       | 50         | 51.3                 | 2.30              | 3.99           | OK                | OK                            | 1.96                             | 4.90                          | 7 h e 39 min.  |
| Andamento               | 1.2 | 8.15                                      | 151                             | 192                             | 54                      | 11                      | 540          | 17                        | 72                        | 24         | 24.6                 | 1.27              | 5.61           | OK                | OK                            | 14.70                            | 17.64                         | 1 h e 1 min.   |
|                         | 1.4 | 8.24                                      | 176                             | 224                             | 63                      | 13                      | 630          | 20                        | 84                        | 28         | 28.7                 | 1.48              | 5.27           | OK                | OK                            | 7.35                             | 10.29                         | 2 h e 2 min.   |
|                         | 1.6 | 8.32                                      | 202                             | 256                             | 72                      | 14                      | 720          | 22                        | 96                        | 32         | 32.8                 | 1.67              | 4.98           | OK                | OK                            | 4.90                             | 7.84                          | 3 h e 4 min.   |
|                         | 1.8 | 8.39                                      | 227                             | 288                             | 81                      | 16                      | 810          | 25                        | 108                       | 36         | 36.9                 | 1.84              | 4.72           | OK                | OK                            | 3.68                             | 6.62                          | 4 h e 5 min.   |
|                         | 2.0 | 8.46                                      | 252                             | 320                             | 90                      | 18                      | 900          | 28                        | 120                       | 40         | 41.0                 | 1.99              | 4.48           | OK                | OK                            | 2.94                             | 5.88                          | 5 h e 6 min.   |
|                         | 2.2 | 8.52                                      | 277                             | 352                             | 99                      | 20                      | 990          | 31                        | 132                       | 44         | 45.1                 | 2.12              | 4.27           | OK                | OK                            | 2.45                             | 5.39                          | 6 h e 7 min.   |
|                         | 2.4 | 8.57                                      | 302                             | 384                             | 108                     | 22                      | 1080         | 34                        | 144                       | 48         | 49.2                 | 2.25              | 4.08           | OK                | OK                            | 2.10                             | 5.04                          | 7 h e 9 min.   |
|                         | 2.6 | 8.62                                      | 328                             | 416                             | 117                     | 23                      | 1170         | 36                        | 156                       | 52         | 53.3                 | 2.36              | 3.90           | OK                | OK                            | 1.84                             | 4.78                          | 8 h e 10 min.  |
|                         | 2.8 | 8.66                                      | 353                             | 448                             | 126                     | 25                      | 1260         | 39                        | 168                       | 56         | 57.4                 | 2.46              | 3.74           | OK                | OK                            | 1.63                             | 4.57                          | 9 h e 11 min.  |
|                         | 3.0 | 8.71                                      | 378                             | 480                             | 135                     | 27                      | 1350         | 42                        | 180                       | 60         | 61.5                 | 2.56              | 3.58           | OK                | OK                            | 1.47                             | 4.41                          | 10 h e 12 min. |
|                         | 3.2 | 8.75                                      | 403                             | 512                             | 144                     | 29                      | 1440         | 45                        | 192                       | 64         | 65.6                 | 2.65              | 3.44           | OK                | OK                            | 1.34                             | 4.28                          | 11 h e 13 min. |
|                         | 3.4 | 8.78                                      | 428                             | 544                             | 153                     | 31                      | 1530         | 48                        | 204                       | 68         | 69.7                 | 2.74              | 3.31           | OK                | OK                            | 1.23                             | 4.17                          | 12 h e 15 min. |
|                         | 3.6 | 8.82                                      | 454                             | 576                             | 162                     | 32                      | 1620         | 50                        | 216                       | 72         | 73.8                 | 2.82              | 3.18           | OK                | Elevato                       | 1.13                             | 4.07                          | 13 h e 16 min. |
|                         | 3.8 | 8.85                                      | 479                             | 608                             | 171                     | 34                      | 1710         | 53                        | 228                       | 76         | 77.9                 | 2.90              | 3.06           | OK                | Elevato                       | 1.05                             | 3.99                          | 14 h e 17 min. |

- 1 -

Analisi dell'acqua  
di reintegro

- 2 -

Software per definizione condizione di esercizio:

- LSI
- Tempo ritenzione
- Fattori di concentrazione, spurgo, evaporato..

# Torre evaporativa: trattamenti

Il programma di trattamento viene definito dallo specialista del trattamento acque:

- 3 -

## Definizione programma di trattamento

**BWT** BEST WATER TECHNOLOGY

**Definizione programma di trattamento**

| Parametri di analisi      |     | Valori |     | Unità |      |
|---------------------------|-----|--------|-----|-------|------|
| Temperatura d'acqua (°C)  | 15  | 15     | 15  | °C    | °C   |
| Volume acqua (m³)         | 100 | 100    | 100 | m³    | m³   |
| Pressione di lavoro (bar) | 10  | 10     | 10  | bar   | bar  |
| Salinità (mg/l)           | 100 | 100    | 100 | mg/l  | mg/l |

| Parametri di analisi      |     | Valori |     | Unità |      |
|---------------------------|-----|--------|-----|-------|------|
| Temperatura d'acqua (°C)  | 15  | 15     | 15  | °C    | °C   |
| Volume acqua (m³)         | 100 | 100    | 100 | m³    | m³   |
| Pressione di lavoro (bar) | 10  | 10     | 10  | bar   | bar  |
| Salinità (mg/l)           | 100 | 100    | 100 | mg/l  | mg/l |

| Parametri di analisi      |     | Valori |     | Unità |      |
|---------------------------|-----|--------|-----|-------|------|
| Temperatura d'acqua (°C)  | 15  | 15     | 15  | °C    | °C   |
| Volume acqua (m³)         | 100 | 100    | 100 | m³    | m³   |
| Pressione di lavoro (bar) | 10  | 10     | 10  | bar   | bar  |
| Salinità (mg/l)           | 100 | 100    | 100 | mg/l  | mg/l |

### Trattamento esterno



Addolcimento

Osmosi

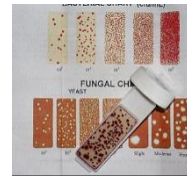
Filtrazione in ricircolo

Spurgo automatico

### Controlli analitici



Controlli  
chimici



Controlli  
microbiologici

### Trattamento interno



Antincrostanti

Anticorrosivi

Biocidi

Disperdenti



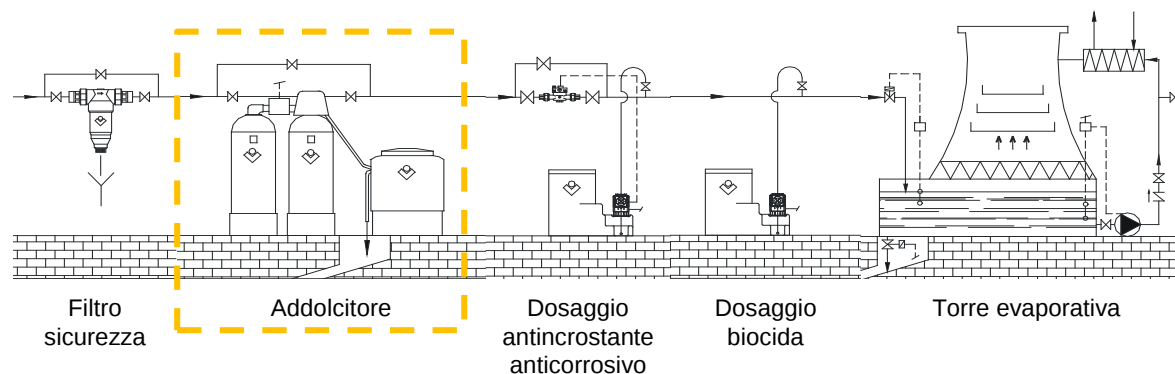
## Come **evidenziare** una deposizione inorganica

- Ispezione visiva del pacco torri
- Analisi della durezza calcica del reintegro e del ricircolato, valutare il rapporto tra le due, confrontarlo con analogo rapporto fatto sugli analoghi valori di durezza totale.
- Se possibile, valutazione dell'Indice di Langelier



## Come **prevenire** la deposizione inorganica

- Eventuale trattamento esterno (es. addolcimento) in funzione delle caratteristiche dell'acqua
- Dosaggio prodotti antincrostanti per prevenire la precipitazione dei sali di calcio: Fosfonati, acidi fosfonici, PAA, Acido polimaleico, etc..... Dosaggio proporzionale al reintegro.

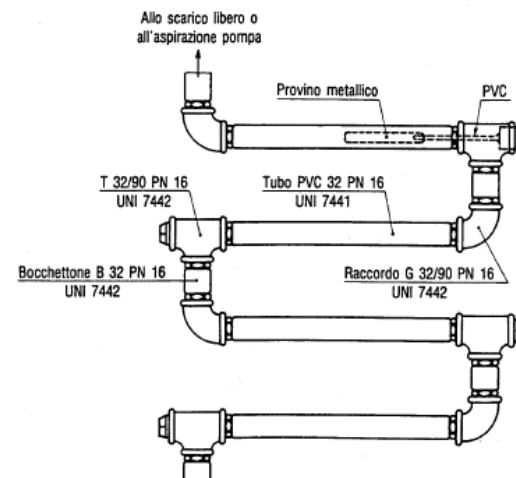


## Come **evidenziare** una corrosione

Viene utilizzato un circuito test in cui vengono inseriti provini dei metalli impiegati nel circuito.

Il kit viene installato in derivazione per 30/60 gg.

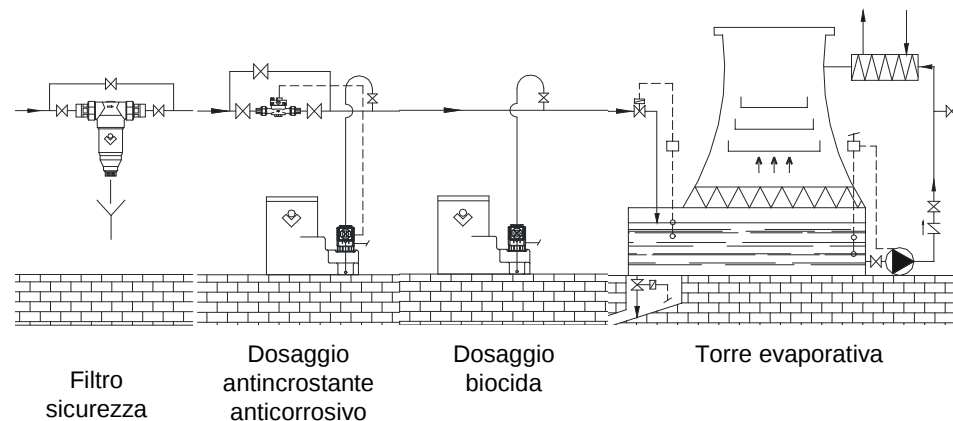
Terminato il test i provini vengono pesati e confrontati con il peso iniziale per determinare la velocità di corrosione (mm/anno).



## Come prevenire la corrosione



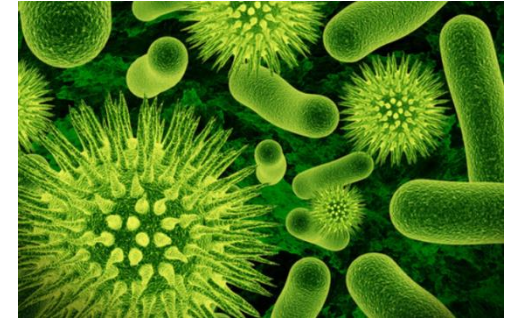
- Eventuale trattamento esterno (es. osmosi inversa) in funzione delle caratteristiche dell'acqua
- Dosaggio anticorrosivi per eliminare / ridurre la corrosione: Fosfonati, acidi policarbossilici, zinco, molibdeno, orto fosfati, etc... Dosaggio proporzionale al reintegro



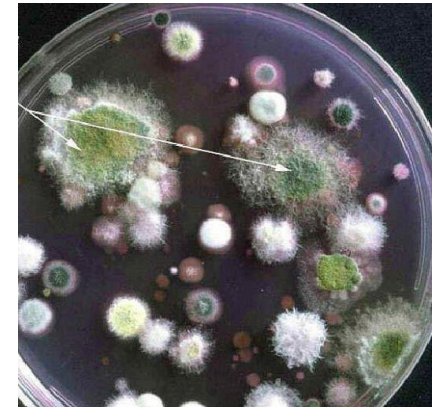
# Ricrescita microbiologica (legionella..)



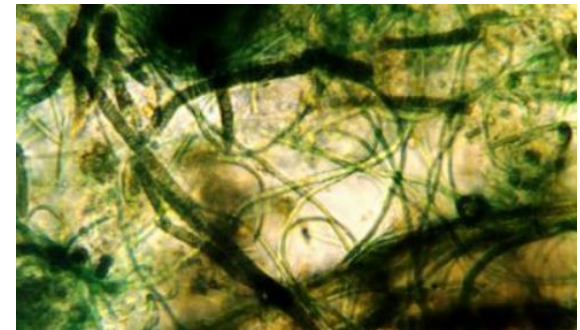
► BATTERI



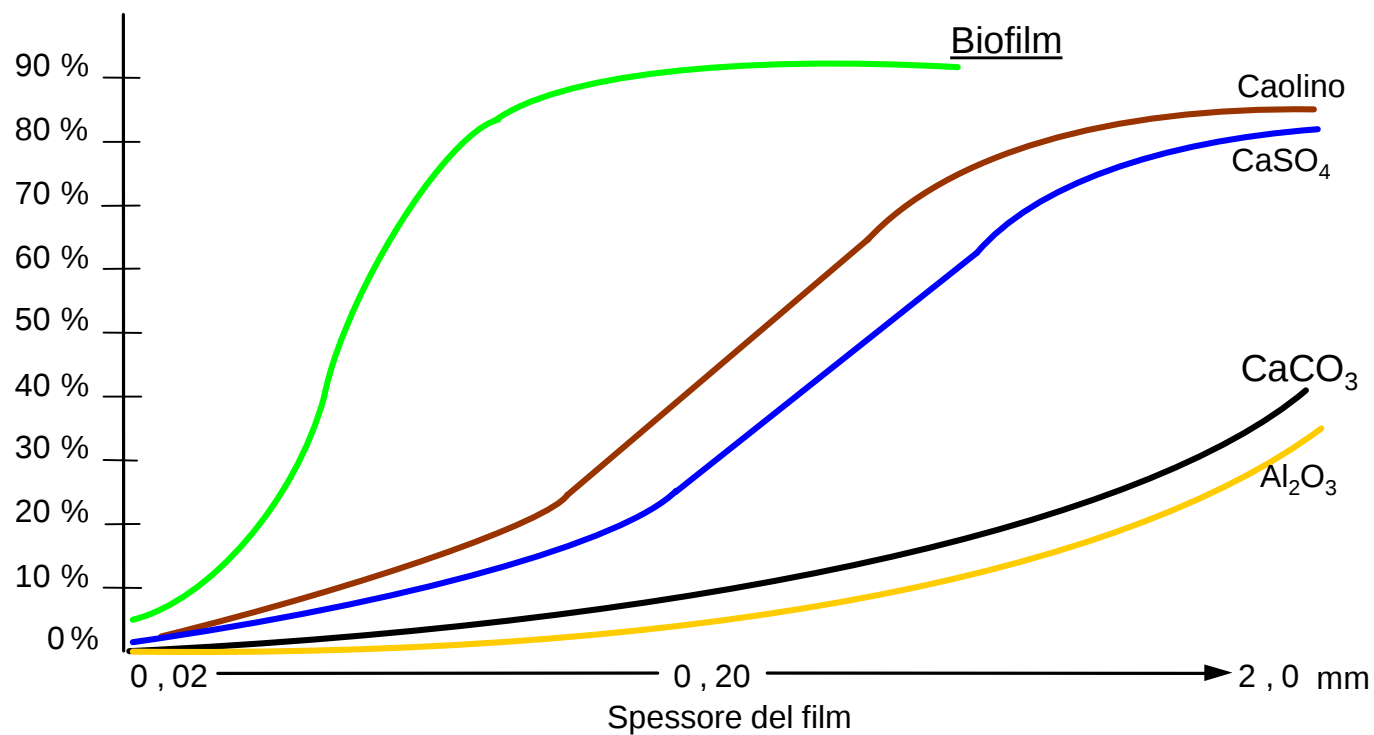
► FUNGHI



► ALGHE



## Riduzione della capacità di scambio termico



Come **evidenziare** fenomeni di la ricrescita microbiologica

- Periodiche analisi di routine conta batterica (manutentore)
- Periodiche analisi Legionella (laboratorio accreditato)

## Analisi conta batterica



- Analisi ad opera manutentore o specialista trattamento acque con Test KIT
- Frequenza mensile

## Analisi Legionella

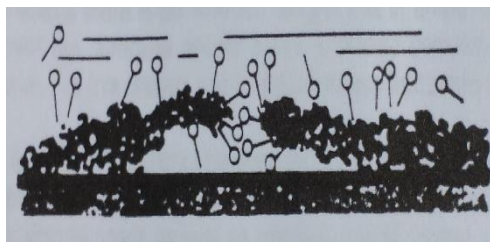


- Analisi specifiche di Legionella tramite laboratorio accreditato
- Frequenza almeno semestrale (Linee guida Legionellosi 2015)

## Come **prevenire** la ricrescita microbiologica

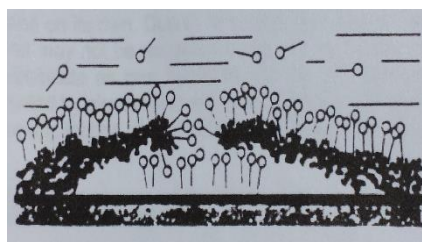
- Utilizzo combinato di biodispersanti e biocidi

### ► **BIODISPERSANTI**



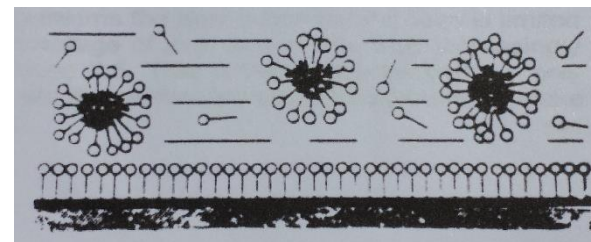
**1**

La parte idrofoba si attacca alle sostanze da rimuovere, mentre le parte idrofila si dispone verso l'acqua



**2**

L'ammasso viene distaccato dalla tubazione. Questo processo viene aiutato anche dal fatto che la parte idrofoba aderisce al tubo pulito mentre la parte idrofila (-) provoca una repulsione sull'ammasso.



**3**

Le particelle organiche vengono tenute in sospensione. Ora il circuito può essere trattato con biocida.

Come **prevenire** la ricrescita microbiologica

## ► **BIOCIDI**

I parametri fondamentali per la scelta del corretto biocida sono:

- ↳ Tempo di contatto
- ↳ Concentrazione di biocida utilizzata
- ↳ Materiali utilizzati

### Biocidi ossidanti



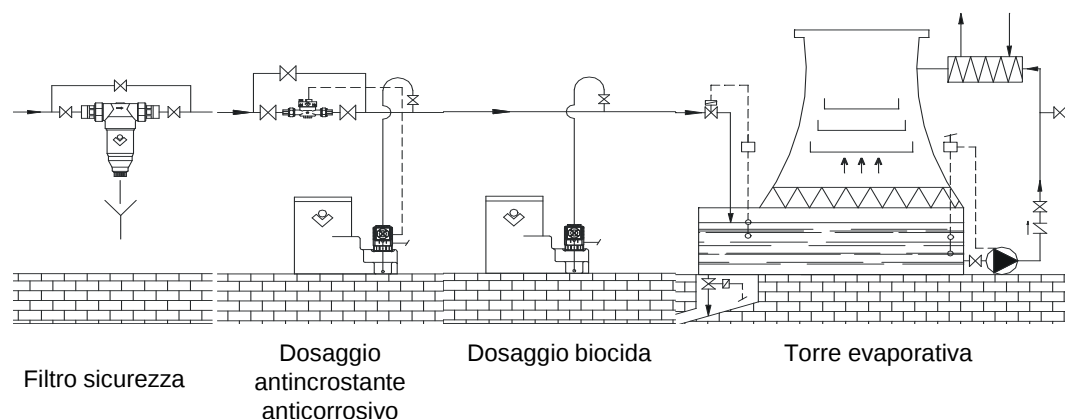
### Biocidi non ossidanti

Sali di ammonio quaternario  
Isothiazoloni  
DBNPA  
Etc..

Come **prevenire** la ricrescita microbiologica

## ► **BIOCIDI: alcune regole**

- Bassi tempi di contatto: Biocidi ossidanti
- Alti tempi di contatto: Biocidi non ossidanti
- Impianti medio piccolo: dosaggi shock e alternanza biocida
- Grandi impianti: dosaggi in continuo



Le Linee Guida per il controllo e la prevenzione della Legionellosi (2015) hanno reso obbligatoria l'adozione di un:

### Protocollo di controllo del rischio Legionellosi

Viene reso obbligatorio per **ogni** struttura:

- *Turistico recettive*
- *Termali*
- *Sanitarie (Ospedali, RSA, studi odontoiatrici...)*
- *Residenziali (condomini)*
- *Industriali*

*Revisione: 1 anno*

*Revisione: 1 anno*

*Revisione: 1 anno*

*Revisione: 3 anni*

*Revisione: 3 anni*

# Linee guida 2015:

## Protocollo di controllo del rischio

### 1. Valutazione del rischio



### 2. Gestione del rischio



### 3. Comunicazione del rischio



Fonte: «Linee guida per la prevenzione e il controllo della legionellosi - Ministero della Salute - maggio 2015»

# Linee guida 2015:

## Protocollo di controllo del rischio

### Protocollo di controllo del rischio Legionellosi

#### Valutazione del rischio

**Indagine** che individua le **specificità della struttura e degli impianti**, per le quali si possono realizzare condizioni che collegano la presenza effettiva o potenziale di *Legionella* negli impianti alla possibilità di contrarre l'infezione.



Le informazioni relative alla Valutazione del rischio ed al relativo Piano di Controllo **devono essere comunicate** dall'incaricato della Valutazione al gestore della struttura o a un suo preposto che, a loro volta, dovranno informare tutte le persone che sono coinvolte nel controllo e nella prevenzione della legionellosi nella struttura.

# Linee guida 2015: Protocollo di controllo del rischio

## Protocollo di controllo del rischio Legionellosi

### Gestione del rischio

Gli **interventi** e le **procedure** volte a rimuovere definitivamente o a contenere costantemente le criticità individuate nella analisi del rischio.

Qualsiasi intervento manutentivo o preventivo attuato deve essere **il risultato di una strategia** che preveda un gruppo di lavoro multidisciplinare, che consideri tutte le caratteristiche dell'impianto e le possibili interazioni nell'equilibrio del sistema.



# Linee guida 2015: Protocollo di controllo del rischio

## Gestione del rischio

- Procedura di manutenzione periodica
- Procedura di controlli chimici
- Procedura di controlli microbiologici
- Tabelle intervento

Tabella 7 - Tipi di intervento indicati per concentrazioni di *Legionella* (UFC/L) negli impianti di raffreddamento a torri evaporative o a condensatori evaporativi.

| Legionella (UFC/L)   | Intervento richiesto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sino a 1.000         | Verificare che le correnti pratiche di controllo del rischio siano correttamente applicate.                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Tra 1.001 e 10.000   | L'impianto idrico deve essere ricampionato, dopo aver verificato che le correnti pratiche di controllo del rischio siano correttamente applicate e dopo aver incrementato il dosaggio di un biocida appropriato.<br>Se il risultato viene confermato, si deve effettuare una revisione della valutazione del rischio per identificare le necessarie ulteriori misure correttive.                |
| Tra 10.000 e 100.000 | <b>Effettuare una disinfezione con un biocida appropriato</b> e la revisione della valutazione del rischio, per identificare le necessarie ulteriori misure correttive, quale l'eventuale pulizia meccanica del bacino dell'impianto a supporto della disinfezione.                                                                                                                             |
| Maggiore di 100.000  | <b>Fermare l'impianto, effettuare una disinfezione con un biocida appropriato</b> e la revisione della valutazione del rischio, per identificare le necessarie ulteriori misure correttive, quale l'eventuale pulizia meccanica del bacino dell'impianto a supporto della disinfezione.<br>Riavviare l'impianto quando l'esito del campionamento dopo disinfezione torna a livelli <1000 UFC/L. |

- Procedura in caso di emergenza

Codice 94171 - Rev. 0 - 09/15

### Registro di intervento manutenzione, pulizia sanificazione e controllo consumo prodotti chimici

Registro Attività: anno

Svolta su impianto: (indicare)

Identificativo Società:

NOTE: Per ogni attività svolta viene redatto ed allegato alla documentazione del Protocollo di controllo ogni singolo rapporto di intervento

| Tipo di intervento                    | Descrizione intervento | Note | Rapporto intervento n. | Firma | Data |
|---------------------------------------|------------------------|------|------------------------|-------|------|
| Manutenzione, sanificazione e pulizia |                        |      |                        |       |      |
|                                       |                        |      |                        |       |      |
|                                       |                        |      |                        |       |      |
|                                       |                        |      |                        |       |      |
|                                       |                        |      |                        |       |      |
|                                       |                        |      |                        |       |      |
|                                       |                        |      |                        |       |      |
|                                       |                        |      |                        |       |      |
|                                       |                        |      |                        |       |      |
|                                       |                        |      |                        |       |      |

| Tipo di intervento                       | Prodotto | Identificazione stazione dosaggio | Quantità prodotto consumato | Consumo acqua | Rapporto intervento n. | Firma | Data |
|------------------------------------------|----------|-----------------------------------|-----------------------------|---------------|------------------------|-------|------|
| Controllo consumo prodotto chimico usato |          |                                   |                             |               |                        |       |      |
|                                          |          |                                   |                             |               |                        |       |      |
|                                          |          |                                   |                             |               |                        |       |      |
|                                          |          |                                   |                             |               |                        |       |      |
|                                          |          |                                   |                             |               |                        |       |      |
|                                          |          |                                   |                             |               |                        |       |      |
|                                          |          |                                   |                             |               |                        |       |      |
|                                          |          |                                   |                             |               |                        |       |      |
|                                          |          |                                   |                             |               |                        |       |      |
|                                          |          |                                   |                             |               |                        |       |      |

Per maggiori informazioni

[aqua@anima.it](mailto:aqua@anima.it)

[www.aquaitalia.it](http://www.aquaitalia.it) | [www.acquadicasa.it](http://www.acquadicasa.it)

