LINEE GUIDA
PER LA PREVENZIONE DELLA LEGIONELLA NELLE TORRI DI RAFFREDDAMENTO

a cura di **ATS Brescia**

Sistema Socio Sanitario
Regione Lombardia
ATS Brescia

Versione n. 1 - Dicembre 2018

Sommario

GRUPPO DI LAVORO ..... B
1. FINALITA' DEL DOCUMENTO 1
2. CHE COSA E' LA LEGIONELLA 2
3. TORRI DI RAFFREDDAMENTO 6
3.1. DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI 6
3.2. MATERIALI E CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE 8
3.3. REGOLE GENERALI PER IL POSIZIONAMENTO 9
3.4. EMISSIONE DI AEROSOL 9
3.5. NUTRIENTI 10
3.6. EVAPORAZIONE SPURGO E REINTEGRO 10
4. LA CATENA DEGLI EVENTI 12
5. MANUTENZIONE: ISPEZIONE E PULIZIA 13
6. TRATTAMENTO DELLE ACQUE 16
7. MONITORAGGIO E TIPOLOGIE DI INTERVENTO 20
8. PREVENZIONE E PROTEZIONE DEI LAVORATORI COINVOLTI 24
BIBLIOGRAFIA I

GRUPPO DI LAVORO

Costituito con Decreto DG n. 546 del 25.10.2018

Dr. Fabrizio Speziani	ATS Brescia - Direttore Sanitario (coordinatore)
Dr.ssa Daria Barberis	ATS Brescia - Direttore Laboratorio Sanità Pubblica
Ing. Romano Comini	ATS Brescia - Responsabile U.O. Tecnologia della Prevenzione, Sicurezza e Impiantistica
Dr.ssa CristinaGremita	ATS Brescia - Direttore Servizio PSAL
Dr.ssa Lucia Leonardi	ATS Brescia - Responsabile U.O. Medicina Ambientale
Dott. Diego Rodolfi	ATS Brescia **-** Responsabile dei Tecnici della Prevenzione ET Franciacorta
Ing. Alessandro Corsini	Associazione Industriale Bresciana
Ing. Alessandro Giovannelli	Associazione Industriale Bresciana
Ing. Simone Zanolini	Associazione Industriale Bresciana
Dott. Alessandro Fontana	ANIMA Federazione delle Associazioni Nazionali dell'Industria Meccanica varia e affine
Ing. Claudio Rigano	ANIMA Federazione delle Associazioni Nazionali dell'Industria Meccanica varia e affine

1. FINALITA' DEL DOCUMENTO

La finalità del presente documento è fornire informazioni e indicazioni per minimizzare e mantenere sotto controllo la contaminazione da Legionella nei sistemi di raffreddamento per evaporazione (torri di raffreddamento e condensatori evaporativi).
Le presenti linee guida sono state liberamente tratte da linee guida nazionali ed internazionali (si veda la bibliografia allegata) integrate dalle informazioni ed esperienza dei partecipanti al gruppo di lavoro, che costituiscono oggi lo standard di conoscenza sul tema. Si sottolinea comunque che l'applicazione dei suggerimenti e delle attività individuate nella presente guida non costituiscono alcuna garanzia di non contaminazione delle torri di raffreddamento da Legionella ma rappresentano un'indicazione, finalizzata alla riduzione del rischio, basata sulle attuali migliori conoscenze relative al fenomeno.
L'uso di queste linee guida è rivolto ai progettisti, installatori, utilizzatori, datori di lavoro, personale di manutenzione e produttori degli impianti sopra citati.

Mantenere il sistema efficiente è di fondamentale importanza per salvaguardare sia l'ambiente che le performance termiche di un impianto di raffreddamento di tipo evaporativo. Se il grado di efficienza è quello di progetto, l'impianto di raffreddamento non solo assicurerà l'ottimo funzionamento del processo, ma utilizzerà anche la minor quantità possibile di risorse naturali in termini di acqua ed energia. Oltretutto l'impianto opererà in modo sicuro, poiché saranno prevenute contaminazioni batteriologiche incontrollate.

I punti chiave per mantenere l'efficienza del sistema sono un adeguato controllo della qualità dell'acqua in circolo e un programma di manutenzione per mantenere l'impianto pulito e in buone condizioni.

Scopo delle presenti Linee Guida è quindi fornire una spiegazione delle attività necessarie per mantenere l'efficienza termica e per prevenire la crescita di microrganismi potenzialmente dannosi, inclusa la Legionella.

2. CHE COSA E' LA LEGIONELLA

Nel 1976 un importante focolaio di polmonite tra i partecipanti della *Convention of American Legion* a Philadelphia, ha portato alla definizione della malattia dei legionari a cura di Fraser et al. (1977).

La malattia si scoprì essere causata dal batterio Legionella Pneumophila (Legionella a seguito dei legionari infettati alla convention; pneumophila con il significato di "amante dei polmoni") [1]. Per legionellosi si intendono tutte le forme morbose causate da batteri aerobi del genere Legionella.

Le Legionelle sono piccoli bacilli gram negativi lunghi circa 0.5 micron.

Il genere Legionella comprende 61 differenti specie, differenziabili in base alla composizione del DNA, e 70 sierogruppi.

Non tutte le Legionelle sono state associate a casi clinici.

La specie più frequentemente in causa nei casi di malattia nell'uomo è la Legionella Pneumophila, classificata in 16 sierogruppi.

Di questi la Legionella Pneumophila sierogruppo1 è responsabile del 95% dei casi di infezione in Europa per inalazione ed in Italia questa percentuale è confermata dall'Istituto Superiore di Sanità.

La legionellosi si può manifestare in forme sub cliniche asintomatiche, in forme lievi simil influenzali con febbre, dolori muscolari, tosse, mal di testa, con una incubazione di 1-2 giorni ed una risoluzione in 2-5 giorni (febbre di Pontiac), o in forma grave, dopo una incubazione di 2-10 giorni, con polmonite infettiva, a volte associata a sintomi extrapolmonari come manifestazioni neurologiche renali e gastrointestinali, che è causa di decesso nel 10-15% dei casi.

La polmonite da Legionella non ha caratteri di specificità né clinici né radiologici che consentano di distinguerla da altre polmoniti batteriche ed è per questo che la malattia resta sottodiagnosticata e sottonotificata.

La popolazione più colpita dalla polmonite è di sesso maschile, di età >40 anni, con abitudine al fumo, affetta da patologie croniche a carico dell'apparato respiratorio e in stato di immunodepressione.

Il rischio della acquisizione della malattia è soprattutto correlato alla suscettibilità individuale del soggetto esposto e al grado di esposizione, dipendente dalla quantità e dalla virulenza della Legionella presente e dalla durata della esposizione.

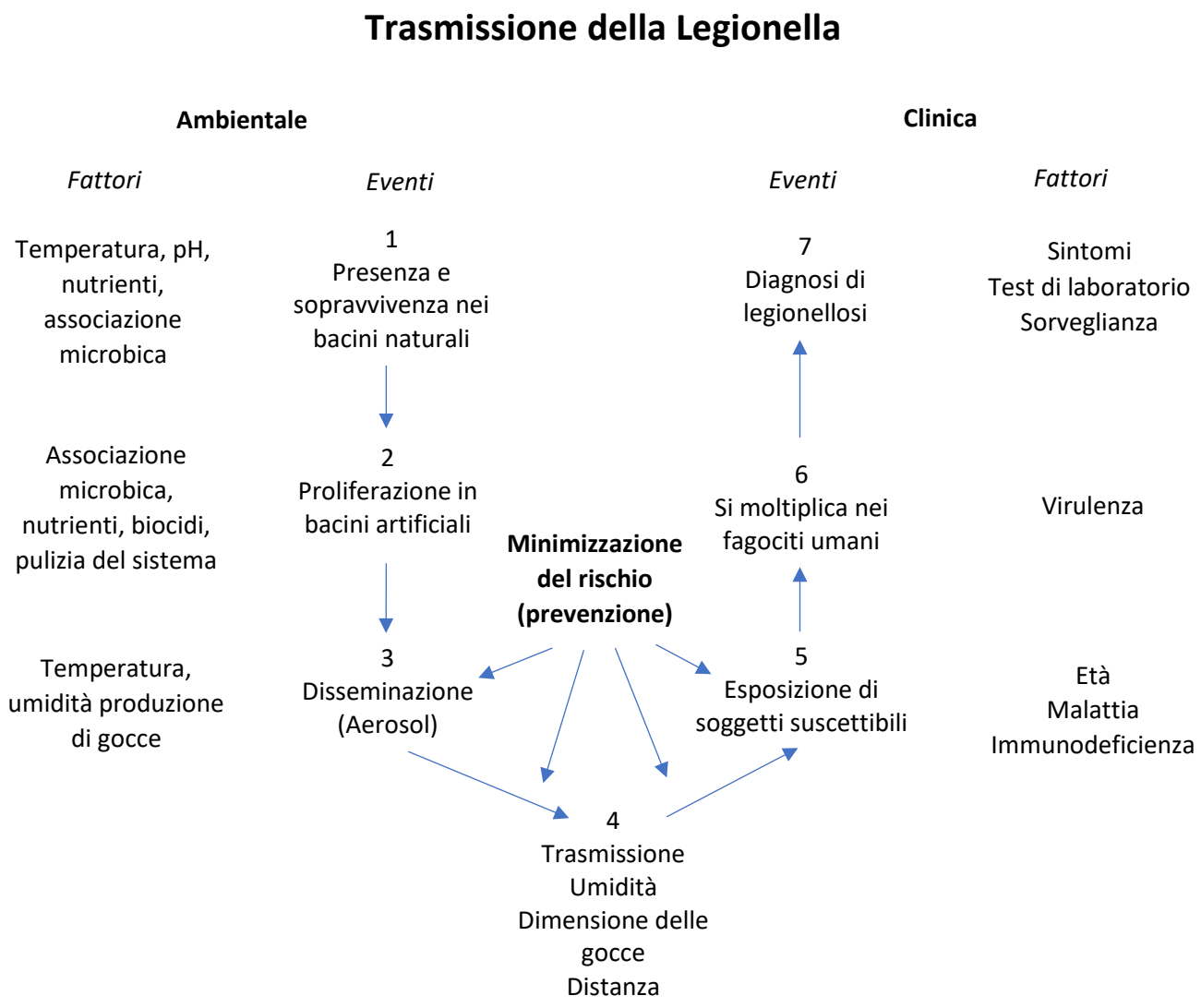


Figura 1- Trasmissione della Legionella [2].

Habitat della Legionella: dove la Legionella può crescere e diffondersi

La Legionella è un batterio ubiquitario che si trova in ambienti acquatici naturali come laghi e fiumi, ma anche nelle acque di falda, nell'acqua termale, nell'acqua di mare e sulle piante della foresta fluviale: ambienti molto diversi fra loro ma tutti caratterizzati dalla presenza di acqua.

Il batterio sopravvive anche in fonti artificiali di acqua salata.

La bassa concentrazione nel suo ambiente naturale generalmente non conduce a malattia e ancor meno a focolai.

In alcuni ambienti naturali acquatici la Legionella può essere presente in concentrazioni troppo basse per essere rilevate utilizzando metodi di coltura standard di laboratorio [3].

La probabilità che una fonte possa causare un'infezione dipende dalla carica batterica, dall'efficacia della diffusione, dal modo in cui si moltiplica e dalla possibilità di formare aerosol.

Il meccanismo che può portare allo sviluppo di una patologia da Legionella può essere così sintetizzato: dal bacino naturale →bacino artificiale→ dispositivi che generano aerosol →inalazione o respirazione → sviluppo di patologia.

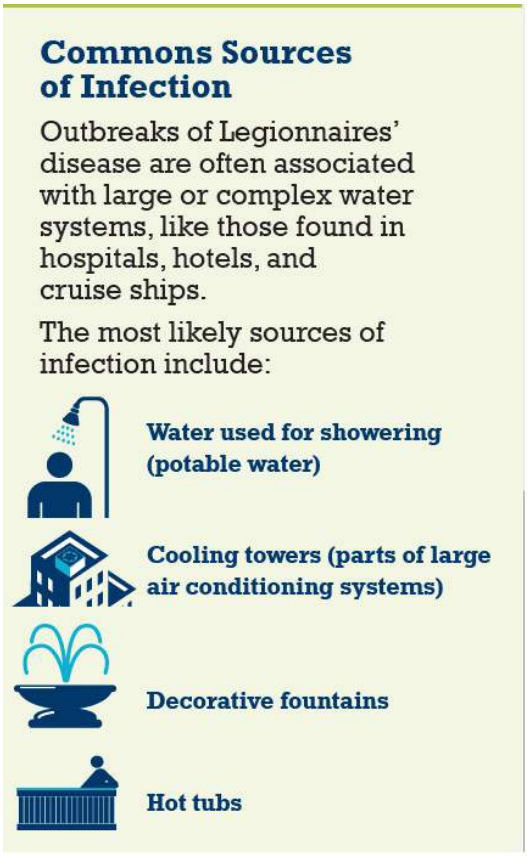


Figura 2- Commons Sources of infection [4]

La Legionella dagli ambienti naturali può trasferirsi nei sistemi idrici e negli impianti idraulici all'interno dei quali posso sussistere le condizioni per la sua proliferazione: serbatoi di acqua calda e fredda, boiler, vasi d'espansione, filtri per l'acqua, rubinetti, soffioni delle docce, tubi, valvole, umidificatori ad aerosol, fontane decorative, torri di raffreddamento, cisterne e piscine, rappresentano alcuni degli esempi più diffusi di fonti potenziali di infezione.

La generazione di aerosol di acqua contaminata da Legionella è associata alla possibilità di trasmissione della malattia.

La pericolosità delle particelle di acqua inalate è inversamente proporzionale alla loro dimensione: l'aerosol con dimensioni delle goccioline di acqua inferiori a 5 micron rimane in sospensione nell'aria più a lungo ed è più pericoloso perché in grado di raggiungere le basse vie respiratorie (alveoli polmonari).

L'infezione umana è un evento raro, malgrado il carattere ubiquitario della Legionella, avviene per contatto dell'uomo con l'ambiente, mentre non è stata dimostrata la trasmissione interumana e non si conosce l'esistenza di portatori.

Pur osservandosi in forma sporadica, la malattia insorge abitualmente con epidemie più o meno estese, che coinvolgono individui contemporaneamente esposti al contagio per aver soggiornato in ambienti contaminati quali sale riunioni, alberghi, campeggi, centri sportivi, reparti ospedalieri, ecc.

I focolai di legionellosi sono diffusi nel mondo. In Italia si sono registrati numerosi focolai epidemici:

- ✓ nel 2003 a Roma 15 casi attribuiti alla contaminazione da torre di raffreddamento di un esercizio commerciale;
- ✓ a Venezia nel 2006, 9 casi con verosimile implicazione di una torre di raffreddamento;
- ✓ a Cesano Maderno nel 2008, 8 casi con il sospetto delle acque non trattate dell'acquedotto;
- ✓ a partire da agosto 2016, all'11 ottobre 2018, le autorità sanitarie locali hanno segnalato 41 casi di legionellosi nella città di Parma;
- ✓ nel 2018 si è verificata una epidemia a Milano e a Bresso con 46 casi;
- ✓ a Brescia nel settembre 2018, 22 casi di Legionella registrati in 7 comuni (Montichiari, Calvisano, Carpenedolo, Isorella, Visano, Acquafredda, Remedello). Nello stesso periodo in tutta la provincia sono stati registrati altri 45 casi sporadici (casi non riconducibili ad un cluster).

Principali fattori che favoriscono la crescita di Legionella

Incrostazioni e sedimenti: consumano il disinfettante e creano un ambiente protetto per la Legionella ed altri microrganismi.

Temperatura dell'acqua: le condizioni in cui la Legionella prolifera sono tra i 25°C e i 45°C; la Legionella può comunque crescere anche fuori da tale range.

pH: può influenzare l'efficacia dei battericidi introdotti e pertanto è un parametro che va tenuto controllato.

Presenza di carica batterica e nutrienti: costituisce nutrimento e protezione per la Legionella (la Legionella può annidarsi all'interno di organismi unicellulari quali protozoi, più resistenti ai battericidi) anche attraverso la formazione di **biofilm** *(aggregazione complessa di microrganismi contraddistinta dalla secrezione di una matrice adesiva e protettiva, caratterizzata spesso anche da adesione ad una superficie, sia di tipo biologico che inerte, eterogenicità strutturale, interazioni biologiche complesse)*; il biofilm protegge la Legionella dal calore e dai disinfettanti, fornisce cibo e protezione ai microrganismi, cresce su qualsiasi superfice che sia costantemente umida e può durare per decenni.

Stagnazione d'acqua: favorisce la crescita del biofilm con possibile riduzione dei livelli di disinfettante; favorisce zone con riduzione della temperatura dell'acqua calda ovvero può favorire zone con aumento della temperatura dell'acqua fredda [3].

3. TORRI DI RAFFREDDAMENTO

3.1. DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI

Le torri di raffreddamento e i condensatori evaporativi sono macchine efficienti ed economiche utilizzate per dissipare il calore negli impianti di condizionamento dell'aria, negli impianti di refrigerazione e nei sistemi di raffreddamento dei processi industriali. Utilizzate da più di mezzo secolo, sono compatte, silenziose, consumano poca energia e sono in grado di generare un risparmio di acqua dell'ordine del 95% rispetto ad un processo con scarico a perdere. Sono semplici da usare e da mantenere necessitando di interventi manutentivi e di controllo non particolarmente complessi.

Il raffreddamento evaporativo combina alta efficienza termica ed economicità di gestione, poiché consente di ottenere basse temperature dell'acqua di raffreddamento con un consumo minimo di energia ed acqua. In tal modo il raffreddamento evaporativo contribuisce a salvaguardare le risorse naturali e l'ambiente.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Torri evaporative a circuito aperto

L'acqua in arrivo dall'utenza entra nella torre attraverso l'apposito attacco di ingresso e viene distribuita sul pacco di riempimento per mezzo di una serie di canali dotati all'estremità di ugelli spruzzatori. Contemporaneamente, l'aria ambiente è indotta o forzata attraverso la torre, causando l'evaporazione di una piccola quantità d'acqua. Tale processo di evaporazione sottrae calore all'acqua rimanente. L'acqua raffreddata cade nella vasca di raccolta da dove viene prelevata e riportata all'utenza. Il circuito è di tipo aperto in quanto l'acqua da raffreddare viene a contatto con l'atmosfera.

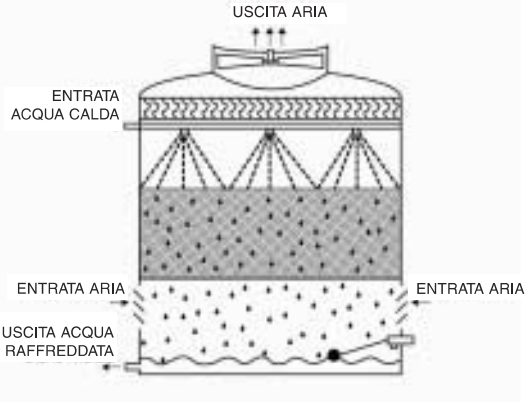


Figura 3 - Tiraggio Indotto

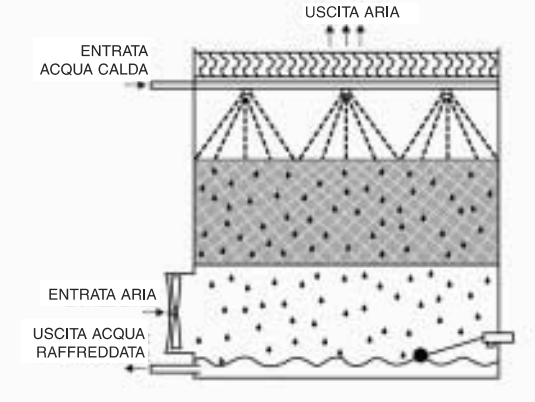


Figura 4 - Tiraggio forzato

Torri evaporative a circuito chiuso o condensatori evaporativi

Il fluido da raffreddare viene fatto circolare all'interno di una batteria di tubi metallici (detta anche "serpentino"). Un circuito secondario distribuisce dell'acqua sui tubi della batteria. Contemporaneamente, per mezzo di un motoventilatore, viene fatta passare dell'aria attraverso la batteria, causando l'evaporazione di una piccola quantità dell'acqua del circuito secondario. Tale processo di evaporazione sottrae calore al fluido che circola all'interno dei tubi della batteria. L'acqua del circuito secondario cade nella vasca di raccolta da dove viene pompata di nuovo sul serpentino. Il circuito in questo caso è di tipo chiuso poiché il fluido da raffreddare non entra in contatto con l'atmosfera.

Un condensatore evaporativo funziona in maniera analoga, tranne per il fatto che all'interno del serpentino viene fatto circolare del gas refrigerante che, condensandosi, torna allo stato liquido.

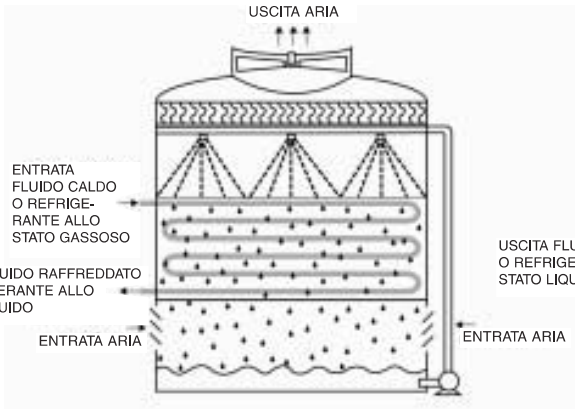


Figura 5 - Tiraggio Indotto

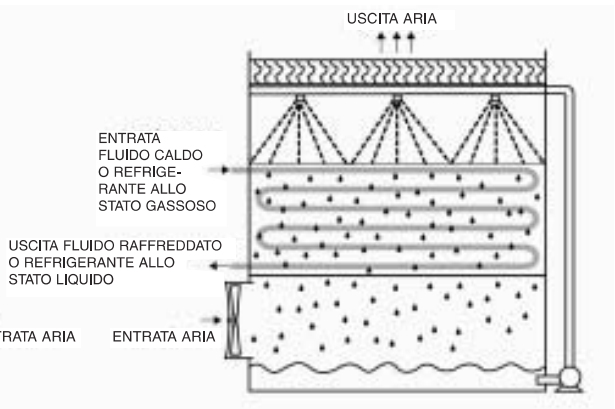


Figura 6 - Tiraggio forzato

3.2. MATERIALI E CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

Le note che seguono si riferiscono in particolare alla realizzazione di nuovi impianti. Per quanto riguarda gli impianti esistenti le indicazioni riportate possono rappresentare suggerimenti per l'eventuale miglioramento impiantistico e d'esercizio.

- ✓ I materiali costruttivi degli apparecchi evaporativi devono resistere all' azione aggressiva dell' acqua, del cloro e di altri disinfettanti, al fine di evitare fenomeni di corrosione. Si devono evitare materiali porosi e/o assorbenti che facilitano lo sviluppo di batteri. Si raccomanda che le parti metalliche siano resistenti alla corrosione (materiali inossidabili o materiali con trattamenti superficiali protettivi).
- ✓ L' impianto deve essere facilmente accessibile anche nelle parti interne, per le operazioni di ispezione e manutenzione.
- ✓ Le superfici interne della vasca di raccolta dell'acqua devono essere il più possibile lisce, possibilmente con angoli arrotondati, di facile pulizia e disinfezione.
- ✓ Il fondo della vasca deve essere realizzato in maniera tale da evitare il ristagno d'acqua e possedere almeno uno scarico, posizionato nel punto più basso, per il completo ed agevole drenaggio del bacino (evitando in tal modo residui di acqua stagnante dopo lo svuotamento dell'impianto che si realizza ad esempio per le fermate stagionali).
- ✓ Gli impianti devono disporre dei separatori di goccia, che coprano tutta la superficie di scarico, di alta efficienza in modo che le perdite di acqua sotto forma di aerosol siano contenute a meno dello 0,05% della massa dell'acqua circolante. Ridurre al minimo tratti tubazione morti o stoccaggi con zone morte.
- ✓ Prevedere efficaci protezioni atte ad evitare fuoriuscite di gocce da bacino: alette paraspruzzi o "louvers".

3.3. REGOLE GENERALI PER IL POSIZIONAMENTO

In sede di installazione di una nuova torre di raffreddamento andranno presi in considerazione alcuni aspetti relativi al posizionamento finalizzati ad evitare per quanto possibile:

- ✓ l'intasamento e lo sporcamento della torre (fogliame, detriti, polveri, ecc.);
- ✓ la contaminazione dell'acqua circolante nella torre da fonti esterne (sia di tipo inerte, di nutrienti che batterica);
- ✓ il convogliamento della emissione della torre (aerosol) in locali o ambienti limitrofi con presenza di persone;
- ✓ adeguata accessibilità per i controlli e le operazioni di manutenzione.

Con riferimento alle Linee guida per il controllo e la prevenzione della legionellosi – Conferenza Stato Regioni 2015 – si riporta di seguito quanto specificatamente previsto al riguardo:

"le torri di raffreddamento ed i condensatori evaporativi non devono essere installati:

- ✓ *in prossimità di finestre, prese d'aria a parete degli edifici, prese d'aria di impianti di condizionamento, in modo da evitare che l'aria di scarico proveniente dalle torri e dai condensatori evaporativi entri negli uffici;*
- ✓ *in zone destinate a frequentazione o raccolta di pubblico.*

In particolare, le bocche di scarico delle torri e dei condensatori devono essere posizionate almeno 2 metri al di sopra della parte superiore di qualsiasi elemento o luogo da proteggere (finestre, prese d'aria, luoghi frequentati da persone) o ad una distanza, in orizzontale, di almeno 20 metri (preferibilmente superiore ai 50 metri o più elevate in presenza di venti dominanti). Per il calcolo delle distanze, si considerino come riferimento i punti più vicini tra loro tra la bocca di scarico ed il luogo da proteggere. In ogni caso si dovrà tenere in debita considerazione la direzione dei venti dominanti della zona oggetto dell'installazione. Specifiche di installazione possono essere desunte da linee guida tecniche e dalla legislazione vigente in Spagna (Abad Sanz Isabel et all. 2006; Ministerio de Sanidad y Consumo, 2003) "

3.4. EMISSIONE DI AEROSOL

L'effetto di raffreddamento dell'acqua circolante nella torre avviene per evaporazione della stessa durante l'intimo contatto con l'aria che attraversa la

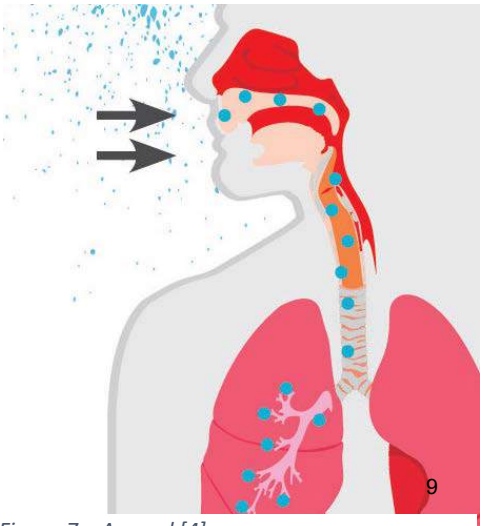


Figura 7 – Aerosol [4]

torre. In emissione alla torre evaporativa pertanto avremo aria e vapore d'acqua: la fumana bianca tipicamente visibile in uscita dalle torri di raffreddamento, e spesso scambiata erroneamente per emissione di fumi inquinanti, altro non è che il vapore prodotto dallo scambio termico che, a contatto con l'aria fredda dell'ambiente, condensa in goccioline microscopiche. Il vapore in emissione alla torre non può contenere la Legionella. Tuttavia il flusso d'aria nella torre può trascinare con se goccioline d'acqua potenzialmente contaminate da batteri come la Legionella. La dispersione di tale aerosol può rappresentare un meccanismo di diffusione della Legionella nell'ambiente [2].

3.5. NUTRIENTI

Le torri di raffreddamento ed i condensatori evaporativi esercitano un effetto di "lavaggio" dell'aria che li attraversa, con il risultato che nell'acqua di raffreddamento possono accumularsi materiale organico ed altri depositi: questi possono fungere da sorgente di nutrimento per la crescita della Legionella. Come già evidenziato sulle superfici degli scambiatori o delle stesse strutture dell'impianto possono inoltre formarsi biofilm, in grado di favorire la crescita della Legionella [4].

Per prevenire al meglio tali fenomeni: risultano importanti:

- ✓ il corretto posizionamento della torre;
- ✓ le attività di controllo della qualità delle acque e loro trattamento;
- ✓ la pulizia dell'impianto.

3.6. EVAPORAZIONE SPURGO E REINTEGRO

Negli impianti di raffreddamento di tipo evaporativo, il raffreddamento è ottenuto facendo evaporare una piccola quantità dell'acqua in circolo. Quando l'acqua evapora, le impurità originariamente presenti nella stessa rimangono via via concentrandosi. Se una piccola quantità d'acqua non venisse spurgata dal sistema, la concentrazione dei solidi disciolti aumenterebbe rapidamente e porterebbe alla formazione di depositi o alla corrosione dell'impianto.

In ragione dell'evaporazione e dello spurgo, una parte dell'acqua in ciclo fuoriesce dal sistema, e quindi deve essere reintegrata.

La quantità totale dell'acqua da aggiungere è detta "reintegro".

Reintegro = evaporato + spurgo

La perdita per evaporazione dipende soprattutto da quanto calore viene dissipato e, in misura minore, dall'umidità relativa dell'aria. Secondo una formula generale evaporano 0,44 litri di acqua ogni 1000 kJoule di calore dissipato.

L'entità dello spurgo è determinata dai cicli di concentrazione previsti in fase di progetto dell'impianto. I cicli di concentrazione dipendono dalla qualità dell'acqua di reintegro e dalla tipologia di trattamento adottato [5].

4. LA CATENA DEGLI EVENTI

La comparsa della malattia del legionario associata ad una torre di raffreddamento o ad un condensatore evaporativo necessita di una catena degli eventi nella quale tutti gli eventi sono collegati e si verificano in sequenza.

Per prevenire efficacemente il rischio connesso alla malattia del legionario, è necessario spezzare uno qualsiasi degli anelli della catena. Ci sono tre anelli della catena, che possono essere spezzati con un buon progetto ed un corretto utilizzo dell'impianto di raffreddamento agendo in particolare sui seguenti fattori:

I. prevenire le condizioni che favoriscono la moltiplicazione della Legionella;
II. minimizzare il trascinamento di gocce d'acqua e l'effetto aerosol causato dal flusso d'aria in uscita;
III. ridurre la possibilità di inalazione per le persone attraverso il posizionamento dell'impianto (per le nuove installazioni).

Il provvedimento di gran lunga più importante è prevenire condizioni non controllate che consentano al batterio di crescere [5].

La tabella seguente schematizza le possibilità di intervento rispetto ai 3 anelli della catena sui quali è possibile intervenire.

I	• Facile svuotamento dell'impianto, accessibilità e smontaggio dei componenti; evitare zone di stagnazione, prevedere possibilità di drenaggio di zone morte e filtri; • trattamento acqua: evitare depositi, corrosione, formazione di biofilm e proliferazione dei batteri; • pulizia periodica dell'impianto (rimuovere depositi, sedimenti e biofilm); • individuare modalità e procedure di arresto e ripartenza (nel caso di esercizi intermittenti o stagionali).
II	✓ Separatori di gocce giocano un ruolo fondamentale in quanto permettono di minimizzare il trascinamento di gocce al di fuori della torre; devono essere: a) ad alta efficienza; b) correttamente dimensionati ed installati; c) controllati periodicamente per verificare la corretta funzionalità (in particolare ad evitare sporco e intasamento).
III	✓ Corretto posizionamento sia rispetto a possibili contaminazioni da altre tipologie di emissioni al fine di evitare l'apporto di nutrienti all'acqua di torre, sia per evitare la contaminazione degli ambienti di lavoro che di vita circostanti.

Tabella 1- Fattori su cui agire per spezzare la catena degli eventi

5. MANUTENZIONE: ISPEZIONE E PULIZIA

La manutenzione periodica e l'uso corretto di un sistema di raffreddamento evaporativo sono fattori indispensabili per garantirne la funzionalità, l'affidabilità, la sicurezza e la durata.

Gli interventi di manutenzione dovrebbero essere effettuati sulla base delle istruzioni del costruttore e nel rispetto delle indicazioni/procedure contenute nel documento di valutazione dei rischi.

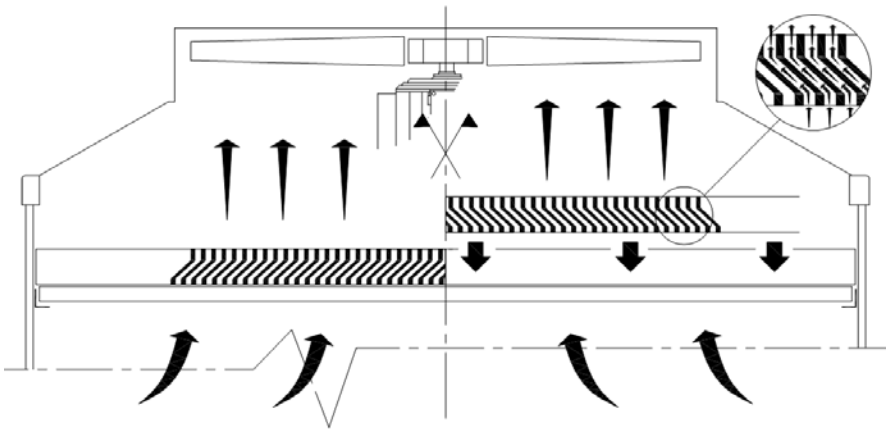
Mantenere il sistema pulito assicura la massima efficienza termica e riduce i nutrienti disponibili per la crescita della Legionella. Come già analizzato nei capitoli precedenti, tutte le parti dell'impianto (con particolare riferimento a quelli di nuova costruzione) dovrebbero pertanto essere accessibili al fine di poter effettuare regolari ispezioni visive per verificare la pulizia generale [2] [6].

Le operazioni di manutenzione dovrebbero includere una dettagliata scheda di manutenzione, che indichi le diverse cadenze temporali. Di queste attività il gestore dovrebbe tener traccia in apposito registro.

Segue una tabella esemplificativa delle manutenzioni e dei controlli periodici:

TIPO DI INTERVENTO	CONTINUO	OGNI MESE	OGNI 6 MESI	OGNI ANNO
Controllo e manutenzione del corpo di riempimento			●	
Controllo e manutenzione del separatore di gocce		●		
Controllo e manutenzione del sistema di distribuzione dell'acqua			●	
Manutenzione delle alette paraspruzzi				●
Manutenzione del rubinetto a galleggiante Manutenzione del rubinetto di spurgo			● ●	

- ✓ <u>Corpo di riempimento (o pacco di scambio termico)</u>: ispezione visiva, dove possibile, da effettuarsi tramite gli oblò o i passi d'uomo (se previsti) o attraverso la parte inferiore della torre (bocche di presa d'aria o vasca ausiliaria) al fine di verificare: accumulo di sporcizia, presenza di incrostazioni, presenza di biofilm;
- ✓ <u>Separatori di gocce</u>:
  - accertarsi che siano puliti ed in perfetto stato: i depositi di sporcizia, specie se interessano i canali di passaggio dell'aria, ne riducono la sezione con conseguente aumento della velocità di attraversamento dell'aria e quindi drastica diminuzione dell'efficienza a livello di trattenimento delle gocce;
  - se sono deteriorati in qualsiasi misura (sbeccati o deformati) o presentano depositi di sporcizia non eliminabili, è necessario provvedere alla loro sostituzione;
  - accertarsi che siano ben aderenti l'uno con l'altro e che costituiscano un piano uniforme e senza soluzione di continuità;
  - accertarsi che l'orientamento dei pannelli sia come da schema sotto riportato (flusso aria verso il centro del ventilatore).



- ✓ Sistema di distribuzione dell'acqua: verificare visivamente che il sistema non sia danneggiato (assenza di crepe, perdite d'acqua, deformazioni, ecc.) e che gli ugelli spruzzatori distribuiscano l'acqua in modo uniforme sul pacco di scambio;
- ✓ Alette paraspruzzi o "louvers": verificare che i passaggi tra le alette siano sempre liberi e non ostruiti da corpi estranei o che i "louvers" siano puliti e in buone condizioni, in modo che l'aria, aspirata dal ventilatore, entri senza ostacoli nella torre;
- ✓ Rubinetto a galleggiante (acqua di reintegro): in particolare, controllare che chiuda prima che il livello raggiunga lo scarico di troppo pieno e soprattutto chiuda a torre e pompa ferme per evitare fuoriuscite d'acqua;
- ✓ Rubinetto di spurgo: assicurarsi che il rubinetto scarichi liberamente e che non vi siano otturazioni anche parziali che ne limitino l'operatività;
- ✓ Gruppo motoventilante: non modificare per nessun motivo l'inclinazione delle pale della ventola; ciò può infatti alterare la velocità del flusso d'aria e influire sulla funzionalità dei separagocce;
- ✓ Portata d'acqua: verificare che la portata del circuito sia in accordo con le condizioni di progetto.

A titolo di esempio si rimanda a "*Legionnaires' disease: Technical guidance – Part1 – HSE Health and safety Executive pag. 30, Table 1.3: Guidance on coling water system inspection*"

Figura 8: Acque moderatamente sporche

Figura 9: Interventi di demolizione

6. TRATTAMENTO DELLE ACQUE

Il controllo ed il trattamento della qualità delle acque sono finalizzati a garantire un fluido di raffreddamento con caratteristiche tali da permettere all'impianto di operare in modo ottimale.
Un opportuno trattamento delle acque per sistemi di raffreddamento deve avere come obiettivi: da un lato di mantenere l'efficienza dell'impianto in linea con i requisiti prestazionali per il quale è stato progettato, allungandone anche la vita utile, dall'altro di tenere sotto controllo ed evitare una colonizzazione batterica.

Detti obiettivi possono essere conseguiti attraverso:

- ✓ il controllo e minimizzazione dei fenomeni di incrostazione e deposizione;
- ✓ il controllo e la minimizzazione della possibile corrosione;
- ✓ il controllo dello sviluppo microbiologico e la sua minimizzazione.

La messa in atto di quanto sopra riportato, oltre a perseguire gli obiettivi citati, costituisce una ottima base di partenza per la riduzione del rischio Legionella.

Nel caso come reintegro si debbano utilizzare acque con durezza elevata o le condizioni di esercizio delle utenze asservite alla torre di raffreddamento siano particolarmente critiche, diventa opportuno trattare il reintegro stesso con sistemi che ne riducano il contenuto salino, quali l'addolcimento o l'osmosi. Le specifiche necessità del singolo sistema indirizzeranno la scelta sulla tipologia di trattamento più opportuna.

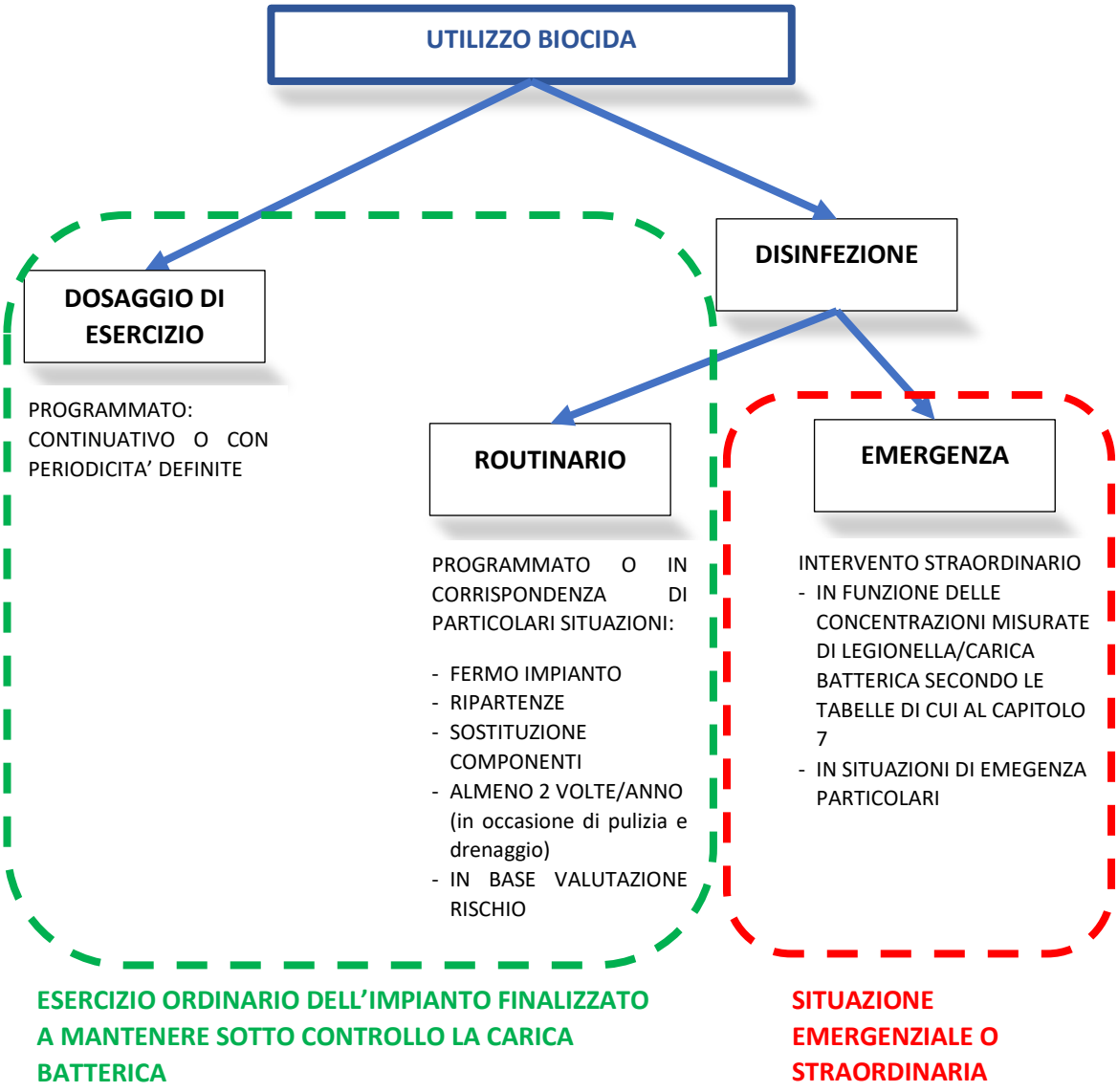
Il trattamento chimico standard di un'acqua di ricircolo di un sistema di raffreddamento è articolato sul dosaggio di:

- ✓ agenti antincrostanti e disperdenti;
- ✓ agenti anticorrosivi;
- ✓ biocidi.

In funzione delle caratteristiche dell'acqua e dei parametri operativi del circuito, dovrà essere individuato il bilanciamento ottimale degli agenti attivi citati (in tal senso è consigliabile di avvalersi del supporto di ditte specializzate).

Al trattamento chimico può esserne associato uno di tipo fisico da effettuarsi a mezzo filtrazione di una quota parte dell'acqua di ricircolo.

Focalizzando l'attenzione sul trattamento biocida, si sottolinea che, per un gestore di un circuito di raffreddamento, la sua applicazione ha come scopo primario la minimizzazione della formazione di biofilm questo al fine di mantenere ottimale lo scambio termico nelle utenze e mantenere sotto controllo l'eventuale sviluppo di Legionella. Si ricorda per altro che la presenza di biofilm gioca un ruolo preponderante nella possibilità di sviluppo e proliferazione della Legionella. La crescita del biofilm è anche favorita dalla presenza di depositi, incrostazioni, prodotti di corrosione.



Un trattamento biocida può essere articolato sul dosaggio di biocidi ossidanti o non ossidanti, in ogni caso in linea con il Regolamento Europeo sui biocidi (BPR, regolamento (UE) 528/2012 - PT 11 Cooling Water).

I principi attivi più comunemente impiegati nei circuiti di raffreddamento sono:

- nella categoria dei biocidi ossidanti composti organici o inorganici di Cloro e Bromo, il Biossido di Cloro, il Perossido di Idrogeno, l'Ozono, l'Acido Periacetico;
- nei trattamenti con biocidi non ossidanti sono l'Isotiaziolone, i Sali di Ammonio quaternari, la Glutaraldeide, la Dibromo Nitro Propionammide (DBNPA).

Il trattamento biocida dovrà essere correttamente applicato considerando con attenzione dosaggi e tempi di contatto necessari ad espletare una ottimale azione di killing. Altro parametro importante da considerare è il pH di esercizio che può influenzare in modo significativo l'efficacia del principio attivo utilizzato.

Si dovrà porre particolare attenzione al fatto che il biocida raggiunga tutte le zone del circuito, eliminando aree stagnanti e rami morti o adottando al riguardo adeguati accorgimenti.

Un controllo microbiologico ottimale lo si ottiene combinando l'azione biocida con agenti biodisperdenti; questi facilitando la penetrazione dell'acqua nella matrice organica, veicolano all'interno della stessa il biocida. Diversamente l'efficacia del biocida potrebbe essere molto ridotta se non addirittura annullata.

Stante la capacità della Legionella di sviluppare in alcuni casi resistenza ai biocidi, è buona prassi alternare nel tempo l'impiego di diversi principi attivi.

Sul trattamento dell'acqua si riporta di seguito quanto previsto [Linee guida per il controllo e la prevenzione della legionellosi – Conferenza Stato Regioni 2015]

Il trattamento biocida (il cui utilizzo deve essere modulato sulla base del corretto esercizio tecnologico dell'impianto) deve essere supportato mediante interventi di disinfezione routinari, le cui modalità e frequenza devono essere motivati dalla valutazione del rischio legionellosi.

Vanno inoltre attuati interventi di pulizia, drenaggio del sistema, accompagnati dalla sua disinfezione :

- ✓ *prima del collaudo;*
- ✓ *alla fine della stagione di raffreddamento o prima di un lungo periodo di inattività (la cui durata, dipendendo dalla tipologia di struttura presso cui l'impianto è esercitato, deve essere definita dalla valutazione del rischio legionellosi);*
- ✓ *all'inizio della stagione di raffreddamento o dopo un lungo periodo di inattività (la cui durata, dipendendo dalla tipologia di struttura presso cui l'impianto è esercitato, deve essere definita dalla valutazione del rischio legionellosi);*
- ✓ *almeno due volte l'anno nel caso di funzionamento continuativo dell'impianto.*

Per minimizzare i problemi dovuti alla precipitazione di sali, responsabili di incrostazioni, va previsto il ricambio periodico di parte della massa d'acqua circolante e, qualora necessario, l'addolcimento dell'acqua di reintegro all'impianto.

Per approfondimenti ed esempi riguardanti le operazioni di disinfezione vedere anche: Legionnaires' disease: Technical guidance – Part1 – HSE Health and safety Executive pag. 26: Inspection, Cleaning and disinfection procedures.

7. MONITORAGGIO E TIPOLOGIE DI INTERVENTO

Per garantire l'efficacia delle misure preventive messe in atto per il trattamento delle acque, è necessario monitorate nel tempo una serie di parametri: ciascun gestore, sulla base delle caratteristiche del proprio impianto e delle tipologie di trattamento implementate, dovrà individuare quali di questi è necessario monitorare.

Al riguardo Le *European Technical Guidelines for the Prevention, Control and Investigation, of Infections Caused by Legionella species* forniscono indicazioni al riguardo.

In particolare con riferimento alla contaminazione da Legionella si ricordano i seguenti parametri:

Parametro	**Frequenza (nell'acqua di raffreddamento)**
Legionella	Trimestrale
Carica batterica totale	Settimanale

Tabella 2Parametri e rispettive frequenze

A livello internazionale sono state redatte due norme che descrivono la determinazione di Legionella in matrici ambientali: ISO 11731-1:1998 "Water quality detection and enumeration of Legionella" e ISO 11731-2:2004 "Water quality detection and enumeration of Legionella" Part 2: "Direct membrane filtration method for waters with low bacterial counts".

A livello nazionale, per quanto riguarda il parametro legionella si riporta di seguito quanto previsto dalle *Linee guida per il controllo e la prevenzione della legionellosi – Conferenza Stato Regioni 2015*.

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. 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	**Effettuare una disinfezione con un biocida appropriato** 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	**Fermare l'impianto, effettuare una disinfezione con un biocida appropriato** 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. Riavviare l'impianto quando l'esito del campionamento dopo disinfezione torna a livelli <1000 UFC/L

Tabella 3 – Tipi di intervento indicati per concentrazioni di Legionella (UFC/L: unità formanti colonia per litro)) negli impianti di raffreddamento a torri evaporative o a condensatori evaporativi [8]

Dopo la disinfezione dell'impianto, il controllo microbiologico deve essere ripetuto periodicamente come segue, se non altrimenti disposto:

- ✓ *dopo circa 48 ore dalla disinfezione;*
- ✓ *se il risultato è negativo, dopo 1 mese;*
- ✓ *se anche il secondo controllo risulta negativo, dopo 3 mesi;*
- ✓ *in caso si confermi, anche con il terzo controllo la negatività, dopo 6 mesi o periodicamente, secondo quanto previsto dalla valutazione e dal relativo Piano di controllo del rischio.*

Nel caso in cui uno dei campionamenti evidenzi positività, essa dovrà comportare un'ulteriore azione di controllo da valutarsi sulla base della Tabella sopra riportata e di quanto raccomandato dal responsabile della valutazione del rischio e/o dall'Organo di Controllo.

Il Dipartimento di Prevenzione o altro organo di controllo, per quanto di competenza, può disporre controlli [8].

Ai fini della presente linea guida si intende:

"Responsabile della valutazione del rischio" - il Datore di Lavoro che gestisce l'impianto

"Dipartimento di Prevenzione" o "Organo di controllo" - ATS Dipartimento di Igiene e Prevenzione Sanitaria

Dove effettuare i campionamenti?

Per tutte le tipologie di impianti è opportuno prevedere punti di campionamento che dovranno essere individuati tenendo conto delle specifiche impiantistiche, delle caratteristiche dei flussi e nel rispetto degli obiettivi di campionamento.

Un punto di campionamento deve essere situato nel/i bacino/i di raccolta, il più lontano possibile dalle pompe (zona più tranquilla).

I punti di campionamento devono essere identificati (ad esempio in specifiche procedure o layout di campionamento) e stabiliti in modo da assicurare la ripetibilità del campionamento nel tempo.

In ogni caso i campionamenti dovranno essere effettuati:

- ✓ in punti di facile accesso e in sicurezza per l'operatore;
- ✓ senza modificare le normali condizioni di esercizio che possano falsare il risultato delle analisi (es: non devono prevedere smontaggi o interventi su parti dell'impianto).

I campionamenti dovranno essere registrati su apposito registro, riportante almeno i seguenti dati:

- ✓ data e ora;
- ✓ tipologia di campionamento;
- ✓ condizioni impiantistiche (fermo/in ripartenza/in marcia ecc.);
- ✓ operatore che ha effettuato il campionamento.

Oltre al monitoraggio della presenza di Legionella, in letteratura si trovano diversi riferimenti che confrontano le concentrazioni di Legionella e la carica batterica totale. Essendo la misurazione della presenza di Legionella un'attività di laboratorio che richiede diversi giorni di attesa, si suggerisce di valutare l'ipotesi di mantenere monitorata anche la carica batterica totale. Quest'ultima, infatti, può essere misurata anche con metodi speditivi: ciò permette di avere indicazioni più frequenti, per quanto meno precise, sullo stato di salute del proprio impianto. Sulla base dei risultati di tali misure, valutandone il trend nel tempo e confrontandole con le analisi di Legionella (quando effettuate), il gestore può così integrare il meccanismo di controllo della salute dell'impianto con misure "sentinella" semplici e frequenti, sulla base dei cui esiti potrà eventualmente riprogrammare i monitoraggi di Legionella o la gestione dell'impianto nel periodo che va tra un monitoraggio di Legionella ed il successivo.

Al riguardo Le *European Technical Guidelines for the Prevention, Control and Investigation, of Infections Caused by Legionella species riportano la tabella sottostante,* che associa ai livelli di azione previsti per la concentrazione di Legionella, corrispondenti concentrazioni di carica batterica totale.

Aerobic count (cfu/ml) at 30°C (minimum 48 hours' incubation)	*Legionella* (cfu/l)	Interpretation/action required
10,000 or less	Not detected	Acceptable
	1000 or less	Refer to the Responsible Person / WSG and ensure all real time monitoring parameters such as pH, biocide levels etc. are within target limits[8]
More than 10,000 and up to 100,000	More than 1000 and up to 10,000	**Review risk assessment, programme operation and monitoring results**: The count should be confirmed by immediate resampling. If a similar count is found again, a review of the control measures and risk assessment should be carried out to identify any remedial actions.
More than 100,000	more than 10,000	**Implement corrective action**: Turn the tower off until it is known that the controls are in place and the system safe. The system should immediately be re-sampled. It should then be shot-dosed with an appropriate biocide as a precaution. The risk assessment and control measures should be reviewed to identify remedial actions

Tabella 4 - Action levels following microbial monitoring for cooling towers [6]

8. PREVENZIONE E PROTEZIONE DEI LAVORATORI COINVOLTI

Nell'ambito del processo di valutazione dei rischi rischi di cui all'art. 17 del D.Lgs 81/08, il datore di lavoro, in considerazione alla possibile esposizione a Legionella, farà specifico riferimento al Titolo X del medesimo decreto le cui norme si applicano a tutte le attività lavorative nelle quali vi è rischio di esposizione ad agenti biologici.

Il datore di lavoro effettua nuovamente la valutazione del rischio in occasione di modifiche dell'attività lavorativa significative ai fini della sicurezza e della salute sul lavoro e, in ogni caso, trascorsi tre anni dall'ultima valutazione effettuata.

Valutazione del rischio

La valutazione del rischio, in capo al datore di lavoro, deve essere condotta in collaborazione con l'RSPP ed il medico competente anche al fine di individuare e adottare le dovute e necessarie tutele per la tutela della salute dei lavoratori esposti.

Il datore di lavoro, nella valutazione del rischio tiene conto di tutte le informazioni disponibili relative a:

- **caratteristiche dell'agente biologico** a cui i lavoratori possono essere esposti e che presentano o possono presentare un pericolo per la salute umana quale risultante dall'ALLEGATO XLVI del D.Lgs 81/08 (in base a tale allegato sia Legionella pneumophila che Legionella spp, intendendo per spp specie riconosciuta patogena per l'uomo, sono classificate in gruppo 2: un agente che può causare malattie in soggetti umani e costituire un rischio per i lavoratori; è poco probabile che si propaga nella comunità; sono di norma disponibili efficaci misure profilattiche o terapeutiche). In particolare, dovranno essere prese in considerazione le informazioni sulle malattie che possono essere contratte e i potenziali effetti allergici e tossici;

- identificazione delle **sorgenti di rischio** presenti all'interno del luogo di lavoro in relazione alle specifiche attività che vi si svolgono. Particolare attenzione andrà posta a quelle specifiche mansioni che possono esporre a rischio maggiore quali ad esempio la manutenzione;

- individuazione di **fattori di rischio ambientali** (temperatura dell'acqua, pH, acqua stagnante, ricircoli, sedimenti, incrostazioni, presenza di microflora, presenza di sostanze biodegradabili).

La valutazione del rischio da esposizione ad agenti biologici deve contenere i seguenti dati:

- le fasi del procedimento lavorativo che comportano il rischio di esposizione a Legionella
- il numero dei lavoratori addetti a mansioni che espongono al rischio Legionella;
- individuazione delle mansioni che eventualmente espongono i lavoratori a rischi specifici che richiedono una riconosciuta capacità professionale, specifica esperienza, adeguata formazione (es. attività di manutenzione delle torri di raffreddamento);
- i metodi e le procedure lavorative adottate, nonché le misure preventive e protettive applicate per ridurre e contenere il rischio.

Misure tecniche, organizzative, procedurali

Evidenziate le attività che possono esporre al rischio di Legionella, il datore di lavoro applica i principi di buona prassi microbiologica, ed adotta, in relazione ai rischi accertati, le misure protettive e preventive adattandole alle particolarità delle situazioni lavorative.

Dovrà pertanto:

- limitare al minimo i lavoratori esposti, o potenzialmente esposti;
- progettare adeguatamente i processi lavorativi, anche attraverso l'uso di dispositivi di sicurezza atti a proteggere dall'esposizione accidentale a Legionella;
- adottare misure collettive di protezione ovvero misure di protezione individuali qualora non sia possibile evitare altrimenti l'esposizione;
- adottare misure igieniche per prevenire e ridurre al minimo la propagazione accidentale di Legionella fuori dal luogo di lavoro;

- il programma delle misure ritenute opportune per garantire il miglioramento nel tempo dei livelli di sicurezza (es. programmazione di monitoraggio microbiologico ambientale, interventi di manutenzione periodica e straordinaria da annotarsi su apposito registro etc.).

Sorveglianza sanitaria

Ricordando che il datore di lavoro nell'affidare i compiti ai lavoratori, deve tenere conto delle capacità e delle condizioni degli stessi in rapporto alla loro salute e alla sicurezza, nel caso di possibile esposizione a Legionella, il medico competente, nel rilasciare l'idoneità specifica alla mansione dovrà tener conto di una eventuale patologia della quale è affetto un lavoratore e che debba essere posta in correlazione diretta all'attività lavorativa svolta e che possa condizionarne l'idoneità.

Il medico competente dovrà fornire parere al datore di lavoro affinché questi adotti misure protettive particolari per quei lavoratori per i quali, anche per motivi sanitari individuali, si richiedono misure speciali di protezione.

Formazione dei lavoratori

Fatto salvo quanto definito dall'art. 37 del D.Lgs 81/08 e quanto stabilito dagli Accordi Stato Regioni in materia di formazione dei lavoratori, per quanto attiene alla "formazione specifica" in tema di esposizione a Legionella, il datore di lavoro fornisce ai lavoratori, sulla base delle conoscenze disponibili, informazioni ed istruzioni, in particolare per quanto riguarda:

- i rischi per la salute dovuti a Legionella;
- le precauzioni da prendere per evitare l'esposizione;
- le misure igieniche da osservare;
- la funzione degli indumenti di lavoro e protettivi e dei dispositivi di protezione individuale ed il loro corretto impiego;
- il modo di prevenire il verificarsi di infortuni/insorgenza di patologia e le misure da adottare per ridurne al minimo le conseguenze;
- utilizzo/addestramento di DPI.

Si ricorda che l'informazione e la formazione legata all'esposizione a rischio biologico, sono fornite prima che i lavoratori siano adibiti alle attività in questione, e ripetute, con frequenza almeno quinquennale, e comunque ogni qualvolta si verificano nelle lavorazioni cambiamenti che influiscono sulla natura e sul grado dei rischi.

Misure igieniche

Tra le misure igieniche ritenute importanti vi è quella che i dispositivi di protezione individuale ove non siano mono uso, siano controllati, disinfettati e puliti dopo ogni utilizzazione, provvedendo altresì a far riparare o sostituire quelli difettosi prima dell'utilizzazione successiva.

Dispositivi di protezione individuali (DPI)

All'esito della valutazione dei rischi il datore di lavoro deve fornire ai lavoratori i necessari e idonei dispositivi di protezione individuale, sentito il responsabile del servizio di prevenzione e protezione e il medico competente.

Premettendo che i DPI devono essere impiegati quando i rischi non possono essere evitati o sufficientemente ridotti da misure tecniche di prevenzione, da mezzi di protezione collettiva, da misure, metodi o procedimenti di riorganizzazione del lavoro, questi devono:

- essere adeguati ai rischi da prevenire, senza comportare di per sé un rischio maggiore (fornire DPI eccessivamente tutelanti rispetto al bisogno, induce il lavoratore a non farne uso);
- essere adeguati alle condizioni esistenti sul luogo di lavoro;
- tenere conto delle esigenze ergonomiche o di salute del lavoratore (necessario acquisire il parere del medico competente);
- poter essere adattati all'utilizzatore secondo le sue necessità (lavoratori portatori di occhiali, con barba etc.).

I DPI devono essere conformi ai requisiti di Legge (D.Lgs 478/92 e s.m.i.) ed essere individuati anche sulla base delle norme d'uso fornite dal fabbricante.

La scelta del DPI idoneo è in capo al datore di lavoro in collaborazione con RSPP e medico competente e tiene conto delle caratteristiche dei DPI necessarie affinché questi siano adeguati al rischio di esposizione a Legionella, tenendo conto della mansione specifica svolta dal lavoratore e delle caratteristiche dei DPI disponibili sul mercato sulla base delle informazioni e delle norme d'uso fornite dal fabbricante a corredo dei DPI.

Considerando la modalità di trasmissione per via aerea della Legionella, assumono particolare importanza i DPI delle vie respiratorie e a seconda delle attività da intraprendere viene indicato l'uso di:

- FFP3, semimaschere con filtri, facciali filtranti per la protezione delle vie respiratorie (provvisti di certificazione CE di cui al capitolo II della Direttiva 89/686/CE, basata sulla norma europea armonizzata EN 149).

Altri DPI indicati possono essere, a seconda della mansione svolta:

- occhiali di protezione per la protezione da schizzi di liquidi (provvisti di certificazione CE di Tipo che attesti la qualifica come DPI ai sensi della Direttiva 686/89 in seconda categoria o terza e che evidenzi la protezione nei confronti degli schizzi di liquidi o nei confronti di rischi di natura non microbiologica, come ad esempio ustioni, lesioni da acqua in pressione, ecc.);

- guanti di protezione (provvisti di certificazione CE di Tipo che attesti la qualifica come DPI ai sensi della Direttiva 686/89 in terza categoria e che evidenzi la conformità alla EN 374);

- tute di protezione (provviste di certificazione CE di Tipo che attesti la qualifica come DPI ai sensi della Direttiva 686/89 in terza categoria e la conformità alle norme tecniche di tipo generale e specifico, necessarie a garantire la protezione da agenti biologici e da agenti chimici, quali la EN 14126, la EN 17491–4, la EN 14605, la EN 14325, la EN ISO 13982-1/2).

BIBLIOGRAFIA

[1] *Legionella and the prevention of legionellosis* – WHO

[2] *Ashrae Standard: Minimizing the risk of legionellosis associated with building water system*

[3] *Developing a water management program to reduce Legionella growth & spread in buildings – US Departement of health and human services e Legionella and the prevention of legionellosis – CDC Centers for Disease Control and Prevention*

[4] *www.cdc.gov/Legionella*

[5] *Recommended Code of Practice to keep your cooling system efficient and safe – Eurovent 9/7 – 2011*

[6] *European Technical Guidelines for the Prevention, Control and Investigation, of Infections Caused by Legionella species*

[7] *Legionnaires' disease: Technical guidance – Part1 – HSE Health and safety Executive*

[8] *Linee guida per il controllo e la prevenzione della legionellosi – Conferenza Stato Regioni 2015*