

LEGIONELLA E INDOOR AIR QUALITY

Interventi risolutivi, valutazione e controllo
del rischio microbiologico negli impianti idrici e aeraulici





LEGIONELLA E INDOOR AIR QUALITY

Interventi risolutivi, valutazione e controllo del
rischio microbiologico negli impianti idrici e aeraulici





© Firetek Srl

Titolo dell'opera
Legionella e Indoor Air Quality

Sottotitolo
*Interventi risolutivi, valutazione e controllo
del rischio microbiologico negli impianti idrici e aeraulici*

Pubblicato da:
Firetek Srl
Via di macchia Saponara 140/B - 00125 Roma

Prima edizione:
Settembre 2016

Proprietà letteraria riservata.

E' vietata la riproduzione con qualsiasi mezzo.



Il presente testo è stato redatto a cura dell'ufficio tecnico Firotek. Nasce con lo scopo di offrire strumenti per la valutazione e il controllo dei rischi microbiologici negli impianti idrici e aeraulici.



INDICE

IL RISCHIO BIOLOGICO NELL'ARIA 7

PROCEDURE OPERATIVE DI BONIFICA E SANIFICAZIONE IMPIANTI HVAC..... 19

1. Monitoraggio impianti HVAC..... 22
2. Decontaminazione e Sanificazione
Impianti HVAC..... 26
3. Indagini post intervento..... 28
4. Certificazione degli impianti..... 28
- Conclusioni..... 29

COS'È LA LEGIONELLA 31

1. Generalità microbiologiche..... 32
2. Habitat e caratteristiche di vita..... 32
 - 2.1 Perché la Legionella trova condizioni
perfette negli ambienti idrici artificiali?..... 34
3. Come si contrae la legionellosi..... 34
 - 3.1 Meccanismo di azione microbiologico..... 35
4. Come si manifesta clinicamente la *Legionellosi*?.. 37

VALUTAZIONE RISCHIO LEGIONELLA 41

1. Cos'è il Documento di Valutazione dei
Rischi di contagio da *Legionella*?..... 41
2. Perché fare il Documento di Valutazione
dei Rischi di contagio da *Legionella*?..... 43

3. Ispezione della struttura.....	44
4. Azioni preventive.....	45
5. Modello di classificazione.....	45
6. Analisi del rischio.....	47
6.1 Identificazione e dimensionamento dei punti a rischio della struttura.....	47
6.2 Potenziale di popolazione suscettibile.....	48
6.3 Potenziale di proliferazione.....	48
6.4 Potenziale di esposizione all'aerosol.....	49
6.5 Valutazione della gestione dell'impianto.....	49
Conclusioni.....	50

BONIFICA DEGLI IMPIANTI IDRICI

52

2. Dalla positività degli esiti alla programmazione preliminare del piano di bonifica.....	53
2.1 Presa visione analisi.....	53
2.2 Presa visione impianto idrico.....	55
2.2.1 Individuazione punti critici.....	55
3. Il piano di bonifica degli impianti idrici.....	56
3.1 Bonifiche nell'immediato - interventi shock.....	57
3.1.1 Accumuli dell'acqua fredda.....	57
3.1.2 Accumuli dell'acqua calda.....	58
3.1.3 Disinfezione rete idrica ed utenze.....	58
3.2 Programmazione interventi - prevenzione.....	59
3.2.1 Interventi di bonifica.....	59
3.2.2 Modifiche strutturali e impiantistiche.....	60
3.2.3 Sistemi di disinfezione in continuo.....	61



IL RISCHIO BIOLOGICO NELL'ARIA

Gli esseri viventi hanno bisogno dell'aria per poter sopravvivere, ma è importante che questa sia salubre. L'inquinamento atmosferico causato dallo sviluppo economico mondiale, sta distruggendo il nostro ecosistema ed infatti sono sempre più frequenti rivolte da parte della natura nei confronti dell'uomo, che ha creduto di poter modificare i corsi d'acqua e l'orografia dei territori a suo piacimento. Paradossalmente l'aria che si respira negli ambienti interni, può essere notevolmente peggiore di quella esterna se non si eseguono gli adeguati controlli e una corretta manutenzione degli impianti di trattamento aria. Questo è un fattore molto importante per la salute umana, perché ognuno di noi trascorre molto più tempo in luoghi chiusi che all'aria aperta e proprio per tale motivo

è fondamentale fare in modo che l'ambiente interno sia quanto più confortevole e sano possibile e chi vi svolge attività lavorative e/o ricreative lo faccia nel migliore dei modi e con la massima tranquillità per la propria sicurezza.

Fattori molto importanti legati al livello di inquinamento dell'aria interna è dato dal livello di igiene degli ambienti, il livello di pulizia, la presenza di mobili e scaffalature aperte che raccolgono polvere, la presenza di rivestimenti porosi, stampanti, fotocopiatrici e la trascurata manutenzione degli impianti di climatizzazione.

Gli inquinanti possono essere di varia natura, raggruppati in tre classi principali:

- › **Chimica**
- › **Fisica**
- › **Biologica**

Gli inquinanti di natura chimica sono ad esempio i gas derivanti dalla combustione, i composti organici volatili (COV e SOV); gli inquinanti di natura fisica possono essere le radiazioni, il rumore e l'umidità; infine gli inquinanti di natura biologica sono i protozoi, i batteri, i virus, le muffe e i lieviti. Questi inquinanti sono dovuti alle soluzioni impiantistiche adottate, al comportamento degli individui che occupano gli ambienti confinati e dal livello di igiene presente sia dei locali che degli impianti di ventilazione.

Prima che l'aria vada nell'unità di trattamento aria, di solito passa attraverso un filtro progettato per proteggere l'impianto meccanico dalla contaminazione causata da grosse particelle di polvere e detriti. Molti filtri oggi comunemente usati non riescono a prevenire l'introduzione nel sistema di piccole particelle di polvere e detriti provenienti dalle condotte d'aria. L'aria entra in

questi impianti, prima di essere immessa negli ambienti, viene sottoposta a trattamenti di filtrazione, regolazione della temperatura e dell'umidità; queste sono le condizioni più favorevoli per l'annidamento e la proliferazione degli inquinanti microbiologici.

Ci preme particolarmente evidenziare che i microrganismi presenti nell'aria possono svolgere diverse azioni sull'uomo e provocare o accentuare patologie già esistenti. In particolare questi microrganismi possono esplicare l'attività patogena secondo diverse azioni:

- › **Infettiva:** da parte dei batteri, protozoi, virus, muffe e lieviti;
- › **Allergizzante:** denominata Organic Dust Toxic Sindrome (ODTS), si manifesta con riniti, sinusiti e febbri, causate da actinomiceti, microfunghi o prodotti metabolici dei microbi;
- › **Tossica:** prodotta da endotossine, micotossine e metaboliti secondari, che possono generare febbri, necrosi tissutali, effetti citotossici, risposte infiammatorie ed immunologiche.

I principali **vettori patologici** possono essere suddivisi in **batterici** e **non batterici**.

Solitamente le malattie batteriche trasmesse per via aerea interessano l'apparato respiratorio, come ad esempio la Malattia del Legionario, la Febbre di Pontic, la pertosse, le malattie streptococciche e la tubercolosi. Altre volte però queste malattie possono interessare anche l'epidermide, come la scarlattina e le meningiti batteriche. Sono rare, ma di non minore importanza le malattie trasmesse attraverso gli insetti artropodi, come la Malattia di Lyme. Le malattie batteriche possono essere trasmesse anche per contatto diretto ed interessano soprattutto la

cute e/o i tessuti circostanti: carbonchio, gangrena gassosa, malattie stafilococciche, sifilide, gonorrea e tetano.

La presenza o meno di microbi particolari è fortemente legato alle condizioni personali dei singoli individui che occupano l'edificio e quindi anche del livello di igiene. Inoltre, spazi densamente popolati potrebbero determinare condizioni favorevoli a batteri silenti non ancora espressi e con l'aggiunta di un non adeguato livello di pulizia degli ambienti e dei sistemi di condizionamento, potrebbero provocare l'insorgenza di interazioni fra agenti microbici presenti.

Di seguito dettagliamo i principali batteri riscontrabili negli spazi confinati e le malattie che più frequentemente gli vengono attribuite:

<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	DIFTERITE
<i>Legionella pneumophila</i>	MALATTIA DEL LEGIONARIO E FEBBRE DI PONTIAC
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	MENINGITI BATTERICHE
<i>Neisseria meningitidis</i>	
<i>Haemophilus influenzae</i>	
<i>Bacilli Gram negativi</i>	
<i>Streptococchi del Gruppo B</i>	
<i>Listeria monocytogenes</i>	
<i>Micobacterium asteroides</i>	
<i>Staphylococcus aureus</i>	POLMONITI
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	
<i>Mycobacterium avium</i>	
<i>Mycobacterium intracellulare</i>	
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	PERTOSSE
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	
<i>Bordella pertussis</i>	MALATTIE STREPTOCOCCICHE / SCARLATTINA
<i>Streptococcus pyogenes</i>	

In questo contesto non trascuriamo microbi come le clamidie e i micoplasmi responsabili di complicazioni cliniche da non sottovalutare.

I **veicoli non batterici** sono rappresentati da **Funghi, Protozoi e Virus**.

I **funghi o miceti** causano malattie denominate *micosi* e possono presentarsi in varie parti del corpo, a seconda dell'agente infettante:

- › **Micosi superficiali:** interessano le parti più esterne del corpo, come la cute;
- › **Micosi cutanee:** interessano le zone inguinali, del piede e del cuoio capelluto;
- › **Micosi sottocutanee;**
- › **Micosi sistemiche:** interessano le regioni corporee più interne, in particolare le vie respiratorie;
- › **Micosi opportunistiche:** presentano numerose cause di insorgenza e riguardano i tratti più profondi delle vie respiratorie, come polmoni e bronchi.

I più pericolosi elementi micotici, di rilevanza patologica negli ambienti confinati appartengono ai generi: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium* e *Penicillium*.

I **protozoi** sono responsabili di numerose e importanti malattie, fra i circa 20 microrganismi in questione, ci sono le Amebe *Entamoeba histolytica*, *Naegleria*, *Acanthamoeba*, i parassiti *Plasmodium*, agenti della malaria, *Pneumocystis carinii*, agente della polmonite PCP ed i flagellati *Guardia lamblia*, le *Leishmanie* ed i *Tripanosomi*, tutti responsabili di numerose e gravi malattie quali **amebiasi, malaria, polmoniti, leishmaniosi e tripanosmiasi**.

I **virus** possono essere trasmessi con diversi mezzi, fra cui l'aria ed interessare direttamente o indirettamente le vie respiratorie, manifestandosi con malattie infettive come la varicella, la rosolia, il morbillo, la parotite, le polmoniti virali, l'influenza e varie sindromi respiratorie.

Gli agenti microbiologici sono trasportati dal flusso dell'aria sotto forma di aerosol, durante il percorso trovano compagni a loro "molto simpatici", come la polvere e altri contaminanti artificiali o naturali, cui si associano e all'interno delle canalizzazioni aerauliche fanno sì che si formino agglomerati di sporcizia; nell'aria fanno sì che le microparticelle vengano inalate e provochino diversi effetti dannosi sull'uomo a livello respiratorio. L'impatto di questi inquinanti sull'individuo si traduce in effetti che possono presentarsi in forme leggere come un senso di disagio fino a gravi patologie fisiche:

- › **Effetti respiratori:** allergie, asme e malattie infettive tra cui la Legionellosi;
- › **Effetti genotossici:** mutazioni ed alterazioni genetiche con possibili insorgenze di tumori;
- › **Effetti irritativi sulla cute e sulle mucose:** alterazioni cutanee ed eritemi;
- › **Effetti sensoriali:** alterazioni delle percezioni uditive, olfattive, visive e tattili;
- › **Effetti sul sistema nervoso:** gravissime lesioni e disfunzioni neuronali causate da effetti neurotossici presenti nell'ambiente.

Esistono ancora tre categorie di patologie associate all'Air Quality Indoor:

- › **Building Related Illness (BRI):** sono malattie

associate agli edifici e presentano quadri clinici ben definiti, che permettono di identificare uno specifico agente causale (Biologico, Chimico o Fisico) presente nell'ambiente. In genere interessano l'apparato respiratorio, epidermico e delle mucose, del sistema nervoso e immunitario, manifestandosi con asma, febbre, *Legionellosi*, alveolite allergica;

- › **Sick-Building Syndrome (SBS):** nota anche come Sindrome dell'Edificio Malato. Sono patologie che si manifestano a livello di alterazioni neurosensoriali, determinando sensazioni di malessere, diminuzione del senso di comfort e cattiva percezione della qualità dell'aria. Sono effetti che scompaiono allontanandosi dall'edificio;
- › **Multiple Chemical Sensitivity Syndrome (MCS):** l'individuo presenta reazioni patologiche, caratterizzate da agenti chimici ed ambientali presenti a concentrazioni generalmente tollerate dalla maggior parte delle persone.

In questo contesto, dopo un'attenta analisi dei rischi che un individuo corre occupando per lungo tempo uno spazio confinato, eseguire un monitoraggio ambientale permette di avere un quadro chiaro e dettagliato dello stato igienico sanitario degli impianti; in particolare valutando il livello di contaminazione batterica degli edifici e accompagnando i risultati microbiologici a documentazione visiva come videoispezioni e fotografie, è possibile sviluppare un piano di mantenimento, se i risultati mostrano un'idoneità degli impianti, o di igienizzazione, se invece risulta necessario intervenire con la bonifica e sanificazione, "cucito su misura per la struttura" proprio come un vestito dalla sarta!

Eseguire questo tipo di indagini non è da considerare come un eccesso di zelo da parte di un datore di lavoro o di un Responsabile della Sicurezza e Prevenzione del

Personale ansiosi, ma un dovere che devono assolvere in virtù di un quadro normativo nazionale piuttosto esteso ed attento, che trova fondamento sul **Testo Unico sulla Sicurezza nei Luoghi di Lavoro (Decreto Legislativo n. 81 del 2008)** e che sostituisce integralmente il Decreto Legislativo 626 del 1994, Titolo II: Luoghi di lavoro – capo I – articolo 64, allegato IV: requisiti dei luoghi di lavoro: 1.9 – e obbliga l'immediata rimozione di tali depositi e la sanitizzazione degli impianti.

In particolare, ai punti **1.9.1.3.** e **1.9.1.4.** dedicati all'aerazione nei posti di lavoro, si prescrive testualmente:

“Gli stessi impianti devono essere periodicamente sottoposti a controlli, manutenzione, pulizia e sanificazione per la tutela della salute dei lavoratori”.

“Qualsiasi sedimento o sporcizia che potrebbe comportare un pericolo immediato per la salute dei lavoratori dovuto all'inquinamento dell'aria respirata deve essere eliminato rapidamente”.

L'articolo 63 prevede al **comma 1** che i luoghi di lavoro devono essere conformi a quanto specificato in **allegato IV**.

Colui che ha il dovere di provvedere a ciò è il **datore di lavoro**, ai sensi dell'**articolo 64 comma 1**.

Se invece tale soggetto non provvede è punito dall'**articolo 68 comma 1 lettera B** con *“con l'arresto da 3 a 6 mesi o con l'ammenda da 2.000 a 10.000 euro”*.

Di seguito vi riporto un altro elenco di riferimenti presi in considerazione, di cui il più recente risale al febbraio 2013:

Delibera Conferenza Stato Regioni 5/10/2006

“Accordo, ai sensi dell’articolo 4 del decreto legislativo 28 agosto 1997, n. 281, tra il Governo, le Regioni e le Province Autonome di Trento e di Bolzano sul documento recante: Linee guida per la definizione di protocolli tecnici di manutenzione predittiva sugli impianti di climatizzazione”.

“Linee guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati”, accordo del 27/09/2001 tra il Ministro della salute, le regioni e le province autonome, documento 601S27SE.000 emanato dalla Conferenza Permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province Autonome di Trento e Bolzano. Gazzetta Ufficiale Supplemento Ordinario n. 276 del 27/11/2001.

“Linee guida per la prevenzione e il controllo della legionellosi” Approvato in Conferenza Stato-Regioni, nella seduta del 7 maggio 2015.

Accordo Stato Regioni del 7 febbraio 2013, in questo documento emanato sono state sviluppate le Linee Guida concernenti la Valutazione del Rischio per gli Impianti di Condizionamento. La finalità di tale attività di monitoraggio, è proprio quella di essere uno strumento scientifico di indagine sullo stato igienico degli impianti di condizionamento e quindi di essere di aiuto ai responsabili della sicurezza nella stesura del piano di valutazione dei rischi.

Di seguito sono riportate le principali fonti di riferimento legislativo in materia di bonifica degli impianti areaulici in ordine gerarchico:

- 1. Legge dello Stato:** decreto Legislativo n. 81/2008 in materia di tutela della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro

2. Leggi Regionali:

Legge Regione Liguria 2 luglio 2002, n. 24

Legge Regione Lombardia 30 dicembre 2008, n. 38

3. Linee Guida Ministeriali

4. Norme Tecniche Emanate dall'UNI e dal CTI

In caso di violazioni:

Violazioni delle Leggi dello Stato (1): sanzioni civili e penali

Violazioni delle Leggi Regionali, Linee Guida e Norme Tecniche (2, 3, e 4): provvedimenti amministrativi.

Norme specifiche si riferiscono anche ai costruttori. Gli enti di controllo italiani fanno generalmente riferimento alla norma **UNI 10339**, che chiarisce i requisiti minimi degli impianti e dei valori assunti dalle grandezze di riferimento durante il funzionamento degli stessi. Di particolare importanza, inoltre, le **"Linee Guida per la definizione di protocolli tecnici di manutenzione predittiva sugli impianti di climatizzazione"**, in accordo ai sensi dell'articolo 4 del **D. L. 28 Agosto 1997 (n°281)** tra il Governo, le Regioni e le Province autonome di Trento e Bolzano (seduta del 5 Ottobre 2006).

Naturalmente esistono delle normative da rispettare anche da parte degli installatori dei sistemi di condizionamento dell'aria e di ventilazione, per cui devono essere quindi progettati e costruiti in modo tale da adempiere ai requisiti di efficienza (**EN 13779 e UNI 10339**). Questi impianti devono consentire la pulizia di tutte le superfici interne e di tutti i componenti, in conformità a quanto espresso dalle disposizioni **ENV 12097**.

Il documento di febbraio 2013 (Linee Guida concernenti la Valutazione del Rischio per gli Impianti di Condizionamento), finalmente pare aver aiutato i responsabili delle strutture nel

rendersi conto che indagare visivamente e microbiologicamente gli impianti aeraulici e idrici abbia un'importanza fondamentale per la salute delle persone che frequentano sia luoghi di lavoro che di ricreazione, come palestre, alberghi, centri termali, nosocomi. Le indicazioni ivi contenute permettono di elaborare un registro di interventi, con il quale è possibile stabilire la periodicità per eseguire le ispezioni e le analisi sugli impianti. Tutto questo va finalizzato alla tutela della salute umana e alla sicurezza dei lavoratori che vivono negli ambienti confinati, trascorrendo al loro interno gran parte della giornata. Non va visto solo nell'ottica degli obblighi e delle sanzioni che potrebbero scattare in caso di violazione, perché ciò che è fondamentale è il rispetto della salute umana essendo ormai consapevoli di quanto possano essere pericolosi gli agenti chimici e microbiologici annidati all'interno degli impianti di condizionamento.



PROCEDURE OPERATIVE DI BONIFICA E SANIFICAZIONE IMPIANTI HVAC

La qualità dell'aria negli ambienti confinati dipende sostanzialmente da 2 fattori: l'**Ambiente Interno** (mobilio, tendaggi, pavimentazioni, comportamento degli occupanti ecc.) e l'**Impianto di Condizionamento** (UTA, Fancoil, split, canalizzazioni).

L'ambiente interno viene normalmente sottoposto a pulizie costanti da parte di personale preposto, mentre la bonifica dell'impianto di condizionamento, talvolta, viene trascurata e dimenticata.

Per questo motivo, nel corso del tempo, gli impianti Aeraulici diventano una importante fonte di inquinamento dell'aria indoor, rappresentando un terreno di proliferazione microbiologica ottimale. All'interno degli stessi si depositano,

infatti, sedimenti di sporcizia, polveri, detriti organici ecc.



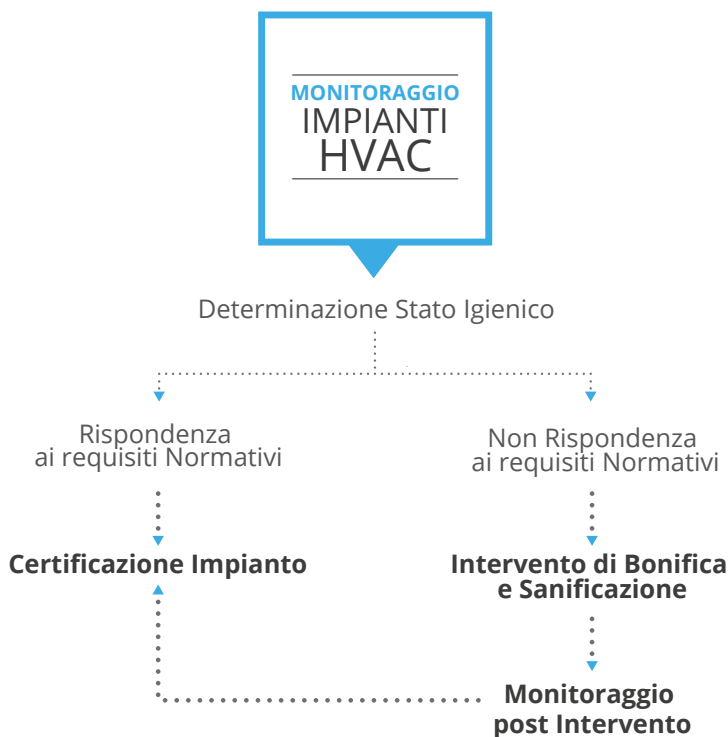
Es. Particolari Interni UTA e canalizzazioni

All'interno degli impianti, in particolare su batterie di scambio, vaschette di umidificazione, angoli delle canalizzazioni, si accumulano polveri e si creano condizioni di sviluppo di microrganismi di vario tipo come batteri gram - (il più pericoloso tra questi è la Legionella), gram +, muffe e lieviti, spore, acari e pollini.

Al fine di limitare il più possibile l'insorgere delle patologie correlate ad una scarsa salubrità dell'Aria negli ambienti confinati (descritte precedentemente) è necessario, dunque, effettuare puntualmente dei controlli analitici di verifica dello stato igienico degli impianti HVAC e, ove necessario, eseguire degli interventi accurati di decontaminazione e bonifica degli stessi.

Le procedure operative che adottiamo seguono, dunque, un preciso schema operativo, che si suddivide in 4 fasi:

1. Monitoraggio tecnico-analitico
2. Intervento di Bonifica e Sanificazione (se necessario)
3. Monitoraggio post bonifica
4. Certificazione dell'impianto

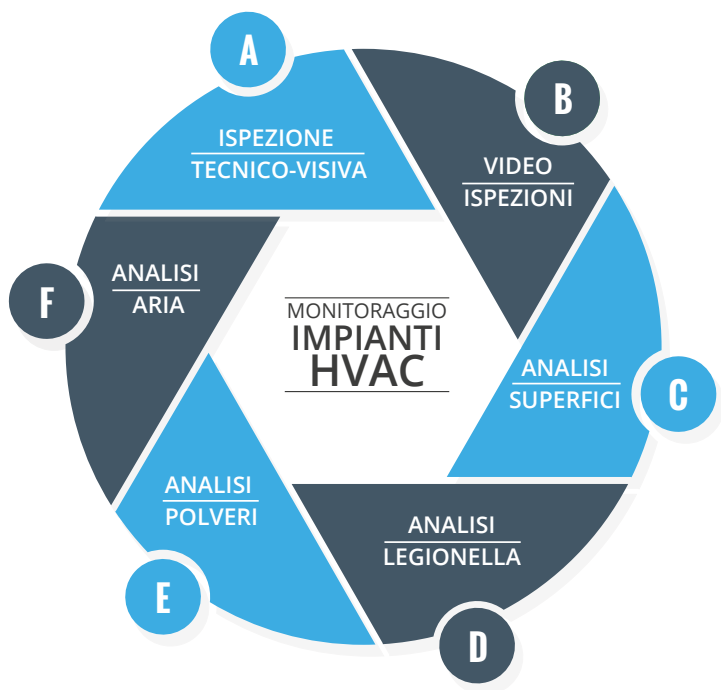


Schema operativo Monitoraggio e Bonifica Impianti HVAC

Nei seguenti paragrafi vediamo nel dettaglio in cosa consistono tali operazioni.

1. Monitoraggio Impianti HVAC

Tale fase è volta a determinare, attraverso indagini tecnico-visive e di carattere epistemico, lo stato igienico sanitario degli impianti di condizionamento e la qualità dell'aria immessa negli ambienti. Il monitoraggio completo che generalmente effettuiamo comprende le seguenti attività:



Attività di Monitoraggio Impianti HVAC

A. Ispezione tecnico-visiva

L'indagine viene eseguita da personale specializzato e con l'avvalimento di laboratori. In particolare si effettua una ispezione visiva di tutte le componenti significative presenti nell'impianto. Ogni Unità di Trattamento Aria viene esaminata da nostro personale tecnico nelle sue singole sezioni interne. Vengono smontate le componenti per permettere una valutazione dello stato igienico della sezione filtrante, sezione batterie di scambio termico, ventilazione, vasca raccolta condensa ecc. Contestualmente si esegue report fotografico delle parti ispezionate, da allegare alla relazione finale.

B. Video-ispezione

Nelle canalizzazioni viene effettuata video-ispezione introducendo un robot filoguidato, (di dimensioni variabili a seconda della sezione dei canali da sottoporre a controllo), azionato elettronicamente e dotato di telecamera per poter verificare lo stato interno e rilevare l'eventuale presenza di inquinamento macroscopico esistente (es. polveri, detriti organici, sedimenti di risulta).

Il robot può svolgere la video-ispezione in qualsiasi tipo di impianto, indipendentemente dalle caratteristiche e dalle condizioni di queste (inclinazione, dimensioni, stato di sporcizia). Gli spazi difficilmente accessibili tramite robot saranno ispezionati con un occhio elettronico che registrerà su supporto video le aree monitorate.

C. Indagini microbiologiche Superfici

Nostro personale specializzato (biologi o dottori chimici) effettua dei tamponi sulle superfici dell'impianto a campione significativo per verificare la quantità e la qualità di inquinamento microbiologico presente.

Si applicano piastre di coltura diverse a seconda dell'agente patogeno da analizzare e vengono poi portate in laboratorio per essere opportunamente incubate e analizzate. I principali parametri che generalmente si ricercano sono: carica batterica totale a 22°, carica batterica totale a 37°, Muffe, Lieviti, Pseudomonas, Aspergillus ecc.

D. Indagini microbiologiche Aria

Successivamente vengono effettuati dei campionamenti dell'aria in uscita dall'impianto con uno strumento idoneo (Surface Air Sistem), sviluppato appositamente per campionare i biocontaminanti aerodispersi come spore, batteri, muffe, lieviti.

L'aria da analizzare è aspirata attraverso una testata a fori a velocità costante per un tempo stabilito tale da far passare attraverso lo strumento una quantità di aria pari ad 1 m³. Il flusso di aria è convogliato sulla testata in alluminio (autoclavabile), che viene sterilizzata prima e dopo ogni campionamento e all'interno della quale è posto un terreno nutritivo di coltura sterile (piastra o capsula) specifico per il tipo di microrganismo che si vuole determinare. Dopo l'aspirazione, le piastre vengono messe ad incubare. La temperatura e il tempo di incubazione variano in funzione delle specie da ricercare. I risultati vengono espressi in UFC/m³.

E. Misura quantitativa particolato polveroso sedimentato

Per quanto riguarda la misurazione del quantitativo delle polveri presenti nell'impianto, vengono effettuati dei campionamenti con uno strumento chiamato VACUUM TEST: una cassetta di aspirazione con filtro è attaccata ad una pompa d'aria opportunamente calibrata ed il lato aperto della cassetta con il filtro viene passato su due

aperture di 2 cm x 25 cm all'interno della dima. Dopo aver completato le operazioni di aspirazione, la cassetta è preparata per determinare la quantità di residuo totale raccolto sul filtro.

F. Analisi vasca di raccolta acqua condensa

Infine vengono eseguiti dei prelievi dell'acqua, se presente, nella vaschetta di raccolta condensa per verificare la presenza-assenza di *Legionella spp.*

I campionamenti sono effettuati impiegando contenitori da 1000 ml sterili contenenti *Sodium Thiosulfate* tramite siringa sterile per il prelievo oppure con tampone superficiale. Successivamente il campione viene portato in laboratorio dove viene incubato per un periodo di 10-12 giorni.

Al termine dei lavori descritti il nostro responsabile di Laboratorio predisporrà una documentazione tecnica che comprenderà:

- › descrizione dell'impianto esaminato;
- › descrizione di quanto riscontrato nell'ispezione visiva;
- › descrizione di quanto riscontrato nella video-ispezione;
- › dvd contenente i filmati delle video-ispezioni eseguite;
- › dettagliato report fotografico di tutte le componenti ispezionate;
- › descrizione delle misurazioni effettuate e dei loro esiti;
- › spiegazione degli esiti dei campionamenti microbiologici;
- › conclusioni e suggerimenti in cui si descrive lo stato igienico-sanitario dell'impianto e si danno i suggerimenti per l'eliminazione degli eventuali problemi riscontrati;
- › attestato di idoneità igienica degli impianti, se possibile.

In base agli esiti delle indagini sarà possibile determinare, per ogni impianto, una delle seguenti condizioni:

- a. Condizione di *“ecologia normale”*: ambiente confinato nel quale possono essersi stabiliti frammenti di funghi, spore, o tracce di un effettivo sviluppo, la cui identità, localizzazione e quantità riflettono una situazione normale per un ambiente confinato;
- b. Condizione di *“spore radicate e tracce di uno sviluppo”*: ambiente confinato principalmente contaminato da spore radicate disperse che presenta rischio biologico non sottovalutabile;
- c. Condizione di *“sviluppo effettivo”*: ambiente confinato contaminato che presenta sviluppo di muffe, lieviti o spore associate, inquinanti chimici che comportano forte rischio biologico.

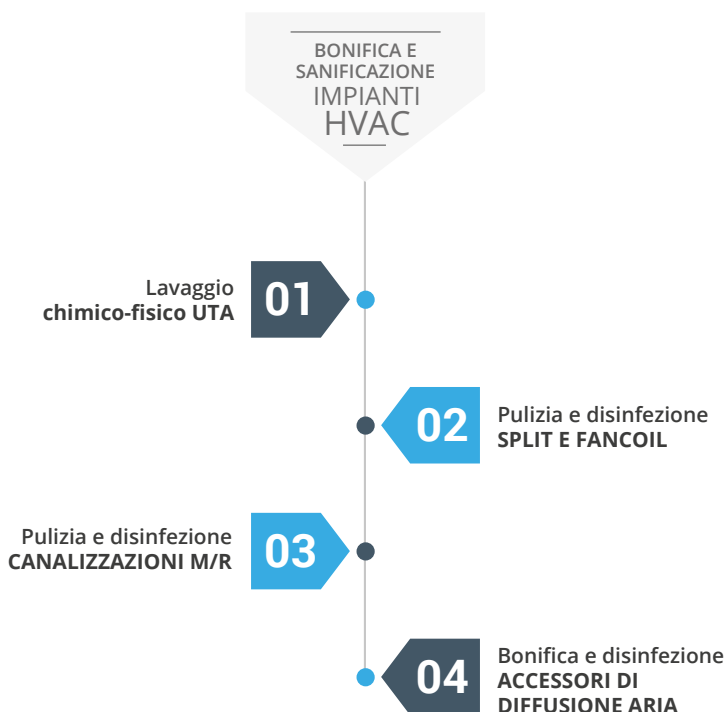
Per gli impianti che si trovano nella prima condizione sarà rilasciata idoneità igienica e certificazione degli impianti, per quelli che si trovano nella seconda o terza condizione sarà, invece, predisposto un programma di bonifica e decontaminazione *ad hoc*.

2. Decontaminazione e Sanificazione Impianti HVAC

Laddove necessario vengono eseguite opere complete di bonifica e sanificazione degli impianti, al fine di riportare uno stato igienico sanitario degli stessi entro i limiti normativi e di garantire una buona qualità dell'aria immessa negli ambienti.

Le fasi di bonifica vengono espletate attraverso le

seguenti fasi:



Attività di Bonifica Impianti HVAC

Tali attività vengono eseguite da personale tecnico specializzato secondo i protocolli operativi dello standard industriale **ACR '13** (Assessment, Cleaning and Restoration), emanato dall'associazione internazionale **NADCA** (National Air Duct Cleaners Association).

La bonifica deve essere effettuata in modo accurato e con idonee attrezzature automatizzate (robot polifunzionali, spazzole meccaniche, aspiratori con filtri HEPA) che permettono di rimuovere dagli impianti tutti i sedimenti di sporcizia e di inquinamento microbiologico, anche grazie all'utilizzo di prodotti chimici sanificanti, scelti in base al tipo di patogeno individuato.

3. Indagini post intervento

Una volta effettuata la bonifica e la sanificazione degli impianti aeraulici, vengono effettuati nuovamente i controlli tecnici e analitici (come descritto nel monitoraggio iniziale) e si rielabora una relazione per verificare che i risultati siano conformi a quanto previsto dalle normative di riferimento. Qualora la bonifica fosse andata a buon fine si procede alla fase finale (certificazione degli impianti), altrimenti si deve ripetere la decontaminazione dove necessario.

4. Certificazione degli impianti

Una volta riscontrato che gli esiti analitici rientrano nei limiti di legge si procede con il rilascio della seguente documentazione:

- Videoispezione dei canali e relativo DVD pre-post intervento;
- Relazione delle indagini microbiologiche e fisiche post-intervento;
- Relazione tecnica dei lavori eseguiti;
- Report fotografico delle componenti del sistema HVAC pre-post intervento;

- Attestato in carta pergamena dei lavori eseguiti;
- Certificato di avvenuto intervento valido ai fini di Legge;
- Registro di manutenzione impianti per i successivi controlli e attività.

Conclusioni

Alla luce di quanto esposto finora, possiamo concludere che le attività descritte sono di fondamentale importanza per molteplici motivi:

- › Tenere sotto controllo l'aria che viene immessa negli ambienti indoor, verificando periodicamente che non siano immessi negli ambienti agenti patogeni pericolosi per la salute degli occupanti;
- › Sottoporre a interventi di bonifica gli impianti aeraulici, mantenendo gli stessi in un buono stato igienico, tutelando la salute e il benessere degli occupanti;
- › Aumentare le prestazioni funzionali del sistema di distribuzione aeraulica, aumentando il comfort microclimatico negli ambiente e diminuendo i costi energetici, riducendo conseguentemente l'impatto ambientale;
- › Ottemperare a quanto previsto nelle vigenti normative in termini di indoor air quality.



COS'È LA LEGIONELLA

Sulla *Legionella* si è detto tanto. In circa 40 anni, in suo "onore", si sono tenuti innumerevoli seminari, congressi, forum, approfondimenti. Si conosce tutto di questo batterio: dimensioni, meccanismo di azione, patogenicità, abitudini, punti deboli. Nonostante questa notevole mole di informazioni, la *Legionella* continua a fare paura e purtroppo a mietere vittime; basti pensare che la legionellosi (infezione delle vie respiratorie causata dalla *Legionella pneumophila*) ha un tasso di letalità di circa il 10%. Nel Testo Unico di Sicurezza (D.Lgs. 81/08) - nell'Allegato XLVI - la *Legionella pneumophila* è indicata come agente biologico di classe 2 *"tra quelli che possono comportare un rischio per i lavoratori, ma che hanno poche probabilità di propagarsi nella comunità e per i quali sono di norma disponibili efficaci misure profilattiche e terapeutiche."*

La *Legionella pneumophila* causa polmoniti con esito fatale in pazienti a rischio (anziani, bambini, immunocompromessi) e poiché le riserve ideali per la *Legionella* sono i sistemi di condizionamento e le condutture dell'acqua, generalmente è associata ad episodi epidemici limitati nel tempo e nello spazio. Come noto, l'infezione avviene mediante inalazione di aerosol infetto e non è stata dimostrata la trasmissione interumana.

L'andamento epidemiologico crescente di questa patologia è legato soprattutto alla maggiore attenzione dei medici alla diagnosi e alla possibilità di riconoscere rapidamente la malattia con la ricerca dell'antigene di *Legionella* nelle urine, piuttosto che ad un reale incremento della malattia.

1. Generalità microbiologiche

Per *Legionella* si intende un gruppo di batteri (Genere) Gram negativi e aerobi obbligati. Presentano forma bastoncellare, con diametro che varia da 0,3 a 0,9 μm e una lunghezza compresa fra 2 e 20 μm . Sono state descritte più di 50 specie di batteri appartenenti al genere *Legionella* (suddivise al momento in circa 70 sierogruppi), generalmente provvisti di struttura flagellare e quindi dotati di significativa motilità. La specie che suscita maggiore attenzione clinica è senza dubbio la *Legionella pneumophila*.

2. Habitat e caratteristiche di vita

I batteri del genere *Legionella* sono ubiquitari e trovano larghissima diffusione nei bacini idrici naturali ed artificiali (l'acqua è il serbatoio principale). In natura troviamo

presenza in stagni, laghi, fiumi, superfici lacustri e umide in genere. Inoltre, è stata isolata da fanghi e suolo: in particolare sono segnalati isolamenti in occasione di ristrutturazioni edilizie e di movimentazioni di terreno, sempre associati ad ambiente umido. Dagli ambienti naturali, la *Legionella* è in grado di insediarsi nelle strutture artificiali e quindi di risalire lungo le reti cittadine di distribuzione dell'acqua potabile per colonizzare gli impianti idrici dei singoli edifici, gli impianti di umidificazione, le piscine e le fontane decorative. In termini pratici, gli edifici suscettibili da colonizzazione di *Legionella* sono tutti (nosocomi, case di cura e di riposo, campeggi, alberghi, strutture sportive, asili e scuole, stabilimenti termali, impianti di autolavaggio,...).

I batteri del genere *Legionella* non si trovano singolarmente nelle acque. In presenza di protozoi (amebe e ciliati), di alghe verdi e di biofilm batterici, la *Legionella* mostra capacità di parassitismo, utilizzando gli ospiti anche come mezzo di diffusione e protezione da agenti esterni. Tali batteri si moltiplicano all'interno di protozoi che gli forniscono nutrimento e protezione dalle condizioni ambientali sfavorevoli, quali la temperatura elevata e la presenza di disinfettanti.

La *Legionella* può vivere in associazione con 14 specie di amebe e 2 specie di protozoi. Inoltre, recenti studi hanno dimostrato che i batteri *Legionella* della specie *pneumophila*, all'interno di cisti di amebe, possono resistere a trattamenti con cloro (50 ppm) per tutta la notte.

Emerge quindi l'evidenza di come la *Legionella*, all'interno dei biofilm ed in associazione trofica con altri microrganismi, ottiene nutrimento, protezione e capacità di spostamento notevolmente superiori rispetto al normale; tutto ciò rende il fenomeno *Legionella* affascinante da studiare ma estremamente difficile da trattare e debellare. Pertanto, un corretto piano di bonifica degli impianti, deve sempre tenere in considerazione l'individuazione ed

eliminazione di tali reti trofiche e biofilm.

2.1 Perché la Legionella trova condizioni perfette negli ambienti idrici artificiali?

L'optimum di crescita dei batteri del genere *Legionella* è tra i 35°C e i 37°C, sotto i 25°C diventano dormienti, intorno ai 45°C cessano di moltiplicarsi. Riescono a sopravvivere in ambienti sensibilmente acidi e alcalini, sopportando valori di pH compresi tra 5,5 e 8 (il pH ottimale è 7).

A favorire la crescita batterica sono i fenomeni di incrostazioni e i depositi calcarei, l'usura dovuta alla corrosione e le ostruzioni nelle tubazioni idriche. Inoltre, estese reti di distribuzione, con punti di giunzione e rami morti, nonché la presenza di condizioni di ristagno (serbatoi di accumulo acqua e boiler) sono tutte condizioni ideali di proliferazione. Detto ciò, è facile pensare agli ambienti idrici artificiali come habitat perfetti di crescita, mantenimento e sviluppo dei batteri del genere Legionella.

3. Come si contrae la legionellosi?

La *Legionella* può sviluppare condizioni patologiche nel momento in cui vengono inalate goccioline di acqua contaminata (la specie più importante da un punto di vista clinico è la *pneumophila* - responsabile del circa 90% delle patologie da legionellosi - e significa, non a caso, *amante dei polmoni*). Più le goccioline formanti l'aerosol sono piccole e più sono pericolose, dato che hanno maggiore capacità di penetrazione nei distretti respiratori più profondi (con diametri di gocce inferiore a 5 µm si raggiungono facilmente gli alveoli polmonari).

Non si contrae la legionellosi bevendo acqua contaminata.

3.1 Meccanismo di azione microbiologico

Le modalità di infezione dettagliate di seguito, si riferiscono alla *Legionella pneumophila* sg 1, mentre scarse sono le indagini eseguite sulle altre specie di *Legionella* e ancor meno frequenti quelle sui sgs di *Legionella pneumophila* diversi dall'1.

La *Legionella pneumophila* compie il proprio ciclo vitale, nell'uomo, all'interno del macrofago polmonare. I macrofagi sono tra le prime cellule che i patogeni incontrano dopo aver attraversato la barriera epiteliale. Sono specializzati nella fagocitosi e nella lisi intracellulare dei microrganismi. Normalmente, dopo l'ingestione del microrganismo estraneo mediante specifici meccanismi di riconoscimento recettoriale, avviene l'acidificazione del fagosoma (pH 4,5-5) e la fusione con il lisosoma (pH intorno a 2,5). A tali condizioni si registra la lisi del batterio e l'assorbimento delle sue sostanze organiche (fig. 1).

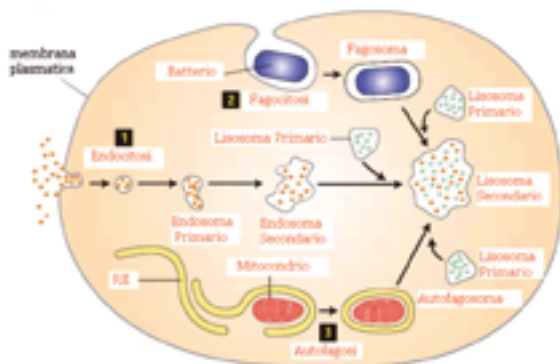


FIG.1: Rappresentazione dei tre principali meccanismi di assimilazione delle cellule. La *Legionella* rientra nel meccanismo d'azione della fagocitosi (numero 1), che prevede la fusione del fagosoma con il lisosoma.

Come detto, una volta penetrate nell'organismo, le *Legionelle* raggiungono i polmoni, dove sono fagocitate dai macrofagi alveolari. Al loro interno si moltiplicano fino a provocarne la lisi con conseguente rilascio di batteri, i quali possono infettare altri macrofagi e provocare così la malattia. Alla base della patogenesi della *Legionella* vi è quindi la loro capacità di moltiplicarsi nei macrofagi alveolari. Ciò si verifica perché la *Legionella* è in grado di evadere il meccanismo della fagocitosi intracellulare. Infatti, una volta fagocitato dal macrofago, il batterio è in grado di secernere delle proteine extracellulari con la capacità di danneggiare le pareti cellulari del fagosoma, rendendolo inattivo e permeabile agli amminoacidi e ad altre sostanze nutritive (fig. 2). Dopo 4-6 ore dall'ingresso nella cellula ospite, la *Legionella* si circonda di mitocondri e di porzioni del reticolo endoplasmatico rugoso (apparendo di conseguenza struttura self) e indisturbato si moltiplica, inducendo la lisi della cellula.

La *Legionella pneumophila* porta a morte la cellula ospite inducendo apoptosi e/o necrosi. Questa duplice strategia garantisce al batterio la possibilità di sfruttare le risorse dell'ospite per la sua replicazione intracellulare e di uscire efficacemente dalla cellula ormai esaurita una volta terminata la replicazione.

La crescita e l'induzione della virulenza appartengono a due fasi distinte della fase intracellulare della *Legionella*. Durante la prima fase i batteri presentano una bassa tossicità e non sono mobili, mentre nella seconda fase mostrano un livello di tossicità molto elevato e presentano variazioni morfologiche, con una generale diminuzione della grandezza e lo sviluppo di flagelli, che conferiscono al batterio capacità di movimento.

Normalmente il sistema immunitario è efficace nel prevenire l'infezione da *Legionella*. La capacità di resistere all'infezione polmonare dipende dall'induzione

dell'immunità cellulare che è mediata dalla produzione di citochine da parte di macrofagi, linfociti T e cellule Natural-Killer. L'aumentata suscettibilità all'infezione da *Legionella pneumophila*, come conseguenza di un indebolimento della risposta immunitaria mediata dalla produzione di citochine, non è stata ancora studiata approfonditamente.

La capacità infettante della *Legionella pneumophila* è associata alla presenza di specifici geni, alcuni dei quali sono già stati identificati.

4. Come si manifesta clinicamente la *Legionella*?

Una volta avviato il meccanismo di riproduzione batterica, il soggetto può sviluppare la legionellosi in forma di polmonite, in forma febbrile oppure in forma subclinica.

In particolare si distinguono due differenti quadri clinici: Malattia del Legionario e Febbre di Pontiac.

La Malattia del Legionario è la forma più severa dell'infezione, con una letalità media del 10%. Si presenta come una polmonite acuta difficilmente distinguibile da altre forme d'infezioni respiratorie acute delle basse vie aeree.

La Febbre di Pontiac è l'espressione sintomatologica acuta, non polmonare, dell'infezione da *Legionella* con un periodo di incubazione di 24-48 ore. Presenta sintomi di una classica influenza (malessere generale, gola arrossata, dolori all'apparato locomotore, febbre e cefalea) e generalmente non è letale.

Come tutte le malattie infettive, ci sono delle condizioni che rendono i soggetti umani più o meno suscettibili a tale infezione:

- › Età avanzata
- › Sesso maschile
- › Fumo
- › Patologie cronico degenerative
- › Immunodeficienza

Inoltre, influiscono il tempo di esposizione all'aerosol contaminato, la quantità di batteri presenti ed il grado di intensità dell'esposizione.

Panoramica della catena degli eventi scatenanti la legionellosi

1	FATTORE	Presenza naturale nei bacini idrici	Fattore non controllabile
2	FATTORE	Capacità di colonizzare i sistemi idrici	Fattore controllabile
3	FATTORE	Disseminazione (aerosol, temperatura, umidità)	Fattore controllabile
4	FATTORE	Trasmissione (diametro, goccioline, temperatura, umidità)	Fattore controllabile

5	FATTORE	Suscettibilità del soggetto (età, sesso, stato di salute)	Fattore controllabile
6	FATTORE	Virulenza del batterio	Fattore non controllabile
7	FATTORE	Quadro clinico scatenante	Fattore non controllabile

Il punto critico è senza dubbio il passaggio dal fattore 1 al fattore 2; infatti, in assenza di tale capacità del batterio (risalire le reti idrauliche e colonizzare le i sistemi artificiali), non ci sarebbero le successive fasi.

Come è possibile intuire, gli unici fattori su cui è possibile agire sono il 3, il 4 e il 5. E' proprio da qui che devono partire le strategie per una corretta valutazione e gestione del rischio *Legionella*, argomenti che verranno affrontati nei capitoli successivi.



VALUTAZIONE RISCHIO LEGIONELLA

1. Cos'è il Documento di Valutazione dei Rischi di contagio da *Legionella*?

Il **DVR *Legionella*** è un elaborato nel quale si amalgamano e si valutano tutte le variabili che concorrono ad aumentare il rischio di contagio da *Legionella* in una determinata struttura.

Questo documento si redige in seguito ad un accurato sopralluogo realizzato da un esperto in materia, si raccolgono le planimetrie della struttura, sia originali della costruzione dell'edificio che aggiornate in base alle ultime ristrutturazioni, si valutano tutti i punti a rischio e il relativo contatto, più o meno intimo, tra l'aerosol generato dal punto a rischio ed il frequentatore della struttura.

Il **DVR Legionella** deve essere revisionato ogni due anni, meglio se uno, per le strutture ricettive e ogni anno per le strutture sanitarie e gli stabilimenti termali.

Questi parametri unitamente ad altri elementi si valutano ed elaborano sulla base di un modello al fine di assegnare, prima per classi in seguito in generale, un giudizio sul grado di rischio di contagio da *Legionella* al quale è esposto l'avventore della struttura valutata.

Nel documento, oltre alla pura valutazione del rischio, si indica lo stato della struttura, l'elenco dei punti a rischio, le valutazioni dei controlli analitici svolti e le prescrizioni da adottare al fine di ridurre il rischio.

In abbinamento al **DVR Legionella** si elabora il **Registro per la Documentazione degli Interventi** sull'impianto idraulico e aeraulico; quest'ulteriore strumento rappresenta lo svolgimento pratico delle varie fasi di controllo del rischio.

Esso presenta una sezione ove si registrano i dati anagrafici della struttura e delle varie figure chiamate in causa per il contenimento del rischio. In seguito si elencano, in modo cronologico, tutte le operazioni da porre in atto per la riduzione del rischio, con indicazioni sulla validazione dell'operazione, la figura esecutrice del lavoro, firma dell'esecutore e del controllore. La doppia firma garantisce un maggiore controllo sull'operazione.

Il registro è valido per due anni (uno per le strutture sanitarie e gli stabilimenti termali) e riporta tutte le attività da svolgere in questo periodo.

Sempre sul registro è presente inoltre la sezione dedicata alla registrazione degli interventi di manutenzione straordinaria, ossia tutti quelli non riportati nella sezione precedente che investono comunque gli impianti idraulici e aeraulici.

Andando avanti individuiamo la sezione per la registrazione delle analisi di laboratorio, tutte le analisi

devono essere poste a corredo della documentazione.

Molte di queste azioni saranno state sicuramente svolte anche in precedenza alla valutazione in oggetto ma sicuramente non figureranno in un'unica raccolta dettagliata e corredata dal **DVR Legionella** con indicazione dell'iter da seguire al fine di ottenere una consistente riduzione del rischio.

Da ciò deriva uno dei maggiori vantaggi alla registrazione delle manutenzioni ossia **si da evidenza a quanto fatto al fine di contenere il rischio.**

Questo è quanto richiesto dalla norma, diffidate da chi millanta l'eliminazione della *Legionella*, **la reale soluzione sta nel controllo del rischio e non nell'eradicazione del problema.**

2. Perché fare il Documento di Valutazione dei Rischi di contagio da *Legionella*?

Come noto, e già documentato, la *Legionella* è un batterio presente in bacini idrici naturali e artificiali, che causa patologie con esiti gravi.

La natura del pericolo è prettamente biologica, ed essendo correlata ad un organismo ubiquitario da origine ad un quadro assai complesso nella gestione.

Come indicheremo più avanti esistono delle misure da porre in essere per diminuire la probabilità di contagio ed esistono delle azioni per ridurre la contaminazione degli impianti, quello che spesso viene scarsamente considerato è **la valutazione e l'analisi del rischio di contagio da Legionella.**

Capire dove è localizzata la contaminazione, quale origine ha avuto, la sua velocità di propagazione nell'impianto, l'intimità del contagio tra gli aerosol generati ed il frequentatore della struttura, ecc. sono informazioni

che non solo aiutano a comprendere il fenomeno ma ci permettono di **focalizzare le risorse nella direzione corretta**, il che equivale ad avere risultati massimi con investimenti minimi.

La soluzione non risiede unicamente nel controllo analitico, spesso considerato come strumento universale. Le analisi sono importanti, ma la *Legionella* non è un batterio semplice da definire solo con questo strumento. Esistono contaminazioni localizzate in un punto (focolai), o contaminazioni distribuite in vari punti dell'impianto (macchia di leopardo), il campionamento analitico spesso non è in grado intercettare l'inquinamento batterico. Da questo la necessità di valutare la situazione a 360° investendo tutti gli aspetti che compongono il problema.

Il corretto approccio non si individua in una singola operazione come il controllo analitico, l'iperclorazione o il flussaggio dei terminali ma con uno strumento più ampio che valuta prima tutti i parametri e le variabili indicando solo in seguito la strada da seguire.

3. Ispezione della struttura

La corretta valutazione del rischio correlato ad una struttura parte dagli schemi aggiornati degli impianti per individuarne i punti critici. In questa fase non vanno tralasciati anche gli schemi originali, che confrontati con i recenti possono evidenziare modifiche e variazioni dalle quali si possono generare ad esempio, rami morti od altre anomalie impiantistiche che intervengono nella valutazione del rischio.

La catalogazione e il dimensionamento dei punti a rischio presenti nella struttura confrontata, con le planimetrie può prevedere quali siano le sezioni dell'impianto che possono presentare un rischio per gli ospiti o per i dipendenti.

L'ispezione della struttura deve essere svolta da personale qualificato e deve essere accurata per poter evidenziare eventuali fonti di rischio.

In seguito si deve valutare l'utilizzo delle varie sezioni dell'impianto, sia per comprendere la funzionalità che per misurare l'esposizione del cliente o del lavoratore.

Si deve porre attenzione su aree poco frequentate, su rami morti degli impianti o soggetti a ristagno, e su tutte le condizioni che potrebbero favorire la proliferazione del batterio.

4. Azioni preventive

"Per assicurare una riduzione ed un controllo del rischio legionellosi è necessario che i gestori di strutture recettive adottino le misure preventive riportate nelle presenti Linee guida..."

Questo è quanto recitano le ultime linee guida emanate nel 2015 che si propongono di riassumere e sostituire tutte le precedenti.

Il documento citato da grande rilevanza alle azioni preventive e indica dettagliatamente come e dove intervenire in ogni tipologia di struttura.

5. Modello di classificazione

La quantificazione del rischio viene elaborata tramite un modello standard che prevede l'attribuzione di una valutazione volta a documentare e qualificare lo stato del singolo impianto, **questa metodica da la possibilità di valutare sia l'entità globale del rischio sia l'area dove occorre focalizzare gli sforzi per massimizzare la riduzione dei rischi associati alla legionella.**

Il rischio di contrarre la legionellosi si valuta in funzione di numerosi fattori che possono essere raccolti in tre principali gruppi:

1. **Potenziale di Popolazione Suscettibile (SPP)**

La probabilità dei soggetti ospitati nella struttura a contrarre patologie.

2. **Potenziale di Proliferazione (PP)**

La probabilità di sviluppo microbico all'interno dell'impianto.

3. **Potenziale di Esposizione all'Aerosol (AEP)**

La probabilità di esposizione ad aerosol contaminati.

Per i fattori 2 e 3 è possibile esprimere una valutazione in funzione del rischio intrinseco dell'impianto con i seguenti parametri:

ALTO

Sono presenti uno o più fattori in grado di aumentare il rischio

Le condizioni non sono ottimali

MEDIO

BASSO

Sono assenti fattori di rischio

Si può inoltre esprimere una valutazione sulla gestione dell'impianto nel rispetto delle Linee Guida del Ministero della Salute Italiano con i seguenti parametri:

BUONA

Si stanno rispettando tutte le prescrizioni.

Si stanno rispettando le prescrizioni principali, può essere aumentato il livello di corrispondenza con le Linee Guida.

SUFFICIENTE**INSUFFICIENTE**

Non si stanno rispettando le prescrizioni principali, deve essere implementato il sistema di gestione degli impianti.

6. Analisi del rischio

In questo paragrafo descriveremo dettagliatamente come si compone il **DVR *Legionella*** e come scaturisce la valutazione nei suoi punti principali.

6.1 Identificazione e dimensionamento dei punti a rischio della struttura

Si esegue la catalogazione ed il dimensionamento di ogni punto a rischio presente nella struttura. Per questa operazione, durante il sopralluogo, il tecnico esperto deve essere coadiuvato da un elemento interno alla struttura, che conosca quanto più possibile la storia dell'edificio e le sue trasformazioni nel tempo.

In questa fase è di fondamentale importanza valutare il contatto tra l'aerosol generato dai punti a rischio e gli avventori al sito interessato.

6.2 Potenziale di popolazione suscettibile

Questo parametro esprime la probabilità dei soggetti ospitati nella struttura a contrarre patologie.

Ovviamente un sito ospitante anziani come una RSA (residenze sanitarie assistenziali) avrà una concentrazione di soggetti preposti a contrarre patologie molto superiore ad un comune luogo di lavoro, in quanto in quest'ultimo tutti i soggetti sono in un arco di età intermedio e costantemente sottoposti a visita medica periodica.

Questo parametro è molto influente ai fini della valutazione, in quanto rischio biologico le patologie derivanti avranno un impatto maggiore su soggetti più sensibili.

6.3 Potenziale di proliferazione

Questo parametro esprime la probabilità di sviluppo microbico all'interno dell'impianto.

Il dato in argomento è espressione caratteristica della tipologia dell'impianto in oggetto, il rischio derivante da tale impianto non può essere modificato se non con un radicale intervento che scaturirà nella variazione di tipologia impiantistica.

Il rischio di contagio derivante da un circuito di ACS (acqua calda sanitaria) con boiler e ricircolo avrà sempre lo stesso valore, influenzato esclusivamente da altri fattori come la temperatura di esercizio o la presenza di un sistema di disinfezione dell'acqua.

Il rischio di contagio derivante da un elemento di umidificazione adiabatica potrà essere ridotto esclusivamente con l'ausilio di un disinfettante in vasca o più radicalmente, come oggi si tende a fare, con la sua sostituzione in favore di un impianto di umidificazione a vapore saturo.

Questi esempi per chiarire che il potenziale di proliferazione dipende esclusivamente dal tipo di impianto in oggetto e dalla sua conduzione.

6.4 Potenziale di esposizione all'aerosol

Questo parametro esprime la probabilità di esposizione ad aerosol contaminati.

Posto che siamo in presenza di un aerosol generato da un punto a rischio, dobbiamo considerare che questo possa essere contaminato.

Questo fattore valuta quanto un frequentatore della struttura sia esposto all'aerosol generato ossia quale è la probabilità della persona di inspirare l'aerosol.

Siamo sempre di fronte a rischio derivante dalla tipologia d'impianto, un soggetto se posto sotto una doccia avrà sempre la stessa probabilità di essere contaminato, come solito il rischio avrà variabili esterne del tipo un sistema di disinfezione dell'acqua o una pulizia accurata del diffusore della doccia.

Dalle considerazioni espresse nei punti 6.3 e 6.4 si evince quanto sia fondamentale una corretta indicazione sul settaggio, la gestione e gli accessori con cui corredare un impianto.

Il rischio intrinseco dell'impianto, essendo un dato caratteristico, può diminuire esclusivamente modificando la gestione del sistema.

6.5 Valutazione della gestione dell'impianto

Si può, in ultima analisi, esprimere una valutazione sulla gestione dell'impianto nel rispetto delle indicazioni riportate nelle Linee Guida del Ministero della Salute Italiano.

Una gestione “Buona” è possibile soltanto se si rispettano tutte le indicazioni e le prescrizioni riportate nel **DVR Legionella**, si attua la catalogazione degli interventi nell'apposito registro e se si dà corretta evidenza alla prospettiva di effettuare lavori futuri eliminando, riducendo o modificando gli impianti che presentano un elevato rischio intrinseco.

Conclusioni

Le valutazioni eseguite, i parametri rilevati e le analisi svolte nel **DVR Legionella**, sono fondamentali per ottenere una visione d'insieme che ci consente di indicare delle prescrizioni volte al miglioramento dello stato fotografato al momento del sopralluogo.

E' necessario ricordare che l'attuazione delle indicazioni contenute nel **DVR Legionella**, di un eventuale piano di bonifica o l'attuazione delle norme per la prevenzione non sono completamente facoltative, in quanto sono da considerarsi una guida tecnico-pratica, basata sulle evidenze scientifiche più aggiornate, la cui implementazione, se da un lato non costituisce obbligo per i responsabili delle strutture, dall'altro non li esime dalle responsabilità inerenti alla tutela del diritto alla salute del lavoratore e dell'ospite, rispondendone direttamente in sede civile e penale il datore di lavoro.

Il **DVR Legionella** è la guida da seguire, deve essere di norma aggiornato ogni due anni, meglio se uno, per le strutture ricettive e ogni anno per le strutture sanitarie e gli stabilimenti termali, conseguentemente conterrà sempre le evidenze scientifiche più aggiornate mirate alla soluzione del problema.



BONIFICA DEGLI IMPIANTI IDRICI

La programmazione degli interventi di bonifica sugli impianti idrici, quando ci sono evidenze di rischio e/o contaminazione microbiologica nelle acque, deve prevedere l'attuazione di piani di disinfezione puntuali e precisi, in cui nulla deve essere lasciato al caso.

E' basilare tenere presente che gli interventi di disinfezione della rete idrica, devono avere lo scopo primario di abbassare, o se possibile eliminare, la contaminazione microbiologica; tale obiettivo può essere raggiunto quando ogni elemento idrico è sottoposto ad intervento straordinario di ripristino. Non può essere presa in considerazione l'eventualità di eseguire interventi solamente su alcuni degli elementi impiantistici. Ad esempio, se le analisi microbiologiche evidenziano

contaminazione sul boiler e non sui campioni di acqua delle utenze, non è assolutamente sufficiente limitare gli interventi di bonifica solo al boiler, tralasciando il resto: oggetto d'intervento deve essere l'intero impianto (dagli accumuli dell'acqua fredda e calda, alla distribuzione idraulica, fino alle utenze più distali, considerando anche i rompighetti, cipolle, filtri e tubi flessibili).

2. Dalla positività degli esiti alla programmazione preliminare del piano di bonifica

L'analisi microbiologica rappresenta il primo passo per la valutazione del rischio degli impianti idrici e permette di avere informazioni dirette sull'effettiva contaminazione delle acque degli impianti.

Tali documenti refertistici devono essere valutati attentamente, con l'ausilio di figure professionali che sanno leggere i numeri e interpretarli correttamente alla luce delle disposizioni di legge.

Un punto fondamentale in questo caso è il tempo di azione; infatti, una volta accertata la presenza di contaminazione rilevante all'interno degli impianti oggetto di verifica, fra l'arrivo dei referti di laboratorio e l'attuazione del piano di bonifica, deve passare il minor tempo possibile.

2.1 Presa visione analisi

In primo luogo è necessario valutare i punti di contaminazione rilevati dalle indagini e la loro distribuzione nell'impianto idrico. Aver una mappa dei punti positivi serve a capire come la contaminazione

si distribuisce rispetto alla totalità dell'impianto. E' facile immaginare come le positività maggiori possano presentarsi in zone limitrofe a situazioni di ristagno di acqua (rami morti, utenze poco impiegate) oppure dove la temperatura dell'acqua è compresa in un range ottimale per le abitudini della *Legionella* (boiler scarsamente surriscaldati, tubazioni dell'acqua fredda senza opportuno isolamento che corrono parallelamente a quelle dell'acqua calda). Tuttavia, è importante sottolineare che quando ci si approccia allo studio delle contaminazione microbiologiche degli impianti tecnologici (che siano idrici o aeraulici), non c'è obbligatoriamente nulla di logico o matematico. Ad esempio, se si riscontra contaminazione sul boiler, non necessariamente bisogna aspettarsi contaminazione alle utenze, per quanto comunque possa essere probabile. Oppure, è possibile avere a che fare con impianti che hanno contaminazione microbiologica su utenze apparentemente molto impiegate e assenza di contaminazione, o comunque sotto i limiti di riferimento, in punti di maggiore ristagno. Ciò è possibile perché i batteri sono essere viventi e seguono distribuzioni di crescita dettate da tante variabili casuali e proprie del sistema dinamico impiantistico, le quali spesso sfuggono dalla logica e dal buon senso. Inoltre, va sempre tenuto presente che il risultato di un'analisi microbiologica, esprime la contaminazione in un certo periodo di tempo e che campionamenti in momenti differenti, possono fornire risultati completamente diversi (questo perché le comunità microbiologiche si trovano in sistemi fluidi e dinamici). Da considerare ulteriormente che l'analisi di laboratorio, fornisce una sottostima dell'effettiva contaminazione presente realmente (il campionamento dell'acqua, il trasporto in laboratorio, la semina su piastra e la crescita volontariamente condizionata - nel caso del metodo culturale - rappresentano tutti fattori di stress).

2.2 Presa visione impianto idrico

La condizione migliore si manifesta quando i campionamenti delle acque, volte a valutare la contaminazione microbiologica da *Legionella*, sono eseguiti avendo già a disposizione il dettaglio tecnico degli impianti (proprio perché i punti di campionamento devono essere scelti in base ai dati dell'impianto stesso). Purtroppo però, molto spesso ci si trova dalla parte opposta; ovvero, si hanno a disposizione gli esiti delle indagini microbiologiche su punti di campionamento scelti senza un criterio scientifico. In questo caso, l'identificazione dei punti critici avviene dopo la ricezione dei referti e per questo, molto spesso, si ha una sottostima del rischio, poiché è possibile che non siano stati considerati i punti effettivamente critici. Tuttavia, a prescindere dalla condizione, l'individuazione dei punti critici avviene come dettagliato di seguito.

2.2.1 Individuazione punti critici

L'impianto idrico deve essere analizzato in dettaglio. Bisogna prendere tutte le informazioni necessarie a stilare un completo e quanto più efficace programma di bonifica:

- › presenza di accumuli dell'acqua fredda, capacità e caratteristiche costruttive
- › presenza accumuli dell'acqua calda, capacità e caratteristiche costruttive
- › presenza e tipologia dell'impianto di addolcimento
- › presenza dell'anello di ricircolo
- › presenza e caratteristiche di autoclavi o gruppi inverter
- › presenza di rami morti e ubicazione nello stabile

- › presenza di filtri dell'acqua
- › numero di diffusori delle docce e loro stato
- › numero totali di utenze
- › presenza di utenze meno utilizzate e collocazione
- › presenza di piscine e stato manutentivo
- › presenza di fontane decorative
- › vasche idromassaggio e loro stato
- › impianti di irrigazione
- › presenza e caratteristiche delle torri evaporative
- › eventuali trattamenti biocidi in corso

A questo punto è logico predisporre campagne di monitoraggio microbiologico sui punti critici individuati e sviluppare il Documento di Valutazione dei Rischi e il Registro degli Interventi dedicati (vedi capitoli precedenti).

3. Il piano di bonifica degli impianti idrici

Gli interventi devono essere sviluppati per rispondere ad esigenze di bonifica nell'immediato (**a breve termine**), per debellare la contaminazione individuata nel più breve tempo possibile e in ottica di prevenzione (**a lungo termine**), per evitare il ripresentarsi delle contaminazioni nel tempo.

Come indicato precedentemente, a contaminazione conclamata, gli interventi devono riguardare ogni elemento impiantistico. Inoltre, per evitare contaminazioni durante le opere, tali attività devono essere eseguite seguendo il flusso dell'acqua.

3.1 Bonifiche nell'immediato - interventi shock

Di seguito sono dettagliate le principali opere di disinfezione degli impianti idrici. Tali descrizioni hanno carattere generale. Ogni piano deve essere sviluppato analizzando nel dettaglio l'impianto idrico e le proprie caratteristiche.

3.1.1 Accumuli dell'acqua fredda

Gli accumuli dell'acqua fredda sono i primi elementi che generalmente devono essere bonificati. Poiché si trovano a monte di tutto l'impianto, essendo strutture di accumulo (per quanto molto spesso possono avere un significativo ricambio giornaliero di acqua), le eventuali contaminazioni presenti, possono distribuirsi su tutto l'impianto a valle, boiler e relativa distribuzione idrica, concorrendo a creare habitat idoneo alla successiva proliferazione e contaminazione da *Legionella*. Inoltre, spesso gli accumuli dell'acqua fredda si trovano in zone umide dello stabile oppure esternamente, soggetti alle intemperie. Molto spesso, infine, sono scollegati dall'impianto diretto e accumulano acqua per le situazioni di emergenza anche per molto tempo (in questo caso il rischio di contaminazione è elevato).

L'obiettivo della bonifica degli accumuli dell'acqua fredda è la rimozione dei detriti, dei depositi calcarei presenti sul fondo e di tutto ciò che comporta contaminazione (terra, alghe, animali acquatici). L'intervento si esegue svuotando la vasca e disinfettando la stessa in ogni parte, garantendo un'acqua i cui parametri rientrino nei limiti di legge.

3.1.2 Accumuli dell'acqua calda

Successivamente, si passa agli accumuli dell'acqua calda. Non sarebbe poi tanto azzardato considerare il boiler come la residenza principale della *Legionella*, mentre la distribuzione idraulica la casa al mare.

Che siano semplici accumuli di acqua calda (con scambiatori esterni) o veri e propri boiler (con serpentine di scambio interne), l'importante è che tali elementi siano periodicamente oggetto di bonifica. In particolar modo i boiler: la presenza della serpentina di scambio, infatti, assicura condizioni tali da facilitare la formazione di nicchie calcaree ottimali per la proliferazione del biofilm microbico e quindi delle contaminazioni da *Legionella*.

Gli interventi devono prevedere lo svuotamento degli accumuli e dove presente la disincrostazione totale del serpentino di scambio. Devono essere asportati i fanghi ed i depositi calcarei e dopo aver pulito le flange e i bulloni, rinnovando le guarnizioni, devono essere sanificate con prodotti biocidi le superfici interne.

3.1.3 Disinfezione rete idrica ed utenze

Una volta eseguita la bonifica delle due tipologie di accumulo di acqua a monte dell'impianto, si passa alla disinfezione della relativa rete idraulica. E' necessario provvedere all'esecuzione di tre fasi di trattamento shock:

Fase 1 – intervento con prodotti anti biofilm

E' opportuno impiegare prodotti con forte potere bagnante e biodisperdenti. L'utilizzo di tali soluzioni garantisce l'attacco ai biofilm presenti all'interno delle componenti circuitali idriche e quindi la distruzione delle comunità microbiche che formano, all'interno delle

tubature, una rete trofica in grado di rendere più ardua l'eliminazione della *Legionella*.

Fase 2 – intervento di disinfezione

Successivamente all'attacco al biofilm, si passa alla disinfezione vera e propria. Infatti, mentre la prima fase permette la rottura del biofilm presente all'interno delle tubazioni, in questa seconda fase, con l'impiego di significative quantità di disinfettante, si provvede all'abbattimento delle comunità microbiologiche disgregate e quindi non più protette dalle reti trofiche proprie del biofilm, ma esposte al lume interno del tubo.

Questa fase deve garantire, con l'impiego di disinfettanti di alto livello, l'abbattimento delle contaminazioni su tutta la rete idrica, fino alle più lontane utenze.

Fase 3 – punti terminali

Congiuntamente alla fase 1 e 2, tutti i rompigitto, le cipolle, i filtri dell'acqua e gli elementi flessibili delle docce, devono essere disincrostatati e sanificati o sostituiti con nuovi.

Tali elementi, infatti, rappresentano i punti terminali dell'impianto da cui fuoriesce l'acqua corrente e sono soggetti ad accumuli di varia natura (incrostazioni e impurità degli impianti idrici). La loro corretta manutenzione è indispensabile per garantire disinfezione completa dell'impianto.

3.2 Programmazione interventi - prevenzione

3.2.1 Interventi di bonifica

La programmazione periodica di campagne di

monitoraggio microbiologico e di interventi di disinfezione dei vari elementi impiantistici, rappresentano lo strumento di prevenzione ottimale per contenere le contaminazioni microbiche degli impianti.

E' doveroso rispettare una tabella di interventi periodici sugli impianti, proponendo le attività dettagliate sopra con cadenze programmate:

BONIFICA ACCUMULI ACQUA FREDDA	CADENZA ANNUALE
BONIFICA ACCUMULI ACQUA CALDA	CADENZA ANNUALE
DISINFEZIONE RETE IDRICA	CADENZA SEMESTRALE / ANNUALE
CONTROLLO ROMPIGETTI - CIPOLLE - FILTRI DELL'ACQUA - FLESSIBILI	CADENZA TRIMESTRALE

3.2.2 Modifiche strutturali e impiantistiche

Estremamente importanti, basilari oseremo dire, sono le modifiche strutturali degli impianti idrici atti a migliorare le condizioni critiche rilevate dal sopralluogo preliminare.

Infatti, come è logico dedurre, le bonifiche degli impianti idrici forniscono risultati migliori nel momento in cui gli impianti presentano poche o nessuna criticità.

E' fondamentale intraprendere azioni di controllo e modifiche le quali, in un arco di tempo ragionevole, permettano, ad esempio, di ottenere migliorie impiantistiche quali:

- › eliminazione di tutti i rami morti presenti negli impianti
- › coibentazione ed isolamento di eventuali tubazioni dell'acqua fredda che corrono parallelamente alle tubazioni dell'acqua calda (per evitare cross contaminazioni)
- › stesura di un programma di flussaggio settimanale di tutte le utenze, per rendere regolare ed omogeneo il consumo di acqua
- › presenza di un sistema di disinfezione delle resine dell'addolcitore
- › installazione di elettrovalvole temporizzate sugli scarichi dei boiler e/o sulle utenze a rischio, così da permettere un flussaggio certo e periodico
- › mantenimento delle temperature delle acque, in ogni punto, sopra 60° C
- › registrazione di ogni modifica impiantistica su un fascicolo in cui sono riportate tutte le azioni di controllo e monitoraggio
- › presenza di un ricircolo di acqua in zone dell'impianto con forte ristagno

3.2.3 Sistemi di disinfezione in continuo

Da considerare, infine, l'installazione di un sistema di

disinfezione in continuo. Tale sistema consente, mediante l'impiego di soluzioni disinfettanti di alto livello, di mantenere nel tempo l'igienicità raggiunta dalle opere di bonifica e dalle modifiche impiantistiche di miglioramento.

E' importante sottolineare che i sistemi di disinfezione in continuo rappresentano un validissimo strumento di controllo della proliferazione dei germi acquatici, a patto che vengano inseriti in un più ampio contesto di gestione degli impianti che contempli le azioni dettagliate in questo documento. Infatti, senza una periodica manutenzione igienica degli impianti ed una corretta gestione e presa visione delle problematiche individuate, con il solo trattamento in continuo di un impianto idrico con contaminazione microbiologica, difficilmente potremmo ottenere i risultati desiderati, ovvero l'eliminazione della contaminazione. Quindi, il sistema di disinfezione in continuo serve a mantenere l'igienicità raggiunta nel tempo, igienicità immediata che solo opere di bonifica periodiche possono garantire. Ad esempio, se su un impianto è installato un dispositivo di disinfezione in continuo, ma non si garantisce mediante i flussaggi un sufficiente ricambio di acqua omogeneamente in tutto l'impianto, il rischio è che il disinfettante scarseggi nei punti in cui tale ricambio avviene meno, oppure che non ce ne sia a sufficienza proprio in tutto l'impianto.

Esistono in commercio numerosi sistemi di disinfezione. Non esiste il migliore in assoluto, poiché ogni impianto ha una sua storia e caratteristiche specifiche. La scelta del sistema migliore può essere fatto solamente attraverso un'attenta analisi dell'impianto, che viene eseguita durante l'individuazione dei punti critici (per la compilazione del Documento di Valutazione dei Rischi).

L'importante è affidarsi ad aziende qualificate e che svolgano da parecchi anni tali servizi, visto che non vi è migliore certificato di qualità dell'esperienza accumulata negli anni.



Presentazione azienda Firotek S.r.l.

Siamo una società di servizi altamente qualificati nel controllo del rischio microbiologico degli impianti idrici e aeraulici.

Operiamo in tutta Italia con il nostro Team di Biologi, Dottori Chimici e Tecnici Specializzati, per garantire il rispetto dei principali parametri di qualità dell'aria e dell'acqua negli ambienti ospedalieri, industriali e nei luoghi di lavoro.

Ogni processo operativo è certificato con i più alti e rigorosi Standard Internazionali, quali ISO 9001, ISO 14001 e BS OHSAS 18001. Siamo, inoltre, l'unica azienda del settore ad aver ottenuto la certificazione SOA OG 12 per l'esecuzione di Opere e Impianti di Bonifica e Protezione Ambientale.

Crediamo nel valore della ricerca, per questa ragione ogni anno investiamo sul futuro del nostro Paese grazie alla partnership con l'Università degli studi di Roma Tor Vergata e con l'Università degli studi di Modena e Reggio Emilia.

Con serietà e passione per il nostro lavoro, ogni anno, offriamo supporto a più di 1000 Clienti che ci hanno accordato la loro fiducia e con cui rinnoviamo il nostro impegno per crescere e migliorare, portando avanti la nostra Mission Aziendale: "Ci prendiamo cura della vita".



© 2016 Firotek S.r.l.

-

Impaginazione e stampa
www.ManiacStudio.com



Firotek Srl

 info@firotek.it

 800.188.631

 www.firotek.it

Acqua Aria Analisi