

**LE ACQUE
IN AMBITO SANITARIO:
caratteristiche, usi,
problematiche e indicazioni
sulle metodologie di controllo**



**Gianfranco Finzi
Ugo Luigi Aparo
Paolo Cacciari
Gabriele Pelissero
Alessandro Finzi
Daniele Nepa
Stefania Villani**



Edicom, Milano

**LE ACQUE
IN AMBITO SANITARIO:
caratteristiche, usi,
problematiche e indicazioni
sulle metodologie di controllo**

INDICE

1 L'ACQUA E LE SUE FUNZIONI	4
2 L'ACQUA, LE RISORSE IDRICHE E L'INQUINAMENTO AMBIENTALE	4
3 INQUINANTI DELLE ACQUE ORIGINATI DAI PROCESSI DI POTABILIZZAZIONE	5
4 INQUINANTI DELLE ACQUE ORIGINATI DALLA RETE DI DISTRIBUZIONE	5
5 LA DISTRIBUZIONE DELL'ACQUA IN OSPEDALE	6
5.1 I sistemi di pre-trattamento.....	6
5.2 Le Tubature.....	7
5.3 Le condutture in rame come valido aiuto nella prevenzione della legionella negli impianti di distribuzione dell'acqua	9
6 REQUISITI DI QUALITÀ E INQUINANTI DELLE ACQUE ORIGINATI DALL'AMBIENTE ...	11
6.1 I PARAMETRI DI UN'ACQUA POTABILE.....	11
6.1.1 Caratteri Organolettici	12
6.1.2 Caratteri Fisici.....	12
6.1.3 Caratteri Chimici	13
6.1.4 Caratteri Microbiologici	14
7 L'ACQUA NEI REPARTI CRITICI OSPEDALIERI	19
7.1 L'Acqua per Emodialisi	20
7.2 L'Acqua nei Blocchi Operatori	23
8 LA SORVEGLIANZA DELL'ACQUA IN OSPEDALE E LA PREVENZIONE	25
8.1 Rischi da Riduzione della Qualità dell'Acqua	28
8.2 Rischi da Agenti Microbiologici, Chimici e Fisici	28
8.3 Il Trattamento di Potabilizzazione delle Acque.....	29
8.3.1 Correzione dei Caratteri Fisici e Chimici	29
8.3.2 Correzione dei Caratteri Microbiologici	30
8.3.3 Metodi Fisici di Potabilizzazione	30
8.3.4 Metodi Chimici di Potabilizzazione	31
8.3.4.1 La Clorazione e le modalità di applicazione	31
8.3.4.2 L'Ozonizzazione	32
8.3.4.3 La Catadinizzazione	33
9 ASPERGILLUS	33
9.1 Introduzione.....	33
9.2 Patogenicità:le aspergilloso e l'aspergilloma.....	33
9.3 Il caso Norvegese	34
9.4 Prevenzione da Aspergillus nelle tubature.....	34
10 ACQUA OSPEDALIERA E LEGIONELLOSI	35
10.1 Infezione Nosocomiale da Legionella.....	35

10.1.1 Microbiologia della Legionella	35
10.1.2 Epidemiologia	36
10.2 Risk Management della Legionellosi in Ospedale e Strategie di Prevenzione	36
10.2.1 Obblighi di Sorveglianza	37
10.2.2 Valutazione del Rischio e suoi principali fattori.....	37
10.3 Sorveglianza Ambientale della Legionellosi e nei Sistemi Impiantistici	38
10.4 Misure di Prevenzione per la Riduzione del Rischio	40
10.5 Monitoraggio dell'Acqua per la Ricerca di Legionella	42
10.5.1 Siti e Modalità di Campionamento	42
10.5.2 Interpretazione dei Risultati del Monitoraggio	43
10.6 Metodiche per la Prevenzione e Controllo della Contaminazione delle Reti Idriche da Legionella	44
10.7 Formazione del Personale	48
10.8 Aspetti Organizzativo-gestionali della Legionellosi Ospedaliera	48
10.8.1 Le Responsabilità e il Controllo del Rischio Legionella.....	49
11 ASPETTI LEGISLATIVI E NORMATIVI SULLE ACQUE	50
11.1 I Valori Limite delle Acque Sanitarie Destinate al Consumo Umano.....	50
12 L'ACQUA PER UTILIZZO OSPEDALIERO	51
12.1 Acque specifiche trattate nell'ambito degli stabilimenti sanitari, rispondenti a criteri definiti in funzione dell'utilizzo	52
12.1.1 Acque batteriologicamente controllate.....	52
12.1.2 Acqua calda	53
12.1.3 Acque per emodialisi.....	55
12.1.4 Acqua nelle piscine rieducative.....	56
12.1.5 Acqua degli idromassaggi e delle docce a getto	57
12.1.6 Acqua purificata	58
12.1.7 Acqua altamente purificata	58
12.1.8 Acqua delle fontane per bere	58
13 ALLEGATO A-TABELLE DI RIFERIMENTO SECONDO NORMATIVA	61
13.1 Bibliografia	80

1 - L'ACQUA E LE SUE FUNZIONI

L'acqua è una delle risorse fondamentali per la vita umana, costituendo circa il 70% in media del peso corporeo di un uomo, variando dal 60% di un adulto a oltre il 75% di un neonato, e formando il 22% dei tessuti ossei e sino al 75%-90% di organi o sistemi quali il fegato, il rene o il sangue. L'acqua è essenziale anche in funzione degli innumerevoli ed indispensabili usi che nella vita organizzata della società presenta oltre a quello alimentare, sia provvedendo ai bisogni primari (impiego destinato al consumo umano, civile, agricolo) che di produzione di beni (uso in agricoltura, nelle industrie, negli allevamenti, nella farmaceutica, per la produzione di energia o per impieghi marini), ovvero per uso nei servizi (detersione e pulizia personale o collettiva, lavaggio stradale o delle superfici in genere, impianti di riscaldamento o di perfrigerazione, convogliamento di acque luride, conservazione di sostanze alimentari) o nelle attività voluttuarie (piscine, bagni termali, attività sportive o ricreative). Purtroppo con il crescere del fabbisogno e della disponibilità pro capite di acqua dolce nei paesi industrializzati, si è manifestata l'esigenza di creare dei sistemi che permettano un maggior apporto di acqua, ma che inevitabilmente spesso diventano i responsabili dell'incremento delle contaminazioni dell'acqua stessa con peggioramento della qualità ed impedimento a un successivo utilizzo delle fonti contaminate.

L'acqua, in ambiente esterno, partecipa a differenti cicli di tipo biogeochimico, sia sulla superficie o nelle profondità terrestri, sia all'interno degli organismi viventi, costituendo il mezzo di trasporto di sostanze (tra cui fundamentalmente i microrganismi) o la matrice di trasformazione maggiormente utilizzata (*ciclo dell'acqua*). Nello svolgersi di questi cicli, molte possono essere le sorgenti e i fattori di contaminazione dell'acqua destinata al consumo umano, tanto naturali che antropici, a partire dai punti di raccolta in superficie o nelle profondità sino alla conduzione e al trasporto all'utente finale. Ovviamente, maggiore è il grado di "purezza" biologica, chimica e fisica mantenuta dall'acqua durante queste fasi, minore sarà l'esigenza di interventi di depurazione, potabilizzazione e/o correzione artificiale dei caratteri. Ciò è importante in relazione ai molteplici utilizzi dell'acqua in ambito sanitario, e ospedaliero in particolare; nonché in relazione alle peculiarità degli utenti che, sono di tipologia differente sia tra i pazienti che tra il personale sanitario con conseguenti complesse modalità di esposizione e di eventuale contaminazione.

2 - L'ACQUA, LE RISORSE IDRICHE E L'INQUINAMENTO AMBIENTALE

Le risorse idriche, che rappresentano la riserva di acqua destinata al consumo umano, sono costituite dai *corpi idrici interni* di acqua dolce, intendendo con tale termine le falde acquifere sotterranee e le acque superficiali, nutrite dall'*acqua meteorica*. Le *falde acquifere sotterranee* sono date da raccolte di acqua, a carattere permanente o non permanente, che si suddividono in *acque di vena*, se scorrono in terreni costituiti da rocce compatte fessurate, e in *acque di falda*, se scorrono in terreni con rocce incoerenti sciolte o argillose, e che costituiscono oggi l'origine più importante dell'acqua utilizzata come potabile. Le *acque superficiali* sono date da più tipologie di raccolta d'acqua presente sulla superficie della terra e sono costituite dalla maggior parte delle acque di scorrimento o stagnante presenti sulla superficie terrestre, per cui la loro stretta vicinanza con case, terreni agricoli e industrie (che sono causa frequente d'inquinamento in quanto sfruttano i rivi d'acqua proprio per smaltirvi le acque di rifiuto), le rende purtroppo spesso indisponibili al consumo umano.

Tanti sono i fattori che sono all'origine dell'inquinamento in ambiente delle acque destinate a consumo umano. Tra questi certamente l'aumento degli insediamenti e degli agglomerati urbani, con un aumento percentuale della densità abitativa e conseguentemente degli sversamenti inquinanti che ne derivano. Non sono esenti da questo processo le attività agricole (con aumento esponenziale della quantità e tipo di fertilizzanti, diserbanti, pesticidi utilizzati), le attività industriali e metallurgiche (con incremento delle sostanze chimiche a vario titolo sversate nei corsi d'acqua), le raffinerie o gli oleifici, il traffico autoveicolare e i trasporti in genere. Il risultato è che in special modo le acque superficiali fluviali, lacustri o marine, sono divenute per lo più un ricettacolo e un accumulo di sostanze inquinanti; ma iniziano a non essere più esenti da inquinamento anche le falde profonde, con maggiore capacità filtrante e quindi in teoria maggiormente sicure.

3 - INQUINANTI DELLE ACQUE ORIGINATI DAI PROCESSI DI POTABILIZZAZIONE

La contaminazione delle acque può derivare anche dagli stessi processi di potabilizzazione, nei quali vengono impiegate sostanze chimiche quali il cloro e l'ozono che possono dar vita, per trasformazione o interazione con altre sostanze chimiche e/o con le sostanze organiche presenti nelle acque, a nuovi composti che costituiscono dei fattori di rischio per la salute dell'uomo e degli animali.

Il *cloro* può produrre cloramine, alcune delle quali potrebbero presentare attività mutagena; ovvero può formare composti organoalogenati volatili, fra cui i più noti sono i trialometani (cloroformio, dibromoclorometano, diclorobromoetano, bromoformio, ecc.), e organoalogenati non volatili. Alcuni di questi composti sono sospettati di possedere anche un'attività cancerogena, ma attualmente tale azione non è stata ancora dimostrata con un'evidenza scientifica significativa.

L'*ozono* può dar vita, per ossidazione incompleta delle sostanze organiche, alla formazione di composti carbonilici alifatici (acetaldeide, formaldeide, glutaraldeide, ecc.) le cui attività tossiche e/o nocive, mutagene o cancerogene sono per alcuni autori ben più di un sospetto.

4 - INQUINANTI DELLE ACQUE ORIGINATI DALLA RETE DI DISTRIBUZIONE

Una volta eseguita la captazione dell'acqua, questa deve essere trasportata sino all'utenza finale (o *rete domestica*) attraverso una procedura complessa che comporta il convogliamento dal punto di presa sino all'agglomerato urbano, per lo più tramite acquedotti a *condotta libera* (acqua che scorre per azione gravimetrica) o a *condotta forzata* (lo scorrimento dell'acqua è dovuto alla pressione che viene applicata). In genere, gli acquedotti sono costruiti in cemento armato o in muratura impermeabilizzata con cemento o ghisa o acciaio o altri materiali inerti. Purtroppo è facile che si inquinino quando l'impermeabilizzazione non sia perfetta oppure si formino fessure dovute all'acqua o alla vetustà della condotta o a smottamenti del terreno. Bisogna stare perciò attenti a tutte le cause d'inquinamento che possono esservi intorno (terreni agricoli, scarichi, reflui, pozzi neri o bianchi, ecc.).

La pressione positiva (dall'interno verso l'esterno della condotta), se da una parte impedisce agli inquinanti di entrare nei canali, dall'altra può provocare un risucchio o un'aspirazione in

caso di depressione del sistema di pompa o in caso di rottura, determinando un richiamo verso l'interno di tutte le sostanze contaminanti e dello sporco presente. E' possibile altresì che si verifichino brusche variazioni della pressione con i cosiddetti "colpi di ariete", veri e propri magli pressori che possono deformare o rompere le condotte con le intuibili e gravose conseguenze.

Uno dei maggiori problemi degli agglomerati urbani consiste poi nelle condizioni di consumo e quindi di richiesta dell'acqua, che non sono parametri fissi e predeterminabili. Tale problema è stato risolto nel tempo attraverso la costruzione di serbatoi di esubero in linea che permettessero di regolare la quantità di acqua. Si distinguono due tipologie di serbatoi: *serbatoi di testata e serbatoi terminali*. In particolare questi ultimi sono di difficile controllo igienico in quanto al loro interno la corrente dell'acqua può cambiare il verso determinando una cross-contaminazione retrograda difficilmente identificabile come origine. I serbatoi dovrebbero essere interrati (per la costanza della regolazione termica); disposti in una posizione altimetrica tale da raggiungere in pressione il punto di utenza più elevato dell'agglomerato; impermeabilizzati; al riparo della luce (per evitare fenomeni di eutrofizzazione e conseguente crescita algale); di forma sferica o semisferica per facilitare la manutenzione e la periodica sanificazione.

Qualora non sia possibile edificare serbatoi interrati per motivi gravimetrici (nessuna struttura collinare nelle vicinanze dell'agglomerato che elevi il livello altimetrico dell'acqua), si ricorre alla costruzione delle *torri d'acqua* specie presso le località marine. Anche questi serbatoi devono essere in cemento e rispondere alle regole base prima citate.

5 - LA DISTRIBUZIONE DELL'ACQUA IN OSPEDALE

5.1 I sistemi di pre-trattamento

Avere la certezza di un'acqua pre-trattata all'interno della struttura ospedaliera che non risente delle variabilità tipiche stagionali o accidentali dell'acqua erogata in ingresso, permette l'erogazione dell'acqua alle utenze in tutta sicurezza. Il pre-trattamento deve garantire la normalizzazione e la stabilizzazione dei parametri chimici e fisici dell'acqua in ingresso alla struttura. Tra i sistemi di pre-trattamento più comunemente utilizzati e raccomandati per le strutture sanitarie, dobbiamo considerare sistemi di pre-filtrazione e sistemi di addolcimento dell'acqua.

Il sistema di pre-filtrazione ha lo scopo di preservare tutto l'impianto dalle impurità e intorbidamenti provenienti dall'acquedotto evitando sedimentazioni di sostanze inquinanti negli accumuli e nelle tubazioni. La filtrazione dell'acqua in ingresso all'impianto ha la funzione di eliminare:

- 1) le impurità fisiche presenti nell'acqua di rete;
- 2) i sedimenti dovuti a sali di ferro e manganese;
- 3) gli intorbidamenti dell'acqua, temporanei o stagionali, causati da trascinalimenti di sostanze depositate nelle tubazioni;
- 4) le sostanze minerali e organiche precipitate a seguito dell'azione d'ossidazione svolta dall'ipoclorito nel processo di clorazione messo in atto dall'acquedotto comunale.

Il sistema di addolcimento ha lo scopo di preservare tutto l'impianto dalle cosiddette incrostaioni dovute agli ioni Calcio e Magnesio provenienti dall'acquedotto.

Le resine scambiatrici di ioni di un addolcitore sono del tipo cationico forte in ciclo sodico e

hanno la prerogativa di cedere all'acqua ioni Na^+ (sodio) in cambio di ioni Ca^{++} (calcio), Mg^+ (magnesio) e di altri ioni bi e tri-valenti. Una volta esaurite, le resine debbono essere rigenerate con una soluzione satura di NaCl (cloruro di sodio).

Le criticità dei sistemi di addolcimento sono:

Rigenerazione delle colonne con sale industriale che contiene contaminanti particellari e biologici;

Diluizione post trattamento per ottenere una "durezza" di circa 10°F : più l'acqua è calda, più è favorita la sedimentazione di calcio. Più l'acqua è addolcita più è corrosiva nei confronti dei materiali.

5.2 Le tubature

Come il pre-trattamento anche il sistema di distribuzione dell'acqua deve necessariamente essere coinvolto nella ricerca di tecnologie e materiali appropriati allo scopo di conservare il più possibile incontaminata la qualità dell'acqua fino ai punti d'utilizzo.

Le tubazioni in ospedale, così come i serbatoi di accumulo dell'acqua per motivi di riserva o di esubero, sono costituiti da vari materiali, in relazione al periodo storico di costruzione e agli interventi successivi effettuati sugli impianti. Bisogna affermare subito che le contaminazioni biologiche e chimiche nella rete di trasporto, dando per certa la purezza in entrata dell'acqua di captazione, sono strettamente correlate a:

- Materiali di cui sono costituite le tubazioni e rugosità delle tubazioni stesse, i giunti e gli snodi, i serbatoi, le piastre, le valvole e i rubinetti;
- Stato di usura e condizioni di manutenzione delle tubazioni, dei giunti e degli snodi, dei serbatoi, delle piastre, delle valvole e dei rubinetti;
- Tipologia dei sistemi di captazione, stoccaggio e distribuzione dell'acqua.

Per garantire la purezza del prodotto e la sua conservazione all'interno della distribuzione fino all'erogazione delle utenze non si può escludere dal concetto di qualità della linea di trattamento un sistema chimico e/o fisico di trattamento locale e/o terminale per escludere eventuali problematiche chimiche e microbiologiche derivanti dalla complessità della distribuzione. La contaminazione biologica e/o chimica dell'acqua rappresenta l'espressione della comparsa di nuovi composti chimici o di cariche batteriche determinanti la variazione delle caratteristiche organolettiche, di tossicità e di nocività dell'acqua.

Abbandonate le tubazioni in materiale organico (legno), in terracotta o in cemento semplice rivelatisi facilmente usurabili e scarsamente impermeabili, si è passati all'utilizzo di differenti tipi di tubazioni metalliche o di cemento armato.

Le *tubature metalliche* sono fondamentalmente in ferro, ghisa ed acciaio e presentano molti vantaggi quali la buona impermeabilità, la notevole resistenza e flessibilità, l'economicità. Per contro sono soggette ad alcuni svantaggi che ne hanno decretato l'attuale contrazione nell'impiego. Tra gli svantaggi è giusto citare che:

- Sono soggette a usura chimica dovuta fondamentalmente all'acqua di scorrimento.
 - Se l'acqua è di tipo aggressivo (ricca in carbonati e in acido carbonico libero, può formare con il ferro, bicarbonato di ferro, che ha la capacità di sciogliersi nell'acqua) da vita a processi corrosivi con progressiva deferrizzazione della tubatura, fessurazione e rottura. Tale processo ha preso il nome di *malattia spongiosa della ghisa, del ferro o dell'acciaio* a seconda del tipo di materiale metallico di cui è costituita;
 - Se l'acqua non è di tipo aggressivo da vita a processi ossidativi con la formazione di *tubercoli ferruginosi*. Sono escrescenze spugnose di dubbia origine, in quanto alcuni autori suppongono che siano dovuti alla precipitazione di sali di ferro mentre altri imputano all'azio-

ne di alcuni microrganismi (ad esempio *Leptothrix ochracea* o *Gallionella ferruginea*) lo sviluppo dei tubercoli. I tubercoli ferruginosi si formano all'interno del lume della tubatura, sono di colorito giallo rossastro e tendono a divenire ruvidi, anfrattuososi in modo da rendere irregolare il lume originariamente liscio del tubo. Tali escrescenze, oltre a donare irregolarità al decorso dell'acqua, possono ostruire pressoché completamente il lume sino a ridurre il flusso o, ancor peggio, costituire punti di arresto per gli ioni calcio e magnesio i quali possono più facilmente formare concrezioni calcaree sulla superficie del lume. In tal modo si creano le patine di crescita dei microrganismi in cui le scorie dei batteri stessi, unite al sedimento residuo presente nell'acqua, al calcare e al materiale di distacco dalle tubature, formano il *biofilm* o *pabulum* di sviluppo per microrganismi patogeni presenti nelle acque quale lo *Pseudomonas* spp o la *Legionella* spp. Inoltre è facile che l'aggiunta di cloro all'acqua, allo scopo d'impedire o ridurre la formazione dei tubercoli, in questi casi peggiori, invece di migliorare, la situazione. È possibile, infatti, che il cloro non penetri nel biofilm, ma lo distacchi in frammenti irregolari che andranno a colonizzare zone scabre o a fondo cieco delle tubature a valle disseminando la contaminazione. D'altro canto, l'azione ossidativa del cloro può formare con gli ossidi di ferro delle tubature uno strato superficiale scuro e melmoso che distaccandosi genera il fenomeno, spesso da tutti osservato, dell'*acqua nera*;

- Il rivestimento bituminoso, che viene spesso applicato alle tubature metalliche per ovviare all'aggressività o all'azione ossidativa delle acque, risulta essere di scarsa efficacia protettiva. Mentre il lento rilascio di derivati dagli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) di cui è costituito, potrebbe favorire lo sviluppo di microrganismi (coliformi e *Pseudomonas aeruginosa*); "donare" all'acqua odori e sapori sgradevoli; e risultare infine a rischio grave per la salute della popolazione in quanto molti dei derivati IPA sono sospetti o accertati cancerogeni.

Altri materiali metallici per tubature sono il rame, l'ottone e il bronzo. Dato il loro alto costo vengono generalmente impiegati solo per raccordi e rubinetteria in strutture terminali, sebbene il rame sia stato invocato quale sostanza inibitrice (insieme all'argento, ma con dubbia evidenza) dello sviluppo di *Legionella pneumophila* nell'acqua, e dello sviluppo delle uova o delle larve di *Aedes albopictus* (la cosiddetta zanzara tigre).

Le tubazioni di piombo sono perfettamente impermeabili, flessibili e adattabili anche a percorsi tortuosi, ma, per il fatto che l'acqua molto aggressiva in presenza di aria (tubature non completamente piene) discioglie il piombo con formazione di bicarbonato di piombo solubile nell'acqua, è consentito l'utilizzo di tali tubazioni solo per brevissimi tratti e in pratica solo all'interno del tratto terminale delle utenze. Si può ridurre il pericolo dell'intossicazione da piombo utilizzando tubi stagnati internamente, ma l'eventuale distacco di frammenti di stagno con l'usura potrebbe complicare il quadro invece di migliorarlo. I tubi di acciaio zincato sono stati ampiamente utilizzati per le opere di presa e attualmente ancora all'interno delle utenze. Il rilascio di zinco sembrerebbe essere trascurabile in considerazione di quanto prevede la normativa già ben cautelativa.

È importante ricordare che tutte le tubazioni metalliche possono andare incontro a rapida usura in seguito a elettrocadinizzazione da *correnti vaganti*. Quando le tubature intersecano o passano vicino a reti elettriche a corrente continua, condizione frequente nei sistemi impiantistici ospedalieri, si possono avere scambi di corrente dando vita a processi di deionizzazione delle pareti dei tubi sino alla loro perforazione.

Le *tubazioni (e i serbatoi) in cemento* (armato, laminato, amianto, ecc..) presentano una buona resistenza, non sono corrose da acque aggressive, sono in genere dotate di pareti sufficien-

temente lisce e levigate, sono impermeabili e sono producibili in quasi tutte le dimensioni. Da un punto di vista igienico avrebbero le caratteristiche per rappresentare le tubazioni ideali se non fosse che i giunti tra un tubo e un altro in cemento sono rigidi, per cui tendono a fessurarsi sotto tensione e a permettere il passaggio retrogrado di materiale inquinante. Inoltre, il cemento amianto (eternit) è stato pressoché ritirato dal commercio in seguito alla possibilità che rilasci fibre di amianto (cancerogene, causa del mesotelioma pleurico o di tumori del polmone) all'interno delle acque in seguito ad usura meccanica di scorrimento. Molti studi hanno dimostrato che il rilascio di fibre di amianto dalle tubazioni è quasi nullo (formazione di una patina protettiva di ferro- manganese sulla superficie del lume) e che la loro azione non sembrerebbe avere molto significato se ingerite. D'altronde bisogna sempre considerare che sono molte le occasioni per cui sia possibile inalare l'aerosol formatosi dall'emissione dell'acqua in pressione (rubinetti, docce, inaffiattoi, ecc), ricreando le condizioni di esposizione tipiche evidenziate in letteratura e a maggior rischio alle fibre di amianto.

Le *tubature plastiche in cloruro di polivinile (PVC) e in polietilene (HDPE)* hanno ricevuto un impulso commerciale sempre maggiore negli ultimi tempi, soppiantando molte delle tipologie classiche di tubazione idrica a scopo potabile. Sono ottime, ma presentano anch'esse, probabilmente per imperfezioni nelle modalità di costruzione, il fianco all'invecchiamento, con usura, perdita dell'elasticità e dell'impermeabilità. È stata ipotizzata la possibilità che la trasformazione chimica del cloruro di polivinile in monomeri possa generare degli agenti sospetti cancerogeni, sebbene non ve ne sia ancora evidenza scientifica in letteratura. Ben diverso discorso può essere fatto, invece, sulle sostanze contaminanti all'origine il manufatto plastico. Se il PVC e l'HDPE sembrano essere di per sé apparentemente innocui, le sostanze stabilizzanti della plastica (piombo, cadmio, cromo, stagno, zinco, antimonio, vanadio, arsenico, ecc..) o le sostanze coloranti, plastificanti ed inertizzanti eventualmente impiegate durante la fabbricazione, risultano sicuramente tossiche se rilasciate nel tempo. Tale problema dovrebbe essere in parte evitato in quanto apposita normativa regolamenta il tenore di queste sostanze nelle tubature a scopo alimentare e prevede l'apposizione di specifica timbratura a garanzia del rispetto della norma.

5.3 Le condutture in rame come valido aiuto nella prevenzione della legionella negli impianti di distribuzione dell'acqua

Il batterio della legionella è ubiquitario e si può trovare sia in natura sia in ambienti artificiali come tubazioni, serbatoi, impianti idrici e di condizionamento degli edifici; esso è responsabile della legionellosi, una grave forma di polmonite, a volte perfino letale, che si contrae inalando piccole goccioline nebulizzate e contaminate di questi batteri, che poi si annidano nei polmoni.

Il contagio da legionella è più comune di quanto si pensi: esso può avvenire durante il funzionamento di docce, grandi impianti centralizzati di condizionamento, unità trattamento aria (UTA), vasche idromassaggio, apparecchiature medicali, ma anche fontane ornamentali, torri di raffreddamento, sistema antincendio e piscine.

La prevenzione si effettua a partire anche dalla fase di progettazione: per gli impianti idrico-sanitari uno dei fattori chiave è la scelta del materiale usato per la costruzione dell'impianto di piping per la distribuzione dell'acqua.

Uno studio del KIWA Water Research, importante istituto di ricerca e certificazione olandese, ha valutato l'influenza dei diversi tipi di materiale dimostrando che il rame è il migliore materiale per evitare la proliferazione del batterio della legionella in funzione della temperatura

dell'acqua veicolata.

I materiali utilizzati come riferimento per i test erano il rame, l'acciaio inox, il polietilene reticolato PE-Xa e PVC-C.

Nella ricerca effettuata nel 2007, i test per la proliferazione del batterio sono stati effettuati considerando una temperatura di 25°C (massima temperatura che può raggiungere l'acqua fredda e a 60°C (minima temperatura dell'acqua calda nelle installazioni pubbliche).

Il tratto di tubazione considerato è stato di 15 metri e con un consumo di acqua potabile secondo quanto dettato dalla norma olandese NEN 5128, cioè uno schema base con un'utenza doccia.

Per far partire l'esperimento è stato necessario inquinare l'acqua inoculando i batteri di legionella nel circuito, ma la loro crescita non è stata facile: se, infatti, per gli altri materiali è bastata una sola inoculazione, per il circuito in rame è stato necessario fare cinque reintegri extra di legionella.

Considerando un periodo di osservazione di cento giorni, mantenendo una temperatura di 25°C è stato rilevato che il batterio della legionella poteva sopravvivere nell'acqua e nel biofilm (il terreno di crescita della legionella) negli impianti in PeXa, PVC-C e acciaio inox mentre era del tutto assente in quello del rame.

Un trend del tutto analogo è stato riscontrato a temperature più alte: a 55°C la legionella subiva pochissime perdite, o addirittura nessuna, nell'acqua che circolava nei tubi di PeXa, PVC-C e acciaio mentre in quelli in rame scompariva totalmente.

Bisogna giungere a una temperatura di 60°C per avere una disinfezione con shock termico anche negli altri materiali.

La velocità di riduzione del numero di legionelle alla temperatura di 55°C e 60°C ha permesso di prevedere che i batteri possono parzialmente "riprendersi" e ricolonizzare l'impianto negli intervalli in cui non scorre l'acqua calda. Infatti durante l'arco di una giornata l'acqua calda è stata fatta fluire per circa 36 minuti con un massimo di 13 minuti consecutivi (caso della doccia) e una pausa massima di 7 ore (pausa durante il periodo notturno).

Sulla base di queste importanti scoperte il KIWA ha tratto le seguenti conclusioni.

Dal punto di vista della proliferazione, quando siamo sotto i 25°C per l'acqua fredda o a un minimo di 60°C per quella calda la scelta del materiale non conta dal momento che la legionella è tenuta sotto controllo termico. Quando invece siamo nel range delimitato da queste due temperature il rame è, senza dubbio il materiale migliore per evitare la proliferazione di biofilm e di legionella.

Anche nel caso di acqua fredda è bene tuttavia tenere in considerazione il problema: una temperatura di 25°C può essere raggiunta non solo durante i mesi estivi, ma anche per la vicinanza di tubi di acqua calda non sufficientemente coibentati. Infatti, contrariamente all'acqua calda, la cui temperatura può essere tenuta sotto controllo agendo sui comandi del boiler, con l'acqua fredda si deve sperare che l'ambiente attorno al tubo non sia troppo caldo.

Non è un caso che la norma europea EN 806-2 sugli impianti per l'acqua calda sanitaria negli edifici (in pubblicazione anche da parte dell'UNI) preveda di coibentare i suddetti circuiti per evitare le temperature a rischio.

Per quanto riguarda le alte temperature, la differenza di 5°C in meno da fornire nei trattamenti termici anti-legionella può significare un risparmio energetico non indifferente.

Non solo: le norme impongono una temperatura più alta per la bonifica e per il rame non ci sono problemi dal momento che le escursioni termiche non riducono la sua vita utile, cosa che accade invece negli altri materiali plastici.

La scelta del tubo in rame fornisce senza dubbio una misura supplementare contro la proli-

ferazione della legionella e del biofilm soprattutto dopo i primi anni dall'installazione. Questo aspetto deve essere considerato soprattutto negli impianti particolarmente grandi e ramificati (scuole, hotel, strutture ricettive, nosocomiali, centri commerciali e, soprattutto, ospedali) dove vi è una grande probabilità di proliferazione della legionella e le operazioni di bonifica sono spesso difficoltose.

Per quanto riguarda l'ambito ospedaliero la scelta del tubo in rame da parte dei progettisti avviene già: gli esempi più recenti conosciuti sono il Policlinico del Campus Biomedico di Roma- Trigoria e il nuovo Monoblocco dell'ospedale di Mellini di Chiari (BS).

6 - REQUISITI DI QUALITÀ E INQUINANTI DELLE ACQUE ORIGINATI DALL'AMBIENTE

Il *giudizio di potabilità* su un'acqua consegue da un insieme di analisi e verifiche. Tali attività, piuttosto complesse, hanno come unico scopo quello di determinare se la qualità dell'acqua sia compatibile con la sua assunzione quale alimento dall'uomo. In particolare se un soggetto è immunodepresso, quale il degente in ospedale, non vi devono essere rischi di origine biologica, chimica e fisica di tipo acuto o cronico derivanti da fattori ambientali (si è già discusso di quelli derivanti dal processo di potabilizzazione e dalla distribuzione).

Per far ciò è necessario conoscere le caratteristiche rispettivamente biologiche, fisiche e chimiche dell'acqua, considerando che ciascun carattere, di per sé, può indicarne l'inappropriatezza dell'assunzione alimentare ma che, generalmente, il giudizio di potabilità scaturisce da una conoscenza dei caratteri dell'acqua considerati nel loro insieme. L'attuale normativa, che disciplina le acque destinate al consumo umano, deriva dalla direttiva 98/93/CE recepita in Italia con il D. Lgs. n. 31 del 2001 e seguenti che riduce i parametri atti al giudizio di potabilità in toto definiti dal precedente D.P.R. 236/88.

6.1 I parametri di un acqua potabile

Per poter esprimere un giudizio di potabilità e quindi consentire l'uso alimentare dell'acqua, ci si basa su complesse attività analitiche e strumentali di laboratorio in modo da determinare e valutare se gli indicatori studiati rispondano alle esigenze di salubrità di tipo biologico, chimico e fisico indicate nel D. Lgs. n. 31 del 2001 (e successivi decreti attuativi) e da quanto presente in letteratura scientifica. Una prima fondamentale fase è quella di avere conoscenza delle caratteristiche del sito di captazione delle acque da destinare a consumo umano e che giungono nella struttura ospedaliera e/o sanitaria. Benché nella maggior parte dei casi l'acqua sia di natura condottata e quindi analizzata all'origine, una conoscenza del sito di derivazione e dei trattamenti cui la società pubblica o privata concessionaria della captazione e della distribuzione dell'acqua sottopone tale bene è molto importante per comprendere il grado di purezza all'origine e l'eventuale necessità di trattamenti primari, secondari o terziari in funzione dello specifico utilizzo nella struttura sanitaria.

Inoltre, sarebbe di fondamentale importanza conoscere l'entità della portata e i *rischi di approvvigionamento*, in quanto ciò permetterebbe di valutare, in base al fabbisogno idrico stimato, sia l'entità delle riserve di acqua di cui l'ospedale si deve dotare in caso di emergenza (per le peculiari caratteristiche delle strutture sanitarie queste ovviamente non possono essere private di acqua corrente e debbono dotarsi di riserve idriche per l'emergenza, tipo: serbatoi, sistemi a tenuta, ecc.. di cui si deve programmare la gestione, sanificazione e manutenzione), sia della possibilità che l'ente di approvvigionamento possa attuare, in periodi di

magra, miscelazioni di acque differenti, derivanti da più bacini idrici, non tutte con identica forma di trattamento di purificazione/potabilizzazione (e conseguente maggiore rischio di degradazione della qualità dell'acqua).

Tra i caratteri che si debbono sottoporre ad analisi riconosciamo parametri chimici, fisici e microbiologici oltre che organolettici o di gradevolezza dell'acqua.

6.1.1 Caratteri organolettici

Un'acqua potabile, che possa essere percepita come buona da chi la beve, deve essere inodore, inodore ed essere dotata di un sapore gradevole, rinfrescante e dissetante. I caratteri organolettici hanno la maggior accezione di rendere gradevole e gustabile l'acqua, cioè di permetterne una percezione di bontà e di accettabilità da parte del consumatore (Tab. 3). Fanno parte dei caratteri organolettici:

- Il *colore*, che in una buona acqua deve essere assente ovvero presentare una trasparenza a volte definita "cristallina".
- L'*odore*, può derivare dalla presenza di sostanze organiche, anche di derivazione da rifiuti o reflui, e sarà simile a quello di esalazioni sulfuree oppure di tipo aromatico o francamente putrido in quanto derivante proprio da processi putrefattivi. Un'ottima acqua dovrebbe rimanere inodore non solo a freddo, ma anche se riscaldata.
- Il *sapore*, non può essere logicamente assente a meno che non si tratti di un'acqua distillata, ma in questo caso l'assenza pressoché totale di sali minerali e di gas rende incompatibile l'acqua con un giudizio positivo di potabilità. I sali minerali ed i gas sono strettamente necessari al mantenimento delle condizioni osmotiche che rendono l'acqua assimilabile dall'organismo umano. I sali di calcio in eccesso danno un sapore assimilabile a quello della terra disciolta nell'acqua; i sali alcalini sapore salino; mentre se vi sono nell'acqua sostanze organiche animali o vegetali in decomposizione putrefattiva, l'acqua assume uno sgradevole sapore dolciastro e un odore nauseabondo.

6.1.2 Caratteri fisici

Nell'ambito dei caratteri fisici di un'acqua si devono considerare i parametri di temperatura, conducibilità elettrica e limpidezza (o torbidità).

Un'acqua di buona potabilità dovrebbe avere una *temperatura* ottimale alla fonte compresa tra 9° e 12° (con un massimo di escursione tollerabile tra 5° e 15°). Ciò perché un aumento della temperatura potrebbe provocare, ad esempio: una più veloce formazione di composti organo-alogenati nell'acqua disinfettata con cloro e suoi derivati; un aumento della crescita di microrganismi; un aumento della conducibilità elettrica. Le variazioni della *torbidità* di un'acqua, che si esprimono attraverso una perdita della limpidezza o della trasparenza, possono generarsi a causa di transitorie o permanenti forme di contaminazione, talune innocue e senza un vero e proprio significato dal punto di vista igienico, mentre altre indicano una contaminazione grave e ad alto rischio. Le *false torbidità* si verificano in acque sotto pressione che generano piccole bollicine gassose, donando all'acqua quasi un colore lattaceo che viene ad essere perso non appena si lascia riposare e si liberano le bolle. Questo tipo di torbidità è transitorio e del tutto innocuo. Le *torbidità permanenti* possono essere generate da precipitazioni di sali di ferro (colore bruno-rossastro), calcio o manganese (precipitato bruno-nerastro) ovvero da sospensioni di argilla allo stato colloidale. In molti casi, la liberazione di CO₂ che questi precipitati comportano, avviene tempo dopo che l'acqua sia stata captata (ad esempio in laboratorio) determinando il singolare fenomeno di un'acqua limpida alla sorgente che diviene torbida quando esce dal rubinetto delle abitazioni. Normalmente que-

sto tipo di torbidità modifica solo la gradevolezza mentre un aumento eccessivo dei composti o una torbidità oltre i limiti comporta una inaccettabilità del grado organolettico dell'acqua. Le *torbidità transitorie* sono in genere dovute alla presenza di contaminanti, come i detersivi. La *conducibilità elettrica* (o conduttanza), infine, di un mezzo omogeneo (l'acqua) è il reciproco della sua resistenza (espressa in ohm). La presenza di sali minerali nell'acqua determina un fenomeno di conduzione elettrica, che sarà tanto maggiore quanto più è elevata la concentrazione di sali. Una conducibilità elettrica stabile, fa propendere per un'acqua profonda, con scarsa probabilità di contaminazione; una conducibilità elettrica con oscillazioni repentine, fa pensare a un'acqua superficiale e inquinata. Un aspetto fisico dell'acqua da non sottovalutare è rappresentato dal fatto che con il D. Lgs. n. 31 del 2001 si è iniziato a normare un parametro fisico critico per la possibile contaminazione presente nell'acqua, ovvero le componenti che possono emettere radiazioni ionizzanti in quanto derivate dalla presenza di radioisotopi disciolti. Il parametro di riferimento introdotto nella normativa è il Trizio con un valore limite di 100 Becquerel/litro per una dose totale di esposizione di 0,1 milliSievert/anno, sebbene non siano state indicate le modalità e le condizioni di monitoraggio, né la periodicità dello stesso. Inoltre il gas radioattivo Radon, isotopo di decadimento del radio, molto spesso presente nelle acque, non presenta a tutt'oggi alcun riferimento di limite o regolamentazione.

6.1.3 Caratteri chimici

L'analisi e la valutazione delle caratteristiche chimiche di un'acqua ha lo scopo principale di stabilire se il contenuto e il tipo di minerali presenti siano compatibili con il metabolismo degli esseri umani. Ovviamente, il riscontro di parametri in eccesso o di sostanze differenti da quanto previsto permette di stabilire la presenza di un inquinamento biologico (di cui i composti chimici fungono da indicatori), ovvero la possibile presenza di sostanze indesiderabili o francamente tossiche e/o nocive per l'uomo e gli ecosistemi. Tra i parametri chimici posti a riferimento nel D. Lgs. 31/2001 e seguenti potrebbe essere utile considerare, per le strutture sanitarie, alcuni elementi specifici che di seguito citeremo.

Il *pH* o *concentrazione degli idrogenioni* è nell'acqua genericamente neutro o lievemente acido all'opera di presa, in relazione alla presenza di CO_2 , per divenire leggermente alcalino trascorso poco tempo dall'arrivo all'utenza, in quanto la CO_2 si libera in atmosfera. Purtroppo si ricorda che l'eccessiva acidità dell'acqua (come l'elevata alcalinità) può solubilizzare componenti delle tubature intaccandole e determinando o la rottura delle stesse tubazioni oppure il rilascio di sostanze tossiche (piombo) per l'organismo. Il *residuo fisso*, come dice lo stesso nome, deriva dal contenuto salino totale (o *solidi totali disciolti*) presente nell'acqua, sebbene anche piccoli componenti organici possono entrarne a far parte. Si ricorda qui brevemente, che la presenza di sali minerali in un'acqua è essenziale per il ruolo osmotico che essi hanno sulle cellule delle pareti gastrointestinali, tanto che un'assunzione di acqua distillata comporterebbe fenomeni gravi quali nausea, vomito, dissenteria e coliti muco-catarrali. Viceversa, un eccesso di sali comporterebbe una durezza eccessiva dell'acqua e si potrebbero determinare danni sugli impianti e sulle tubature. Il contenuto in sali alcalino-terrosi (quasi esclusivamente calcio e magnesio) costituisce la *durezza* dell'acqua. Il termine durezza fu originariamente coniato per definire la capacità di un'acqua di determinare la precipitazione di saponi. La durezza totale è definita quindi come la somma delle concentrazioni di ioni calcio e magnesio ed è espressa come mg/l di CaCO_3 . Si riconosce una *durezza totale* (totalità dei sali di calcio e di magnesio contenuti nell'acqua); una *durezza temporanea* (così definita poiché, riscaldando l'acqua a ebollizione la durezza temporanea dall'acqua scompare); una

durezza permanente (che non scompare invece con l'ebollizione permanendo appunto nell'acqua). In base al valore della durezza le acque possono essere così suddivise in:

- *Acque molli o dolci o leggere*, con una durezza totale inferiore a 14°F (gradi Francesi);
- *Acque medio-dure*, con una durezza tra 14°F e 28°F;
- *Acque dure*, oltre i 28°F.

In Italia, in genere, si hanno acque dure che possono determinare:

- problemi per la formazione di calcare e incrostazioni su tubature, rubinetti, elettromedicali, impianti o macchinari (tanto da aversi la necessità di decalcificare o di ridurre la durezza con addolcitori spesso richiesti da molti strumenti sanitari), facilitando la formazione di biofilm e colonizzazione batterica;
- alterazione dei caratteri organolettici dell'acqua;
- problemi nella detersione, in quanto il detergente deve far precipitare e allontanare i componenti che rendono dura l'acqua (sali alcalino-terrosi) prima di poter aggredire lo sporco. D'altronde differenti analisi epidemiologiche hanno posto in evidenza che esisterebbe una correlazione inversa tra la durezza e le patologie cardiovascolari, e ciò considerando anche la presenza di *sodio*.

Un elevato livello di *sostanze organiche*, derivanti da decomposizione di organismi animali, vegetali o microrganismici, è un indicatore non solo di contaminazione biologica quanto della possibilità che microrganismi stessi possano sfruttare tali sostanze come *babulum* di crescita. D'altronde l'azoto ammoniacale (*ammoniaca*) e gli acidi nitrosi (*nitriti*) sono indicatori maggiori di decomposizione della sostanza organica morta. Per cui una loro presenza in lieve entità, e comunque entro i limiti fissati, può dipendere dall'attraversamento da parte dell'acqua di terreni vulcanici o torbosi, dove è frequente la presenza di questi elementi allo stato naturale. Un eccesso nelle acque è invece chiaro indicatore sfavorevole di contaminazione da parte di materiale in putrefazione e quindi di possibile inquinamento microbiologico. Poiché l'azoto ammoniacale e i nitriti sono il primo passaggio nella catena del ciclo dell'azoto (ovvero le sostanze organiche sono appena entrate nella fase di mineralizzazione) è chiaro che tale processo indica uno stato di contaminazione in atto o comunque recente, e quindi l'acqua deve essere considerata non destinabile a consumo umano. La presenza, invece, di acido nitrico (*nitriti*) nelle acque, rappresentando questi l'ultima fase del processo di mineralizzazione delle sostanze organiche, costituisce un indizio di avvenuta contaminazione, ma non in tempi recenti, per cui si potrebbe arrivare a presupporre che possa essere passato un tempo sufficiente a che gli agenti patogeni, eventualmente presenti, siano scomparsi. Si tende a considerare che nessuna acqua sia esente da un fenomeno per quanto blando di contaminazione organica, per cui si tende a giustificare la presenza di nitriti nelle acque entro un certo limite. Un loro eccesso, o ancor peggio una loro variabilità in aumento, può significare una contaminazione ben più grave derivante da scarichi o reflui agricoli, che utilizzano i nitriti quali fertilizzanti e concimi, oppure da un improvviso sversamento di reflui organici.

I *fosfati* nelle acque possono avere differenti origini ed assumono, quando in eccesso rispetto ai limiti di norma, significato di contaminazione da residui organici o da escrezioni di animali così come l'*idrogeno solforato* (H_2S), essendo uno dei prodotti di mineralizzazione degradativa di composti organici (inquinamento recente).

La presenza del *ferro* nelle acque naturali è stata attribuita a numerose fonti di origine naturale ed antropica tra cui lo stesso processo di potabilizzazione, dove il ferro viene spesso impiegato sotto forma di sali di ferro come agenti coagulanti. Dosi eccessive di ferro nelle acque alterano le proprietà organolettiche determinando un sapore e un odore metallico

sgradevole, un colore dell'acqua giallo-bruno. Inoltre le acque ricche in ferro tendono a formare tubercoli ferruginosi nelle condutture alterandole e favorendo l'insorgenza di biofilm. Anche il *manganese* altera le caratteristiche organolettiche delle acque al pari del ferro ed è altrettanto imputato di macchiare gli indumenti, nonché di dare una caratteristica colorazione alle acque in pressione tipo "acqua nera o di caffè".

Livelli di *piombo* particolarmente elevati sono stati segnalati in acque di rubinetto condotte mediante tubazioni in piombo o stoccate in serbatoi rivestiti con lo stesso materiale. In questi casi la concentrazione istantanea dipende, tra l'altro, dall'aggressività dell'acqua e dal tempo di contatto con la fonte di contaminazione. Acque acidule (ricche in CO_2) aggressive, in presenza di ossigeno, intaccano facilmente le tubature permettendo il passaggio del piombo in soluzione. Uno dei più classici rischi derivanti dal piombo nelle acque è il saturnismo cronico, per cui le tubazioni piombate presenti in Italia dovranno essere ben presto rimosse per permettere all'acqua di rimanere entro i limiti indicati dal D. Lgs. n. 31/2001.

L'*arsenico* e anche il *cadmio* sono distribuiti uniformemente lungo la crosta terrestre a livelli di tracce. Nelle acque superficiali non inquinate la concentrazione di arsenico e di cadmio difficilmente superano i limiti normati. Valori più elevati sono attribuibili alla presenza di scarichi industriali o al percolato da terreni nutriti con fanghi prodotti dai depuratori o "compost". Il livello di arsenico e di cadmio nelle acque destinate al consumo umano è normalmente molto basso, grazie anche all'efficienza dei trattamenti effettuati negli impianti di potabilizzazione. Concentrazioni più elevate sono state riscontrate anche per effetto del contatto dell'acqua con materiali contenenti tale elemento (guarnizioni idrauliche, saldature a base di argento, tubature in ferro galvanizzato). In generale il livello di *cromo* rilevato nelle acque superficiali non supera 10 $\mu\text{g/l}$ (raramente raggiunge 25 $\mu\text{g/l}$). Sono stati, comunque, segnalati casi di contaminazione determinati principalmente dallo sversamento di effluenti industriali nel letto dei fiumi. Il naturale degassamento della crosta terrestre costituisce la maggior fonte di *mercurio* nell'ambiente. Altri significativi apporti derivano da numerose attività industriali non direttamente legate alla produzione o all'impiego dell'elemento. I *cianuri* possono essere presenti in un'acqua destinata al consumo umano di qualunque provenienza sotto forma di cianuro libero o come complessi metallici solubili compresi i composti organici contenenti il gruppo cianogeno (CN) che, nelle condizioni del metodo, liberano acido cianidrico. Riassumendo, oltre che l'origine naturale, anche gli scarichi industriali, civili e agricoli incontrollati possono determinare la presenza e l'eccesso di queste sostanze. L'arsenico, il cadmio, i cianuri, il cromo, il mercurio e il selenio derivano da processi industriali nella fabbricazione di batterie, cavi elettrici, generatori, materiali metallici di arredo e finitura, industrie della ceramica, concerie, industrie minerarie ed estrattive, e sono presenti quali contaminanti in pesticidi o in fertilizzanti o nelle stesse tubazioni plastiche quali additivi o stabilizzanti. La loro presenza, in particolare se elevata oltre i limiti indicati, comporta un'assoluta non potabilità dell'acqua, sebbene negli ultimi tempi siano stati sviluppati, nella necessità di utilizzare l'acqua preziosa da qualsiasi fonte e origine, strumenti per filtrare ed eliminare queste sostanze come ad esempio i dearsenizzatori o i decromatori.

Gli *idrocarburi policiclici aromatici* e il *benzene* possono essere presenti nelle acque per contaminazione ambientale (processi di combustione) oppure a causa dei rivestimenti a base di catrame delle tubazioni per la distribuzione dell'acqua. Il benzene e vari IPA sono stati classificati dalla IARC (1987) come "certi" e "probabilmente" o "possibilmente" cancerogeni per l'uomo, rispettivamente.

I *tensioattivi anionici* o *cationici* (detergenti) a concentrazioni elevate nelle acque possono indurre fenomeni tossici nell'uomo e comunque alterano le caratteristiche organolettiche del-

l'acqua, sebbene i processi di trattamento e potabilizzazione dovrebbero per lo più eliminare questi inquinanti nelle acque condottate.

I *pesticidi* e gli *erbicidi*, composti utilizzati prevalentemente in agricoltura per ridurre o eliminare la presenza di microrganismi, muffe, lieviti, parassiti o insetti che possono arrecare danno alle colture e delle componenti vegetali non utili alla coltivazione, appartengono fondamentalmente alla classe dei prodotti cloro-organici oppure degli organo-fosforici (pesticidi), mentre gli erbicidi sono fondamentalmente composti derivati dalle benzodiossine e dai polichlorobifenili, ovvero dall'atrazina, molinate e bentazone (tutti prodotti vietati nell'utilizzo o limitati nelle concentrazioni). Sono causa dei fenomeni di bioaccumulo e di biomagnificazione con grave effetto tossico sugli organismi con cui dovessero entrare in contatto, sebbene i trattamenti di potabilizzazione e analisi accurate alla sorgente (per acque condottate) dovrebbe scongiurare il rischio di averne in quantità eccessive a livello della struttura sanitaria di utenza.

6.1.4 Caratteri microbiologici

L'analisi dei caratteri microbiologici di un'acqua completa l'arco delle indagini che possono essere svolte per sviluppare il giudizio di potabilità al fine del consumo umano e di utilizzo in ambienti sanitari. Normalmente l'esecuzione dell'esame batteriologico sull'acqua, per accertarne la potabilità, non mira alla ricerca di microrganismi patogeni o *indicatori diretti di contaminazione*. Ciò perché spesso i patogeni sono presenti nell'acqua in quantità tale da poter determinare danni alla salute, ma non in quantità sufficiente da poter essere rilevati dalle comuni tecniche analitiche. Inoltre la pletora di microrganismi patogeni imporrebbe lunghi tempi e indagini tecnicamente complesse per poter accertare l'assenza sicura di tutti i patogeni che potrebbero essere eventualmente presenti. Perciò si suole ricercare microrganismi saprofiti di per sé non patogeni per l'uomo, che in caso di contaminazione sono presenti in alto numero e quindi facilmente e rapidamente identificabili dalla maggior parte delle tecniche analitiche di routine e che prendono il nome di *indicatori indiretti di contaminazione*. Solo occasionalmente, e di regola per giudizio della Direzione Sanitaria, si procede a ricercare direttamente batteri patogeni od opportunisti (Enterobatteri, Stafilococchi, *Pseudomonas aeruginosa*, ecc.) e alcuni virus (Enterovirus, Colifagi, ecc.). La ricerca diretta dei patogeni, sempre molto complessa e difficile, s'impone generalmente per conferma di episodi di malattia, eventualmente a carattere epidemico, che trovino l'acqua come matrice di contaminazione e per instaurare in ospedale un regime di sorveglianza e disinfezione focale. In questi casi l'indagine è mirata, partendo dal presupposto di ricercare nell'acqua quei microrganismi che sono alla genesi dei casi di malattia o di epidemia; ed è facilitata dalla probabile maggior quantità di microrganismi che si presuppone debbano esserci visti i casi di malattia. È bene sempre ricordare che differenti fenomeni complessi si stanno sempre più osservando nei laboratori dove microrganismi patogeni, pur presenti nell'acqua, possono non essere rilevati dalle comuni tecniche analitiche sfuggendo all'osservazione. Ciò accade per differenti motivi e meccanismi quali:

- *Aftergrowth* o post-crescita. Indica la capacità di alcuni microrganismi di tornare a crescere dopo lo stress dovuto al sistema di potabilizzazione utilizzato (ad esempio clorazione) e nonostante la carica minima raggiunta. Questo comporta che durante l'analisi di laboratorio nel terreno di coltura classico, anche selettivo, non si assiste a nessuna crescita poiché la carica è insufficiente con negatività del campione e se ne ricava un'ipotesi di potabilità dell'acqua in esame. In realtà nella matrice originale dell'acqua, pur con una certa latenza di tempo, il microrganismo si adatta ai nutrienti rimasti dopo il trattamento e ricolonizza l'habitat

potendo determinare gravi patologie. In particolare sembrerebbero essere imputati di questo meccanismo i virus, notevolmente resistenti in particolari condizioni alla clorazione.

- *Adattamento ai filtri.* Alcuni microrganismi riescono ad adattare la propria morfologia di struttura, adeguandosi ai filtri utilizzati nei trattamenti di potabilizzazione delle acque e passando attraverso le microporosità presenti di diametro a volte anche infinitesimale (meno di 0,25 µ di diametro) con un meccanismo assimilabile al movimento dell'“hula-hop”.

- *Microrganismi anomali.* Si è potuto osservare sempre di più la presenza di microrganismi che riescono a crescere in terreni di coltura di laboratorio standard selettivi e quindi con inibitori specifici all'accrescimento. Ciò potrebbe comportare l'irrelevabilità di alcuni di essi alle comuni tecniche analitiche.

L'impiego di indicatori indiretti di inquinamento e quindi la ricerca primaria di microrganismi di per sé non necessariamente patogeni per l'uomo, ma estremamente sensibili per identificare una contaminazione di origine fecale (in quanto ubiquitari, facilmente e rapidamente reperibili se presenti), si giustifica pertanto con la semplicità ed affidabilità di esecuzione del prelievo e dell'analisi. È intuibile come l'impiego di indicatori indiretti di contaminazione presuppone, altresì, un'analisi probabilistica della contaminazione biologica dell'acqua. Il presupposto è che se i microrganismi utilizzati come indicatori indiretti sono molto più resistenti e diffusi nell'acqua rispetto ai patogeni, la loro assenza deve far pensare ad un'assenza anche dei patogeni. Purtroppo, proprio negli ambienti sanitari e ospedalieri in particolare, questa “regola” tende a perdere il proprio valore, in considerazione di molteplici aspetti che pregiudicano l'impiego delle analisi di routine microbiologica (così come richiesto dal D. Lgs. 31/2001 e seguenti) come uniche analisi elettive.

Infatti, gli ospedali e le strutture sanitarie in genere dovrebbero essere rifornite (tranne rare ma presenti eccezioni) da acque condottate, cioè allacciate in rete di distribuzione urbana di acqua destinata al consumo umano proveniente da un acquedotto municipale. Pertanto si tende a ritenere l'acqua in entrata e che si utilizza in ospedale, per definizione, potabile e sicura, poiché controllata all'origine. Ma quanto detto sulle possibili contaminazioni all'origine e nella distribuzione, non sempre rendono assolutamente sicura un'acqua peraltro destinata a soggetti immunodepressi o immunocompromessi. E, purtroppo, non sempre le forme di contaminazione microbica che sono presenti nella matrice acqua in ospedale presentano un ciclo di trasmissione oro-fecale (ad esempio *Legionella* spp.), per cui gli indicatori indiretti di routine possono essere utili per un'ampia sorveglianza ai fini della prevenzione di Sanità Pubblica e, comunque, per un controllo sull'acqua in entrata nell'ospedale, ma sono insufficienti a rilevare specifiche forme di contaminazione nella rete di distribuzione ospedaliera (e che, in ogni modo, possono derivare dalla rete di distribuzione pubblica).

Pertanto, la *Valutazione dei Microrganismi Indicatori Indiretti di Contaminazione Fecale*, prevede proprio la ricerca di questi microrganismi, per lo più non patogeni ma molto resistenti nella matrice acquosa, che sono co-trasmessi per via oro-fecale con i patogeni di cui si vorrebbe svelare indirettamente la presenza:

- *Coliformi* (colimetria) – indagine di base che permette di stabilire la presenza, anche in minime quantità, di contaminazione di tipo biologica. La presenza di coliformi fecali, microrganismi in grado di adattarsi a vivere nella matrice acquatica anche per settimane o mesi, sta ad indicare una contaminazione recente dell'acqua ed ha significato assimilabile alla rilevazione e presenza di azoto ammoniacale (NH_3) ed acido nitroso (nitriti o NO_2). Il D. Lgs. n. 31/2001 pone l'accento sulla necessità di chiarire l'origine della contaminazione da coliformi e per questo richiede la ricerca di *Escherichia coli* che vive come saprofita pressoché esclusivamente nell'intestino umano. L'E. coli deve risultare assente in un volume del campione di

250 ml e ciò vale anche per acque in contenitori o in bottiglia.

• *Streptococchi fecali o enterococchi* (enterococcometria) – è un'indagine che viene effettuata in quanto tali microrganismi sono molto più labili dei coliformi in ambiente esterno, e in particolare in acqua potabile prendono il significato di un inquinamento in atto o comunque estremamente recente. La presenza di Streptococchi fecali in un'acqua ha un significato assimilabile alla rilevazione e presenza di azoto ammoniacale (NH_3) e devono essere assenti se campionati in un volume di 250 ml.

Nel caso che l'acqua sia distribuita con origine da bacini idrici superficiali o reti idriche è necessario, secondo il D. Lgs. n. 31/2001, valutare la presenza di *Spore di clostridi sulfito-riduttori* (clostridiometria) e, in particolare, è prevista la ricerca di *Clostridium perfringens*. Poiché i microrganismi che sono in grado di formare spore presentano una notevole resistenza alle condizioni avverse ambientali e quindi persistono per un periodo a volte molto ampio, rilevare spore di *Clostridium perfringens* ha il significato di una contaminazione fecale di vecchia data e comunque non recente. Questo indicatore è assimilabile, come significato, alla presenza nelle acque di un eccesso di acido nitrico (nitrati o NO_3) ed, in assenza di colibatteri e streptococchi, indica una vecchia infiltrazione di materiale fecale non ripetutasi di recente. Se ne richiede l'assenza quando ricercata in 100 ml.

Il *Conteggio delle Colonie su Agar a 36° ed a 22°*, è previsto dal D. Lgs. n. 31/2001 che debba essere effettuato solo per acque potabili vendute in bottiglia o in contenitori, così come avviene per lo *Pseudomonas aeruginosa*. La flora microbica che presenta un optimum di crescita intorno ai 36° ($\pm 1^\circ$) è costituita in prevalenza da microrganismi che si sono adattati alla temperatura corporea degli animali a sangue caldo, compreso l'uomo, e che quindi vivono in habitat organici. Ovviamente hanno un significato grave, non solo perché sono indice di origine da animali o da uomo, ma anche perché la loro presenza nell'acqua vuol significare una contaminazione abbondante e molto recente (vista le avverse condizioni climatiche dell'ambiente esterno). I microrganismi che costituiscono la flora con un optimum di crescita intorno a 22° rappresentano invece quei microbi che si sono adattati alle temperature medie in ambiente esterno e quindi sono di derivazione idrotellurica e comunque sono da molto più tempo nell'acqua ad indicare una eventuale contaminazione non recente. Il D. Lgs. n. 31/2001 prevede per il conteggio a 36° un limite di accettabilità della flora presente a 20 UFC/ml (Unità Formanti Colonie per millilitro), mentre indica in un'"assenza di anomale variazioni" il limite di controllo della flora a 22°. Per quanto riguarda lo *Pseudomonas aeruginosa*, questi deve essere assente se campionato in 250 ml di un'acqua in contenitore o in bottiglia, e rappresenta un indicatore diretto di contaminazione organica essendo di per sé un patogeno.

Nell'acqua in entrata in ospedale, a giudizio della Direzione Sanitaria o del Responsabile del Servizio di Igiene Ospedaliera, possono essere talora ricercati anche altri patogeni. Per esempio è possibile ricercare microrganismi saprofiti *cromogeni* atti a promuovere durante lo sviluppo una colorazione pigmentaria caratteristica delle proprie colonie su agar o gelatina. Oppure è possibile ricercare famiglie di virus a localizzazione intestinale che sono frequentemente presenti nelle acque, in quanto vi trovano una riserva o una matrice di crescita, come gli Enterovirus (poliovirus 1-3, coxsackievirus tipo A e B, echovirus, enterovirus 70 e 71), gli Epatitevirus (epatite A), i Calicivirus (Norwalk, Epatite E), i Rotavirus (gruppo a, b e c), i Reovirus tipo 1-3, gli Astrovirus, i Coronavirus e gli Adenovirus tipo 40-41. Inoltre bisogna rammentare che differenti microrganismi patogeni e non patogeni possono essere ricercati in seguito a situazioni epidemiologiche particolari. In particolare sarà bene, nel futuro, aumentare la nostra attenzione nei confronti dei *patogeni occasionali* e dei *patogeni cosiddetti*

emergenti quali le forme rugose di *Vibrio cholerae*, la *Klebsiella pneumoniae capsulata* e non capsulata, l'*Aspergillus* o la stessa *Legionella spp.* Per molti di essi non esiste una vera e propria correlazione con gli indicatori indiretti fecali di contaminazione: per cui anche in assenza di contaminanti fecali potrebbero essere presenti nell'acqua. L'*Aeromonas hydrophila* (sospetto enteropatogeno) può essere rilevato in acque anche perfettamente clorate e riesce addirittura a moltiplicarsi a temperature vicine a 5°C. Anche altri microrganismi possono sopravvivere dopo clorazione come i generi *Morexella*, *Acinetobacter*, *Proteus* e *Citrobacter*. Importante è poi considerare la contaminazione da protozoi come l'*Entamoeba histolytica*, la *Giardia lamblia* od il *Cryptosporidium parvum* (può dare forme di criptosporidiosi in soggetti immunodepressi), dovuta alla resistenza che presentano nei confronti dei metodi di potabilizzazione, come ad esempio per clorazione blanda. Oltre agli elminti del genere *Schistosoma*, è infine necessario, per il significato che nel futuro potrebbero avere nel fallimento del trattamento delle acque, alcune specie algali quali le *Cianoficee* di tipo micronoduline ovvero l'*Oscillatoria rubescens*, l'*Anabaena planctonica o flos-aquae*, la *Microcystis aeruginosa*, che possiedono tossine algali (le micronoduline appunto) che possono essere epato, nefro e gastrotossiche. Solo un'azione combinata di filtri a carbone attivo e cloro ad alta concentrazione (basse concentrazioni potrebbero lisare il fusto delle alghe, promuovendo anziché inibire la liberazione di tossine) sembrerebbe avere per ora una probabilità di successo verso gli effetti tossici di queste alghe.

7 - L'ACQUA NEI REPARTI CRITICI OSPEDALIERI

I reparti a rischio sono quelli in cui ci sono pazienti con basse difese immunitarie tipo: emodialisi, oncologia, malattie infettive, chirurgia trapianti, neonatologia, etc.

In questo caso **l'acqua utilizzata per le operazioni igienico sanitarie da effettuarsi sui pazienti "critici" deve essere acqua microbiologicamente controllata** al fine di prevenire e scongiurare possibili infezioni da rete idrica, purtroppo diversamente molto frequenti nei nosocomi.

I fattori predisponenti di frequente riscontro nei pazienti ricoverati in reparti critici sono: l'immunosoppressione, l'età avanzata, le malattie polmonari ostruttive croniche, la necessità di ventilazione meccanica sia nei neonati che negli adulti, tabagismo, ecc.

I fattori determinanti sono:

acqua nebulizzata prodotta da rubinetti, docce, lavatappeti, fontane decorative, tubi nasogastrici, unità idriche odontoiatriche, bacinelle per il lavaggio degli occhi, bagni, piscine, condizionatori, nebulizzatori, ventilatori (anche manuali), umidificatori, tubi per tracheotomia, altre attrezzature per l'assistenza respiratoria che utilizzano, nei modi più diversi, acqua contaminata dal germe, proveniente da torri di raffreddamento, addolcitori, serbatoi, condutture di acqua potabile o acqua calda, ecc..

Risulta di fondamentale importanza la definizione di acqua microbiologicamente controllata, in particolare in letteratura essa è data dalla assenza di microrganismi patogeni ai punti di erogazione. Per garantire questo, e' necessario istituire rigidi protocolli di sorveglianza e monitoraggio microbiologico, almeno 2 analisi all'anno su un numero significativo di punti acqua destinati all'utilizzo su pazienti immunocompromessi (trapianti, chirurgie specialistiche, neonatologie, terapie intensive, ematologie e oncologie, ostetricie con particolare riferimento alle vasche parto, centri ustioni, ...) e approntare idonee misure di prevenzione e protezione per assicurare gli standard richiesti dalle più recenti pubblicazioni tecnico-scien-

tifiche e linee guida in materia.

La metodica considerata sperimentalmente più efficace, cost-effective e ampiamente utilizzata ad oggi, è l'applicazione di idonei ed efficaci sistemi di filtrazione ai punti di utilizzo. Tali sistemi devono essere correttamente caratterizzati quali misure di sicurezza di tipo collettivo nel rispetto delle vigenti normative, e oltre a non alterare la composizione e/o la potabilità dell'acqua, devono essere compatibili con le misure di trattamento e sanificazione eventualmente applicate a monte.

7.1 L'acqua per emodialisi

Il rischio di infezioni o intossicazioni in ambienti critici (quali aree con permanenza di degenti immunodepressi o immunosoppressi) derivanti dalla matrice acqua è sufficientemente elevato da indurre l'adozione di opportune precauzioni impiantistiche, al fine di ridurre il rischio di esposizione a contaminanti microbiologici, chimici o fisici per i degenti e per il personale.

L'utilizzo di acqua di qualità adeguata per l'emodialisi ha assunto negli ultimi anni un'importanza via via crescente. Il motivo di questa importanza è l'adozione di nuove membrane sempre più permeabili che, oltre a consentire la rimozione di sostanze un tempo ineliminabili, ha portato in primo piano il problema della backfiltration. Si è infatti evidenziato il ruolo primario della qualità microbiologica del dialisato rispetto allo sviluppo di patologie acute e croniche nei dializzati. Il trattamento dialitico d'elezione, l'emodiafiltrazione On-Line, esige acqua con grado di purezza il più elevato possibile.

A tal scopo sia gli operatori Sanitari che le Ditte fornitrici di materiali ed impianti da alcuni anni si sono adoperati per sviluppare una 'cultura dell'acqua' che fornisca risposte concrete e concertate alle esigenze della miglior cura dei pazienti.

Infatti, data l'elevata quantità di acqua con cui il soggetto emodialitico entra in contatto (circa 20.000 litri di acqua ad uso dialitico ogni anno a fronte di circa 550-730 litri di un soggetto normale) è importante che l'acqua non sia solo microbiologicamente pura, ma anche priva di sostanze tossiche anche in tracce poiché di fatto l'acqua trattata ad uso dialitico viene considerata a tutti gli effetti un "farmaco". Un moderno impianto di trattamento acqua ad uso dialitico è composto da singoli elementi strettamente correlati tra di loro, la cui presenza e/o dimensione nel sistema dipende da una serie di caratteristiche oggettive quali, ad esempio, la qualità dell'acqua grezza in ingresso (durezza, concentrazioni dei contaminanti organici, presenza e livello dei cloro-derivati, etc.), la struttura del centro, il numero di posti dialisi, il tipo di trattamenti dialitici eseguiti, etc. Questi elementi possono essere racchiusi in tre grandi "blocchi" funzionali fondamentali: la linea di trattamento dell'acqua, il circuito di distribuzione dell'acqua trattata e i sistemi di disinfezione.

La *linea di trattamento* è composta da:

- un gruppo di accumulo e rilancio dell'acqua (in modo da bilanciare eventuali variazioni di disponibilità, quantità e pressione dell'acqua greggia);
- un sistema di pre-trattamento (allo scopo di correggere le caratteristiche fisico-chimiche e microbiologiche dell'acqua, in modo da permettere una maggiore efficacia ed un prolungamento del life-cycle delle membrane osmotiche. Un pre-trattamento comporta un ciclo di clorazione, filtrazione, addolcimento, dechlorazione e microfiltrazione o ultrafiltrazione dell'acqua);
- un sistema di dissalazione a osmosi inversa, di tipo bi-osmotico (costituito da membrane semipermeabili che sottoposte ad elevate pressioni lasciano passare la sola acqua pura, senza i soluti disciolti).

Il *circuito di distribuzione* dell'acqua greggia a monte del sistema di trattamento e a valle dello stesso (post-trattamento) rappresenta un elemento critico del sistema di dialisi in quanto incide notevolmente sul successo della terapia dialitica e sull'incidenza dei processi di contaminazione/infezione del paziente sottoposto a emodialisi. Le peculiarità dei sistemi di distribuzione dell'acqua trattata in dialisi consistono in alcuni requisiti che l'evoluzione tecnologica e l'evidenza scientifica hanno permesso di ottimizzare. I materiali da impiegare per le tubature, le giunzioni e le valvole devono presentare superfici interne lisce, con giunzioni "testa a testa", senza scalini, cordoli o intercapedini e con una elevatissima inerzia chimica e termica. Nella progettazione dei sistemi impiantistici si devono considerare, infatti, alcuni parametri importanti quali:

- Il circuito deve essere realizzato ad anello chiuso che garantisce la continua circolazione dell'acqua trattata;
- La linea di tubazione deve seguire il percorso più rettilineo e breve possibile, al fine di evitare inutili fonti di ristagno dell'acqua;
- La sezione delle tubazioni deve consentire un flusso turbolento dell'acqua (favorendo il flusso laminare la formazione di bio-film);
- La distanza tra la tubazione e le valvole di attacco dei "reni" deve essere inferiore a 5-6 volte il suo diametro per evitare le zone di ristagno dell'acqua o le cosiddette "zone morte" (dead-leg).

Differenti materiali possono essere utilizzati per le tubature, le giunzioni o le valvole, sebbene si debba sempre considerare che lo scopo ultimo di questi materiali dovrebbe idealmente essere quello di non comportare nessun tipo di rilascio di materiali (inerti), non rappresentare pabulum di crescita per microrganismi (igienici), consentire l'opera completa di disinfezione (sanificabili), essere facilmente montati e mantenuti (gestibili). Tra i materiali attualmente di maggiore impiego citiamo l'acciaio INOX AISI 316 L, il PVDF (PoliViniliDenFluoruro) HP-BCF ed il PEX (PoliEtilene a legami incrociati), che presentano caratteristiche tecniche compatibili con la dialisi moderna.

L'acciaio Inox AISI 316L:

- È saldabile.
- Consente giunzioni "testa a testa" (che riducono punti morti con ristagno d'acqua).
- Consente tubature dotate di valvole a membrana in acciaio Inox AISI 316 L.
- Presenta ottima inerzia verso tutti gli attuali prodotti disinfettanti dell'acqua (disinfezione chimica), qualora si rispettino tempi di contatto e concentrazioni consigliate dal fabbricante.
- Permette la disinfezione termica (disinfezione fisica) sia con acqua calda a 90°C che con vapore saturo pulito a 121°C.

Il PVDF (PoliViniliDenFluoruro):

- È saldabile.
- Consente giunzioni "testa a testa" (che riducono punti morti con ristagno d'acqua).
- Presenta ottima inerzia verso tutti gli attuali prodotti disinfettanti dell'acqua (disinfezione chimica), qualora si rispettino tempi di contatto e concentrazioni consigliate dal fabbricante.
- Permette la disinfezione termica (disinfezione fisica) con acqua calda a 90°C.

Il PEX (PoliEtilene a legami incrociati):

- Non è saldabile.
- Impiega raccordi in acciaio Inox AISI 316 L ad inserzione.
- Consente tubature dotate di valvole a membrana in acciaio Inox AISI 316 L.
- Presenta ottima inerzia verso tutti gli attuali prodotti disinfettanti dell'acqua (disinfezione chimica), qualora si rispettino tempi di contatto e concentrazioni consigliate dal fabbricante.

- Permette la disinfezione termica (disinfezione fisica) con acqua calda a 90°C.

I sistemi di disinfezione o barriera dell'acqua greggia, a monte del sistema di trattamento, consistono essenzialmente nel dosaggio di ipoclorito di sodio, nelle varie forme commerciali, e ha lo scopo di disinfettare l'acqua greggia, di ossidare le sostanze riducenti e di inibire lo sviluppo di microrganismi negli stadi successivi dell'impianto di trattamento. La disinfezione avviene in modo automatico, mediante pompe dosatrici a dosaggio fisso o proporzionale regolate da contatore volumetrico lancia impulsi o preferibilmente da centraline REDOX (mV) o clororesiduometro dedicato (ppm) allo scopo di assicurare la giusta concentrazione di cloro residuo al fine di evitare, in particolare, la presenza di clorammine in eccesso (ritenute causa dell'aggravamento dell'anemia nei pazienti in emodialisi). Inoltre, la filtrazione o la pre-filtrazione (a sabbia quarzifera o a cartucce filtranti, compresa la filtrazione a carboni attivi e la stessa bi-osmosi inversa), hanno il compito principale di eliminare le impurità fisiche presenti nell'acqua di rete nonché la torbidità ed i sedimenti di natura argillosa, silicea o calcarea presenti in essa a causa dei processi di trattamento o di distribuzione della rete (sali di ferro e manganese). In caso di modesto grado d'inquinamento, la filtrazione viene realizzata mediante filtri a cartuccia intercambiabile da 20-25 micron, che costituiscono una buona barriera contro le impurità grossolane (frammenti di incrostazioni, particelle macroscopiche ecc.). Viceversa, i filtri a carboni attivi permettono di eliminare quelle sostanze tossiche presenti in tracce nell'acqua di rete (quali, ad esempio: l'alluminio, l'arsenico, lo zinco, il rame, il fluoro, i nitrati), svolgendo anche un'opera di dechlorazione, necessaria vista la tossicità del cloro e dei suoi prodotti. La presenza dei filtri ha lo scopo di prevenire anche la formazione di depositi all'interno delle tubature con conseguente formazione di biofilm da microrganismi sebbene, qualora non sanificati o regolarmente non sostituiti, possono rappresentare essi stessi un *pabulum* di crescita per microrganismi. Un buon programma di gestione e manutenzione di un sistema di distribuzione e disinfezione dell'acqua di emodialisi deve comprendere:

- una lista dei controlli e delle operazioni da effettuare quotidianamente da parte del personale del centro di emodialisi;
- una lista dei controlli e delle operazioni da effettuare (normalmente da personale qualificato) nell'ambito della manutenzione preventiva ordinaria (con la loro frequenza) o nell'ambito degli interventi straordinari;
- una documentazione (schede di registrazione) dei controlli e delle operazioni effettuate.

La disinfezione è una questione critica per gli impianti di trattamento/distribuzione acqua trattata, per la facilità con cui essi possono essere siti di riproduzione di colonie batteriche.

Un buon sistema di disinfezione chimica dovrebbe interessare il circuito di distribuzione, il gruppo osmotico di dissalazione e le linee flessibili di collegamento ai monitor, normalmente non toccate dalle disinfezioni (da qui la raccomandazione delle Linee Guida della SIN per una regolare disinfezione settimanale anche degli apparecchi di dialisi di scorta).

E' possibile adottare o integrare la sanitizzazione fisica termica mediante l'impiego di vapore pulito o acqua calda a 90°C.

La sanitizzazione dell'impianto ad anello con vapore pulito a 121 °C per almeno 15 minuti in ogni punto del circuito è l'unico sistema che garantisce la sterilizzazione totale. Il generatore di vapore pulito è applicabile ad un "loop" di distribuzione in acciaio AISI 316 L, con valvole a membrana di tipo sanitary. Il loop deve essere realizzato in modo di consentirne uno svuotamento completo ed automatico prima della sterilizzazione. La frequenza della disinfezione può essere personalizzata alle esigenze del Centro.

La sanitizzazione con acqua calda viene adottata per la ricircolazione automatica nel circuito di distribuzione dell'acqua osmotizzata e dei monitor di dialisi di acqua calda a oltre 90°C,

purché siano di tipo termicamente compatibili e in accordo con i protocolli della Società Produttrice. Questo sistema è abbinabile ad impianti di trattamento acqua dotati di circuito di distribuzione realizzati con materiali termicamente inerti (acciaio inox AISI 316 L, PVDF o PEX) e strutturati ad anello (loop), senza zone morte, giunzioni con intercapedini, scalini o cordoni di saldatura. La frequenza e la durata delle ricircolazioni termiche è strutturabile sulle esigenze di ogni Centro. Tuttavia per una buona efficacia del procedimento è necessario adottare frequenze giornaliere, facendo circolare automaticamente anello e monitor durante le ore notturne. In base al D. Lgs. 2-2-2001 n. 31, cui si fa riferimento principale per l'acqua greggia, ed in forza di quanto indicato dalle normative regionali (si veda ad esempio la DGR 1650/95 della Regione Lazio), dalla Farmacopea Europea ed Italiana, dalle Linee Guida SIN (Società Italiana di Nefrologia), dagli standard di riferimento AAMI (American National Standard for Hemodialysis-Arlington-RD5/1992 e successivi) e dalle European Best Practice Guidelines la purezza chimica e microbiologica dell'acqua in un sistema di emodialisi dovrebbe essere valutata almeno in due punti:

1. acqua di rete all'ingresso del sistema di trattamento;
2. acqua trattata a valle dell'impianto di osmosi.

La qualità dell'acqua greggia prima del trattamento, sia dal punto di vista chimico che microbiologico, dovrebbe essere al minimo quella definita dal D. Lgs. 31/2001 per l'acqua destinata al consumo umano, mentre per l'acqua ad uso dialitico si fa riferimento, come già detto, alle Linee Guida SIN ed alla farmacopea nazionali ed internazionali ovvero alle normative regionali se esistenti (Tab. 1 e 2). Massima attenzione dovrebbe essere posta a evitare una contaminazione da microinquinanti chimici (sempre considerando l'elevata quantità di acqua con cui l'emodializzato entra in contatto) e a evitare la proliferazione in particolare di germi Gram negativi (capaci di alto indice di replicazione nel dialisato) in quanto causa di reazioni da pirogeni e di setticemie piuttosto serie.

L'analisi chimica completa dell'acqua greggia dovrebbe essere eseguita almeno con una periodicità di 1 volta l'anno, mentre quella trattata (ad inizio e fine anello di distribuzione) 2 volte l'anno. La Conta Batterica Totale a 22°C dell'acqua greggia si dovrebbe eseguire 2 volte l'anno e di quella trattata una volta al mese campionata all'inizio e alla fine dell'anello di distribuzione. Le endotossine dovrebbero essere rilevate una volta al mese nell'acqua trattata, mentre le muffe ed i lieviti una volta ogni sei mesi sempre nei due punti sopra citati. Qualora esista una potenziale tossicità per i pazienti in dialisi sulla base di specifici problemi locali o dell'acquisizione di conoscenze scientifiche è competenza del medico del centro di emodialisi e del Direttore Sanitario provvedere a definire eventuali contaminanti aggiuntivi da rilevare analiticamente, fissare livelli di contaminazione più restrittivi rispetto alle norme di riferimento, una periodicità di controlli diversi, rispetto a quelli indicati dalla legislazione per l'acqua potabile, dalla Farmacopea Europea e dalle Linee Guida SIN, in un'ottica di Risk Management e di Clinical Governance avanzata.

7.2 L'acqua nei blocchi operatori

Le linee guida ISPESL indicano le caratteristiche fondamentali dell'impianto idrico-sanitario nei blocchi operatori oltre a tutte alle procedure di campionamento per il controllo delle acque nei blocchi operatori.

Una procedura fondamentale nella prevenzione del rischio biologico è l'igiene delle mani, nelle direttive previste in relazione alla manovra assistenziale da effettuare.

La tabella qui di seguito presenta i punti critici che garantiscono, per ogni tipo di procedura, l'efficacia raggiunta e la tolleranza massima. Questi punti non descrivono la procedura, ma

Procedura	Prodotti / materiali	Tecnica
Lavaggio semplice delle mani	Sapone non disinfettante Acqua di risciacquo Asciugamani ad uso unico non sterile	Bagnare le mani Insaponare almeno 15 secondi Risciacquare (1) Asciugare
Lavaggio igienico delle mani	Sapone disinfettante (2) Acqua di risciacquo Asciugamani ad uso unico non sterile	Bagnare le mani Insaponare almeno da 30 a 60 secondi in base alle indicazioni del fabbricante Risciacquare (1) Asciugare
Disinfezione chirurgica delle mani per lavaggio	Sapone disinfettante Acqua batteriologicamente trattata (3) Spazzole per unghie sterili Asciugamani sterili	Bagnare le mani e l'avambraccio Insaponare mani e avambraccio, 1 minuto per ogni lato Spazzolare le unghie 1 minuto (30 secondi per mano) Sciacquare mani e pugni per 1 minuto Insaponare mani e pugni per 1 minuto Sciacquare le mani e gli avambracci Asciugare Durata massima della procedura
Trattamento igienico delle mani per frizione	Prodotto disinfettante per frizione	Frizionare fino all'asciugatura completa delle mani Tempo dai 30 ai 60 secondi in funzione delle indicazioni del fabbricante
Disinfezione chirurgica delle mani per frizione	Variante 1 (1) Sapone non disinfettante Spazzole per unghie Acqua di risciacquo Asciugamani ad uso unico Prodotto disinfettante per frizioni Variante 2 (5) Prodotto disinfettante per frizioni	Lavare mani e avambracci (lavaggio semplice) Spazzolare le unghie per un minuto (30 secondi per mano) Sciacquare (1) Asciugare molto bene (4) 1° frizione dalle mani ai gomiti inclusi, fino all'assorbimento/asciugatura completa. Tempo minimo 1 minuto 2° frizione dalle mani all'avambraccio (gomiti esclusi) fino ad assorbimento/asciugatura completa. Tempo minimo 1 minuto 1° frizione dalle mani ai gomiti inclusi fino all'assorbimento/asciugatura completa, tempo minimo un minuto 2° frizione dalle mani agli avambracci (gomiti esclusi) fino ad assorbimento completo, tempo minimo un minuto.

1 – Il risciacquo deve essere sempre abbondante, impegno per una buona tolleranza dei prodotti.

2 – A condizione che il prodotto utilizzato sia stato oggetto di una validazione per tale specifico uso.

3 - Vedi la Guida per la sorveglianza microbiologica dell'ambiente negli Stabilimenti Sanitari. Ministero della Sanità 2002.

4 – Imperativo per prevenire le reazioni isotermitiche

5 – Interventi di corta durata; raccomandazioni di società di igiene ospedaliera francesi e tedesche sulla disinfezione chirurgica delle mani (SFHH, DGHM, DGHK, riferimento Labadie 2002).

devono imperativamente essere rispettati secondo la redazione della seguente:
Pertanto risulta importante, nell'impianto di distribuzione dell'acqua e servizi accessori, definire idonei sistemi di trattamento (fisici) in grado di prevenire la contaminazione dell'impianto e così da garantire la totale sicurezza dell'acqua ai punti di erogazione analizzando i parametri microbiologici per la presenza-assenza di *L. pneumophila* e *Pseudomonas aeruginosa* e altri inquinanti microbici patogeni.

Considerando la criticità del reparto operatorio, è consigliabile l'uso di sistemi filtranti ai punti acqua, come sistemi di protezione di tipo collettivo ai sensi della vigente legislazione di igiene e sicurezza in ambiente di lavoro.

Le principali tipologie di acque utilizzate nei reparti operatori sono :

- Acqua standard
- Acque tecniche

Le acque standard si differenziano in acqua fredda e acqua calda.

In riferimento alle indicazioni delle linee guida francesi "L'eau dans l'établissements de santé" per ciò che concerne l'acqua fredda i parametri microbiologici da tenere sotto controllo sono i seguenti:

PARAMETRO	LIVELLO OBIETTIVO
Carica batterica totale a 22 °C	≤ 100 CFU/mL
Carica batterica totale a 37 °C	≤ 10 CFU/mL
Coliformi totali	< 1 CFU/100mL
<i>Pseudomas aeruginosa</i>	< 1 CFU/100mL

Qualora si presenti un risultato anomalo, è necessario verificare la correttezza delle analisi svolte, quindi ricondurre le analisi e intervenire con l'applicazione di misure correttive in caso di conferma del risultato anomalo.

La frequenza dei controlli deve essere almeno annuale.

Per ciò che concerne l'acqua calda, poiché subisce uno o più trattamenti quali riscaldamento ed eventualmente addolcimento, deve essere conforme alle disposizioni delle norme relative alla temperatura e a quelle relative alla prevenzione della legionellosi.

Le acque tecniche sono quelle utilizzate per l'alimentazione dei sistemi di umidificazione dell'aria a servizio del Reparto Operatorio.

La qualità dell'acqua di alimentazione degli umidificatori deve essere tale da limitare la deposizione di calcare sulle superfici, pertanto deve essere considerato un trattamento anticallcare .

Pertanto si raccomanda l'uso di sistemi di umidificazione a vapore negli impianti di condizionamento così da evitare a monte il problema della contaminazione e diffusione per aerosol di *Legionella* spp.

8 - LA SORVEGLIANZA DELL'ACQUA IN OSPEDALE E LA PREVENZIONE

Ai fini dell'accertamento della rispondenza dei parametri chimici, fisici e microbiologici, dell'acqua in ospedale sia in entrata che ai punti di erogazione a quanto previsto nel

D. Lgs. 31/2001 e conformemente all'analisi del rischio di esposizione da agenti biologici così' come descritto nel D.Lgs 81/2008 e successive modifiche e integrazioni è necessario eseguire i controlli nel punto più prossimo al distacco dell'acqua di rete pubblica verso la struttura sanitaria e nei punti distali con particolare attenzioni ai punti critici dell'impianto. Poiché si tratta, in genere, di acqua derivata da un acquedotto municipale per cui i controlli di norma sono obbligatori, dovrebbe essere automatico che presenti le caratteristiche di potabilità proprie dell'acqua destinata al consumo umano e distribuita all'utenza domestica. È pur vero che, a monte dell'impianto idrico della struttura sanitaria si può verificare sempre una qualsiasi forma di anomalia anche transitoria e naturalmente non desiderata, tipo errori umani o problemi meccanici, rotture di tubazioni dell'acquedotto o periodo di "magra" intenso con riduzione delle pressioni e della portata. Ovviamente, a tal fine si dovrebbe prevedere un apposito rubinetto di prelievo in una adeguata zona a bassa pressione idrostatica, per permettere un campionamento all'origine e di confronto (il rilevare già una pur minima presenza di contaminazione renderebbe consapevoli di dover estendere l'opera di bonifica o sanificazione al di fuori del singolo impianto ospedaliero). Si ricorda, infatti, che spesso il primo punto di prelievo utile può essere distante dal punto di entrata dell'acqua di rete, in relazione alla necessità di diminuire la pressione dell'acqua a valori che permettano l'erogazione e il conseguente prelievo del campione. Ciò, però, può tradursi in un "bias" di campionamento, per cui sarebbe utile prevedere un punto di prelievo prossimo all'entrata già in fase progettuale dell'impianto per non incorrere in errori di campionamento successivamente.

I controlli dovrebbero essere eseguiti con una periodicità e per un numero di parametri indicato dalle Autorità Sanitarie (ASL di appartenenza) in base a quanto previsto dal D. Lgs. 31/2001 (Tab. 4 e 5 in allegato). A seconda infatti della popolazione servita, del tipo di acqua oggetto di giudizio e a seconda del volume di acqua distribuito e dell'area di distribuzione, è stato determinato legislativamente il tipo di parametri da ricercare, la frequenza dei controlli, la periodicità degli stessi, distinguendo in esami di routine (pochi parametri con periodicità pressoché continua) e di verifica (maggior numero di parametri e periodicità incrementale in funzione del volume di acqua utilizzato).

Allo scopo di svolgere un'efficace sorveglianza sanitaria sulla matrice acqua in ospedale nel tempo è, altresì, necessario e ha maggior significato eseguire (in più periodi dell'anno ed in differenti punti di prelievo) un elevato numero di controlli limitato a un piccolo set di parametri per campione, che non il contrario (eventualmente mirando, in base al significato del parametro come indicatore di contaminazione, il tipo di parametro alla situazione di rischio contingente e al contesto impiantistico- strutturale in cui si esegue la sorveglianza). Eseguire molti parametri su pochi campioni l'anno potrebbe sicuramente aumentare il grado di efficacia nella specificità delle analisi e nello studio del singolo contaminante, ma potrebbe, altresì, ridurre la probabilità di accertare eventuali forme di inquinamento sporadiche e/o transitorie (estremamente più pericolose in ambito sanitario). In tal senso si è da sempre espressa sia la letteratura scientifica nazionale ed internazionale, sia l'OMS che l'UE e quindi, di conseguenza, la legislazione italiana.

Viene naturale che l'esigenza maggiore è quella di trovare il miglior equilibrio tra

- numero di parametri e frequenza e/o periodicità dei controlli;
- l'efficacia e l'efficienza dei risultati e l'"economicità operativa" delle strutture e dei sistemi deputati alla sorveglianza (data la complessità dei parametri da ricercare e, in alcuni casi, la loro difficoltà analitica);
- l'informazione che deriva dai dati analitici e le decisioni da assumere ai fini preventivi e/o di

bonifica ambientale in caso di contaminazione.

Purtroppo, ancora oggi molti degli interventi vengono effettuati in regime di emergenza post-casi di epidemia (spesso sporadici ma molto gravi), invece che in un'ottica di sorveglianza e controllo continui, ai fini di una gestione del rischio ambientale ospedaliero programmata e integrata nella qualità generale dell'offerta assistenziale. Per contro, sarebbe necessario sempre tener presente e ribadire, che la sorveglianza continua ha una sua ragione d'essere solo qualora gli indicatori indiretti o diretti utilizzati, per punto di prelievo, periodicità e quantità rilevabile, siano significativamente predittivi della contaminazione pregressa, in atto o futura. Si consideri l'esempio della sorveglianza nella matrice acqua della Legionella, per cui l'evidenza scientifica indicherebbe oggi una certa cautela nell'attuare un monitoraggio continuo senza un'efficace programmazione, considerando obbligatorio l'impiego di indicatori che non siano inadeguati o incongrui.

In caso di nuova costruzione o di neo ristrutturazione di un ospedale o di reparti di esso, sarebbe sempre utile definire un programma di campionamento iniziale dell'acqua che definisca il cosiddetto "Tempo 0" o "situazione di base di riferimento interno", in modo da permettere un successivo costante confronto tra la situazione iniziale ed i controlli periodici. Ciò permetterebbe di costruire prima di tutto un archivio storico della qualità dell'acqua nella propria struttura e di programmare gli interventi di manutenzione e/o bonifica con maggiore efficacia e appropriatezza. E' ovvia l'importanza di possedere carte o mappe strutturali dell'impianto idrico, per non doversi poi basare, in caso di interventi di manutenzione periodica o di emergenza sull'impianto, solo sulla "memoria storica umana". La sorveglianza può essere classificata in una forma *sistemica*, i cui punti di prelievo seguono il verso dell'acqua nell'impianto, dall'entrata ai punti di snodo principale e quindi ai punti critici maggiori (grandi giunti, valvole, serbatoi, addolcitori, sistemi di trattamento, ecc.); ovvero può essere definita in una forma *focale specifica*, i cui punti di prelievo possono essere i punti critici a livello dell'utenza terminale del reparto o degli ambienti ospedalieri (rubinetti, soffioni delle docce, nebulizzatori, boiler e serbatoi dell'acqua calda, ecc.). Naturalmente, in caso di situazioni di emergenza epidemica potrebbe essere utile far coincidere gli interventi di sorveglianza sistemica con quelli specifici, poiché spesso non si è in grado di ipotizzare il "focus" di partenza della contaminazione.

Un programma di sorveglianza sistemica e per punti focali dovrebbe sempre considerare di svolgere campionamenti a rotazione a valle di punti critici nel trattamento dell'acqua: serbatoi di riserva o spinta idrostatica; riscaldatori o bollitori; impianti interni di sovra-trattamento dell'acqua per la necessità di "sterilità spinta" (immunodepressi, emodialisi, lattanti, ecc.), ecc.. In caso di focolai epidemici, la sorveglianza dovrebbe essere mirata a isolare gli impianti colpiti, che possono rappresentare il "focus" di partenza della contaminazione, e ad accertare il grado di contaminazione e il conseguente successo dell'eventuale opera di bonifica. In tal caso sono in genere le differenti linee guida di enti esterni scientifici o le procedure di accreditamento e/o di controllo delle infezioni, interne all'ospedale, che tendono a determinare tipologia di intervento, modalità di prelievo e analisi, periodicità e numero di punti di prelievo, condizioni di bonifica dell'impianto.

Per facilitare il prelievo nei punti di sorveglianza focale, ma anche per permettere una migliore opera di prevenzione e di sanificazione, è bene che le apparecchiature di erogazione dell'acqua in ospedale (rubinetti, soffioni, nebulizzatori, ecc..) siano sempre previste il più semplici possibile da un punto di vista meccanico (riduzione delle parti in movimento e della complessità di funzionamento e facilità alla rimozione e alla manutenzione); in un materiale tale da subire la minima usura e che non sia ossidabile; con una struttura tale da ridurre

al minimo i “punti morti” possibili (in modo da eliminare le rugosità ed il ristagno d’acqua che facilitano la proliferazione dei microrganismi) e che permetta, una volta smontata, una efficace sterilizzazione in caso di necessità (termica o chimica) e un’opera di decalcificazione. I collegamenti attraverso tubi flessibili anche se ricoperti in gomma o metallo, predispongono la guaina esterna a rappresentare un sito d’incrostazione calcarea o di raccolta di materiale che potrebbe comportare un focus di contaminazione. Sarebbe, perciò, preferibile evitarli, vista anche la loro difficile sterilizzabilità. Qualora fosse possibile, nella strategia della qualità aziendale, i rubinetti nei reparti dovrebbero essere tutti con apertura e chiusura automatica e non manuale, in considerazione del fatto che le importanti e continue procedure di lavaggio delle mani da parte del personale sanitario o dei degenti potrebbe provocare una post contaminazione da chiusura del rubinetto.

8.1 Rischi da riduzione della qualità dell’acqua

I rischi per la salute umana legati alla riduzione della qualità dell’acqua potabile sono stati ampiamente descritti in letteratura. I microrganismi, così come per altro le sostanze chimiche, possono giungere nell’acqua o direttamente, per immissione di reflui o sversamenti da sorgenti varie di contaminazione alla superficie, oppure indirettamente, percolando nelle acque sotterranee attraverso il suolo, o pozzi neri perdenti, ovvero pozzi abbandonati, oppure pozzi di emungimento mal progettati o rotture nelle condutture. Gli sbalzi pressori cui sono sottoposte le tubazioni possono facilitare l’infiltrazione delle condotte dall’esterno, soprattutto quando sia scarsa la manutenzione, sia incompatibile il materiale con il tipo di acqua o sia vetusto il sistema di condotta idrica. Una “criticità” circa la qualità dell’acqua dal punto di vista microbiologico è inoltre rappresentata dalla complessità dei sistemi di pre-trattamento e dalla rete di distribuzione se non ben mantenuta e controllata.

8.2 Rischi da agenti microbiologici, chimici e fisici

Ancora oggi è possibile verificare la presenza episodica di casi da infezione virale derivante da acqua potabile (ad esempio Epatite A), oppure tossinfezioni (ad esempio febbre tifoide), soprattutto nelle zone meridionali e insulari dell’Italia. Ciò è sicuramente associabile a infiltrazioni nelle falde o nelle condotte di reflui e liquami, sebbene non sia l’unica possibile forma di contaminazione, considerando che si osserva sempre più la fioritura in acqua di vegetazioni algali tossiche. È probabile che molte forme episodiche o peggio epidemiche di gastroenteriti acute, epatotossicosi e nefrotossicosi, e di forme neurotossiche a eziologia sconosciuta siano riconducibili ad assunzione di acqua insufficientemente o inadeguatamente trattata e perciò contaminata da alghe appartenenti, ad esempio, alle Cianofitee oppure alla presenza di protozoi tipo *Cryptosporidium*. Ciò pone l’accento sulle caratteristiche e sulla capacità di trattamento delle acque che alcuni moderni sistemi di potabilizzazione possiedono. Da un’indagine svolta tra il 1991 ed il 1994 negli Stati Uniti è stato possibile appurare che gli episodi di patologie da microrganismi a trasmissione oro-fecale veicolate dall’acqua potabile avevano come motivazione nel 20,8% dei casi la carenza dei sistemi di distribuzione; nel 32,9% l’assunzione di acqua sotterranea e per questo non trattata; ben nel 36,7% dei casi un trattamento di potabilizzazione insufficiente od inadeguato e, nel 9,6%, da ricondursi ad una causa del tutto sconosciuta e non identificata. È necessario infine considerare, per ben comprendere e valutare l’entità del rischio, la persistenza temporale degli agenti microrganismici una volta giunti nell’acqua.

Il rischio derivante da sostanze tossiche e/o nocive oppure cancerogene nell’acqua potabile è sicuramente più subdolo e meno eclatante, tanto da essere spesso sottostimato. Molti so-

no i composti chimici che sono stati imputati di poter indurre stati di tossicosi negli animali e nell'uomo. Tra questi ricordiamo il *fluoro*, che può determinare quadri carenziali (ipofluorosi per concentrazioni < 0,7 mg/l), possedere azione cariostatica (concentrazioni comprese tra 0,7 e 1,5 mg/l), o determinare fenomeni di fluorosi dentaria e ossea (quantitativi superiori a 2 mg/l). Anche la concentrazione dello *iodio* nell'acqua è stata associata a quadri carenziali o in eccesso. Non tutti gli autori sono concordi, poi, nell'interpretazione del ruolo che rivestono altri oligoelementi come il vanadio, il litio, il rame, il piombo e il cromo, considerando che per alcuni di essi le deboli associazioni positive per la salute riscontrate potrebbero non valere i sicuri rischi (mutageni e cancerogeni) che altri autori adducono loro.

La presenza di *nitriti* in eccesso nelle acque è stata correlata con la metaemoglobinemia dei neonati in quanto, a opera di microrganismi presenti nello stomaco in cui sussiste bassa acidità, vengono ridotti a nitriti che si fissano sull'emoglobina impedendo il legame e il trasporto dell'ossigeno. Ne esitano forme gravi di anemia che talora possono essere letali per il neonato. I *composti clororganici* sono stati da molti autori indicati come possibili sostanze cancerogene. I composti clororganici possono essere presenti nelle acque superficiali o profonde, sia direttamente che indirettamente, originati da industrie che impiegano solventi clorurati a scopo di degreassaggio o detersione (percloroetilene, tetracloruro di carbonio, cloroformio, tricloroetilene, ecc..) ovvero neoformati nelle acque dopo il trattamento di potabilizzazione a base di disinfettanti clorurati (ad esempio neoformazione di trialometani quali il bromoformio, il cloroformio, il dibromo-clorometano, il diclorobromometano, ecc..). Danni alla salute possono derivare dai *fitofarmaci* le cui caratteristiche di persistenza in ambiente e conseguente bioaccumulo, in assenza di meccanismi di detossificazione rapidi o lenti, inducono effetti cronici di tipo teratogeno od oncogeno. Si ricordino poi le patologie correlabili a microinquinanti presenti in eccesso nell'acqua come l'*alluminio*, associato a deficit neurologici in special modo in emodializzati data la quantità di acqua trattata con cui entrano in contatto; l'*arsenico*, correlato all'insorgenza di depressione, astenie, calo ponderale, tumori del rene e del fegato; il *cadmio*, associato allo sviluppo di ipertensione arteriosa e di alcune forme tumorali; il *benzene*, mielodepressivo ed induttore di leucemie; il *mercurio*, che può generare forme di nefrotossicosi ed indurre forme tumorali; il *piombo*, che determina intossicazioni, deficit uditivi e neurologici, sindromi gastrointestinali; il *rame*, che può provocare gastroenteriti e forme croniche di epatopatia sino alla cirrosi epatica.

8.3 Il trattamento di potabilizzazione delle acque

La necessità di approvvigionare grandi agglomerati urbani in assenza di un numero sufficiente di fonti, ovvero piccole comunità senza che vi siano falde profonde da cui si possa emungere l'acqua, comporta la possibilità che si ricorra ad acque non proprio ineccepibili dal punto di vista dei caratteri di potabilità. In questo caso, verificata l'assenza di fattori assolutamente incompatibili con il trattamento di potabilizzazione e/o con l'utilizzo dell'acqua come potabile, si procede ai trattamenti di correzione o di depurazione dei caratteri organolettici, chimici, fisici e microbiologici dell'acqua.

8.3.1 Correzione dei caratteri fisici e chimici

Si definisce "correzione dei caratteri fisici" dell'acqua, la normalizzazione dei parametri di temperatura, odori e sapori sgradevoli, colorazioni abnormi, torbidità dell'acqua. La "correzione dei caratteri chimici" si esegue allo scopo di ridurre o eliminare la presenza o l'eccesso nell'acqua di ferro e di manganese, oppure la durezza (in particolare per i notevoli danni che può determinare sulle apparecchiature elettromedicali, in sterilizzazione o in emodialisi) o i

sali minerali (come nell'acqua di mare), o i microinquinanti di varia natura e per vari motivi presenti. Il processo di "addolcimento" riguarda le acque dolci dure. Normalmente la correzione della durezza avviene per il suo eccesso, come in caso di durezza temporanea che può essere facilmente ridotta bollendo l'acqua, aspettando che questa si raffreddi ed eliminando il sedimento. In caso sia necessario intervenire con maggiore efficacia può essere usato il metodo della *calce-soda* o *processo carbo-calcico* che consiste nell'aggiungere all'acqua idrato di calce e carbonato sodico, che riducono rispettivamente la durezza temporanea (dovuta ai bicarbonati) e permanente (dovuta ai solfati, cloruri, nitrati, ecc.). In tal modo si formano prodotti quali il carbonato di calcio e l'idrossido di magnesio, che precipitano perché insolubili, ed è quindi possibile allontanarli mediante filtrazione grossolana o decantazione. Un metodo ulteriore per ridurre la durezza è quello di ricorrere alle resine a scambio ionico, cioè alle permutiti. Il processo di "demineralizzazione", invece, viene utilizzato non solo per un uso potabile dell'acqua ma, quando esso sia spinto, per produrre acqua a uso farmaceutico o per attività industriale in cui la presenza di minerali comporterebbe un'anomalia nel processo produttivo o danni sui macchinari. In questi casi si può ricorrere a sistemi di demineralizzazione, sino alla desalinizzazione completa, utilizzando metodi differenti quali la distillazione, l'elettro-osmosi, le resine a scambio ionico o sistemi osmotici e filtrazione, il congelamento.

8.3.2 Correzione dei caratteri microbiologici

Non tutte le acque sono pure all'origine, sebbene sia ovviamente auspicabile, e per alcune di esse può essere necessario o conveniente, pur accettando tutti i rischi e le conseguenze correlate, impiegare metodi e processi di potabilizzazione in modo da renderle utilizzabili per il consumo umano. La correzione dei caratteri chimici può essere effettuata attraverso mezzi fisici (radiazioni U.V., microonde, energia termica, ecc.), chimici (cloro, ozono, ecc.) o meccanici (filtrazione).

8.3.3 Metodi fisici di potabilizzazione

Il meccanismo termico di eliminazione dei microrganismi si avvale del principio di distruzione delle membrane e dei citoplasmi, per coagulazione delle proteine e colliquazione dei lipidi e degli zuccheri, attraverso il *calore* dell'acqua portata a *ebollizione*.

Tale metodo è principalmente rivolto a pratiche di potabilizzazione domestiche o di emergenza, in quanto idoneo solo per piccole quantità. Utilizzando lampade di quarzo a vapori di mercurio si ottengono *raggi ultravioletti* utili a sterilizzare l'acqua, compresi in una zona dello spettro tra 1000 Å e 3600 Å; sebbene si debba tener presente che solo le radiazioni emesse tra 1500 e 2600 Å presentano attività microbica e virocidica efficace; poiché lunghezze d'onda inferiori hanno scarso potere di penetrazione nella materia e quelle a maggior lunghezza non sono battericide. Gli effetti delle radiazioni U.V. sono dovuti a reazioni fotochimiche sul DNA e sull'RNA batterico e virale, e sono funzione di:

- spessore dello strato di acqua a contatto con la lampada U.V. (l'azione microbica dei raggi U.V. diminuisce in relazione al quadrato della distanza dalla matrice da sterilizzare);
- velocità di scorrimento per unità di tempo dell'acqua a contatto con la lampada U.V.;
- stato di torbidità dell'acqua, in quanto la presenza di elementi metallici o corpuscolati riduce l'effetto irradiativo sino ad annullarlo;
- quantità di radiazione che giunge all'unità di volume dell'acqua (correlata alla potenza della lampada e al prodotto dell'intensità di emissione in relazione al tempo).

In commercio esistono molti sistemi che riescono a potabilizzare e/o a sterilizzare piccole

quantità di acqua in breve tempo, e il loro uso è entrato a far parte anche del mondo sanitario laddove esiste la necessità di ridurre al massimo i rischi di contaminazione dell'acqua (in reparti critici quali malattie infettive, terapie intensive, emodialisi, reparti operatori per il consumo alimentare, l'impiego invasivo o il lavaggio di strumenti a contatto con pazienti immunosoppressi o suscettibili). Il sistema appare comunque costoso e necessita di controlli e manutenzione continua e accurata che, sebbene vi sia produzione di acqua di ottima qualità, ne impediscono attualmente l'utilizzo in impianti per potabilizzare l'acqua che non siano quello domestico o con uso limitato (sanitario). A questo riguardo è bene considerare anche l'assenza dell'effetto residuo, che la potabilizzazione attraverso radiazioni U.V. infatti non possiede.

I metodi meccanici di depurazione dell'acqua per uso umano si basano essenzialmente su procedure di filtrazione. Infatti gli stessi metodi che possono servire a ridurre o eliminare la torbidità restituendo la limpidezza sono altrettanto utili per depurare l'acqua dai contaminanti microbiologici presenti.

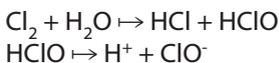
8.3.4 Metodi chimici di potabilizzazione

8.3.4.1 La clorazione e le modalità di applicazione

Perché si abbia una clorazione efficace, questa deve essere attuata solo su acque il più possibile prive di sostanze organiche e vegetali e quindi limpide o rese tali. Le sostanze a base di cloro attualmente utilizzate per la clorazione sono diverse:

- Cloro gassoso
- Cloruro di calcio o Ipoclorito di calcio
- Ipocloriti alcalini (sodio e potassio)
- Clorammine
- Composti organici del cloro
- Biossido di cloro

Il *cloro* esplica una notevole azione disinfettante e produce ossigeno possedendo quindi anche un notevole potere ossidante secondo le seguenti reazioni:



L'azione ossidativa svolta sui microrganismi ne comporta la distruzione.

L'azione battericida è posseduta dall'acido ipocloroso (HClO) e sarà tanto più alta quanto più acida sarà la soluzione acquosa in cui sarà posto e quindi basso il pH dell'acqua da trattare.

Il meccanismo d'azione del cloro è duplice. Il maggiore è oggi attribuito alla formazione di cloro composti all'interno delle cellule microbiche, che non sono in grado di utilizzarli. Il minore dei meccanismi sembrerebbe legato a quello che una volta era ritenuto il meccanismo di eccellenza, rappresentato dalla formazione di ossigeno nascente, il cui potere ossidante si esplicherebbe in realtà a carico di composti inorganici presenti in acqua quali solfuri, sali ferrosi e manganosi. I tempi di azione e le dosi medie sono per i batteri e per i virus rispettivamente di 0,1-0,2 mg/l per 10-15 minuti e di 0,3-0,9 mg/l per 30-45 minuti. Gli *ipocloriti alcalini* (ClO^-) sono l'ipoclorito di sodio (più utilizzato) o di potassio (in genere più costoso) e sono presenti in commercio concentrati (al 10-12% di cloro attivo) o già diluiti e titolati (all'1% di cloro attivo a circa 10mg/ml ovvero 0,5mg/goccia). La comune varechina può essere utilizzata per potabilizzare acque di pozzo purché limpide e senza microinquinanti tossici: ne ba-

stano poche gocce.

Il *biossido di cloro* (ClO_2) risulta essere oggi commercialmente di agevole disponibilità ed il suo utilizzo è aumentato in relazione alla maggiore facilità di preparazione ed alla minore pericolosità d'uso (il biossido di cloro è facilmente esplosivo) sebbene abbia costi maggiori rispetto agli altri metodi di clorazione, sia per il costo più elevato di base del clorito sodico sia per la costante manutenzione che il sistema richiede e le spese di esercizio.

Il ClO_2 presenta molti vantaggi: è tra i maggiori ossidanti; non altera i caratteri organolettici dell'acqua tra cui i sapori; è attivo anche a pH alcalino sino a 8,5; mantiene elevato il tenore di cloro attivo e l'effetto residuo per oltre 200 ore dopo la clorazione; presenta un'azione battericida e virucida superiore al cloro gassoso o all'ipoclorito, ed è altrettanto attivo su alghe, microflora e ferrobatteri che colonizzano bacini e condutture provocando spesso seri problemi. Il trattamento con ClO_2 presenta lo svantaggio fondamentale di poter promuovere la formazione di aloderivati e, se la trasformazione dal clorito sodico non è completa e permane parte di questo in soluzione, di poter dar vita a metaemoglobinemia e anemia emolitica.

Sono differenti le modalità di clorazione attualmente in uso e queste possono essere così schematizzate:

- Clorazione marginale o semplice
- Superclorazione
- Clorazione al punto di frattura o Clorazione al Break Point o Superclorazione controllata.

Prima di tutto è fondamentale, per ogni processo di clorazione, conoscere la cosiddetta *cloro-richiasta* ovvero la quantità di cloro che viene utilizzata nell'ossidazione delle sostanze organiche. Le sostanze organiche (sia di origine animale che vegetale) sono sempre presenti nelle acque e utilizzano l'ossigeno liberato dal cloro per le proprie trasformazioni senza porlo a disposizione per l'azione disinfettante. In una qualsiasi acqua da depurare bisognerà così aggiungere sia la quantità di cloro attivo necessaria per ossidare le sostanze organiche (o clororichiasta), sia la quantità di cloro attivo necessario a esplicare l'azione disinfettante sui microrganismi. L'eccesso di cloro rimanente nell'acqua, dopo che ivi aggiunto si sia consumato il cloro necessario a ossidare le sostanze organiche e quello necessario alla disinfezione, viene definito *cloro residuo libero* ed è quello che da garanzia di un effetto continuato microbicida, anche dopo la stazione di clorazione.

La metodica di clorazione attualmente maggiormente accettata e utilizzata, anche in Italia, è la *clorazione al punto di frattura o clorazione al break point o superclorazione controllata* con sistemi di Biossido di Cloro. La metodica consiste nel clorare l'acqua con dosi di biossido di cloro utili a disinfettare l'acqua senza conferirle sapori anomali, anche a fronte di una notevole contaminazione da microrganismi, con un notevole effetto residuo del Cloro che rimane in soluzione acquosa.

In ogni processo di clorazione, purtroppo, si può determinare l'insorgenza di sapori e odori sgradevoli e causa sovradosaggi di cloro possono formarsi prodotti secondari e terziari per i quali le nostre conoscenze scientifiche, dal punto di vista tossicologico ed ecotossicologico, sono scarse o pressoché nulle e su cui molte sono le ipotesi di effetti sulla salute umana.

8.3.4.2 L'Ozonizzazione

L'*ozono* (O_3), derivato dall'ossigeno, agisce come disinfettante delle acque attraverso differenti meccanismi. Il potere ossidante dell'ozono ha trovato applicazione in molti campi (sterilizzazione, disinfezione di impianti di climatizzazione ambientale, climatizzazione di celle di conservazione di alimenti e di maturazione delle carni, refrigerazione e depurazione, ecc..).

Negli impianti di trattamento dell'acqua viene ad essere impiegato sia ai fini di una depurazione biologica sia allo scopo di migliorare le caratteristiche organolettiche dell'acqua. Si riconosce oggi all'ozono una notevole specificità d'azione nel trattamento di inquinamenti da detergenti, da fitofarmaci e da molti dei prodotti di origine industriale; mentre molto sfruttata è anche la sua capacità di deferrizzante e demanganizzante, unita al potere di eliminare sapori, odori e colorazioni sgradevoli dall'acqua. Spesso l'ozonizzazione viene unita, come processo di potabilizzazione alla clorazione in modo da correggere le eventuali anomalie delle caratteristiche organolettiche che questa può indurre (cattivi sapori). Gli impianti per l'ozonizzazione dell'acqua sono costituiti da un elemento produttore dell'ozono dall'ossigeno dell'aria, *ozonizzatore* od *ozonatore*, e da un miscelatore, *torre di ozonizzazione*. L'azione microbica dell'ozono è più intensa e più rapida rispetto al cloro: dosi di 0,1-0,2 mg/l sono ampiamente sufficienti per un'azione antibatterica, mentre per un'azione virucida si deve raggiungere una concentrazione di 0,4-0,5 mg/l e la disinfezione completa dell'acqua è raggiunta in un tempo di circa 2 minuti. L'ozonizzazione viene ad essere così raccomandata per tutte quelle acque in cui appare necessario un controllo continuo e rapido, e in cui le particolari condizioni di contatto con l'uomo possono essere critiche, come quelle di piscina, in cui l'ozono può essere considerato di scelta in relazione al fatto che, a differenza del cloro, non irrita le mucose e le congiuntive. D'altronde l'ozonizzazione è un sistema di potabilizzazione costoso ed è apparentemente inefficace nei confronti delle uova di parassiti per l'uomo (ascaridiosi, anchilostomiasi, ecc.). Inoltre anche l'ozono può dare vita a composti secondari pericolosi, in particolare durante la degradazione delle sostanze organiche per ossidazione incompleta, dando vita a composti carbonilici alifatici (formaldeide, acetaldeide, composti carbonilici a 7-8 atomi di carbonio) pericolosi per il potenziale tossico, mutageno e cancerogeno probabilmente da essi posseduto.

8.3.4.3 La catadinizzazione

Alcuni metalli, in special modo rame e argento, presentano una notevole azione battericida. Ciò potrebbe dipendere o dall'azione diretta degli ioni metallici, oppure da reazioni chimiche con formazione di prodotti attivi (ioni argento + cloro = cloruro di argento).

9 - ASPERGILLUS

9.1 Introduzione

Le infezioni fungine invasive, in particolare dovute all'*Aspergillus*, sono un problema in forte aumento nei pazienti ospedalizzati immunodepressi e immunosoppressi.

La prevenzione attraverso l'uso di efficaci misure di controllo delle infezioni dovrebbe avere un'elevata priorità nel management dei pazienti a rischio.

L'*Aspergillus* è un fungo dalla struttura filamentosa e in natura è praticamente ubiquitario, viene comunemente isolato nel suolo, nei resti vegetali e anche nell'ambiente domestico. Il genere *Aspergillus* comprende nell'insieme più di 185 specie e quelle attualmente conosciute come agenti di infezioni opportunistiche nell'uomo sono circa 20. Le sue spore esogene sono facilmente trasportabili e rilasciate nell'aria.

9.2 Patogenicità: le aspergillosi e l'aspergilloma

Le specie di funghi appartenenti al genere *Aspergillus* ricoprono un ruolo in tre diverse realtà cliniche: le infezioni opportunistiche, gli stati allergici e le tossicosi. Per quanto concerne lo

sviluppo di infezioni opportunistiche, il principale fattore predisponente è rappresentato dall'immunodepressione/immunosoppressione.

L'*Aspergillus* è causa di infezioni sia negli animali, sia nell'uomo.

Quasi tutti gli organi e gli apparati del corpo umano possono essere colpiti dal fungo. Tra le patologie dovute a infezione da *Aspergillus* ci sono: l'onicomicosi (infezioni delle unghie), la sinusite, l'aspergillosi cerebrale; la meningite; l'aspergillosi polmonare; la fungemia da *Aspergillus*; l'aspergillosi disseminata.

Questo fungo può anche colonizzare le cavità che si creano nei polmoni a causa di differenti patologie, quali tubercolosi, sarcoidosi, bronchiectasie, pneumoconiosi, spondilite anchilosante o tumori, presentandosi come un'entità clinica distinta. Una simile forma di infezione, chiamata "aspergilloma", può interessare anche i reni.

Svariati studi si ritrovano su posizioni contrastanti per quanto riguarda il percorso di trasmissione delle infezioni da muffe, a causa della mancanza di prove definitive.

9.3 Il caso norvegese

Recentemente in Norvegia, attraverso uno studio, l'*Aspergillus* è stata isolata dai tamponi alle docce e dai rubinetti di acqua calda in camere ospedaliere.

Ciò suggerisce che l'acqua ospedaliera può essere una fonte addizionale di contaminazione da funghi.

Infatti, i risultati dello studio hanno dimostrato che l'acqua ospedaliera porta differenti specie di funghi filamentosi, incluso *Aspergillus fumigatus*. Le scoperte di livelli di contaminazione più alti in acqua presa dal tubo principale comparato con sbocchi all'interno dell'ospedale suggerisce che la fonte è all'esterno dell'ospedale. Anche se generi simili e specie sono state recuperate da fonti di acqua localizzate dentro e fuori dall'ospedale, attraverso l'analisi dei genotipi è stato possibile confermare che la fonte risultava esterna all'ospedale. All'interno dell'ospedale, i campioni di acqua prelevati da posizioni appena differenti hanno differito riguardo alla loro contaminazione, questo perché durante le docce vengono rilasciati degli aerosols, contenenti spore di fungine che possono essere inalate dai pazienti.

Ciò è stato dimostrato, campionando prima e dopo le aperture di una doccia e verificando un significativo incremento della conta delle spore nell'aria.

Per cui se le spore disperse nell'aria in ambiente ospedaliero provengono dall'acqua, potrebbe esistere un gradiente di spore aerosolizzate tra i locali bagnati (bagni) e asciutti (le camere dei pazienti, i corridoi). La scoperta dell'acqua ospedaliera come potenziale fonte di *Aspergillus fumigatus*, suggerisce quindi un nuovo percorso di trasmissione delle infezioni invasive da funghi filamentosi.

La questione della capacità di trasmissione dell'aspergillosi spp, attraverso le acque ospedaliere, risulta comunque ancora un punto fortemente discusso. Ciò è dovuto al fatto che la ricerca si è sempre concentrata sul campo principale di azione dell'aspergillosi, ossia l'aria.

9.4 Prevenzione da *Aspergillus* nelle tubature

Lo studio norvegese ha dimostrato che:

- *Aspergillus Fumigatus* isolati e recuperati dall'aria e dall'acqua sono raggruppati in differenti gruppi genetici;
- A. *Fumigatus* isolato e recuperato dall'acqua mostra parentela genetica con i casi riscontrati dai pazienti;
- L'assunzione dal serbatoio è la fonte dei ceppi di *Aspergillus Fumigatus* trovati nei rubinetti d'acqua all'interno dell'ospedale.

Nell'ottica di prevenzione e sicurezza, per il contenimento della contaminazione da *Aspergillus* è importante l'impiego di filtri ai punti di utilizzo a meno che l'acqua non contenga troppo materiale organico che li possa bloccare.

Pertanto, si renderà necessario l'utilizzo di sistemi di prefiltrazione all'interno dei dipartimenti così da ovviare all'accumulo di materiale organico presso i punti di utilizzo, causa del blocco dei filtri terminali.

10 - ACQUA OSPEDALIERA E LEGIONELLOSI

10.1 Infezione Nosocomiale da Legionella

Si parla di caso accertato di legionellosi nosocomiale solo quando i risultati delle indagini di laboratorio confermano la diagnosi in un paziente che sia stato ricoverato in ospedale, per almeno dieci giorni, prima dell'inizio dei sintomi. Invece si considera caso di legionellosi, di possibile origine nosocomiale, un'infezione che si evidenzia in un paziente ospedalizzato per un periodo variabile, da due a nove giorni. Viene, altresì, definita epidemia ospedaliera un evento caratterizzato da due o più casi di legionellosi, nell'arco di sei mesi, in un ospedale (Tab. 6 in allegato).

10.1.1 Microbiologia della Legionella

Il genere *Legionella* è attualmente costituito da almeno 48 specie di batteri Gram negativi con circa 70 distinti sierogruppi caratterizzati dall'essere parassiti endocellulari nei protozoi di acqua dolce (tra cui quella destinata al consumo umano). La *Legionella pneumophila*, suddivisa in circa 16 differenti sierogruppi, tra cui alcuni più frequenti in ambiente ma apparentemente poco patogeni per l'uomo ed altri maggiormente patogeni (ma meno frequenti in ambiente). Il serbatoio ambientale è rappresentato dagli ambienti acquatici naturali di tipo a scarso od assente contenuto salino, e può trasferirsi ad ambienti acquatici artificiali, ad acque condottate della rete urbana e, da questi, agli impianti idrici degli edifici sanitari, alle piscine ed alle fontane.

La contaminazione avviene per l'uomo principalmente per via respiratoria, mediante inalazione o microaspirazione di gocce o di particelle su cui sia adsorbita o inglobata la *Legionella*. In tal modo le fonti di infezione sono rappresentate da tutte quelle componenti terminali delle condotte idriche che possano generare, sotto pressione, un aerosol acquoso atto a frammentare le gocce d'acqua a dimensioni utili a poter essere aspirate e raggiungere gli alveoli polmonari (diffusori o "soffioni" delle docce, rubinetti con frangiflusso, idromassaggi, fontane, sistemi di umidificazione, ecc..). Ovviamente, è importante, in genere, che si verifichi un ristagno dell'acqua, in modo da facilitare la colonizzazione batterica all'interno dei precursori parassitati (protozoi). Quindi, formazioni o concrezioni calcaree nei tubi o nei filtri, biofilm, tubature a fondo cieco, giunti con rugosità rappresentano zone in cui il flusso laminare dell'acqua semplifica la formazione di zone di stasi dell'acqua, in cui la *Legionella* non è raggiunta da fattori inibitori alla crescita (disinfettanti, componente termica dell'acqua, sostanze chimiche ad azione antimetabolica, ecc..) e prolifera. Naturalmente, in ambito sanitario, tutte l'apparecchiature che trattino od utilizzino l'acqua possono rappresentare, in caso di insufficiente disinfezione e/o presenza di ristagno dell'acqua, causa di infezione.

Perché questa avvenga è necessario, come sempre, che coesistano differenti variabili:

- suscettibilità del soggetto esposto (stato della risposta immunitaria, età del soggetto, abitudine al fumo, presenza di malattie croniche o degenerative), variabile fondamentale per

l'insorgenza di infezioni da Legionella in ospedale,

- entità (intesa come tempo) dell'esposizione,
- virulenza del microrganismo,
- entità (intesa come quantità) della carica batterica infettante.

10.1.2 Epidemiologia

Il razionale del sempre crescente interesse, da parte della Sanità Pubblica Italiana, per le legionellosi nosocomiali (sicuramente contratte o probabilmente contratte in ospedale) deriva non solo dalle sollecitazioni degli organi competenti stranieri (Organizzazione Mondiale della Sanità ed European Working Group for Legionella Infections) e nazionali (Istituto Superiore di Sanità), ma principalmente dai primi risultati ottenuti dalla sorveglianza epidemiologica che è andata sempre più incrementandosi negli ultimi anni. Appare abbastanza interessante, per quantificare l'importanza del fenomeno, constatare che malgrado nell'anno 2004 ci sia stata una, seppur lieve, riduzione del numero dei casi totali notificati, 604 sui 617 del 2003, sono invece aumentati i casi notificati nei ricoverati di ospedali o di clinica che sono passati da 76 (12.3 % dei casi totali) del 2003 a 96 (il 16% dei casi totali) del 2004. Ma a un'analisi più dettagliata rileviamo che nel 2004 sono diminuiti i casi di origine nosocomiale certa, passando dal 54% del 2003 al 44%, e sono invece aumentati quelli di origine probabile, dal 46% dell'anno precedente al 56%. Nell'anno 2004 è aumentata anche l'età media dei casi nosocomiali (67.5 anni) rispetto a quella del 2003 (63 anni), mentre è rimasto piuttosto stabile il tasso di letalità (37% del 2004 contro il 37.8% del 2003). Nella tabella 7 vengono indicati, in modo decrescente, i casi di notifica di malattia delle regioni italiane nell'anno 2004 con le rispettive caratteristiche e nella tabella 8 viene svolto un confronto dell'incremento della legionellosi per patologia di ricovero negli anni 2004 vs 2003 (secondo quanto indicato dal rapporto annuale sulla legionellosi dell'ISS negli anni 2004 e 2003).

10.2 Risk Management della Legionellosi in ospedale e strategie di prevenzione

La gestione del rischio da legionellosi nosocomiale necessita di un sistema globale che sia in grado di prevenire, prima che si verifichi, il caso o il cluster dei casi di malattia o, comunque, di rilevare in modo efficiente ed efficace i casi isolati o raggruppati e, successivamente, di adottare azioni correttive per il conseguimento della massima riduzione possibile del rischio stesso. Negli ultimi anni più fonti di riferimento considerano inattendibile la valutazione del rischio basata sulla sola determinazione delle concentrazioni di legionella (e delle concentrazioni o conte batteriche totali o CBT) risultate dai campionamenti e dalle analisi "di routine" delle acque. Che tale metodologia non sia in grado di assicurare l'assenza di una contaminazione dell'acqua da legionella lo possiamo evidenziare da alcune considerazioni basilari:

a - Tra la rilevazione del microrganismo e il rischio di infezione non esiste una corrispondenza diretta.

b - I risultati ottenuti dalle colture risultano di difficile interpretazione se si considera che i laboratori non utilizzano tutti le stesse metodiche batteriologiche; che i risultati riguardano prelievi diversi eseguiti su più punti dello stesso impianto e che, anche nello stesso punto, si possono verificare delle fluttuazioni (nel tempo) delle concentrazioni di legionella.

c - Svariati fattori (virulenza del ceppo batterico, suscettibilità dell'ospite, ecc.), e non soltanto la concentrazione batterica del campione prelevato, possono intervenire sul rischio di contrarre la malattia per esposizione a una determinata sorgente.

d - La conta batterica della coltura di un campione d'acqua fornisce dei risultati limitati al

momento temporaneo in cui è stato eseguito il prelievo e quindi, in caso di risultati negativi, non dà nessuna sicurezza su una successiva e probabile proliferazione e sulla sua velocità nel procedere.

e - Si consideri che la Legionella tende a proliferare, sfruttando un processo di parassitismo verso alcuni protozoi, la cui presenza nell'acqua non è né identificata né determinata qualitativamente dalla conta batterica totale e con la cui entità e concentrazione non sussiste alcun tipo di relazione.

f - I laboratori non sono in grado di fornire dei risultati in modo rapido in quanto devono rispettare i tempi necessari alla coltura, 10-14 giorni, e quindi non possono garantire un controllo efficace e istantaneo del rischio da contaminazione.

L'analisi del rischio da legionellosi nosocomiale dovrebbe essere inserito dunque in un piano di autocontrollo che riconosce come suoi punti critici i fattori predisponenti dei pazienti ricoverati, le caratteristiche dei sistemi impiantistici e la virulenza/carica infettante del microorganismo. Perciò, si potrebbe suddividere una strategia di prevenzione in differenti tipologie o fasi di intervento:

- Valutazione del rischio,
- Sorveglianza epidemiologica ambientale,
- Manutenzione degli impianti,
- Formazione del personale,
- Definizione delle responsabilità ed ambiti di intervento.

10.2.1 Obblighi di sorveglianza

Secondo il D. M. 15/12/1990, la legionellosi è una patologia soggetta a notifica obbligatoria in Classe II per i casi isolati ed in Classe IV per i casi di focolaio epidemico; mentre è sottoposta a sorveglianza in base alla Circolare del Ministero della Sanità "Sorveglianza della Legionellosi", n. 400, Prot. 2/9/5708 del 29/12/93. È necessaria la creazione di un archivio dei casi di Legionella verificatisi all'interno della struttura sanitaria, riportante il paziente, la probabile fonte di origine della contaminazione, le indagini eseguite e gli interventi posti in atto.

10.2.2 Valutazione del rischio e suoi principali fattori

L'analisi del rischio da legionellosi non dovrebbe essere svolta, come spesso purtroppo accade, solo quando viene sospettato o segnalato un caso, ma rispettando un programma prestabilito (sarebbe necessaria ogni anno), oltre che quando vengono effettuate delle modifiche agli impianti, mediante il controllo delle seguenti situazioni di rischio:

- La fonte di approvvigionamento dell'acqua all'interno dell'edificio.
- I probabili punti di contaminazione dell'acqua all'interno dell'edificio.
- Le caratteristiche di normale funzionamento dell'impianto.
- Il funzionamento in situazioni anomale, ma facilmente prevedibili (es. rotture, ecc.).
- Le prese d'aria per gli edifici (valutare se sono state poste vicino agli scarichi delle torri di raffreddamento).

In questo modo, utilizzando uno schema aggiornato degli impianti, è possibile individuare le sezioni critiche e quindi salvaguardare i ricoverati e i dipendenti dell'ospedale dal rischio di legionella.

Fra i numerosi fattori di rischio, riportati dalla letteratura scientifica e dalle normative italiane ed internazionali, considereremo qui solo i principali:

- Numero e caratteristiche dei ricoverati sensibili ad "alto" o "medio" rischio (es. immunode-

pressi, trapiantati, fumatori, diabetici, post-operati, tracheostomizzati, aerosolizzati, ecc..).

- Esistenza di reparti critici (con soggetti aventi patologie cronicodegenerative, con patologie debilitanti e/o cachettizzanti, ecc..), tra cui spiccano le terapie intensive; le ematologie; le oncologie ed i reparti in cui sono attuati i trapianti o trattamenti terapeutici immunodepressori.
- Presenza, carica infettante e tempo di esposizione alla Legionella.
- Condizioni ideali per la moltiplicazione del microrganismo:
 - Impianti in grado di formare aerosol capace di veicolare la legionella (particelle di diametro uguale od inferiore a 5 µm), tipo climatizzazione, umidificazione, respirazione assistita, balneoterapia, idromassaggi, ecc..
 - Presenza di punti critici nell'impianto: Tubature con flusso d'acqua minimo o assente; guarnizioni e dispositivi di tenuta in gomma e fibre naturali; zone di accumulo e ristagno; materiali di costruzione e loro rugosità; senescenza od obsolescenza dell'impianto; modalità di produzione dell'acqua calda e temperature di mantenimento all'utenza dell'acqua; presenza di ricircolo e/o di miscelazione acqua calda/fredda; tipologia degli eventuali trattamenti praticati all'acqua di potabilizzazione e/o di disinfezione.

Se consideriamo che i pazienti ricoverati, molto spesso, sono soggetti affetti da malattie croniche o da stati di immunodeficienza, la probabilità di poter contrarre la legionella in ospedale sembra quasi logica e se poi esaminiamo le terapie che effettuano, come per esempio inalazioni di aerosol, respirazione assistita, aspirazione da sonda nasogastrica, ecc., il rischio di una infezione ci sembra essere sempre in agguato. Alcuni autori hanno dimostrato che nelle Unità di Terapia Intensiva e midollo spinale e nelle Unità di Trapianto Renale, per prevenire l'acquisizione dell'infezione nosocomiale da legionella, è indispensabile utilizzare soltanto acqua sterile. D'altronde, attraverso uno studio caso-controllo su tre eventi di polmonite da *L. pneumophila* sviluppatasi in una clinica, è stato dimostrato che l'infezione era derivata da una contaminazione del tubo nasogastrico lavato con acqua infetta. La conclusione è che anche gli strumenti endoscopici possono essere contaminati durante una procedura di disinfezione inadeguata che non prevede l'utilizzo d'acqua sterile per il risciacquo finale.

10.3 Sorveglianza ambientale della legionellosi e nei sistemi impiantistici

Il sistema impiantistico ospedaliero riveste una notevole importanza sin dalla sua progettazione che deve prevedere tutte le possibili cause di colonizzazione e di moltiplicazione batterica. Riteniamo fondamentale quanto indicato dalle linee guida (quali?) per la prevenzione e il controllo della legionellosi che individuano, come strategie preventive, le seguenti azioni sugli impianti idrici e di climatizzazione:

- Ottenere le informazioni preliminari circa il progetto, il funzionamento e la manutenzione dell'impianto idrico e di climatizzazione.
- Evitare di installare tubazioni con tratti terminali ciechi e senza circolazione dell'acqua.
- Evitare la formazione di ristagni d'acqua.
- Progettare l'impianto in modo da avere ben separate le tubature dell'acqua calda da quelle dell'acqua fredda.
- Progettare l'impianto in modo che sia facilmente sezionabile in caso di bonifiche e sanitizzazioni
- Progettare l'impianto con punti di intercettazione per la protezione da eventi avversi e la protezione di elementi inquinanti e particolato organico.
- Prevedere idonei sistemi di pre-filtrazione e sistemi di trattamento in continuo
- Dimensionare correttamente gli accumuli e proteggere i sistemi di addolcimento

- Utilizzare terminali (bocchette, anemostati) smontabili e sanificabili.
- Prevedere l'utilizzo di filtri terminali a protezione delle aree critiche.
- Provvedere a effettuare la pulizia periodica degli impianti.
- Prendere in esame la possibilità di drenare efficacemente i fluidi usati per la pulizia.
- Utilizzare trattamenti biocidi al fine di ostacolare la crescita di alghe, protozoi ed altri microrganismi che possono costituire nutrimento per la legionella.
- Provvedere a un efficace programma di trattamento dell'acqua, capace di prevenire la corrosione e la formazione di film biologico, che potrebbe contenere anche legionelle.
- Limitare la possibilità di nicchie biologiche per i microrganismi attraverso la pulizia degli impianti, la prevenzione e la rimozione dei sedimenti dai serbatoi d'acqua calda, bacini di raffreddamento e altre misure igieniche.
- Mantenere efficienti i separatori di gocce montati a valle delle sezioni di umidificazione negli impianti di climatizzazione.
- Evitare di collocare l'isolamento termico all'interno delle condotte aerauliche, considerata la difficoltà di pulire in modo efficace l'isolamento stesso.
- Dotare (a monte ed a valle delle condotte aerauliche) gli accessori posti sui condotti (serrande, scambiatori, ecc.) di apposite aperture, di dimensioni idonee a consentire la loro pulizia, e di raccordi tali da consentirne un rapido ed agevole smontaggio e rimontaggio, assicurandosi che siano fornite accurate istruzioni per il montaggio e lo smontaggio dei componenti.
- Utilizzare materiali sufficientemente solidi per i condotti flessibili, tali da permettere la pulizia meccanica, ma tentare di evitare l'impiego di condotti flessibili non appena possibile.
- Controllare lo stato di efficienza dei filtri negli impianti di climatizzazione ed eliminare l'eventuale presenza di gocce d'acqua sulle loro superfici.
- Controllare, ove possibile, la temperatura dell'acqua in modo da evitare l'intervallo critico per la proliferazione dei microrganismi.
- Programmare le visite ispettive sull'impianto idrico al fine di verificare possibili stagnazioni d'acqua, intersezioni tra sistemi di acqua potabile e industriale, effettuare misurazioni delle temperature di accumulo e di mandata dell'acqua calda a uso sanitario.
- Programmare le visite ispettive sull'impianto di climatizzazione al fine di esaminare lo stato degli umidificatori, delle torri evaporative, l'ubicazione delle prese di aria esterna e lo stato delle canalizzazioni (con cui l'acqua di rete, impropriamente, entra in contatto. Sarebbe, infatti, utile iniziare a differenziare i sistemi impiantistici dell'acqua di rete destinata al consumo umano, con quegli impianti che servono strumenti ed apparecchiature e che possono essere alimentati con acqua industriale, in modo da eliminare la possibilità di cross-contaminazioni).
- Controllare il programma di manutenzione.

Ci sono, per quanto riguarda gli impianti di climatizzazione, anche altri accorgimenti da prendere in considerazione per quanto riguarda la tipologia dei silenziatori da utilizzare e la loro distanza dagli umidificatori; le prese d'aria esterna, poste su pareti verticali non protette, che devono avere una dimensione per una velocità che non superi i 2 m/s e che devono essere protette dalle infiltrazioni d'acqua e dalle varie sorgenti inquinanti; i filtri che dovrebbero essere, rispettivamente a monte e a valle delle unità di trattamento dell'aria, di classe Eurovent EU7 ed EU8/9, mentre sui sistemi di ripresa di classe EU7; e le batterie di scambio termico che devono essere pulite frequentemente e accuratamente.

Le misure di prevenzione da adottare per gli impianti di condizionamento dell'aria, al fine di impedire che una loro contaminazione si ripercuota sull'intero impianto idrico con cui entrano in connessione impropria, consistono:

- nell'evitare, nella fase progettuale delle torri di raffreddamento e nel posizionamento delle prese d'aria degli impianti di condizionamento, che l'aria di scarico proveniente dalle torri e dai condensatori evaporativi entri all'interno dell'ospedale;
- nel mantenere efficienti i separatori di gocce sulle torri di raffreddamento e sui condensatori evaporativi;
- nel non utilizzare umidificatori adiabatici con vasca di condensa;
- nel mantenere sempre asciutti i filtri per l'aria esterna;
- nel pulire o sostituire i filtri secondo le indicazioni fornite dal costruttore.

Fondamentale però ci sembra la necessità di istituire, sia per gli impianti idrici che per quelli di climatizzazione, un registro per la documentazione degli interventi di manutenzione, sia ordinari che straordinari, che devono essere approvati e firmati dai responsabili.

10.4 Misure di prevenzione per la riduzione del rischio

La prevenzione della legionellosi consiste nell'individuare e intervenire sui fattori ambientali o clinici che la determinano, ma sarebbe opportuno, soprattutto in ambito ospedaliero, bloccare la successione degli eventi il prima possibile e quindi spezzare la "catena di trasmissione" quando il microrganismo si trova ancora in ambiente (Fig. 1).

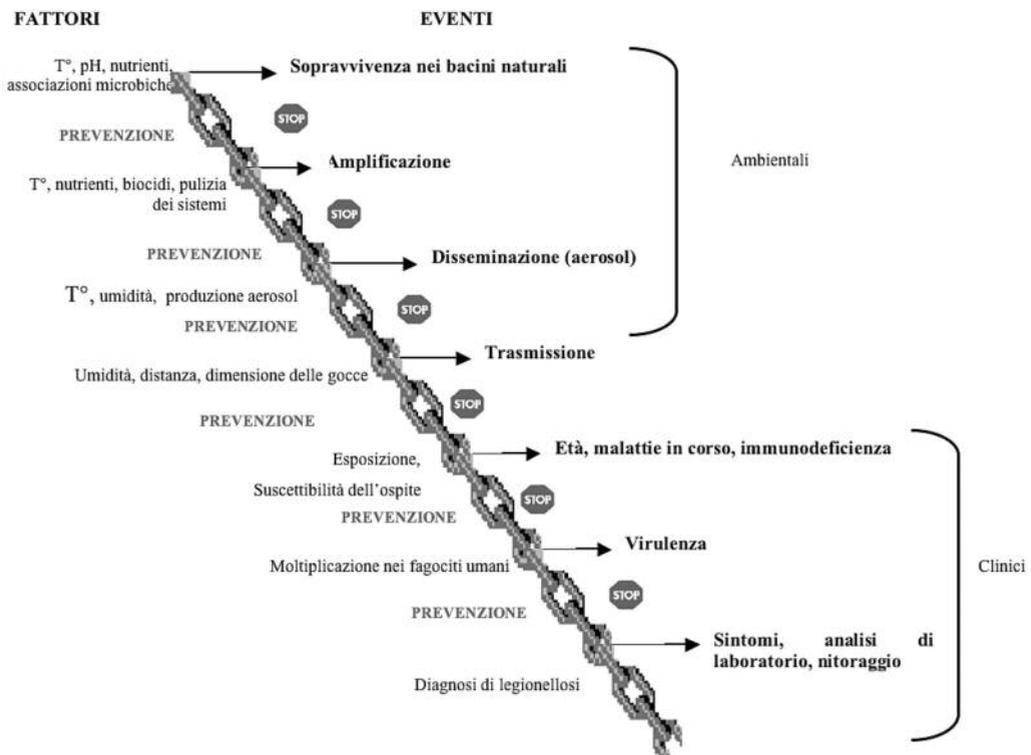


Figura 1. Rappresentazione della catena di trasmissione della legionellosi ed i punti dove deve essere "spezzata" (modificato dalle Linee Guida ASHRAE 2000).

Alcuni autori considerano indispensabile l'utilizzo di un programma di prevenzione primaria che contempli una sorveglianza ambientale per legionella soprattutto nei reparti in cui vengono ricoverati i malati immunodepressi. In un ospedale, sarebbe opportuno, che i responsabili (direzione sanitaria, ufficio tecnico, ecc.) individuassero un esperto, Risk Manager addetto a identificare e valutare il rischio potenziale di infezione, nonché a garantire l'attuazione delle seguenti misure di controllo ambientale:

- L'acqua calda deve essere mantenuta ad una temperatura $>$ di 50°C all'erogazione. Anche se, sul grado di temperatura da mantenere, esistono opinioni divergenti fra le diverse indicazioni date dagli organi competenti; come meglio indicato nella tabella 9.
- L'acqua fredda deve essere mantenuta costantemente a una temperatura inferiore a 20°C .
- L'acqua (sia calda che fredda) deve scorrere dai rubinetti e dalle docce delle camere di degenza non occupate, per alcuni minuti, almeno una volta a settimana e comunque sempre prima che vengano occupate.
- Le docce, i diffusori delle docce e i rompigitto dei rubinetti devono essere mantenuti puliti e privi di incrostazioni e, se necessario, devono essere prontamente sostituiti.
- Le torri di raffreddamento e i condensatori evaporativi delle unità di condizionamento dell'aria dovrebbero essere pulite e disinfettate regolarmente con un minimo di due volte l'anno.
- I serbatoi di accumulo dell'acqua calda devono essere svuotati, disincrostatati e disinfettati almeno una volta l'anno e il loro funzionamento deve essere ripristinato solo dopo accurato lavaggio.
- Il circuito d'acqua calda deve essere disinfettato con alta concentrazione di cloro (cloro residuo libero pari a 50 ppm per un'ora o 20 ppm per due ore) o con altri metodi di definita efficacia dopo interventi sugli scambiatori di calore.
- Tutti i filtri (rompigitto) dell'acqua vanno puliti e disinfettati in modo regolare ogni 1-3 mesi.
- I serbatoi dell'acqua, le torri di raffreddamento e le tubature visibili vanno ispezionati, accertandosi che le coperture siano intatte e correttamente posizionate, ogni mese.
- I serbatoi dell'acqua fredda devono essere ispezionati all'interno per rimuovere la sporcizia, qualora ci fosse, e disinfettati, con un minimo di una volta l'anno, utilizzando 50mg/l di cloro per un'ora. Tale intervento deve essere chiaramente intrapreso ogni volta che vengono effettuati dei lavori o in seguito a una possibile introduzione di acqua non potabile.
- Le modifiche fatte sugli impianti o le installazioni nuove non devono determinare dei bracci morti o tubature con flusso dell'acqua assente o intermittente.
- I trattamenti di bonifica, quando vengono effettuati, devono interessare anche i bracci morti costituiti dalle tubazioni di spurgo o prelievo, le valvole di sovrappressione ed i rubinetti di bypass presenti sugli impianti.
- Per le attrezzature che generano aerosol (umidificatori, sonde nasogastriche, drenaggi, ecc.) è indicato utilizzare sempre acqua sterile da sostituire giornalmente (mai rabboccarla!).
- I componenti delle attrezzature per l'assistenza respiratoria devono essere monouso sterili o comunque vanno decontaminati idoneamente dopo l'uso.
- Gli impianti di condizionamento dell'aria devono essere regolarmente puliti e disinfettati prestando particolare attenzione alla loro manutenzione; soprattutto in riferimento alla scelta e sostituzione dei filtri.
- Utilizzo di filtri terminali di comprovata efficacia e caratterizzati quali Dispositivi di Protezione Collettiva per la prevenzione dell'infezione nelle aree a maggior rischio o maggiore esposizione o quando il rischio non è prontamente riconducibile a livelli accettabili.

10.5 Monitoraggio dell'acqua per la ricerca di Legionella

In ospedale il campionamento dell'acqua per la ricerca di legionella deve essere effettuato in modo *periodico* nei reparti ad alto rischio e *occasionalmente* quando si riscontra un potenziale rischio o in presenza di uno o più casi. Il monitoraggio, per avere una sua validità statistica, deve comprendere un numero di siti che sia rappresentativo di tutto l'impianto idrico e comunque non inferiore a sei per piano e venti in totale.

10.5.1 Siti e modalità di campionamento

La ricerca di Legionella nell'acqua ospedaliera va eseguita prima di tutto effettuando un'analisi costante e in più punti della temperatura dell'acqua e della concentrazione di cloro residuo libero, in modo da tenere sotto controllo i due indicatori più significativi per l'esecuzione di uno screening di massima dello stato dell'acqua (Tab. 9 in allegato). Le modalità, i punti e la frequenza di prelievo dovrebbero essere correlati all'entità ed alla struttura dell'impianto, e indicati da un Risk Manager dopo una valutazione delle condizioni dell'impianto idrico nel suo complesso. Lo stesso Risk Manager (in staff e di concerto con la Direzione Sanitaria, il Servizio di Igiene Ospedaliera, il Servizio di Prevenzione e Protezione ed il Comitato per la Lotta alle Infezioni Ospedaliere) può, in base a questi risultati, monitorare i parametri chimico-fisico-microbiologici indicati nel D. Lgs. 31 del 2/2/2001 che andranno ricercati nell'acqua, anche in questo caso, nei maggiori punti critici e con una periodicità che si riterrà opportuna sulla base dello storico e degli standard di riferimento. **La ricerca della Legionella dovrà essere eseguita per punti di prelievo e per frequenza sulle risultanze della valutazione del rischio dell'impianto idrico conformemente anche al disposto del D.Lgs 81/2008 per quanto riguarda l'esposizione ad agenti biologici.**

Nel caso in cui sia rilevata nei prelievi la presenza di Legionella, ovvero si verifichino episodi isolati o cluster di legionellosi, si dovranno eseguire prelievi di acqua in forma seriata, badando bene ad effettuare la ricerca non solo di Legionella spp ma anche di Legionella pneumophila e successiva tipizzazione e di altri patogeni particolarmente pericolosi quali lo *Pseudomonas* spp. In occasione di un episodio di legionellosi sarà sempre bene ricorrere a metodiche biomolecolari per permettere di ricostruire la relazione epidemiologica tra il ceppo ambientale eventualmente rilevato e il ceppo clinico isolato dal paziente, non esistendo sempre una relazione causa effetto tra i ceppi rilevati in ospedale e il verificarsi di un'infezione nosocomiale (spesso si è potuto isolare il ceppo clinico dall'ambiente domestico del paziente, sebbene si sia rilevata Legionella anche nel nosocomio dove apparentemente si era sviluppata la patologia nel soggetto) (Tab. 10 e 11).

Il prelievo per Legionella dovrà essere, ancora attualmente in attesa di nuove Linee Guida, effettuato secondo le modalità e le metodiche descritte nell'allegato 2 e 3 del "Documento di Linee Guida per la prevenzione ed il controllo della legionellosi" della Conferenza permanente per i rapporti tra lo stato, le regioni e le province autonome di Trento e Bolzano (anno 2000). Le analisi dovranno essere effettuate da laboratori rispondenti ai requisiti stabiliti dalle Linee Guida recanti "Indicazioni ai laboratori con attività di diagnosi microbiologica e controllo ambientale della legionellosi" (anno 2005) (Tab. 12). I maggiori punti critici possono, comunque, essere estrinsecati dalla poderosa letteratura scientifica in merito, ed un elenco è quello di seguito indicato:

- Nel punto d'entrata della condotta idrica in ospedale.
- Nel serbatoio dell'acqua di riserva o di pressione (possibilmente dalla base).
- Nel punto più distale dal serbatoio.
- Nella rete dell'acqua calda e in modo particolare nei seguenti siti

- Base del serbatoio dell'acqua calda vicino alle valvole di scarico.
- Ricircolo dell'acqua calda.
- Almeno sei punti di erogazione lontani dal serbatoio dell'acqua calda preferendo le docce ed i rubinetti.

10.5.2 Interpretazione dei risultati del monitoraggio

Il monitoraggio, dell'acqua ospedaliera per legionellosi, è rappresentato attraverso il diagramma di flusso in figura 2.

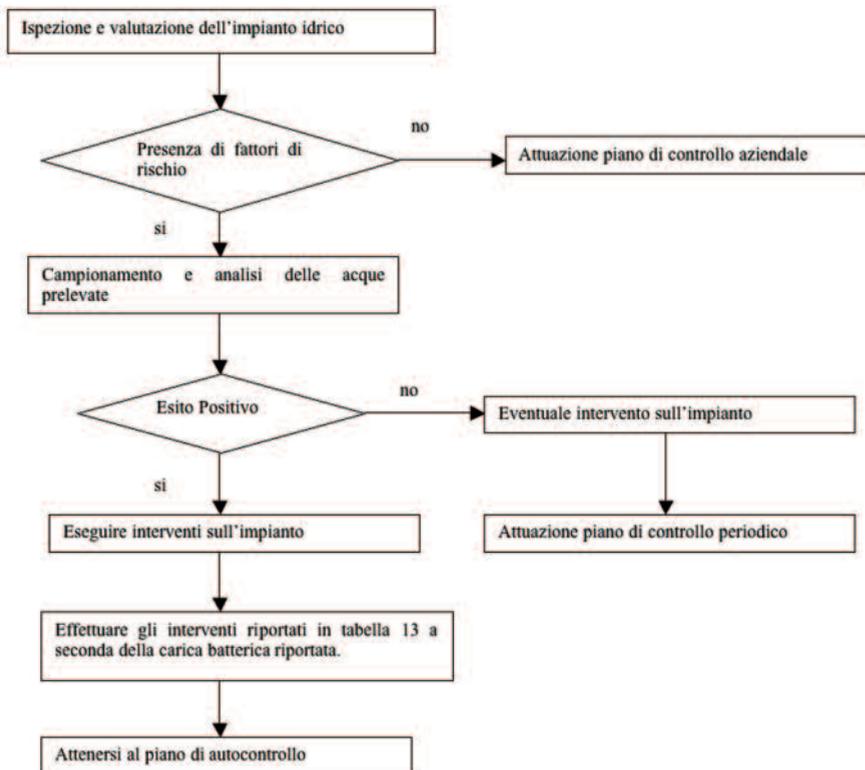


Figura 2- Diagramma dell'analisi del rischio

Se l'esame microbiologico ha un esito negativo, l'esame va ripetuto a intervalli stabiliti in base ai risultati dell'analisi del rischio. In tale caso quindi è indispensabile che la struttura ospedaliera possieda un proprio piano di autocontrollo nel quale siano ben definiti tutti gli interventi necessari a eliminare i potenziali fattori di rischio dall'impianto e tutte le procedure di controllo. Si ritiene opportuno che sia, nel caso in cui venga aperta o ristrutturata una unità operativa, eseguito il campionamento dell'acqua, in una prima fase a tempo 0, e sia ripetuto mensilmente per almeno sei mesi.

Se invece l'esame microbiologico ha un esito positivo, in seguito a un'accurata valutazione del singolo impianto, del sistema idrico e dell'ambiente, si debbono attuare le possibili metodiche di bonifica attualmente esistenti (Tab. 13).

10.6 Metodiche per la prevenzione e controllo della contaminazione delle reti idriche da Legionella

Negli ospedali la lotta alla contaminazione da legionellosi nelle reti idriche inizia con un'adeguata progettazione e realizzazione degli impianti e prosegue con la scelta e l'utilizzo della metodica più adeguata al trattamento, dovendo talora considerare l'adozione contemporanea di più metodi (fatto salvo che non siano incompatibili tra loro). La maggiore difficoltà, nella scelta di un metodo di prevenzione/bonifica sta spesso nella vetustà dell'impianto. Infatti, le condizioni strutturali dell'impianto, la sua tipologia, i materiali che lo compongono e gli aspetti assistenziali-sanitari all'utenza (è spesso difficile permettere l'adozione di alcune metodiche di bonifica efficaci, ma potenzialmente rischiose per gli utenti in alcuni reparti: si immagini il far giungere acqua calda, oltre i 60°C, ai rubinetti in reparti di geriatria, psichiatria, pediatria, ecc..) possono, in molti casi, impedire l'adozione delle migliori tecniche di prevenzione/bonifica. Alcuni materiali non sopportano un'azione ossidativa spinta quale quella del cloro o altri disinfettanti a elevata concentrazione, determinandosi la rottura delle tubature, la fessurazione con rilascio di materiali, ecc.. Potrebbe essere impossibile garantire il raggiungimento in ogni parte dell'impianto di una temperatura efficace a ottenere l'effetto termico sulla Legionella in quanto i sistemi di riscaldamento dell'acqua e la coibentazione delle condotte non permettono il raggiungimento e il mantenimento della temperatura efficace. La sopravvalutazione delle potenzialità termiche dell'impianto da parte dei Servizi Tecnici, ha comportato spesso l'ipotesi di eradicazione della Legionella dall'impianto idrico mentre, in realtà, nei punti in cui la temperatura (o anche la concentrazione di cloro) non era stata raggiunta ai livelli previsti, si sono create delle "sacche" di sopravvivenza della Legionella con ricolonizzazione successiva a breve termine di tutto l'impianto, facendo ipotizzare l'inefficacia di questo metodo.

Le principali tecniche utilizzate attualmente sono:

- **Trattamento Termico.** La letteratura scientifica ha chiaramente indicato che, negli ospedali, gli impianti di acqua calda vengono meno frequentemente colonizzati da legionella se mantenuti a una temperatura superiore ai 50-55°. Una temperatura superiore a 60°C inattiverebbe la Legionella in modo proporzionale al tempo di esposizione. Gli interventi possono essere effettuati mediante:

Shock termico: consiste nell'aumentare la temperatura dell'acqua calda a 70°C-80°C continuamente per tre giorni e farla scorrere, attraverso i rubinetti, ogni giorno per trenta minuti. Tale metodica deve essere eseguita solo dopo aver svuotato, pulito e decontaminato con cloro (100 mg/L per 12-14 ore) i serbatoi dell'acqua calda. Mentre viene eseguito lo shock termico è indispensabile, come garanzia della procedura, verificare che la temperatura dell'acqua nei punti distali raggiunga o superi i 60°C. I prelievi dell'acqua e dei sedimenti, seguiti dal controllo microbiologico, debbono essere effettuati nei punti distali dell'impianto al termine della procedura. Dopo la bonifica il controllo microbiologico deve essere ripetuto periodicamente seguendo una precisa cadenza: immediatamente dopo la bonifica, se il risultato è negativo dopo 15-30 giorni, se negativo dopo tre mesi e se ancora negativo, periodicamente, ogni sei mesi. Il vantaggio di questa metodica, soprattutto in caso di cluster epidemico, consiste nel fatto che non necessita di particolari attrezzature e quindi può essere effettuata immediatamente. Tra gli svantaggi riscontriamo la durata, il personale da impiegare, l'installazione delle sonde distali e il tempo di scorrimento dell'acqua, e l'incertezza relativa alla possibilità che l'impianto permetta il raggiungimento e il mantenimento di una temperatura dell'acqua efficace. Inoltre questa disinfezione, pur essendo sistematica, riguarda un tempo limitato mentre la ricolonizzazione dell'impianto

idrico può verificarsi, se la temperatura dell'acqua circolante ritorna al di sotto di 50°C, in un periodo di tempo che può variare da alcuni giorni a settimane o ad alcuni mesi dopo lo shock termico, rendendo necessariamente "continua" questa procedura e incerto l'effetto residuo nel tempo.

Mantenimento costante della temperatura tra 55-60°C all'interno della rete e a monte della miscelazione con acqua fredda: questa procedura è molto efficace, ma gli elevati consumi di energia ne fanno aumentare i costi rendendola di dubbio utilizzo. Se poi si va a valutare la tipologia di utenti (malati), a cui è destinata l'acqua, bisogna che venga anche considerata la sicurezza di tale metodo.

In caso di impianti a doppia regolazione (termostato regolato a 55-60°C per la temperatura di accumulo e miscelatore per regolare la temperatura di distribuzione dell'acqua calda a 42-44°C), la Legionella non dovrebbe svilupparsi nei bollitori, ma soltanto nelle reti di distribuzione e ricircolo, per cui al fine di ottenere la disinfezione termica di questi impianti si può:

- By-passare il miscelatore con una valvola elettrica a due vie asservita ad un orologio programmatore;
- Fissare a 60°C attraverso il termostato la temperatura di produzione dell'acqua calda;
- Mandare in temperatura la valvola di by-pass per mezz'ora nel periodo notturno (considerato a minor consumo d'acqua) facendo circolare acqua a 60°.

Nel caso di impianti con produzione e distribuzione dell'acqua a 45°C-48°C, la regolazione è lasciata ai singoli rubinetti e, in questo caso, la Legionella potrebbe colonizzare sia i bollitori, sia le reti di distribuzione e di ricircolo. In questa tipologia di impianti, la disinfezione termica può essere non agevole od inefficace per differenti motivi:

- Possono essere utilizzati solo sistemi di regolazione a punto fisso con almeno due livelli: quello di esercizio (45°C-48°C) e quello di disinfezione (60°C);
- È difficile tenere sotto controllo i tempi di disinfezione, poiché deve essere elevata la temperatura sia dei bollitori che delle reti di distribuzione;
- Anche dopo la disinfezione, si deve distribuire acqua molto calda non essendoci regolatori di temperatura a valle dei bollitori.

• *Clorazione.* È necessario considerare, prima di utilizzare tale metodica, che la concentrazione del cloro segue due variabili: le caratteristiche organolettiche dell'acqua e quelle strutturali dell'impianto. Inoltre il pH influenza l'azione biocida del cloro; infatti a un valore superiore a 7 si viene a determinare una rapida riduzione di tale capacità. La concentrazione di cloro, necessaria per inattivare e sopprimere la legionella pneumophila, deve rimanere costantemente superiore a 3 mg/L. In caso si dovesse invece effettuare una bonifica si può ricorrere all'iperclorazione shock e all'iperclorazione continua che consistono nell'aumentare il cloro residuo nell'acqua e possibilmente nel favorire un aumento della formazione di sottoprodotti (BPD). Per utilizzare la concentrazione più bassa di cloro i valori del pH devono essere mantenuti tra 6 e 7. Il monitoraggio e le analisi (batteriologicala, del cloro residuo e dei depositi della rete idrica) devono essere effettuati da personale qualificato non solo per l'affidabilità dei risultati, ma soprattutto per la sicurezza del personale e dei malati.

Iperclorazione shock: questa procedura viene effettuata solo se l'acqua ha una temperatura inferiore a 30° e consiste nel fare innalzare, mediante un'unica introduzione, il cloro residuo libero dell'intero impianto, compresi i punti distali, ad una concentrazione di 20-50 mg/L. Se la concentrazione del cloro raggiunge i 20 mg/L, viene lasciato a contatto con l'acqua e le tubature per 2 ore, se invece è di 50 mg/L il tempo di contatto può essere solo di 1 ora. Successivamente viene espulsa l'acqua presente e viene immessa, facendola scorrere lungo

tutto l'impianto, dell'altra acqua fino a quando la concentrazione del cloro non arriva a 0.5-1 mg/L.

Iperclorazione continua: il cloro (in genere viene utilizzato l'ipoclorito di calcio o l'ipoclorito di sodio) viene aggiunto in modo continuo nell'acqua fino a determinare una variazione del livello residuo, correlato alla qualità dell'acqua, al flusso ed alla decontaminazione dai biofilm, ma che comunque deve essere tenuto ad un valore compreso tra 1 e 3 mg/L. Chiaramente il cloro non è in grado di inattivare la legionella in quei punti dell'impianto che presentano aree di ristagno o ricircoli. Mediante questa procedura si riesce a mantenere una disinfezione in tutto il sistema di distribuzione dell'acqua e quindi a ridurre al minimo il rischio di colonizzazione da legionella nei punti distali, che sono sicuramente i più critici. Purtroppo però il cloro è corrosivo, quindi le tubature possono essere facilmente danneggiate, e la quantità necessaria di cloro residuo non rientra negli attuali standard dell'acqua potabile, né come disinfettante residuo, né come presenza di sottoprodotti.

- *Biossido di Cloro*. Questo metodo è ad oggi considerato tra i metodi più efficaci nei confronti della Legionella a patto che il sistema di dosaggio, di controllo, di flussaggio e di manutenzione del sistema idrico in toto consenta un corretto monitoraggio delle concentrazioni in circolo e la sanitizzazione costante anche dei punti più distali. Il biossido di cloro ha il vantaggio di non essere volatile ad alte temperature come il cloro ed è maggiormente attivo nei confronti del biofilm. Le concentrazioni proposte in letteratura variano da 0,1 a 1 mg/L a seconda dei settori di utilizzo sull'impianto idrico (serbatoi, tubazioni, ecc..) e dei materiali su cui deve agire (è maggiormente efficace sulla gomma rispetto all'HDPE, mentre potrebbe essere corrosivo sul rame).

- *Lampade a Raggi Ultravioletti*. Questo metodo di disinfezione sfrutta la capacità, posseduta dalla luce ultravioletta (254 nm), di ostacolare la replicazione dei batteri facilitando la produzione dei dimeri di timina nel loro DNA. Sarebbe, comunque, sempre opportuno, per un più sicuro controllo delle legionelle presenti nell'impianto, di far precedere a questa metodica lo shock termico o la clorazione, combinando i due metodi. L'applicazione della luce ultravioletta, per avere la sua massima efficacia, deve avvenire il più vicino possibile al punto di impiego, in quanto manca di un effetto residuo dopo l'applicazione, e non agirebbe quindi sulle "nicchie ecologiche" della Legionella (spesso in punti distali rispetto alla zona di disinfezione). Il meccanismo di funzionamento è semplice: le lampade di mercurio a bassa intensità producono la luce ultravioletta che va a disinfettare l'acqua che scorre in una parte della camera idraulica. Chiaramente questo trattamento risulta più efficace se applicato a piccoli spazi (singola unità operativa). Purtroppo però non garantisce, come detto, una protezione residua nei punti distali e può essere utilizzato solo per un flusso d'acqua che abbia uno spessore di pochi centimetri (in genere fino a 3 cm) e che sia assolutamente trasparente (non torbida).

- *Pre-Filtrazione*. I sistemi di Pre-Filtrazione particolarmente utili ed indicati per le nuove costruzioni o in caso di ristrutturazioni, servono per proteggere e preservare l'impianto da contaminazioni indesiderate e dall'accumulo di materiale organico e inorganico all'interno degli accumuli e delle condotte di distribuzione. I sistemi di pre-filtrazione che naturalmente devono essere opportunamente dimensionati per portate, temperature, pressioni di utilizzo e granulometria di filtrazione sono un'utile barriera alla colonizzazione o ricolonizzazione dell'impianto a seguito di una bonifica. La pre-filtrazione o filtrazione all'impianto ampiamente utilizzata in ambito industriale e farmaceutico trova in ospedale una buona sinergia con sistemi di trattamento in continuo (in questo caso per le strutture pre-esistenti) in quanto i sistemi filtranti, se posizionati in punti strategici dell'impianto consentono di mantenere "puli-

ta" l'acqua in circolo e catalizzare i residui di biofilm e materiale che si dovesse staccare dall'impianto ed evitare così possibili ricolonizzazioni o aumento indesiderato della torbidità ai punti di uscita e di utilizzo dell'acqua sanitaria.

- *Ionizzazione Rame/Argento.* Il rame e l'argento agiscono sulla parete cellulare dei microrganismi determinando la distorsione della permeabilità e la denaturazione proteica, quindi lisi e morte delle cellule. Il rame e l'argento sono generati elettroliticamente e la concentrazione che gli ioni di questi metalli raggiungono, nell'acqua, dipende dalla potenza applicata agli elettrodi che li hanno generati. La dose d'attacco, per la prevenzione della legionellosi in ospedale, corrisponderebbe secondo alcuni autori a 0.02-0.08 mg/L per l'argento e 0.2-0.8 mg/L per il rame. I vantaggi nell'utilizzo di questa tecnica risiedono nella facile applicabilità, nell'indipendenza dai valori della temperatura dell'acqua e soprattutto nella capacità di mantenere l'effetto biocida per alcune settimane, grazie all'accumulo del rame nel biofilm, riducendo la possibilità di una ricolonizzazione. Purtroppo questa tecnica non può essere adottata nelle reti idriche in zinco e ferro zincato, data la capacità di questo metallo di inattivare gli ioni argento. Inoltre, in considerazione delle fluttuazioni di concentrazione dei due metalli, è indispensabile eseguire dei controlli sistematici per evitare che siano raggiunte le concentrazioni massime del rame e dell'argento ammesse nell'acqua destinata al consumo umano. Si consideri poi l'estrema sensibilità del metodo alle variazioni del pH dell'acqua. Tra gli svantaggi bisogna citare anche alcuni studi in cui i ricercatori, nel valutare l'efficacia singola o combinata dell'ozonizzazione, della ionizzazione rame/argento e dell'innalzamento della temperatura, per il controllo della legionellosi nella rete idrica di un ospedale, hanno riscontrato che nessuna delle metodiche riusciva a ridurre con efficacia e/o durevolmente il numero dei siti contaminati da *Legionella* spp.

- *Perossido di Idrogeno ed Argento.* Il perossido di idrogeno (l'acqua ossigenata) e l'argento, miscelati in una soluzione stabile, riescono insieme a incrementare l'effetto battericida che entrambi possiedono singolarmente. Questa tecnica, essendo molto recente, non è stata ancora validata da un sufficiente numero di conferme sperimentali.

- *Acido Peracetico.* Alcuni autori hanno dimostrato che l'acido peracetico può essere utile ed efficace se impiegato in situazioni di emergenza, ma come tutti i trattamenti shock non è in grado di offrire una protezione continuativa e va utilizzato con una certa periodicità nell'impianto. Utile se abbinato ad altre tecniche di mantenimento e/o trattamento.

- *Filtrazione ai punti d'uso terminali.* La tecnica della filtrazione si basa sull'impiego di filtri dotati di membrana con pori di diametro inferiore a 0,2 µm (atti ad ostacolare il passaggio fisico della *Legionella*) da applicare direttamente ai punti d'uso maggiormente a rischio: soffioni o diffusori delle docce, rubinetti, ecc.. che possono essere sorgenti di contaminazione. I vantaggi che offrono i filtri sono molti: facilità di impiego; immediato utilizzo per porre in sicurezza l'utenza terminale in reparti ad alto rischio; indifferenza nell'utilizzo alla tipologia della rete di distribuzione dell'acqua e al tipo di correttivo accessorio posto in atto; efficacia sia su acqua calda che fredda; utilizzo dei filtri se idoneamente certificati non solo dal produttore ma anche da Ente Notificato Esterno e se opportunamente validati e di comprovata efficacia, quale atto certificatorio medico-legale degli interventi posti in atto per ridurre o eliminare il rischio *Legionella* in ospedale. I filtri per contro necessitano di una costante e attenta gestione-manutenzione-sostituzione anche se le più moderne tipologie di prodotti esistenti sul mercato consentono una gestione di tali dispositivi a un mese di utilizzo e in particolari circostanze anche a due mesi consentendo un notevole risparmio nella gestione.

10.7 Formazione del Personale

La formazione del personale sul rischio Legionella (così come per ogni altro agente infettivo nosocomiale) dovrebbe essere rivolta sia al personale sanitario sia a quello tecnico. Obiettivo della formazione dovrebbe essere una corretta informazione sui fattori di rischio predisponenti alla contaminazione e proliferazione di Legionella; attuazione delle capacità di riconoscimento dei casi di Legionella (un protocollo di rilevazione della prevalenza/incidenza dei casi dovrebbe essere fondamentale); gestione della valutazione del rischio (ispezioni, prelievi, analisi del rischio, ecc.), della manutenzione e degli interventi di sanificazione e bonifica.

10.8 Aspetti organizzativo-gestionali della legionellosi ospedaliera

Un caso di legionellosi nosocomiale va sicuramente prima confermato, mediante anche isolamento colturale e identificazione precisa del microrganismo, e successivamente notificato alle autorità sanitarie. Ma rientra nelle competenze dell'ospedale effettuare anche delle indagini epidemiologiche e ambientali molto accurate che siano in grado di analizzare le modalità che hanno determinato l'insorgere di tale evento e, soprattutto, le misure necessarie a evitare il diffondersi dell'infezione all'interno del singolo dipartimento o di tutta l'azienda ospedaliera. Quindi deve essere tempestivamente informato e coinvolto anche tutto il personale sanitario al fine di poter attivare una sorveglianza attiva per l'individuazione di possibili ulteriori nuovi casi (Tab. 10 e 11). Nella prima fase dell'indagine è basilare eseguire una ricognizione di tutti i locali frequentati dal paziente affetto, senza escludere i possibili trattamenti terapeutici a rischio che avrebbe potuto aver effettuato, per identificare l'origine dell'esposizione. Successivamente va implementato un protocollo che sia in grado di identificare la presenza di legionella in tutti i nuovi casi di polmonite nosocomiale; può essere eseguito uno studio retrospettivo dei titoli anticorpali sui sieri conservati o la ricerca dell'antigene urinario nei malati recenti. A questo punto è possibile eseguire una relazione della distribuzione, nel tempo e nello spazio, dei casi di legionellosi confermati, di quelli possibili e presumibilmente anche di quelli dubbi, ma saranno anche descritti i trattamenti a rischio effettuati e quale acqua sia stata impiegata. Non deve essere però trascurata la ricerca di possibili esposizioni comuni. La riproduzione della situazione, mediante un grafico, permetterà di avere un'immediata stima dell'andamento della curva epidemica. Dunque è possibile ipotizzare l'origine dell'infezione e procedere con le indagini ambientali (mirate) basandosi proprio su quanto emerso nello studio descrittivo (senza disperdersi in analisi a tappeto per lo più inutili e scarsamente predittive). Deve essere effettuato un monitoraggio dell'acqua, che sia in grado di assicurare la presenza o l'assenza dell'infezione in ospedale con un numero variabile dei campioni d'acqua da prelevare, in rapporto alla grandezza dell'impianto, mediante il coinvolgimento del responsabile nominato nel piano di autocontrollo aziendale e/o del tecnico che gestisce gli impianti. La determinazione della presenza di Legionella spp e sottogruppi, eventualmente presente nell'impianto, deve essere rigorosamente svolta da un laboratorio regionale di riferimento che sia in grado di garantire l'affidabilità della tecnica di ricerca utilizzata (Tab. 12 in allegato). I risultati del campionamento permettono non solo di indicare se la contaminazione dell'impianto idrico è localizzata o sistemica e quali punti sono a maggior rischio, ma anche di eseguire il confronto con i ceppi di legionella isolati dai malati; la tipizzazione e il confronto deve essere sempre effettuato dal laboratorio di riferimento. Qualora sia difficile determinare l'origine dell'epidemia bisogna effettuare un'indagine di tipo caso-controllo. Le misure da avviare in caso di infezione nosocomiale si diversificano a seconda della presenza e della concentrazione di legionella e della tipologia e numero

di casi accertati (Tab. 13 in allegato). Comunque la disinfezione della rete idrica, con la scelta della metodica più adeguata al caso, non rappresenta l'unico intervento da intraprendere ma, oltre alla decalcificazione degli elementi meno usurati con una soluzione acida (ac. sulfamico, aceto bianco, ecc.) e disinfezione con soluzione contenente almeno 50 mg di cloro libero per litro di acqua fredda per almeno 30 minuti, si debbono sostituire tutti i giunti, i filtri dei rubinetti, i diffusori delle docce, i flessibili delle docce usurati (possibilmente sostituendoli con tubi rigidi continui) e ogni elemento che presenti forme di discontinuità, che possono divenire un terreno di colonizzazione e crescita della Legionella.

Dopo la bonifica devono inevitabilmente essere effettuati i controlli ambientali per la valutazione di efficacia degli interventi di bonifica stessa e successivamente deve essere rispettato quanto stabilito nel sistema di autocontrollo. Se l'infezione è associata agli impianti di condizionamento dell'aria è necessario bloccarli, pulirli, disinfettarli e programmare una efficace procedura di manutenzione o, se necessario, cambiarli prestando particolare attenzione alla scelta dei filtri; devono inoltre essere modificati i sistemi di umidificazione dell'ambiente.

Inoltre, qualora si verifichi un cluster di casi, gli interventi "in emergenza" devono essere:

- Intraprendere delle azioni di controllo, tempestivamente, appena termina la raccolta dei campioni di acqua.
- Disattivare immediatamente tutte le attrezzature non essenziali.
- Bonificare l'ambientale con successiva verifica della sua efficacia, qualora gli accertamenti fossero di esito positivo.

Mentre, qualora si verifichi un caso singolo, gli interventi "in urgenza" devono essere:

- Bonificare l'ambientale con successiva verifica della sua efficacia, qualora gli accertamenti fossero di esito positivo.

10.8.1 Le responsabilità e il controllo del rischio Legionella

La responsabilità primaria della corretta gestione del rischio Legionella è sempre del Direttore Generale (quale responsabile della struttura e quale datore di lavoro) che può formare (o delegare a formare) uno staff di gestione di possono far parte:

- la Direzione Sanitaria ed il Servizio di Igiene Ospedaliera;
- il Responsabile del Risk Management;
- il Servizio Tecnico;
- il Comitato per la Lotta alle Infezioni Ospedaliere (CIO);
- Il responsabile servizio prevenzione e protezione RSPP.

I passi che dovrebbero essere ottemperati sono:

- definizione di un piano programmatico per la lotta alla Legionella in ospedale con identificazione di indicatori di efficienza, efficacia e qualità della strategia gestionale
- determinazione di un piano di rilevazione dei fattori di rischio e dei casi clinici con relativo archivio informatico
- determinazione di un programma di manutenzione e intervento sugli impianti idrici e di climatizzazione
- determinazione periodica del livello di contaminazione degli impianti da Legionella
- determinazione di un piano di sanificazione/bonifica e di controlli successivi di efficacia degli interventi
- valutazione degli indicatori di efficienza, efficacia e qualità della strategia gestionale

In conclusione, è fondamentale che in ogni ospedale venga adottato un sistema di controllo per l'infezione da legionella che si basi sulla sorveglianza ambientale e clinica, ma che includa anche la manutenzione del sistema idrico e la formazione del personale, secondo un pro-

gramma di autocontrollo dell'impianto idrico gestito da un Risk Manager responsabile ed adeguatamente formato in merito.

11 - ASPETTI LEGISLATIVI E NORMATIVI SULLE ACQUE

Dal punto di vista normativo, sia nazionale che comunitario, si sta cercando, negli ultimi anni, di supplire all'esigenza sempre più imponente, soprattutto per l'arrivo dei patogeni emergenti, di regolamentare la gestione dell'acqua, erogata dagli ospedali, in modo più specifico ed appropriato in considerazione del fatto che una struttura sanitaria deve, proprio per la funzione che riveste, garantire la sicurezza di tutte le tipologie di acque che utilizza (acqua per emodialisi, acqua sanitaria, acqua per irrigazioni, ecc.).

Un indirizzo particolarmente utile e importante sui parametri target da rispettare e le azioni da intraprendere è riportato nelle più recenti Linee Guida Regionali in materia e soprattutto dagli obblighi dettati dal D.Lgs 81/2008 Titolo X, Protezione da Agenti Biologici, obblighi in capo al Direttore Generale ed allo Staff Dirigenziale della struttura ospedaliera o assistenziale sia pubblica che privata.

11.1 I valori limiti delle acque sanitarie destinate al consumo umano

In Italia il DPR n. 236 del 24 maggio 1988 è stato per molti anni l'unico riferimento legislativo per la determinazione dei valori standard dei parametri dell'acqua potabile anche se, ultimamente, si poneva sempre più attenzione alle linee guida per la qualità dell'acqua potabile dell'Organizzazione Mondiale per la Sanità (WHO), messe a punto a Ginevra nel 1993. Quando il Consiglio europeo ha emanato la Direttiva 98/83/CE, sulla qualità dell'acqua intesa per il consumo umano (adottata dal Consiglio il 3 Novembre 1998), l'Italia per poterla recepire, secondo i termini stabiliti, ha emanato il D. Lgs. n. 31 del 2 febbraio 2001 che, esattamente l'anno successivo, veniva integrato e modificato in alcune parti dal D. Lgs. n. 27 del 2 febbraio 2002.

Il D. Lgs. 31/01 ha ricalcato quanto stabilito dalla Direttiva europea (Tab. 3) introducendo pochissime variazioni consistenti nella riduzione del valore del rame da 2 mg/l ad 1 mg/l; nell'introduzione del valore minimo consigliato per il disinfettante residuo (se utilizzato nel processo di potabilizzazione) di 0.2 mg/l; nella definizione del valore consigliato per la durezza di 15-50°F e nella riconferma, secondo quanto già stabilito nel DPR 236/88, del valore massimo consigliato per il residuo fisso a 180° di 1500 mg/l. Inoltre si passa dalle 5 classi di parametri (organolettici, chimico-fisici, sostanze indesiderabili, sostanze tossiche, microbiologici) del DPR 236/88 alle 3 classi (microbiologici, chimici, indicatori) del D.L.vo 31/01. In riferimento agli inquinanti microbiologici utilizzati come indicatori (Enterococchi, Escherichia coli - allegato I parte A della legge), seppure i rischi sanitari di contaminazione dell'acqua e conseguente infezione riguardano un elevatissimo numero di batteri, virus e protozoi, le acque vengono studiate attraverso questi indicatori allo scopo d'identificare con certezza una contaminazione fecale e da questa ipotizzare una contaminazione di altri patogeni del ciclo oro-fecale. Per quanto riguarda gli elementi ed i composti chimici (antiparassitari, mercurio, nitrati, arsenico ecc. - allegato I parte B della legge) sono considerati tossici o nocivi per la salute solo nel caso di contaminazioni considerevoli da parte di questi inquinanti: per esempio i metalli pesanti possono accumularsi nell'organismo e avere degli effetti nocivi a lungo termine sulla salute. Infine sono presenti un grande numero di indicatori (pH, durezza, odore, colore, torbidità, alluminio etc. - allegato I parte C della legge), che fanno parte delle caratte-

ristiche naturali delle acque potabili distribuite, e altri, più pericolosi per la salute, derivanti dai trattamenti di potabilizzazione. Vengono poi aggiunti, nel decreto, una serie di parametri accessori, di tipo microbiologico, da ricercare “a giudizio dell’autorità competente”. Il D. Lgs. n. 31/2001 definisce quindi i requisiti di qualità che deve possedere l’acqua destinata al consumo umano qualunque ne sia l’origine (prelevate direttamente alla fonte o distribuite da acquedotti pubblici).

Il D.lgs. 2 febbraio 2002, n. 27, recante “modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 2 febbraio 2001, n. 31”, è stato emanato solo per porre rimedio ad alcune imprecisioni e lacune inerenti agli allegati tecnici del precedente decreto; e le modifiche apportate di maggiore rilievo riguardano i compiti e le responsabilità dei soggetti coinvolti nella distribuzione, l’effettuazione dei controlli sulle caratteristiche qualitative dell’acqua erogata all’utenza ed il sistema sanzionatorio. Questo decreto impone il limite di 200 µg/L per il clorito (Tab. 3), parametro assente nella precedente versione del decreto, che rappresenta il sottoprodotto di depurazione formato dalla disinfezione delle acque con biossido di cloro.

Il quadro normativo vigente ha lo scopo di definire gli standard di sicurezza solo per quei parametri che più usualmente determinano l’inquinamento dell’acqua essendo impossibile poter analizzare tutti gli innumerevoli composti chimici; soprattutto se si considera che ogni anno vengono immessi nel mercato circa 500 nuovi principi chimici, i cui effetti sulla salute dell’uomo potrebbero risultare di difficile determinazione.

In particolare in una qualsiasi struttura (ospedaliera compresa) e’ necessario, in termini di legge effettuare una accurata analisi del rischio e il datore di lavoro deve limitare e ridurre al minimo applicando la tecnologia esistente il rischio di esposizione ad agenti biologici dei propri dipendenti e degli ospiti della struttura stessa.

12 - L’ACQUA PER UTILIZZO OSPEDALIERO

In ospedale l’acqua ha diversi utilizzi e deve sottostare a diversi standard qualitativi.

Il blocco operatorio, secondo quanto indicato dalle “ linee guida per la definizione degli standard di sicurezza e di igiene ambientale dei reparti operatori” deve possedere un impianto idrico sanitario caratterizzato da:

- 1) impianto di distribuzione dell’acqua potabile fredda e calda,
- 2) impianto sezionabile per blocchi di utenze,
- 3) deposito acqua potabile di riserva,
- 4) sistema di potabilizzazione d’emergenza,
- 5) rubinetteria inox smontabile e sterilizzabile,
- 6) comando non manuale per i lavabi,
- 7) acqua di raffreddamento per laser in sala operatoria (almeno in 1 sala operatoria del gruppo operatorio),
- 8) servizi igienici posti fuori zona filtro.

Non esistono valori limiti standard per l’acqua utilizzata nelle sale operatorie per il lavaggio delle mani; si può però fare riferimento, anche se ampiamente discordanti fra loro, alle direttive internazionali che raccomandano alcune l’utilizzo di un’acqua potabile con carica inferiore ai 100 batteri/ml, con campionamento microbiologico due volte l’anno, e altre l’utilizzo di acqua sterile.

Comunque è necessario che nei reparti critici, come il blocco operatorio, l’unità operativa di rianimazione, di maternità, di oncologia e di trapianto, venga effettuata, in maniera cautelata-

tiva nell'acqua utilizzata, la ricerca di *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus*. Sull'acqua utilizzata per le procedure dialitiche, grazie all'imponente sensibilizzazione sviluppata negli ultimi anni, esistono (Tab. 2) non solo i requisiti prescritti dalla Farmacopea Europea, III^a edizione del 1997, che indicano una carica microbica inferiore 100 UFC/ml ed endotossine inferiori a 0,25 EU/ml, ma anche delle normative emanate da varie regioni italiane alle quali le strutture sanitarie devono attenersi.

La Circolare del Ministero della Sanità n.128 del 16 luglio 1971, "Vigilanza igienico-sanitaria sulle piscine" che pone particolare attenzione alla sorveglianza microbiologica soprattutto per la ricerca della *Legionella*, rappresenta nel nostro paese il riferimento legislativo per il controllo delle acque destinate alle piscine per la riabilitazione.

L'acqua utilizzata nel risciacquo finale degli endoscopi secondo le linee guida statunitensi deve essere sterile, mentre per l'Health Technical Memorandum britannico dovrebbe essere priva di microrganismi e con una concentrazione di endotossine non eccedente 0,25EU/ml, anche se recenti linee guida, sempre britanniche, raccomandano il risciacquo finale con alcool al 70%. Nel "Rinse water for heat labile endoscopi equipment" il Joint Working Group della Hospital Infection Society (HIS) ed il Public Health Laboratory Service (PHLS) indicano i tempi e le modalità con cui vanno eseguiti i campionamenti dell'acqua destinata al risciacquo finale degli endoscopi; fatta eccezione per quelli gastrointestinali per i quali deve essere utilizzata sempre acqua sterile.

Nel caso in cui il lavaggio degli endoscopi venga eseguito in maniera automatica, le macchine, secondo il Joint Working Group, dovrebbero essere disinfettate all'inizio di ogni ciclo di lavaggio o all'inizio di ogni giornata di lavoro e, come indicato anche dall'HTM 2030, deve essere eseguito un monitoraggio settimanale sulla qualità microbiologica dell'acqua utilizzata mediante l'utilizzo di terreni idonei e con tempi di incubazione adeguati. Tale monitoraggio, dopo un anno di risultati negativi delle colture, potrà essere ridotto ad una frequenza trimestrale.

Mentre per quanto riguarda il dosaggio routinario dell'endotossina, secondo il gruppo di lavoro HIS-PHLS, in disaccordo con l'HTM 2030, non è necessario.

Infine, per qualsiasi unità operativa ospedaliera, ma in particolare per quelle con degenti immunodepressi, vanno rigorosamente rispettate le indicazioni nazionali per il controllo e la gestione dell'acqua per contaminazione da *legionella* e, possibilmente, considerate anche le direttive e linee guida europee ed internazionali (tabella 14).

12.1 Acque specifiche trattate nell'ambito degli stabilimenti sanitari, rispondenti a criteri definiti in funzione dell'utilizzo

Si tratta di acque destinate ad uso alimentare, sanitario e di cura, che hanno subito un trattamento in seno allo stabilimento sanitario. In questo capitolo vengono prese come punti di riferimento le linee guida del ministero della salute francese, essendo più dettagliate rispetto alle nostre.

12.1.1 Acque batteriologicamente controllate

L'acqua batteriologicamente controllata, ottenuta a seguito di trattamenti, presenta una qualità batteriologicamente superiore a quella della fonte di distribuzione.

E' destinata sia ai pazienti più vulnerabili, che per le cure che interessano le mucose o che espongono a rischio di infezioni particolari (come ad esempio il risciacquo finale dei fibroscopi bronchiali).

I parametri microbiologici utilizzati per l'acqua batteriologicamente trattata sono i seguenti:

	Livello da raggiungere	Livello di azione
Flora aerobica rivivificabile a 22 C°	< 1 UFC/100ml	> 1 UFC/100ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	< 1 UFC/100ml	> 1 UFC/100ml

Se questa qualità dell'acqua è ottenuta per microfiltrazione, il monitoraggio di questi due parametri è ridondante.

Al fine di ottenere questo livello di qualità si può utilizzare sia il trattamento chimico (clorazione) che quello fisico (filtrazione, ultravioletti) dell'acqua della sorgente d'entrata nello stabilimento sanitario.

La microfiltrazione al punto d'uso è il processo di trattamento più tradizionale. Mette in opera un filtro di porosità media di 0.2 µm, nel caso preceduto da un pre-filtro. Certi filtri sono sterilizzabili e riutilizzabili, altri sono monouso. I filtri dovranno essere installati, cambiati e mantenuti secondo le istruzioni di fabbrica e le procedure definite dallo stabilimento sanitario.

I trattamenti a raggi ultravioletti (lampada UV bassa pressione/bassa energia) o attraverso disinfezione (ex: clorazione) possono ugualmente essere utilizzati a condizione di una procedura di validazione.

I controlli devono essere effettuati in funzione del sistema di assicurazione della qualità applicato nello stabilimento (frequenza minima trimestrale).

I sistemi di microfiltrazione "**monodose**" non giustificano la realizzazione di controlli batteriologici nel momento in cui il processo è stato approvato e le sue modalità di utilizzo sono regolarmente controllate.

12.1.2 Acqua calda

L'acqua calda subisce uno o più trattamenti (riscaldamento e eventuale addolcimento...); è riservata alla toilette dei pazienti, alla pulizia del materiale, alla conservazione dei locali.... *Nonostante risponda ai criteri di potabilità dell'acqua, è sconsigliato utilizzarla per la preparazione di bevande calde e per preparazioni alimentari. Deve essere conforme alle disposizioni dei test relativi alla temperatura dell'acqua e a quelli relativi alla prevenzione della legionellosi.*

Essendo presente in questo testo un capitolo specifico sulla *Legionella pneumophila* ci limitiamo ad elencare alcune misure da attivare nei riguardi dei pazienti :

Misure da attivare per i pazienti che non presentano rischi particolari

Nella tabella seguente figurano tre livelli di intervento in funzione delle concentrazioni in *Legionella pneumophila*. Tali raccomandazioni devono essere adottate in ciascuna situazione particolare, sotto riserva di una frequenza e di una strategia geografica di campionatura che permetta un monitoraggio ottimale dei diversi ambienti.

Azioni raccomandate in funzione delle concentrazioni di Legionella pneumophila nell'acqua delle installazioni di distribuzione nei punti d'uso.

L'obiettivo da raggiungere è quello di mantenere la concentrazione di legionelle ad un livello inferiore a 10³ UFC Legionella Pneumophila / litro d'acqua attraverso:

Un mantenimento regolare delle fonti e dell'equipaggiamento

Un monitoraggio regolare dei parametri fisici (temperatura dell'acqua...) e microbiologici.

Il fatto di raggiungere 10³ UFC Legionella Pneumophila / litro d'acqua deve fare partire l'allerta e l'attivazione progressiva delle seguenti misure:

Misure di base:

Assicurarsi che l'informazione sia indirizzata senza ritardi all'insieme del personale incaricato della gestione dell'acqua, del CLIN, dell'equipe operativa di igiene e dei servizi interessati.

Comprendere l'origine delle scorie con i risultati delle analisi precedenti e ricercare le cause della proliferazione.

Valutare l'estensione della contaminazione della fonte.

Mettere in opera le misure necessarie a controllare la concentrazione di legionelle (decalcificazione, spurgo, regolazione della temperatura, lavori...).

Rafforzare la sorveglianza dei parametri fisici e microbiologici.

In base alla serietà della proliferazione (10^3 UFC *Legionella Pneumophila* / litro d'acqua), le misure vengono rafforzate.

In funzione dell'analisi beneficio/rischio fatta caso per caso, eliminare gli usi a rischio (idromassaggi, docce...) e attivare mezzi che permettano di limitare l'esposizione agli aerosol (lavaggio col guanto, bagno...).

Attivare azioni di ripristino necessarie (pulizia e disinfezione, spurgo, aumento della temperatura dell'acqua...).

Assicurare una informazione adatta ai pazienti, unitamente a consigli.

Seguire l'efficacia delle misure attivate.

Misure da attivare per i pazienti ad alto rischio (prendiamo in considerazione le misure che sono state definite dal governo francese mediante la circolare n°2002-243 del 22 aprile 2002 relativa alla prevenzione del rischio legato alle legionelle negli stabilimenti sanitari):

I "pazienti ad alto rischio" sono gli immunodepressi ed in particolare gli immunodepressi a seguito un trapianto o un innesto di organi e gli immunodepressi per prolungata terapia a base di cortisonici (0,5 mg/kg di prednisone per 30 giorni o più, o equivalente) o recente e ad alto dosaggio (vale a dire superiore a 5 mg/kg di prednisone per più di 5 giorni). Per questi pazienti, l'acqua prelevata a livello dei punti d'uso a rischio, deve mostrare permanentemente l'assenza della *Legionella pneumophila* (conformemente alla versione di settembre 2003 della norma NF T90-431, l'assenza significa che i risultati mostrati devono essere "<250 UFC/l" e "*Legionella pneumophila* non individuata"). I punti d'uso a rischio per i pazienti ad alto rischio corrispondono ai punti d'uso che potrebbero esporre tali pazienti ad un aerosol; in particolare le docce.

Ogni stabilimento dovrà definire, in relazione con il CLIN, delle misure specifiche per i pazienti ad alto rischio nel momento in cui non sia possibile assicurare stabilmente una concentrazione di *Legionella pneumophila* inferiore alla soglia d'individuazione nell'acqua della fonte che alimenta i punti d'uso a rischio, vale a dire quelli suscettibili di esporre tali pazienti ad un aerosol (in particolare le docce).

• Per i servizi che accolgono regolarmente dei pazienti ad alto rischio, si raccomanda di creare dei settori equipaggiati con "punti d'uso sicuri", vale a dire settori nei quali sono messi in funzione dei mezzi specifici per permettere il rispetto, nei punti d'uso a rischio, dei livelli di concentrazione di *Legionella pneumophila* inferiori alla soglia d'individuazione nell'acqua prelevata (spillata): micro filtri terminali costituiti da una membrana a 0.2 µm, dispositivo di produzione autonoma ed istantanea di acqua calda, trattamento specifico dell'acqua ecc. Il numero d'installazioni e le loro ubicazioni saranno definite in funzione della dimensione, dell'organizzazione e delle assunzioni dello stabilimento.

- Quando non sia possibile identificare servizi particolari per il ricovero di pazienti ad alto rischio, i punti d'uso a rischio nelle camere occupate da tali pazienti saranno messi "in sicurezza" caso per caso oppure verrà attivato un servizio di accesso ai punti d'uso "sicuri".
- Nell'impossibilità di realizzare le misure di sicurezza sopra citate o nell'attesa della loro attuazione, devono essere attivate simultaneamente le seguenti misure:
 - I pazienti ad alto rischio saranno informati del pericolo nell'utilizzare i punti d'uso a rischio (in particolare le docce) non equipaggiati di micro filtri;
 - Verranno proposte dal CLIN dello stabilimento delle alternative alle docce per evitare che i pazienti stiano in contatto con aerosol: lavaggio col guanto, bagno.... La decisione di autorizzare un'alternativa piuttosto che un'altra per questi pazienti sarà presa dopo il parere del CLIN, in funzione delle caratteristiche della fonte e della qualità dell'acqua;
 - Verrà definito un protocollo di spurgo dei punti d'acqua, quali docce e rubinetterie, nelle camere che accolgano pazienti ad alto rischio.

Possono essere ricercati altri parametri che presentano un interesse tecnico. Il carbone organico totale (COT) deve essere identico al carbone in entrata; una diminuzione significativa del COT è il riflesso di un aumento batterico. Al contrario un aumento significativo del COT indica un problema in seno alla fonte che necessita un esperto. La torbidezza deve rimanere < 0,2 NFU. Il ferro ed i metalli rilasciati dalla corrosione ed eventualmente la flora aerobica rivivificabile non devono presentare variazioni significative. In caso di problemi epidemiologici, deve essere attivata la ricerca di amebe libere, di *Pseudomonas aeruginosa* o di qualunque altro germe in causa.

Il monitoraggio delle installazioni di distribuzione dell'acqua può effettuarsi tramite il controllo della temperatura dell'acqua calda e della concentrazione di legionelle. In effetti la sola analisi di legionelle non costituisce un mezzo sufficiente di monitoraggio delle installazioni. La temperatura è un indicatore della presenza o dell'assenza di legionelle nelle fonti di distribuzione dell'acqua che è necessario misurare in diversi punti rappresentativi delle fonti di distribuzione dell'acqua. Preferibilmente tale misurazione dovrebbe venire effettuata costantemente e l'informazione raccolta potrà essere registrata grazie all'impiego di mezzi informatizzati.

La strategia di campionatura deve puntare a ottenere una rappresentazione globale dello stato di contaminazione delle installazioni. Le tabelle presentate nell'allegato 3 precisano i principali punti di controllo, la frequenza minima da rispettare e forniscono elementi di interpretazione in funzione dei punti controllati.

Testi specifici per la prevenzione della legionellosi secondo Normativa

Circolare DGS/SD7A/SD5C-DHOS/E4 n°2002-243 del 22 Aprile 2002 relativa alla prevenzione della legionellosi negli stabilimenti sanitari;

Avviso del 16 Aprile 1999 del consiglio superiore d'igiene pubblica francese in relazione al ruolo dell'antibioprofilassi nella prevenzione della legionellosi nosocomiali;

Circolare DGS/VS2 n°97/311 del 24 Aprile 1997 relativa alla sorveglianza e alla prevenzione della legionellosi. Guida di investigazione di uno o più casi legionellosi. BEH (Bollettino Epidemiologico Settimanale) n°20-22, 1997.

12.1.3 Acque per emodialisi

Essendo già presente nel testo un capitolo a cui fare riferimento, qui aggiungeremo per completezza alcune direttive che vengono applicate in Francia.

I livelli da rispettare sono :

Livello richiesto

Emodialisi convenzionale

Flora aerobica rivivificabile a 22°C

< 100 UFC / ml (in pratica i centri di dialisi esigono una qualità superiore a quella della farmacopea per l'acqua di diluizione dei concentrati per emodialisi cioè <10 UFC / 100 ml a 22°C

Endotossine

< 0,25 UI / ml

Emofiltraggio ed emodialifiltraggio in linea

Flora aerobica rivivificabile a 22°C

< 100 UFC / litro

Endotossine

< 0,25 UI / ml

I criteri di qualità richiesti per l'acqua di dialisi lo sono anche per le dialisi in servizio di rianimazione. Se la filiera di potabilizzazione dell'acqua (che alimenta lo stabilimento sanitario) utilizza dei coagulanti a base di alluminio, è necessario includere il parametro "alluminio" nella sorveglianza della qualità dell'acqua.

In applicazione del piano VIGIPIRATE, i tassi di cloro nell'acqua di distribuzione può venire aumentato e conviene prendere precauzioni in materia di produzione e trattamento dell'acqua destinata all'emodialisi. Deve essere realizzato un dosaggio del tasso di cloro totale sull'acqua osmotica prima di ogni sessione di dialisi, tenuto conto del fatto che il tasso di cloro deve essere inferiore a 0,1 mg/L. Se il tasso di cloro totale è compreso tra 0,1 mg/L e 0,2 mg/L devono essere prese delle disposizioni per sorvegliare il tasso e per abbassarlo. Se il tasso di cloro è superiore a 0,2 mg/L le sessioni di dialisi vengono sospese.

L'acqua per emodialisi è generalmente prodotta a partire dall'acqua della fonte di distribuzione e trattata in maniera complementare da una filiera che comporta diverse tappe: filtraggio, filtraggio su carbone attivo, addolcimento, osmosi inversa e/o scambio di ioni, microfiltrazione e/o ultrafiltrazione nelle installazioni di trattamento di acqua specifica. Il farmacista dello stabilimento è responsabile della sua qualità (farmacopea) e le analisi devono essere realizzate secondo metodologie raccomandate dai testi in vigore.

I prelievi debbono essere realizzati secondo le prescrizioni dei testi citati qui sopra.

Testi specifici per la prevenzione della legionellosi secondo Normativa

L'acqua per emodialisi deve rispondere alle regole indicate da:

Circolare DGS/DSD/SD7A-DHOS/E4/O1 n°2001-518 del 29 ottobre 2001 relativa al rafforzamento delle misure di vigilanza in materia di produzione e trattamento delle acque destinate all'emodialisi del quadro del piano VIGIPIRATE rafforzato;

Circolare DGS/DH/AFSSAPS n°2000-337 del 20 giugno 2000 relativa alla diffusione di una guida per la produzione di acqua per emodialisi dei pazienti con insufficienza renale;

Circolare DGS/DH/AFSSAPS n°311 del 7 Giugno 2000 relativo alle specifiche tecniche e alla sicurezza sanitaria della pratica di emofiltraggio in linea negli stabilimenti sanitari;

Farmacopea europea (4° edizione): quest'acqua è codificata dalla farmacopea europea nella monografia "acqua per diluizione delle soluzioni concentrate per emodialisi". Questa è fornita a titolo di informazione e di consiglio.

12.1.4 Acqua nelle piscine rieducative

In assenza di regolamentazione specifica relativa alla qualità dell'acqua delle piscine di rieducazione funzionale, a uso esclusivamente medico, si raccomanda di applicare almeno le

esigenze di qualità dell'acqua e le regole di igiene e di sorveglianza che regolamentano le piscine aperte al pubblico.

In Francia queste esigenze sono richieste dagli articoli D.1332-1 – D.1332.15 del codice di sanità pubblica, che fissano le norme di igiene e sicurezza applicabili alle piscine e bagni regolati normativa del 7 aprile 1981, modificata dalla normativa del 18 gennaio 2002, che fissano le disposizioni amministrative applicabili alle piscine e ai bagni regolati.

Si raccomanda, nei casi di piscine rieducative, un'esigenza superiore a quella che figura nell'articolo D.1332-2 del codice di sanità pubblica per i coliformi totali. Non vi è interesse nel ricercare *Legionella pneumophila* nei bacini, ma la loro ricerca è fortemente raccomandata nelle docce.

Livello richiesto (dall'art. D 1332-2 del codice di sanità pubblica, salvo per ciò che concerne i coliformi totali)

Flora aerobica rivivificabile a 36°C	< 100 UFC/ml
Coliformi totali a 36°C	< = 1 UFC/ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	< = 1 UFC/ml
<i>Staphylococcus aureus</i>	< = 1 UFC/ml

Il pH ottimale è in funzione del tipo di disinfettante utilizzato.

I controlli devono essere effettuati mensilmente. Il prelievo viene fatto senza presenza umana, al mattino, prima dell'accesso dei pazienti, così da caratterizzare il funzionamento del trattamento. Se il prelievo è effettuato in presenza di pazienti, è ammessa una tolleranza per l'interpretazione dei livelli microbici. Gli indicatori di funzionamento (pH dell'acqua, quantità del disinfettante, temperatura dell'acqua) devono essere controllati prima della realizzazione dei controlli microbiologici.

12.1.5 Acqua degli idromassaggi e delle docce a getto

Le acque degli idromassaggi e delle docce a getto sono una fonte importante di aerosol. Sono obbligatoriamente trattate con disinfettanti e giustificano dei criteri di qualità particolari per prevenire il rischio di disseminazione di legionelle. La ricerca di *Legionella pneumophila* è indispensabile.

Livello richiesto (dall'art. D.1332.2 del codice di sanità pubblica, salvo per ciò che concerne coliformi totali e *Legionella pneumophila*)

Flora aerobica rivivificabile a 36°C	< 100 UFC/ml
Coliformi totali a 36°C	< = 1 UFC/ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	< = 1 UFC/ml
<i>Staphylococcus aureus</i>	< = 1 UFC/ml
<i>Legionella pneumophila</i>	Assenza (significa che in seno alla norma NF T90-431 del settembre 2003 "<250 UFC/l" e " <i>Legionella pneumophila</i> non identificate")

Il pH ottimale è in funzione del tipo di disinfettante utilizzato.

I controlli devono essere effettuati mensilmente. Il prelievo viene fatto senza presenza umana, al mattino, prima dell'accesso dei pazienti, così da caratterizzare il funzionamento del trattamento. Se il prelievo è effettuato in presenza di pazienti, è ammessa una tolleranza per

l'interpretazione dei livelli microbici. Gli indicatori di funzionamento (pH dell'acqua, quantità del disinfettante, temperatura dell'acqua) devono essere controllati prima della realizzazione dei controlli microbiologici.

Testi specifici per la prevenzione della legionellosi secondo Normativa:

Circolare DGS/SD7A/SD5C-DHOS/E4 n°2002-243 del 22 Aprile 2002 relativa alla prevenzione della legionellosi negli stabilimenti sanitari;

Circolare DGS n°97/311 del 24 Aprile 1997 relativa alla sorveglianza e alla prevenzione della legionellosi. Guida di investigazione di uno o più casi di legionellosi. BEH (Bollettino Epidemiologico Settimanale) n°20-22, 1997.

12.1.6 Acqua purificata

Questo appellativo è codificato dalla monografia della Farmacopea Europea, che designa un'acqua destinata alla preparazione dei medicinali che non devono essere sterilizzati ed esenti da pirogeni.

Livello richiesto

Flora aerobica vivificabile	<= 100 UFC / ml
Endotossine	< 0,25 UI / ml

È prodotta a partire da un'acqua potabile attraverso diversi processi: osmosi inversa e/o demineralizzazione e/o distillazione. Si presenta in massa o condizionata in recipiente. Il controllo è a carico del produttore.

12.1.7 Acqua altamente purificata

Questo nuovo appellativo è codificato dalla monografia della Farmacopea Europea, designante un'acqua destinata alla preparazione di medicinali che richiedono l'utilizzo di un'acqua di elevata qualità biologica, fatto salvo il caso in cui viene richiesto l'impiego di acqua per preparazioni iniettabili.

Livello richiesto

Flora aerobica rivivificabile	<= 10 UFC / 100 ml
-------------------------------	--------------------

L'acqua altamente purificata è ottenuta attraverso processi appropriati a partire da un'acqua destinata al consumo umano. I processi di produzione attuali comprendono per esempio l'osmosi inversa a doppio passaggio, combinata ad altre tecniche appropriate quali l'ultrafiltrazione e la deionizzazione. L'utilizzo e il mantenimento corretto del sistema sono essenziali.

Il controllo è a carico del produttore.

12.1.8 Acqua delle fontane per bere

L'acqua delle fontane per bere è generalmente rinfrescata ad una temperatura tra gli 8 ed i 12°C. Essa può ugualmente subire altri trattamenti fisico-chimici (filtro, carbone attivo, ultravioletti...). L'acqua dovrebbe essere conforme ai criteri di potabilità definiti dagli articoli R.1321-1 – R.1321-5 del codice di sanità pubblica francese, relativi alle acque destinate al consumo umano.

Indicatori suggeriti dal gruppo di lavoro per un'attenta sorveglianza della qualità dell'acqua.

Indicatori fisico-chimici

Indicatori	Livello da raggiungere	Frequenza
Carbone organico totale (CTO) e torbidezza	Identico all'acqua in entrata nel complesso sanitario. Una diminuzione del CTO è il riflesso di un aumento batterico	Nel quadro di uno studio bilancio della fonte interna al complesso sanitario
Cloro residuo associato al pH e alla temperatura	0,1 mg/L di cloro libero	Trimestrale Se l'acqua in entrata non presenta cloro residuo e se il complesso sanitario non aggiunge cloro questo parametro è inutile
Ferro e metalli risultanti dalla corrosione (Pb, Cu, Cr, Zinc.....)	Valore del capitolo I (limite di qualità delle acque destinate al consumo umano) dell'allegato 13-1 del codice di sanità pubblica	Secondo il contesto del complesso sanitario

Indicatori microbiologici

Indicatori	Livello da raggiungere	Frequenza
Flora aerobica rivivificabile a 22C° e a 36C°	Non vi sono variazioni in un rapporto di 10 in rapporto al valore abituale in entrata	1 controllo/100 letti e annuale, con un minimo di 4 controlli/anno.
Pseudomonas aeruginosa	< 1 UFC/100ml	Trimestrale
Cloriformi totali	< 1 UFC/100ml	Trimestrale

La ricerca di altri parametri quali *Giardia lamblia*, Amebe libere, Micro batteri, *Legionella*, *Cryptosporidium parvum* e *Aeromonas hydrophila* potrà essere effettuata in funzione del contesto epidemiologico e della presenza di pazienti a rischio e ciò almeno una volta all'anno. Tenuto conto delle possibili evoluzioni della qualità dell'acqua nel complesso sanitario, conviene non accontentarsi di analisi realizzate solo in entrata. E' dunque necessario definire dei punti critici di campionatura al fine di sorvegliare le variazioni della qualità nelle sorgenti e negli edifici. I prelievi devono essere effettuati secondo una strategia di campionatura statisticamente valida, vale a dire un piano di campionatura che tenga conto della struttura della sorgente, della frequentazione e dell'utilizzo, in modo che l'analisi rappresenti un'immagine

il più fedele possibile alla qualità in seno a ciascun edificio e/o ad ogni piano degli edifici. L'acqua distribuita è generalmente di qualità inferiore nei punti più lontani dalla fonte e nelle zone stagnanti. Il programma di campionatura deve dunque essere stabilito in funzione della dimensione del complesso sanitario e secondo il numero di unità individualizzate, di zone a rischio o ancora del budget disponibile. Il programma di sorveglianza deve ugualmente tenere conto delle stagioni ed in particolare delle variazioni microbiologiche e delle possibilità di aumento della temperatura dell'acqua fredda. Poiché non è stata fissata dalla regolamentazione attuale, si raccomanda di nessuna frequenza di sorveglianza adottare una frequenza minima del controllo batteriologico per 100 litri e per anno, con un minimo di 4 controlli all'anno per l'insieme del complesso sanitario

Le variazioni qualitative dell'acqua nelle fonti di distribuzione del complesso sanitario, indipendentemente dal fatto che segua criteri fisico-chimici o microbiologici, è fortemente dipendente dalla qualità dell'acqua che viene introdotta. Quest'ultima subisce talvolta variazioni notevoli secondo le stagioni o l'ora del giorno.

13 - ALLEGATO A - TABELLE DI RIFERIMENTO SECONDO NORMATIVA

Tabella 1. Elenco e valori di riferimento dei parametri chimici e fisici per il controllo dell'acqua di rete e di preparazione del dialisato con confronto tra D. Lgs. 31/2001, Linee Guida e DGR Regione Lazio 1650/95.

Categoria del contaminante	Tipo	Parametro	Unità di Misura	Acqua di Rete 31/2001	Acqua Trattata	
					Linee Guida	DGR Lazio 1650/95
Origine Naturale	Inorganici	Calcio	mg/l	-	2.0	2.0
		Cloruro	mg/l	250.0	50.0	-
		Ioni Idrogeno	pH	6.5-9.5	6.0-7.4	-
		Fluoruro	mg/l	1.5	0.2	0.2
		Magnesio	mg/l	-	2.0	4.0
		Potassio	mg/l	-	2.0	8.0
		Sodio	mg/l	200.0	50.0	70.0
		Solfato	mg/l	250.0	50.0	100.0
Origine Antropica	Inorganici	Mercurio	mg/l	0.001	0.001	0.0002
		Piombo	mg/l	0.01*	0.1	0.005
		Nitrati (NO ₃)	mg/l	50.0	2.0	2.0
		Ammonio	mg/l	0.5	0.2	-
	Organici	Composti Organo Alogenati Totali	mg/l	0.03	0.03	0.1
Prodotti per la potabilizzazione	Inorganici	Alluminio	mg/l	0.2	0.01	0.01
		Cloro Totale	mg/l	0.2	0.1	0.5
Derivati dalla potabilizzazione	Inorganici	Zinco	mg/l	-	0.1	0.1
	Organici	Triometani o THM Totali	mg/l	0.03	0.03	-
Altre Sostanze Tossiche		Argento	mg/l	-	-	0.005
		Arsenico	mg/l	0.01	-	0.005
		Bario	mg/l	-	-	0.1
		Cadmio	mg/l	0.005	-	0.001
		Cromo	mg/l	0.05	-	0.014
		Rame	mg/l	1.0	-	0.1
		Selenio	mg/l	0.01	-	0.009

Note: * mg/l 0.025 sino al 2013.

Tabella 2. Elenco, valori di riferimento dei parametri microbiologici e periodicità per il controllo dell'acqua di rete e di preparazione del dialisato con confronto tra D. Lgs. 31/2001, Linee Guida e DGR Regione Lazio 1650/95.

Analisi Microbiologica	Acqua di Rete D.L. 31/2001		Acqua Trattata			
			Linee Guida: Varie		DGR Lazio 1650/95	
	Valore	Frequenza	Valore	Frequenza	Valore	Frequenza
CBT UFC/ml a 22°C	< 100	Semestrale	< 100	Mensile	< 100	Trimestrale
Muffe e Lieviti/ml	-	-	< 10	Semestrale	-	-
Endotossine EO/ml	-	-	< 0.25	Mensile	< 0.25	Trimestrale

Tabella 3. Confronto dei valori standard dell'acqua potabile secondo le diverse indicazioni legislative e normative (modificata da Moscato U., Dalla Torre F, Giannetti G, Grieco G. Igiene Ambientale. In "Igiene, Medicina Preventiva e Sanità Pubblica" (Eds. Ricciardi G et al.), Idelson-Gnocchi, Napoli, 2006.

Parametro	Formula Grezza	Unità di misura	DPR 236/88 CMA (concentrazione massima ammisibile) ⁽³⁶⁾	Linee Guida WHO Ginevra 1993	Direttiva CEE/CEEA/CE n° 83 del 03/11/1998	D.Lgs. n° 31 del 02.02.2001 ⁽⁴³⁾	D.Lgs. n° 27 del 02.02.2002 ^(43bis)
			- ⁽¹⁸⁾	Valore di parametro	Valore di parametro	Valore di parametro	Valore di parametro
Anidride Carbonica libera	CO ₂	mg/ CO2	- ⁽¹⁸⁾	-	-	-	-
Carbonio organico totale (TOC)	C	mg/l	-	Senza variazioni anomale ⁽²²⁾	Senza variazioni anomale ⁽⁴⁰⁾	Senza variazioni anomale ⁽⁴⁰⁾	Senza variazioni anomale ⁽⁴⁰⁾
Colore		mg/l (scala Pt/Co)	20	Nessuna Linea guida ⁽³⁾	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale
Concentrazione di idrogeno		pH	6,0 ≤ pH ≤ 9,5.	Nessuna Linea guida ⁽²⁾	≥ 6,5 e ≤ 9,5 ⁽¹⁸⁻²⁷⁾	≥ 6,5 e ≤ 9,5 ⁽¹⁸⁻²⁷⁾	≥ 6,5 e ≤ 9,5 ^(27 bis)
Conducibilità		µS/cm ⁻¹ a 20°C	-	2500 ⁽¹⁸⁾	2500	2500	2500
Disinfettante residuo (se impiegato)		mg/l	-	-	-	Valore min. consigliato 0.2	Valore consigliato 0.2
Durezza			-	Nessuna Linea guida ⁽⁵⁾	-	Valori consigliati 15-50°F	Valori consigliati 15-50°F
Idrocarburi disciolti o emul- sionati (dopo estrazione con etere)/olio		mg/l	0.01	Nessun orientamento	-	-	-
Idrogeno solforato	H ₂ S	mg/l	Non rilevabile organo- letticamente	-	-	-	-
Odore		Tasso di diluizione	2 a 12 °C 3 a 25 °C ⁽²⁵⁾	-	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale
Ossidabilità	O ₂	mg/l	5	-	5 ⁽²⁰⁾	5 ⁽²⁰⁾	5 ⁽²⁰⁾
Ossigeno disciolto		% di saturazione	-	Nessuna Linea guida ⁽⁴⁾	-	-	-

Parametro	Formula Grezza	DPR 236/88 CMA (concentrazione massima ammissibile) (36)	Linee Guida WHO Ginevra 1993	Linee Guida WHO Ginevra 1993	Linee Guida WHO Ginevra 1993	Direttiva CEE/CEEA/CE n° 83 del 03/11/1998	D.Lgs. n° 31 del 02.02.2001 (43)	D.Lgs. n° 27 del 02.02.2002 (43bis)
		mg/l dopo essicca-mento a 180 °C	Valore di parametro	Valore di parametro	Valore di parametro	Valore di para-metro	Valore di para-metro	Valore di parametro
Residuo fisso			1500 (30)	-	-	-	Valore max. consigliato 1500	Valore max. consigliato 1500
Sapore		Tasso di diluizione	3 a 12 °C 3 a 25 °C (26)	-	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale
Temperatura		°C	25	-	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale	-	-
Torbidità		mg/l SiO2 unità Jackson	10 4	Nessuna Linea guida (1)	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale (41)
Cationi (ioni positivi)								
Alluminio	Al	µg/l	200	200	200	200	200	200
Ammoniaca	NH ₄	mg/l	0.50	-	0.50	0.50	0.50	0.50
Antimonio	Sb	µg/l	10	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Argento	Ag	µg/l	10	-	-	-	-	-
Arsenico	As	µg/l	50	10	10	10	10	10
Azoto Kjeldahl (esclusi N di NO ₂ e NO ₃)	N totale	mg/l	1 (31)	50	-	-	-	-
Bario	Ba	mg/l	-	0.3	-	-	-	-
Berillio	Be	mg/l	-	-	-	-	-	-
Boro	B	mg/l	-	0.3	1	1	1	1
Bromato	Br	mg/l	-	-	0.01 (6)	0.01 (6)	0.01 (6)	0.01 (6)
Cadmio	Cd	µg/l	5	3	5	5	5	5
Cromo	Cr	µg/l	50	50	50	50	50	50

Parametro	Formula Grezza	DPR 236/88 CMA (concentrazione massima ammissibile) ⁽³⁶⁾	Linee Guida WHO Ginevra 1993	Linee Guida WHO Ginevra 1993	Direttiva CEE/CEEA/CE n° 83 del 03/11/1998	D.Lgs. n° 31 del 02.02.2001 (43)	D.Lgs. n° 27 del 02.02.2002 (43bis)
			Valore di parametro	Valore di parametro			
Ferro	Fe	µg/l l	200	Nessuna Linea guida ⁽⁶⁾	200	200	200
Fosfato	P ₂ O ₅	mg/l	5	-	-	-	-
Magnesio	Mg	mg/l	50	-	-	-	-
Manganese	Mn	µg/l	50	50	50	50	50
Mercurio	Hg	µg/l	1	1	1	1	1
Molibdeno	Mo	mg/l	-	0.07	-	-	-
Nichel	Ni	µg/l	50	20	20 ⁽⁸⁾	20 ⁽³⁷⁾	20 ⁽³⁷⁾
Piombo	Pb	µg/l	50	10	10 ⁽⁹⁻¹⁰⁾	10 ⁽³⁷⁻³⁸⁾	10 ⁽³⁷⁻³⁸⁾
Potassio	K	mg/l	-	-	-	-	-
Rame	Cu	mg/l	1 ⁽³³⁾	2	2 ⁽⁹⁾	1 ⁽³⁷⁾	1 ⁽³⁷⁾
Selenio	Se	µg/l	10	10	10	10	10
Silice	SiO ₂	mg/l	-	-	-	-	-
Sodio	Na	mg/l	175 ⁽²³⁾ 150 ⁽²⁹⁾	200	200	200	200
Stagno inorganico	Sn	mg/l	-	-	-	-	-
Urano	U	mg/l	-	1.4	-	-	-
Vanadio	V	mg/l	50	-	-	50	50
Zinco	Zn	mg/l	3	3	-	-	-
Anioni (ioni negativi)							
Cianuro	CN	µg/l	50	70	50	50	50
Cloruro	Cl	mg/l	-	250	250 ⁽¹⁸⁾	250 ⁽¹⁸⁾	250 ⁽¹⁸⁾
Clorito	HClO	µg/l	-	-	-	-	200
Fluoruro	F	mg/l	1.5 - 0.7 ⁽³⁴⁾	1.5	1.5	-	-
Nitrato	NO ₃	mg/l	50	50	50 ⁽¹¹⁾	50 ⁽³⁹⁾	50 ^(39a)
Nitrito	NO ₂	mg/l	0.1	0.50	0.50 ⁽¹¹⁾	0.50 ⁽³⁹⁾	0.50 ^(39a)
Solfato	SO ₄	mg/l	250	500	250 ⁽¹⁸⁾	250 ⁽¹⁸⁾	250 ⁽¹⁸⁾
Tensioattivi: -anionici(MBAS) -non ionici	(nonifenolo) µg/l	µg/l	200				

Parametro	Formula Grezza	DPR 236/88 CMA (concentrazione massima ammissibile) (36)	Linee Guida WHO Ginevra 1993 Valore di parametro	Linee Guida WHO Ginevra 1993 Valore di parametro	Direttiva CEE/CEEA/CE n° 83 del 03/11/1998 Valore di para- metro	D.Lgs. n° 31 del 02.02.2001 (43) Valore di para- metro	D.Lgs. n° 27 del 02.02.2002 (43bis) Valore di parametro
Parametri microbiologici							
Batteri coliformi a 37°		numero/100 ml	0 (35)	-	0 (21)	0 (21)	0 (21)
Clostridium Perfringens (spore com- prese)		numero/100 ml	-	-	0 (19)	0	0
Conteggio colonie a 22°C		numero/100 ml in bottiglia numero/250ml	100	-	0 (12)	100	- 100
Conteggio colonie a 37°C		numero/100 ml in bottiglia numero/250ml	20	-	0	20	- 20
Escherichia coli		numero/100 ml	-	-	0	0	0
Enterococchi		numero/100 ml	-	-	0	0	0
Escherichia coli		numero/250 ml	-	-	0 (12)	0	0
Enterococchi		numero/250 ml	-	-	0 (12)	0	0
Pseudomonas aeruginosa		numero/250 ml	-	-	0 (12)	0	0
Streptococchi fecali		numero/100 ml	0	-	-	-	-
Altri parametri							
Acetilammide		µg/l	-	-	0.10 (7)	0.10 (7)	0.10 (7)
Arsenico	As	mg/l	0.05	-	-	-	-
Benzene	C ₆ H ₆	µg/l	-	-	1	1	1
Benzo(a)pirene		µg/l	-	-	0.010	0.010	0.010
Cloruro di vinile		µg/l	-	-	0.5 (7)	0.5	0.5
Diossido di cloro	ClO ₂	mg/l	-	0.4	-	-	-
1,2-dicloroetano		µg/l	-	-	3.0	3.0	3.0
Epilcloridrina		µg/l	-	-	0.10	0.10	0.10
Fenoli	C ₆ H ₅ OH	µg/l	0.5 (32)	-	-	-	-
Insetticidi		µg/l	0.10	-	0.10 (13-14)	0.10 (13-14)	0.10 (13-14)

Parametro	Formula Grezza	DPR 236/88 CMA (concentrazione massima ammissibile) ⁽³⁸⁾	Linee Guida WHO Ginevra 1993	Linee Guida WHO Ginevra 1993	Direttiva CEE/CEEA/CE n° 83 del 03/11/1998	D.Lgs. n° 31 del 02.02.2001 ⁽⁴³⁾	D.Lgs. n° 27 del 02.02.2002 ^(43bis)
			Valore di parametro	Valore di parametro			
Insetticidi totali		µg/l	-	0.50	0.50 ⁽¹³⁻¹⁵⁾	0.50 ⁽¹³⁻¹⁵⁾	0.50 ⁽¹³⁻¹⁵⁾
Idrocarburi policiclici aromatici		µg/l	-	0.20	0.10 ⁽¹⁶⁾	0.10	0.10
Tetracloroetilene		µg/l	-	-	10	10	10
Tricloroetene		µg/l	-	-	10	10	10
Triometani		µg/l	-	-	10 ⁽¹⁷⁾	30	30
Trizio	H ₃	Bq/l	-	-	100 ⁽²⁴⁾	100 ⁽²⁴⁾	100 ⁽²⁴⁾

(NOTE alla tabella 3:

- (1) desiderabile: eccetto che 5 NTU.
- (2) desiderabile: 6,5 - 8,5.
- (3) desiderabile: 15 mg/l Pt-Co.
- (4) desiderabile: eccetto che 75% della concentrazione della saturazione.
- (5) desiderabile: 150-500 µg/l.
- (6) desiderabile: 0,3 mg/l
- (7) Il valore di parametro si riferisce alla concentrazione monomerica residua nell'acqua calcolata secondo le specifiche dello scarico massimo del polimero corrispondente a contatto con l'acqua.
- (8) Ove possibile, gli Stati membri devono adoperarsi per applicare valori inferiori senza compromettere la disinfezione. Per le acque di cui all'articolo 6, paragrafo 1, lettere a), b) e d), il valore deve essere soddisfatto al più tardi dieci anni dopo l'entrata in vigore della presente direttiva. Il valore di parametro per il bromato nel periodo compreso tra i cinque e i dieci anni successivi all'entrata in vigore della presente direttiva è pari a 25 µg/l.
- (9) Il valore si riferisce ad un campione di acqua destinata al consumo umano ottenuto dal rubinetto tramite un metodo di campionamento adeguato (1) e prelevato in modo da essere rappresentativo del valore medio dell'acqua ingerita settimanalmente dai consumatori. Le procedure di prelievo dei campioni e di controllo vanno applicate, se del caso, secondo metodi armonizzati da stabilire in conformità dell'articolo 7, paragrafo 4. Gli Stati membri devono tener conto della presenza di livelli di picco che possono nuocere alla salute umana.
- (10) Per le acque di cui all'articolo 6, paragrafo 1, lettere a), b) e d), questo valore deve essere soddisfatto al più tardi quindici anni dopo la data di entrata in vigore della presente direttiva. Il valore di parametro del piombo nel periodo compreso tra i cinque e i quindici anni successivi all'entrata in vigore della presente direttiva è pari a 25 µg/l. Gli Stati membri devono provvedere affinché venga ridotta al massimo la concentrazione di piombo nelle acque destinate al consumo umano durante il periodo previsto per conformarsi al valore di parametro. Nell'attuazione delle misure intese a garantire il raggiungimento del valore in questione, gli Stati membri devono dare gradualmente priorità ai punti in cui la concentrazione di piombo nelle acque destinate al consumo umano è più elevata.
- (11) Gli Stati membri devono provvedere affinché sia soddisfatta la condizione: $[\text{nitriti}]/50 + [\text{nitriti}]/3 \leq 1$, ove le parentesi quadre esprimono concentrazione in mg/l per il nitrito (NO₂) e per il nitrito (NO₂), e il valore di 0,10 mg/l per i nitriti sia raggiunto nelle acque provenienti da impianti di trattamento.
- (12) Per le acque messe in vendita in bottiglie o contenitori.
- (13) Per antiparassitari s'intende:
 - insetticidi organici
 - erbicidi organici
 - fungicidi organici
 - nematocidi organici
 - acaricidi organici
 - alghicidi organici
 - rodenticidi organici
 - slimicidi organici
 - prodotti connessi (tra l'altro regolatori della crescita) e i pertinenti metaboliti, prodotti di degradazione e di reazione. Il controllo è necessario solo per gli antiparassitari che hanno maggiore probabilità di trovarsi in un determinato approvvigionamento d'acqua.
- (14) Il valore di parametro si riferisce ad ogni singolo antiparassitario. Nel caso di aldrina, dieldrina, eptacloro ed eptacloro epossido, il valore parametrico è pari a 0,030 µg/l.
- (15) Antiparassitari — Totale indicata la somma dei singoli antiparassitari rilevati e quantificati nella procedura di controllo.
- (16) I composti specifici sono i seguenti:
 - benzo(b)fluorantene
 - benzo(k)fluorantene

— benzo(ghi)perilene

— indeno(1,2,3-cd)pirene

- (17) Ove possibile, gli Stati membri devono adoperarsi per applicare valori inferiori senza compromettere la disinfezione. I composti specifici sono: clorofornio, bromofornio, dibromoclorometano, bromodibromometano. Per le acque di cui all'articolo 6, paragrafo 1, lettere a), b) e d), i valori devono essere soddisfatti al più tardi dieci anni dopo la data di entrata in vigore della presente direttiva. Il valore di parametro per i THM totali nel periodo compreso tra i cinque e i dieci anni successivi all'entrata in vigore della presente direttiva è pari a 150 µg/l. Gli Stati membri devono provvedere affinché venga ridotta al massimo la concentrazione di THM nelle acque destinate al consumo umano durante il periodo previsto per conformarsi al valore di parametro. Nell'attuazione delle misure intese a garantire il raggiungimento del valore in questione, gli Stati membri devono dare gradualmente priorità alle zone in cui la concentrazione di THM nelle acque destinate al consumo umano è più elevata.
- (18) L'acqua non deve essere aggressiva.
- (19) Tale parametro non deve essere misurato a meno che le acque provengano o siano influenzate da acque superficiali. In caso di non conformità con il valore parametrico, lo Stato membro interessato per controllare l'approvvigionamento d'acqua deve accertarsi che non sussistano potenziali pericoli per la salute umana derivanti dalla presenza di microrganismi patogeni quali ad esempio il cryptosporidium. Gli Stati membri devono includere i risultati di tutti questi controlli nelle relazioni che devono presentare conformemente all'articolo 13, paragrafo 2.
- (20) Se si analizza il parametro TOC non è necessario misurare questo valore.
- (21) Per le acque confezionate in bottiglie o contenitori, l'unità di misura è «Numero/250 ml».
- (22) Non è necessario misurare questo parametro per approvvigionamenti d'acqua inferiori a 10 000 m³ al giorno.
- (23) In caso di trattamento delle acque superficiali gli Stati membri devono adoperarsi per applicare un valore di parametro non superiore a 1,0 NTU (unità nefelometriche di torbidità) nelle acque provenienti da impianti di trattamento.
- (24) Frequenza dei controlli da definire successivamente nell'allegato II.
- (25) Da confrontare con le determinazioni gustative.
- (26) Da confrontare con le determinazioni olfattive.
- (27) Per le acque frizzanti confezionate in bottiglie o contenitori il valore minimo può essere ridotto a 4,5 unità pH. Per le acque confezionate in bottiglie o contenitori, naturalmente ricche di anidride carbonica o arricchite artificialmente, il valore minimo può essere inferiore.
- (27bis) viene sostituito con "per le acque non frizzanti"
- (28) Con una percentuale di conformità del 90% calcolata sul totale dei risultati analitici di un periodo di riferimento di tre anni.
- (29) Con una percentuale di conformità dell'80% calcolata sul totale dei risultati analitici di un periodo di riferimento di tre anni.
- (30) Dopo essiccamento a 180 °C.
- (31) Azoto Kjeldahl (esclusi N di NO₂ e NO₃).
- (32) Esclusi i fenoli naturali che non reagiscono al cloro.
- (33) La concentrazione massima ammissibile non deve superare il valore di 3 dopo 16 ore di ristagno, ma solo per i primi 10 giorni di servizio di tubazioni in rame nuove.
- (34) CMA variabile secondo la temperatura media dell'aria (da 8 fino a 30°C) nella zona geografica considerata.
- (35) Non più del 5% dei campioni esaminati nell'arco dell'anno, e non più di due campioni consecutivi prelevati nello stesso punto, possono eccedere tale limite; comunque mai il contenuto di coliformi totali può essere superiore a 5 per 100 ml. La presenza di coliformi fa comunque ritenere l'acqua sospetta; in tal caso si dovranno avviare indagini e prendere i provvedimenti del caso.

(36) a giudizio dell'autorità sanitaria competente potrà essere effettuata la ricerca concernente parametri accessori: alghe; batteriofagi anti E. coli; elminti; enterobatteri patogeni; enterovirus; funghi; protozoi; Pseudomonas aeruginosa; stafilococchi patogeni.

(37) Il valore si riferisce ad un campione di acqua destinata al consumo umano ottenuto dal rubinetto tramite un metodo di campionamento adeguato e prelevato in modo da essere rappresentativo del valore medio dell'acqua ingerita settimanalmente dai consumatori. Le procedure di prelievo dei campioni e di controllo vanno applicate se del caso, secondo metodi standardizzati da stabilire ai sensi dell'art. 11 comma 1 lettera b). L'autorità sanitaria locale deve tener conto della presenza di livelli di picco che possono nuocere alla salute umana.

(38) Per le acque di cui all'art. 5, comma 1, lettera a), b) e d) questo valore deve essere soddisfatto al più tardi entro il 25 dicembre 2013 ed il 25 dicembre 2013 è pari a 25 µg/l. Le regioni, le Aziende sanitarie locali ed i gestori d'acquedotto, ciascuno per quanto di competenza, devono provvedere affinché venga ridotta la massima la concentrazione di piombo nelle acque a consumo umano durante il periodo previsto per conformarsi al valore di parametro; nell'attuazione delle misure intese a garantire il raggiungimento del valore in questione deve darsi gradualmente priorità ai punti in cui la concentrazione di piombo nelle acque destinate al consumo umano è più elevata.

(39) Deve essere soddisfatta la condizione di $[\text{nitrito}]/50 + [\text{nitrito}]/3 \leq 1$ ove le parentesi quadre esprimono la concentrazione in mg/l per il nitrito e per il nitrito ed il valore 0,10 mg/l per i nitriti sia rispettato per le acque provenienti da impianti di trattamento.

(39bis) Deve essere soddisfatta la condizione: $[\text{nitrito}]/50 + [\text{nitrito}]/0,5(0,1)$ minore 0=1 ove parentesi quadre esprimono la concentrazione in mg/l per il nitrito (NO in base 3) e per il nitrito (NO in base 2), e il valore di 0,10 mg/l per i nitriti sia rispettato nelle acque provenienti da impianti di trattamento.

(40) Non è necessario misurare questo parametro per approvvigionamenti d'acqua inferiori a 10.000 m³ al giorno.

(41) In caso di trattamento delle acque superficiali si applica il valore di parametro \leq a 1,0 NTU nelle acque provenienti da impianti di trattamento.

(42) La regione o provincia autonoma può non fare effettuare controlli sull'acqua potabile relativamente al trizio ed alla radioattività al fine di stabilire la dose totale indicativa quando sia stato accertato che, sulla base di altri controlli, il livello del trizio o della dose indicativa calcolata sono ben al di sotto del valore di parametro. In tal caso essa comunica la motivazione della sua decisione al Ministero della Sanità, compreso i risultati di questi altri controlli effettuati.

(43) Fermo restando quanto disposto dall'articolo 8, comma 3, a giudizio dell'autorità giudiziaria, potrà essere effettuata la ricerca concernente i seguenti parametri accessori: alghe, batteriofagi anti E. Coli, elminti, enterobatteri patogeni, enterovirus, funghi, protozoi, pseudomonas aeruginosa e stafilococchi patogeni. Tali parametri vanno ricercati con le metodiche di cui all'art. 8 comma 3. Devono comunque essere costantemente assenti nelle acque destinate al consumo umano gli enterovirus, i batteriofagi anti E. Coli, gli enterobatteri patogeni e gli stafilococchi patogeni.

(43bis) Fermo restando quanto disposto dall'articolo 8, comma 3, a giudizio dell'Autorità sanitaria competente, potrà essere effettuata la ricerca concernente i seguenti parametri accessori con i rispettivi volumi di riferimento: alghe 1L, Batteriofagi anti-E.coli 100L, Nematodi a vita libera 1L, Enterobatteri patogeni 1L, Enterovirus 100L, Funghi 100mL, Protozoi 100L, Pseudomonas aeruginosa 250mL e Stafilococchi patogeni 250mL.

Tabella 4. Confronto sulla frequenza delle analisi dell'acqua potabile secondo le diverse normative(modificata da Moscato U, Dalla Torre F, Giannetti G, Grieco G. Igiene Ambientale. In "Igiene, Medicina Preventiva e Sanità Pubblica" (Eds. Ricciardi R et al.). Idelson-Gnocchi, Napoli, 2006.

Parametro	DPR 236/88 CMA	Direttiva CEE/CEEA/CE n° 83 del 03/11/1998	D.Lgs. n° 31 del 02.02.2001 (43)	D.Lgs. n° 27 del 02.02.2002 (43bis)
Anidride Carbonica libera	Controllo occasionale C4	-	-	-
Carbonio organico totale (TOC)	Controllo occasionale C4	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Colore	Controllo minimo C1	Controllo di routine	Controllo di routine	Controllo di routine
pH	Controllo minimo C1	Controllo di routine	Controllo di routine	Controllo di routine
Conduttività	Controllo minimo C1	Controllo di routine	Controllo di routine	Controllo di routine
Disinfettante residuo (se impiegato)	-	-	Controllo di routine	Controllo di routine
Durezza	Controllo periodico C3	-	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Idrocarburi disciolti o emulsionati (dopo estrazione con etere)/olio	Controllo occasionale C4	-	-	-
Iodrogeno solforato	Controllo occasionale C4	-	-	-
Odore	Controllo minimo C1	Controllo di routine	Controllo di routine	Controllo di routine
Ossidabilità	Controllo normale C2	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Ossigeno disciolto	Controllo occasionale C4	-	-	-
Residuo fisso	Controllo periodico C3	-	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Sapore	Controllo minimo C1	Controllo di routine	Controllo di routine	Controllo di routine
Temperatura	Controllo normale C2	-	-	-
Torbidità	Controllo normale C2	Controllo di routine	Controllo di routine	Controllo di routine
Alluminio	Controllo occasionale C4	Controllo di routine	Controllo di routine	Controllo di routine
Ammoniaca	Controllo normale C2	Controllo di routine	Controllo di routine	Controllo di routine
Antimonio	Controllo occasionale C4	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Argento	Controllo occasionale C4	-	-	-
Arsenico	Controllo occasionale C4	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Azoto Kjeldahl	Controllo occasionale C4	-	-	-
Bario	Controllo occasionale C4	-	-	-
Berillio	Controllo occasionale C4	-	-	-
Boro	Controllo occasionale C4	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Bromato	-	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Cadmio	Controllo periodico C3	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Calcio	Controllo normale C2	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Cromo	Controllo periodico C3	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Ferro	Controllo periodico C3	Controllo di routine	Controllo di routine	Controllo di routine
Fosfato	Controllo periodico C3	-	-	-
Magnesio	Controllo occasionale C4	-	-	-
Manganese	Controllo occasionale C4	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Mercurio	Controllo occasionale C4	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Molibdeno	-	-	-	-
Nichel	Controllo occasionale C4	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Piombo	Controllo periodico C3	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Potassio	Controllo occasionale C4	-	-	-
Rame	Controllo occasionale C4	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica

Parametro	DPR 236/88 CMA	Direttiva CEE/CEEA/CE n° 83 del 03/11/1998	D.Lgs. n° 31 del 02.02.2001 (43)	D.Lgs. n° 27 del 02.02.2002 (43bis)
Selenio	Controllo occasionale C4	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Silice	Controllo occasionale C4	-	-	-
Sodio	Controllo occasionale C4	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Vanadio	Controllo occasionale C4	-	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Zinco	Controllo occasionale C4	-	-	-
Cianuro	Controllo occasionale C4	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Cloruro	Controllo minimo C1	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Clorito	-	-	-	Controllo di verifica
Fluoruro	Controllo occasionale C4	Controllo di verifica	-	-
Nitrato	Controllo normale C2	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Nitrito	Controllo normale C2	Controllo di routine	Controllo di routine	Controllo di routine
Solfato	Controllo periodico C3	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Tensioattivi: -anionici(MBAS) -non ionici	Controllo occasionale C4	-	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Alghie	Controllo occasionale C4	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Batterifagi anti Escherichia coli	Controllo occasionale C4	Controllo di routine	Controllo di routine	Controllo di routine
Coliformi fecali	Controllo minimo C1	Controllo di routine	Controllo di routine	Controllo di routine
Clostridium Perfringens (spore comprese)	Controllo occasionale C4	Controllo di routine	Controllo di routine	Controllo di routine
Conteggio colonie a 22°C	Controllo periodico C3	Controllo di routine	Controllo di routine	Controllo di routine
Conteggio colonie a 37°C	Controllo periodico C3	Controllo di routine	Controllo di routine	Controllo di routine
Elminti	Controllo occasionale C4	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Enterobatteri	Controllo occasionale C4	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Enterococchi	-	Controllo di verifica	-	-
Enterovirus	Controllo occasionale C4	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Funghi	Controllo occasionale C4	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Protozoi	Controllo occasionale C4	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Pseudomonas aeruginosa	Controllo occasionale C4	Controllo di routine	Controllo di routine	Controllo di routine
Stafilococchi patogeni	Controllo occasionale C4	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Streptococchi fecali	Controllo normale C2	-	-	-
Acilammide	-	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Arsenico	-	-	-	-
Benzene	-	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Benzo(a)pirene	-	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Cloruro di vinile	-	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Diossido di cloro	-	-	-	-
1,2-dicloroetano	-	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Epidonidrina	-	-	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Fenoli	Controllo occasionale C4	Controllo di verifica	-	-
Insetticidi	Controllo occasionale C4	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Idrocarburi policiclici aromatici	Controllo occasionale C4	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Tetracloroetilene	-	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Tricloroetene	-	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica
Triometani	-	Controllo di verifica	Controllo di verifica	Controllo di verifica

Tabella 5. Frequenza minima di campionamento ed analisi per le acque destinate al consumo umano fornite da una rete di distribuzione, da cisterne od utilizzate nelle imprese alimentari (dalla Tabella B1 del D. Lgs. 31/01) (modificata da Moscato U, Dalla Torre F, Giannetti G, Grieco G. Igiene Ambientale. In "Igiene, Medicina Preventiva e Sanità Pubblica" (Eds. Ricciardi G et al.). Idelson-Gnocchi, Napoli, 2006.

VOLUME D'ACQUA ESPRESSO IN m³ distribuito o prodotto ogni giorno in una zona di approvvigionamento <small>(note 1 e 2)</small>	CONTROLLO DI ROUTINE Numero di campioni all'anno <small>(nota 3, 4 e 5)</small>	CONTROLLO DI VERIFICA Numero di campioni all'anno <small>(note 3 e 5)</small>
≤ 100	<small>(nota 6)</small>	Σ
> 100 ≤ 1000	4	1
> 1000 ≤ 10000	4	1 + 1 ogni 330 m ³ /g del volume totale e frazione di 3300
> 10000 ≤ 100000	+ 3 ogni 100 m ³ /g del volume	3 + ogni 10000 m ³ /g del volume totale e frazione di 1000
> 100000	totale e frazione di 100	10 + 1 ogni 25000 m ³ /g del volume totale e frazione di 10000

Nota 1: una zona di approvvigionamento è una zona geograficamente definita all'interno della quale le acque destinate al consumo umano provengono da una o varie fonti e la loro qualità può essere considerata sostanzialmente uniforme.

Nota 2: i volumi calcolati rappresentano una media su un anno. Per determinare la frequenza minima in una zona di approvvigionamento invece che sul volume d'acqua si può fare riferimento sulla popolazione servita calcolando un consumo di 200 litri pro capite al giorno.

Nota 3: nel caso di approvvigionamento intermittente di breve durata la frequenza del controllo delle acque distribuite con cisterna deve essere stabilita dall'ASL.

Nota 4: l'ASL può ridurre il numero dei campioni se i valori dei risultati dei campioni prelevati in un periodo di almeno due anni consecutivi sono costanti e significativamente migliori dei limiti previsti all'all. 1 e se non esiste nessun fattore capace di diminuire la qualità dell'acqua. La frequenza minima non deve essere inferiore al 50% del numero di campioni indicati nella tabella, eccetto il caso specifico della nota 6.

Nota 5: nella misura del possibile, il numero di campioni deve essere equamente distribuito in termini di tempo e luogo.

Nota 6: la frequenza deve essere stabilita dall'ASL.

Tabella 6. Definizione di caso di legionella; come da "Documento di linee-guida per la prevenzione ed il controllo della legionellosi" 2000.

FOCOLAIO EPIDEMICO	Due o più casi riscontrati che siano riconducibili ad una medesima esposizione nell'arco di sei mesi.		
CASO ACCERTATO	Infezione acuta basse vie respiratorie	Segni di polmonite focale rilevabili all'esame clinico	1. isolamento di Legionella spp da materiale organico 2. aumento di 4 volte del titolo anticorpale specifico verso L. pneumophila sierogruppo 1 3. riconoscimento dell'antigene specifico solubile nelle urine
		Esame radiologico di interessamento polmonare	
CASO PRESUNTO	Infezione acuta basse vie respiratorie	Segni di polmonite focale rilevabili all'esame clinico	1. aumento di almeno 4 volte del titolo anticorpale specifico relativo a sierogruppi o specie diverse da L. pneumophila sierogruppo 1 2. positività all'immunofluorescenza diretta con anticorpi monoclonali o policlonali di materiale patologico 3. singolo titolo anticorpale elevato (\Rightarrow 1:256) verso L. pneumophila sierogruppo 1
		Esame radiologico di interessamento polmonare	

Tabella 7. Casi di notifica delle regioni italiane nell'anno 2004.

Regione	Casi notificati nel 2004	Note
Piemonte	33	2 o più casi nell'arco di sei mesi
Lombardia	18	Cluster di 4 casi
Emilia-Romagna	10	Un ospedale ha notificato 7 casi
Toscana	8	Un ospedale ha notificato 6 casi
P.A. Trento	6	Un ospedale ha notificato 5 casi
Lazio	5	Casi singoli o piccoli cluster
Veneto	4	Casi singoli o piccoli cluster
Basilicata	4	Cluster di 4 casi
Umbria	3	Casi singoli o piccoli cluster
Liguria	2	Casi singoli o piccoli cluster
Friuli Venezia Giulia	1	Casi singoli o piccoli cluster
Campania	1	Casi singoli o piccoli cluster
Puglia	1	Casi singoli o piccoli cluster

Tabella 8. Confronto dei pazienti, con legionellosi, per patologie di ricovero negli anni 2004-2003.

Patologie di ricovero	% con legionellosi	
	2004	2003
Cronico-degenerativo	38.5%	30%
Neoplasia	33%	35.8%
Trapianti di organo	5%	5.6%
Malattie infettive ed altro	23.5%	28.6%

Tabella 9. Valori di temperatura dell'acqua da mantenere in ospedale secondo le varie linee guida.

Principali riferimenti	Valore limite della temperatura dell'acqua
Linee Guida Italiane - Ministero della Sanità 2000	Elevato rischio di proliferazione fra 25-55°C.
Linee Guida ASHRAE USA 2000	L'acqua calda deve avere negli accumuli una temperatura non inferiore a 60°C e, se ci sono anelli di riciclo, la temperatura di ritorno non deve essere inferiore a 51°C.
Linee Guida per i gestori di strutture turistico-ricettive e termali – Ministero della Sanità 2005	L'acqua calda deve, all'erogazione, avere una temperatura costante superiore ai 50°C.
Codice di Pratica Inglese	L'acqua uscente da qualsiasi terminale deve arrivare a 50°C in non più di 1 minuto dall'apertura.

Tabella 10. Ricerca ed isolamento della legionella nei campioni organici (da Linee Guida Min. San 2001-3).

CAMPIONAMENTO	Ricerca della legionella nell'espettorato e/o sputo, broncoaspirato, broncolavaggio, parenchima polmonare, essudato pleurico e pericardio.
	I contenitori di raccolta devono essere sterili con tappo a vite adatti per la centrifugazione
	Aggiungere al campione, per evitare l'essiccamento dei materiali, 1-2 ml di acqua distillata sterile.
TRASPORTO E CONSERVAZIONE	Il campione va trasportato a temperatura ambiente se il tempo previsto per arrivare in laboratorio è di 30 minuti, refrigerato se supera questo tempo. È sconsigliato il congelamento.
PROTOCOLLO ANALITICO	<ul style="list-style-type: none"> • I campioni di escreato e di tessuto polmonare vanno diluiti in una piccola quantità di acqua distillata sterile oppure in brodo non contenente NaCl. • Un espettorato molto denso va trattato con un fluidificante. • I broncolavaggi e le emocolture possono essere concentrate per centrifugazione (3000 r.p.m. per 20 minuti). • I campioni considerati contaminati devono essere trattati a 50° C per 30 minuti oppure in alternativa diluiti 1:10 con una soluzione tamponata di HCl-KCl a pH 2,2 e mantenuti a temperatura ambiente per 5 minuti. • 0,1 ml di campioni trattati e non trattati vengono posti su una piastra BOYE agar ed una BCYE agar selettivo (considerando che il terreno selettivo può variare in base alle sostanze ad azione antibatterica ed antifungina in esso contenute). • Incubazione a 36-37°C in aerobiosi, in ambiente umido, con 2,5% di CO₂, oppure in alternativa in microaerofilia. • Esame giornaliero delle piastre ed eliminazione di quelle negative solo dopo almeno 10 giorni di incubazione.
COLTURA	Le colonie di legionella compaiono dopo 4-10 giorni di incubazione e si presentano piccole di colore bianco-grigio, leggermente convesse, con bordi "a vetro smerigliato" se osservate con luce laterale. Alcune specie, nei terreni con coloranti (MWY), si manifestano con la colorazione tipica della propria specie.
PROVA DIFFERENZIALE PRELIMINARE	Le colonie sospette vanno poste sia su BCYE agar, contenente il supplemento di crescita, sia su CYE agar base, privo di supplemento di crescita, o in alternativa su un comune terreno di coltura (agar sangue, Mac Conkey).
IDENTIFICAZIONE	<ul style="list-style-type: none"> • La tipizzazione antigenica viene effettuata con prove sierologiche; immunofluorescenza diretta o indiretta, agglutinazione al lattice ed agglutinazione diretta. • La subtipizzazione molecolare, sia antigenica che gnomica, permette il confronto di stipti di origine clinica ed ambientale.

Tabella 11. Ricerca della legionella nei campioni ambientali (da Linee Guida Min. San 2001-3).

CAMPIONAMENTO	Durante il campionamento devono essere rispettate tutte le norme di tutela della salute dell'operatore mediante l'utilizzo di mascherine, guanti ed occhiali.
	La ricerca della Legionella deve essere effettuata nell'ambiente idrico artificiale (impianti idrici, impianti di climatizzazione con refrigerazione ad acqua od a aria, apparecchiature mediche per la respirazione assistita, ecc.) ed i prelievi devono prediligere i punti più critici dell'impianto e quelli indicati dai dati forniti dalla ricerca epidemiologica.
MODALITA' DI PRELIEVO	I campioni sono: <ul style="list-style-type: none"> • Acqua del circuito dell'acqua calda e di quello dell'acqua fredda, se la temperatura è superiore a 20°C. • Depositi (fanghi) dei serbatoi e di tutti i punti di raccolta. • Incrostazioni da tubature e serbatoi. • Tamponi che hanno raccolto il biofilm e qualsiasi altro materiale adeso alle pareti delle tubature, dei sbocchi dei rubinetti, filtri rompigetto ed interno del bulbo delle docce. • Acqua di condensa e dei sifoni o di altre parti dell'impianto per l'aria condizionata e di umidificazione. • Acqua di sgocciolamento delle torri di raffreddamento. • Filtri da impianti di climatizzazione.
	Dell'acqua: se possibile se ne deve prelevare un litro e deve essere posta in recipienti sterili; se contiene cloro deve essere aggiunto 0,01% di sodio tiosolfato. Per la ricerca di legionella in condizioni di utilizzo comune il prelievo deve essere effettuato nel circolo dell'acqua calda; senza flambare al punto di sbocco e senza far scorrere precedentemente l'acqua. Per la ricerca quantitativa di legionella nell'acqua all'interno dell'impianto il prelievo deve essere effettuato solo dopo aver fatto scorrere l'acqua per un tempo di 5-10 minuti e flambato allo sbocco.
	Dai depositi: il prelievo va effettuato dallo scarico o dal fondo di raccolta dell'acqua, avendo cura di eliminare prima l'acqua dall'alto, e raccolto in recipienti sterili.
	Dalle incrostazioni: il materiale formatosi all'interno delle tubature e dei serbatoi deve essere staccato meccanicamente e posto in recipienti sterili.
	Da filtri: devono essere prelevati esclusivamente filtri utilizzati da diverso tempo, escludendo quelli lavati o sostituiti di recente, e posti in un sacchetto di materiale plastico.
Con tamponi: il materiale depositato sulle superfici interne deve essere raccolto con un tampone sterile che viene poi posto in una provetta con tappo a vite contenente una quantità di 2 ml dell'acqua dell'impianto.	
TRASPORTO E CONSERVAZIONE	I campioni, conservati a temperatura ambiente a riparo dalla luce, devono essere analizzati non oltre le 24 ore dal prelievo. Nel caso in cui i campioni debbano essere conservati bisogna mantenerli ad una temperatura di 4°C evitando di superare i sette giorni.
PROTOCOLLO ANALITICO	Per l'acqua: deve essere concentrata mediante la filtrazione con membrana che abbia una porosità di 0,2µm od utilizzando più membrane in successione. Con pinzette sterili devono essere prelevate la/le membrane e poste in un contenitore sterile, con tappo a vite, contenente 10ml della stessa acqua. Deve poi essere risospeso quanto depositato sulla membrana aiutandosi con una bachelletta a punta arrotondata od in alternativa agitando energeticamente su vortex. La parte di sospensione deve essere trattata a 50°C per 30 minuti oppure con soluzione tamponata HCl-KCl a pH 2,2. In tale caso deve essere centrifugata 10 ml della sospensione concentrata a 3000 r.p.m. per 20 minuti, deve essere rimosso il soprannatante lasciandone 1 ml, deve essere aggiunto 9 ml della soluzione tamponata acida, deve essere ben mescolata e lasciata a temperatura ambiente per 5 minuti. Devono essere piastrati 0,1 ml dei campioni trattati e non trattati su una/due piastre di terreno selettivo per legionella. Devono essere incubati a 36-37°C in aerobiosi in ambiente umido con 2,5% di CO ₂ oppure in microaerofilia. Il campione concentrato va dunque conservato a 4°C. La piastra deve essere esaminata giornalmente e se il campione risulta essere molto contaminato (dopo 24-48 ore dalla semina riscontro di numerose colonie) bisogna effettuare delle diluizioni (10 ⁻¹ e 10 ⁻²) con acqua distillata sterile del campione concentrato. Dunque deve essere eseguito il tamponamento e piastrare 0,1 ml su terreno selettivo. Solo dopo 10 giorni di incubazione una piastra può essere eliminata perché negativa. Se risultano delle colonie di legionella si può fare una valutazione quantitativa (UFC/L) in base al numero di colonie per piastra ed alla concentrazione effettuata sul campione originale, tenendo conto anche delle eventuali diluizioni effettuate successivamente.
	Per i depositi: deve essere effettuata una diluizione (10 ⁻¹ e 10 ⁻²) con acqua distillata sterile e bisogna agitare bene. La soluzione va trattata come per l'acqua e poi viene piastrato, su terreno selettivo, solo le sospensioni trattate.
	Per le incrostazioni: In mixer sterili o in mortaio devono essere frantumate e triturate le incrostazioni e poi fatte sospendere in acqua distillata sterile. Deve essere poi seguita la stessa procedura utilizzata per i depositi. Il campione deve essere piastrato su terreno selettivo indiluito e diluito, senza e con trattamento.
	Per i filtri: i filtri o parte di essi devono essere lavati in acqua distillata sterile e poi devono essere seguite le stesse metodiche utilizzate per l'acqua.
	Per i tamponi: il tampone va agitato nella provetta per rimuovere il materiale raccolto. Il campione va trattato come per l'acqua. Poi devono essere piastrate, su terreno selettivo, sia le sospensioni non trattate che quelle trattate.

Tabella 12. Organizzazione ed attività dei laboratori per la diagnostica della legionellosi e per il controllo ambientale della legionella (da L. G. recanti indicazioni ai laboratori - 13 gennaio 2005).

TIPO DI LABORATORIO	LOCALIZZAZIONE	FUNZIONI	REQUISITI
LABORATORI DI BASE	Sono distribuiti in tutto il territorio nazionale come sezione funzionale separata all'interno di un laboratorio pubblico di analisi ospedaliero o di sanità pubblica od ambientale.	<ul style="list-style-type: none"> • Effettuano diagnosi microbiologica di legionella da campioni clinici e/o ambientali. • Comunicano al livello superiore (laboratorio regionale di riferimento) i campionamenti effettuati ed i loro risultati. • Inviano i campioni clinici ed ambientali al laboratorio regionale di riferimento in caso di diagnosi dubbia e/o per l'identificazione a livello di singola specie e/o sierogruppo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Locali ed attrezzature compatibili almeno con un livello di contenimento 2. • Locali confinati al solo personale autorizzato. • DPI. • Incubatore a 37°C con 2,5% di CO₂. • Bagno termostatico. • Autoclavi per smaltire adeguatamente campioni ambientali e biologici potenzialmente infetti. • Terreni di coltura per legionella. • Reagenti per distinguere la legionella in: Lp1, Lp2-14 e legionella species. • Procedure per l'invio dei campioni ambientali o biologici ai laboratori regionali di riferimento. • Kit per la determinazione dell'antigene urinario e per la determinazione del titolo anticorpale. • Un congelatore a -20°C o a -35°C per la conservazione dei ceppi. • Personale tecnico laureato o diplomato. • Procedure operative standard sulla base di quelle fornite dall'ISS o da altri organi scientifici riconosciuti a livello internazionale • Partecipazione a controlli di qualità • Formazione ed informazione del personale.
LABORATORI REGIONALI DI RIFERIMENTO	Sono individuati da ciascuna regione e sono posti tra i laboratori di base, per i quali rappresentano un punto di riferimento, ed il laboratorio nazionale di riferimento, con il quale operano in stretta collaborazione. Le metodiche utilizzate sono fra le più aggiornate e vengono validate al fine di permettere il confronto dei risultati con i laboratori degli altri Paesi CEI.	<ul style="list-style-type: none"> • Intervengono sempre in caso di cluster e/o di caso singolo e tutte le volte che i laboratori di base non riescono ad identificare con certezza la contaminazione da legionella o confermare la diagnosi presuntiva da campioni clinici od ambientali. • Fanno i controlli di qualità interni. • Inviano i ceppi di legionella al laboratorio nazionale di riferimento dell'ISS quando richiesto. • Organizzano, insieme al laboratorio nazionale di riferimento, corsi di formazione nei laboratori di base • In situazione di emergenza o se necessario funzionano come laboratori di base. • Trasmettono i risultati delle analisi all'ASL di competenza nel più breve tempo possibile. 	<ul style="list-style-type: none"> • Possiede tutti i requisiti dei laboratori di base. • Fra il personale deve avere un responsabile od un referente. • Strutture ed attrezzature di livello di contenimento di classe 2^a ed una sezione dedicata alla diagnosi di legionella. • Un microscopio che permetta l'osservazione in fluorescenza. • Un personal computer per l'archiviazione e la consultazione dei dati. • Reagenti (anticorpi monoclonali o policlonali) per l'identificazione di legionella per specie e per singolo sierogruppo.

TIPO DI LABORATORIO	LOCALIZZAZIONE	FUNZIONI	REQUISITI
LABORATORIO NAZIONALE DI RIFERIMENTO	Si trova presso il Dipartimento di malattie infettive, parassitarie ed immuno-mediate dell'ISS.	<ul style="list-style-type: none"> • Tipizza, su base antigenica e genomica, i ceppi di legionella inviati dai laboratori di riferimento regionale. • Mantiene tutti i ceppi ricevuti dai laboratori regionali di riferimento e confermati come legionella. La conservazione viene effettuata a -80°C ed è corredata da una scheda informativa che viene poi raccolta in una banca dati. • Effettua attività di ricerca. • Partecipa all'EWGLI. • Mantiene un registro nazionale della legionellosi. • Svolge la sorveglianza epidemiologica internazionale della legionellosi associata ai viaggi in collaborazione con gli altri dipartimenti e Centri dell'ISS e del M.S. • Svolge attività di formazione sulle metodiche di analisi di campioni ambientali e clinici per i dipendenti tecnici e laureati di pubbliche istituzioni. • Fornisce consulenza al M.S. ed alle regioni. • Interviene in situazioni epidemiche particolari. • Organizza i controlli di qualità, insieme ai laboratori regionali, della diagnostica di legionella. 	<ul style="list-style-type: none"> • Deve avere un responsabile. • Deve possedere tutte le strutture e le strumentazioni dei livelli inferiori ed una sezione dedicata esclusivamente alla legionellosi.

Tabella 13. Legionellosi e gestione del rischio in ospedale (modificato da Linee Guida Min. San. 2001-3).

LEGIONELLA			RISK MANAGEMENT
<i>Casi accertati</i>	<i>Concentrazione in UFC/L</i>	<i>Stato di contaminazione</i>	<i>Misure da intraprendere</i>
0	≤ 100	Presenza limitata	Nessuna azione.
0	1000-10000	Presenza di contaminazione	<ul style="list-style-type: none"> • incrementare la sorveglianza clinica, • seguire le misure specifiche di prevenzione e controllo presenti nelle L.G., • evitare docce o abluzioni che possano provocare la formazione di aerosol, • ripetere periodicamente i controlli batteriologici.
0	> 10000	Concentrazione elevata	Intraprendere le procedure di decontaminazione (shock termico o iperclorazione).
≥ 1	0-10000	Presenza di contaminazione	<ul style="list-style-type: none"> • incrementare la sorveglianza clinica, • seguire le misure specifiche di prevenzione e controllo presenti nelle L.G., • evitare docce o abluzioni che possano provocare la formazione di aerosol, • ripetere periodicamente i controlli batteriologici • effettuare la bonifica ambientale • adottare le misure specifiche di prevenzione e controllo.

Tabella 14 Normative Nazionali e Linee Guida Internazionali sull'acqua e Legionella.

ITALIA	EUROPA	USA
D.Lgs 81/2009 – Testo Unico sulla Sicurezza. Titolo X , protezione da agenti biologici.	Circulaire DGS/SD7A/SD5C-DHOS/E4 n°2002-243 du 22 avril 2002 relative à la prévention du risque lié aux légionelles dans les établissements de santé.	Centers for Disease Control (CDC) <ul style="list-style-type: none"> • Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities, 2003. • Guidelines for Prevention of Nosocomial Pneumonia, 2003. • Guidelines for Preventing Health-Care-Associated Pneumonia, 2003. • Guidelines for Preventing Opportunistic Infection among Hematopoietic Stem Cell Transplant Recipients, 2000.
Conferenza permanente per i rapporti tra lo stato, le regioni e le province autonome di Trento e Bolzano (G.U. n. 29 del 5.02.2005). "Linee guida recanti indicazioni ai laboratori con attività di diagnosi microbiologica e controllo ambientale della legionellosi".	L'Eau dans les établissement de Santé – Ministère del la sante' e de Solidariete'. Guide Technique (2005)	American society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning engineers' (ASHRAE) <ul style="list-style-type: none"> • Minimizing the Risk of Legionellosis Associated with Building Water Systems 2000.
Conferenza permanente per i rapporti tra lo stato, le regioni e le province autonome di Trento e Bolzano (G.U. n. 28 del 4.02.2005). "Linee guida recanti indicazioni sulla legionellosi per i gestori di strutture turistico-ricettive e termali".	European Guidelines for Control and Prevention of travel associated Legionnaires' Disease, produced by members of the European Surveillance Scheme for Travel associated Legionnaires' Disease – EWGLINET- and the European Working Group for Legionella Infections – EWGLI 2005.	Occupational Safety and Health Administration (OSHA) <ul style="list-style-type: none"> • OSHA Technical Manual Section III: Chapter 7 Legionnaires' disease.
D.Lgs. n. 27 del 2.02.2002 (G.U. n. 58 del 9.03.2002). Modifiche ed integrazioni al D.Lgs. n. 31 del 2.02.2001.	Application of best available technique to industrial cooling systems (12/2001).	American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH).
D.Lgs. n. 31 del 2.02.2001 (G.U. n. 52 del 3.03.2001). Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano.	Directive 2000/54/EC of the European Parliament and of the Council of 18 September 2000 on the protection of workers from risk related to exposure to biological agents at work. Official Journal L 262, 17.10.2000.	National Air Duct Cleaners Association (NADCA)
Conferenza permanente per i rapporti tra lo stato, le regioni e le province autonome di Trento e Bolzano (G.U. n. 103 del 5.05.2000). "Linee guida per la prevenzione ed il controllo della legionellosi".	Directive 89/391/EEC of the 12 June 1989 on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work. Official Journal L 183, 29.06.1989.	Indoor Air Quality (IAQ)
Allegato XI del D.Lgs. 626/94	Council Directive 89/106/EEC of 21 December 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to construction products. Official Journal L 040, 11.02.1989.	
Circolare del Ministero della Sanità emessa il 29.12.1993. "Sorveglianza della legionellosi"		
D.M. n. 443 del 21.12.1990 (G.U. n. 29 del 24.01.1991). "Regolamento recante disposizioni tecniche concernenti apparecchiature per il trattamento domestico delle acque potabili".		
DPR n. 236. Attuazione della direttiva 80/778/CEE concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della legge del 16.04.1987, n. 183 del 24.05.1988 pubblicata nella GU 152 del 30.06.1988		

13.1 - BIBLIOGRAFIA

- Aaron B. Waxman, Jo-Anne O. Separo and Eugene J. Mark. Case records of the Massachusetts general hospital. *The New England Journal of Medicine* 2003; 348:19.02-12.
- Amsden GW. Treatment of Legionnaire's disease. *Drugs*, 2005; 65 (5): 605-14.
- Andreas F. Widmer, Basilea, Dominique Blanc e Patrick Francioli, Losanna, Nicolas Troillet, Sion-L'acqua potabile in ambito ospedaliero – Swiss-Noso: Infezioni Nosocomiali e Igiene Ospedaliera: aspetti attuali – Vol. 9, No 1, Marzo 2002.
- APAT IRSA-CNR. Metodi analitici per le acque. Manuali e linee guida 29/2003
- ASHRAE Guideline 12-2000, 2000, minimizing the risk of Legionellosis Associated with Building Water Systems, ASHRAE, Atlanta, USA.
- Boccia S, Laurenti P, Borella P, Moscato U, Capalbo G, Cambieri A, Amore R, Quaranta G, Boninti F, Orsini M, Branca G, Fadda G, Romano-Spica V, Ricciardi G. Prospective 3-year surveillance for nosocomial and environmental Legionella pneumophila: Implications for infection control. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 2006 May; 27(5):459-65.
- Borella P, Guerrieri E, Marchesi I, Bondi M and Messi P. Water ecology of Legionella and protozoan: environmental and public health perspectives. *Biotechnology Annual Review*, Vol. 11, 2005, Pages 355-380.
- Circolare Ministero della Sanità n. 400, Prot. 2/9/5708 "Sorveglianza delle legionellosi" emessa il 29/12/93.
- Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province Autonome di Trento e Bolzano – Provvedimento del 13 gennaio 2005 (G. U. n. 51 del 3/3/2005) – Accordo, ai sensi dell'articolo 4 del decreto legislativo 28 agosto 1997, n. 281, tra il Ministro della salute e le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, avente ad oggetto "Linee guida recanti indicazioni sulla legionellosi per i gestori di strutture turistico-ricettive e termali", pubblicato nella G. U. n. 28 del 4 febbraio 2005.
- Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province Autonome di Trento e Bolzano "Linee guida per la prevenzione ed il controllo della legionellosi del 4 aprile 2000" pubblicata nella G.U. n. 103 del 5 maggio 2000.
- Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province Autonome di Trento e Bolzano – Provvedimento del 13 gennaio 2005 – Accordo, ai sensi dell'articolo 4 del decreto legislativo 28 agosto 1997, n. 281, tra il Ministro della salute e le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, avente ad oggetto "Linee guida recanti indicazioni ai laboratori con attività di diagnosi microbiologica e controllo ambientale della legionellosi", pubblicato nella G. U. n. 29 del 5 febbraio 2005.
- D.S. Blanc, PH. Carrara, G. Zanetti and P. Francioli – Water disinfection with ozone, copper and silver is, and temperature increase to control Legionella: seven years of experience in a university teaching hospital – *Journal of hospital Infection*, Vol. 60, Issue 1, May 2005, Pages 69-72.
- Dall'Acqua G. Igiene ambientale: manuale di igiene edilizia, urbana e territoriale. Edizioni Minerva Medica. Torino. Ristampa 5 Edizione, 1993.
- Decreto Acque DPR n. 236 "Attuazione della direttiva 80/778/CEE concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano", ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987, n. 183 del 24 maggio 1988, pubblicata nella G.U. 152 del 30 giugno 1988.
- Decreto legislativo n. 27, 2/2/2002 "Modifiche ed integrazioni al Decreto Legislativo 2 febbraio 2001, n. 31, recante attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano", pubblicato in G.U. n. 58 del 9 marzo 2002.
- Decreto legislativo n. 31, 2/2/2001 "Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano", pubblicato in G.U. n. 52 del 3 marzo 2001.
- Delibera Giunta Regione Lazio n. 1650 del 14/03/1995.
- Delibera Regione Lazio n. 7940 del 15/12/1987; Piano dialisi nel Lazio Sup. ord. N. 1 Boll. U. Reg. Lazio n. 29 del 21/10/1988.
- Di Tommaso S, Biasin C, Giacomuzzi M, Zotti CM, Capanna A, Ruggenini Moiraghi A. Peracetic acid in the disinfection of a hospital water system contaminated with Legionella species *Infection Control and*

Hospital Epidemiology, May 2005, Vol. 26, No.5.

- E. F. Peiró Callido, J. Darpón Sierra, J. M. Santos Pombo, C. Ezpeleta Baquedano and . Pérez Huerta. Evaluation of the effectiveness of the pastormaster method for disinfection of Legionella in a hospital water distribution system. *Journal of Hospital Infection*, Vol. 60, Issue 2, June 2005, Pages 150-158.
- E. O'Neill and H. Humphreys. Surveillance of hospital water and primary prevention of nosocomial Legionellosis: what is the evidence?. *Journal of hospital Infection* Vol. 59, Issue 4, April 2005, Pages 273-279.
- EN 806-2 : "Specification for installations inside buildings conveying water for human consumption - Part 2: Design"
- European Surveillance Scheme for Travel Associated Legionnaire's Disease and the European Working Group for Legionella Infections (produced by members of the European Surveillance Scheme for Travel Associated Legionnaire's Disease – EWGLINET – and the European Working Group for Legionella Infections – EWGLI), June 2003, revised January 2005 – UK.
- Favero MS, Petersen NJ. Microbiologic Guidelines for haemodialysis system. *Dialysis Transplant*. Vol. 6, 34, 1977.
- Fercej-Zorman M., Seljakm M., Stare J., Mencinger J., Rakovec J., Rylanderr, Strle F. A hospital outbreak of Legionella from a contaminated water supply. *Arch. Environ Health*, 2004 Mar; 59(3):156-9.
- Finzi G, Manoni N, Campione T, Pedrini D. La qualità dell'aria in ambienti a contaminazione controllata. *L'Ospedale*, n. 1/06, 58-64.
- Francesca Anna Aulicino, Marina Marranzano e Luisa Mauro – La contaminazione delle acque superficiali e gli indicatori microbiologici – *Ann. Ist. Sup. Sanità* 2005; 41(3):359-370.
- A.Warris, P.Gaustad, J.F.G.M.Meis, A.Voss, P.E.Verweij, T.G. Abrahamsen. Recovery of filamentous fungi from water in a pediatric bone marrow transplantation unit- *Journal of Hospital Infection* (2001) 47: 143-148
- Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities Recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). June 6, 2003, Vol. 52, n. RR-10-USA.
- Guidelines for Preventing Health-Care Associated Pneumonia. Recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). March 26, 2004, Vol. 53, n. RR-3-USA.
- Gupta SK, Imperiale TF, Sarosi GA. Evaluation of the Winthrop University Hospital criteria to identify Legionella pneumonia. *Chest* 2001; 120: 1064-71.
- <http://www.legionellaonline.it> ore 14:50 del 22 giugno 2006
- KWR 06.110 July 2007 F.I.H.M. Oesterholt, H.R. Veenendaal and Prof. Dr. D. van der Kooij: "Influence of the water temperature on the growth of Legionella in a test piping installation with different piping materials".
- KWR 02.090 February 2003 D. van der Kooij, J. S. Vrouwenvelder, H.R. Veenendaal: "Invloed van leidingmaterialen op biofilmvorming en groei van Legionella-bacteriën in een proefleidinginstallatie" ("Influence of pipematerial in biofilm formation and growth of Legionella bacteria in a test pipe installation."
- K. Mosein, D. W. Hill, T. Y. Tan, E. G. Butchart, K. Wilson, G. Finlay, S. Burge and C. D. Ribeiro – point-of-care controls for nosocomial Legionellosis combined with chlorine dioxide potable water decontamination: a two year survey at a wels teaching hospital – Available online 5 July 2005.
- ISTAT. *Indagine Multiscopo – Aspetti della vita quotidiana*. Roma. 2003.
- Katherine M.A. O'Reilly, Margherite A. Urban, Timothy Barrierro, Robert F. betts, and david R. Trawick – Persistent culture-positive Legionella infection in an immunocompromised most – *Clinical Infectious Diseases* 2005; 40:e87-e98.
- Kd Ricketts, Ca Joseph, Onbehalf of the European Working Group For Legionella Infections – Legionnai res' disease in Europe 2003-2004.
- L. Franzin, M. Stella, T. Zaccaria, D. Cabodi, and M. Castellani Patoris – One-year surveillance of Legionellosis in burned patients and Legionella environmental monitorino – *Burns*, Vol. 31, lusse1,

Febbraio 2005, Pages 50-54.

- Largus T. Angenent, Scott T. Kelley, Allison St. Amand, Norman R. Pace, and Mark T. Hernandez – Molecular identification of potential pathogens in water and air of a hospital therapy pool – PROC. NATL ACAD SCI USA, 2005 March, 29;102(13): 4860-4865.
- Le risque lié aux légionelles. Guide d'investigation et d'aide à la gestion, Juillet 2005.
- Leclerc H., Schwartzbrod L., Die-Case E. – Microbial agents associated with waterborne diseases – Crit Rev Microbiol; 2002;28 (4): 371-409.
- Legionnaire's Disease. Technical Manual OSHA 1996. Section III: Chapter 7.ù
- M. Crespi: "Batteriostaticità. Il rame in ospedale", Tecnica Ospedaliera, n. 8-2007.
- M. Crespi: "Il tubo di rame contro la legionella", GT-II Giornale del Termoidraulico, n. 3-2004.
- M. Triassi, A. Di Popolo, G. Ribera D'Alcalà, Z. Albanese, S. Cuccurullo, S. Montegrosso, M. Crispino, P. Borella and R. Zarrilli. Clinical and environmental distribution of Legionella Pneumophila in a university hospital in Italy: efficacy of ultraviolet disinfection. Journal of Hospital Infection, Vol. 62, Issue 4, April 2006, Pages 494-501.
- Maria Cristina Rota, Maria Grazia Caporali, Maria Luisa Ricci – La legionellosi in Italia nel 2004. Rapporto annuale. Not Ist Super Sanità 2005;18(9):3-9.
- Masamichi Mineshita, Yoshitaka Nakamori, Yasushi Sida and Setsuko Miwatami. Legionella Pneumonia due to exposure to 24-hour bath water contaminated by Legionella Pneumophila serogroup-5. Internal Medicine Vol. 44, No. 6; June 2006.
- Meena H. Seenivasan, MD, Victor L. Yu, MD, and Robert R. Muder, MD – Legionnaires' disease in long-term care facilities: overview and proposed solutions – AGS, May 2005, Vol. 53, No. 5.
- Miguel Sabria and Victor L Yu – Hospital-acquired Legionellosis: solutions for a preventable infection – The Lancet Infectious Diseases, Vol. 2, June 2002.
- Ministero della Sanità – Conferenza permanente per i rapporti tra lo stato, le regioni e le province autonome, Linee-guida per la prevenzione ed il controllo della legionellosi, G.U. 103, 5/5/2000.
- Nieves Sopena and Miquel Sabrià. The Neunos 2000 Study Group – Multicenter study of hospital-acquired Pneumonia in non-icu patients. CHEST 2005, 127:215-219.
- Uti Perola, Juha Kauppinen, Jaana Kusnetsov, Ulla- Maija Kärkkä Inen, p. Christian Luck and Marja-Leena Katila – Persistent LegionellaPneumophila colonization of a hospital water supply: efficacy of control methods and a molecular epidemiological analysis – APMIS 113:45-53-2005.
- Ottaviani M, Bonadonna L. Metodi analitici per le acque destinate al consumo umano Rapporti Istisan 00/14
- Ottaviani M, Bonadonna L. Metodi di analisi per le acque destinate al consumo umano Rapporti Istisan 97/8
- Pierre-Yves Levy, MD, Nadine Teysseire, PhD, Jérôm Etienne, MD, PhD, Didier Raoult, PhD – A nosocomial outbreak of Legionella Pneumophila caused by contaminated transesophageal echocardiography probes – Infection Control and Hospital Epidemiology, August 2003.
- Privitera G., Vaiani R., Viale P., Lombardi R., Finzi G. Raccomandazioni per il controllo del rischio idrico nelle strutture sanitarie. L'Ospedale, n. 1/06, 66-76.
- Rota MC, Ricci ML, Caporali MG e Salmaso S. La legionellosi in Italia nel 2003. Rapporto annuale. Nota Ist Super Sanità 2004; 17(10).
- Signorelli C. Igiene edilizia ed ambientale. Società Editrice Universo. Roma. 1 edizione, 2001.
- Szewzyk U., Szewzyk R., Manz W., Schleifer KH. – Microbiological safety of drinking water Annu Rev Microbiol 2000; 54:81-127.
- Vismara R. Ecologia Applicata. Hoepli. Milano. II Ristampa, 2002.
- D.Lgs 81/2008 – Testo Unico sulla Sicurezza e successive modifiche ed integrazioni.