

Candidato: Livia Bachetoni

Relatore: Prof. Roberto Magini

Correlatore: Prof. Francesco Napolitano

Titolo della tesi: Modellazione di impianti idrici ospedalieri per il controllo della qualità della risorsa: Fondazione Santa Lucia

A.A.: 2013/2014 Sessione Luglio

Abstract

Obiettivo della tesi è individuare il comportamento di reti idriche ospedaliere, fornire uno strumento per monitorare le stesse ed in particolare controllare il rischio di contaminazione dal batterio Legionella.

Questo batterio è presente all'interno dei bacini idrici naturali ma tende a migrare all'interno delle reti idriche degli edifici in cui trova condizioni ottimali sia per la propria sopravvivenza ma soprattutto per la propria colonizzazione. Tali condizioni sono rappresentate da elevate temperature, basse velocità dell'acqua nella rete, ristagno dell'acqua e conseguente formazione di biofilm che rappresenta il suo nutrimento e la sua protezione. La Legionellosi è l'infezione delle vie respiratorie che si verifica inalando acqua contaminata da tale batterio.

In particolare, gli edifici ospedalieri vengono presi in esame per la presenza di soggetti particolarmente vulnerabili al rischio di contagio in quanto immuno-compromessi da altre patologie. La Legionellosi nosocomiale, infatti, è un problema attuale, di carattere internazionale e con alto tasso di letalità. Negli ultimi anni è stata oggetto di numerosi studi, volti sia alla sua prevenzione che alla disinfezione del batterio che la genera.

Per poter realizzare il modello di rete si è preliminarmente sviluppato un modello di domanda agli usi finali, nel quale la richiesta idrica totale viene disaggregata nei singoli usi finali. Lo sviluppo di questo modello ha rappresentato l'aspetto più rilevante per l'intero lavoro essendo le domande degli utenti la forzante della rete idrica. Dalla ricerca bibliografica è emerso che il tipo di modello di domanda presentato, seppur applicato a diversi casi residenziali, non è stato mai utilizzato per una rete idrica ospedaliera.

Il caso di studio esaminato è la Fondazione Santa Lucia, l'ospedale romano le cui attività sono iniziate nel secondo dopoguerra e che oggi rappresenta uno dei più importanti centri a livello nazionale per la riabilitazione. Grazie alla collaborazione con l'amministrazione e l'ufficio tecnico della Fondazione, è stato possibile reperire le informazioni statistiche e tecniche alla base della modellazione. Nel dettaglio si tratta di informazioni relative sia alla tipologia di utenti presenti all'interno dell'ospedale che alle loro attività, sia alla tipologia di usi e le loro caratteristiche. Il consumo simulato a partire da tali informazioni, è stato confrontato con i consumi medi giornalieri osservati, consentendo una sommaria validazione del modello di domanda. Il modello di domanda utilizzato è risultato rappresentativo delle domande in gioco e il comportamento della rete può essere simulato efficacemente.

La rete idrica dell'intera struttura ospedaliera, a partire dalla centrale idrica fino ai sei piani dell'edificio, è stata implementata all'interno del software Epanet 2.0 e ad ogni nodo è stato attribuito il pattern di domanda ricavato a partire dal modello agli usi finali. In questo modo è stato possibile individuare i picchi di velocità e le relative criticità in condotta. Dall'analisi di tali risultati è emerso che le velocità di ogni tratto della rete risultano molto basse dell'ordine di grandezza di 0.2-1m/s. Ciò avvalorava l'utilità di un monitoraggio in continuo della rete, in quanto basse velocità sono indice di un rischio elevato di sopravvivenza e colonizzazione del batterio nell'impianto. La successiva applicazione è stata di simulare la propagazione di un agente disinfettante, il cloro, all'interno della rete. Lo strumento presentato in questa tesi consente di valutarne gli andamenti delle concentrazioni nel tempo e nello spazio e di valutare se tali livelli risultano compatibili o meno con i limiti di potabilità fissati dalla normativa.

Il modello agli usi finali può risultare uno strumento efficace per la prevenzione e il controllo di contaminazione da Legionella in quanto individua le condotte più critiche e simula la

propagazione del cloro. Può essere utilizzabile anche per verificare l'effetto di eventuali interventi finalizzati alla produzione di picchi di velocità elevate e clorazioni di rilancio, localizzate in punti che risultano critici. Il modello potrebbe essere ulteriormente migliorato attraverso la validazione con un misuratore di portata con risoluzione temporale adeguata, dell'ordine del minuto. Inoltre analisi batteriologiche e chimiche possono essere utili per capire al meglio la propagazione del disinfettante.