

08-007

RELATIONSHIP BETWEEN PHYSICAL-CHEMICAL PARAMETERS OF HOT WATER AND GROWTH OF AEROBES AND LEGIONELLA NEUMOPHILA: EXPERIENCES IN THREE SPANISH HOSPITALS.

Macías Macías, José ⁽¹⁾; Bahamonde García, Manuel Ignacio ⁽¹⁾; Cruz Broche, Alberto ⁽²⁾
⁽¹⁾ Universidad de Huelva, ⁽²⁾ Hospital Juan Ramón Jiménez

The presence of Legionella Neumophila in domestic hot water has an influence on the possible appearance of legionellosis in people admitted to hospitals. The relationship between the physicochemical parameters of water and the microbiological count of aerobes and Legionella Neumophila has been studied. Within the drinking water surveillance program, analyzes of the chemical composition of hot and cold water have been carried out for years in the hospitals of Huelva: Juan Ramón Jiménez, Infanta Elena and Vázquez Díaz. Likewise, Legionella Neumophila cultures are made with the regulatory frequency. This allows knowing the degree of compliance with current regulations in Spain to try to prevent drinking water facilities from becoming sources of pathogens. The determinations that have been made, the results found and the most appropriate actions to minimize the risk of proliferation of the bacteria are explained. A varied casuistry is observed with regard to populations of Legionella spp in the sanitary hot water of the hospital facilities. The results found allow us to glimpse what procedures could avoid or minimize the uncontrolled growth of Legionella pneumophila in the sanitary hot water of hospitals.

Keywords: Legionella Neumophila; sanitary hot water; physico-chemical parameters.

RELACIÓN ENTRE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA CALIENTE Y CRECIMIENTO DE AEROBIOS Y LEGIONELLA NEUMOPHILA: EXPERIENCIAS EN TRES HOSPITALES ESPAÑOLES.

La presencia de Legionella Neumophila en el agua caliente sanitaria tiene influencia en la posible aparición de legionelosis en las personas ingresadas en los hospitales. Se ha estudiado la relación entre los parámetros físico-químicos del agua y el recuento microbiológico de aerobios y Legionella Neumophila. Dentro del programa de vigilancia del agua de consumo, se realizan, desde hace años, analíticas de la composición química del agua fría y caliente en los hospitales de Huelva: Juan Ramón Jiménez, Infanta Elena y Vázquez Díaz. Asimismo, se hacen cultivos de Legionella Neumophila con la frecuencia reglamentaria. Esto permite conocer el grado de cumplimiento de la normativa vigente en España para tratar de evitar que las instalaciones de agua de consumo se conviertan en focos diseminadores de patógenos. Se explican las determinaciones que se han hecho, los resultados encontrado y las actuaciones más adecuadas para minimizar el riesgo de proliferación de la bacteria. Se observa una casuística variada en lo que se refiere a poblaciones de Legionella spp en el agua caliente sanitaria de las instalaciones hospitalarias. Los resultados hallados permiten vislumbrar los procedimientos que podrían evitar o minimizar el crecimiento incontrolado de Legionella Neumophila en el agua caliente sanitaria de los hospitales.

Palabras claves: Legionella Neumophila; agua caliente sanitaria; parámetros físico-químicos.

Correspondencia: Manuel Ignacio Bahamonde García bahamonde@uhu.es



©2021 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introducción

La presencia de bacterias de la familia Legionella en las instalaciones de los hospitales, especialmente en las redes de distribución de agua fría y caliente puede dar origen a infecciones nosocomiales (Cooper & Hanlon, 2010), (Sabria & Lu, 2002), (Health and Safety Executive, 2000) Según ciertos autores, parece que existen evidencias que correlacionan directamente el número de puntos positivos con la probabilidad de ocurrencia de la infección, frente a otros estudios que inciden más en los niveles cuantitativos obtenidos en análisis puntuales (Van der Kooij, Veenendaal & Scheffer, 2005).

Para controlar las poblaciones de Legionella en el agua circulante y en la biocapa que se forma en la pared interna de las tuberías y en otros lugares de las instalaciones de riesgo, existen varios métodos de desinfección (AENOR, 2014), (Generalidad de Cataluña, Decreto 353/2004), (ASRHAE, 2000), (Sánchez, 2017). Actualmente se emplea ozono, cloro y derivados, bromo, ionización cobre-plata, biocidas orgánicos de diverso tipo y luz ultravioleta sola o combinada con catalizadores como el óxido de titanio que generan iones hidroxilo. Sin embargo, ninguno de estos métodos ha demostrado ser completamente efectivo a largo plazo (Ministerio de Sanidad de España, 2006), (Borella et al., 2005).

Se acepta que la eliminación definitiva de Legionella, una vez que ha colonizado las redes de agua fría y caliente de los centros sanitarios, es muy complicada, entre otros motivos porque en el agua de aporte vienen bacterias en cantidades suficientes como para recolonizar las instalaciones. Por este motivo y para garantizar la ausencia de la bacteria en las instalaciones de riesgo de los hospitales, deben combinarse varias actuaciones: utilización de materiales adecuados que minimicen los fenómenos de corrosión e incrustaciones, uso de biocidas que controlen las poblaciones de Legionellas Spp tanto en el agua circulante como en las biocapas que indefectiblemente se forman, diseño de instalaciones que eviten el estancamiento y la estratificación del agua y por último un programa de vigilancia y mantenimiento que permita corregir cualquier problema que pueda presentarse (European Commission Directorate Public Health, 2002)

En el presente artículo se exponen los hallazgos encontrados en el agua caliente sanitaria de los Hospitales Juan Ramón Jiménez, Infanta Elena y Vázquez Díaz, centros sanitarios del denominado Complejo Hospitalario Universitario de Huelva.

En todos los hospitales citados existe un programa de vigilancia microbiológica del agua fría y caliente de consumo humano para prevenir la posible aparición de infecciones nosocomiales por esta causa.

Las características físico-químicas medias del agua de entrada son las siguientes: pH: entre 7,3 y 7,8; conductividad: entre 234 y 404 $\mu\text{S}/\text{cm}$; dureza total: entre 20 y 91 mg/l de CO_3Ca ; turbidez: entre 0,1 y 0,9 NTU; hierro total: siempre $< 0,1$ ppm.; cloro libre: entre 0,44 y 0,8 ppm (rango de valores encontrados desde noviembre 2008 hasta diciembre 2016).

2. Objetivos

Se ha estudiado la influencia de los parámetros físico - químicos del agua en el crecimiento de la bacteria Legionella Neumophila de cara a la prevención de infecciones nosocomiales en hospitales de enfermos agudos.

3. Métodos y materiales

El estudio se ha hecho sobre las muestras tomadas en los meses de marzo, junio, julio, agosto y septiembre del año 2017, dentro del programa mensual de vigilancia microbiológica de Legionella Neumophila en los tres centros sanitarios mencionados, en el periodo en el que todos formaban el Complejo Hospitalario Universitario de Huelva. Este programa de vigilancia

microbiológica forma parte del conjunto de medidas que deben tomarse en las instalaciones de riesgo, para garantizar que tal como prescribe en su art. 1 el RD 865/2003 que establece los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis, dichas instalaciones no se conviertan en focos en los que la bacteria prolifere y se disemine provocando que las personas más susceptibles contraigan la enfermedad.

Los valores de los parámetros físico-químicos que deben mantenerse en las instalaciones de agua fría y caliente de consumo humano, que son las que se han estudiado en los hospitales citados, son los siguientes:

- Agua fría: Temperatura inferior a 20° C donde las condiciones climatológicas lo permitan y niveles de cloro residual libre entre 0,2 y 1 ppm (partes por millón)
- Agua caliente: Temperatura superior a 50° C en el retorno y en el punto más alejado de la instalación respecto del lugar donde se calienta y 60° C de forma continua en los depósitos acumuladores. Asimismo la instalación permitirá alcanzar 70° C.

En lo que se refiere al recuento microbiológico de *Legionella Neumophila* en las instalaciones de agua de consumo humano, la mera presencia de la bacteria es un factor de riesgo, por tanto lo que debe buscarse es su ausencia. Hay que tener en cuenta que el límite inferior de detección del método de análisis empleado debe ser igual o menor a 100 Ufc/L (Unidades formadoras de colonias por cada litro de agua), según la Guía Técnica del Ministerio de Sanidad de España.

Las muestras se tomaron en las habitaciones de hospitalización que figuran en las tablas entre las 10 y las 14 horas de días laborables

Para la medición de TDS (sólidos disueltos totales), temperatura, pH y conductividad se ha utilizado un medidor multiparamétrico HANNA INSTRUMENTS HI9811-5, previamente calibrado con las soluciones HI70004P y HI70007P para el pH y HI 7039 para la conductividad.

Para la medición de cloro libre se han empleado indistintamente un medidor digital HANNA INSTRUMENTS HI 701 y otro HANNA INSTRUMENTS HI 96711 previamente calibrados con solución HI93701-50 de HANNA INSTRUMENTS.

Los valores de cloro útil se han calculado usando las gráficas y tablas de las figuras 1 y 2.

Los valores del potencial redox se han obtenido con un medidor ORP – 2069, previamente calibrado con solución de prueba redox 230 mV fabricado por AQUA MEDIC.

Los cultivos se han llevado a cabo en las instalaciones del laboratorio externo PROMAX en Sevilla, siguiendo lo dispuesto en la normativa vigente (RD 865/2003 del Ministerio de Sanidad de España)

Figura 1: Curvas de equilibrio HClO – OCl⁻ en función del pH y la temperatura del agua

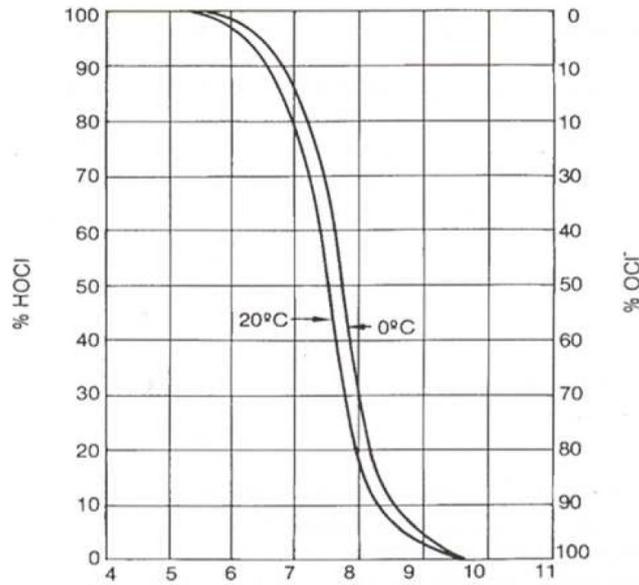


Figura 2: Representación del cloro activo en función del pH del agua

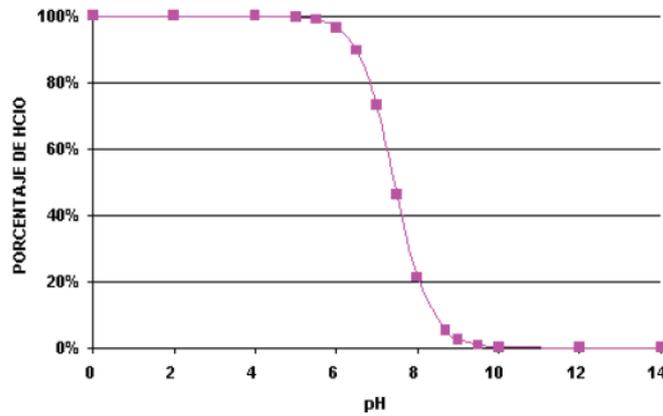


Tabla 1: Porcentaje de cloro activo en función del pH del agua

pH	% cloro activo	% cloro inactivo
6,0	95	5
6,5	90	10
7,0	75	25
7,2	66	34
7,5	47	53
8,0	22	78
8,5	8	92

4. Resultados

Los resultados de los controles fisicoquímicos y microbiológicos realizados en los meses de marzo, junio y julio de 2017 en los distintos hospitales que formaban el Complejo Hospitalario Universitario de Huelva aparecen en las tablas inferiores. El símbolo “+” significa que se detecta ADN de la bacteria, pero no se logra cultivar.

Tabla 2: Marzo de 2017

Fecha	sitio	TDS ppm	T °C	pH	ppm cloro libre	ppm ClOH	mV ORP	conductividad en µS	Legionela ufc/litro
08/03/2017	HIE 1ª ducha secretaria	103	59	7,2	0,01	0,01	202	210	3.400
08/03/2017	HIE Reanimación Quirófano	86	61	7,3	0,38	0,22	206	175	
08/03/2017	HIE UCI box 7	78	44	7,2	0,08	0,05	206	185	
08/03/2017	HIE habitación 111	76	57	7,2	1,02	0,67	208	170	200
08/03/2017	HIE habitación 231	89	55	7,2	0,56	0,37	211	193	
08/03/2017	HIE habitación 316	84	61	7,2	0,16	0,11	212	194	
08/03/2017	HIE habitación 329	102	56	7,2	0,59	0,39	214	200	
08/03/2017	HIE habitación 420	104	56	7,2	0,1	0,07	215	210	200
08/03/2017	HIE habitación 425	103	57	7,2	0,45	0,30	219	197	
08/03/2017	HIE habitación 508	90	46	7,2	0,31	0,20	272	162	
08/03/2017	HIE habitación 527	101	56	7,3	0,24	0,14	244	185	
08/03/2017	HVD retorno ACS archivo	85	61	7,3	0,4	0,24	242	217	
08/03/2017	HVD sótano mortuorio	96	21	7,3	0,02	0,01	163	225	
08/03/2017	HVD sótano vestuario femenino	86	20	7,3	0,75	0,44	240	181	
08/03/2017	HVD sótano estar limpieza	103	34	7,3	0,07	0,04	204	202	
08/03/2017	HVD sótano vestuario masculino	113	28	7,5	0,09	0,04	194	194	
08/03/2017	HVD sótano Office	112	59	7,4	0,42	0,23	191	192	
08/03/2017	HVD sótano ACS ida	103	63	7,4	0,64	0,35	188	205	
08/03/2017	HJRJ urgencias observación camas	100	62	7,2	0,16	0,11	167	170	
08/03/2017	HJRJ habitación 1116	90	62	7,2	0,61	0,40	170	161	+
08/03/2017	HJRJ habitación 1304	91	62	7,2	0,8	0,53	172	170	
08/03/2017	HJRJ habitación 1211	79	61	7,2	0,3	0,20	174	163	
08/03/2017	HJRJ neonato 1	101	52	7,2	0,57	0,38	175	165	
08/03/2017	HJRJ pediatría hab. 13	103	62	7,2	0,59	0,39	176	167	
08/03/2017	HJRJ habitación 2110	82	61	7,3	1,92	1,13	179	178	
08/03/2017	HJRJ habitación 3214	75	63	7,2	0,28	0,18	181	164	
08/03/2017	HJRJ UCI polivalente box 7	100	57	7,4	0,12	0,06	182	168	
08/03/2017	HJRJ habitación 4110	104	63	7,3	0,1	0,06	182	212	
08/03/2017	HJRJ habitación 4405	100	58	7,2	0,55	0,36	185	166	+
08/03/2017	Banco sangre sala donantes	103	57	7,3	0,23	0,14	176	172	+
08/03/2017	Banco sangre hematoinmunología	104	55	7,4	0,49	0,26	181	194	
08/03/2017	Banco sangre fraccionamiento	105	53	7,4	0,08	0,04	180	167	3.000
09/03/2017	Banco sangre sala donantes	121	56	7,4	0,61	0,33	161	237	
09/03/2017	Banco sangre hematoinmunología	107	54	7,4	0,62	0,33	171	175	
09/03/2017	Banco sangre fraccionamiento	90	54	7,4	0,78	0,42	175	234	

Tabla 3: Junio de 2017

Fecha	sitio	TDS ppm	T ° C	pH	ppm cloro libre	ppm ClOH	mV ORP	conductividad en µS	Legionela ufc/litro
20/06/2017	HIE 1ª derecha secretaria	125	55,7	7,7	0,47	0,17	222	227	2.800
20/06/2017	HIE habitación 101	127	56,3	7,6	0,58	0,24	228	238	
20/06/2017	HIE habitación 209	126	45,2	7,6	0,3	0,13	218	245	
20/06/2017	HIE habitación 220	93	52,6	7,6	0,38	0,16	217	227	
20/06/2017	HIE habitación 310	92	51,3	7,5	0,24	0,11	218	244	
20/06/2017	HIE habitación 313	106	45,5	7,5	0,17	0,08	218	247	
20/06/2017	HIE habitación 419	121	50,4	7,6	0,22	0,09	216	247	
20/06/2017	HIE habitación 422	95	49,1	7,5	0,42	0,20	217	243	
20/06/2017	HIE habitación 514	97	50,9	7,5	0,27	0,13	214	239	
20/06/2017	HIE habitación 525	120	51,3	7,5	0,18	0,08	213	243	
20/06/2017	HIE habitación 610	97	51,5	7,5	0,33	0,16	216	240	
20/06/2017	HIE hab. 1 módulo penitenciario	106	45,5	7,5	0,39	0,18	216	257	
20/06/2017	HVD retorno ACS reproducción	119	59,3	7,65	0,37	0,16	212	239	100
20/06/2017	HVD sótano mortuorio	110	24,5	7,8	0,05	0,02	205	220	
20/06/2017	HVD sótano vestuario femenino	104	25,3	7,6	0,1	0,04	211	210	
20/06/2017	HVD sótano vestuario masculino	122	56,3	7,5	0,47	0,22	212	244	
20/06/2017	HVD habitación 332	127	57,4	7,5	0,27	0,13	210	260	
20/06/2017	HVD habitación 325	125	57,5	7,4	0,17	0,09	211	260	
20/06/2017	HVD sótano ACS ida	121	62,8	7,5	0,14	0,07	209	240	
20/06/2017	HJRJ habitación 1113	106	62,8	7,2	0,3	0,20	198	200	100
20/06/2017	HJRJ habitación 1201	102	60,5	7,4	0,45	0,25	197	234	
20/06/2017	HJRJ habitación 1312	95	62,4	7,5	0,28	0,13	197	240	200
20/06/2017	HJRJ habitación 1402	101	60,1	7,6	0,45	0,19	198	240	
20/06/2017	HJRJ habitación 2111	96	61,1	7,7	0,26	0,10	197	224	100
20/06/2017	HJRJ habitación 2317	128	58,7	7,7	0,12	0,04	197	258	100
20/06/2017	HJRJ sala lactancia pediatría	117	59,7	7,8	0,17	0,05	195	230	
20/06/2017	HJRJ habitación 2205	97	60,1	7,8	0,2	0,06	196	234	+
20/06/2017	HJRJ habitación 2404	97	61,3	7,7	0,15	0,06	197	236	200
20/06/2017	HJRJ habitación 3118	107	60,5	7,8	0,16	0,05	197	230	
20/06/2017	HJRJ habitación 3208	119	61,2	7,8	0,12	0,04	198	232	
20/06/2017	HJRJ habitación 3706	118	58,5	7,7	0,17	0,06	198	236	
20/06/2017	HJRJ habitación 3802	97	60,6	7,7	0,29	0,11	198	240	
20/06/2017	HJRJ habitación 4101	100	59,6	7,8	0,04	0,01	198	236	
20/06/2017	HJRJ habitación 4109	119	60,6	7,8		0,00	199	236	

Tabla 4: Julio de 2017

Fecha	sitio	TDS ppm	T ° C	pH	cloro libre ppm	ppm ClOH	mV ORP	conductividad en µS	Legionela ufc/litro
27/07/2017	HIE hab. 1 módulo penitenciario	126	47,7	7	0,18	0,14	236	216	
27/07/2017	HIE 1ª derecha secretaria	126	54,3	7,62	0,08	0,03	230	210	+
27/07/2017	HIE habitación 113	115	53,5	7,65	0,08	0,03	225	223	
27/07/2017	HIE habitación 212	102	45,6	7,67	0,1	0,04	222	224	
27/07/2017	HIE habitación 233	127	45,6	7,58	0	0,00	219	231	+
27/07/2017	HIE habitación 311	116	40,8	7,65	0,2	0,09	215	249	+
27/07/2017	HIE habitación 405	125	33,4	7,74	0,06	0,03	213	251	
27/07/2017	HIE habitación 506	106	50,7	7,55	0,22	0,10	212	217	
27/07/2017	HIE habitación 517	99	44,8	7,54	0,81	0,38	272	227	
27/07/2017	HIE habitación 602	93	48,3	7,44	0,12	0,06	252	217	
27/07/2017	HVD retorno ACS reproducción	108	32	7,82	0,01	0,00	197	212	
27/07/2017	HVD sótano mortuorio	118	28,5	7,76	0	0,00	198	237	
27/07/2017	HVD sótano vestuario femenino	131	27,2	7,72	0	0,00	199	268	
27/07/2017	HVD sótano vestuario masculino	134	24,7	7,91	0,01	0,00	201	266	
27/07/2017	HVD sótano ACS ida	126	48,1	7,57	0,07	0,03	202	255	
27/07/2017	HVD retorno ala derecha	133	32	7,82	0,03	0,01	202	266	
27/07/2017	HVD habitación 209	128	39,5	7,72	0,03	0,01	202	260	
27/07/2017	HJRJ habitación 1102	122	55,8	7,79	0,15	0,05	180	244	
27/07/2017	HJRJ habitación 1204		58,7	7,81	0,15	0,05			
27/07/2017	HJRJ habitación 1312	127	57,5	7,8	0,23	0,07	176	241	
27/07/2017	HJRJ habitación 2111	129	58,5	7,76	0,67	0,21	177	244	
27/07/2017	HJRJ habitación 2205	126	58,8	7,9	0,35	0,10	178	198	
27/07/2017	HJRJ habitación 2306	120	57,2	7,9	0,25	0,07	180	246	
27/07/2017	HJRJ habitación 2317	102	59,4	7,78	0,1	0,03	182	260	
27/07/2017	HJRJ habitación 2404	115	58,5	7,8	0,08	0,03	181	258	
27/07/2017	HJRJ habitación 2410	107	59,9	7,93	0,11	0,03	180	186	+
27/07/2017	HJRJ habitación 3109	121	57,3	7,8	0,2	0,06	180	210	
27/07/2017	HJRJ habitación 4103	111	55,5	7,92	0,73	0,19	180	237	
27/07/2017	HJRJ habitación 4113	113	58,9	7,78	0,1	0,03	180	218	
27/07/2017	HJRJ habitación 4202	95	57,5	7,84	0,22	0,07	174	248	
27/07/2017	HJRJ habitación 4314	126	58,6	7,9	0,13	0,04	176	249	
27/07/2017	HJRJ banco de sangre sala fraccionamiento	129	45,4	8	0	0,00	176	256	

A la vista de todo lo anterior, se observó que los parámetros más directamente relacionados con la presencia de Legionella Neumophila en el agua son y por este orden, el cloro activo en forma de ácido hipocloroso, el cloro libre medido, el pH y la temperatura. Por tal motivo, en agosto y septiembre solo se midieron temperatura, pH y cloro libre.

Tabla 5: Agosto de 2017

Fecha	sitio	Temperatura ° C	pH	cloro libre ppm	% cloro activo según pH	ppm cloro como ClOH	Legionela ufc/litro
28/08/2017	HIE habitación 5 módulo penitenciario	56	7,3	0,19	59	0,11	+
28/08/2017	HIE 1ª derecha secretaria	63	8,1	0,12	20	0,02	28.000
28/08/2017	HIE habitación 101	62	8,3	0,08	13	0,01	
28/08/2017	HIE habitación 233	59	8,3	0,24	13	0,03	
28/08/2017	HIE habitación 311	56	8,1	0,12	20	0,02	
28/08/2017	HIE habitación 307	37	8,2	0,08	17	0,01	
28/08/2017	HIE habitación 419	64	7,9	0,11	26	0,03	
28/08/2017	HIE habitación 507	54	7,8	0,21	32	0,07	
28/08/2017	HIE habitación 504	57	7,9	0,06	26	0,02	
28/08/2017	HVD retorno quirófanos	69	8,1	0,21	20	0,04	
28/08/2017	HVD sótano mortuorio	21	7,5	0,03	47	0,01	
28/08/2017	HVD sótano vestuario femenino	32	8,5	0,24	8	0,02	
28/08/2017	HVD sótano vestuario mantenimiento	30	8,4	0,04	11	0,00	
28/08/2017	HVD sótano ACS ida	67	7,9	0,21	26	0,05	
28/08/2017	HVD retorno cafetería	64	7,8	0,16	32	0,05	
28/08/2017	HVD habitación 236	45,5	7,6	0,05	42	0,02	
28/08/2017	HJRJ VIP 2 Urgencias	56,4	7,9	0,21	26	0,05	
28/08/2017	HJRJ habitación 1304	61,1	8,1	0,56	20	0,11	
28/08/2017	HJRJ habitación 1418	57,2	8,3	0,61	13	0,08	+
28/08/2017	HJRJ laboratorio anatomía patológica	60,2	8,2	0,29	17	0,05	
28/08/2017	HJRJ habitación 2203	56,8	8,4	0,37	11	0,04	
28/08/2017	HJRJ habitación 2305	54,9	7,8	0,44	32	0,14	
28/08/2017	HJRJ habitación 2410	56	8,	0,05	13	0,01	

25th International Congress on Project Management and Engineering
Alcoi, 6th – 9th July 2021

			3				
28/08/2017	HJRJ paritorio 2	60,1	8,6	0,61	6	0,04	
28/08/2017	HJRJ habitación 2814	56,4	8,2	0,36	17	0,06	
28/08/2017	HJRJ habitación 3101	57,3	8,4	0,29	11	0,03	
28/08/2017	HJRJ habitación 3214	56,4	8,1	0,61	20	0,12	
28/08/2017	HJRJ habitación 3810	60,1	7,9	0,59	26	0,15	
28/08/2017	HJRJ psiquiatría	27	7,9	0,04	26	0,01	
28/08/2017	HJRJ habitación 4102	60,4	7,9	0,24	26	0,06	
28/08/2017	HJRJ habitación 4407	55,7	8,5	0,96	8	0,08	
28/08/2017	HJRJ habitación 4302	50,5	8,6	0,1	6	0,01	

Tabla 6: Septiembre de 2017

Fecha	sitio	Temperatura ° C	pH	cloro libre ppm	% cloro activo según pH	ppm cloro como ClOH	Legionela ufc/litro
26/09/2017	HIE hab. 5 modulo penitenciario	22,4	8,7	0,08	5	0,004	1000
26/09/2017	HIE 1ª derecha consulta 1 neurofisiología	24,6	6,6	0,09	90	0,081	15000
26/09/2017	HIE habitación 111	47,4	7,1	0,14	70	0,098	
26/09/2017	HIE habitación 201	25,3	6,6	0,09	90	0,081	
26/09/2017	HIE habitación 210	41,4	6,6	0,07	87	0,061	
26/09/2017	HIE habitación 307	44,3	6,6	0,13	87	0,113	
26/09/2017	HIE habitación 403	28,2	6,6	0,09	90	0,081	800
26/09/2017	HIE habitación 505	31	6,6	0,06	90	0,054	
26/09/2017	HIE habitación 512	26,3	8,1	0,11	20	0,022	
26/09/2017	HVD retorno ACS reproducción	64,4	7,0	0,16	75	0,120	
26/09/2017	HVD retorno ala izquierda	63,8	6,8	0,04	80	0,032	
26/09/2017	HVD sótano vestuario femenino	25,1	6,8	0,03	82	0,025	
26/09/2017	HVD sótano vestuario masculino	24,1	6,6	0,3	87	0,261	
26/09/2017	HVD sótano ACS ida	59,7	6,6	0,09	87	0,078	
26/09/2017	HVD habitación 303	37,4	6,6	0,11	87	0,096	
26/09/2017	HVD habitación 207	33,8	6,6	0,05	88	0,044	
26/09/2017	HJRJ habitación 1315	51,7	8,1	0,16	20	0,032	
26/09/2017	HJRJ habitación 1411	50,7	8,7	0,14	5	0,007	200
26/09/2017	HJRJ habitación	51,6	8,4	0,21	11	0,023	

25th International Congress on Project Management and Engineering
Alcoi, 6th – 9th July 2021

	1418						
26/09/2017	HJRJ habitación 1209	47,8	8,2	0,13	17	0,022	
26/09/2017	HJRJ habitación 1103	48,2	8,4	0,17	11	0,019	
26/09/2017	HJRJ habitación 2105	56,9	8,0	0,22	23	0,051	
26/09/2017	HJRJ neonatología 1	52,1	7,8	0,21	48	0,101	
26/09/2017	HJRJ habitación 2806	43,4	8,2	0,08	17	0,014	
26/09/2017	HJRJ habitación 3310	58,8	8,7	0,16	5	0,008	
26/09/2017	HJRJ habitación 3704	49,6	8,4	0,21	11	0,023	
26/09/2017	HJRJ habitación 3117	45,8	8,3	0,1	13	0,013	
26/09/2017	HJRJ habitación 3803	43,1	8,2	0,11	17	0,019	
26/09/2017	HJRJ habitación 3416	53,9	8,3	0,07	13	0,009	
26/09/2017	HJRJ habitación 4108	51,2	8,4	0,18	11	0,020	
26/09/2017	HJRJ habitación 4310	47,1	8,7	0,16	5	0,008	

Tabla 7: Resumen de resultados

	HJRJ	HIE	HVD	TOTAL
Muestras estudiadas	75	51	35	161
Positivas	13	12	1	26
% Positivas	17,3	23,5	2,9	16,1
Positivas T ^a > 60° C	6	1	0	7
Positivas T ^a > 50° C - < 60° C	7	6	1	14
Positivas T ^a < 50° C	0	5	0	5
Positivas Cloro libre > 0,5 ppm	3	1	0	4
Positivas Cloro libre > 0,2 < 0,5 ppm	5	2	1	8
Positivas Cloro libre < 0,2 ppm	5	9	0	14
Positivas pH > 8	2	2	0	4
positivas pH < 8 - > 7,5	5	4	1	10
Positivas pH < 7,5	6	6	0	12
Positivas Cloro útil como ClOH > 0,5 ppm	0	1	0	1
Positivas Cloro útil como ClOH > 0,2 - < 0,5 ppm	3	0	1	4
Positivas Cloro útil como ClOH < 0,2 ppm	10	11	0	21

Rango positivos TDS en ppm	90-128	76-127	119	76-128
Rango positivos ORP en mV	170-198	202-230	212	170-230
Rango positivos Conductividad en μ S	161-258	170-249	239	161-249
Rango aerobios en ufc/ml	2500-9100	1700-32000	sin datos	1700-32000

5. Conclusiones

A la vista de los resultados analíticos que aparecen en las tablas, se aprecia que las magnitudes que influyen en mayor medida en la proliferación de *Legionella Neumophila* en el agua son y por este orden, el cloro activo en forma de ácido hipocloroso, el cloro libre medido, el pH y la temperatura. Como es sabido el primero es función del segundo y del tercero. Tal dependencia se aprecia en la gráfica de la figura 1. Ninguno de los otros factores juega un papel tan relevante como los descritos, aunque evidentemente no pueden despreciarse ya que existe una relación entre todos. Es evidente que con valores bajos de cloro activo y temperatura no tiene por qué haber *Legionella Neumophila*, pero si estas magnitudes están por debajo de los mínimos legales, el riesgo de proliferación de la bacteria aumenta significativamente, ya que el medio acuático en esas condiciones, no le resulta hostil.

Es notorio observar como en el Hospital Vázquez Díaz la presencia de *Legionella Neumophila* es significativamente menor que en los otros dos centros sanitarios, a pesar de que los resultados físico - químicos no difieren demasiado. Es altamente probable que como las tuberías son mayoritariamente de cobre, este metal ejerce el conocido efecto bactericida que posee y tiene efecto sinérgico positivo con los niveles de cloro activo y temperatura. La Guía Técnica del Ministerio de Sanidad, en todas las tablas sobre criterios de selección de materiales, indica como ventaja del cobre, su capacidad de limitar la formación de biocapas por su acción bactericida de contacto. Asimismo, dicho metal se emplea en combinación con la plata, como método físico-químico de control microbiológico, ya que ambos metales, cuando se incorporan al agua circulante en forma iónica, ejercen un fuerte efecto biocida. Dichos iones, al tener carga positiva, se pegan a la pared externa de la membrana celular y limitan el intercambio de sustancias que realiza la bacteria para mantener su actividad vital.

A vista de todo lo anterior, y considerando únicamente los parámetros físico-químicos estudiados, parece tener mayor influencia en el crecimiento de la bacteria el cloro activo o útil que la temperatura. Por tanto, sería conveniente mantener la temperatura del agua lo más alta posible y los niveles de cloro libre cercanos a 1 ppm, ya que controlar el pH en agua potable no es fácil.

6. Referencias

- AENOR (2014). Prevención y control de la proliferación y diseminación de *Legionella* en instalaciones. UNE 100030. Madrid.
- ASHRAE (2000). Guideline 12-2000: Minimizing the risk of legionellosis associated with building water systems. Ed. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers.
- Borella, P., Guerrieri, E., Marchesi, I., Bondi, M., & Messi, P (2005). Water ecology of *Legionella* and protozoan: environmental and public health perspectives. *Biotechnology Annual Review*, 11, 355-379.
- Cooper, I.R. & Hanlon, G.W. (2010). Resistance of *Legionella pneumophila* serotype 1 biofilms to chlorine-based disinfection. *Journal of Hospital Infection*, 74, 152-159.
- DECRETO 352/2004, de 27 de julio, por el que se establecen las condiciones higiénico-

sanitarias para la prevención y el control de la legionelosis en Cataluña.

European Commission Directorate Public Health, Directorate-General Health and Consumer Protection (2002). European guidelines for control and prevention of travel associated legionnaire's disease. European Surveillance Scheme for Travel Associated Legionnaire's Disease and the European Working Group for Legionella Infections. Supported.

Health and Safety Executive. Health and Safety Commission (2000). Legionnaires' Disease: the control of legionella bacteria in water systems. Approved Code of Practice. 6. HSE Books.

Ministerio de Sanidad de España (2006). Guía técnica para la prevención y control de la legionelosis en instalaciones objeto del ámbito de aplicación del RD 865/2003.

Sabria, M. & Yu, V.L. (2002). Hospital-acquired legionellosis: solutions for a preventable infection. *Lancet Infect Dis.*, 2: p. 368–73

Sánchez, L.A. (2017). Tratamiento de desinfección en continuo del agua caliente sanitaria de un hospital; AEIH Anuario, 19-24.

Van der Kooij, D., Veenendaal, H.R. & Scheffer, W.J.H. (2005). Biofilm formation and multiplication of Legionella in a model warm water system with pipes of copper, stainless steel and cross-linked polyethylene. *Water Research*, 39, 2789-2798.

**Comunicación alineada con los
Objetivos de Desarrollo Sostenible**

