ANALES
DE LA REAL ACADEMIA NACIONAL DE FARMACIA

Volumen 82 | Número 1 Extraordinario |Julio 2016 | Páginas 1-185



Balneario de Villavieja (Castellón)

www.analesranf.com

ISSN 1697-4271

REAL ACADEMIA NACIONAL DE FARMACIA

Instituto De España

Ministerio de Educación Cultura y Deporte

Publicación científica electrónica trimestral

Madrid, Spain

EDITORIAL

El Balneario de Villavieja (Castellón)

María del Carmen Francés Causapé

Presidenta de la Comisión de aguas minerales y minero-medicinales

Como Académica de Número de la Real Academia Nacional de Farmacia, Medalla n.º 43, y Presidenta de la Comisión de Aguas Minerales y Minero-medicinales, es para mí un honor presentar los trabajos expuestos en dos Mesas Redondas sobre el estudio del Balneario de Villavieja, que han tenido lugar, respectivamente, el 5 de marzo y el 23 de abril de 2015; actividad que se realiza con la colaboración de la Fundación "José Casares Gil" de la Real Academia Nacional de Farmacia.

Los miembros de la Comisión cumplen con esta actividad con el compromiso tradicionalmente adquirido con la Asociación Nacional de Balnearios (ANBAL) cuyo objetivo fundamental es dar a conocer las Aguas Minero-Medicinales declaradas de Utilidad Pública en España y potenciar actuaciones conjuntas con diversas instituciones en beneficio del producto balneario en nuestro país. Se trata de una Asociación de prestigio, que tiene su origen en la Asociación Nacional de la propiedad Balnearia creada en 1871, que forma parte de la European Spas Association y cuyo objetivo es promocionar la Balneología europea basándose en las cualidades naturales de las aguas minerales; que ha colaborado con la Administración, junto al Instituto de Mayores y Servicios Sociales (IMSERSO) y el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad desde el año 1989 para la implantación del programa de Termalismo Social, difundiendo las propiedades curativas de las aguas termales. Al propio tiempo se relaciona con la Organización Mundial del Turismo (OMT), organismo especializado de las Naciones Unidas para el fomento del turismo internacional teniendo en cuenta que los balnearios españoles están certificados con la marca Q por el Instituto para la Calidad Turística Española porque ostentan prestigio, diferenciación, fiabilidad, rigurosidad y promoción por parte de la Secretaría de Estado de Turismo y las Comunidades Autónomas.

Las personas que realizan los estudios sobre los balnearios son todos peritos especialistas que provienen de centros oficiales: Vocales Natos de la propia Comisión como Académicos de Número y Correspondientes, de Profesores Catedráticos o Profesores Titulares de Universidad; y de organismos estatales o Centros Públicos de Investigación como la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), dependiente del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente; el Centro de

Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) así como el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) que son organismos públicos de investigación adscritos al Ministerio de Economía y Competitividad.

La Comisión ya está incursa en el estudio del Balneario de San Nicolás (Almería) respondiendo así a los objetivos de la Real Academia Nacional de Farmacia, al dictado de nuestro Presidente, el Excmo. Sr. D. Mariano Esteban Rodríguez y apoyándole para hacer realidad el primer y segundo "brainstorming", respondiendo así al primer objetivo de los encuentros tenidos en 2013 y 2014, en relación con el estudio científico y técnico de los balnearios españoles; y haciendo posible el segundo objetivo: la difusión de los trabajos de la Comisión para lo cual cuento, no me cabe duda, con el apoyo incondicional del Secretario General de la Real Academia Nacional de Farmacia, Excmo. Sr. D. Bartolomé Ribas Ozonas, y del eficaz responsable de Publicaciones, Informática y Comunicación, Excmo. Sr. D. Antonio Luis Doadrio Villarejo, para que vean la luz los Anales Extraordinarios dedicados a los Balnearios. Ya se publicó el volumen 81 y su correspondiente Monografía XXXIII, dedicado a la Villa de Olmedo, gracias a la gran dedicación en maquetarlo por parte de D.ª Josefa Ortega Ortiz de Apodaca; y ahora se publicarán los volúmenes 82 y 83, respectivamente, así como las correspondientes Monografías XXXIV y XXXV que harán posible dar a conocer a la Sociedad Española no solo la labor que se hace desde la Real Academia Nacional de Farmacia en este campo específico sobre los Balnearios españoles sino también la divulgación y puesta en valor ante los diferentes centros oficiales antes mencionados, y los Ministerios de Educación, de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad y, en definitiva, ante los ciudadanos españoles, de las aguas de los Balnearios españoles en la salud pública.

Este número de los Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia es el volumen 82 de los Anales Extraordinarios y la Memoria XXXIV, redactada y publicada por la Comisión para el estudio de las Aguas Minerales y Minero-medicinales de esta Real Academia que actualmente, según Decreto 367/2002 de 19 de abril de 2002 (B.O.E. nº 110, de 8 de mayo de 2002) se considera como Comisión Permanente de carácter técnico y cuya finalidad primordial es el estudio de las aguas utilizadas en los balnearios españoles.

En esta Memoria se estudia primeramente por la Profesora María del Carmen Francés Causapé, Académica de Número, en colaboración con el Profesor José López Guzmán, Académico Correspondiente, y la Doctora con Mención Europea UCM María López González, la situación del Balneario de Villavieja y su entorno. El Balneario, de gran tradición histórica, se encuentra en el municipio de Villavieja, en pleno centro de la localidad, en el sector suroriental de la provincia de Castellón, en la Comunidad Autónoma de Valencia. Se pone de manifiesto el antiguo origen de Villavieja y los bellos parajes naturales del entorno pertenecientes a la Comarca de la Plana Baja, así

como el origen romano del uso de las aguas medicinales que gozaron desde el siglo XVIII de una gran nombradía y que fueron declaradas de utilidad pública en 1827, lo cual fue confirmado en 1928.

La Profesora M.ª Esperanza Torija Isasa, Académica Correspondiente, con sus colaboradores Dra. M.ª Mercedes García Mata y Dra. M.ª Dolores Tenorio Sanz, del Separtamento de Nutrición y Bromatología II de la Facultad de Farmacia UCM, y el Dr. José Luis López Colón del Instituto Toxicológico de la Defensa, efectúan una revisión de los análisis físico-químicos efectuados anteriormente y actualizan la composición de las aguas utilizadas en el Balneario deduciendo que se trata de aguas hipertermales, de mineralización fuerte y sulfatadas cálcicas.

Igualmente M.ª del Carmen de las Heras y M.ª Antonia Simón Arauzo, con sus colaboradores J. A. Gascó Leonarte, B. Romero del Hombrebueno Pozuelo, J. A. Trinidad Ruíz y A. M. Suáñez Fidalgo del CIEMAT, han realizado un estudio radiológico de las aguas del Balneario determinando cuantitativamente los radionúclidos naturales más significativos, concluyendo que las aguas del Balneario de Villavieja son radiactivas lo cual no tiene incidencia en la salud pública cuando las aguas se utilizan por vía tópica o por vía oral.

Si interés tiene el conocimiento de la composición química y el estudio radiológico de las aguas del Balneario, también es importante el estudio microbiológico que ha sido efectuado por la Profesora M.ª del Carmen de la Rosa Jorge, Académica Correspondiente, en colaboración con las Profesoras Concepción Pintado García y Carmina Rodríguez Fernández, del Departamento de Microbiología II de la Facultad de Farmacia UCM, demostrando que están exentas de contaminación por microorganismos de origen fecal y, al analizar la microbiota autóctona, comprobaron que no afecta a la salud pública.

En el estudio hidrogeológico, redactado por Juan Antonio López Geta, Dr. Ingeniero de Minas, y Bruno Ballesteros Navarro, Geólogo e Investigador del IGME, en colaboración con Antonio Ramírez Ortega, Académico Correspondiente, se han descrito de forma detallada el contexto geológico e hidrogeológico donde se encuentra ubicada la captación subterránea que abastece al Balneario, estableciendo los modelos conceptuales correspondientes y la trayectoria de las aguas en su recorrido hacia la superficie. Se ha avanzado en el esclarecimiento, mediante métodos científicos, del por qué de la presencia de esas aguas en ese lugar y con esas características físico-químicas, así como el por qué de su temperatura anómala, muy superior a la de la gran mayoría de los pozos que se encuentran en su entorno próximo.

El Dr. Antonio Mestre Barceló, Jefe del Área de Climatología y Aplicaciones Operativas de la AEMET, y sus colaboradores los Doctores Inmaculada Cadenas Cortina, Ana Isabel Ambrona Rodríguez y César Rodríguez Ballesteros han realizado el

estudio climático y bioclimático determinando que la variabilidad termométrica responde a las zonas del litoral mediterráneo así como el estudio pluviométrico corresponde a las zonas de la vertiente mediterránea, estableciendo además la clasificación climática según Missenard y las rosas de los vientos.

El Profesor Antonio López Lafuente, Académico Correspondiente, y sus colaboradores los Profesores Inmaculada Valverde Asensio, José Ramón Quintana Nieto, Ana de Santiago Martín y Concepción González Huecas del Departamento de Edafología de la Facultad de Farmacia UCM, han estudiado el entorno del Balneario desde el punto de vista edáfico caracterizándose por abundar en suelos de color rojo, con diferentes grados de evolución. Predominan los suelos con pH básico, texturas medias a gruesas, presencia de carbonatos, escaso desarrollo superficial los situados en la Sierra de Espadán, y de uso agrícola los situados en la zona de la Plana. Sus propiedades físicas indican que son suelos con alto grado de permeabilidad.

Los estudios sobre la vegetación del entorno del Balneario han sido redactados por el Profesor Daniel Pablo de la Cruz Sánchez Mata del Departamento de Biología Vegetal II de la UCM y Académico Correspondiente, destacando, desde el punto de vista geobotánico, la ubicación privilegiada del Balneario en las proximidades del Paque Natural de la Sierra de Espadán, magnífico enclave natural de reconocida singularidad tanto en sus aspectos florísticos como vegetacionales.

Finaliza la Memoria con el estudio de la acción terapéutica de las aguas del Balneario que ha sido realizado por la Profesora Josefina San Martín Bacaicoa, Académica Correspondiente, donde pone de manifiesto la calificación de las aguas respecto a su composición química y sus efectos sobre el organismo humano señalando sus indicaciones terapéuticas por vía tópica, oral e inhalatoria, exponiendo las diversas técnicas terapéuticas utilizadas, destacando la balneocinesiterapia. Por último, aporta datos socio-demográficos sobre la población asistente al Balneario, teniendo en cuenta el número, género y edad de los usuarios así como las patologías que presentan los pacientes asistentes al Balneario.

Madrid, 21 de abril de 2016.

ESTUDIO 1

El Balneario de Villavieja (Castellón). Historia y generalidades

Title in English: *The Villavieja's Spa (Castellón). History and generalities*

María del Carmen Francés Causapé[1]*, José López Guzmán[2], María López González[3]

[1]Académica de Número de la Real Academia Nacional de Farmacia. [2]Académico Correspondiente de la Real Academia Nacional de Farmacia. [3]Doctora en Farmacia con mención Europea por la Universidad Complutense de Madrid. *mcfc@hotmail.es

An. Real. Acad. Farm. Vol 82, Special Issue (2016) pp. 12-37.

RESUMEN

Se hace una reseña de la situación geográfica del Balneario de Villavieja, de los antecedentes históricos del mismo y situación actual. Se hace mención a sus propietarios, al primer análisis químico de las aguas mineromedicinales de este Balneario así como a los médicos directores, a los pacientes que lo han frecuentado y a las referencias a la acción terapéutica de sus aguas.

Palabras clave: Agua mineromedicinal; Médicos, Agüistas; Terapéutica; Balneario de Villavieja, Castellón, Valencia.

ABSTRACT

An account of the geographical position of Villavieja's Spa is given, including a brief history of it and its situation nowdays. An particularly reference it is made about their propietaries and the first chemical composition of the mineral waters of this spa, the medical direction of the spa and the patients frequented the spa and another ones in relationship the medically effects of the waters and muthbath.

Keywords: Minero-medicinal water; Medical-Directors; Patients; Villavieja's Spa, Castellón, Valencia.

1. INTRODUCCIÓN

El Balneario de Villavieja se encuentra en el municipio de Villavieja en pleno centro de esa localidad, en la Plaza de la Villa número 5, conocida como la Plaza del Ayuntamiento, en un edificio del siglo XIX que se identifica fácilmente ya que en la cornisa de su fachada principal se lee la leyenda: "Termas/Agrupación de Balnearios" (Figura 1). Se trata de un Balneario de gran tradición histórica, situado en el sector suroriental de la provincia de Castellón, en la Comunidad Autónoma de Valencia. Los datos cartográficos le sitúan en las coordenadas X=39.8588423 e Y=-0.1844892 UTM del Huso 30, a escasa altura sobre el nivel del mar: 35 metros.



Figura 1. Fachada principal del Balneario de Villavieja.

El acceso al Balneario se puede realizar por carretera, desde Madrid, por la Nacional A-7, población de la que dista 306 Km; desde Valencia y Castellón, por carreteras comarcales, poblaciones de las que dista respectivamente 55 Km y 22 Km. Por ferrocarril existe una amplia oferta de comunicación en trenes de cercanías de RENFE que conectan multitud de poblaciones con la estación Nules-Villavieja que se encuentra a 2 Km del Balneario. Los huéspedes son recogidos en la estación, para su traslado al establecimiento, por un microbús del Balneario. El aeropuerto más cercano es el de Valencia.

2. LA VILLA

La localidad de Villavieja se encuentra al pie de la Sierra del Espadán, en la Comarca La Plana Baja, y es conocida con el nombre de "La Vilavella", denominación tradicional valenciana aprobada por Decreto 152/2001, de 5 de octubre de 2001 (1).

El escudo de esta población, que asciende aproximadamente a 3.500 vecinos, es cuadrilongo de punta redonda. Al primer cuartel, losangeado de oro y gules. Al segundo cuartel, en campo de azur, una fuente de plata hace sin duda alusión a las fuentes de aguas minero-medicinales. Al tercer cuartel, en campo de plata, dos saetas

de sable cruzadas y resaltadas con una palma de sinople. Al timbre, corona real abierta (Figura 2).

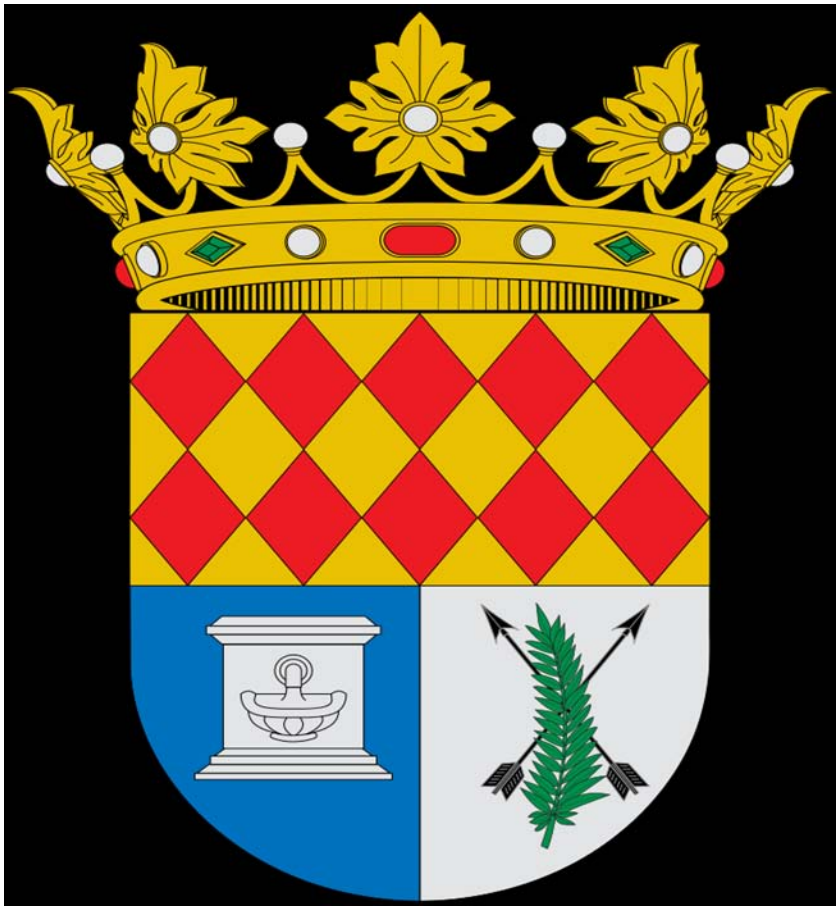


Figura 2. Escudo de la población de Villavieja.

La economía de Villavieja ha estado basada fundamentalmente en la agricultura y en concreto en los cultivos de secano pero, en la actualidad, hay un predominio del cultivo de la naranja por lo que existe una Cooperativa citrícola. También ha tenido una gran importancia la confección de alpargatas de esparto y hoy día todavía perduran algunos artesanos. Por ultimo, hay que destacar que el termalismo también constituye una parte importante de su economía.

Bañón y Carrillo califican a Villavieja como un pequeño municipio de la Comunidad Valenciana con alto nivel de prestación de servicios, motivo por el que le incluyen en el tipo 4 (2).

Prueba de que la anterior afirmación es cierta es que, pese a ser una población con escasos habitantes, en abril de 2014 se celebraron las IV Jornadas de mujer y salud y en el mes de mayo del mismo año la IX Feria Agrícola, Ganadera y del Comercio con el fin de fomentar estas actividades así como el asociacionismo del vecindario.

La existencia de un manantial de agua al pie de la montaña se Santa Bárbara, la Fuente Calda, dio lugar a asentamientos prehistóricos y más tarde a la construcción de un santuario hispano-romano relacionado con las aguas medicinales. En cuanto al origen de la población**,** Villavieja es de origen romano aunque el germen de la actual población hay que situarlo en la época de la ocupación musulmana que se asentó en el castillo que se rindió al rey Jaime I de Aragón en 1238. A principios del siglo XIII se fundó la Puebla Nueva de Nules, origen de la ciudad de Nules, razón por la cual también se ha conocido esta localidad con la denominación de Villavieja de Nules. El antiguo castillo medieval era cabeza de la Baronía donada por Jaime I a Guillem de Montcada en 1251 que comprendía Villavieja y diversas alquerías. Extinguido el señorío de los Montcada, el feudo pasó en 1314 a Gilabert de Centelles y es en esas fechas cuando se funda la población actual de Nules, quedando la población morisca en el núcleo de Villavieja de Nules hasta su expulsión en 1609. Dos años más tarde, el Marqués de Nules, Cristóbal de Centelles, repobló la Villa Vieja de Nules con 29 cabezas de familia.

Entre los edificios a destacar en esta localidad se encuentran la iglesia parroquial de la Sagrada Familia (Figura 3) , inaugurada en 1756, de estilo corintio; la ermita de San Sebastián (Figura 4), edificada en 1934 pues la primitiva despareció, a la que se acude en romería el 20 de enero; el Museo de Historia de la Villa, conocido como Edificio del Cervelló, cuya colección museográfica está ordenada en cuatro bloques temáticos: Arqueología, Guerra Civil, Termalismo y Artesanía; el Museo de l'Espardenya, se trata de un museo etnográfico situado en una antigua casa del casco antiguo, donde se exponen los útiles con los que se elaboraban antiguamente las alpargatas de esparto, piezas que muestran uno de los signos culturales propios de la población.

En este recorrido arquitectónico también es de destacar el antiguo castillo de Nules, construido por los árabes en el siglo X que, aunque en estado ruinoso, conserva una interesante cisterna árabe y un pavimento de azulejos de Manises del siglo XV de la capilla de San Jaime.

Por otra parte, Villavieja destaca culturalmente, desde el punto de vista de la gastronomía, porque entre sus platos típicos se encuentra la Olla de la Plana que consta de ocho ingredientes: cardos, nabos, alubias, chirivías, carne de cordero, hueso de cerdo, butifarras y morcilla; y los pasteles de San Sebastián que se confeccionan con confitura de boniato.



Figura 3. Iglesia parroquial de la Sagrada Familia.



Figura 4. Ermita de San Sebastián.

Desde el punto de vista literario Villavieja cuenta con un personaje célebre, nacido en su tierra el 10 de junio de 1936. Se trata de Manuel Vicent Recatalá que se licenció en Derecho y Filosofía en la Universidad de Valencia y, posteriormente, cursó estudios de periodismo en la Escuela Oficial de Madrid. Su obra comprende novelas, teatro, relatos, biografías y artículos periodísticos, entre otros géneros. En la escritura de Vicent se refleja la antítesis: lo sublime y lo banal, lo cotidiano y lo trascendente, lo bello y lo grotesco, el idealismo y el pragmatismo, la racionalidad y el instinto, el misticismo y el descreimiento. María del Mar Arias ha analizado el estilo de su obra literaria, publicada en prensa, en la que se muestra defensor de la vida, de los débiles, defiende el respeto por la humanidad, está en contra de lo que él considera incultura: los toros, la caza y la sociedad de consumo (3). Vicent ha recibido numerosos premios entre los que destacan: Premio Alfaguara de Novela (1966) por *Pascua y naranjas*, Premio González-Ruano de periodismo (1979) por *No pongas tus sucias manos sobre Mozart*, Premio Nadal (1986) por *Balada de Caín*, Premio Francisco Cerecedo concedido por la Asociación de Periodistas Europeos de España (1994) y Premio Alfaguara de novela (1999) por *Son de mar*. Manuel Vicent posee casa en Villavieja en lo que era la antigua casa de baños de Miramar.

También el termalismo ha sido objeto destacado de una actividad cultural y terapéutica como lo demuestra el hecho de que Carlos Sarthou Carreres (Villarreal 1876- Játiva 1971) (Figura 5) iniciara sus inquietudes literarias sobre la provincia de Castellón en 1908, en la revista Blanco y Negro, publicando un artículo ilustrado sobre

Villavieja diciendo "cuya nombradía se la dan sus ricas y abundantes termas medicinales conocidas desde tiempos remotos (…) aunque no goce de la nombradía de otros balnearios de moda, es un consuelo para el pobre enfermo y un bello rincón para el turista" (4). En 1912, este mismo autor publicó otro artículo ilustrado sobre Villavieja en la Revista de Castellón, mantenía que la población era "risueña y pintoresca, tendida a la falda de un estribo de Espadán, ofreciendo salud al enfermo y bellezas al turista", y cuyas "riquísimas termas serían en otro país un reclamo para agüistas, veraneantes y gentes que la moda congrega en balnearios de inferior calidad medicinal"(5).

El Siglo Médico anunciaba, en 1872, los Baños de Villavieja, señalando la temporada oficial, los usos termales y en bebida e informando que los prospectos "con más pormenores se dan gratis en Madrid" en la botica de D. Ramón Villarreal sita en la calle Mesón de Paredes nº 22, en Barcelona por D. Emilio Aorbignole en la calle Escudillers nº 10, y en Alicante por D. Ramón Vidal en la calle Cruz de Malta(6).



Figura 5. Carlos Sarhou Carreres.

3. EL ENTORNO

Desde el Vía Crucis que une el pueblo con la ermita de San Sebastián se divisa una extraordinaria panorámica sobre el manto verde de naranjos que cubre la Comarca de la Plana Baja.

3.1. La Comarca de la Plana Baja

La Plana Baja comprende 20 municipios siendo su capital Burriana aunque la localidad con mayor densidad de población es Villarreal. Es una comarca de reciente creación (1983) y comprende parte de lo que antiguamente eran las comarcas de la Plana y del Bajo Espadán. Limita al norte con la Plana Alta, al oeste con Alto Mijares y

Alto Palancia, al este con el mar Mediterráneo y al sur con el Campo de Murviedro. El sector productivo de la zona se compone de cítricos y de la industria cerámica.

Villarreal tiene una localización estratégica pues por esta población pasaba la *Vía Augusta* de los romanos. En su término municipal se encuentran diversas alquerías.

Burriana, en torno al siglo IX, se convirtió en una importante plaza árabe recibiendo el nombre de *Media Alhadra* o *Ciudad Verde* por su situación en el medio de La Plana. Cuenta con diversas playas siendo la más importante la playa del Arenal pues tiene una longitud de 2.000 metros de largo, 60 metros de ancho y un oleaje moderado. Entre sus Museos hay que destacar el Museo Arqueológico Municipal que recoge datos de la comarca desde la Prehistoria hasta la Edad Media; y el Museo Archivo de la Naranja, único de esta clase en Europa, en el que da a conocer la historia de la economía citrícola valenciana y española. En el recorrido de la ciudad se pueden contemplar casas modernistas particulares de finales del siglo XIX. Al igual que Villarreal cuenta con diversas alquerías en su término municipal.

Vall de Uxó cuenta con vestigios de épocas muy distintas de la historia de España.. Su territorio fue ocupado por cazadores del paleolítico superior como lo demuestran las representaciones rupestres encontradas en paneles rocosos que datan de 16.000 años antes de Cristo. De la época ibérica se conserva el Poblado ibérico situado sobre la gruta de San José que data del siglo IV y la Necrópolis Hispano-Visigoda, situada en el barrio de La Unión, que data del siglo VI-VII. De la época romana se conserva el acueducto de San José que ha sido utilizado hasta mediados de nuestro siglo.

3.2. Los Castillos

Los Castillos de la Comarca La Plana datan de la época califal (912-1031), se asientan en núcleos montañosos y su tipología es castrense al objeto de proteger los árabes sus estados frente al dominio señorial cristiano y pueden estimarse como auténticos castillos que más tarde, tras el dominio cristiano, tuvieron la función de proteger a los núcleos de población cercándolas con murallas y disponiendo en ellas varias puertas. Muchos de los castillos se encuentran hoy en estado de ruina progresiva. Entre ellos, eran de grandes dimensiones el de Vall de Uxó (Figura 6) y el de Burriana, éste último era de planta circular con dos fuertes y tres puertas, del cual restan dos de sus torres albarranas de las cuales una es árabe mientras la otra pudo ser reconstruida en época cristiana (7).



Figura 6. Castillo de Vall de Uxó.

3.3. Las Alquerías

El término árabe *al-qarïa* significa pueblo y se utilizaba en al-Andalus para designar a pequeñas comunidades rurales que se situaban en las inmediaciones de las ciudades. Desde el siglo XV en la provincia de Valencia se denominaban así a las casas de labor, con finca agrícola, que como refiere Joan Fuster pueden tener una sola planta rectangular, destinada a guardar las cosechas y dedicada, en parte, a la cría de los gusanos de seda; o bien dos pisos estando entonces el hogar al fondo de la planta baja y en el primero las estancias de los dueños (8).

En la Comarca La Plana una de estas alquerías fue segregada de Villarreal por la Generalidad Valenciana el 25 de junio de 1985, se trata de **Alquerías del Niño Perdido** (Figura 7), un municipio situado en la parte mas llana de la comarca, que cuenta hoy día con unos 5.000 vecinos. El nombre proviene de la imagen de Nuestra Señora del Niño Perdido que los frailes de Caudiel (Alto Palancia) dejaron en el oratorio de Bonretorn en 1683 y tiene su origen como municipio en la población de las alquerías de Bellaguarda, Bonastre y Bonretorn. El recorrido de sus calles nos revela interesantes casas, de estilo modernista, de propiedad particular.

3.4. El Parque Natural de Sierra Espadán

Es un paraje natural declarado parque natural por el gobierno valenciano el día 8 de octubre de 1988 y que se encuentra entre las comarcas del Alto Palancia, Alto Mijares y la Plana Baja. Es una alineación montañosa en las estribaciones del Sistema Ibérico cuyas montañas apenas superan los 1.000 metros y que no está perpendicularmente orientada al mar sino que está orientada al Este. Destaca este parque porque posee un gran bosque de alcornoques y porque en el se hallan las Grutas de San José, de gran belleza, y el río subterráneo de las grutas, en Vall de Uxó (Figura 8), que es el río subterráneo navegable mas largo de Europa, con una longitud de 2.750 metros, de los cuales son visitables 800 metros de recorrido turístico en

barca, con un recorrido que dura unos cuarenta minutos a 20ºC. También es muy interesante visitar "la nevera", construida en el siglo XVIII, entre Algimia de Almonacid y Alcudia de Veo, para almacenar nieve durante todo el año. En la Sierra del Espadán se puede practicar el senderismo, el alpinismo y la bicicleta de montaña (9).



Figura 7. Alquerías del Niño Pardido.



Figura 8. Grutas de San José en el parque natural de Sierra Espadán.

3.5. La Costa del Azahar

Esta costa castellonense es llamada así en alusión al azahar, la flor del naranjo que es el cultivo por excelencia en la provincia de Castellón que cuenta con un litoral de 120 km de estupendas playas y hermosas calas. Las playas más cercanas son las del Grau de Nules, que está a 7 Km; la de Moncófar, a 11 Km; el Arenal de Burriana, a 14 Km; y la de Castellón, a 17 Km.

4. EL BALNEARIO

Las aguas minero-medicinales de Villavieja se utilizaban desde tiempos de los romanos para curar "toda afección cutánea", según afirmaba el cirujano Francisco José de Lemos, miembro honorario de la Real Academia de Medicina y demás ciencias de Sevilla; y en el siglo XVIII gozaban de una gran nombradía en el Reino de Valencia "siendo preferibles estas (…) por la naturaleza de ellas y situación en que se hallan" (10). Las aguas gozaban de una larga tradición desde que en 1785 las descubriera un vecino, llamado Francisco Montón, cuando buscaba agua para las necesidades de su casa que estaba situada en la calle San José (11). El naturalista Antonio José Cavanilles refiere que las aguas de la Fuente Calda eran de menor valor que las de los pozos pero decía que todas ellas "no han contribuido poco a la felicidad de la Vilavella, y por consiguiente al aumento de su vecindario, las sumas que dexan allí los que acuden à disfrutar las aguas termales, bien conocidas y celebradas"(12). Si a principios del siglo XVIII la localidad contaba con 40 vecinos, a fin de esa misma centuria tenía 248 mientras que si a mediados del siglo XIX la población contaba con 373 vecinos a fines del mismo ya constaba de 2086 habitantes.

Francisco David, cuando ejercía como médico titular de la villa de Almanzora (Castellón) en 1816 y teniendo una rodilla afectada de un dolor reumático decidió trasladarse a Villavieja a principios del mes de julio usando del agua caliente en chorro y después del agua fría en baño, regresó en el mes de septiembre para continuar con el tratamiento y alcanzó una curación total (13). José Cisternes y Margarit, médico titular de Pozuelo del Rey (Madrid) y miembro de la Real Academia de Medicina de Madrid, situaba en 1829 la Fuente Calda junto al camino del valle del Duque, en el espacio entre las calles de la Fuente y de San Vicente; otra fuente, de agua bastante fría, enclavada en la parte opuesta y además las aguas termales que existían en diversas casas de los vecinos de todo el contorno (14). Francisco Álvarez Alcalá, Doctor en Medicina y Cirugía, en su obra *Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero*, publicada en Madrid en 1850; menciona el agua de la Fuente Calda y las aguas Calientes de 9 pozos públicos (15), igual cita se halla en 1851 en la obra *Novísimo Manual de Hidrología Médica Española* de los Doctores José Pérez de la Flor y Manuel González de Jonte (16).

El uso tradicional de las aguas minerales de Villavieja y la reputación de sus baños hizo que fueran específicamente citadas en los Diccionarios del siglo XIX (Figura 9), así Pascual Madoz describe con gran pormenor "los tan celebrados baños de Villavieja" como entre los mejores de España "no solo por las ventajas materiales, si que por su hermosa situación, que ofrece la perspectiva del mar, la montaña y la inmensa llanura cubierta de árboles"(17). Rafael Castillo incluye una voz independiente para el establecimiento balneario de Villavieja, según comenta consta

de un manantial y doce pozos que tenían "cuantos elementos son necesarios para el buen servicio y comodidad de los bañistas" (18). Por su parte, el Diccionario Espasa cita tres fuentes: Fuente Calda, Fuente de la Villa y Fuente Fría, así como seis pozos termales: Oliver, Murta, Panader, Medró, la Blanca, la de Roña y, además, señala que existían otros en Villavieja (19).

Los establecimientos balnearios de Villavieja se calificaban de segunda clase hasta muy avanzado el siglo XIX. A partir del Reglamento de Baños y Aguas minerales de 1874 se asignó a los Baños de Villavieja la calificación de *primera clase* por superar la asistencia de bañistas anuales el número de mil (20).



Figura 9: Litografía del Balneario de Villavieja en el siglo XIX.

4.1. Los Manantiales

Según las Memorias de los médicos Directores de los baños de Villavieja existían en la población dos manantiales: uno era el de la Fuente Calda con aguas termales que se usaban con fines medicinales y otro era el de la Fuente Fría cuyas aguas sólo se usaban por los vecinos como agua potable. Existían también doce pozos con aguas termales: Pozo Arnau, Virgen de la Estrella. San Juan Bautista, Rosa Roca ó Rosa Grau, Nuestra Señora de la Salud, Marco, Santa Bárbara, Canónigo, San Sebastián, Monlleó, Galofre y Vera. No obstante, con el paso del tiempo unos cambiaron de denominación por transmisión en la propiedad, otros por haber solicitado oficialmente el cambio de su nombre y otros por dejar de ser utilizados al no ofrecer condiciones adecuadas en sus instalaciones como era el caso de la viuda de Vicente Vera que en 1 de julio de 1889 se había dado de baja (21). A finales del siglo XIX solo quedaban seis además de la Fuente Calda: la Estrella, Miramar, denominado hasta

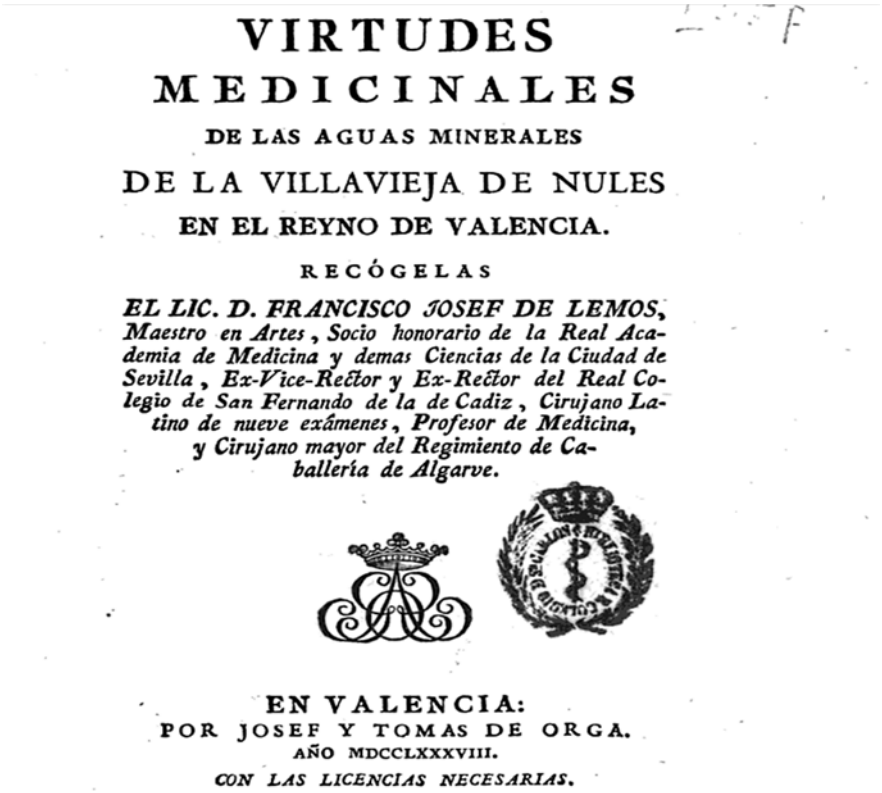
1900 como Nuestra Señora de la Salud (22); el del Canónigo, San José, Vivó y el de Florencio. A principios del siglo XX solo quedaron dos: Monlleó y Galofre (Figura 10).



Figura 10. Balneario de Galofre.

La clasificación química de las aguas de Villavieja varió con el tiempo dependiendo de los conocimientos de las diferentes épocas en que se realizaron los análisis. Ossian Henry, en el *Tratado Práctico de Análisis Química de las Aguas Minerales*, traducido al español en 1858 por Ramón Ruiz Gómez, deja constancia de las causas que motivaban los distintos resultados del análisis químico de las aguas, ya que era algo bastante habitual en aquella época (23). A Francisco José de Lemos, médico y cirujano militar, se le debe el primer análisis realizado en 1788 calificando las aguas de Fuente Calda como calcáreas, alcalinas y azufrosas (24)(Figura 11). En el siglo XIX se hicieron diversos estudios de la composición de las aguas de Villavieja así en 1822 Francisco David, médico titular de Benicarló, daba cuenta del practicado por Tomás de Villanova Muñoz y Poyanos, médico y Catedrático de Química de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valencia, considerando las aguas como alcalinas (25). En 15 de abril de 1828 Ramón Piquer, farmacéutico de Valencia, presentó en la Real Sociedad Económica de Amigos del País de Valencia el resultado del análisis del agua termal del pozo del Dr. Ramos (26) dando como resultado ser acídulas, salinas, sufurosas y ferruginosas (27). A partir de entonces, se consideró que las aguas de la Fuente Calda y las de los pozos tenían igual composición. Francisco de Paula Díez Serrano realizó en 10 de marzo de 1829 un análisis concluyendo que las aguas termales eran acídulas y férricas (28). En este mismo año el médico Vicente Forner, director interino de los baños de Villavieja, hizo el análisis resultando, según él, ser las aguas carbonatadas cálcicas, magnésicas y ferruginosas (29). El médico Pedro María Rubio, según el análisis practicado en 1840 por el médico José Menchero, Director de los baños de Villavieja, califica las aguas como acídulo-carbónicas con hierro (30). En 1865 José Monserrat Riutort, médico y Catedrático de Química de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Valencia, analizó las aguas de Villavieja calificándolas

como sulfatadas mixtas por entrar en su composición sulfatos sódico, cálcico y magnésico (31). Enrique Sanchis, médico Director de los baños clasificó las aguas en 1886 como sulfatadas cálcicas y en 1888 pidió a sus amigos Domingo Greus Martínez y Vicente Peset Cervera, primer y segundo Directores del laboratorio Químico Municipal de Valencia; que realizaran el estudio analítico concluyendo que las aguas eran bicarbonatadas cálcicas (32). Oficialmente se estimó en 1874 que las aguas termales de Villavieja, tanto las de la Fuente Calda como las de los pozos, eran acídulo-carbónicas con hierro (33); en 1877 sulfatadas cálcicas, variedad ferruginosa (34); en 1883 sulfatadas mixtas, variedad ferruginosa (35); en 1893 sulfatadas cálcicas (36), criterio, éste último, que ha perdurado hasta nuestros días como cita Armijo en su *Compendio de Hidrología Médica,* publicado en 1968; considerando el Balneario de Villavieja como uno de los dos mejores existentes en España con esta composición (37). En la actualidad están consideradas las aguas de Villavieja como hipertermales, sulfatadas-calcicas-cloruradas (38) y radiactivas (39).



VIRTUDES
MEDICINALES
DE LAS AGUAS MINERALES
DE LA VILLAVIEJA DE NULES
EN EL REYNO DE VALENCIA.
RECÓGELAS
EL LIC. D. FRANCISCO JOSEF DE LEMOS,
Maestro en Artes, Socio honorario de la Real Academia de Medicina y demas Ciencias de la Ciudad de Sevilla, Ex-Vice-Rector y Ex-Rector del Real Colegio de San Fernando de la de Cadiz, Cirujano Latino de nueve exámenes, Profesor de Medicina, y Cirujano mayor del Regimiento de Caballeria de Algarve.
EN VALENCIA:
POR JOSEF Y TOMAS DE ORGA.
AÑO MDCCLXXXVIII.
CON LAS LICENCIAS NECESARIAS.

Figura 11. Francisco José de Lemos realizó el primer análisis de las aguas de Fuente Calda en 1788.

4.2. Propietarios y Declaración de Utilidad pública

Enrique Sanchis Fabra, médico Director de los Baños de Villavieja a finales del siglo XIX, es quien nos proporciona noticia más precisa acerca de los propietarios de los baños de Villavieja. Los baños de Cervellón, levantados en 1843 por Felipe María

Osorio y de la Cueva (1795-?) VII Conde de Cervellón; eran propiedad en esta época de Manuel Felipe Falcó y Osorio (1856-1927) quien reunía en su persona el patrimonio que le correspondía como IX Marques de Nules, VIII Conde de Cervellón y IV Duque de Fernán Núñez. Sin embargo, como tal propietario anunciaba en 1872 el arriendo de la casa de baños y hospedería, mediante subasta pública, por tiempo de cuatro años (40). Este es un caso más que, debido al absentismo del propietario industrial, precipitó el ascenso económico de la burguesía valenciana (41) puesto que en 1890 vendió los baños y la hospedería de Cervellón, situados al final de la calle Cueva Santa, a Blas Cuesta Cantero, comerciante de Valencia. A principios de siglo, por compra, pasa sucesivamente a propiedad de Jacinto Zuriaga y Javier Cervera; en 1924 a José Montesinos Capilla y en 1926 a Pedro Paredells Alagarda.

En 1930 se discutía si el manantial de Fuente Calda era propiedad de Pedro Paradells o del Ayuntamiento de Villavieja (42). Los doce pozos de aguas medicinales estaban situados respectivamente en las siguientes direcciones: Virgen de la Estrella, propiedad de Manuel López, vecino de Limpias (Santander), en el nº 1 de la calle Cueva Santa; San Juan Bautista, propiedad de Manuel Represa Fernández, en el nº 2 de la calle San Roque; el de Rosa Roca ó Rosa Grau, propiedad de Andrés del Toro, en el nº 11 de la calle San Roque; Nuestra Señora de la Salud, propiedad de Pedro Alcázar, en el nº 5 de la calle San Vicente; Marco, propiedad de Manuel Plou y después de Santiago García, vecino de Valencia, en el nº 7 y 9 de la calle San Roque; del Canónigo, propiedad de Ramón Almela, en el nº 4 de la calle San José; San Sebastián, propiedad de Pascual Plá y después de sus herederos, en el nº 1 de la calle San Sebastián; Monlleó, propiedad de Teresa Monlleó, que pasó después a Florencio Monlleó, en el nº 6 de la Plaza de la Constitución; Galofre, propiedad de Domingo Galofre, en el nº 8 de la misma plaza; el de Santa Bárbara, propiedad de Francisco Vales, que pasó después a ser propiedad de Lorenzo Gargallo, vecino de Castellón de la Plana y que en mayo de 1891 pasó a ser propiedad de Gerónimo Zacarés, vecino de Valencia, en el nº 3 de la calle San Roque; y el de Vera, propiedad de la viuda de Vicente Vera, en el nº 6 y 8 de la calle San Vicente (43).

En el siglo XX, al desaparecer muchos de estos baños se produjo una reagrupación de los existentes conociéndose, como indica el frontispicio de la fachada del edificio, “Termas. Agrupación de Balnearios” de Villavieja. El Balneario Cervelló durante la Guerra Civil se convirtió en hospital de sangre y, tras la contienda, al desaparecer otros balnearios y casas de baños se produjo una reagrupación de los existentes, menos el de Galofre que se cerró posteriormente; conociéndose con el nombre de “Termas. Agrupación de Balnearios” de Villavieja, sociedad limitada, de la que la familia Caballer Almela posee el 76% de las acciones, siendo Vicente Caballer Almela su Administrador.

Algunos autores, como Menéndez y Aleixandre, afirman que los Baños de Villavieja tenían reconocida la declaración de utilidad pública por Orden de 5 de marzo de 1873 así como el cambio de nombre por Real Orden de 15 de julio de 1891 (44). Nosotros tan solo hemos podido constatar que la Real Junta Superior Gubernativa de Medicina puso "en noticia del Público" en 1827 la temporada de aguas y baños minerales del Reino figurando en esta relación oficial, publicada en la Gaceta de Madrid, los baños de Villavieja, lo cual denota la aprobación oficial del uso medicinal de sus aguas. No obstante, la circunstancia de que figure el Balneario de Villavieja de Nules en el Anejo A del *Estatuto sobre la explotación de manantiales de aguas mineromedicinales* de 1928 y por contar con Médico Director del Cuerpo de Baños, según se dispone en sus artículos 34 y 37 "no solo (…) para la visita de los pacientes, sino también para el manejo y la aplicación de las instalaciones hidro-medicinales" (45) ya era condición suficiente, además de la de "estar funcionando ininterrumpidamente" durante muchos años; para justificar la declaración de utilidad pública tal y como se dispuso en 1929 para el balneario de Caldas de Cuntis, a instancia de Florestán Aguilar, Presidente de la Asociación Nacional de la Propiedad Balnearia (46).

4.3. Indicaciones

Los romanos ya usaban las aguas medicinales de Villavieja, en baños, para curar toda afección cutánea y para ello construyeron unas *Casetas* con balsas.

Las aguas termales de la Fuente Calda se podían tomar en bebida o baño mientras que las aguas de los pozos solo se podían usar en baño. Desde el siglo XVIII se consideraba que, en bebida, las aguas tenían virtud laxante, diurética, sudorífica, aperitiva, antiespasmódica, emenagoga, y digestiva por lo que curaban las dispepsias, gastralgias e incluso se llegó a creer que combatían la esterilidad en las mujeres. En baño era de común conocimiento que estas aguas poseían maravillosas cualidades antiinflamatorias por lo que servían para curar el reumatismo, la artritis, la gota, parálisis, rigidez de los tendones y toda clase de traumatismos; también se usaban para la curación de innumerables afecciones como: herpes, sarna, tiña, erisipela y otras muchas dolencias como: hemorroides, afecciones nerviosas, neuralgias, oftalmias y cistitis.

Hoy en día las aguas de Villavieja están indicadas en reumatismo, afecciones respiratorias, renales, hepáticas, neuralgias, dismenorrea y tratamientos anti-estrés. Desde tiempo inmemorial, tanto los sanos como los enfermos acudían a Villavieja por la fama de sus aguas, por el clima benigno del lugar así como por la belleza de su entorno. No obstante, en diversas ocasiones se hizo publicidad en revistas sanitarias u oficiales de esta agua así en 1840 José Menchero, médico director, publicó en el

Boletín de Medicina, Cirugía y Farmacia una "Breve descripción topográfica del pueblo de Villavieja de Nules, y de las propiedades fisico-químico-médicas de sus aguas y baños minerales" en la que hacía patente la hospitalidad de los vecinos de la localidad "y el estar los baños dentro de la población, proporciona a los enfermos no solo el que puedan usar del remedio en cualquiera hora del día sin sufrir incomodidad alguna, sino igualmente el que los efectos de las aguas sean mas fáciles y seguros". Hace además una crítica sobre el estado en que se encontraba el estado de Cervellón y alaba el estado de los baños de los pozos esperando que las autoridades "pondrán todos los medios posibles con el fin de anivelarlo con los más conocidos de Europa" (47).

En 1846 un anuncio aparecido en la *Gaceta de Madrid* aseguraba que las aguas de Villavieja unían a sus virtudes la disposición topográfica y circunstancias especiales del clima que "no pueden menos de ser beneficiosas á los que allí se dirijan para recuperar la salud perdida" (48). Y en 1851, también en la Gaceta de Madrid, se daba cuenta de que había dado comienzo la temporada y aseveraba "auguramos que este año estarán animadísimos (…) merced á las benéficas lluvias" que habían influido en beneficio de la salud pública y "los apasionados á las aguas de Villavieja se disponen en gran número á emprender la marcha y sabemos de algunas familias que ya se han trasladado". Añade la proclama que, entre otras personas, "se cuenta al Ilmo. Sr. Obispo de Tortosa" (49).

En el *Siglo Médico* en 1872, además de anunciar las virtudes de las aguas de Villavieja y la temporada oficial en que los baños estaban abiertos, se daba noticia de que los prospectos impresos se daban gratuitamente en Madrid en la farmacia de D. Ramón Villarreal, sita en la calle Ramón de Paredes nº 22; así como en otros puntos de Barcelona y Alicante (50).

A principios del siglo XIX la temporada oficial en que los baños de Villavieja estaban abiertos era de 1 de junio ó 15 de junio a fin de octubre pero, a partir de 1840, se amplió a dos temporadas oficiales: de 1 de mayo a fin de junio y de 1 de septiembre a principios de octubre, variando en ocasiones a otras fechas como: la primera temporada de 15 de mayo a 30 de julio y la segunda de 15 de agosto a 30 de septiembre ó bien a fines de siglo de 15 de mayo a 15 de julio la primera y de 15 de agosto a 10 de octubre la segunda. En 1892, a instancia de los propietarios de los baños se concedió, por Real Orden de 20 de abril, la autorización "para tener abiertos sus establecimientos al servicio público durante todo el año; quedando sujetos á atender á cuantos enfermos concurran á ellos" (51).

En cuanto a la concurrencia basta con citar los bañistas que acudieron en algunos años para darnos idea de la popularidad que tenían las aguas de Villavieja así: 750 en 1860, 893 en 1861, 963 en 1882, 1142 en 1864, 1004 en 1866, 1209 en 1872, 1718 en 1877, 1711 en 1880, 1888 en 1881, 1353 en 1882, 1692 en 1883, 1069 en

1884, 1199 en 1886, 1304 en 1904, 1344 en 1905, 1311 en 1906, 1362 en 1923; y esto sin tener en cuenta que en muchos casos los médicos-directores de los baños no contabilizaban los bañistas sanos que también habían acudido a tomar las aguas minero-medicinales.

4.4. Instalaciones

A principios del siglo XIX existían en los terrenos del Conde de Cervellón dos balsas antiguas de piedra para que tomaran los baños hombres y mujeres separadamente y, según Rubio los llamados *Baños Nuevos* de Cervellón se reedificaron en 1843 contando con un edificio "grandioso y cómodo", con salón de recreo, dos comedores y cuatro pilas de mármol además de las balsas antiguas (52).

En 1868, los Baños de Cervellón (Figura 12) sufrieron mejoras y José María Barraca, médico Director, describe dos edificios: uno cuadrilongo, con un hermoso salón de descanso, cerrado a bóveda, con ventanas acristaladas que comunicaba con otro edificio donde había dos galerías, una para cada sexo, donde estaban los cuartos de baños, muy cómodos y espaciosos, cerrados a bóveda; y con las paredes de azulejos. Contaban los baños con ocho pilas de jaspe bien pulimentadas de distintos tamaños para las diversas edades de los bañistas. Cada pila estaba colocada en una pieza separada, amueblada con sillas, espejo y percha. Se describen las dos balsas antiguas destinadas una para los enfermos pobres y otra a los enfermos que padecían dolencias contagiosas (53). Las instalaciones hidroterápicas contaban con chorros a presión, baños de asiento, maniluvios, pediluvios, aspersión y las aguas para bebida tenían tal consideración que se comercializaban en Valencia.



Figura 12. Baños de Cervellón.

En los baños de los pozos había una o varias pilas de mármol o de azulejos, a veces una pieza destinada a sudadero, y aparatos para chorros descendentes colocados a diferentes alturas. Desde mediados del siglo XIX sólo existían dos fondas en los baños para el alojamiento de los bañistas, lo que constituía un motivo más por el que Inocente Escudero, médico Director en 1881, afirmara que los únicos baños que podían denominarse "establecimientos balnearios", eran los de Cervellón y los de la Virgen de la Estrella ya que la fonda del primero, que databa de 1864, disponía de cómodas habitaciones, casino y jardín. En 1865 se comunicaba en la *Gaceta de Madrid* que en estos baños los concurrentes encontrarían "todas las comodidades posibles, tanto en las habitaciones y servicio, como en la fonda, en la que se servirá con la mayor equidad y esmero" (54) y en 1870 que "han sido cuidadosamente atendidos los deseos de los bañistas, que cada vez que acuden en mayor número á este benéfico establecimiento, construyéndose recientemente un vasto edificio conocido por la *Hospedería del Conde* con cómodas habitaciones, salón de descanso, piano, periódicos (…) y en la próxima temporada que da principio en 1º de Setiembre habrá oratorio", que se inauguró el 15 de ese mes estando dedicado a Santa María de Cervelló; y además se ofrecía la posibilidad de que "las familias que deseen mayor economía podrán á voluntad servirse de las cocinas" (55).

La Fonda de la Virgen de la Estrella contaba con un edificio "de moderna construcción" con hermosas habitaciones, extensa zona ajardinada, salón de recreo "magníficamente decorado y con piano", gran comedor lujosamente adornado, huerta, casino y una galería de baños con aparatos de duchas (56). En 1887 ya existía otra fonda en los baños de San Juan Bautista (57).

Algunos de los baños de los pozos tenían habitaciones con mayores o menores comodidades según el gusto y posibilidad de los dueños. Sin embargo, el médico mencionado señalaba en los años ochenta del siglo XIX que las instalaciones de los pozos no reunían las condiciones higiénicas necesarias y en 1882 que se hallaban abandonadas y por eso sus aguas "yo nunca las dispongo" (58).

En el balneario de Cervellón, propiedad de Blas Cuesta Cantero, se hicieron mejoras tanto en la instalación hidroterápica como en la fonda en los años 90 del siglo XIX y también en otros servicios como instalación de teléfono, pararrayos (59) y en 1900 de alumbrado eléctrico; lo cual propició que otros bañistas de la localidad, con el acicate de la competencia para atraer a más bañistas, realizaran mejoras importantes en baños, cuartos y disponiendo todos de alumbrado eléctrico en 1901 (60). En los años 20 del siglo XX este balneario pasó a pertenecer a la Sociedad Anónima "Aguas de Villavieja" con lo que nuevas reformas se realizarían en sus dependencias (61). La crisis económica afectó a los Baños, al disminuir el número de concurrentes a ellos, fue causada bien por las epidemias de cólera, bien por la sequía que hizo disminuir el caudal de aguas de los pozos, bien por la guerra de Cuba, Filipinas o a la Guerra Civil

durante la cual algunos baños fueron destruidos. La solución que encontraron los propietarios fue darlos en arriendo, de modo que el Balneario la Estrella fue arrendado por su propietario, Manuel López, a Antonio Diana, vecino de Valencia, quien hizo mejoras notables tanto en el interior como en el exterior del mismo (62) quien en 1897 dejó el arriendo porque no pudo "lograr mas que un pequeño aumento" de bañistas (63) por lo que en 1900 se arrendó a Ramón Martínez, vecino de Valencia, quien hizo unos gabinetes nuevos para baños donde trasladó las pilas (64). Los baños de Rosa Roca, fallecida en 1895, que había sido vendido por sus herederos a Juan Plá Cano, vecino de Valencia, lo llevaba en arriendo en 1897 Cristóbal Dolz Cano, que vivía en los baños (65) e hizo reformas en los aparatos de duchas (66), pero después pasaron a propiedad de Vicente Vivó (67). El Balneario de Nuestra Señora de la Salud, propiedad de Pedro Alcázar y después de Inés Baltrina, había sido reformado interior y exteriormente, dotándole de un jardín al que denominaron "Parque del balneario" (68), y además se le cambió el nombre por el de Balneario de Miramar (69). Domingo Galofre compró los Baños de Santa Bárbara que colindaban con los suyos, realizando la consiguiente reforma y dándoles el nombre de Nuestra Señora de Lidón (70). Hoy el Balneario de Villavieja ocupa el espacio de la antigua Casa de Baños de Florencio Monlleó y en un futuro ampliará sus instalaciones en la zona donde estaba ubicada la antigua Casa de Baños de Vicente Almela. El antiguo Balneario de Cervelló y su Fonda fueron demolidos en los años ochenta y cuarenta del siglo pasado conservándose parte del oratorio, algunas bañeras de mármol y algo del mobiliario en el Museo de Historia de la Villa.

Las instalaciones fueron sufriendo notables mejorías a lo largo de los años dando lugar a un Balneario moderno y adecuado a las necesidades de los bañistas tal y como hoy se conoce. Como curiosidad, y para tener una idea de lo que han cambiado las instalaciones balnearias, se puede señalar que en 1902 se les dio, a los propietarios de uno de los manantiales, el plazo de ocho meses para que colocaran inodoros y reformaran la fuente, y un periodo no mayor de dos años para que hicieran desaparecer la balsa existente al este de la población y los estercoleros que se encontraban en la proximidad del manantial (71).

Hoy en día el Hotel balneario de Villavieja, de dos estrellas, ocupa un antiguo inmueble del siglo XIX que ha sido reformado totalmente en el año 2006, tiene tres plantas con ascensor que conectan con el Centro Termal. Sus 43 habitaciones están climatizadas, tienen baño completo, teléfono, televisión, y en la planta baja hay un puesto informático. En el restaurante se dispone de platos gastronómicos tradicionales e incluso de menúes especialmente estudiados y basados en la saludable dieta mediterránea. El hotel ofrece también a los bañistas un variado programa de actividades que incluye gimnasia, excursiones, etc.; y asimismo tiene un servicio de

microbús para recoger a sus huéspedes en la estación de tren de Nules y un servicio de enlace con el aeropuerto de Valencia.

En el balneario, independientemente del baño termal se dan hidromasajes, cura hidropínica, ducha circular, chorros a presión, vaporarium, parafangos, aerosoles y masajes manuales.

5. MÉDICOS DIRECTORES

Para la asistencia médica de los bañistas "hacia los años 1818 y 1819 tuvieron lugar las primeras oposiciones para la provisión de las plazas, creadas por Real Cédula, con dotación fija del Erario, para sostener un médico director, de las que correspondieron tres al reino de Valencia, una a cada provincia de las que le constituyen hoy, a saber: Villavieja a la de Castellón de la Plana, Bellús a la de Valencia y Busot a la de Alicante" (72). Tenemos noticias de los Médicos Directores de los Baños de Villavieja gracias a los datos suministrados por Leopoldo Martínez Reguera (73) y a las Memorias Reglamentarias, realizadas por los propios facultativos, que se hallan en la Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid. Hay que tener en cuenta que unas veces los Directores Médicos ocupaban la plaza en propiedad, en otras ocasiones lo hacían como interinos; y cuando la plaza estaba vacante los bañistas eran atendidos por el médico titular de la localidad con consentimiento de la autoridad responsable de la provincia. A continuación, relacionamos cronológicamente los facultativos que ocuparon la Dirección Médica en Villavieja y sus circunstancias.

1818-1826	Ángel Sanz Muñoz
1828	Miguel Sanz Muñoz
1829	Vicente Forner, interino
1831-1833	Cristóbal Rodríguez Solano, residente en Salamanca
1834	Francisco Martínez, residente en Madrid
1836-1839	Cristóbal Rodríguez Solano, residente en Salamanca
1840-1843	José Menchero Arias, residente en Valencia
1844	Cristóbal Rodríguez Solano, residente en Salamanca
1845	José Menchero Arias, residente en Valencia
1847	José Menchero Arias, residente en Valencia
1848	José Menchero Arias, 1ª temporada

	Vicente Huesa, 2ª temporada
1849-1851	Julián Álvarez Caballero, residente en Madrid
1852-1862	José María Barraca, residente en Sevilla
1863	José María Barraca, residente en Valencia
1864	José María Barraca, residente en Madrid, C/ Palma nº 9, 3º Dcha
1865	José María Barraca, residente en Valencia
1866, 1868,1870	José María Barraca, residente en Guadalajara, C/ Mayor baja nº 22, 2º
1871-1873,1876	José María Barraca, residente en Sevilla
1877-1885	Juan Inocente Escudero González, residente en Zaragoza
1886-1901	Enrique Sanchis Fabra
1902-1909	Juan Inocente Escudero González
1903-1904	Enrique Sanchis y Fabra
1905-1907	Clodomiro Andrés Miguel
1909	Enrique Pratosi Martínez
1910-1912	Carlos Manglano Terrón
	Benito Avilés Alonso
1913-1918	Ramón Llord y Gamboa
1915-1917	Eduardo Bravo Riaza
1919-1923	Ángel Nieto Méndez
2006-2009	Milagros Sobreviela Saez
2010-2015	Begoña Murría Peñarroja
2015	José Antonio Frías Fernández

Se deduce que el primer facultativo que ocupó la dirección médica fue Ángel Sanz Muñoz y que los facultativos que más tiempo la ocuparon fueron: José María Barraca (Figura 13) y Juan Inocente Escudero González. Algunos facultativos en sus Memorias informaban a los propietarios de los baños y, en su caso, a la autoridad sobre las anomalías observadas en las instalaciones, en su uso adecuado o respecto al personal; y proponían las mejoras sanitarias a realizar logrando a veces que bien los propietarios subsanaran las deficiencias notificadas o bien que la autoridad diera las órdenes oportunas. Así, por ejemplo, en 1880 Juan Inocente Escudero González

solicitaba a la autoridad "no consentir de manera alguna el empleo ó uso de los baños á ningún enfermo, que previamente no haya sido visitado por el Médico Director" (74).

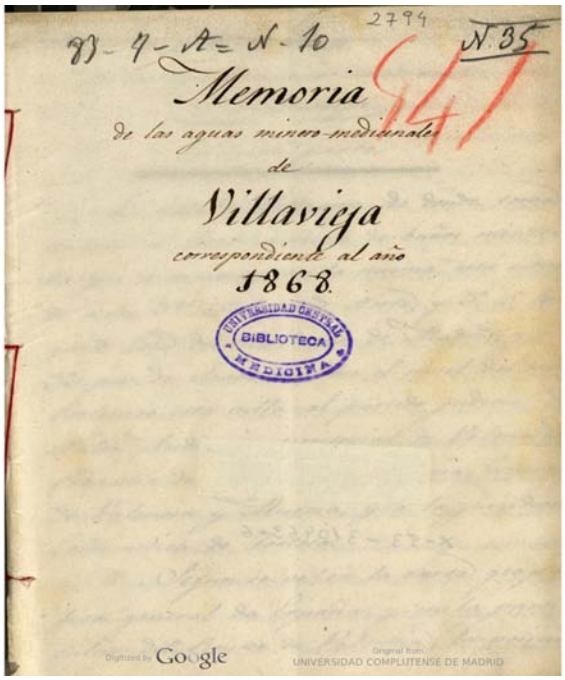


Figura 13: Memoria de las aguas de Villavieja de D. José María Barraca.

En 1887 Enrique Sanchis Fabra señalaba que era necesaria una mayor dotación de bañeros con formación ya que los que había "ni saben leer las prescripciones y hasta ni distinguir ó leer en el termómetro" por lo que deseaba permiso para nombrar él personas adecuadas para este puesto (75). Este mismo médico insiste en 1888 en la misma circunstancia para que él pudiera nombrar bañeros que pudieran "secundar en todos sus actos, cuantas disposiciones reglamentarias" dispusiera y además emite la queja sobre el mal funcionamiento de los aparatos de duchas (76). En 1891 este médico consiguió que los propietarios le proporcionaran un despacho adecuado "en un bonito local situado en la planta baja de la *Fonda de San Juan Bautista* con entrada completamente independiente (…) en el punto más céntrico de la población" (77). En ocasiones, los Médicos también velaron porque los enfermos pobres recibieran una adecuada asistencia sanitaria en los baños solicitando incluso a la autoridad que abriera un hospital, éste fue el caso de José María Barraca que en 1866 declaraba "se nota la falta de una hospedería donde puedan albergarse y tomar baños, los muchos enfermos pobres" (78); en 1883 Juan Inocente Escudero González recomendaba, porque el número de pobres era considerable, que "convendría establecer una casa hospital con cuatro ó seis camas, costeadas por las provincias de Valencia y Castellón" (79); y Enrique Sanchis Fabra en 1888 apremiaba a la autoridad para que se instalase un hospital ya que comentaba que muchos pobres abandonaban Villavieja "sin

completar el tratamiento que les aconsejamos y algunos ni aun pueden principiarlo" (80).

Hemos de señalar que el médico Ángel Nieto Méndez fue premiado, con mención "de primera clase por la memoria de quinquenio correspondiente a los años de 1919 a 1923", por Real Orden de 27 de mayo de 1925 (81).

6. PACIENTES Y PROGRAMA DE TERMALISMO SOCIAL.

El Balneario de Villavieja es el más antiguo de la provincia de Castellón, las propiedades medicinales de sus aguas eran bien conocidas desde tiempos de los romanos y la concurrencia de pacientes ha sido, a través de los siglos, muy numerosa, con excepción de aquellos años en que las circunstancias políticas o sociales incidían en el número de bañistas que acudían disminuyendo considerablemente en los años en que las epidemias de cólera fueron recurrentes en el siglo XIX en la región valenciana.

La mayor parte de los bañistas, enfermos o sanos, procedían preponderantemente de Valencia y después de Castellón. Todas las clases sociales acudían a tomar los baños: gente de la nobleza, del clero, de la administración, de la clase media, entre la que destacaban los labradores; pobres de solemnidad y, en ocasiones, militares de tropa. Los enfermos, en su mayoría, acudían a Villavieja para sanar de afecciones reumáticas; mientras que los sanos o bien eran acompañantes de los enfermos o bien acudían para beneficiarse del descanso y beneficio que le podían proporcionar a su persona el balneario, las aguas, el entorno del lugar y el solaz de los entretenimientos que las instalaciones del Hotel le podían ofrecer. Las aguas mineromedicinales de Villavieja, que han gozado siempre de mucho renombre, obtuvieron Medalla de Plata en la Exposición Universal celebrada en Barcelona en 1888 y Medalla de Oro en la Exposición Regional Valenciana, celebrada en Valencia en 1909.

Hoy en día, la Comunidad Autónoma Valenciana, a través de la Consejería de Bienestar Social, tiene establecido un *Programa de Termalismo Valenciano* de la Generalitat y por Orden 22/2013 de 13 de diciembre ha convocado plazas para estancias en balnearios de esa Comunidad. El Programa se desarrolla del 16 de abril de 2014 al 15 de abril de 2015, en turnos de 8 días, siendo beneficiarios las personas que residan en cualquiera de los municipios que integran esa Comunidad. Entre los balnearios figura el de la Vilavella para aquellos enfermos que requieran un tratamiento reumatológico o respiratorio (82). Por Orden 37/2014 de 22 de diciembre, se establece el *Programa de Termalismo Valenciano* para el ejercicio 2015-2016, se desarrolla del 16 de abril de 2015 hasta el 15 de abril de 2016 y también se incluye el Balneario de Villavieja[83]. Por otra parte, el Ministerio de Sanidad, Servicios

Sociales e Igualdad, a través del Instituto de Mayores y Servicios Sociales, ha convocado por resolución de 9 de diciembre de 2014; plazas para pensionistas que deseen participar en el *Programa de Termalismo Saludable* en el año 2015 durante once meses, de febrero a diciembre y en turnos de 10 ó 12 días; para enfermos que necesiten un tratamiento reumatológico o respiratorio (84).

7. CONCLUSIÓN

El balneario de Villavieja es un centro hidroterápico muy importante en la Comunidad Autónoma de Valencia**,** de gran tradición histórica pues es el más antiguo de la provincia de Castellón. Este centro ha evolucionado de tal modo que sus aguas medicinales, que fueron premiadas con Medalla de Plata en la Exposición Universal de Barcelona, celebrada en Barcelona entre el 8 de abril y el 9 de diciembre de 1888 y con Medalla de Oro en la Exposición Regional Valenciana, celebrada en Valencia entre el 22 de mayo y el 22 de diciembre de 1909; hoy continúan utilizándose con técnicas hidroterápicas de última generación y en instalaciones modernas, perfectamente acondicionadas y mantenidas (Figura 14) . Esta agua medicinales hoy en día son procedentes del antiguo pozo de Florencio Monlleó y los bañistas pueden disfrutar de sus virtudes terapéuticas gracias al esfuerzo que ha realizado, de forma permanente, las Sociedad Limitada "Termas Agrupación de Balnearios" mientras que las aguas de la antigua Fuente Calda son empleadas desde 1927 en la Vilavella simplemente como agua potable pero manteniendo para uso público la propia fuente, en un espacio ajardinado, en la Glorieta con dos caños, uno para el uso del vecindario y otro para el uso del público en general.

Constituye el Balneario de Villavieja de Nules un excelente Centro de Salud para el cuerpo y el espíritu donde los agüistas pueden recuperar la salud perdida a lo cual contribuyen no sólo la tranquilidad que se respira en la localidad, la amabilidad de sus habitantes y en particular la dedicación del personal sanitario, de los propietarios y del Administrador de la propiedad; sino también las circunstancias de contar con un suave clima mediterráneo, la belleza de sus campos de naranjos, la cercanía a las hermosas playas de la Costa del Azahar, la proximidad del Parque Natural de Espadán que permite la práctica de actividades físicas, como es el senderismo; así como la posibilidad de realizar visitas y excursiones de tipo cultural y turístico de importancia tanto en la propia villa como en su entorno.



Figura 14. El balneario de Villavieja en la actualidad.

8. AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento por la encomiable atención que nos ha prestado tanto D. Vicente Caballer Almela, Administrador del Balneario y en representación de la propiedad del Balneario; como D. Juan Antonio Vicente Caballer, Cronista de la Villa y en representación del Ayuntamiento de la misma; así como por el tiempo que nos dedicaron, para darnos a conocer, con gran entrega y cariño; los distintos aspectos históricos y actuales de la actividad balneoterápica en su ciudad natal. Asimismo hemos de agradecer las facilidades dadas por las Bibliotecas de Farmacia, de Medicina y la Histórica "Marques de Valdecilla" para la consulta de revistas, libros y manuscritos relacionados con la bibliografía hidrológica española, en particular las memorias de los Médicos Directores del Balneario hoy estudiado en la Memoria XXXII por la Comisión de Aguas Minerales y Minero-medicinales de la Real Academia Nacional de Farmacia.

9. FUENTES

No podemos dejar de mencionar las fuentes bibliográficas proporcionadas por la propiedad del balneario y el Cronista de la Villa como son:

Abad Monzó J. Topografía médica de Villavieja de Nules (Castellón). Valencia: Instituto Médico Valenciano, 1921.

Riba V (Pbro). Villavieja de Nules y sus aguas termales. Apuntes históricos. Impresión facsímil de las ediciones de 1898 y 1906. Vilavella: Ayuntamiento de Vilavella y Joan A. Vicent Caballer, 1994.

Ribera Peris X, Corell Doménech M. Las instituciones y las empresas participantes en la Exposición Regional Valenciana de 1909. En: Economía, empresa y sociedades en la Exposición Regional valenciana de 1909. Valencia: Cámara Oficial de Comercio, 2007.

Sanz Marco A, Escrig Adsuara JR, Vicente Caballer MP. Balnearios y Aguas medicinales de Castellón. Siglo XIX. En prensa, 2015.

Sempere VF, Vicent Cavaller JA. Ibers i romans al Camp de Nules. Nules: Ayuntament de Nules, 1998.

Vicent Cavaller JA, Escrig Adsuara J, Vicent Cavaller MP. La Vilavella, memoria fotográfica 1890-1970. La Vilavella: Caixa Rural Sant Josep de la Vilavella.

---

[1] B.O.E. 296, 11-12-2001, p. 46402.
[2] Bañón R, Carrillo E. Tipología de municipios de la Comunidad Valenciana. Valencia: Federación Valenciana de Municipios y Provincias 1992; pp. 94-95.
[3] Arias Aisa MM. El estilo en la obra de Manuel Vicent (La obra en prensa de Manuel Vicent). Madrid: Facultad de Ciencias de la Información de la Universidad Complutense de Madrid 1993.
[4] Sarthou Carreres C. Villavieja. Blanco y Negro 1908, 915 (14 de noviembre): 12-13.
[5] Sarthou Carreres C. Villavieja. Revista de Castellón 1912; I, 17 (30 de noviembre): 8-9.
[6] El Siglo Médico 1872; XIX, 962 (2 de mayo): 350.
[7] Forcada Martí V. Torres y Castillos de la provincia de Castellón (Síntesis Histórico-estructural). Castellón de la Plana: Sociedad Castellonense de Cultura 1997.
[8] Fuster J. El País Valenciano. Barcelona: Destino 1962; pp. 74-75.
[9] Calabuig Ferré JA y col. Espacios naturales de Castellón. Valencia/Alicante. Editorial Everest; 2001.
[10] Lemos FJ. Virtudes medicinales de las aguas minerales de Villavieja de Nules en el Reyno de Valencia. Valencia: Editorial Josef y Tomás de Orga 1788; p.8.
[11] Escudero I. Aguas minerales sulfatadas mistas de Villavieja. Memoria manuscrito correspondiente a 1881; fol.24.
[12] Cavanilles AJ. Observaciones sobre la historia natural, geografía, agricultura, población y frutos del Reyno de Valencia. Tomo I. valencia: Imprenta Real; Valencia 1795; p.112.
[13] David F. Memoria sobre las aguas minerales de Villavieja. Manuscrito, 1822.
[14] Cisternes y Margarit J. Disertación de las aguas minerales de Villavieja, Alange, Archena y Caldas de Tuy. Manuscrito, fol. 1.
[15] Álvarez Alcalá F. Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero. Madrid: Imprenta Alejandro Gómez Fuentenebro 1850; pp.230-232.
[16] Pérez de la Flor J, González de Jonte M. Novísimo Manual de Hidrología Médica Española. Madrid: Imprenta Vicente Matute 1851; pp. 549-555.
[17] Madoz P. Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones en Ultramar. Tomo XVI. Madrid: Imprenta del Diccionario 1850: pp. 304-306.
[18] Castillo R. Gran Diccionario Geográfico, estadístico é histórico de España y sus Provincias. Barcelona: Imprenta Henrich y Cia 1894; p. 380.
[19] Enciclopedia Universal europeo-americana. Tomo LXVIII. Bilbao: Espasa Calpe S.A. 1929; p.154.
[20] Gaceta de Madrid 165 (15-05-1874), p. 415.
[21] Sanchis E. Baños de Villavieja de Nules. Manuscrito; Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid, 1889; Ca 2815 (20).
[22] Gaceta de Madrid 21 (21-01-1900), p. 227.

[23] Henry O. Tratado Práctico de Análisis Química de las Aguas Minerales. Madrid: Imprenta de Manuel Álvarez 1858; pp. 108-110.
[24] Lemos FJ. Virtudes medicinales de las aguas minerales de Villavieja de Nules en el Reyno de Valencia. Parte Primera; Sección 2; 1788; pp. 30-35.
[25] David F. Memoria sobre las aguas minerales de Villavieja. Manuscrito; Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid; 1822; Ca 2861 E.
[26] Aleixandre Tena F. Catálogo documental del Archivo de la Real Sociedad Económica de Amigos del País de Valencia (1776-1876). Valencia: Caja de Ahorros de Valencia 1978; p. 234
[27] Beltrán y Besante L. Disertación sobre las aguas y baños termales de Villavieja. Manuscrito; Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid; 18292; Ca 2858 (12).
[28] Diez Serrano F. Disertación físico-química analítica de las aguas minerales de Villavieja en el Reyno de Valencia. Manuscrito; Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid; 1829; Ca 2861 F.
[29] Forner V. Memoria sobre las aguas y baños minerales de Villavieja en el Reyno de Valencia. Manuscrito; Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid; 1829; Ca 2858 (11).
[30] Rubio PM. Tratado completo de las Fuentes Minerales de España. Madrid: Establecimiento tip. De D.R.R. de Rivera 1853; pp. 204-207.
[31] Escudero I. Aguas minerales sulfatadas mistas de Villavieja. Manuscrito; Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid; 1881; Ca 2772 (11).
[32] Sanchis E. Establecimiento de Baños de Villavieja de Nules. Manuscrito; Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid; 1891; Ca 2820 (37).
[33] Gaceta de Madrid 62 (3-03-1874), pp. 528-529.
[34] Gaceta de Madrid 85 (26-05-1877), pp. 834-835.
[35] Gaceta de Madrid 89 (30-03-1883), pp. 782-783.
[36] Gaceta de Madrid 176 (21-05-1893), pp. 1283-1290.
[37] De Armijo Valenzuela M. Compendio de Hidrología Médica. Barcelona: Editorial científico médica 1968, p. 149.
[38] Balnearios de España. Madrid: ANBAL 2007, p.41.
[39] Maraver Eyzaguirre F. Vademécum de Aguas mineromedicinales Españolas. Madrid: Instituto de Salud Carlos III 2003, p 266.
[40] Gaceta de Madrid 81 (21-03-1872), p. 858; 83 (23-03-1872), p. 878.
[41] Martínez Serrano JA. Transformaciones agrarias en el país valenciano (1878-1913). Cuadernos para el diálogo 1979; 11: 129-148.
[42] Gaceta de Madrid 28 (28-01-1930), pp. 680-681.
[43] Sanchis Fabra E. Establecimiento de Baños de Villavieja de Nules. Manuscrito; Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid; 1886; Ca 2741 (21); Ibidem; 1887; Ca 2742 (18); Ibidem 1891; Ca 2820 (37); Ibidem 1892; Ca 2823 (38).
[44] Aviso. Gaceta de Madrid 69 (9-05-1827), p. 276.
[45] Real Decreto-Ley nº 743, de 25 de abril de 1928; Gaceta de Madrid 117 (26-04-1928), pp. 474-483.
[46] Real Orden nº 739 Gaceta de Madrid (6-07-1929), pp. 132-133.
[47] Gaceta de Madrid, 2ª serie, 21 (30-07-1840), pp. 165-167.
[48] Gaceta de Madrid 4263 (17-05-1846), p. 3.
[49] Gaceta de Madrid 6155 (21-05-1851), p. 4.
[50] Gaceta de Madrid XIX 962 (02-06-1872), p. 350.
[51] Gaceta de Madrid 114 (23-04-1892), p. 236.
[52] Rubio PM. Tratado completo de las Fuentes Minerales de España. Madrid: Establecimiento Tip. De D.R.R. de Rivera 1853; p.619.
[53] Barraca JM. Memoria de las aguas minero-medicinales de Villavieja; Manuscrito; Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid; 1868; Ca 2794 (35).
[54] Gaceta de Madrid 129 (9-05-1865), pp. 6 y 131; 131 (11-05-1865), p. 4.
[55] Gaceta de Madrid 224 (12-08-1870), p. 8.
[56] Escudero I. Aguas minerales sulfatadas mistas de Villavieja. Manuscrito; Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid; 1881; Ca 2772 (11), h.28.

[57] Sanchís E. Establecimiento de baños de Villavieja de Nules. Manuscrito; Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid; 1887; Ca 2742 (18).
[58] Escudero I. Villavieja de Núles, Provincia de Castellón. Aguas termo-minerales sulfatadas mistas con hierro. Manuscrito; Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid; 1882; Ca 2752 (17).
[59] Sanchís E. Memoria de los baños de Villavieja de Nules perteneciente a la temporada de 1894. Manuscrito; Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid; 1884; Ca 2829 (34).
[60] Sanchís E. Memoria de la temporada de baños de 1900, perteneciente al establecimiento de Villavieja de Nules perteneciente a la temporada de 1894. Manuscrito; Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid; 1900; Ca 2847 (24).
[61] Nieto Méndez A. Establecimiento de Aguas Minero-Medicinales de Villavieja de Núles (Castellón). Memoria del quinquenio de los años 1919-1923. Mecanografiado; Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid; 1923; Ca 2811 (8); p.175.
[62] Sanchís E. Establecimiento de baños de Villavieja de Núles. Memoria. Manuscrito; Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid; 1895; Ca 2831 (37).
[63] Sanchís E. Memoria de la temporada de 1897 referente a los baños de Villavieja de Nules. Manuscrito; Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid; 1897; Ca 2837 (29).
[64] Sanchís E. Memoria de la temporada de baños de 1900, perteneciente al establecimiento de Villavieja de Nules. Manuscrito; Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid; 1900; Ca 2847 (24).
[65] Sanchís E. 1897, *Loc. cit.* en nota 62.
[66] Sanchís E. 1900, *Loc. cit.* en nota 63.
[67] Nieto Méndez A. 1923, *Loc. cit.* en nota 60.
[68] Sanchis E. 1895, *Loc. cit.* en nota 61.
[69] Nieto Méndez A. 1923, *Loc. cit.* en nota 60; pp.179-180.
[70] Nieto Méndez A. 1923, *Loc. cit.* en nota 60; pp.178-179.
[71] Gaceta de Madrid 86 (27-03-1902), p. 1317-1320.
[72] Peset JB. Bosquejo de la Historia de la Medicina de Valencia. Valencia: Imprenta de Ferrer de Orga 1876, p.210.
[73] Martínez Reguera L. Bibliografía hidrológico-médica española, 1ª parte. Sección Impresos. Madrid: Sucesores de Rivadeneyra 1892 y Martínez Reguera L. Bibliografía hidrológico-médica española, 2ª parte. Vol. I, II. Madrid: Sucesores de Rivadeneyra, pp.1896-1897.
[74] Escudero I. Memoria temporadas balnearias de 1880: Villavieja. Manuscrito; Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid; 1880; Ca 2768 (23).
[75] Sanchis E. Establecimiento de baños de Villavieja de Núles. Manuscrito; Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid; 1887; Ca 2742 (18) h. 50 y 57.
[76] Sanchís E. Baños de Villavieja de Nules. Manuscrito; Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid; 1888; Ca 2748 (8).
[77] Sanchís E. Establecimiento de baños de Villavieja de Nules. Manuscrito; Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid; 1891; Ca 2820 (37).
[78] Barraca JM. Memoria sobre las aguas minero medicinales de Villavieja. Manuscrito; Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid; 1866; Ca 2792 (28).
[79] Escudero I. Año de 1883, aguas minerales sulfatadas mistas con hierro de Villavieja. Manuscrito; Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid; 1883; Ca 2756 (21).
[80] Sanchís E. 1888, *Loc. cit.* en nota 75.
[81] Gaceta de Madrid 161 (10-06-1925), p. 1680.
[82] D.O.C.V. 7138 (31-12-2013), pp. 36926-36932.
[83] D.O.C.V. 7436 (05-01-2015), pp. 129-136.
[84] B.O.E. 301 (13-12-2014), pp. 101629-101638.

ESTUDIO 2

Estudio de las características físico–químicas de las aguas del Balneario de Villavieja (Castellón)

Title in English: *Study of the physical-chemical characteristics of the waters of Spa Villavieja (Castellón)*

María Esperanza Torija Isasa[1,*], Mercedes García Mata[2], María Dolores Tenorio Sanz[2], José Luis López Colón[3]

[1]Académica Correspondiente de la Real Academia Nacional de Farmacia. [2]Dpto. Nutrición y Bromatología II. Bromatología Facultad de Farmacia UCM. [3]Instituto Toxicológico de la Defensa. *metorija@farm.ucm.es

An. Real. Acad. Farm. Vol 82, Special Issue (2016) pp. 38-66.

RESUMEN

Las aguas de Villavieja (Castellón) han sido motivo de numerosos estudios, especialmente en el siglo XIX. Las características de sus aguas se determinaron mediante análisis realizados por distintos profesionales farmacéuticos o médicos, y se clasificaron en función de las costumbres de la época. Las del Balneario de Villavieja, Pozo Monlleó, son hipertermales ya que surgen a una temperatura de 40ºC; tienen un pH de 7,5. Se caracterizan por su mineralización fuerte, con un residuo seco a 180ºC superior a 1500 mg/l. Por su contenido salino, estas aguas se clasifican como cálcicas, magnésicas, muy duras y sulfatadas.

Palabras clave: Aguas mineromedicinales; análisis físico-químico; balneario Villavieja (Castellón).

ABSTRACT

The Waters of the have been studied widely, specialy in the 19th century. Their characteristics were analyzed by different professionals, and they were classified according to the customs of the time. The waters of Pozo Monlleó Villavieja (Castellón) Spa are hypertermic (> 40ºC), have a pH of 7.5. They have a high mineralization, with a residue content above 1500 mg/l. The waters are rich in calcium, magnesium and sulphates and can be considered as very hard water.

Keywords: Minero-medicinal water; phisico-chemical analysis; Balneario Villavieja (Castellón).

"Las aguas minerales, esparcidas con tanta profusión en nuestro hermoso suelo, constituyen el don más precioso del Creador. España, rica bajo todos conceptos, no lo había de ser menos en este ramo. Parece que Dios se esmeró en derramar á manos llenas sobre esta nación bendita toda clase de bienes. Y puesto que la humanidad doliente había de invocar el auxilio de las aguas minerales después de agotado el formulario terapéutico, hizo brotar de cada peña un torrente de salud".

(Tomado de Martínez Reguera (1))

1. INTRODUCCIÓN

Las aguas de La Vilavella, Villavieja de Nules, Villavieja (Castellón) se conocen desde tiempos de los romanos y fueron utilizadas por los diferentes pobladores de la zona, gozando en los siglos XVIII y XIX de gran renombre (2,3). Francés *et al.* (2), en esta misma monografía, comentan que hay un cierto debate en cuanto a la declaración de utilidad pública de las aguas de Villavieja, en lo que no nos vamos a detener; indican que en 1827 ya figuran los Baños de Villavieja en la relación oficial de temporada de baños publicada en la Gaceta de Madrid (4).

García López (5) cita que en la *Gaceta de Gobierno* del día 16 de abril de 1869 se recogen los establecimientos de aguas minerales declarados de utilidad pública, las temporadas en que se hallan abiertos, provincias a que pertenecen y nombre de los directores; entre ellos, aparece Villavieja. Recoge en su obra el Reglamento de 1834 para la dirección y fomento de los baños y aguas minerales de España, que el autor utiliza como base para su obra. Ya en el siglo XX, en el Estatuto sobre la explotación de manantiales de aguas mineromedicinales, aprobado por Real Orden-Ley nº 743, de 7 de marzo de 1928, publicado en la Gaceta de Madrid nº 117, de 26 de abril de 1928, se justifica la declaración de utilidad pública de las aguas que nos ocupan (6).

Se sabe de la existencia de diferentes manantiales en Villavieja, y la mayor importancia en los primeros tiempos la tuvo la denominada Fuente o Font Calda, aunque en dicha población existen otras. El estudio de todas estas aguas ha sido motivo de interés a lo largo de los tiempos y los datos obtenidos y la clasificación de las mismas fue variando en función de los métodos de análisis y de las ideas sobre clasificación de las aguas en los distintos momentos.

En nuestra época, hay un creciente interés por las aguas mineromedicinales y los balnearios, lo que da lugar a la aparición de las más diversas publicaciones. Tal es el caso de estudios tan interesantes como el de Sanz y Marco (7) sobre balnearios y aguas medicinales de Castellón del siglo XIX. Entre los numerosos textos que se refieren a las aguas de Villavieja, podemos mencionar algunos de los realizados y publicados en el siglo XIX en que se les prestó mucha atención (Tabla 1).

En algunos casos los directores médicos de los balnearios publicaron memorias-disertaciones en distintos años sobre las aguas y sus usos; tal es el caso de Barraca o de Sanchís, de cuyas memorias recogemos una en la Tabla 1.

Tabla 1. Principales estudios sobre las aguas de Villavieja (siglos XVIII y XIX).

Año	Autor	Texto
1788	Lemos (8)	Virtudes medicinales de las aguas minerales de la Villavieja de Nules en el Reyno de Valencia
1795	Cavanilles (9)	Observaciones sobre la historia natural, geografía, agricultura, población y frutos del Reyno de Valencia.
1822	David (10)	Memoria sobre las aguas minerales de Villavieja
1826	Alibert (11)	Nuevos elementos de terapéutica y de materia médica. Tomo IV
1829	Avellán (12)	Disertación de las aguas minerales de Archena, en el Reyno de Murcia y Billavieja en el de Valencia
1829	Bertrán (13)	Disertación sobre las aguas y baños termales de Villavieja
	Chinchilla (14)	Baños y aguas minerales de Villavieja (Castellón)
	Cisternes y Margarid (15)	Disertación de las aguas minerales de Villavieja, Alange, Archena y Caldas de Tuy
	Díez Serrano (16)	Disertación físico-química analítica de las aguas minerales de Villavieja en el Reyno de Valencia
	Forner (17)	Memoria sobre las aguas y baños minerales de Villavieja en el Reyno de Valencia
1848	Huesa (18)	Disertación de las aguas y baños minerales de Villavieja, Reyno de Valencia, provincia de Castellón de la Plana
1850	Álvarez Alcalá (19)	Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero
	Madoz (20)	Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de Ultramar
1851	Pérez de la Flor y González de Jonte (21)	Novísimo manual de Hidrología médica española
1853	Rubio (22)	Tratado completo de las fuentes minerales de España
1858	Vilanova y Piera (23)	Memoria geonóstico-agrícola sobre la provincia de Castellón
1860	Barraca (24)	Observaciones prácticas sobre las virtudes de las aguas minero-medicinales de Villavieja
	Durand Fardel *et al.* (25)	Dictionnaire général des eaux minèrales et d'Hydrologie medicale
1864	Martínez Reguera (1)	Bibliografía Hidrológica médica española
1868	Caballero (26)	Reseña Geográfico-estadística de España
1870	Taboada (27)	Anuario de la Hidrología médica sspañola
1869	García López (5)	Aguas minerales. Tratado de Hidrología médica con guía del bañista y el mapa balneario de España
1880	Joanne y Le Pileur (28)	Les Bains d'Europe
1881	Escudero (29)	Aguas minerales sulfatadas mistas de Villavieja
1889	Sanchís (30)	Baños de Villavieja de Nules
1898	Riba (31)	Villavieja de Nules y sus aguas termales. Apuntes históricos

En 1788, se publicó el libro *Virtudes Medicinales de las aguas minerales de Villavieja de Nules en el Reyno de Valencia*, del médico Francisco José Lemos (8), que es el documento más antiguo conocido sobre las aguas de esta población y que incluye el primer análisis de las aguas de la Fuente Calda. Dice Lemos que era una fuente de agua potable que los vecinos utilizaban para beber después de enfriarla; las clasifica como calcáreas, alcalinas y azufrosas. Además, habla de otra fuente que había en la carretera de Artana, de agua fría, que se llamaba Font Freda o Fuente Fría.

En relación a sus estudios y comentarios encontramos lo siguiente; en el capítulo "*De las aguas minerales de la Villavieja de Nules. Parte primera. De las aguas de la fuente calda. Sección I. Descripción de la fuente, origen y nacimiento de sus Aguas, recoge: El color del agua calda es ninguno, antes sí muy clara y transparente; su olor cuando esta más caliente es ligeramente fétido, pero tan ligero, que apenas se nota de la fuente á la boca; el sabor algo áspero, si se bebe del manantial, pero fuera no se percibe…*" Más adelante *"…No dexan en su corriente ni remansos vestigio de mineral alguno, ni otra sustancia conocida. No se distinguen en nada de la mejor agua, ó de las mas pura. Cuecen las verduras con suma facilidad, disuelven el xabon perfectamente, y sirven para bebida usual á todo el Pueblo, cuyos habitadores gozan de robusta y perfecta salud, de grande vigor y energía en los jugos estomacales, padeciendo poco de indigestiones, por lo muy digestiva que es el agua, como diremos hablando de sus virtudes..."*.

Y continúa: *"…En resultas de estos primeros ensayos averigüé, que nuestras aguas de la Fuente Calda nada contenían de substancia metálica; porque mezcladas con uno de los alkalis Prusianos, permaneció el todo de color azul. De azufre fixo nada encierran…, …nada contienen de hierro…"* . Comenta que evapora el agua para ver que residuo dejan, y dice lo siguiente: *"…en efecto, por el resultado de estas operaciones le corresponde á cada libra de agua poco mas de un grano de tierra calcárea, y casi medio de sal alkali, no contando la pérdida que hubo, ni pudiendo saber quanto contienen de ayre fixo y principio flogístico, por carecer entonces de instrumento para su averiguación".* Dice que el análisis *"no es de los más completos, pero es suficiente para conocer la naturaleza de los principios que abrigan*".

Más adelante explica*: "…El mineral de estas aguas estaba en el año de mis experimentos bastante diluido á causa de las muchas lluvias en los dos años anteriores,…*" Describe algo más: *"He querido hacer esta advertencia, porque si en algún tiempo se repite el análisis de estas aguas, y los productos no fuesen iguales á los que en el día presento, se sepa que quién pudo ser la causa de ello…"* (8).

En relación al uso de las aguas como bebida, dice: "*El otro modo como se usa el agua de la fuente es en bebida, el qual puede ser medicinal ó usual: esto es, quando el agua se manda beber á todo pasto, y aquel quando se dispone en determinada cantidad*

y á ciertas horas…". Comenta las diferentes acciones del agua y que para conseguirlas se deben tomar distintas cantidades según el enfermo y, además, aconseja las horas en que deben consumirse.

Otro de los capítulos se refiere a: "*De las aguas minerales de la Villavieja de Nules. Parte segunda de las aguas del pozo de la calle de San Josef. Sección I. Descripción del pozo y verdadera naturaleza de sus Aguas".* En él, describe: *"El color de esta agua es cristalino, su sabor ligeramente salobre, algo ásperas y gruesas al tragarlas, dexando cierta estiptiquez sobre la lengua y en las manos si se lavan con ellas. Carecen enteramente de olor, y por eso en algunas casas las usan para amasar pan por ahorrase el trabajo de calentar la otra agua; pero no son las mejores para esto, porque siempre conservan algo de su aspereza aunque estén frías. No disuelven el xabon, endurecen las verduras, y por tanto no sirven para otra cosa que para fregar. Sin embargo de su calor, no produjeron alteración en un huevo que tuve en ellas por mas de media hora, ignorando la causa de este fenomeno…"*

Hace ensayos igual que con las aguas de la Fuente Calda. Comenta que estas aguas *"constan de cinco principios, dos de ellos volátiles, que son ayre fixo, vaho flogístico; y los tres fixos sal común ó marina, selenítica, y tierra absorvente calcárea á base alkalina*". Sigue: *" …que por las particiones de estos le corresponde á cada libra de agua poco mas de un grano de sal común, casi medio grano de sal selenítica, y ménos de dos de tierra absorbente calcárea…"* (8).

En el mismo siglo XVIII, un importante autor, Cavanilles (9), en su obra *Observaciones sobre la historia natural, geografía, agricultura, población y frutos del Reyno de Valencia*, habla de la provincia de Castellón, de diferentes localidades y de las aguas, entre otras cosas. Así, en el Tomo I, libro segundo describe el centro del Reyno de Valencia y empieza hablando de La Plana. Más adelante, indica: *"El río Milláres cruza la Plana por la parte septentrional, dexando por su izquierda los puebles de Castelló y Almazora, y por la derecha los de Onda, Bechí y Vilavella, situados al poniente del camino real…"*

Al hablar de la Fuente Calda, dice que estaba situada a los pies de la montaña de Santa Bárbara y que sus aguas salían a través de caños de hierro, de forma ininterrumpida, independientemente de la estación y del año.

En la página 112 dice, textualmente, lo siguiente: *"…No han contribuido poco á la felicidad de la Vilavella, y por consiguiente al aumento de su vecindario, las sumas que dexan allí los que acuden á disfrutar las aguas termales, bien conocidas y celebradas. Nacen estas en la fuente llamada Calda, para distinguirla de otra cuyas aguas son frias. Se hallan en la parte mas baxa de la villa, y salen por tres caños sin disminución aun en años secos; sirven de pasto al pueblo, y las sobrantes entran en un infeliz aposento, donde se bañan sucesivamente los que esperan remediar sus dolores y enfermedades.*

Son cristalinas, é iguales casi en peso al agua destilada, sin contener metal alguno, ni otros ácidos que el carbónico y poco azufre. En invierno salen muy calientes, pero en verano su calor es igual al de la atmósfera, como lo hallé en Agosto á las 9 de la mañana, que fue de 24 grados. Puestas en un vaso no despiden olor; bien que en las inmediaciones del baño se percibe el del azufre. Mayor es el calor de las del pozo llamado de Montón en la misma villa, siendo de 34 grados quando llega el pozal arriba, el qual será sin duda mayor en el fondo. Quando ambas perdiéron el calor nativo, se observa diferencia de peso, siendo un grado mayor las del pozo, en las quales se descubre porción de selenita, y por eso ni son buenas para cocer las legumbres, ni para desleir el xabon. Aunque las aguas de la fuente no son de aquellas minerales, cuyas eficaces virtudes se hallan reconocidas, y su calor es tan moderado; con todo es grande el concurso de gentes que acuden á beberlas y bañarse. Se creen diuréticas, sudoríficas, aperitivas, anticólicas y antihipocondríacas, corroboran el estómago, excitan el apetito, y facilitan la digestión. Bebí de ellos con exceso, sin sentir peso ni verme incomodado, que es la mejor prueba á su favor…" (9).

En el Tomo II, al hablar de los baños, dice: *"Es sobrado general el abandono que reyna en las fuentes saludables del Reyno: solo en Catí he visto una hospedería decente. La Font calenta entre Chestalgar y Chulilla, Toga, Navajas, Montanejos y la Vilavella, son sitios capaces y dignos de notables mejoras…*".

Alibert (11), en 1826, comenta que en Villavieja hay dos tipos de aguas termales diferentes; la de la fuente llamada Calda, que nace en la parte baja de la villa y las aguas termales de los pozos que varios vecinos han construido en sus casas. Avellán (12) por su parte, en 1829, dice que la Fuente Calda se llama así no solo por sus aguas más calientes, sino para distinguirla de la fuente fría que está situada a la parte opuesta de la villa; cita también las aguas de los pozos; de los cuales el mayor y más antiguo, y que goza de más crédito y reputación es el pozo Monzón.

Madoz (20), en su *Diccionario* publicado en 1855, registró todos los manantiales conocidos en la época, descritos en distintos tratados de hidrología. Se preocupó de hablar de las propiedades físico-químicas de las aguas. Al hablar de Villavieja comenta la existencia de muchos manantiales medicinales conocidos en el siglo XIX y de todos, el más importante, sin duda, es el de la Fuente Calda.

Pedro M.ª Rubio (22), en su obra *Tratado completo de las fuentes minerales de España*, publicada en 1853, recoge, entre los balnearios de Castellón de la Plana, el de Villavieja de Nules. Cuando habla de la Fuente Calda hace una serie de comentarios. Dice que se encuentra en la parte baja de la villa, y que el terreno en que brota es calizo; la cantidad de agua que suministra esta fuente, es igual a la que sale por un orificio circular de siete pulgadas de diámetro. Comenta, así mismo, que hay además otros manantiales repartidos en diversos puntos dentro de las casas del pueblo.

Especifica lo siguiente: "*Las aguas de la Fuente Calda son muy cristalinas; untuosas al tacto; de buen gusto, algo "acedo"; cuecen las legumbres; no tienen olor; su peso es igual al del agua destilada; y su temperatura sube a 24ºR". El agua de los pozos es clara y transparente; sin olor; insípida; no disuelve el jabón ni cuece bien las legumbres; su peso específico es mayor que el del agua destilada; y su temperatura varía desde 28 a 37ºR*" (recordemos que 1ºC = 1,25º Reaumur, RAE (32)). *"El pozo de la calle de San Vicente, número 3, tiene el agua á 28º: el del num.15 de la misma calle, á 37º: el de la Cueva Santa, num. 27, á 30º: el de San José, número 13, pozo titulado del Canónigo, á 35º: el pozo de la casa número 10, el de la calle de San Sebastián y el del número 5 de la Plaza de la Iglesia, á 35º: en esta última casa hay otro pozo de agua a 36º"* (22).

De las descripciones que hace Rubio de las aguas de Villavieja queda patente la diferencia entre el agua de la Fuente Calda y las de los pozos, lo que da motivo a que al hablar de la clasificación de las aguas de Villavieja diga que son templadas, calientes y muy calientes.

En 1858 Vilanova y Piera (23) en su *Memoria Geonóstico-agrícola sobre la provincia de Castellón*, presentada por la Real Academia de Ciencias, comenta, como Lemos, que la Fuente Calda se encuentra al pie de la montaña llamada de Santa Bárbara; especifica que nace en un depósito circular de tres varas de diámetro y uno y medio de profundidad y dice, además, que la cantidad de agua que suministra es igual a la que sale por un agujero circular de siete pulgadas de diámetro.

Presenta un "Cuadro de las fuentes de la Provincia de Castellón" que incluye los nombres de las fuentes, la localidad en que se encuentran, los terrenos de los que proceden y los usos a que se destinan. De las aguas de la Fuente Calda de Villavieja dice que son minerales y termales y que se destina a usos medicinales. En relación a las condiciones del manantial, comenta que está situado en los últimos estribos del terreno triásico de Espadán, y que la notable inclinación que allí ofrecen los estratos explica la temperatura de las aguas de este manantial. Habla de otras aguas frías de Villavieja, de terreno diluvial, cuyos usos son para consumo y riego, y en cuanto a sus condiciones dice que son resultado de filtraciones superficiales. También habla de las aguas de los pozos.

Leopoldo Martínez Reguera (1), en su *Discurso de Investidura de Doctor en Medicina y Cirugía*, de 1864, comenta que la Fuente Calda está situada en la parte baja de la montaña, en el pasaje más bajo del pueblo. Dice que se recogía en un depósito circular donde salía el agua a través de un conducto de piedra con anterioridad en el siglo XVIII; luego, por tres caños de hierro, lo que ya decía Cavanilles.

Anastasio García López (5), en 1869, también habla de la Fuente Calda y refiere que brota en terreno calizo y que, además, hay nueve o diez establecimientos en casas del pueblo, comentando que se trata de aguas cristalinas y de buen sabor.

Taboada (27), en su *Anuario de la Hidrología Médica Española*, en 1870, habla de la temperatura de las aguas de la Fuente Calda indicando que es de 30ºC y la de los pozos, hasta diez en explotación en la población, es variable, según el que se examina, desde 42,50º a 47,75ºC. Comenta que la Fuente Calda procede de yacimiento terciario, confines con el triásico; dice que el caudal es abundante en el manantial del establecimiento y que la instalación es mediana en el establecimiento y mala en las casas que tienen pozo mineral.

Otro de los libros más importantes en relación a los comentarios sobre las aguas de Villavieja, es el de Victor Riba (31), publicado en 1898. Este autor habla de la siguiente manera; dentro del capítulo "Aguas termales de Fuente-Calda. Su análisis científico recoge: *"…de dónde le viene á Fuente-Calda su nombre; y "la esplicación nos la dá y salta á la vista el temple y calor de sus aguas; pues como en invierno son tibias, en primavera ya no lo son tanto, y en estío apenas se les conoce su calor aunque es siempre superior al atmosférico de aquí el llamarse Fuente-Calda ó caliente; otra razón hay que nos esplica y dá la causa y el porqué, de lo que investigamos y es; que antiguamente salía contínua y hoy solo en grandes y perseverantes lluvias, una fuente de aguas frescas y cristalinas á la parte opuesta de Fuente-Calda y población, carretera de Artana entre el pueblo y el cementerio; á la cual los vecinos ya de tiempo inmemorial, bautizaron con el significativo nombre de Fuente Fría (Font freda) para distinguirla de la que llamamos Fuente-Calda (Font calenta:)".* Más adelante expone: *"…La Fuente-Calda está situada á un estremo de la población, carretera de Vall de Uxó (antes de la Vall del Duque) y fin de la calle de San Vicente en una plazuela del mismo nombre, y circunvalada hoy por la Fonda de Cuesta, lavadero, calle antedicha y Cueva Santa; el terreno que la rodea es irregular, desigual, y las aguas nacen muy bajas; se las dá curso y salida por medio de un caño de piedra (antiguamente eran tres de hierro) para beneficio y necesidades del público, siguen su vía á los baños de Cuesta y lavadero, y luego van á parar á un depósito para regar y abonar las tierras…".*

Y, posteriormente, dice: *"…son estas muy cristalinas y puras, sirviendo á todo pasto á las necesidades del pueblo; son suaves, dulces y ligeras, ayudando mucho al estómago para digerir las viandas; razón por la cual son en gran número los forasteros, que acuden á aprovecharse de ellas, no como baño sinó como bebida, para evitarse indigestiones…". "Esta agua no tiene color, pues es muy clara, limpia y transparente; su olor cuando está más caliente es ligeramente fétIdo, pero tan ligero, que apenas se percibe de la Fuente á la boca: su sabor es algo áspero si se bebe en el mismo manantial, pero fuera ni se conoce ni nota; su peso es como el del agua más pura, cuece perfectamente los garbanzos y toda clase de verduras y deslíe el jabón; en fin, la perfecta salud, que habitualmente gozan los vecinos de Villavieja, nos dá una idea de la bondad de esta agua…*" (31). Si recordamos, Rubio (22) decía que son aguas que cuecen bien las legumbres.

Comenta Riba (31) que las aguas de la Fuente Calda son especiales y diferentes de las de los pozos. *"Las aguas de los pozos de Villavieja como termales y curativas, no gozan de gran antigüedad; su descubrimiento como á tales fué completamente casual: al principio nadie las hacia servir mas, que para faenas y quehaceres ordinarios de las casas que las poseían, de modo, que si al hacer un pozo las aguas que se encontraban eran calientes y termales, se consideraba esto, más un fracaso y desgracia, que favor y beneficio.*

A mediados del siglo pasado, Francisco Montón, habitante de la segunda casa á mano derecha, entrando por la Plaza á la calle de San José, resolvió hacer un pozo en el corral de la misma; al profundizar cinco ó seis varas se encontró un copioso manantial de aguas tan sumamente calientes, que los operarios se vieron obligados á suspender la obra por no poder sufrir su calor; hasta que procediendo con arte y reglas se prosiguió el pozo, que dió por resultado sobre dos estados de agua, que jamás se ha visto disminuir por mucha que se saque, ni por sequía estraordinaria y persistente.

Según D. Francisco José de Lemos en su obra mencionada, en el año 1788 eran cinco los pozos de aguas calientes y termales que había en Villavieja; dos en la calle de San José, dos en la de la Iglesia vieja (Santa Bárbara) y otro, que llama del Pastor sin designar lugar ni calle.

Todos los pozos que se han hecho hasta hoy por esta parte de pueblo, han dado idéntico resultado, en cuanto al calor de sus aguas; y por más que en contrario se diga, las aguas de todos los pozos dichos gozan de igual grado de calor; porque todas proceden del mismo manantial y pasan por el mismo punto, donde radican el foco y materias que las comunica el calor" (31).

Riba (31) hace comentarios sobre la obra de Lemos y dice así: *"Mucho respeto las opiniones de D. Francisco José de Lemos referentes á estas aguas, ya como médico, ya por haberlas estudiado por espacio de algunos meses; pero no puedo conformarme con lo que dice en la pág. 100 que 'es evidente que todo este parage (donde radican los pozos) está lleno de aquellos fuegos subterráneos ó materias, que comunican al agua la qualidad accidental del calor"*. Continúa: *"Si fuera esto verdad las aguas de los pozos de Villavieja debían salir mucho mas calientes y casi hirviendo".* También hace referencia a otros comentarios de Lemos en cuanto a la descripción de las características de las aguas del pozo de la calle San José, lo que ya hemos citado al referir los comentarios del propio Lemos.

En la Tabla 2 se incluyen datos de algunos de los análisis recogidos en diferentes libros y publicaciones más relevantes, haciendo mención a las sales principales, y en la Tabla 3 se exponen las clasificaciones de las aguas según distintos autores.

En términos generales, los comentarios de muchos autores son los mismos o, cuando menos, muy similares, ya que utilizan como base un mismo análisis. La diversidad de dichos datos y de su forma de expresión se debe, sin duda, a los métodos de análisis y a las costumbres de la época, lo que únicamente nos permite acercarnos al conocimiento de las aguas que nos ocupan. Ossian y Ossian (33) en su *Tratado práctico de análisis química de las aguas minerales*, traducido por Ramón Ruiz Gómez en 1858, hacen comentarios en relación a las causas que motivaban los distintos resultados del análisis químico de las aguas, lo que era algo bastante habitual en aquella época.

Tabla 2. Contenido de las principales sales en aguas de Villavieja según análisis citados por distintos autores.

Año	Autor	Manantial	Análisis/Sales principales	Unidades
853	Rubio (22) (Análisis de Menchero)	Fuente Calda	Sulfato magnésico 10,0 Cloruro sódico 4,0 Cloruro magnésico 2,5 Carbonato cálcico 2,25	granos/libra
866	Durand Fardel *et al.* (25) (Análisis de Menchero)	Fuente Calda	Sulfato magnésico 1,060 Cloruro sódico 0,424 Cloruro magnésico 0,265 Carbonato cálcico 0,238	g/l
898	Riba (31) (Análisis de Greus y Peset)	Fuente Calda	Carbonato cálcico 0,12851 Carbonato magnésico 0,10749 Cloruro sódico 0,08151 Sulfato cálcico 0,01930	g/l
868	Barraca (34)	Pozos	Sulfato sódico 340 Sulfato magnésico 320 Carbonato cálcico 185 Cloruro sódico 128 Sulfato cálcio 65	mg/l
898	Riba (31) (Análisis de Montserrat)	Pozos	Sulfato cálcico 1,065 Sulfato sódico 0,340 Sulfato magnésico 0,320 Carbonato cálcico 0,185 Cloruro sódico 0,128	mg/l

El conocer la composición de las aguas de Villavieja para tener una idea general es complicado, dado que los diferentes autores utilizan distintas unidades y transcriben los mismos datos expresados de diversas maneras. Así, Rubio (22), Vilanova y Piera (23), Durand Fardel *et al.* (25) y Casares (35) citan los resultados del

análisis del Dr. Menchero, de 1837, y García López (5) y Riba (31) los del Dr. Monserrat, de 1863. Por ello, en la Tabla 2 se incluyen los resultados más representativos de las aguas de la Fuente Calda y de los pozos; puede verse cómo los datos procedentes de un mismo análisis se expresan de distinta forma. No obstante existen otros resultados a los que aludimos a continuación.

Bertrán (13), en 1829, recoge los datos de Ramón Piquer y dice que las aguas de Villavieja son análogas a las de la Montaña de Oro (en Francia), que se caracterizan porque en ellas destaca el "carbonato de sosa" como componente principal, seguido de muriato de sosa y carbonato de cal. Los datos se expresan en granos por libra, según costumbre de la época, forma de expresión que recogen Herrero y Francés (36) y Francés (37), así como la conversión en otras unidades.

Alibert (11), al hablar de las aguas de la Fuente Calda dice que parece que no contienen metal alguno, ni otro ácido más que el carbónico y muy corta cantidad de azufre; en la de los pozos se descubre porción de selenitas o sulfato cálcico.

También es interesante destacar algunos comentarios en relación a la forma de hacer los análisis de las aguas. Así, Avellán (12), en 1829, dice que las aguas de Villavieja fueron analizadas "en el siglo pasado", "*pero sin la escrupulosidad que requiere un asunto tan delicado y así se ignoran las cantidades exactas de los principios que contienen, conviniendo generalmente en que el principio dominante es el ácido carbónico y que contienen además alguna corta cantidad de azufre"*.

Rubio (22) comenta que las aguas de la Fuente Calda contienen sales entre las que destaca el sulfato magnésico, seguido de cloruro sódico; los resultados se expresan en granos por cada libra de agua. Indica, además, una cantidad indeterminada de aire atmosférico y matera "*vejeto*-animal". Comenta textualmente "*Se dice que se analizaron en el Real Laboratorio de Madrid, 1788*", lo mismo que comentaba Huesa (18) en 1848. También hace referencia a las aguas de los pozos, hablando de su composición pero sin indicar cantidades.

Victor Riba, en 1898, comenta: "*Para satisfacción y guía de los señores bañistas daremos el estracto del reciente análisis de estas aguas por los distinguidos químico Dres. D. Domingo Greus Martinez y D. Vicente Peset Cervera; Director el primero del laboratorio químico municipal y el segundo Catedrático de la facultad de medicina de Valencia*" (31). En este caso se refiere a las aguas de la Fuente Calda; cuando trata de los pozos dice que es el análisis practicado el año 1863 por el Dr. D. José Montserrat catedrático de Química y Rector que fue de la Universidad de Valencia. Más adelante volveremos a comentar estos análisis.

Trataremos a continuación la clasificación de las aguas (Tabla 3).

Tabla 3. Clasificación de las aguas de Villavieja, según distintos autores.

Año	Autor	Clasificación de las aguas
1788	Lemos (8)	Calcáreas, alcalinas y azufrosas
1822	David (10)	Naturaleza ferruginosa
1829	Chinchilla (14)	Ferruginosas
	Díez Serrano (16)	Termales, acídulas, férricas
	Forner (17)	Carbonatadas cálcicas, magnésicas y ferruginosas
1848	Huesa (18)	Aguas mixtas por ser débilmente acídulas gaseosas las de la fuente, y las de los pozos, algo ferruginosas
1850	Madoz (20)	De la segunda clase de medicinales, orden 1ª de tibias, género 1ª de salinas
1853	Rubio (22)	Acídulo carbónicas con hierro
1858	Vilanova y Piera (23)	Acídulo carbónicas con hierro
1860	Barraca (24)	Termales, salinas
	Durand Fardel *et al.* (25)	Sulfatada-magnésica
1866	Barraca (38)	Salinas sulfatadas, salinas carbonatadas
	Casares (35)	Acídulo carbónica
1868	Barraca (34)	Salino termales
	Caballero (26)	Acídulo carbónicas con hierro
	García López (5)	Acídulo termales
1870	Taboada (27)	Sulfatadas cálcicas variedad ferruginosa
1874	Gaceta de Madrid (39)	Acídulo carbónicas con hierro, de la primera clase
1880	Joanne y Le Pileur (28)	Sulfatada magnesiana, carbonatada ferruginosa, termal
1881	Escudero (29)	Sulfatadas mixtas
1883	Gaceta de Madrid (40)	Sulfatadas mixtas, variedad ferruginosa
1886	Sanchís (30)	Sulfatadas cálcicas
1898	Riba (31)	Salino termales, y acídulo carbónicas con hierro

Ya en el siglo XVIII Lemos (8) clasifica las aguas de Villavieja como calcáreas, alcalinas y azufrosas. Madoz (20), por su parte, las clasifica de la segunda clase de medicinales, orden 1ª de tibias, género 1ª de salinas, procedente de terreno de transición o secundario.

Nuevamente, igual que al tratar los análisis de las aguas, es un poco complejo establecer la clasificación de las aguas de Villavieja, independientemente de que se trate de las procedentes de la Fuente Calda o de las de los pozos, en función de los análisis comentados más arriba. Igual que antes, trataremos el tema por orden cronológico. Si bien la mayoría de las clasificaciones están recogidas en la Tabla 3, a continuación se recogen algunas otras.

David (10) las considera de naturaleza ferruginosa; aguas minerales, vitriólicas y acídulas, según habla del análisis realizado por Tomás de Vilanova Muñoz y Poyano, concluye diciendo que "*estas aguas constan de materia sutil y penetrante, de un espíritu etéreo elástico, de una porción de azufre volátil, poco de bitriolo y mayor cantidad de sales neutras…*".

Bertrán (13) recoge y presenta el análisis de la Montaña de Oro, en Francia, dado que son aguas similares a las de Villavieja. Dice que tienen ácido carbónico libre y combinado, ácido muríatico, calcio, magnesia, aluminia, sosa y hierro, según Ramón Piquer, quien en 1828, a su vez, se refiere al análisis realizado por el Dr. Ramos que las clasifica como acídulas, salinas, sulfurosas y ferruginosas.

Chinchilla (14) las considera ferruginosas, según el análisis "del boticario de Valencia" enteramente contrario al del cirujano Lemos. Cisternes y Margarid (15) estudia la Fuente Calda y comenta que "*tiene algo de ácido carbónico, ácido hidro-sulfúrico en muy corta cantidad y no azufre como suponen algunos. Las de los pozos contienen sulfato de cal*".

Rubio (22), en la parte primera de su obra, capítulo primero, al hablar y describir las aguas y baños minerales de España, hace referencia a los que tienen dirección facultativa, y en el artículo 4º, entre las aguas acídulo-carbónicas, aparecen las de Villavieja de Nules. En la parte segunda incluye los "Estudios sobre las aguas minerales de España y sobre sus propiedades físicas". Hace una clasificación de las aguas minerales en función de su temperatura, de la siguiente forma: aguas de primera clase – frías; de segunda – frescas; de tercera – templadas; de cuarta – calientes y de quinta – muy calientes, con arreglo a la propuesta de Wetzler y adoptada generalmente en Alemania. Dice que las aguas de Villavieja, de la Fuente Calda, son de la clase tercera (templadas y las de los pozos de dentro del pueblo de las clases cuarta y quinta (calientes y muy calientes), lo que concuerda con la descripción que hace en la primera parte.

En el capítulo segundo, titulado "de las propiedades químicas de las aguas minerales por su composición química" en el "artículo único", expone el "ensayo de clasificación de las aguas minerales de España, y las agrupa en función de su composición química en diferentes clases. En la clase segunda: aguas minerales acídulas, y dentro de ellas, en el orden segundo, aguas minerales acídulo-carbónicas

con hierro, con sinonimia agrias –a ferruginosas – acedas – marciales – carbónicas – "calibeadas", entre los balnearios con dirección facultativa, cita a Villavieja de Nules (Castellón) (22).

Martínez Reguera (1) expone una clasificación de las aguas similar a la que indicaban Pérez de la Flor y González Jonte en 1851 (21); comenta lo siguiente: *"nosotros aceptamos en parte la siguiente división: aguas económicas y minerales, lo que también dentro de las primeras: dulces, es decir potables y dañosas si eran perjudiciales; entre las segundas: medicinales y no medicinales... y digo en parte, porque no comprendo que se pueda dividir el agua en minerales y no minerales, cuando todo lo es"*.

Durand Fardel *et al.* (25) las considera sulfatadas-magnésicas, con una temperatura entre 30 y 46ºC.

Caballero (26), por su parte, presenta un cuadro hidrológico de los principales establecimientos con director facultativo, por provincias y clasifica las aguas por clases; incluye lo que denominaba fuentes principales y entre las acídulas, carbónicas con hierro, incluye las de Villavieja.

Casares (35) habla de la forma de clasificar las aguas y dice que son bastante numerosas y que puede asegurarse que ninguna de ellas satisface completamente; comenta que algunos autores atendieron para dividirlas en grupos o la naturaleza de los terrenos que atraviesan y otros a las virtudes medicinales que se les atribuyen, y los más a su composición química.

Anastasio García López (5), en 1869, recoge la clasificación de Rubio y otra de Durand Fardel. Dice que hacer una clasificación de las aguas es un asunto arduo y que todas han sido arbitrarias. Agrupa las aguas de España por grupos; incluye a las aguas de Villavieja, con 42ºC, entre las muy calientes; hace grupos por analogías de composición y así considera análogas a las de Alange, Alhama de Aragón y Villar del pozo, dentro del grupo 9, de aguas acídulas y termales.

En 1880, Joanne y Le Pileur (28), en *Les Bains d'Europe*, estudian algunas aguas en profundidad, y de otras solo indican el tipo de agua; tal es el caso de las aguas de Villavieja, a las que se refieren como sulfatada, magnesiana, carbonatada, ferruginosa, termal.

Víctor Riba (31), al hablar de las características y propiedades de las aguas motivo de nuestro estudio, en función de la temperatura, las clasificaba como templadas, calientes y muy calientes y por su composición, acídulo-carbónicas, con hierro. Dice que estas aguas, por su composición y temperatura, pueden ser administradas, ya en bebida como en baño. Este autor, describe el "Análisis científico de las aguas de los pozos" especificando: "*Hasta el presente ignoramos, que ninguna casa de baños haya hecho analizar las aguas de un pozo, escepción del balneario de San*

Juan Bautista (Miguel Represa;) para satisfacción y guía de los pacientes copiaremos del anuncio de dichas aguas la composición mineral de este balneario, según el análisis practicado el año 1863, por el Dr. D. José Monserrat, Catedrático de Quimica y Rector, que fué de la Universidad de Valencia; cuyo resultado es el siguiente: *La temperatura del agua es de 44° centígrados, y su densidad á 24° es de 1'0021, dejando un resíduo sólido á 100° del peso de 2'190 miligramos. "Por el anterior análisis se han clasificado las aguas de salino-termales, debiendo producir en la organización efectos fisiológicos por el doble carácter de salinas y de calientes. Al mismo tiempo que favorecerán la transpiración por su temperatura, contribuirán á activar las funciones del aparato gástrico por la cantidad de sales magnesianas que las acompañan, resultando una acción ligeramente evacuante, que obrando sobre los aparatos secretorios, promueva con lentitud la actividad de todos los movimientos orgánicos*" (31).

Ya en el siglo XX, Abad Monzó (41), en 1916, las define como clorurado-sódica, carbonatada y sulfatada, cálcico magnésica.

De una época más reciente hay documentos como el que aparece en la Figura 1, que es un díptico proporcionado por D. Vicente Caballer Almela, Director Gerente del Balneario, en donde se describe la composición del agua de Villavieja, en este caso concreto del Balneario "Termas Galofre" de Villavieja de Nules, en una presentación para conocimiento de los usuarios (Figura 1).



Figura 1. Díptico de información del Balneario Termas de Galofre de Villavieja de Nules.

2. ANÁLISIS REALIZADOS

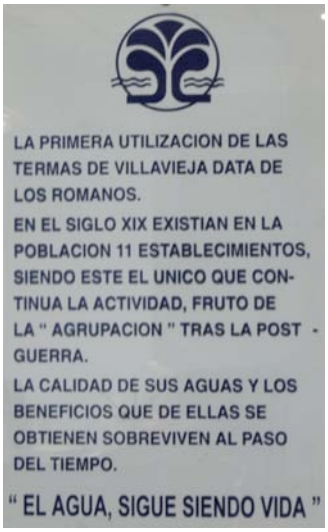
En el mes de febrero de 2015 se procedió a la recogida de muestras para la realización de los diferentes análisis de las aguas del Balneario de Villavieja

(Fotografías 1 y 2); dichas muestras coinciden con las utilizadas por de la Rosa *et al*. (42) para realizar los análisis microbiológicos.

Las muestras recogidas corresponden al Pozo Florencio Monlleó. El pozo se encuentra a 10 m de profundidad, la perforación a 17 m y la toma de agua se realiza a 14 m. El pozo se explota desde 1991 y el perímetro de protección se estableció en 1930.



Fotografía 1. Balneario de Villavieja.



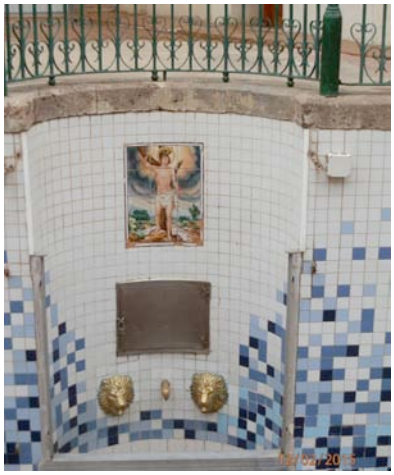
Fotografía 2. Placa a la entrada del Balneario de Villavieja.

Se realizaron una serie de análisis a pie de manantial; para las determinaciones que se llevan a cabo en el laboratorio se recogieron las muestras y se conservaron en nevera y en frascos estériles las destinadas a la determinación de la oxidabilidad y otros. A pie de manantial se tomó la temperatura del agua y del ambiente; se hizo una determinación previa del pH y se procedió a determinar el anhídrido carbónico y a preparar las muestras para la determinación del oxígeno disuelto. En todos los casos se utilizaron métodos oficiales o recomendados.

Si bien el objeto de este trabajo es estudiar las aguas del Balneario de Villavieja, debido al elevado número de tratados que hacen referencia a la Fuente Calda (Fotografías 3 y 4) se tomó una muestra con el fin de conocer algunas de sus características.



Fotografía 3. Fuente Calda en la actualidad.



Fotografía 4. Fuente Calda en la actualidad. Detalle.

Dado que no existe normativa específica que permita caracterizar las aguas mineromedicinales, los comentarios a los resultados los haremos en relación, principalmente, con el RD 140/2003 (43), texto consolidado en octubre de 2013, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, dado que en algunos casos las aguas de este Balneario se utilizan por vía oral. Este RD tiene una pequeña modificación según RD 1120/2012 (44), que no atañe a nuestro trabajo. Además, haremos referencia al RD 1744/2003 (45), texto consolidado en 2011, por el que se regula el proceso de elaboración, circulación y comercio de aguas de bebida envasadas y al RD 1798/2010 (46), publicado en enero de 2011 y con texto consolidado en 2014, en el que se especifican las características exigidas para aguas minerales naturales y aguas de manantial envasadas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación iremos comentando los resultados obtenidos comparando con los aportados por otros autores y estableciendo las características de mayor interés que nos van a permitir clasificar las aguas del Pozo Florencio Monlleó, del Balneario de Villavieja.

En relación a los caracteres organolépticos, se trata de un agua incolora, inodora e insípida. Los gases disueltos, existen en una pequeña cantidad. El contenido de oxígeno disuelto fue de 1,03 mg/l y el de CO_2, de 24,6 mg/l. Rodier (47), entre otros autores, indica que las aguas profundas no contienen frecuentemente más que algunos miligramos de oxígeno. En el Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas, Maraver *et al.* (48) citan un valor de 13,9 mg/l de CO_2, algo inferior al nuestro.

En la Tabla 4 se recogen los datos correspondientes a las constantes físico-químicas. La temperatura ambiente fue de 18ºC y la del agua de 40ºC. En el *Vademecum II de Aguas Mineromedicinales Españolas* (48) la temperatura que se indica es de 37,9ºC. Alba (49) recoge datos de diferentes años de las aguas del Manantial Monlleó; la temperatura que cita es de 40ºC.

Las aguas de la Fuente Calda dieron una temperatura de 27,9ºC y un pH de 8,4.

Tabla 4. Constantes físico-químicas.

Parámetro	Unidades	Manantial Monlleó
Temperatura ambiente	ºC	18
Temperatura del agua	ºC	40
pH	Unidades pH	7,5
Turbidez	FAU	1,7

En algunas ocasiones las aguas, en función de su temperatura, se clasificaron como calientes, templadas y frías; en este sentido, Moltó (50) considera que las aguas de Villavieja son calientes (> 36ºC) y/o templadas, 30 – 36ºC), aunque no especifica a qué pozo o fuente corresponde cada una de ellas. Esta forma de clasificación y denominación es muy similar a la que se recoge en textos del siglo XIX.

Según la temperatura, en la Legislación Española/CAE (51) se indica que un agua cuya temperatura se encuentra entre 30 y 50ºC se debe considerar mesotermal, lo que coincide con lo indicado por Casares *et al.* (52), quienes consideran que las aguas cuya temperatura se encuentra entre 30 y 50ºC se deben considerar mesotermales y si se superan los 50ºC serían hipertermales. Maraver *et al.* (53), posteriormente, indican que cuando la temperatura es mayor de 37ºC deben considerase hipertermales.

El pH encontrado fue de 7,5. Maraver *et al.* (53), en el *Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas* citan un pH de 7,3 para las aguas de Villavieja; Alba (49) da un pH de 7,5 y Renau (54), de 7,37. Rodier (47), por su parte, indica que las aguas naturales tienen normalmente un pH que oscila entre 7,2 y 7,5. La Legislación Española/CAE (51), al hablar de las aguas de consumo, indica que su pH deberá estar comprendido entre 7,0 y 8,5. En los RD 140/2003 (43) y 1744/2003 (45) se señala un margen para los valores de pH entre 6,5 y 9,5.

En la Tabla 5 se presentan las características generales. Los valores de conductividad eléctrica es de 1738 $\mu S.cm^{-1}$ a 20ºC. En el *Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas*, Maraver *et al.* (48) se cita una conductividad de 1304

$\mu S.cm^{-1}$, determinada a 25ºC. Los datos de Alba (49) se encuentran entre 1200 y 1400 $\mu S.cm^{-1}$. Rodier (47) indica que aguas con una conductividad superior a 1000 $\mu S.cm^{-1}$ son de mineralización excesiva y superior a 1500 $\mu S.cm^{-1}$ inutilizable en zonas irrigadas.

Tabla 5. Características generales.

Parámetro	Unidades	Manantial Monlleó	Fuente Calda
Conductividad eléctrica a 20ºC	$\mu S.cm^{-1}$	1738,0	589,0
Residuo seco a 180ºC	mg/l	1571,0	362,0
Oxidabilidad al permanganato	mg O_2/l	2,0	—

El residuo seco, determinado a 180ºC, es de 1571 mg/l, lo que da idea de que se trata de aguas de mineralización fuerte según el RD 1798/2010 (46), en el que se indica que se consideran como tales aquellas cuyo residuo sea superior a 1500 mg/l. Maraver *et al.* (48), el dato de residuo a 180ºC citado es de 971,6 mg/l. Alba (49), por su parte, refiere datos de residuo seco de 700 a 840 mg/l.

Rodier (47) comenta que las aguas con un residuo seco entre 1000 y 2000 mg/l se deben considerar mediocres desde el punto de vista de potabilidad, al hablar de aguas de consumo; no obstante, no debemos olvidar que esta agua, utilizadas como bebida, tienen una finalidad específica.La oxidabilidad al permanganato dio un valor de 2,0 mg de oxígeno por litro. Se trata, por tanto, de aguas claramente potables (47), lo que concuerda con la presencia de nitritos a nivel de trazas y el bajo valor de nitratos (ppm) encontrados. En el RD 140/2003 (43) que se refiere a aguas de consumo humano y en el RD 1744/2003 (45) sobre aguas de bebida envasadas, se especifica un valor paramétrico máximo para oxidabilidad de 5 mg O_2/l.

En la Tabla 6 se incluyen los resultados de cationes y aniones. El sodio dio un valor relativamente alto, de 52 mg/l y el de potasio fue bajo, de 9,0 mg/l. Maraver *et al.* (48), se cita un contenido de sodio de 33,9 mg/l y el de potasio, de 10,6 mg/l, similares a los nuestros. Los valores citados por Alba (49) para el sodio, oscilan entre 40 y 60 mg/l y los de potasio entre 10 y 13 mg/l. Renau (54), por su parte, cita 35,2 mg/l para el sodio y 10,1 mg/l para el potasio.

El contenido de calcio de las aguas del pozo Monlleó, fue de 300 mg/l y el de magnesio, de 58 mg/l. La dureza total del agua es muy elevada, de 960 mg/l. Estos datos nos permiten considerar las siguientes denominaciones del agua que nos ocupa. En función del RD 1798/2010 (46), se trata de aguas cálcicas, ya que se consideran

como tales aquellas cuyo contenido de calcio es superior a 150 mg/l; en cuanto al contenido de magnesio se consideran magnésicas aquellas que tienen más de 50 mg de magnesio por litro, por lo que podríamos considerarlas como tales.

En el *Vademecum II de las Aguas Mineromedicinales Españolas*, Maraver *et al.* (53) citan un contenido de calcio de 186,3 mg/l y de 37,2 mg/l de magnesio, datos algo inferiores a los nuestros. Alba (49) refiere un contenido de calcio de 220–280 mg/l y de magnesio de 60–72 mg/l. Renau (54) expone como resultado para el calcio 219,2 mg/l y para el magnesio 46,1 mg/l.

Rodier (47) comenta que las aguas potables de buena calidad contienen habitualmente entre 100 y 140 mg/l de calcio y las que tienen más de 200 mg pueden plantear inconvenientes en los usos domésticos y en las calderas.

Las aguas de la Fuente Calda nos dieron unos valores de calcio y magnesio de 56,0 y 33,4 mg/l, respectivamente, y según el RD 1798/2010 (46) no pueden considerarse ni cálcicas ni magnésicas.

Tabla 6. Cationes y aniones (expresados en mg/l).

Cationes	Manantial Monlleó	Fuente Calda	Aniones	Manantial Monlleó	Fuente Calda
Sodio	52,0	28,0	Bicarbonatos	222,4	---
Potasio	9,0	1,0	Cloruros	61,0	62
Calcio	300,0	56,0	Nitratos	14,0	10,0
Magnesio	58,0	33,4	Sulfatos	766,0	< 5,0

En la Figura 2 se representan comparativamente calcio, magnesio y dureza, según los datos obtenidos en este trabajo para las aguas del pozo Monlleó y citados por Alba (49), Renau (54) y en el *Vademecum II*, Maraver *et al.* (48), referentes al manantial, además de los de la Fuente Calda obtenidos en este trabajo.

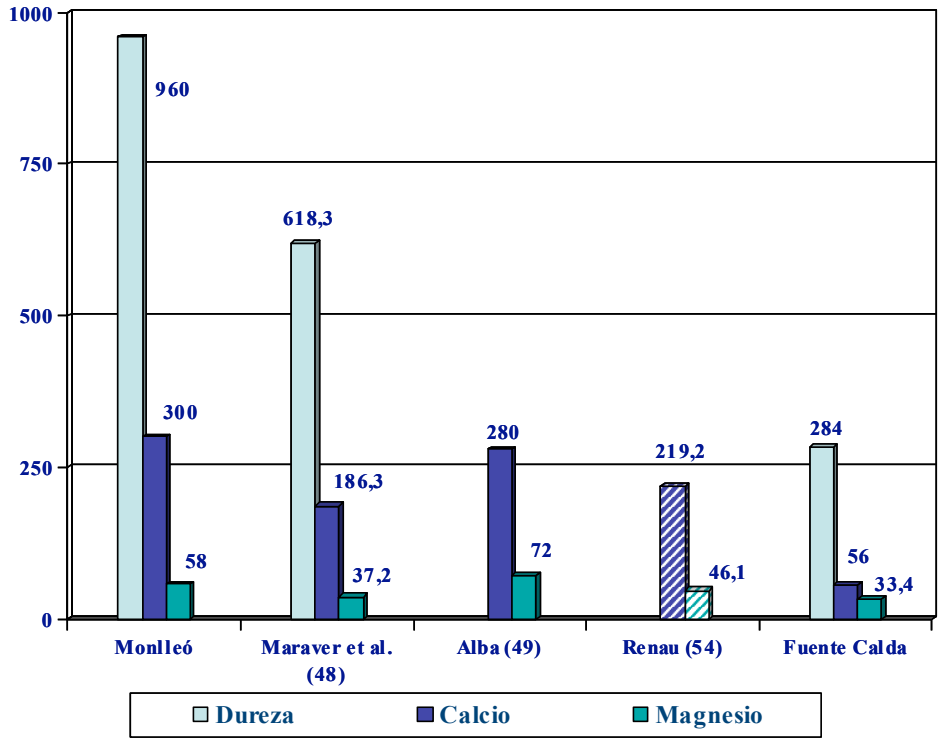


Figura 2. Datos comparativos de dureza, calcio y magnesio. Dureza mg/l $CaCO_3$ – Ca y Mg mg/l.

Las aguas del pozo Monlleó tienen una elevada dureza, de 960 mg de $CaCO_3$/l. Maraver *et al.* (48) citan una dureza de 618,3 mg/l de $CaCO_3$. Estos autores clasifican las aguas, en función de la dureza, siguiendo la clasificación de Girard de 1973, y las denominan extremadamente duras (> 400 mg/l de $CaCO_3$). En nuestro caso, tenemos en cuenta otras clasificaciones posteriores. Casares *et al.* (52), consideran que serán aguas muy duras cuando la dureza sea superior a 530 mg/l de $CaCO_3$, por lo que consideramos que las aguas del pozo Monlleó son aguas muy duras.

Las aguas de la Fuente Calda tienen menos cantidad de sales de calcio y magnesio y menor dureza que las del balneario (Tabla 6, Figura 2) y serían consideradas algo duras, según Casares *et al.* (52).

La OMS (55), por su parte, menciona que las normas internacionales de 1971 señalaron que el grado máximo permisible de dureza del agua de consumo era de 10 mEq/l (500 mg de carbonato cálcico por litro), basado en la aceptabilidad del agua para el uso doméstico. Posteriormente, la primera edición de las Guías para la calidad del agua potable, publicadas en 1984, concluyó que no existían pruebas sólidas de que el consumo de agua dura provocara efectos adversos en la salud de las personas y se estableció un valor de referencia de 500 mg/l (como carbonato cálcico) para la dureza, basado en consideraciones sobre el sabor y el uso doméstico. En ningún caso establece una clasificación de las aguas según su dureza.

En cuanto a los aniones, destaca el elevado contenido de sulfatos, de 766,0 mg/l; los bicarbonatos dieron un valor de 222,3 mg/l y los cloruros de 61 mg/l (Tabla 6).

Según el RD 1798/2010 (46) un agua puede ser considerada sulfatada si su contenido de sulfatos supera los 200 mg/l, clorurada si supera 200 mg/l y bicarbonatada si supera los 600 mg/l. En función de los datos obtenidos, podemos decir que las aguas del pozo Monlleó de Villavieja se pueden considerar sulfatadas.

Las aguas de la Fuente Calda son diferentes de las del pozo Monlleó, especialmente en lo que a sulfatos se refiere, ya que las de la fuente presentan un contenido inferior a 5 mg/l a diferencia de las del manantial Monlleó en que se superan los 700 mg/l.

En la Figura 3 se representan bicarbonatos, cloruros y sulfatos, aniones considerados en la legislación mencionada para clasificar las aguas y poder darles la denominación de bicarbonatadas, cloruradas o sulfatadas. Se han representado los datos obtenidos por nosotros para las aguas del pozo Monlleó y de la Fuente Calda, en comparación con los de Alba (49), con excepción de los bicarbonatos, los del Maraver *et al.* (48) y los de Renau (54), observamos que son concordantes con los nuestros.

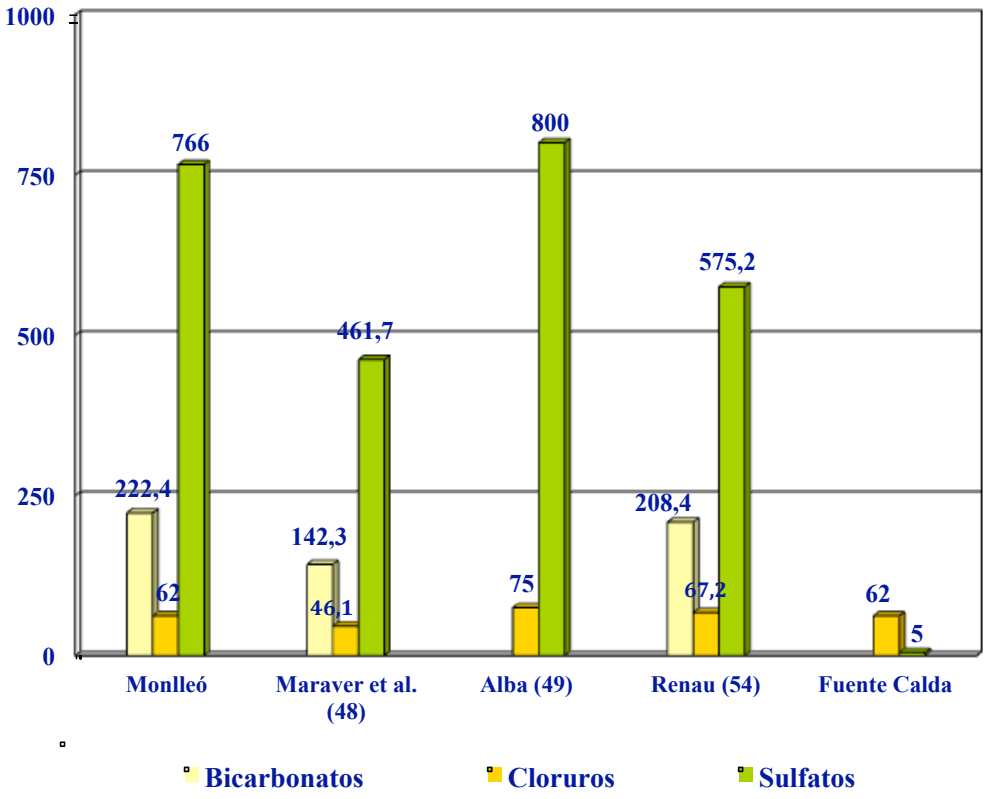


Figura 3. Datos comparativos de bicarbonatos, cloruros y sulfatos (mg/l).

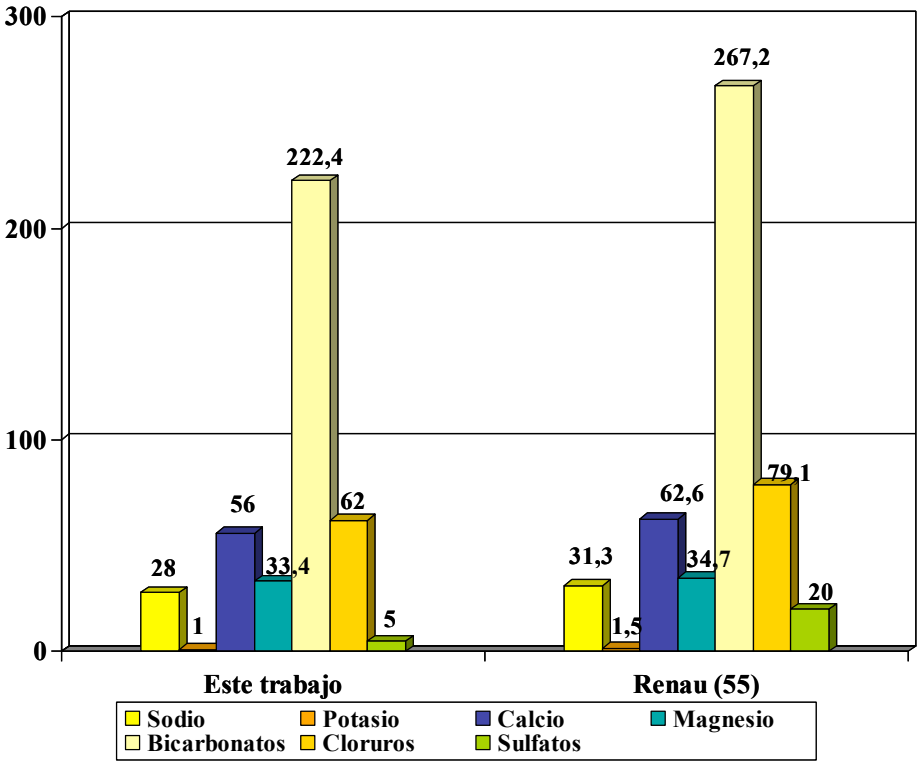


Figura 4. Aguas de la Fuente Calda. Datos comparativos de cationes y aniones (mg/l).

Como dijimos más arriba, nos pareció de interés estudiar algunos componentes de las aguas de la Fuente Calda, a lo que ya hemos hecho alusión. Pero es igualmente importante comparar nuestros datos con los que Renau (54) publicó en 2010; de ellos, vamos a destacar los correspondientes a cationes y aniones en comparación con los nuestros (Figura 4); observamos que en este caso, también se trata de datos muy similares.

En la Tabla 7 se incluyen los resultados de diferentes metales obtenidos para las aguas del pozo Monlleó.

De los elementos estudiados queremos resaltar los de dos de ellos: hierro y mercurio, por diferentes circunstancias. El contenido de hierro de las aguas del pozo Monlleó es de 3 μg/l y el de las de la Fuente Calda, inferior a 0,1 mg/l; teniendo en cuenta el RD 1798/2010 (46), no pueden considerarse ferruginosas, ya que se especifica que para denominarlas como tales, deben contener más de 1 mg/l.

Tabla 7. Metales (expresados en μg/l).

Elemento	Pozo Monlleó	Nivel de referencia	Elemento	Pozo Monlleó	Nivel de referencia
Aluminio	< 4	0 – 200	Cromo	< 1	0 – 50
Antimonio	< 1	0 – 5	Hierro	3	0 – 200
Arsénico	< 1	0 – 10	Manganeso	< 1	0 – 50
Bario	23	0 – 100	Mercurio	< 0,1	0 – 1
Boro	0,1	0 – 1	Níquel	1,7	0 – 20
Cadmio	< 0,1	0 – 5	Plomo	< 1	0 – 25
Cobre	< 1	0 – 2000	Selenio	< 1	0 – 10

El otro elemento, el mercurio, fue motivo de debate hace unos años y se prohibió el uso de las aguas de la Fuente Calda debido a la presencia de mercurio en cantidades importantes, que se consideraban procedentes de contaminación antropométrica. En nuestros análisis, se encontró menos de 0,1 μg/l en las aguas del pozo Monlleó y 0,14 μg/l, en las aguas de la Fuente Calda claramente por debajo del nivel de referencia. A este respecto López *et al.* (56) justifican la presencia de mercurio en las aguas estudiadas en este trabajo por la existencia de un elevado fondo geoquímico de este elemento en la zona.

4. CONCLUSIONES

- Las aguas de Villavieja de Nules han sido motivo de numerosos estudios, especialmente durante el siglo XIX. Se realizaron diferentes análisis con las técnicas de la época, especialmente de las aguas de la Fuente Calda, ampliamente utilizadas por la población y los visitantes.

- Las distintas aguas se clasificaron teniendo en cuenta las normas establecidas en cada momento. Lo más habitual fue considerar a las aguas de Villavieja como termales; acídulo carbónicas, carbonatadas, sulfatadas y ferruginosas. A finales del siglo XIX las denominaciones más comunes, incluso en documentos oficiales como la Gaceta de Madrid, eran las de sulfatadas, cálcicas y ferruginosas.

- De los resultados obtenidos en este trabajo, se deduce que las aguas del Balneario de Villavieja, pozo de Monlleó, se pueden considerar como: hipertermales, de mineralización fuerte, cálcicas, magnésicas, muy duras y sulfatadas.

- Esta consideración de las aguas del Balneario de Villavieja, establecida según normas actuales, coincide con algunas de las mencionadas en el siglo XIX, con excepción de la de ferruginosa.

- Las aguas de la Fuente Calda, tan estudiadas anteriormente, no pueden clasificarse como las del pozo Monlleó, dada su diferente composición; únicamente podemos decir de ellas que son termales y algo duras.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. Martínez Reguera L. Discurso pronunciado ante el Claustro de la Universidad Central por el Director de los baños y aguas minerales de Arenosillo, en el solemne acto de recibir la investidura de Doctor en la Facultad de Medicina y Cirugía. Madrid: Imprenta a cargo de D. Antonio Pérez Dubrull, 1864.
2. Francés MC, López Guzmán J, López González M.ª. El balneario de Villavieja (Castellón). Historia y generalidades. [en esta monografía], 12-37
3. Obiol Menero EM. Los balnearios de Castelló. El primer turismo conocido en el norte del país valenciano. Cuad Geogr 1988; 43: 55-81.
4. Aviso. La temporada de aguas y baños minerales, situados en los puntos y provincias que á continuación se expresan, principian y concluyen en las fechas que siguen. Cambios del día 8. Gaceta de Madrid nº 69 de 9 de junio de 1827: 276.
5. García López A. Aguas minerales. Tratado de Hidrología médica con guía del bañista y el mapa balneario de España. Madrid: Imprenta y estereotipia de M. Rivadeneyra, 1869.
6. Real Decreto-Ley nº 743. Gaceta de Madrid. 117 de 25 de abril de 1928: 474-83.
7. Sanz Marco E, Marco Torres A. Balnearios y aguas medicinales de Castellón. Siglo XIX. Castellón: Diputación Provincial de Castellón, 2015.
8. Lemos FJ. Virtudes medicinales de las aguas minerales de Villavieja de Nules en el Reyno de Valencia. Valencia: Josef y Tomás de Orga, 1788.
9. Cavanilles AJ. Observaciones sobre la historia natural, geografía, agricultura, población y frutos del Reyno de Valencia. Valencia: Imprenta Real, 1795.
10. David F. Memoria sobre las aguas minerales de Villavieja. Madrid, 1822. Manuscrito. Biblioteca de la Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid.
11. Alibert JL. Nuevos elementos de terapéutica y de materia médica; seguido de un nuevo ensayo sobre el arte de formular, y un análisis abreviado de las aguas minerales más usadas en Francia. Madrid: Imprenta de Repullés, 1826.

12. Avellán J. Disertación de las aguas minerales de Archena, en el Reyno de Murcia y Billavieja en el de Valencia. Madrid, 1829. Manuscrito. Biblioteca de la Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid.

13. Bertrán y Besante L. Disertación sobre las aguas y baños termales de Villavieja. Madrid, 1829. Manuscrito. Biblioteca de la Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid.

14. Chinchilla A. Baños y aguas minerales de Villavieja (Castellón). Madrid, 1829. Manuscrito. Biblioteca de la Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid.

15. Cisternes y Margarid J. Disertación de las aguas minerales de Villavieja, Alange, Archena y Caldas de Tuy. Madrid, 1829. Manuscrito. Biblioteca Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid.

16. Díez Serrano F. Disertación físico-química analítica de las aguas minerales de Villavieja en el Reyno de Valencia. Madrid, 1829. Manuscrito. Biblioteca Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid.

17. Forner V. Memoria sobre las aguas y baños minerales de Villavieja en el Reyno de Valencia, por D. Vicente Forner, Director interino por S.M. de estas aguas. Madrid, 1829. Biblioteca Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid.

18. Huesa V. Disertación de las aguas y baños minerales de Villavieja, Reyno de Valencia, provincia de Castellón de la Plana, por el Licenciado D. Vicente Huesa Director interino en la 2ª temporada del próximo pasado año 1848. Madrid, 1849. Biblioteca Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid.

19. Álvarez Alcalá F. Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero. Madrid: Imprenta Alejandro Gómez Fuentenebro, 1850.

20. Madoz P. Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus Provincias. Barcelona: Imprenta Henrich y Cia, 1984.

21. Pérez de la Flor J, González de Jonte M. Novísimo manual de Hidrología médica española. Madrid: Imprenta y Librería de Vicente Matute, 1851.

22. Rubio PM. Tratado completo de las fuentes minerales de España. Madrid: Establecimiento Tipográfico de D.R.R. de Rivera, 1853.

23. Vilanova y Piera J. Memoria geonóstico-agrícola sobre la provincia de Castellón. Premiada por la Real Academia de Ciencias en 1858. Madrid: Real Academia de Ciencias Naturales, 1858.

24. Barraca JM. Observaciones prácticas sobre las virtudes de las aguas minero-medicinales de Villavieja. Madrid, 1860. Biblioteca de la Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid.

25. Durand Fardel M, Le Bret E, Lefort J, Jules FM. Dictionnaire général des eaux minérales et d'Hydrologie médicale. Tome second G – Z. París: J.B. Bailliere et Fils, 1860.

26. Caballero F. Reseña geográfica estadística de España 2ª ed. Madrid: Imprenta y estereotipia de Rivadeneira, 1868.

27. Taboada M. Anuario de Hidrología médica española. Vol. 1º. Madrid: Imprenta de los Sres. Rojas, 1870.

28. Joanne AD, Le Pileur A. Les bains d'Europe. Guide descriptive et médical des eaux d'Allemagne, d'Angleterre, de Belgique, d'Espagne, de France, d'Italie et de Suisse. 2ª ed. Paris: Librairie Hachette et Cie, 1880.

29. Escudero I. Aguas minerales sulfatadas mistas de Villavieja. Memoria manuscrito correspondiente a 1881. Madrid, 1881. Biblioteca de la Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid.

30. Sanchís E. Baños de Villavieja de Nules. Madrid, 1889. Manuscrito. Biblioteca de la Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid.

31. Riba, V. Villavieja de Nules y sus aguas termales. Apuntes históricos. Impresión facsímil de las ediciones de 1898 y 1906. La Vilavella, 1994.

32. RAE Real Academia Española. Diccionario de la lengua española. 23ª ed. Madrid: Real Academia Española, 2014.

33. Ossian H, Ossian H. Tratado práctico de análisis química de las aguas minerales potables y económicas: con sus aplicaciones a la higiene y a la industria; consideraciones generales sobre su formación, termalidad, aprovechamiento, etc. Traducido por Ramón Ruiz Gómez. Madrid: Imprenta de Manuel Álvarez, 1858.

34. Barraca JM. Memoria de las aguas minero-medicinales de Villavieja correspondiente al año 1868. Madrid, 1868. Biblioteca de la Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid.

35. Casares y Rodríguez A. Tratado práctico de análisis química de las aguas minerales y potables: con las indicaciones de las fuentes de aguas más notables de España, su composición, enfermedades a cuya curación se aplican, y número de enfermos que a ellas acuden anualmente. Madrid: Librería de D. Ángel Calleja, 1866.

36. Herrero Hinojo P, Francés MªC. Aportación al estudio de los ponderales farmacéuticos empleados en España. Bol Soc Esp Hist Farm 1972; 91: 137-45.

37. Francés, MC. Unificación del sistema de pesas y medidas en Farmacia. Bol Soc Hist Farm 1971; 85: 1-6.

38. Barraca JM. Memoria de las aguas minero-medicinales de Villavieja correspondiente al año 1866. Madrid, 1866. Biblioteca de la Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid.

39. Ministerio de la Gobernación. Dirección General de Beneficencia, Sanidad y Establecimientos Penales. Nota de las temporadas en que están abiertos los establecimientos de baños y aguas minerales, categoría a que pertenecen, denominación y clasificación de estos, nombre del Médico-director, residencia del mismo y concurrencia según las Memorias del año anterior. Gaceta de Madrid de 3 de marzo de 1874.

40. Ministerio de la Gobernación. Dirección General de Beneficencia y Sanidad. Estado de las temporadas en que están abiertos los Establecimientos balnearios, clasificación hidrológica, temperatura y altitud, nombre de los Médico-Directores, residencia fuera de la temporada oficial, número que ocupan en el escalafón y concurrencia de enfermos según las últimas Memorias presentadas y datos suministrados por la Comisión de Anuario y Estadística de baños. Gaceta de Madrid de 30 de marzo de 1883.

41. Abad Monzó J. Topografía médica de Villavieja de Nules (Castellón). Valencia: Imprenta valencianista, 1920.

42. Rosa MC de la. Microbiología del agua mineromedicinal del Balneario de Villavieja. [en esta monografía], 75-86.

43. Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. BOE núm. 45 de 21 de febrero de 2003.

44. Real Decreto 1120/2012, de 20 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. BOE núm. 207 de 29 de agosto de 2012.

45. Real Decreto 1744/2003, de 19 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 1074/2002, de 18 de octubre, por el que se regula el proceso de elaboración, circulación y comercio de aguas de bebida envasadas. Publicado en BOE núm. 312 de 30 de Diciembre de 2003.

46. Real Decreto 1798/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula la explotación y comercialización de aguas minerales naturales y aguas de manantial envasadas para consumo humano. B.O.E. núm. 16 miércoles 19 de enero de 2011.

47. Rodier J. Análisis de las aguas. Aguas naturales, aguas residuales, agua de mar. 3ª ed. Barcelona: Omega, 1998.

48. Maraver Eyzaguirre F, Hurtado I, Armijo F. Capítulo 4.1. Análisis y fichas. En: Maraver Eyzaguirre F, Armijo Castro F, Eds. Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas. 1ª ed. Madrid: Editorial Complutense 2010; pp. 54-296.

49. Alba. Datos no publicados. Proporcionados por D. Vicente Caballer Almela, Director Gerente del Balneario, 2015.

50. Moltó L. Tipos de aguas minero-medicinales en yacimientos arqueológicos de la península ibérica. Espacio, Tiempo y Forma. Serie II, Historia Antigua 1992; 5: 211-28.

51. Legislación Alimentaria. Código Alimentario Español y disposiciones legales complementarias. 7ª ed actualizada. Madrid: Tecnos, 2006.

52. Casares López R, García Olmedo R, Valls Payés C. Tratado de Bromatología. 5ª ed. Madrid: Pub. Dpto. Bromatología, Toxicología y Análisis Químico Aplicado UCM, 1978.

53. Maraver Eyzaguirre F. Capítulo 4.2. Clasificaciones. En: Maraver Eyzaguirre F, Armijo Castro F, Eds. Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas. 1ª ed. Madrid: Editorial Complutense 2010; pp. 297-310.

54. Renau Llorens, EA. Elementos minoritarios y traza en la masa de agua subterránea 080.021 (Plana de Castelló). Origen y procesos asociados. Tesis doctoral Universitat Jaume I. Dpto. de Ciencias agrarias y del medio natural. Instituto Universitario de plaguicidas y aguas. Valencia, 2010.

55. OMS. Guías para la calidad del agua potable, tercera edición Volumen 1: Recomendaciones (Libro en internet). Ginebra (Suiza): OMS. Organización Mundial de la Salud 2008. Disponible en: (www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es/).

56. López Gutiérrez J, García Menéndez O, Ballesteros Navarro B.J. El origen del mercurio presente en el acuífero costero de la plana de Castellón (este de España). Boletín Geológico y Minero 2010; 121 (3): 279-98.

ESTUDIO 3

Análisis de la radiactividad en aguas del Balneario de Villavieja (Castellón)

Title in English: *Radioactivity analysis of Villavieja Spa water*

M.ª del Carmen Heras íñiguez, M.ª Antonia Simón Arauzo*, José Antonio Suárez Navarro, Catalina Gascó Leonarte, Beatriz Romero del Hombrebueno Pozuelo, José Antonio Trinidad Ruiz, Ana M.ª Suáñez Fidalgo

Departamento de Medioambiente (CIEMAT), Avda. Complutense 40, 28040 Madrid. *simon.arauzo@ciemat.es

An. Real. Acad. Farm. Vol 82, Special Issue (2016) pp. 67-74.

RESUMEN

Se ha realizado el estudio radiológico del agua del manantial del Balneario de Villavieja en la provincia de Castellón. Este estudio ha consistido en la determinación cuantitativa de los radionucleidos naturales más importantes desde el punto de vista de la protección radiológica existentes en las aguas del balneario. La medida del contenido radiactivo de las aguas constituye un tema cuyo estudio resulta de gran interés. Las aguas con elementos radiactivos disueltos pueden producir, como consecuencia directa de su consumo, dosis de irradiación interna tanto por ingestión como por inhalación de estos elementos. Debido a esto es necesario, en algunos casos, proceder al análisis y posterior evaluación de la dosis asociada a este consumo.

Palabras clave: Radiactividad; Radionucleido; Periodo de semidesintegración; Series radiactivas.

ABSTRACT

Radioactivity analysis of Villavieja Spa water was carried out by the CIEMAT Laboratory of Environmental Radioactivity. With this aim the most important natural radionuclides were determined in water from spring water. The measurement and knowledge of radioactivity level in water is an interesting and convenient topic. The consumption of water which has dissolved some radionuclides could lead to internal irradiation both by ingestion and by inhalation. Therefore it is necessary, in some cases, to determine the water radioactivity level in order to assess the dose.

Keywords: Radioactivity; Radionuclides; Half live; Radioactive series.

1. INTRODUCCIÓN

La Unidad de Radioactividad Ambiental y Vigilancia Radiológica del departamento de Medio Ambiente del CIEMAT ha realizado un estudio de la radiactividad en el manantial del Balneario de Villavieja. Este trabajo está englobado dentro de un estudio más amplio sobre las características generales de los balnearios

españoles en el que se incluyen las características radiológicas de sus aguas mineromedicinales.

Las aguas subterráneas que circulan por la corteza terrestre constituyen agentes fundamentales en los procesos geológicos de formación. Siendo un solvente natural complejo y dinámico, el agua participa tanto en los procesos de disolución y transporte como en las reacciones químicas y en la transferencia de calor, gases y elementos químicos. Como consecuencia de ello es el principal medio de dispersión y transporte de los elementos radiactivos naturales a través de la biosfera y de los niveles tróficos hasta alcanzar al hombre.

Los isótopos radiactivos que habitualmente se encuentran presentes en el agua, a excepción del ^{40}K, tritio y carbono-14 que son de origen cosmogénico, proceden de las series radiactivas naturales de los radionucleidos primarios ^{238}U, ^{235}U y ^{232}Th, que se encuentran distribuidos abundantemente, aunque de forma desigual, en la corteza terrestre.

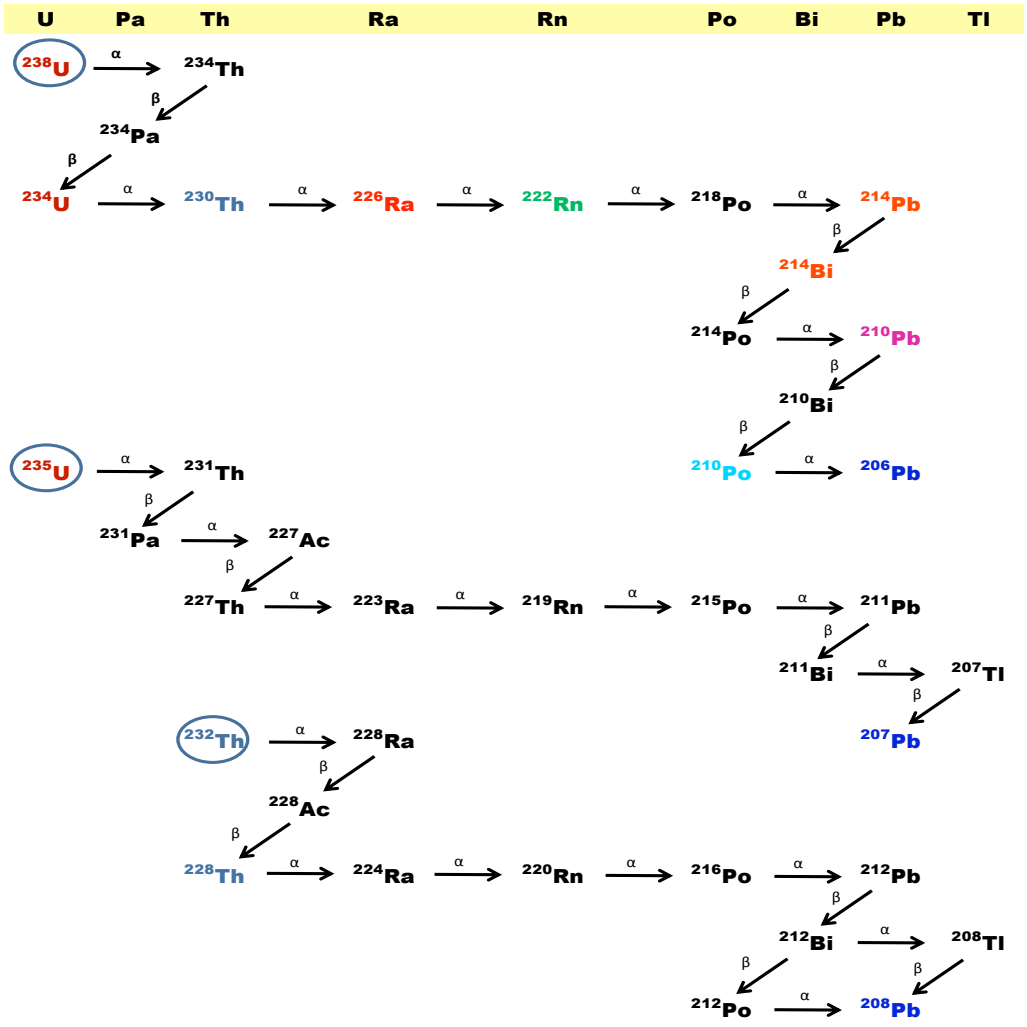


Figura 1. Series radiactivas naturales.

Los radionucleidos cabeza de las series radiactivas son denominados radionucleidos primigenios, ya que proceden de los primitivos materiales que se acumularon en la formación de la tierra, y por sus largos periodos de semidesintegración están aún presentes. La mayor parte de los otros radionucleidos miembros de las series son de periodos más cortos y se están produciendo continuamente por la desintegración de sus precursores, de periodos largos.

La mayor o menor concentración de estos radionucleidos en las aguas viene condicionada no sólo por la mayor abundancia en el terreno sino también por las características físico-químicas de cada uno de ellos individualmente (solubilidad, etc.). Ello hace que los equilibrios radiactivos seculares entre los radionucleidos existentes en los terrenos se alteren radicalmente en las aguas que los disuelven y acumulan. Un caso típico es el ^{222}Rn, cuya actividad en agua suele ser mucho mayor que la de su progenitor el ^{226}Ra, de características físico-químicas distintas, a pesar de su periodo de semidesintegración mucho más corto.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Muestras

Las muestras se tomaron en noviembre de 2014 en el punto de surgencia del manantial que está ubicado dentro del propio balneario. Para el análisis del radón se utilizaron envases de tipo Marinelli de 500 mL de capacidad que se llenaron hasta el borde, se cerraron herméticamente, se anotó la hora exacta de la toma de muestra y se midieron en el laboratorio antes de las 72 horas.

Para el resto de los análisis se tomaron 10 L de agua en dos garrafas de polipropileno y se acidularon con HNO_3 hasta pH inferior a 2.

2.2. Índices de actividad alta y beta total

Una estimación del contenido de la radiactividad en el agua nos la proporcionan los llamados índices de radiactividad alfa total y beta total, cuya medida es simple y rápida y que nos permite decidir sobre la necesidad de realizar determinaciones cuantitativas e individualizadas de los posibles radionucleidos presentes.

Estas medidas son, como su nombre indica, unos índices y por tanto proporcionan unos valores orientativos, los cuales se expresan refiriendo toda la actividad alfa como si fuera ^{241}Am y la actividad beta como ^{90}Sr en equilibrio con el ^{90}Y.

La determinación de los citados índices se ha realizado siguiendo los procedimientos normalizados en el laboratorio (1,2).

Los equipos utilizados han sido un contador de centelleo sólido de sulfuro de cinc (Ag), "Canberra 2007P", para la medida de la actividad alfa, y un contador proporcional de flujo de gas, "Berthold LB-770/2", para la medida de la actividad beta.

2.3. Determinación de radionucleidos específicos

La selección de los radionucleidos a determinar se ha basado fundamentalmente en criterios de peligrosidad radiológica, según su contribución a las dosis del hombre por ingestión o inhalación. Siguiendo este criterio se ha elegido en primer lugar el ^{222}Rn y su progenitor el ^{226}Ra, que son los principales contribuyentes de la radiactividad de la serie del ^{238}U, debido a sus descendientes de periodo de semidesintegración corto, con los cuales alcanza rápidamente el equilibrio. Los restantes radionucleidos seleccionados han sido fundamentalmente aquellos de periodo de semidesintegración largo, que son los únicos que se pueden determinar en la práctica aunque se haya roto el equilibrio radiactivo entre los diferentes radionucleidos de la serie.

Los radionucleidos estudiados han sido los siguientes:

^{222}Rn

En general, el mayor porcentaje de radiactividad de las aguas subterráneas se debe a la presencia de ^{222}Rn. Debido a sus propiedades físico-químicas se produce una acumulación de radón en el agua que da lugar a valores de actividad muy superior a la debida al simple equilibrio radiactivo con su progenitor. Por otra parte, la presencia de ^{222}Rn juega un papel primordial en la actividad total de las aguas, no sólo por su propia radiactividad sino porque es el precursor de una serie de radionucleidos de periodos de semidesintegración cortos, tales como el ^{214}Pb ($T_{1/2}$= 26,8 minutos) y ^{214}Bi ($T_{1/2}$=19,8 minutos), que contribuyen en gran medida a los valores de actividad encontrada en las aguas.

El ^{222}Rn pertenece a la serie radiactiva del ^{238}U, forma parte de los gases nobles, grupo de elementos químicos de muy poca reactividad química, por lo que su disolución y arrastre por el agua se realiza mediante procesos físicos.

Los métodos de medida "in situ" en el propio manantial son menos sensibles y precisos que los métodos de determinación de radón en el laboratorio, que es como se han realizado. Para ello se requiere una toma de muestra de agua en el balneario sin pérdidas de radón, utilizando para la misma un recipiente herméticamente cerrado.

La determinación del ^{222}Rn se realiza por medida directa mediante la técnica de espectrometría gamma del envase que contiene la muestra. El cálculo de la actividad se realiza sobre los fotopicos del ^{214}Pb y ^{214}Bi, en equilibrio con el ^{222}Rn (3). El equipo utilizado es un detector de germanio intrínseco "reverse" (Rege) con su

correspondiente cadena electrónica asociada. El detector está rodeado con un blindaje de plomo de 10 cm. de espesor para reducir el fondo.

^{226}Ra

El ^{226}Ra es un radionucleido emisor alfa con un periodo de semidesintegración $T_{1/2}$=1600 años y es el precursor del ^{222}Rn. Su determinación en agua se realiza según el procedimiento normalizado (4) mediante una separación radioquímica del radio utilizando portador de bario. Las medidas se realizan con un detector de centelleo sólido de sulfuro de cinc a distintos intervalos de tiempo a partir del momento de separación y mediante el planteamiento y resolución de un sistema de ecuaciones simultáneas se obtienen las actividades de ^{226}Ra y ^{224}Ra.

^{238}U, ^{235}U, ^{234}U

Los isótopos de uranio se han determinado utilizando la técnica de espectrometría alfa, previa separación radioquímica y deposición electrolítica sobre un disco de acero inoxidable, utilizando como patrón interno el ^{232}U (5).

^{230}Th, ^{232}Th, ^{228}Th

Los isótopos de torio se han determinado por la espectrometría alfa (6) previa separación radioquímica y utilizando como patrón interno el ^{229}Th.

El ^{230}Th pertenece a la serie radiactiva natural del ^{238}U y tiene un periodo de semidesintegración $T_{1/2}$=80.000 años. Su determinación es muy importante por tratarse de un radionucleido muy restrictivo desde el punto de vista de protección radiológica, dado que es un emisor alfa con un periodo de semidesintegración muy largo.

^{210}Po

El Po-210 es un radionucleido emisor alfa con un periodo de semidesintegración de $T_{1/2}$=138,4 días. Es descendiente directo del ^{210}Pb y ^{210}Bi, que a su vez provienen de la cadena de desintegración del ^{222}Rn. Su determinación en agua se realiza según el procedimiento normalizado (7) mediante un autodepósito sobre disco de plata en medio reductor, citrato sódico y bismuto en baño de agua termostatizado (90º C). El rendimiento químico del procedimiento se determina por medio de un trazador de ^{209}Po. La medida se realiza mediante espectrometría alfa de alta sensibilidad y bajo fondo con detector de Si implantado.

^{40}K

El ^{40}K es un emisor beta-gamma con un periodo de semidesintegración $T_{1/2}$=1.28E+09 años. Su determinación se realiza por espectrometría gamma (3) a partir del fotopico de 1460 keV.

^{3}H

El tritio es un emisor beta con un periodo de semidesintegración $T_{1/2}$=12,33 años. Su determinación se puede llevar a cabo mediante destilación y medida directa por centelleo líquido, o por concentración electrolítica y medida por centelleo líquido (8). Mediante concentración electrolítica los límites de detección son veinte veces menor que los de medida directa.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestra la actividad obtenida para los diferentes radionucleidos, expresada Bequerelios/Litro y su incertidumbre asociada para un factor de k = 2.

Tabla 1. Resultados del estudio radiológico del agua del Balneario de Villavieja.

Análisis	*Actividad Bq/L*
Alfa total	9,9E-01 ± 9,3E-02
Beta total	5,9E-01 ± 1,3E-01
^{222}Rn	1,6E+02 ± 2,3E+00
^{226}Ra	4,0E-01 ± 6,2E-02
^{238}U	5,7E-02 ± 9,0E-03
^{235}U	2,0E-03 ± 6,0E-04
^{234}U	7,6E-02 ± 1,0E-03
^{232}Th	ND
^{230}Th	ND
^{228}Th	ND
^{210}Po	2,0E-02 ± 3,0E-03
^{210}Pb	8,8E-02 ± 1,4E-02
Tritio	ND
^{40}K	ND

ND: no detectable

Según el Vademécum de aguas mineromedicinales españolas (9) se clasifican como aguas radiactivas las que tienen más de 67,3 Bq/L de ^{222}Rn, por lo que estas aguas pueden considerarse como tales ya que su actividad es superior (162 Bq/L).

El valor del índice de actividad alfa total (0,99 Bq/L), supera el valor de la actividad permitida para las aguas de consumo humano 0,1 Bq/L (10), por lo que

serían aguas no potables, aunque esta normativa no aplica a las aguas mineromedicinales.

En cuanto a la actividad del resto de isótopos analizados pueden considerarse normales dentro de los valores encontrados en las aguas subterráneas y no hay variaciones notables con los encontrados en otros balnearios estudiados (Tabla 2).

Tabla 2. Comparación de los resultados de actividad del balneario de Villavieja con otros balnearios.

BALNEARIO	Alfa total	Beta total	^{238}U	^{234}U	^{230}Th	^{226}Ra	^{222}Rn	^{210}Pb	^{210}Po	^{235}U	^{232}Th	^{228}Th	^{3}H	^{40}K
Alange Badajoz	8,1E-02	2,5E-01				3,0E-02							7,0E-02	
Fitero Navarra	2,3E+00	2,4E+00				2,4E+00		ND	3,3E-03					
La Toja Pontevedra	4,8E+01	9,5E+01			3,1E+00	1,1E+01	2,7E+02	ND	7,5E+00					
Lugo Lugo	2,8E+01	8,3E+01				3,0E-01		1,6E-01	1,0E-01					
Blancafort Barcelona	ND	1,0E-01			2,2E-01	ND	1,4E+01	4,0E-03			ND			
Cofrentes Valencia	1,5E-01	1,0E+00			ND	1,0E-01	2,0E+00	ND					ND	
Carratraca Málaga	1,7E+00	1,5E+00	5,8E-02	6,4E-02	1,3E-02	5,0E-01	4,5E+01	ND		2,7E-03	6,5E-03			
El Paraiso Teruel	1,7E+00	2,8E+00	2,9E-02	4,2E-02	3,2E-03	1,6E+00	4,3E+01	7,0E-02	2,8E-02	1,4E-03				
Alhama Granada	4,8E-01	4,4E-01	7,3E-03	8,4E-03	1,1E-03	1,8E-01	8,7E+00	2,0E-02	2,0E-03	4,0E-03			ND	
Jaraba Zaragoza	1,1E-01	1,1E-01	2,4E-02	4,7E-02	1,1E-03	1,7E-02	ND	ND	2,8E-03	3,4E-03	4,3E-03		ND	
Cervantes C. Real	8,3E-02	5,6E-01	2,1E-03	3,5E-03	3,7E-03	1,3E-02	7,0E+00	ND	2,0E-03	9,0E-04	1,3E-03	2,3E-03	ND	
P. Viesgo Santander	1,5E+00	2,5E-01	1,5E-01	2,8E-01	3,3E-02	8,3E-01	1,7E+01	ND		5,6E-04	9,3E-03	9,4E-03		
Valdelateja Burgos	1,9E-01	2,1E-01	1,0E-03	3,6E-03	3,1E-02	6,2E-02	7,3E+00	ND	1,8E-03	nd	1,8E-02	2,1E-02	ND	ND
Alicún de las Torres Granada	5,9E-01	1,1E+00	2,3E-02	3,7E-02	2,9E-02	1,8E-01	1,4E+01	3,0E-02	1,1E-02	8,9E-04	ND	7,2E-03	ND	
Baños de la Concepción Albacete	2,5E-01	1,8E-01	1,8E-02	4,5E-02	1,0E-02	8,0E-02	3,0E-02	7,0E-03	4,0E-03	7,0E-04	ND	1,2E-02	ND	
El Raposo Badajoz	1,1E-01	5,0E-02	1,1E-02	5,0E-02	1,0E-02	1,0E-02	9,6E+00	6,0E-03	3,0E-03	3,0E-03	ND	6,8E-04	4,0E-04	
Villa de Olmedo Valladolid	6,9E-01	1,9E+00	2,7E-01	5,2E-01	9,0E-04	1,9E-01	3,1E+00	ND	2,0E-02	1,1E-02	ND	6,1E-04	ND	ND
Villavieja Castellón	9,9E-01	5,9E-01	5,7E-02	7,6E-02	ND	4,0E-01	1,6E+02	8,8E-02	2,0E-02	2,0E-03	ND	ND	ND	ND

ND: No detectable

4. CONCLUSIONES

No se han detectado isótopos radiactivos de origen artificial en las aguas del Balneario de Villavieja. La actividad detectada es debida a la presencia de radionucleidos de origen natural pertenecientes a las series radiactivas del ^{238}U, ^{235}U y ^{232}Th.

Las aguas del Balneario de Villavieja son radiactivas debido a la contribución del ^{222}Rn. El radón es un gas noble y como tal desaparece en ambientes ventilados por lo que no representaría ningún problema en la utilización del agua por vía tópica o por vía oral, pero su utilización por vía inhalatoria debería hacerse de forma prudente procurando eliminar el radón previamente.

5. REFERENCIAS

1. Trinidad JA, Romero del Hombrebueno B. Determinación de la actividad alfa total en aguas por centelleo sólido. (RA/PT-L501). Madrid: CIEMAT, Dpto. de Medio Ambiente, 2013.

2. Simón MA, Heras MC, Morillas A. Determinación del índice de actividad beta total y beta resto en aguas mediante contador proporcional. (RA/PT-L204). Madrid: CIEMAT, Dpto. de Medio Ambiente, 2015.

3. Suárez JA. Determinación de emisores gamma en muestras ambientales. (RA/PT-L301). Madrid: CIEMAT, Dpto. de Medio Ambiente, 2013.

4. Gómez V, Heras, MC, García MR. Procedimiento para la determinación de Ra-226 y Ra-224 en aguas y en suelos, mediante separación radioquímica y posterior medida alfa con contador proporcional de flujo continuo de gas o contador de centelleo. (PR-X2-04). Madrid: CIEMAT, Dpto. de Impacto Ambiental de la Energía, 1994.

5. Heras MC, Gómez V, García MR, Pozuelo M, Gracia JA. Procedimiento para la separación radioquímica y determinación mediante espectrometría alfa de uranio en aguas, suelos, sedimentos y muestras biológicas. (PR-X2-09). Madrid: CIEMAT, Dpto. de Impacto Ambiental de la Energía, 1996.

6. Pozuelo M. Procedimiento para la determinación de Th-230 en aguas por espectrometría alfa. (PE-IA-LRA-09). Madrid: CIEMAT, Dpto. de Impacto Ambiental de la Energía, 2002.

7. Gascó C. Determinación de Po-210 y Pb-210 en muestras ambientales por espectrometría alfa. (RA/PT-L404). Madrid: CIEMAT, Dpto. de Medio Ambiente, 2013.

8. Romero del Hombrebueno B, Trinidad JA. Determinación de la actividad de tritio en aguas por centelleo líquido. (RA/PT-l502). Madrid: CIEMAT, Dpto. de Medio Ambiente, 2013.

9. Vademécum de aguas mineromedicinales españolas. Madrid: Instituto de Salud Carlos III, 2003.

10. Real Decreto 140/2003, BOE nº 45, de 21 de febrero de 2003, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

ESTUDIO 4

Microbiología del agua mineromedicinal del Balneario de Villavieja

Title in English: *Microbiology of the natural mineral water of Villavieja Spa*

M.ª Carmen de la Rosa Jorge, Concepción Pintado García, Carmina Rodríguez Fernández

Departamento de Microbiología II, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense, Madrid.

An. Real. Acad. Farm. Vol 82, Special Issue (2016) pp. 75-86.

RESUMEN

Se ha estudiado la microbiota autóctona y alóctona del agua mineromedicinal del Balneario de Villavieja (Castellón). El número total de microorganismos en el agua ha sido de 4,7 x104/mL y el número de bacterias viables heterótrofas y oligotrofas de 103 ufc/mL. No se han encontrado indicadores fecales ni microorganismos patógenos en 250 mL de agua. La microbiota autóctona está constituida, principalmente, por bacilos Gram negativos no fermentadores del Phylum Proteobacteria (64,4%) y, en menor proporción, por bacilos Gram positivos (24,4 %) y cocos Gram positivos (6,7 %). Las especies más frecuentes han sido Pseudomonas pseudoalcaligenes (15,5 %) y Leifsonia aquatica (13,3 %). Se han detectado bacterias con actividades amonificantes, proteolíticas, amilolíticas y sulfato-reductoras en 100 mL de agua que contribuyen a la autodepuración del agua

Palabras clave: Manantial hipertermal; Microbiota autóctona; Biodiversidad; Agua mineromedicinal.

ABSTRACT

The autochthonous and alocthonous microbiota of the natural mineral water of Villavieja Spa have been studied. The total number of microorganisms in the water was of 4.7 $x10^4$/mL and the number of heterotrophic and oligotrophic viable bacteria was 10^3 cfu/mL. Neither faecal indicators nor pathogenic microorganisms were found in 250 mL of water. The autochthonous microbiota mostly belongs to Gram-negative bacilli, from the *Phylum Proteobacteria* (64.4%) and in smaller percentage to the Gram-positive bacilli (24.4%) and cocci (6.7%). The most frequently found species were *Pseudomonas pseudoalcaligenes* (15.5%) and *Leifsonia aquatica* (13.3%). Moreover ammonifying, proteolytic, amylolytic and sulphato-reducted bacteria have been detected in 100 mL of water, all of them involved in self-purification process of water.

Keywords: Hyper thermal spring; Autochthonous microbiota; Biodiversity; Mineral water.

1. INTRODUCCIÓN

El Balneario de Villavieja se encuentra situado en el municipio del mismo nombre, también llamado La Vila Vella, en la comarca de la Plana Baja, en la zona suroriental de la provincia de Castellón, perteneciente a la Comunidad Valenciana. El término municipal se encuentra en las estribaciones de la Sierra del Espadán y muy cerca de la Costa de Azahar del mar Mediterráneo (Figura 1).



Figura 1. Municipio de Villavieja: rotonda de entrada, vista general.

Las propiedades curativas de las aguas de esta localidad ya eran conocidas por los romanos, pero fue a finales del siglo XVII cuando se construyeron las primeras casetas de baños y en el siglo XIX se mencionan hasta once balnearios. El Balneario actual, situado en el centro de la población, fue reconstruido después de la Guerra Civil sobre el antiguo Balneario de Monlleó y ampliado con varias construcciones vecinas, constituyendo la Agrupación de Balnearios de Villavieja (1) (Figura 2).



Figura 2. Edificio del balneario de Villavieja.

El objetivo principal de este trabajo ha sido determinar los microorganismos que pueden suponer un riesgo para la salud de los usuarios que reciben los tratamientos terapéuticos en el Balneario, como son los indicadores de contaminación fecal y algunos patógenos que se trasmiten por el agua. Además, por primera vez, se ha estudiado la microbiota autóctona de estas aguas mineromedicinales, no solo para

conocer su número, identidad y diversidad sino también su actividad metabólica que tanta importancia tiene en la autodepuración de las mismas.

2. RESULTADOS

2.1. Muestras

Estas aguas mineromedicinales emergen a una temperatura de 39º C, tienen un pH neutro y se clasifican como híper termales, de mineralización media, sulfatadas cálcicas magnésicas, radiactivas y extremadamente duras (2).

El Balneario utiliza el agua mineromedicinal procedente de un pozo que se encuentra en el interior del edificio, en una pequeña habitación en la entrada del mismo (Figura 3). El agua se capta con una bomba y se conduce por tuberías a las instalaciones del balneario para su uso en los distintos tratamientos.

Para realizar este estudio se tomaron muestras de agua en el pozo, en junio del año 2014. Las muestras se recogieron en recipientes estériles de 1,5 litros, por duplicado y se trasladaron, a temperatura ambiente y en oscuridad, hasta el laboratorio analizándolas antes de las 24 horas.



Figura 3. Punto de emergencia: entrada, pozo.

2.2. Microorganismos totales y vivos

El número de todos los microorganismos presentes en el agua se ha realizado por el método del recuento directo, utilizando varios fluorocromos: naranja de acridina, Syto® 9 y yoduro de propidio (BacLight Live/Dead) que nos permite distinguir los microorganismos muertos de los vivos. Las muestras teñidas se filtraron por una membrana Nucleopore de 0,2 µm de diámetro de poro y se observaron y contaron con un microscopio de fluorescencia y objetivo de inmersión.

El número de microorganismos totales ha sido de 4,7 x 10^4/ mL y el porcentaje de vivos, 72,2 %. Estos resultados son semejantes a los encontrados en otros

manantiales de aguas mineromedicinales extremadamente duras (3, 4), siendo menor el porcentaje de microorganismos vivos.

2.3. Bacterias aerobias viables

La determinación del número de bacterias aerobias viables en las aguas mineromedicinales es útil pues permite conocer si el agua ha sido tratada con algún proceso de desinfección o si ha habido contaminación del acuífero. Diversos autores han estudiado las condiciones de cultivo más adecuadas para detectar el mayor número de bacterias presentes en este tipo de aguas, concluyendo que hay que utilizar medios de cultivo con diferentes nutrientes, períodos de incubación largos y varias temperaturas (5, 6). En este trabajo se han determinado las bacterias heterótrofas, utilizando el medio agar extracto de levadura (7) y las bacterias oligotrofas empleando agar R_2A (5). El recuento de estas bacterias se realizó por las técnicas de filtración con filtros Millipore de 0,22 µm y dilución en placa, e incubando a 22 ºC, cinco días, a 37 ºC, 48 horas y a 45 ºC, 24 horas. Los resultados se han expresado en unidades formadoras de colonias por mL de agua (ufc/mL).

El número de bacterias viables ha sido elevado, tanto en las incubadas a 22 ºC como a 37 ºC, con una media de 10^3 ufc/mL (Tabla 1), presentando más bacterias oligotrofas que heterótrofas, propio de aguas subterráneas pobres en materia orgánica (6). Se ha observado una relación con la temperatura de emergencia del agua, 39 ºC, ya que aunque el número de bacterias viables incubadas a 37 ºC ha sido mayor que las incubadas a 22 ºC, no significa que el acuífero esté contaminado con bacterias patógenas. Además, el número de bacterias termófilas, incubadas a 45 ºC, ha sido menor que el de mesófilas lo que indica que la microbiota de estas aguas está constituida por bacterias mesófilas que se han adaptado a las condiciones de temperatura del manantial. Los valores obtenidos son semejantes a los de otros manantiales españoles híper termales (8, 9, 10).

En este estudio hemos obtenido que las bacterias cultivables son diez veces menores que los microorganismos vivos, observados con microscopio de fluorescencia, lo que coincide con los resultados de Leclerc y da Costa en diversas aguas minerales (11). Esta diferencia se debe a que muchas de las bacterias presentes se encuentran en el estado de viable no cultivable y no crecen en las condiciones y medios de cultivo utilizados en el laboratorio (12).

Tabla 1. Número de bacterias aerobias viables (ufc/mL).

Tª	Bacterias	Manantial
22 ºC	**Heterótrofas**	1,6 x10^3
37 ºC		2,4 x10^3
45 ºC		7,2 x10
22 ºC	**Oligotrofas**	6,7 x10^3
37 ºC		7,3 x10^3
45 ºC		1,5 x10^2

2.4. Microorganismos de interés sanitario

Las aguas mineromedicinales se utilizan en los balnearios con fines terapéuticos, por lo que deben tener ausencia de bacterias que indiquen contaminación fecal y de microorganismos patógenos que puedan transmitirse a través del agua por vía oral, tópica o inhalatoria.

Para detectar la posible presencia de indicadores fecales se han realizado los recuentos de coliformes totales, coliformes fecales, enterococos, esporas de *Clostridium* sulfito-reductores y *C. perfringens,* además se ha investigado la presencia de *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Pseudomonas aeruginosa,* utilizando los métodos oficiales españoles de las aguas de consumo humano (7) y de bebida envasadas (13). También se ha estudiado la presencia de *Staphylococcus aureus,* filtrando 250 mL de agua, cultivando el filtro en caldo triptona soja y aislando en agar Baird-Parker y de *Legionella pneumophila*, según la Norma ISO 11731 (14).

No se han encontrado ninguno de los microorganismos indicadores de contaminación fecal, ni bacterias patógenas (*E. coli, Salmonella*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* y *L. pneumophila*) en 250 mL de agua.

2.5. Microorganismos de interés ecológico

La microbiota autóctona de las aguas mineromedicinales es de gran interés ecológico ya que participa en los procesos biogeoquímicos del carbono, nitrógeno y azufre. Estos microorganismos poseen diversas capacidades metabólicas, transformando los compuestos orgánicos en inorgánicos lo que contribuye a la autodepuración de las aguas y mantiene el equilibrio biológico de estos ambientes hidrotermales (6).

En este estudio se ha determinado el número de bacterias que intervienen en el ciclo del carbono (proteolíticas, amilolíticas, celulolíticas), del nitrógeno

(amonificantes, nitrificantes) y del azufre (sulfato-reductoras). Se ha utilizado la técnica del número más probable (NMP) y los medios descritos en otro trabajo (15), incubando a 30 °C durante 30 días. Los resultados se han expresado como NMP de microorganismos en 100 mL de agua (Tabla 2).

Tabla 2. Número de microorganismos de interés ecológico (NMP/100 mL).

Microorganismos	Manantial
Proteolíticos	>2,4 x10^4
Amilolíticos	>2,4 x10^4
Celulolíticos	<3
Amonificantes	>2,4 x10^4
Nitrificantes	<3
Sulfato reductores	4,3 x10

El agua del manantial ha presentado bacterias proteolíticas, amilolíticas y amonificantes. Las bacterias proteolíticas detectadas hidrolizan la gelatina y se han identificado como *Stenotrophomonas maltophilia* y *Leifsonia aquatica.* Las bacterias amilolíticas que hidrolizan el almidón son de los géneros *Bacillus* y *Leifsonia*. En cuanto a las bacterias amonificantes que producen amoniaco de la asparragina pertenecen, principalmente, al género *Arthrobacter.*

Los microorganismos con actividades proteolíticas, amilolíticas y amonificantes son muy abundantes en los hábitats naturales y son importantes en la eliminación de materia orgánica, en las aguas subterráneas, siendo frecuente su presencia en manantiales de diferente composición química tanto hipertermales (8, 9, 10) como hipotermales (3, 15, 16, 17, 18).

Además se han encontrado bacterias sulfato reductoras del género *Desulfovibrio* que intervienen en el ciclo del azufre, que podrían convertir los sulfatos presentes en estas aguas en sulfuros, en ausencia de oxígeno. Estas bacterias también se han detectado en otros manantiales mineromedicinales sulfatados (16,19).

Se han estudiado los microorganismos halófilos moderados, utilizando agar halófilo con 15 % de cloruro sódico e incubando a 30° C, durante 7 días, pero no se han detectado debido, probablemente, a que tienen una cantidad muy baja de cloruros y sodio.

También se han estudiado otros tipos de microorganismos: hongos, cianobacterias y algas. El recuento de hongos se realizó por el método de filtración, utilizando el medio agar Sabouraud con cloranfenicol al 0,05 %. Se han encontrado un número bajo de hongos 11 por 100 mL que pertenecen a levaduras y hongos

filamentosos de los géneros *Penicillium* y *Alternaria*. La presencia de hongos en aguas minerales es poco frecuente pero se han detectado en otros manantiales mineromedicinales en pequeño número (3, 4, 15, 16).

No se han detectado cianobacterias ni algas en ninguna muestra de agua.

2.6. Identificación de bacterias heterótrofas

Las cepas aisladas en los distintos medios de recuento se han identificado por varias características morfológicas, fisiológicas y bioquímicas descritas en un trabajo anterior (20). Además se utilizó el sistema de identificación miniaturizado API® (bioMérieux), empleando las galerías: 20 NE para los bacilos Gram negativos no fermentadores, Staph para los cocos Gram positivos y Coryne para los bacilos Gram positivos irregulares.

En las muestras estudiadas se han aislado 45 cepas de bacterias viables heterótrofas y oligotrofas, que corresponden a los tipos morfológicos de bacilos Gram negativos (68,8 %), bacilos Gram positivos (24,4 %) y cocos Gram positivos (6,7 %) (Figura 4). Según la clasificación taxonómica del Manual de Bergey (21) las cepas identificadas pertenecen, en su mayoría, al *Phylum Proteobacteria* (64,4 %), y en menor proporción a los *Phyla: Actinobacteria* (17,9 %), *Firmicutes* (13,3 %) y *Bacteroidetes* (4,4 %) (Figura 4).

En estas aguas la mayoría de las cepas aisladas son bacilos Gram negativos no fermentadores de la clase *Gammaproteobacteria* (48,8%) pero también se ha detectado una gran proporción de bacterias Gram positivas lo que coincide con lo encontrado en otros manantiales minerales extremadamente duros tanto hipertermales (8, 9, 10) como hipotermales (3, 4, 15).

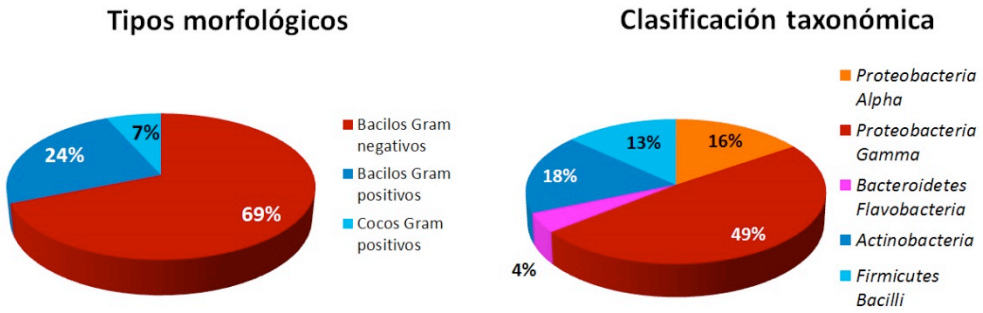


Figura 4. Clasificación morfológica y taxonómica (% cepas).

En la Tabla 3 se detallan los géneros y especies de bacterias aisladas en este manantial.

Tabla 3. Géneros y especies de bacterias (n º y % de cepas).

Bacterias		***Manantial (n= 45)***	
Phylum	**Géneros-Especies**	**(n º)**	**(%)**
Bacteroidetes	*Chryseobacterium gleum*	2	4,4
Proteobacteria	*Brevundimonas vesicularis*	5	11,1
Alpha	*Sphingomonas paucimobilis*	2	4,4
Gamma	*Acinetobacter junii*	1	2,2
	Photobacterium damselae	2	4,4
	Pseudomonas alcaligenes	2	4,4
	Pseudomonas oryzihabitans	2	4,4
	P. pseudoalcaligenes	7	15,5
	Stenotrophomonas maltophilia	5	11,1
	No identificados	3	6,6
Actinobacteria	*Arthrobacter*	2	4,4
	Leifsonia aquatica	6	13,3
Firmicutes	*Bacillus* sp.	3	6,6
	Staphylococcus warneri	1	2,2
	Vagococcus fluvialis	2	4,4

El género más aislado ha sido *Pseudomonas,* habitual en aguas minerales (11, 20), además se han encontrado cepas de *Stenotrophomonas* y *Sphingomonas.* Ambos géneros están ampliamente distribuidos en la naturaleza y pueden considerarse autóctonos de aguas minerales (22, 23).

Entre los bacilos Gram negativos, la especie más frecuente ha sido *Pseudomonas pseudoalcaligenes* que ha sido encontrada en ambientes naturales. Esta especie se caracteriza porque utiliza muy pocos compuestos orgánicos y puede crecer a 42 ºC (23) por lo que las cepas aisladas en este manantial pueden vivir a la temperatura de emergencia del mismo. Las otras especies de *Proteobacteria,* presentes en este manantial, son frecuentes en aguas minerales y han sido detectadas en otros manantiales mineromedicinales (3, 4, 15, 17, 18). También se han aislado dos cepas del género *Chryseobacterium* perteneciente al *Phylum Bacteroidetes*. Este género, propuesto para incluir a diversas especies de *Flavobacterium,* está siendo muy estudiado en los últimos años, describiéndose nuevas especies aisladas de ambientes muy variados que presentan actividades metabólicas con aplicaciones industriales y medioambientales ya que pueden degradar herbicidas, insecticidas y otros compuestos químicos. Las cepas aisladas en este manantial se han identificado como

Chryseobacterium gleum, especie ubicua que vive en el agua y el suelo y es capaz de crecer a 42 ºC (24).

Los bacilos Gram positivos detectados son, en su mayoría, de morfología irregular y pertenecen a los géneros *Arthrobacter* y *Leifsonia*, así mismo se ha encontrado un pequeño número de cepas de bacilos esporulados del género *Bacillus. Arthrobacter* y *Bacillus* proceden del suelo, pero son frecuentes en manantiales termales (9, 19, 20). *Leifsonia aquatica* (antes *Corynebacterium aquaticum*) vive en el agua y se ha aislado en otros manantiales mineromedicinales (3, 4, 16, 17).

Los cocos Gram positivos se encuentran en baja proporción y corresponden a los géneros *Staphylococcus* y *Vagococcus*. Los estafilococos son muy ubicuos y se han detectado en muchas aguas mineromedicinales (3, 4, 15, 16, 17, 18, 20). Además se ha aislado *V. fluvialis* cuyo hábitat es el agua dulce y que también hemos encontrado en otros manantiales minerales (18, 25).

En este manantial se han aislado varias cepas de bacterias pigmentadas lo que es frecuente en aguas minerales (15,16, 18), debido a que los pigmentos las protegen de las radiaciones evitando la muerte fotodinámica. Entre ellas, destacamos las especies de bacilos Gram negativos: *Brevundimonas vesicularis, Stenotrophomonas maltophilia* y *Chryseobacterium gleum* y de bacilos Gram positivos *Leifsonia aquatica*, todas ellas con pigmentos amarillos (Figura 5).

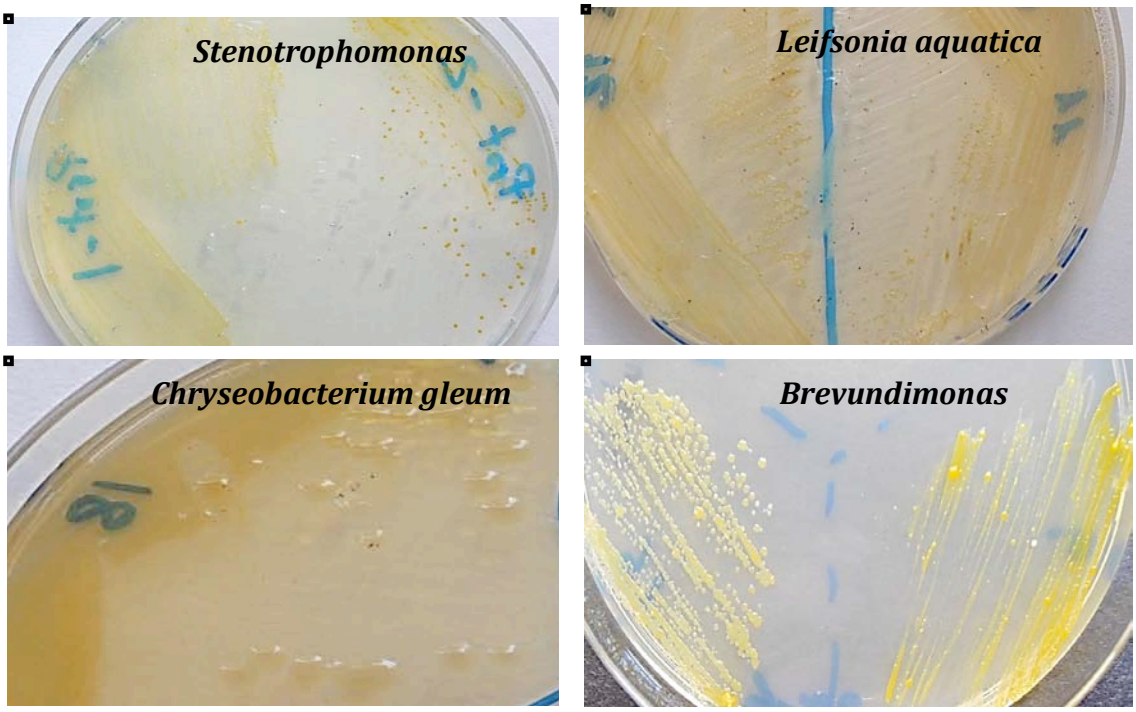


Figura 5. Bacterias pigmentadas

3. CONCLUSIONES

En las muestras estudiadas no se han detectado indicadores de contaminación fecal ni microorganismos patógenos por lo que cumplen con la normativa de aguas de consumo humano. La microbiota autóctona está constituida, principalmente, por bacterias oligotróficas, predominando los bacilos Gram negativos de la Clase *Gammaproteobacteria,* además presenta bacterias Gram positivas lo que es habitual en los manantiales hipertermales. Se han detectado bacterias con actividad proteolítica, amilolítica y amonificante que intervienen en los ciclos biogeoquímicos y contribuyen a la autodepuración de las aguas.

4. AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a los propietarios del Balneario y en especial a D. Vicente Caballer Almela, las facilidades dadas para la toma de muestras. Además, queremos agradecer a Dª Mª Elena Argüelles Rojo, técnico de laboratorio, su valiosa ayuda en la preparación del material de laboratorio y los medios de cultivo.

5. REFERENCIAS

1. Sánchez Ferre J. Guía de establecimientos balnearios de España. Madrid: Ministerio de obras públicas y transporte, 1992.
2. Maraver F, Armijo F. Vademécum II de aguas mineromedicinales españolas. Madrid: Ed. Complutense, 2010.
3. De la Rosa MC, Andueza F, Sánchez MC, Rodríguez C, Mosso MA. Microbiología de las aguas mineromedicinales de los Balnearios de Jaraba. An R Acad Nac Farm 2004; 70: 521-42.
4. De la Rosa MC, Pintado C, Rodríguez C, Mosso MA. Microbiología de los manantiales mineromedicinales del Balneario de Alicún de las Torres. An R Acad Nac Farm 2009; 75: 763-80.
5. Reasoner DJ, Geldreich E. A new medium for the enumeration and subculture of bacteria from potable water. Appl Environ Microbiol 1985; 49: 1-7.
6. Leclerc H, Moreau A. Microbiological safety of natural mineral water. FEMS Microbiol Rev 2002; 26: 207-22.
7. Real Decreto 140/2003 de 7 de febrero sobre Criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. BOE 45: 7228-45.
8. De la Rosa MC, Mosso MA, Vivar MC, Medina MR, Arroyo G, Díaz F. Microbiología de las aguas mineromedicinales del Balneario de La Toja. In:

Balneario de La Toja (Monografías de Aguas Minero Medicinales 19). Madrid: Real Academia Nacional de Farmacia, 1993; pp.45-58.

9. Mosso MA, De la Rosa MC, Vivar MC, Arroyo G, Díaz F. Microbiología de las aguas mineromedicinales del manantial del Balneario de Lugo. In: Balneario de Lugo (Monografías de Aguas Minero Medicinales 20). Madrid: Real Academia Nacional de Farmacia, 1994: 43-52.

10. De la Rosa MC, Mosso MA, Díaz F, Vivar MC, Medina MR. Microbiología de los manantiales de aguas mineromedicinales de Fitero. In: Balneario de Fitero (Monografías de Aguas Minero Medicinales 18). Madrid: Real Academia Nacional de Farmacia, 1991; pp.45-60.

11. Leclerc H, Da Costa M. Microbiology of natural mineral waters. In: Technology of Bottled water. 2nd ed. Boston: Blacwell Publishing, 2004.

12. Oliver JD. The viable nonculturable state in bacteria. J Microbiol 2005; 43: 93-100.

13. Orden de 8 de mayo de 1987. Métodos oficiales de análisis microbiológicos para la elaboración, circulación y comercio de aguas de bebida envasadas. BOE 114: 13964-13973.

14. Water quality. Detection and enumeration of *Legionella*. International Standard ISO 11731, 1998.

15. De la Rosa MC, Pintado C, Rodríguez C, Mosso MA. Microbiología de las aguas mineromedicinales del Balneario El Raposo. An R Acad Nac Farm 2013; 80, 5: 74-95.

16. Mosso MA, Sánchez MC, Rodríguez C, De la Rosa MC. Microbiología de los manantiales mineromedicinales del Balneario Cervantes. An R Acad Nac Farm 2006; 72: 285-304.

17. Mosso MA, De la Rosa MC. Microbiología de los manantiales mineromedicinales del Balneario de Baños de la Concepción. An R Acad Nac Farm 2011; 77: 57-73.

18. De la Rosa MC, Pintado C, Rodríguez C. Microbiología del agua mineral del Balneario Villa de Olmedo. An R Acad Nac Farm 2015 En prensa.

19. Mosso MA, Sánchez MC, De la Rosa MC. Microbiología del agua mineromedicinal de los Balnearios de Alhama de Granada. An R Acad Nac Farm 2002; 68: 381-405.

20. Mosso MA, De la Rosa MC, Vivar, MC, Medina MR. Heterotrophic bacterial populations in the mineral waters of termal springs in Spain. J Appl Bacteriol 1994; 77: 370-381.

21. Garrity G. Bergey's Manual of Sistematic Bacteriology. 2nd ed. Vol. I. New York: Springer, 2001.

22. Casanovas-Massana A, Blanch A. Diversity of the heterotrophic microbial population for distinguishing natural waters. Int J of Food Microbiol 2012; 153: 38-44.

23. Garrity G, Brenner D, Krieg N, Staley J. Bergey's Manual of Sistematic Bacteriology. 2nd ed. Vol. II: The *Proteobacteria.* New York: Springer, 2005.

24. Whitman WB. Bergey's Manual of Sistematic Bacteriology. 2nd ed. Vol. IV: The *Bacteroidetes*. New York: Springer, 2011.

25. De la Rosa MC, Mosso MA, Prieto MP. Microbiología del agua mineromedicinal del Balneario "El Paraíso"de Manzanera (Teruel). An R Acad Nac Farm 2001; 67: 173-83.

ESTUDIO 5

La agrupación de balnearios de Villavieja (Castellón). Origen de sus aguas. Condicionantes geológicos e hidrogeológicos

Title in English: *Health spas Association of Villavieja (Castellón). Origin of their waters. Geological and hydrogeological area*

José Antonio López Geta[1,*], Bruno J. Ballesteros Navarro[1], Antonio Ramírez Ortega[2]

[1]Instituto Geológico y Minero de España (IGME). [2]Académico Correspondiente de la Real Academia Nacional de Farmacia *jalopezgeta@gmail.com

An. Real. Acad. Farm. Vol 82, Special Issue (2016) pp. 87-107.

RESUMEN

La Agrupación de Balnearios de Villavieja, enclavada dentro del núcleo urbano de esta localidad de la provincia de Castellón, se sitúa en el sector suroriental de la comarca de La Plana. En dicho sector, coincidente con la ruptura de pendiente entre la zona llana que conforma La Plana y la montañosa de la sierra del Espadán, se encuentra una serie de manantiales y pozos con aguas de temperatura elevada y muy superior a la de zonas aledañas, circunstancia que ha permitido el aprovechamiento de alguna de estas fuentes naturales como balnearios desde la época romana. Por sus facies y alta temperatura el agua del actual Balneario presenta unas características especiales, motivo por el cual está catalogada por la legislación vigente como agua minero-medicinal y termal. Por su litología, las formaciones geológicas en el entorno de las instalaciones presentan una permeabilidad significativa que permite la circulación y almacenamiento de las aguas subterráneas. Estas formaciones tienen especial interés por la composición de sus aguas y la alta temperatura que registran en algunas zonas. Las surgencias termales de La Vilavella están relacionadas con los acuíferos de areniscas ortocuarcíticas del tramo medio del Buntsandstein y de calizas y dolomías de la base del Muschelkalk, materiales que han sido afectados por intensos procesos tectónicos. En concreto, estas manifestaciones termales están especialmente asociadas a la presencia de dos grandes fracturas o conjunto

ABSTRACT

La Villavella Health Spas Association is situated in the province of Castellón, in the township limit of La Vilavella in the Southeastern area of the Castellón plain surrounded by the township of Nules. In the connection between the plain and the mountain areas, there are several springs and some water wells, with warmer waters then the others in their surroundings. Some of these natural fountains are exploited as health spas since roman times. The actual spa has a special quality water because of its facies and high temperature classified, by the valid legislation, as a mineral-medical and thermal water. The land lithology in the spa surroundings has an important permeability which the underground waters flow and store, making a big hydrogeological formation known as *Sistema Sierra de Espadán-Plana de Castellón*, where a series of important aquifers are placed, like the *Sierra de Espadán* very interesting for their composition and high temperature waters in some places. The aquifer is made by sandstones belonged to the medium Buntsandstein section whose natural recharge is the rain infiltration or side flow from others formations. These waters will flow througt different channels depending on the faults or fractures system, ones deeper than others, meaning that some circuits are longer and deeper than others. Along that run, the waters have a different physical-chemical composition due to the contact with different lithology materials and the temperature in the

de fracturas que hunden las formaciones del macizo mesozoico varios centenares de metros bajo la llanura de la Plana de Castellón. Dichas formaciones se alimentan de manera natural por infiltración directa del agua de lluvia, que recorren caminos diferentes según sea interceptada por sistemas de fallas y fracturas de menor o mayor profundidad. En este último caso, los circuitos son más largos con tiempos de residencia también más altos, por lo que las aguas adquieren progresivamente una mayor temperatura, debido al gradiente geotérmico, y diferente composición físico-química condicionada por la litología de los materiales sobre los que transitan. Finalmente, ascienden a la superficie de forma rápida en ciertos puntos, o sectores especialmente favorables, a través de fracturas de gran entidad que minimizan, en mayor o menor grado, los procesos de mezcla con aguas más superficiales, más frías y menos mineralizadas. Todas estas circunstancias confluyen en el entorno de la localidad de La Vilavella, y son la causa de las particulares características físico-químicas de las aguas aprovechadas por su Agrupación de Balnearios.

Palabras clave: acuíferos; aguas minero-medicinales; anomalías geotérmicas; Balneario; Villavieja; La Vilavella.

geothermical gradient. These reasons fixe the physical-chemical characteristics of the waters on the well-drilling exploited by the La Vilavella Spa Association, different from the natural ones that rise in other area surroundings.

Keywords: aquifers; Health Spas; Villavieja; La Vilavella; mineral-medical water; thermal water.

1. ANTECEDENTES

La Agrupación de Balnearios de Villavieja, se sitúa en el término municipal de La Vilavella (La Vilavella) en la provincia de Castellón, en concreto en el sector suroriental de la denominada Plana de Castellón. Su término municipal está rodeado por el de la vecina localidad de Nules, y el acceso al mismo se puede hacer, entre otras opciones, a través de la CV-10 y de la CV-220 (Figura 1).

La orografía de la zona permite diferenciar claramente dos sectores: una amplia franja de terreno llano situada al este del municipio, cuya superficie desciende paulatinamente hacia el mar Mediterráneo, que forma parte del sector meridional del acuífero detrítico de la Plana de Castellón; y una zona abrupta de topografía elevada localizada al oeste que configura las estribaciones de la Sierra del Espadán. En este último sector afloran materiales de edad triásica según una disposición en forma de flecha que se adentra en la Plana. A mayor o menor profundidad, estas formaciones subyacen también bajo los sedimentos granulares y arcillosos de la llanura aluvial.



Figura 1. Núcleo central de la ciudad de La Vilavella. En el centro la Iglesia y en la misma plaza se sitúa la Agrupación de Balnearios (Foto: Bruno J. Ballesteros Navarro).

En el área de contacto entre la zona llana y la montañosa se encuentra una serie de manantiales y pozos (o sondeos) con aguas de temperatura elevada, superior a la de otros del entorno próximo. Las captaciones son de poca profundidad y su temperatura viene dada, según los casos y en mayor o menor medida, por la mezcla de aguas ascensionales calientes de origen profundo con otras frías de procedencia más superficial.

Tradicionalmente algunas de esas fuentes naturales se han aprovechado desde época romana. Es el caso de la Font Calda (Figura 2 y 3), con una temperatura de 28ºC, en cuyas inmediaciones se construyó el primer balneario en 1843. Posteriormente, el número de estos fue creciendo, como recoge el Dr. José Abad (1), y así en el año 1914 eran diez los balnearios activos, siendo el conocido como Hotel Cervellón el único que se abastecía de manantial (Font Calda). En el resto, el agua procedía de pozos termales, como los denominados Nuestra Señora de la Estrella, Florencio de Montlleó, San Juan Bautista, Miramar, Rosa Roca de Grao, Santa Barbara, Galofre, San José y Canónigos. El nombre de este último, según la tradición, se debe a que uno de los primeros agüistas fue un canónigo de Valencia llamado Busqui. Estos balnearios fueron declarados de utilidad pública por Orden del Gobierno de la República de 5 de marzo de 1873.



Figura 2. Fuente del manantial de la Font Calda, situada en el municipio (Foto: Juan Antonio López Geta).

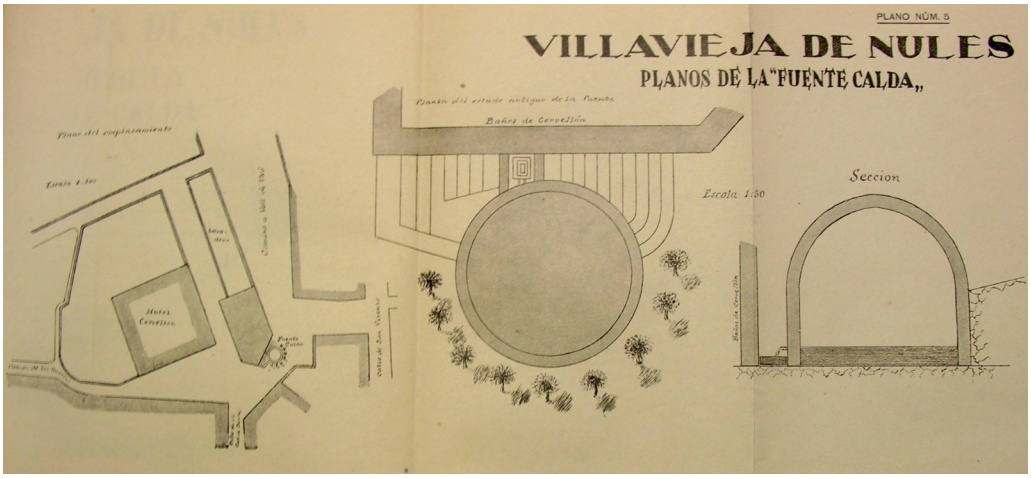


Figura 3. Croquis de la fuente construida en el manantial de Font Calda.

En 1939 los propietarios de algunas de las instalaciones balnearias, como Montlleó, Canónigo, El Cervellón, San José, Vivó y La Estrella formaron una sociedad que dio origen de la actual Agrupación de Balnearios de Villavieja, cuyas instalaciones se sitúan hoy en día en el edificio de Montlleó y sus oficinas en el edificio Canónigos, que ha dejado de ser utilizado para los baños.

El suministro de agua a la Agrupación balnearia se hace desde un pozo-sondeo localizado dentro del casco urbano de La Vilavella (ETRS89 X: 740.809, Y: 4.415.911 y Z: 19 m s.n.m.), con 12 m de profundidad y 1 m de diámetro, en cuyo fondo se encuentra un sondeo de pequeño diámetro (100 mm) con otros 20 m adicionales. La facies hidroquímica del agua es sulfatada cálcica y su temperatura del orden de 40º C.,

mientras que el caudal de explotación es de 1,5 L/s, con una profundidad del agua entorno a los 10 m (datos suministrados por la propiedad) (Figura 4).

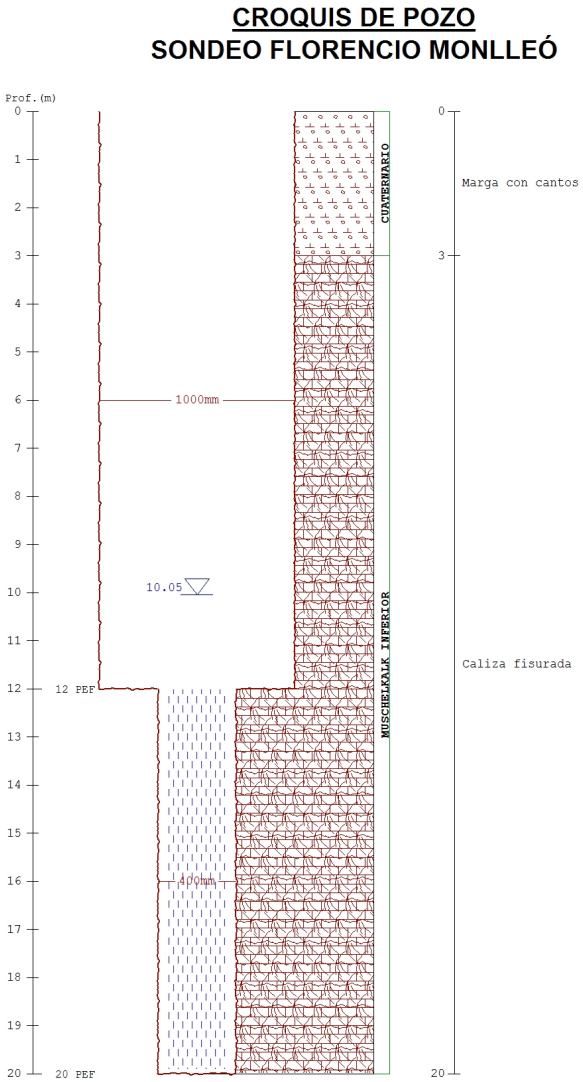


Figura 4. Croquis del pozo-sondeo que suministra agua a la Agrupación de Balnearios.

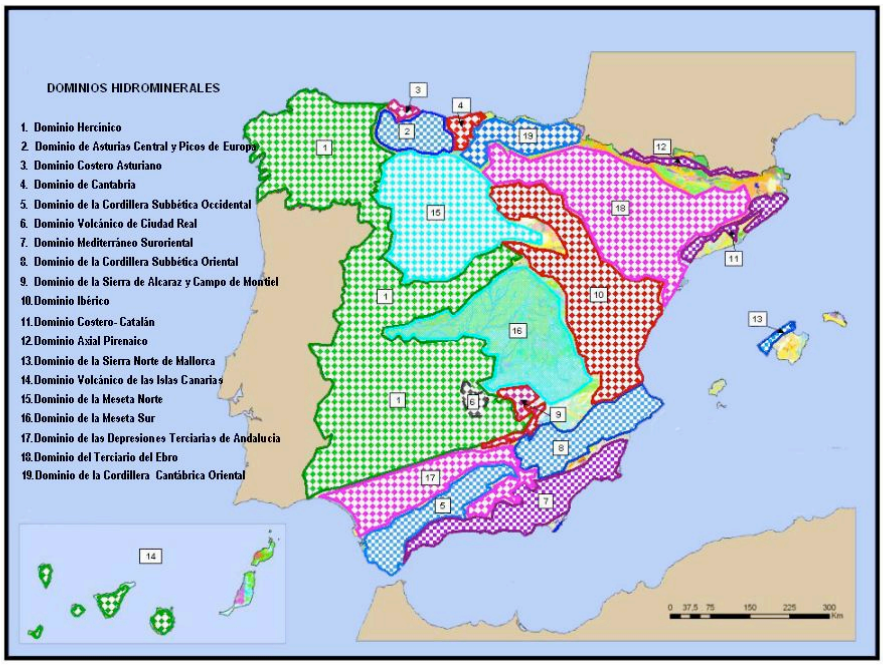
2. LAS AGUAS TERMALES DE LA VILAVELLA EN EL ÁMBITO DE LA PENÍNSULA IBÉRICA

La actual Agrupación de Balnearios de Villavieja dispone de unas aguas con unas características físico-químicas especiales por sus facies y alta temperatura. Estas aguas han sido catalogadas, según la legislación vigente, como aguas minero-medicinales y termales, que pueden ser aplicadas para ingestión en pequeñas cantidades, para inhalación y uso tópico.

La composición y temperatura de las aguas del Balneario de La Vilavella responde a las características de las aguas del Dominio Hidromineral nº 10. Cordillera

Ibérica (2), ámbito geológico donde se sitúa. Este Dominio viene referenciado en el Catálogo de Dominios Hidrominerales españoles, donde se describe la gran variedad de aguas minerales existente en España. Diferencia hasta en 78 familias o facies hidroquímicas distintas (3) según su origen, composición físico-química y mineralógica, así como en función de su temperatura y la razón de su afloramiento en unas zonas geográficas determinadas.

El Dominio 10, Cordillera Ibérica (Mapa 1), abarca la amplia geografía de este ámbito geológico que se extiende desde La Rioja hasta la provincia de Castellón y, más al sur, hasta el contacto con las estribaciones orientales de las Cordilleras Béticas en Alicante. Su gran extensión es sinónimo de una gran variedad litoestratigráfica, que va desde las formaciones paleozoicas de su núcleo hasta los sedimentos neógenos que rellenan sus depresiones internas. La pluralidad de materiales característica de este Dominio –areniscas, yesos, sales y carbonatos de edad triásica y jurásica– contribuye a la gran variedad de facies hidroquímicas, entre las que se incluyen aguas bicarbonatadas cálcicas y magnésicas, cloruradas sódicas y sulfatadas cálcicas. Se observa también la presencia de ciertas anomalías térmicas, como el caso de la Agrupación de Balnearios de Villavieja, reflejo del gradiente geotérmico y de factores estructurales que potencian la temperatura por la circulación más profunda de estas aguas, con altos contenidos en sílice, flúor y arsénico.



Mapa 1. Dominios Hidrominerales definidos en la península y archipiélagos Balear y Canario (2 y 3).

Los datos disponibles ponen en evidencia la confluencia de tres modelos en el sector de La Vilavella: el geológico definido por la estratigrafía, tectónica y litología que caracterizan a este Dominio, el hidrogeológico-hidrodinámico soporte de los

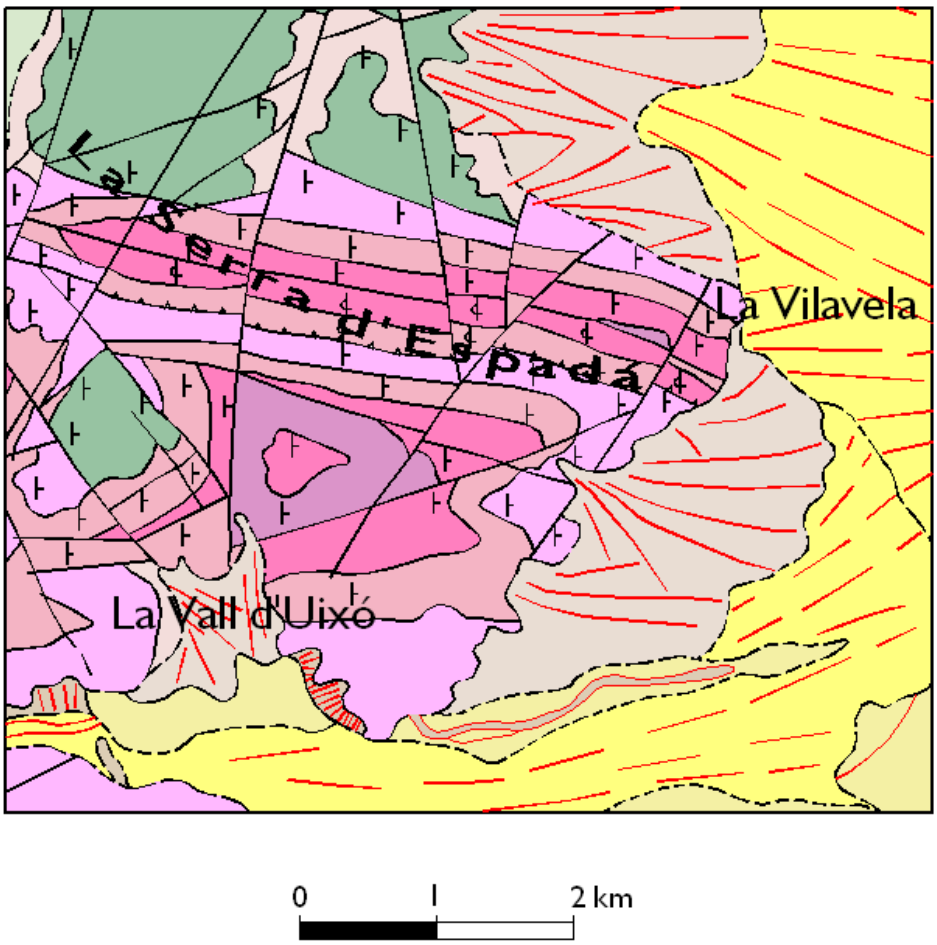
acuíferos existentes y, por último, el hidroquímico que tipifica la composición de sus aguas. La interrelación de estos tres modelos da como resultado la presencia de este tipo de aguas en lugares concretos y con unas propiedades físico-químicas determinadas.

3. MODELO GEOLÓGICO DEL SECTOR

Desde el punto de vista geológico, el municipio de La Vilavella se ubica en la confluencia de la llanura de la Plana de Castellón (Mapa 2) con la Sierra del Espadán, esta última perteneciente al extremo oriental de la Cordillera Ibérica (Figura 5), en la que la fuerte tectónica existente, representada por la abundante presencia de pliegues, fallas y fracturas en su mitad occidental, ha determinado la morfología de la zona.

Como se ha comentado, hacia el este se abre una llanura, que desciende progresivamente hacia el mar Mediterráneo, generada por la creación de una gran fosa tectónica rellenada por sedimentos pliocuaternarios de carácter detrítico (PC) y espesor variable, que pueden superar en algunos sectores los 250 m. Estos depósitos ocupan la gran extensión que va desde La Vilavella hasta la costa, donde se encuentran sedimentos aluviales y conglomerados arcillosos así como algunos niveles de costras calcáreas del Pleistoceno y del Holoceno. Estos sedimentos, que presentan una gran heterometría y permeabilidad por porosidad, se sitúan mediante superficie erosiva sobre un basamento compuesto, según zonas, por formaciones detríticas de carácter arcilloso-areniscoso (M) de edad terciaria, que en conjunto adquieren un comportamiento impermeable, o por las formaciones mesozoicas que afloran en la zona occidental (sierra de Espadán), de comportamiento hidrogeológico diverso.

Al oeste de la mencionada depresión tectónica, y coincidente con la ruptura de pendiente donde se ubica la localidad de La Vilavella, aparece un área de topografía abrupta con cotas superiores a 300 m que alcanza su máxima expresión en el pico de Santa Bárbara (425 m s.n.m.). Todo este macizo montañoso está compuesto por formaciones de edad triásica en facies germánica cuya génesis comienza con el depósito de arenas y arcillas en un ambiente continental configurando la denominada facies Buntsandstein. Más tarde, se produce una transgresión marina que origina una sedimentación calcárea en un ambiente nerítico, si bien se aprecian etapas de depósitos lagunares manifestadas por materiales arcillo-margosos, que da lugar a los potentes tramos carbonatados de la facies Muschelkalk. Por último, se instala un régimen lagunar que propicia la sedimentación de margas, arcillas y yesos, con alguna intercalación calcárea de poco espesor, que conforman la facies Keuper.



Mapa 2. Cartografía geológica sintética de la zona. Se observan los afloramientos de las formaciones triásicas al oeste y los sedimentos pliocuaternarios al este, así como el intenso proceso de plegamiento y fracturación sufrido por las primeras (4).



Figura 5. Relieve montañoso de la Sierra Espadán. Al fondo la Plana de Castellón y el mar Mediterráneo (Foto: Juan Antonio López Geta).

Las características esenciales de esta secuencia deposicional (Figuras 6 , 7 y 8) son las siguientes:

El Buntsandstein presenta en su base un conjunto de carácter impermeable constituido por unos 150 m de arcillitas algo apizarradas con intercalaciones de areniscas (Tb_1). A esta formación le sigue otra intermedia, con permeabilidad moderada por porosidad y fracturación, compuesta por unos 200 m de areniscas ortocuarcíticas (Tb_2). Sobre ésta se sitúan otros 200 m de arcillitas y limolitas con ocasionales niveles areniscosos que se comportan como un conjunto netamente impermeable (Tb_3). El tramo final de esta formación está representado por un nivel guía típico consistente en margas versicolores bandeadas de escaso espesor (10-15 m) denominada facies Röt.

El Muschelkalk aparece en la zona bajo sus tres tramos característicos que, de muro a techo, son: 100 a 150 m de dolomías y calizas (Tm_1), 50 m de arcillas y margas de facies keuperoide (Tm_2) y otros 150 m compuestos básicamente por calizas y calizas dolomíticas (Tm_3). Los dos tramos carbonatados presentan permeabilidad variable por fisuración y karstificación, mientras que el tramo intermedio es impermeable.

Por último, el Keuper (T_k) tiene también carácter impermeable y está formado por margas y arcillas con yesos, con una potencia reducida e inferior a los 100 m.



Figura 6. La formación del Muschelkalk en las proximidades de La Vilavella, donde se observa su intensa fracturación (Foto: Bruno J. Ballesteros Navarro).



Figura 7. El tramo terminal del Buntsandstein, con su característica facies Röt, dispuesto bajo las calizas y dolomías del Muschelkalk. (Foto: Bruno J. Ballesteros Navarro).

Después de su depósito estos sedimentos son plegados y fracturados de forma muy intensa, dando lugar a la aparición de un gran antiforme de dirección aproximada este-oeste (N-110º-E), con capas verticalizadas e incluso inversiones de la serie litoestratigráfica. Los esfuerzos compresivos que dan lugar a esta estructura, ortogonales a dicha dirección, llegan a generar fallas de tipo inverso en los flancos del anticlinal y paralelas a su eje. En una etapa más tardía los esfuerzos compresivos cesan y todo el edificio mesozoico es afectado por fracturas de directriz catalánide, normalmente perpendiculares a las direcciones axiales de los pliegues (N-15º-E, N-30º-E y N-S). Algunas de estas fallas son de gran magnitud y alcanzan al basamento paleozoico, especialmente las de componente N-30º-E y N-110º-E, y están en el origen de la presencia de los fenómenos termales de la zona.

En consecuencia, todos estos procesos geológicos son los responsables de que al oeste de La Vilavella se encuentre el conjunto de materiales correspondientes a las formaciones areniscosas del Buntsandstein, a las calcáreas del Muschelkalk y a las evaporíticas del Keuper con la estructura y disposición que se muestra en la Figura 8.



Figura 8. Buzamiento verticalizado de las areniscas del Buntsandstein, sometidas a una intensa fracturación que favorece la infiltración del agua de lluvia (Foto Juan Antonio López Geta).

4. MODELO HIDROGEOLÓGICO. MARCO GENERAL

Las litologías de los terrenos situados en el entorno del Balneario permiten la configuración de dos conjuntos acuíferos: El Subsistema de la Sierra de Espadán y el Subsistema de la Plana de Castellón (5).

En realidad, bajo la denominación del primero se integra un nutrido número de acuíferos de extensión y morfología muy variable, cuya característica común es la de estar constituidos por las ortocuarcitas del tramo medio del Buntsandstein, formación que presenta una moderada permeabilidad por porosidad y fracturación. Localmente, también pueden formar parte de estos acuíferos los tramos carbonatados del Muschelkalk, especialmente el inferior. La secuencia litoestratigráfica y la tectónica de la zona hace que estos sistemas hidrogeológicos tengan pequeña extensión y escasos recursos.

Con estas premisas, el Subsistema de la Sierra de Espadán se extiende entre La Vilavella y Algimia de Almonacid con una longitud de 22 km y 5 km de ancho, y está constituido por los 200 m de areniscas del tramo medio del Buntsandstein, actuando las arcillas del tramo superior como nivel de separación de las calizas y dolomías del Muschelkalk, y las del tramo inferior como sustrato impermeable. La recarga del sistema se produce por infiltración de lluvia caída directamente sobre el mismo y por aportes laterales de otras formaciones. La dirección y sentido de los flujos de agua es, en general, hacia el este, con presencia de numerosos flujos locales orientados hacia

las surgencias naturales que drenan los distintos acuíferos. Estos manantiales suelen ser permanentes pero de reducido caudal, como los de la Font de la Murta, la Font de Oliver, la Font Blanca y Font Cabres, o intermitentes, como la de Font Freda que muestra su actividad solo cuando llueve. También en este entorno se han practicado algunos pozos y sondeos que captan las formaciones triásicas saturadas, dando caudales no muy cuantiosos con diferente temperatura y composición química del agua.

Por su parte, el acuífero de la Plana de Castellón responde a un esquema totalmente diferente ya que se trata de un sistema multicapa de origen aluvial-coluvial que configura el relleno pliocuaternario de la fosa neógena. Su litología es de cuerpos tabulares y lenticulares métricos de arenas y gravas incluidos dentro de un conjunto de materiales limo-arcillosos, cuyo espesor varía entre 50 m y 250 m. Estos sedimentos descansan mediante superficie erosiva sobre materiales mesozoicos (permeables o impermeables, según las formaciones) o sobre sedimentos terciarios de muy baja permeabilidad. Su comportamiento hidrogeológico se asemeja al de un acuífero libre debido a la interdigitación de los distintos litosomas y a la conexión hidráulica entre sus tramos permeables (6). La recarga se debe a la infiltración de la lluvia y a las aportaciones subterráneas de acuíferos contiguos. En situación natural, es decir no afectada por los bombeos, el desplazamiento del flujo subterráneo es desde el interior hacia la costa. En cuanto a la composición de sus aguas, existe una gran variedad de facies hidroquímicas, si bien suelen ser sulfatadas cálcicas en las zonas interiores y cloruradas sódicas en la franja costera.

5. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LAS AGUAS

El sistema de funcionamiento hidrogeológico en el entorno de La Vilavella y del Balneario ha dado lugar a la aparición de una serie de surgencias naturales, o de aguas captadas a través de pozos y sondeos, de carácter hidrotermal. Estas manifestaciones, con sus particulares características de temperatura y composición a pesar de encontrarse muy próximas entre sí, revisten a la población de La Vilavella de un especial interés, por lo que merece ser considerada como una verdadera Estación Hidrotermal. Esta variedad tipológica se constata al comparar las características del agua de la Agrupación de Balnearios, de la de Termas Galofré, ambas con temperaturas superiores a los 40^{0}C, y de la Font Calda, procedente del manantial del mismo nombre, cuya temperatura es del orden de 28^{0}C. Su composición físico-química se expone en los cuadros 1, 2 y 3 (7).

Las aguas de la Agrupación de Balnearios de La Villavieja (Cuadro 1), declaradas de nuevo de utilidad pública en el año 1892 (20 de abril) (7) destacan por su elevada temperatura y alto contenido en sulfatos, siendo su facies sulfatada cálcica.

Es de resaltar la presencia de nitratos (21 mg/L) que confirmaría la existencia de procesos de mezcla con aguas de origen superficial. También se observa un contenido ligeramente elevado en cloruros y sodio que apunta al contacto de estas aguas con las evaporitas de la facies Keuper del Trías y/o keuperoides del Muschelkalk medio. El contenido en sílice es igualmente alto, como corresponde a su temperatura.

Cuadro 1. Agrupación de Balnearios de La Vilavella. Características físico-químicas del agua (4 abril 1989).

Temperatura ºC	*42,4*	***Cond. Eléctrica (µS/cm)***	*1.024*
pH	*7,8*	***Residuo Seco 110ºC (mg/L)***	*1.049*

Aniones	***(mg/L)***	***Cationes***	***(mg/L)***
HCO_3	*168*	Ca^{++}	*170*
CO_3	*0,0*	Mg^{++}	*47*
Cl	*64*	K^{+}	*14*
SO_4	*435*	Na^{+}	*40*
NO_3	*21*	NH_4^{+}	*0.0*
NO_2	*0.0*	SiO_2	*24,9*
PO^3_4	*0,09*	*Fe*	*0.04*
F	*<0,5*	*Mn*	*0,034*

Las aguas de la Font Calda (Cuadro 2) son de facies bicarbonatada cálcico-magnésica y destacan por su baja mineralización en general (R.S. 346 mg/L), con un contenido extremadamente bajo en sulfatos (6 mg/L). El contenido en sílice es también bastante moderado, coherente con su temperatura (28ºC), y los nitratos están prácticamente ausentes. Las características reseñadas, que permiten la ingestión de estas aguas (7), orientan a una relación con la formación de areniscas ortocuarcíticas del Bunt, y a una procedencia menos profunda que las de las otras dos tipologías presentes en la zona.

Por su parte, las Termas Galofré (Cuadro 3) presentan facies sulfatada cálcica y alta temperatura, y la información disponible indica que la captación podría tener en su momento una profundidad de 36 m con un nivel estático situado a unos 20 m. (7).

Cuadro 2. Font Calda. Características físico-químicas del agua (2 marzo 1990).

Temperatura ºC	28	**Cond. Eléctrica (µS/cm)**	562
pH	7,0	**Residuo Seco 110ºC (mg/L)**	346

Aniones	***(mg/L)***	***Cationes***	***(mg/L)***
HCO_3	*245*	Ca^{++}	*58*
CO_3	*0*	Mg^{++}	*25*
Cl	*16*	K^{+}	*1*
SO_4	*6*	Na^{+}	*24*
NO_3	*0,03*	NH_4^{+}	*0,0*
PO_4	*0,09*	SiO_2	*13,4*

Cuadro 3. Termas Galofré. Características físico-químicas del agua (Septiembre 1980).

Temperatura ºC	*45*	***Cond. Eléctrica (µS/cm)***	*366*
pH	*7.3*		

Aniones	***(mg/L)***	***Cationes***	***(mg/L)***
HCO_3	*204*	Ca^{++}	*336*
CO_3	*0,0*	Mg^{++}	*52*
Cl		Na^{++}	*56*
SO_4	*40*	K^{+}	*14*
NO_3		NH_4^{+}	*0,03*
NO_2		SiO_2	*34*
PO_4		*Fe*	*0,07*

Como se puede constatar, en el entorno de La Vilavella existen tres tipologías de aguas perfectamente identificables, con diferencias importantes en su composición y temperatura, cuyo origen hay que buscarlo en las particularidades del modelo geológico, hidrogeológico e hidroquímico existente en la zona.

6. MODELO CONCEPTUAL DE FUNCIONAMIENTO HIDRODINÁMICO E HIDROQUÍMICO

El modelo geológico del sector de La Vilavella pone en evidencia sus particulares condiciones geológico-estructurales, con la presencia de fallas y fracturas de gran profundidad. El modelo conceptual de funcionamiento hidrogeológico resultante comienza con la infiltración del agua de lluvia en el subsuelo a través de los afloramientos de las formaciones permeables que configuran los diferentes acuíferos de la sierra del Espadán: areniscas del Buntsandstein y calizas y dolomías del Muschelkalk. El agua transita por estas formaciones según un sentido general oeste-este, hasta alcanzar alguno de los dos grandes conjuntos de fracturas que definen su límite con el acuífero de la Plana de Castellón (Figura 8). Dichas fracturas provocan el sellado de los acuíferos mesozoicos en profundidad al entrar en contacto con los sedimentos terciarios impermeables subyacentes a los rellenos pliocuaternarios de la Plana, impidiendo la progresión del flujo subterráneo. Las zonas de debilidad ligadas a las fracturas facilitan al mismo tiempo el ascenso de aguas profundadas y la aparición de diferentes manantiales. El esquema hidrogeológico imperante también permite que parte de estas aguas pasen a alimentar al acuífero detrítico de la Plana (Figuras 9 a 12), donde son captadas en las cercanías de La Vilavella. Dichas aguas se mezclan con las del acuífero detrítico perdiendo progresivamente su temperatura y modificando sus características físico-químicas.

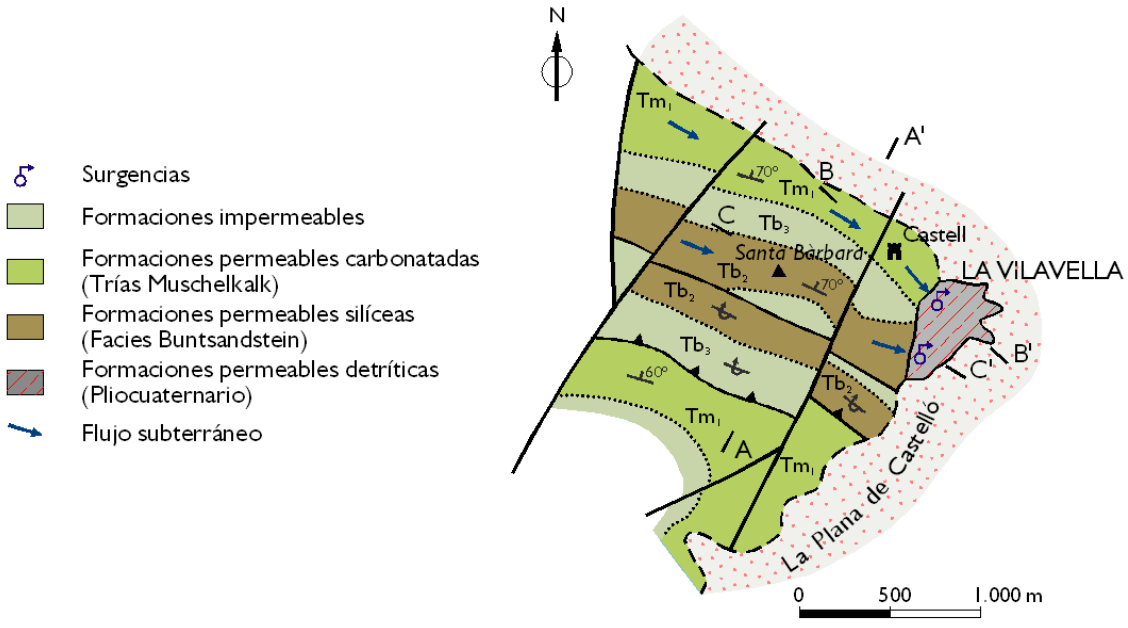


Figura 9. Esquema hidrogeológico del sector de La Vilavella. Se indican la permeabilidad de las formaciones geológicas aflorantes, las diferentes fallas y pliegues y el sentido del flujo subterráneo.

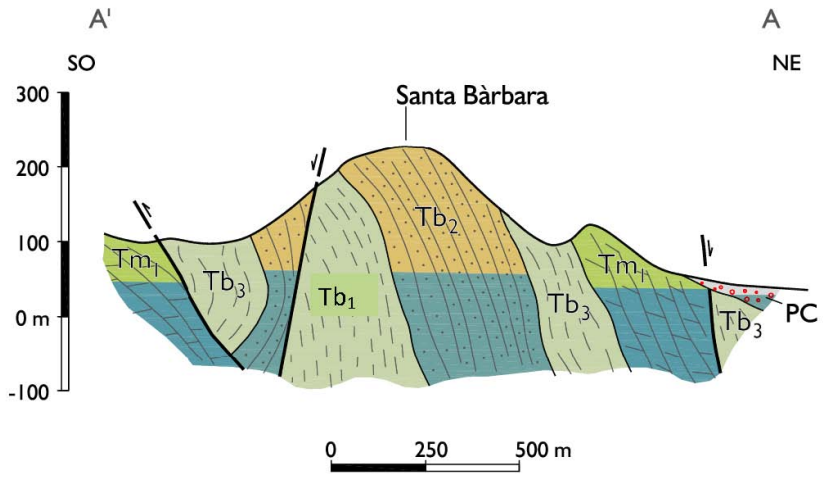


Figura 10. Corte trasversal a las líneas de flujo de los acuíferos de la Sierra Espadán. Se observa la desconexión entre las formaciones permeables del Muschelkalk y del Buntsandstein debido a presencia de la formación impermeable del tramo superior del Buntsandstein.

El tránsito del agua puede ser más o menos largo, y más o menos somero, condicionado por las características geológico-estructurales. En concreto, la existencia de fallas y fracturas de mayor o menor profundidad es el factor que determina la aparición de los distintos manantiales y surgencias con características diferentes (Figuras 9 y 10).

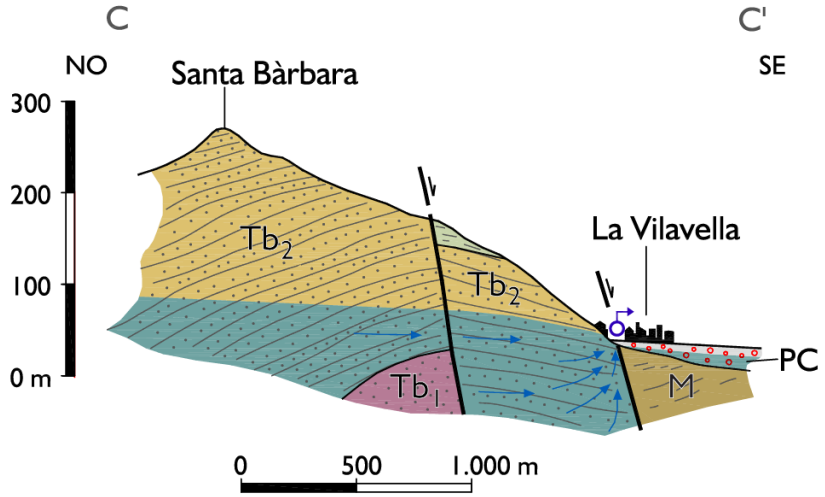


Figura 11. Corte paralelo a las líneas de flujo que muestra el mecanismo de las surgencias relacionadas con la formación acuífera del Buntsandstein.

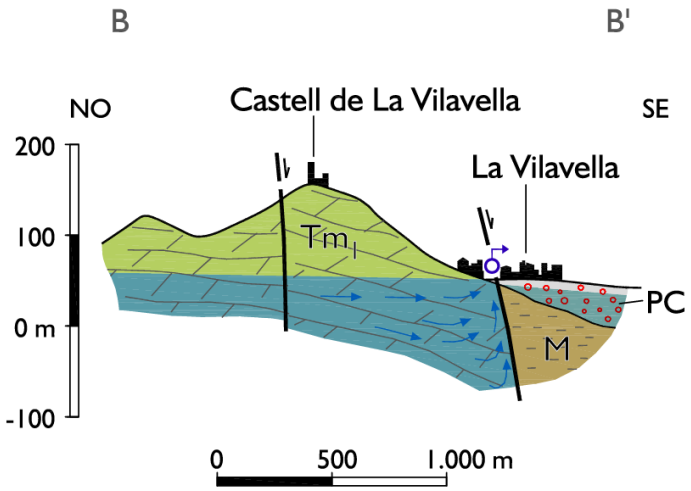


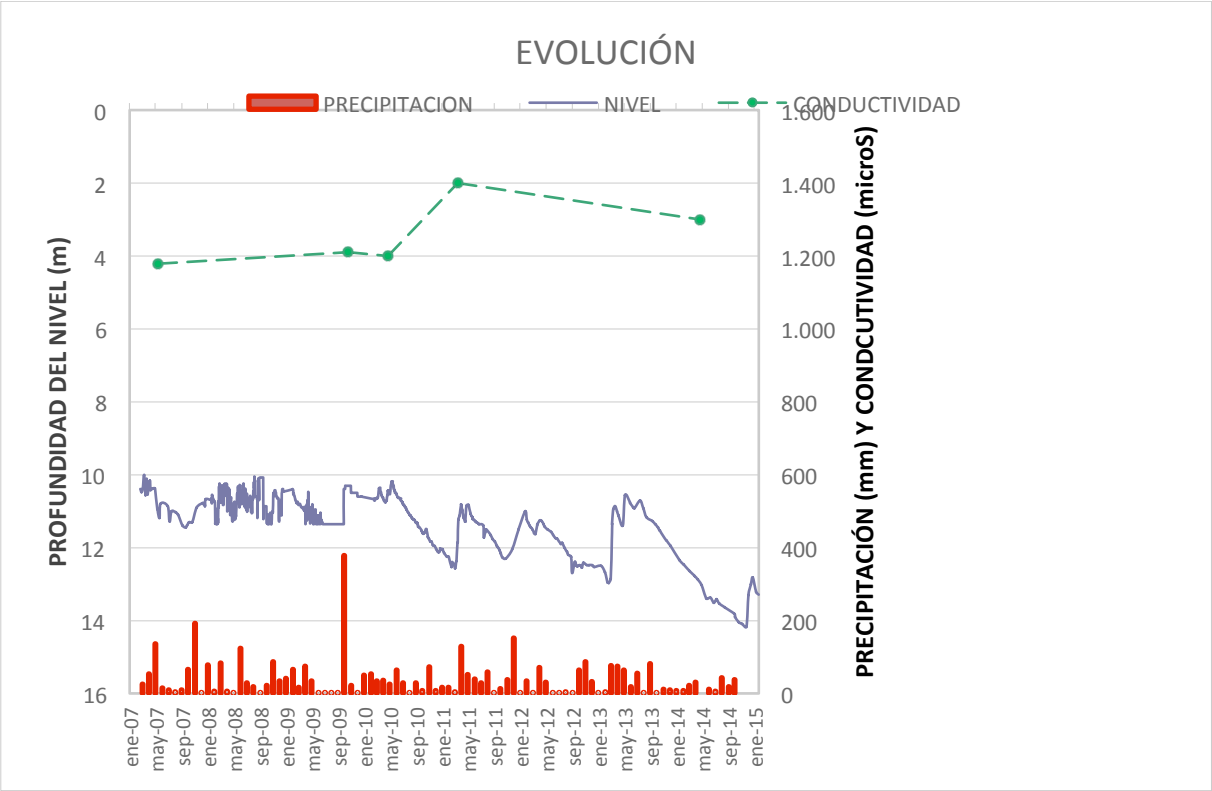
Figura 12. Corte paralelo a las líneas de flujo que muestra el mecanismo de las surgencias relacionadas con la formación acuífera del Muschelkalk.

Según el recorrido seguido por sus líneas de flujo el agua subterránea entra en contacto con diferentes litologías por lo que adquiere distinta composición físico-química (Figura 11 y 12). Por su parte, su caudal y temperatura dependerá de la profundidad finalmente alcanzada, ligada al gradiente geotérmico (3ºC/100 m), y de las dimensiones de las fracturas (Gráfico 1). Eso explica las diferentes características de las aguas captadas por la Agrupación de Balnearios (facies sulfatada cálcica con elevada temperatura y salinidad), las de la Font Calda (facies bicarbonatada cálcico-magnésica con baja mineralización y temperatura) y la de Termas Galofré (facies sulfatadas cálcicas con elevada temperatura).

En la Agrupación de Balnearios el agua presenta una circulación profunda, posiblemente facilitada por la falla inversa que afecta al núcleo del anticlinal y por alguna otra no visible en superficie pero de muy probable existencia (8). A esto contribuiría también la gran fractura N-130^{0}-E que separa a estas formaciones del acuífero de La Plana y hunde varios centenares de metros todo el edificio mesozoico al este de la misma afectando a su zócalo. La permeabilidad de las calizas y dolomías del Muschelkalk permitirían el tránsito del agua hacia las manifestaciones termales.

La mayor profundidad de estas aguas viene avalada además por la presencia de SiO_2 en cantidades significativas (lo que supone mayor profundidad y/o mayor gradiente geotérmico). En origen esta temperatura es sin duda mayor, y podría alcanzar, según algunos estudios basados en su contenido en sílice, los 85^{0}C (8), lo que supone que podrían proceder de profundidades superiores a los 1.000 m (incluso 1.800 m según (8)). Dado que las formaciones paleozoicas tienen escasa permeabilidad, esto implica que el agua tiene que alcanzar necesariamente dichas profundidades a través de las areniscas del Bunt. El hecho quedaría explicado por el análisis del dispositivo tecto-sedimentario de la zona, que responde a una estructura

muy verticalizada con buzamientos medios cercanos a los 75º. Esta circunstancia implica que la base de esta formación podría alcanzar profundidades cercanas a los 1.900 m. En consecuencia, los flujos en su trayectoria ascensional alcanzarían el tramo inferior del Muschelkalk (Tm_1) y llegarían a contactar con los sedimentos evaporíticos de su tramo medio (Tm_2) enriqueciéndose en sulfatos, lo que explicaría su elevado contenido en dicho compuesto.



Gráfica 1. Distribución de la lluvia para el periodo 2007-2015, profundidad del nivel del agua en el pozo-sondeo y datos representativos de su conductividad eléctrica.

Por otra parte, la presencia de NO_3 (21 mg/L) apunta a la mezcla de estas aguas con otras más frías y superficiales procedentes de la infiltración de la precipitación sobre los afloramientos del Muschelkalk existentes al oeste de La Vilavella, e incluso aportes del acuífero pliocuaternario de la Plana, que disminuirían su temperatura y modificarían su composición (8) hacia facies más sulfatadas.

En el otro extremo está el modelo hidrogeoquímico que representa la Font Calda. Esta surgencia responde a una circulación más somera y, por tanto, sometida a un menor gradiente geotérmico. El hecho queda justificado por el menor contenido en sílice y la menor temperatura de sus aguas, aunque sin obviar la posible incidencia de aguas más frías procedentes de la infiltración directa del agua de lluvia. Su baja mineralización confirmaría también su relación con el acuífero formado por las areniscas ortocuarcíticas del Buntsandstein.

7. CONCLUSIONES

Las manifestaciones termales de La Vilavella tienen su origen y están relacionadas con los acuíferos de la sierra del Espadán constituidos por los materiales permeables de edad triásica pertenecientes a las facies Buntsandstein y, en menor medida, Muschelkalk, que dan lugar a la formación de estructuras acuíferas con mayor o menor relación entre ellas. Estos acuíferos presentan reducida extensión y recursos debido a la escasa superficie de sus afloramientos, y su drenaje tiene lugar bien mediante surgencias y manantiales, o bien por transferencias no visibles hacia el acuífero detrítico de la Plana. Estas últimas se verifican a lo largo de dos grandes fracturas o conjunto de fracturas de gran salto y componente normal que hunden las formaciones mesozoicas varios centenares de metros bajo los sedimentos detríticos de la Plana. Las zonas de debilidad creadas por estos elementos estructurales, así como por fallas de tipo inverso coincidentes con los principales ejes de plegamiento, son aprovechadas por los flujos de agua profundos, que circulan a través de las formaciones permeables (Buntsandstein y Muschelkalk), para su ascenso a la superficie. Estas aguas adquieren una elevada temperatura a causa del gradiente geotérmico y disponen, al mismo tiempo, de un gran potencial hidráulico al tener su área de alimentación a cotas muy elevadas. El esquema descrito genera flujos ascensionales rápidos que están en el origen de las manifestaciones termales de La Vilavella.

En cuanto a la composición de las aguas, sus diferencias obedecen a tres factores básicos: el tipo de formación o acuífero con el que están relacionadas, la profundidad alcanzada por sus líneas de flujo y la existencia de procesos de mezcla con otras aguas de origen más superficial. Las que sólo transitan por las areniscas del Buntsandstein tienden a presentar una mineralización débil, mientras que las que lo hacen por los carbonatos del Muschelkalk presentan residuos secos más altos, consecuencia de la presencia de evaporitas en su tramo medio y también a su techo. En cuanto al segundo factor, la profundidad de procedencia del agua condiciona no sólo la temperatura sino también la posibilidad de atravesar y lixiviar las formaciones evaporíticas, con un apreciable incremento en sales minerales, especialmente en sulfatos y cloruros. Por último, la mezcla con aguas de procedencia más superficial es la responsable de la modificación en su composición hacia una menor mineralización, y también hacia una menor temperatura, tal es el caso de las aguas de la Agrupación de Balnearios.

8. CONSIDERACIONES FINALES

Muchos pueden ser los aspectos que ofrecen las aguas de la Agrupación de Balnearios de La Vilavella y que llamen la atención. De todos ellos pueden destacarse

dos, de carácter muy diferente pero coincidente en cuanto a que contribuyen a hacer del lugar un sitio de salud y de gran belleza paisajística, así como de gran interés geológico e hidrogeológico.

El primero de esos aspectos aporta, desde el punto de vista del bienestar social, la posibilidad de utilizar y disfrutar de aguas que por su composición físico-química tiene una incidencia muy positiva sobre la salud humana. Sus especiales características las hacen especialmente atractivas y valoradas para su utilización como fuente de bienestar, motivo por el cual son muchas las personas que acuden al lugar para remediar sus dolencias y mejorar su estado físico en general.

En segundo lugar, supone un atractivo científico de máximo interés al concurrir en su entorno un conjunto de formaciones geológicas con litologías muy diversas, acompañadas de unos procesos tectónicos especialmente relevantes y visibles, en los que puede identificarse fácilmente la presencia de diversos tipos de fallas y fracturas, así como de pliegues y estructuras de deformación muy intensas. El sorprendente ambiente geológico termina por configurar, además de un paisaje de gran belleza natural, un escenario hidrogeológico con manifestaciones termales de especial relevancia científica y cultural.

9. REFERENCIAS

1. Abad Monzó J. Topografía médica de Villavieja de Nules (Castellón). Valencia: Imprenta Valencianista, 1920.
2. López-Geta JA, Corral Lledó MM, Abolafia de Llanos M, Sánchez Guzmán J, Sanz López Márquez B. Mapa de las características físico-químicas de las aguas minerales y termales de España. En: II Foro Ibérico sobre aguas envasadas y balnearios. Oporto, 2006. 11 pp.
3. Corral MM, López-Geta JA, Ontiveros Beltranena C, Sánchez Guzmán J, Ocaña Robles L. Las aguas minerales en España: caracterización de los dominios hidrominerales y sus singularidades. En: López-Geta JA, Loredo J, Fernández Ruiz L, Pernía JM, Eds. Investigación y gestión del subsuelo. Serie: Hidrogeología y Aguas Subterráneas Nº.27. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2008; pp. 309-35.
4. IGME. Mapa Geológico de España. INFOGEO.
5. Instituto Geológico y Minero de España. Plan de Investigación de Aguas Subterráneas (PIAS). 1970.

6. López Gutiérrez J, García Menéndez O, Ballesteros Navarro BJ. El origen de mercurio presente en el acuífero costero de la plana de Castellón este de España. Boletín Geológico y Minero de España 2010; 121, 3: 279-98.

7. Las aguas minerales en la Comunidad Valenciana. Valencia: Consejería d'Industri, Comerç i Turisme. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 1993.

8. Estudio geotérmico de las áreas de surgencia termal de La Vilavella de Nules (Castellón) y San Antón (Orihuela-Alicante). Tomo IV. Estudio Geoquímico. Memoria y anexos. Madrid: Ministerio de Industria y Energía, Comisaría de Energía y Recursos Minerales, Instituto Geológico y Minero de España, 1982.

ESTUDIO 6

Climatología del Balneario de Villavieja

Title in English: *Climatology of Villavieja Spa*

Antonio Mestre Barceló, Inmaculada Cadenas Cortina, Ana Isabel Ambrona Rodríguez, César Rodríguez Ballesteros

Área de Climatología y Aplicaciones Operativas. Agencia Estatal de Meteorología.

An. Real. Acad. Farm. Vol 82, Special Issue (2016) pp. 108-126.

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza un estudio climático y bioclimático del Balneario de Villavieja (Castellón). Para llevar a cabo este estudio se han utilizando datos de precipitación, temperatura, humedad relativa y viento, que se han obtenido de las estaciones de AEMET ubicadas en torno a Villavieja, en concreto se han utilizado datos de la estación termo-pluviométrica de Nules y de la estación completa de Castellón de la Plana-Almazora. Se han obtenido los valores medios mensuales para cada uno de los parámetros climáticos relevantes, así como los valores extremos, la frecuencia de superación de determinados umbrales, las tendencias a largo plazo y los valores de determinados índices climáticos. Para el análisis bioclimático se han utilizado los datos de temperatura y humedad relativa y se han calculado los índices climatológicos de confort y de sensación térmica.

Palabras clave: Clima; Bioclimático; Balneario.

ABSTRACT

A climatic and bioclimatic study of the spa located in Villavieja village is described in this paper. The climatological analysis has been performed using the data of precipitation, temperature, relative humidity and wind corresponding to the climatological stations of AEMET located near the village of Villavieja, in particular the climatological station of Nules and the principal station of Castellón de la Plana-Almazora. The monthly mean value and the extreme values have been obtained from the available data, as well as the frequency of climatic parameters exceeding certain thresholds, the long term trends and a set of climatic indices. For the bioclimatic analysis the data of temperature and relative humidity have been used to calculate the climatic comfort indices and the thermal sensation values.

Keywords: Climate; Bioclimatic; Spa.

1. INTRODUCCIÓN

El Balneario de Villavieja se encuentra situado en la localidad de Villavieja, en el borde interior de la comarca de la Plana en Castellón, a 39°51 N de latitud y 0°11′ W de longitud, y a 38 metros de altitud sobre el nivel del mar. Para este estudio se ha contado con los datos disponibles en el Banco Nacional de Datos Climatológicos de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) de la estación climatológica ordinaria de Nules, de indicativo 8450C, que está ubicada a tan sólo 2Kms de Villavieja por lo que

es plenamente representativa del entorno del Balneario. Esta estación dispone de datos de temperatura, precipitación y ocurrencia de meteoros de forma continuada desde el año 1979 hasta la actualidad.

Se ha contado con la ventaja de disponer para el resto de los parámetros climáticos no observados en la estación de Nules, como viento y humedad relativa, de los datos de la estación completa de Castellón-Almazora, de indicativo climatológico 8500A, que está ubicada en la capital de la Plana, a unos 24 Kms de distancia Villavieja, y que tiene unas características climáticas que son también suficientemente representativas del clima del entorno del Balneario. La estación de Castellón-Almazora dispone de datos completos desde el año 1976. Con anterioridad a este año existió en Castellón otra estación (número de indicativo climatológico 8501) que inició sus observaciones en el año 1911 y las finalizó en 1975.

Para el cálculo de los valores normales se ha utilizado en este trabajo el período de referencia y la metodología recomendados por la Organización Meteorológica Mundial (1,2), habiéndose procedido al relleno de las lagunas existentes según los métodos operativos establecidos en AEMET (3,4).

2. ESTUDIO TERMOMÉTRICO

2.1 Evolución de las temperaturas a lo largo del año. Variabilidad interanual de las temperaturas medias mensuales

En la Figura 1 se muestra la evolución a lo largo del año de los valores medios mensuales de las temperaturas diarias máximas y mínimas, así como los valores más altos y más bajos de los parámetros indicados dentro del período 1981-2010, que coincide con el adoptado como período de referencia en AEMET, siguiendo las recomendaciones de la Organización Meteorológica Mundial. Estos valores térmicos han sido obtenidos utilizando los datos de la anteriormente citada estación de Nules.

Del análisis de los datos se deduce que los valores medios mensuales de temperatura superan los 25º C en los meses de julio y agosto, siendo el mes de agosto el más cálido (26,3º C). Esta circunstancia es característica del clima de las áreas de España próximas al litoral, en particular en las de las regiones mediterráneas por la inercia térmica del mar mediterráneo, en el que se alcanzan al final del verano los valores más elevados de temperatura en la superficie. La oscilación térmica diaria es moderada y su valor medio es del orden de los 10º C. A diferencia de lo que sucede en el interior peninsular, esta oscilación térmica diurna se mantiene casi constante a lo largo del todo el año, con una temperatura media de las máximas en el mes de agosto de 31,3º C y una media de las mínimas de 20,9º C. Las noches tropicales (aquellas con

temperatura mínima superior a 20ºC) son muy frecuentes en Villavieja, al igual que en todas las zonas del litoral mediterráneo español.

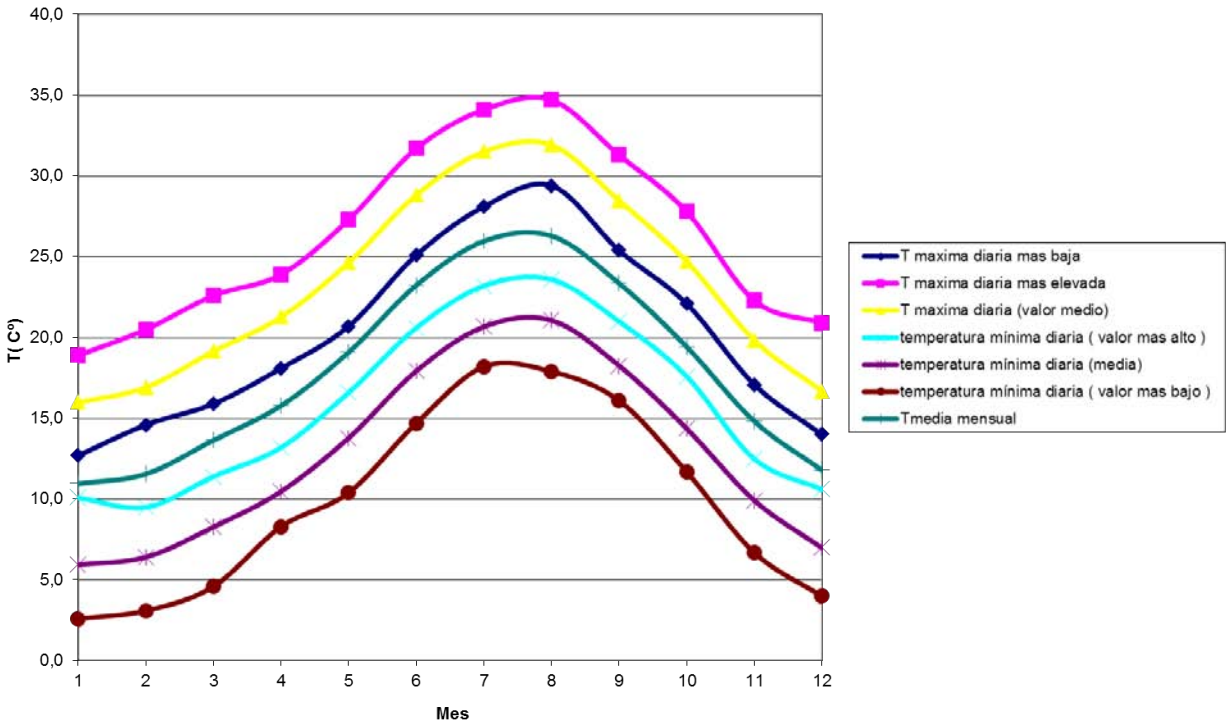


Figura 1. Diagrama termométrico del Balneario de Villavieja.

La variabilidad interanual de las temperaturas del verano se ha representado en las Figuras 2 y 3, en las que se presentan respectivamente las series temporales (1979-2014) de la temperatura media de las máximas diarias y de las mínimas diarias del mes de Julio. El valor medio más elevado de las temperaturas máximas diarias en Julio en el período considerado se registró en el año 2006 con 34,1º C, valor que fue superado en el mes de agosto de 2003 que tuvo una temperatura media de las máximas de 34,7º C. El valor más bajo se observó en el año 1980 con 28,1º C. En relación con el comportamiento de las temperaturas mínimas (Figura 3), el valor más alto se registró en julio de 1999, con 23,2º C, valor que fue superado en agosto de ese mismo año con 23,6º C. Como sucede en la mayoría de las estaciones meteorológicas de España, el mes más caluroso en promedio de toda la serie de 30 años fue agosto de 2003, debido a la ola de calor de excepcional intensidad y duración que afectó a gran parte de España durante la primera quincena del mes (5,6). El valor medio más bajo de las temperaturas mínimas de julio se observó en el año 1980 con 18,2º C. Este mes de julio de 1980 ha sido el más frío del conjunto de los meses de julio y agosto desde 1979 hasta la fecha.

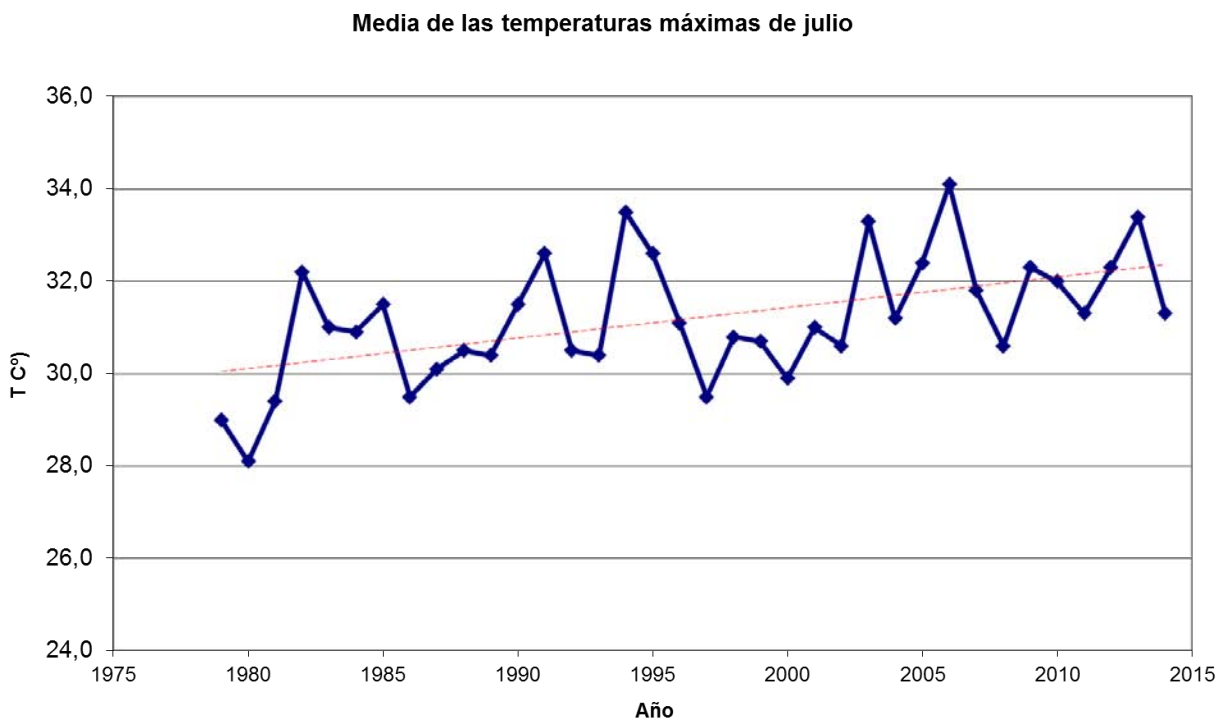


Figura 2. Variabilidad interanual de los valores medios de las temperaturas máximas diarias en julio en Villavieja.

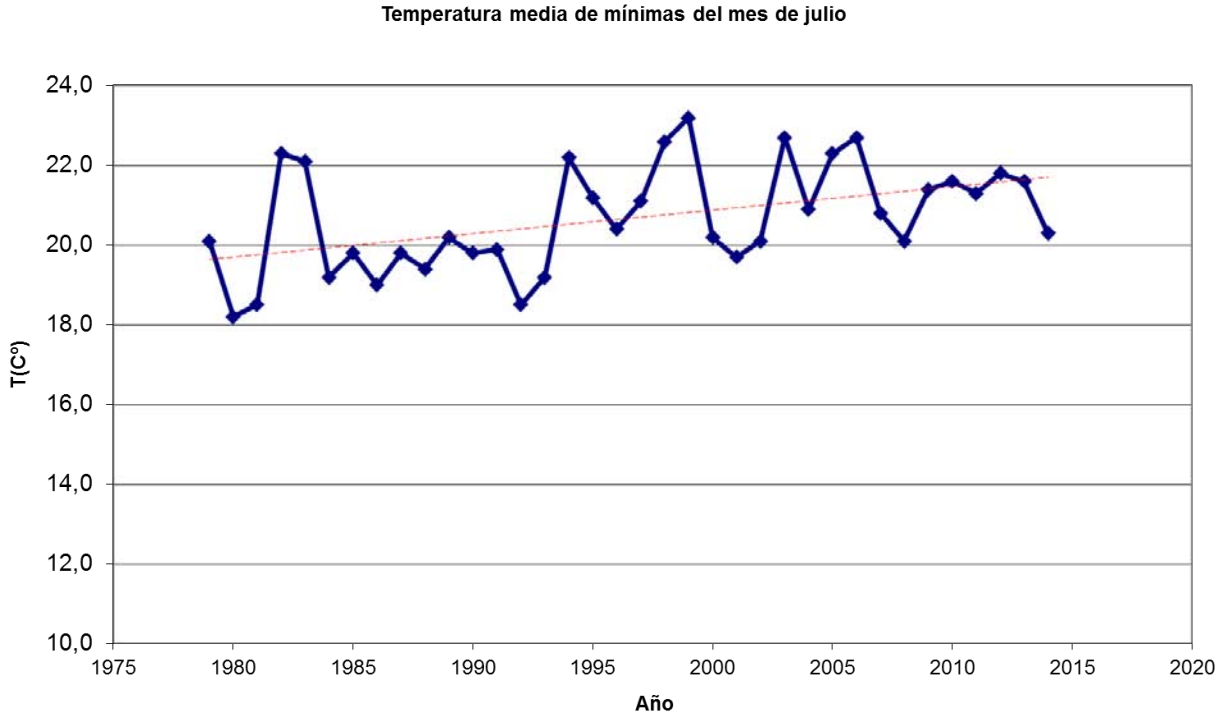


Figura 3. Variabilidad interanual de los valores medios de las temperaturas mínimas diarias en julio en Villavieja.

La variabilidad interanual de la temperatura media de las máximas diarias de julio es similar a la de las temperaturas medias de las mínimas, con un valor de la desviación típica en torno a 1,3º C. Se aprecia tanto en las máximas como en las mínimas una clara tendencia creciente de las temperaturas durante el período considerado, con un incremento de 0,66 C º por década en las temperaturas máximas y de 0,59 º C por década en las mínimas.

En relación con el comportamiento térmico de los meses invernales, las temperaturas medias mensuales quedan por debajo de los 15º C entre los meses de noviembre y marzo, siendo el mes de enero el más frío con una temperatura media de 11,0º C. En los meses de diciembre, enero y febrero la media de las temperaturas máximas es ligeramente inferior a los 17º C, con un valor mínimo de 16,0º C en enero, mientras que la media de las mínimas queda por debajo de los 7º C en los meses de diciembre, enero y febrero, alcanzando en enero el valor de 5,9º C.

La variabilidad interanual de las temperaturas del invierno se pone de manifiesto en los gráficos de las Figuras 4 y 5, en las que se incluyen respectivamente las series temporales (1979-2014) de la temperatura media de las máximas y media de las mínimas del mes de enero. El valor medio más elevado de las temperaturas máximas diarias en enero corresponde a los años 2001 y 2004 con 18,9º C, mientras que el valor más bajo se observó en el año 1993 con 12,7º C. En cuanto a las temperaturas mínimas, el valor más alto se registró en enero de 2001 con 10,1º C, mientras que el más bajo se registra en el año 1985 con 2,6º C.

La variabilidad interanual de las temperaturas en los meses invernales es mayor que correspondiente a los meses de verano, debido a que las condiciones meteorológicas son mucho más variables y no dependen en tanta medida del régimen de brisas costeras, dependiendo la evolución térmica a lo largo del día del hecho de que predominen las situaciones anticiclónicas, que dan lugar a fuertes oscilaciones térmicas diurnas o las situaciones de nubosidad abundante asociadas en general al predominio de los vientos de levante, que dan lugar a abundancia de nubosidad y escasa variación térmica a lo largo del día (7). Así resulta que la desviación típica es de 1,7º C para los valores medios mensuales de las máximas de enero y de 1,8º C en el caso de las mínimas, en torno a un 32% mayor que el mismo parámetro para las máximas y mínimas del mes de julio.

La oscilación térmica media diaria que se observa en los meses del invierno es casi igual a la de los meses veraniegos, alcanzando el valor más bajo en diciembre con 9,7º C, seguido de enero con una oscilación diaria media de 10,1º C, frente al valor de 10,8ºC que se observa en los meses de julio y agosto.

En las temperaturas medias del mes de enero se aprecia una tendencia a un incremento, tanto de las temperaturas diurnas como de las nocturnas, que es similar

al observado en verano en el caso de las temperaturas mínimas, de 0,64º C por década, pero bastante inferior al que se ha observado para el mes de julio en el caso de las temperaturas máximas, con un incremento de 0,35º C por década.

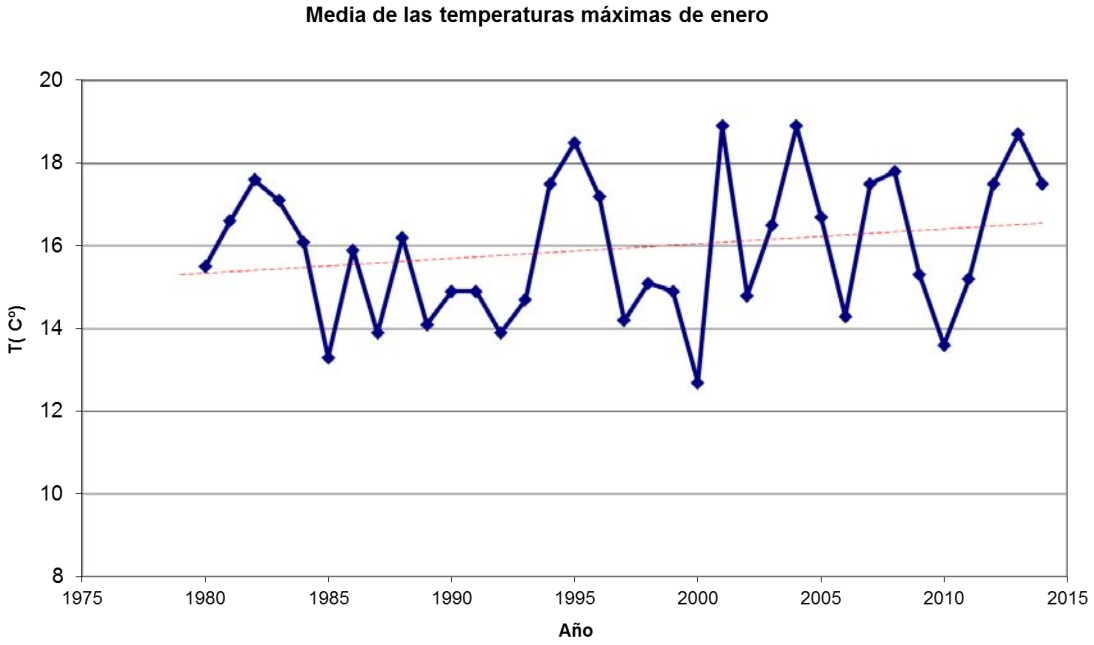


Figura 4. Variabilidad interanual de los valores medios de la temperatura máxima diaria en enero en Villavieja.

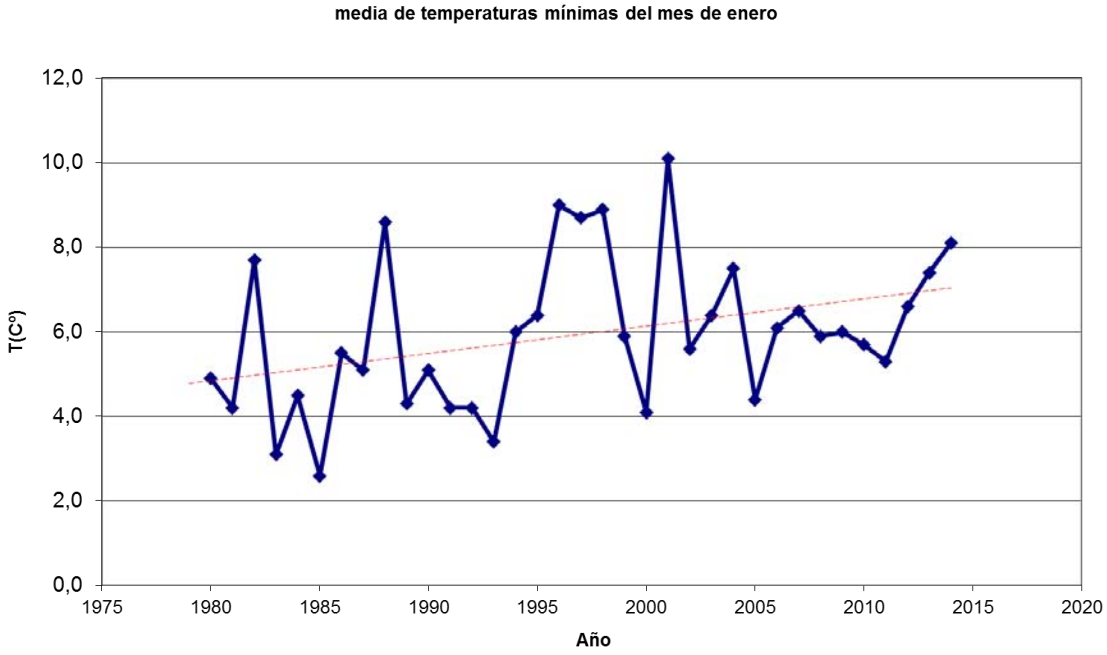


Figura 5. Variabilidad interanual de los valores medios de la temperatura mínima diaria en enero en Villavieja.

2.2 Valores térmicos extremos

En la Tabla 1 se recogen para cada mes del año los valores de las temperaturas máximas absolutas (Tmax) y la fecha en que se observaron (FTMax), las mínimas absolutas (Tmín) y la fecha correspondiente, así como los valores más elevados de las temperaturas mínimas (Tmaxmin) y los mas bajos de las temperaturas máximas (Tmínmax), junto con las fechas en que se produjeron (FTmaxmin y FTminmax). Todos estos datos corresponden a la estación de Nules para todos los datos disponibles (período 1979-2014).

Se puede observar que la temperatura máxima absoluta de todo el período se registró el día 27 de agosto de 2010, cuando se alcanzó el valor, realmente excepcional para esa zona de 44,0º C, en condiciones de vientos de poniente y bajo la acción de una masa de aire que se habían recalentado intensamente tras atravesar el Sistema Ibérico y descender hacia la zona litoral. El valor más bajo se registró el día 9 de enero de 1985 en el contexto de una ola de frío de gran intensidad y excepcional duración que, comenzando en la madrugada del 5 al 6 de enero de 1985 afectó a toda España durante casi dos semanas (6). Es también muy destacable la mínima de -2,0 º C registrada el 12 de marzo de 1984 debida a la rareza de que se produzcan heladas en una zona próxima al litoral mediterráneo en una fecha tan tardía.

Tabla 1. valores térmicos extremos de la estación de Nules.

INDICATIVO	MES	NOMBRE	TMAX	FTMAX	TMIN	FTMIN	TMAXMIN	FTMAXMIN	TMINMAX	FTMINMAX
8450C	1	NULES PUEBLO	27,0	25/01/1995	-5,0	09/01/1985	18,0	20/01/1998	4,0	06/01/1985
8450C	2	NULES PUEBLO	29,0	14/02/1990	-3,0	14/02/1983	17,0	12/02/2007	5,5	15/02/2010
8450C	3	NULES PUEBLO	30,0	12/03/1981	-2,0	11/03/1984	17,5	21/03/2001	7,5	27/03/2004
8450C	4	NULES PUEBLO	32,5	01/04/1980	2,5	13/04/1986	20,5	21/04/1999	7,5	16/04/1994
8450C	5	NULES PUEBLO	35,0	31/05/2010	6,0	11/05/1985	22,5	05/05/1999	11,0	07/05/2002
8450C	6	NULES PUEBLO	41,0	25/06/2007	9,0	07/06/1984	25,0	22/06/1997	15,5	19/06/1983
8450C	7	NULES PUEBLO	43,0	23/07/2009	14,0	10/07/1980	27,5	23/07/1999	22,0	06/07/1990
8450C	8	NULES PUEBLO	44,0	27/08/2010	15,0	27/08/1985	26,5	27/08/2012	20,5	02/08/1998
8450C	9	NULES PUEBLO	38,0	11/09/2014	10,5	24/09/1979	26,5	10/09/2014	15,5	22/09/1994
8450C	10	NULES PUEBLO	37,0	01/10/2013	5,5	29/10/2008	24,5	12/10/1997	12,0	26/10/1993
8450C	11	NULES PUEBLO	30,5	10/11/2002	-0,5	23/11/1988	20,0	04/11/1991	7,5	27/11/1985
8450C	12	NULES PUEBLO	30,0	05/12/2013	-3,0	31/12/1984	20,5	25/12/1995	3,5	15/12/2001

2.3 Número de días en los que las temperaturas extremas diarias superan una serie de umbrales.

En la zona de Villavieja las heladas son poco frecuentes, aunque no excepcionales, con un promedio de 2,8 días anuales de helada (días en los que la

temperatura mínima desciende por debajo de 0º C). Estas heladas se producen principalmente en las situaciones de vientos encalmados y cielos pocos nubosos que siguen a una entrada de vientos fríos del nordeste desde el interior de Europa. El período en el que se producen estas heladas se inicia en el mes de diciembre y finaliza a finales de febrero, si bien excepcionalmente pueden registrarse heladas en el mes de noviembre, como sucedió el día 23 de noviembre de 1988, cuando se alcanzó un valor mínimo de -0,5º C y asimismo puede haber excepcionalmente heladas en el mes de marzo, como la reseñada del 12 de marzo de 1984 cuando se observó un valor de -2,0 º C. Estas heladas son casi siempre de intensidad débil (de 0º C a -4º C) y sólo en caso de ocurrencia de una ola de frío excepcionalmente intensa pueden llegar a ser moderadas (de -4º C a -10º C), como en el caso antes citado de enero de 1985.

En cuanto a las condiciones de mínimas altas, en Villavieja, como sucede en todas las zonas del litoral mediterráneo, son muy frecuentes en los meses veraniegos las noches tropicales, definidas como aquellas en las que la temperatura mínima es superior a 20º C. Este umbral se rebasa en promedio en 24 días a lo largo del mes de agosto, en 22 días en el mes de julio y en 8 días en los meses de junio y de septiembre. La mínima más elevada registrada correspondió al día 23 de julio de 1999, con un valor de 27,5ºC. Si bien las mínimas superiores a 25ºC son muy poco frecuentes, se han observado muy esporádicamente en los meses de julio, agosto y septiembre. Fuera del período de junio a septiembre las noches tropicales son muy poco frecuentes, y normalmente suceden en situaciones de poniente con fuertes vientos que, si se mantienen en horas nocturnas, lleva a que apenas bajen las temperaturas. Tal fue la circunstancia que se dio de forma excepcional el día de navidad del año 1995 con una mínima registrada de 20,5º C.

Por lo que respecta a la climatología de los días calurosos, que son aquellos en los que la temperatura máxima alcanza o supera los 30º C, se registran en Villavieja en promedio 72 días de este tipo al año. Son muy frecuentes en los meses de agosto y julio, con 25 y 24 días en promedio respectivamente, mientras que en los meses de junio y septiembre el número medio de día calurosos es del orden de 10 días. Fuera del período de junio a septiembre, estas condiciones son muy poco frecuentes, si bien salvo en los meses de enero y febrero, se han producido en alguna fecha. Se puede citar como ejemplo la temperatura máxima de 30,0ºC registrada el 5 de diciembre de 2013.

3. ESTUDIO PLUVIOMÉTRICO Y SOBRE METEOROS

Utilizando los datos de la estación climatológica de Nules, se obtiene que en Villavieja la precipitación media anual es de 497mm (3). En la Figura 6 se representa la distribución de esta precipitación a lo largo del año. Se aprecia un acusado mínimo

pluviométrico estival centrado en el mes de julio, muy típico de los climas de tipo mediterráneo, con tan sólo 10mm de precipitación en promedio en dicho mes. En agosto se incrementa notablemente la precipitación, que alcanza en promedio los 27 mm, superando a la del mes de junio que es de 21mm. Esta circunstancia es debida al inicio de la temporada en la que se registran precipitaciones de tipo convectivo, que son especialmente frecuentes e intensas en los meses de septiembre y octubre, lo que da lugar a un acusado máximo de precipitaciones en la transición verano-otoño. Ello es debido a la combinación de una serie de factores, como las elevadas temperaturas superficiales del mar Mediterráneo y la llegada ocasional de masas de aire frío e inestable, lo que da lugar a condiciones propicias para la ocurrencia de precipitaciones intensas. Así la precipitación media es de 77mm en septiembre y 73 mm en octubre. A partir de octubre la precipitación mensual va disminuyendo gradualmente hasta alcanzar un mínimo relativo en el mes de marzo, con 31 mm, que es mucho menos acusado que el estival, seguido de un máximo relativo en la primavera, con 44mm en abril y 41mm en mayo.

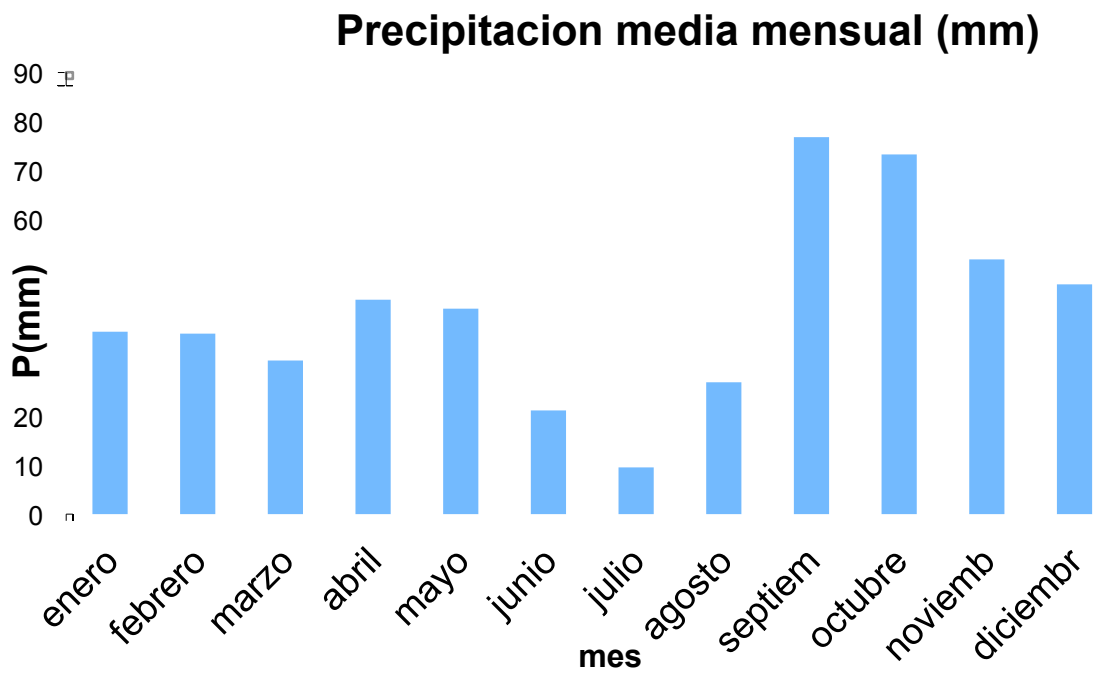


Figura 6. Distribución de la precipitación en Villavieja a lo largo del año. Valores medios mensuales (1981-2010).

El número medio anual de días de precipitación es de 69, con una distribución a lo largo del año que en este caso difiere significativamente del correspondiente a la precipitación media mensual, de forma que el mayor número de días de precipitación se observa en los meses de abril y mayo, con una media de entre 7 y 8 días y el menor en julio, con apenas 3 días en promedio. En los meses de otoño el número de días de precipitación mensual se sitúa entre 6 y 7, indicando que las intensas precipitaciones

otoñales producidas por situaciones de vientos de levante en superficie y condiciones de acusada inestabilidad en niveles medios y altos de la atmósfera se producen durante períodos de tiempo que son en general cortos.

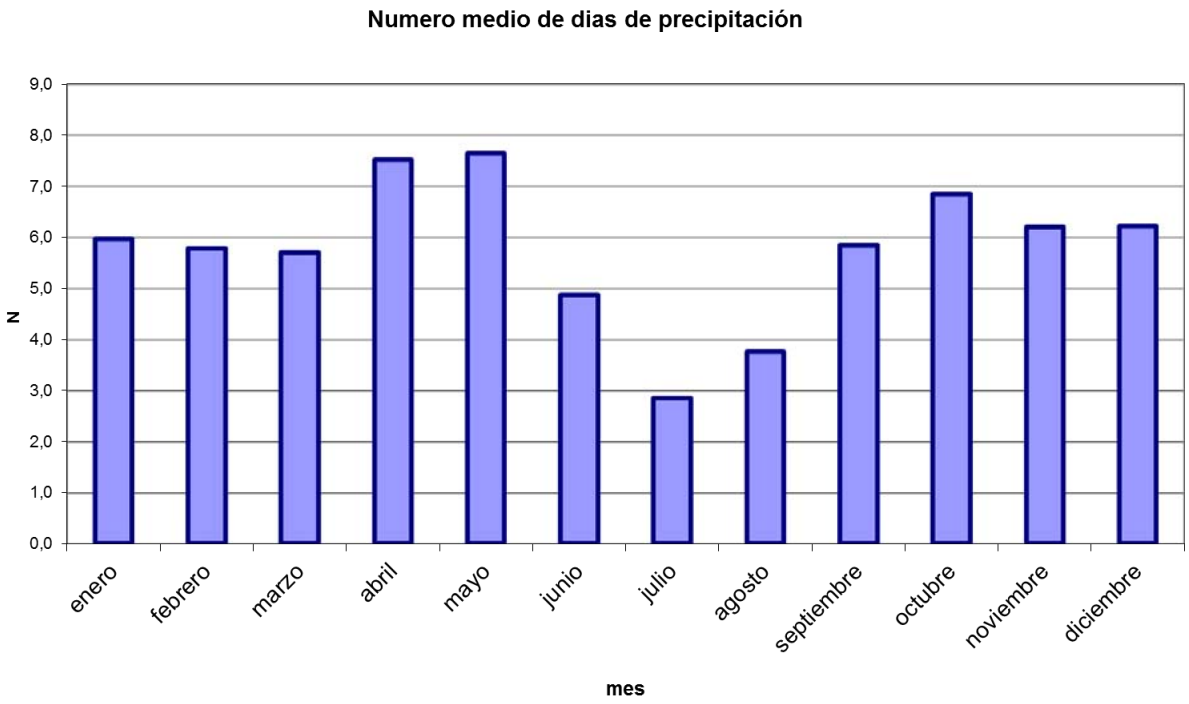


Figura 7. Distribución del número medio de días de precipitación en Villavieja (1981-2010).

Según se ha indicado anteriormente, en la zona de Villavieja, como en todas las de la vertiente mediterránea, las precipitaciones pueden ser ocasionalmente muy intensas, especialmente en los meses de septiembre y octubre, y con una frecuencia menor en los de noviembre y diciembre. Si bien estas precipitaciones intensas asociadas a situaciones de vientos de levante no son totalmente descartables en ninguna época del año, la probabilidad de las mismas es especialmente reducida en el mes de julio, cuando son excepcionales. Se han registrado valores de precipitación mensual acumulada superior a los 200mm desde 1979 hasta la fecha en 4 ocasiones en el mes de septiembre, en 3 en octubre y en 1 en los meses de noviembre y diciembre. La precipitación mensual máxima se registró en septiembre de 2009 con 378,9mm. El valor máximo de precipitación diaria observada con datos de la estación de Nules se registró el día 7 de septiembre de 2004 cuando se midió una cantidad de 171,5mm, seguido del 24 de octubre de 2001, día en que se registraron 142,5mm. Fuera del período de otoño, la precipitación más importante correspondió al 26 de marzo de 1983, con 87,3mm.

La nieve es un fenómeno excepcional en Villavieja, al estar casi al nivel del mar y muy cerca de la costa mediterránea, de forma que sólo en situaciones de grandes

olas de frío invernales con penetración de vientos de origen continental y con humedad suficiente es posible que ocurra este fenómeno. Así en todo el período analizado de 35 años desde 1979 hasta 2014 sólo se ha observado nieve en 6 ocasiones, 3 en el mes de enero (en los años 1981, 2006 y 2010), 2 en febrero (en 1983 y 2005) y 1 en marzo (1985).

La niebla es un fenómeno poco frecuente (3,7 días en promedio al año), pero se puede observar de forma muy ocasional dentro del período diciembre-abril, siendo más probable en la segunda mitad del invierno y primera mitad de la primavera, cuando empiezan a subir rápidamente las temperaturas del interior mientras el mar permanece aun relativamente frío. Así en los meses de febrero y marzo el número medio de días de niebla supera ligeramente el valor de 1. A partir de mayo y hasta el final del otoño prácticamente no se observa este fenómeno.

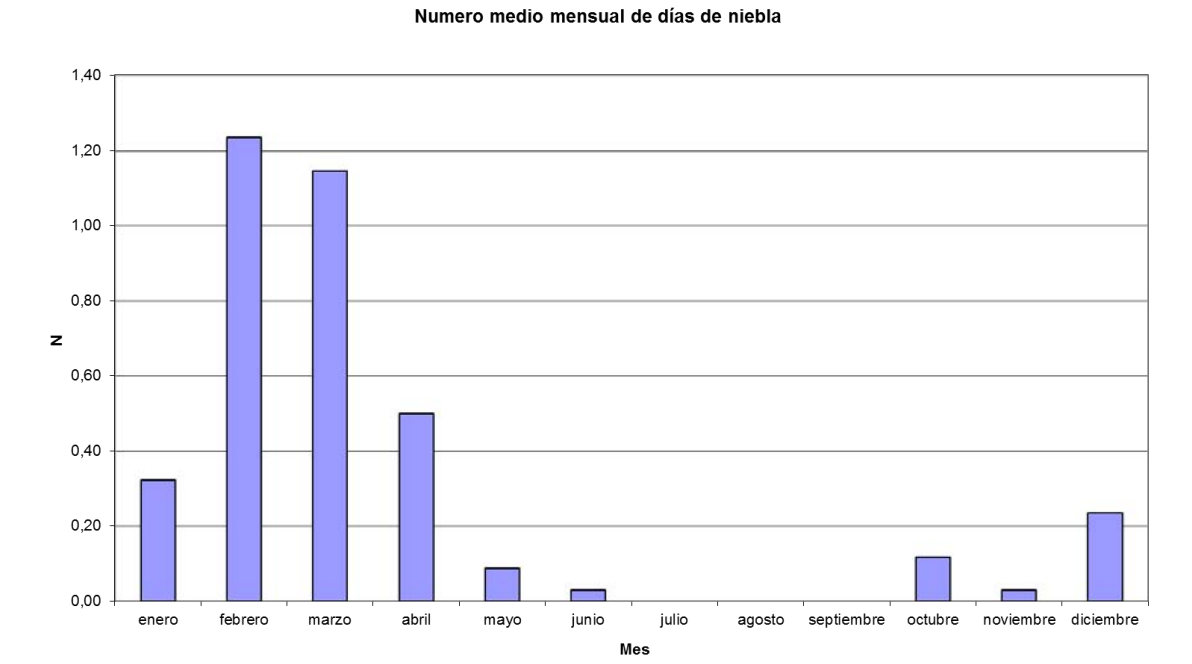


Figura 8: Distribución del número medio de días de niebla en Villavieja (1981-2010).

En invierno se producen escarchas asociadas a cielos despejados y vientos encalmados, después de una entrada de aire continental. La escarcha se observa con más frecuencia que el fenómeno de la helada, dado que se puede producir con temperatura mínima en garita algo superior a los 0ºC. El número medio anual de días de escarcha es de 8,4, siendo este fenómeno más frecuente en los meses de enero (3,2 días) y diciembre (2,6 días). En el conjunto del trimestre invernal se observa escarcha en el 8,6% de los días. Fuera del período diciembre-febrero la escarcha es excepcional y entre abril y octubre no se ha observado nunca.

En cuanto al granizo, debido a la gran irregularidad espacial y temporal en su distribución, es un fenómeno poco frecuente, con una frecuencia media de 0,8 días al año. Es algo más probable que ocurra en los trimestres de verano (0,35 días en promedio) y otoño (0,30 días), es ya muy infrecuente en primavera, y nunca ocurre durante el invierno.

4. ANÁLISIS DE LA HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa, con datos en este caso de la estación completa de Castellón-Almazora, varía de forma muy suave a lo largo del año, experimentando un ciclo anual poco marcado. Los valores máximos de humedad relativa se registran en el otoño, por la mayor abundancia de situaciones de levante, alcanzando unos valores medios del 69% en el mes de octubre y del 68% en septiembre y con un valor mínimo en los meses de primavera, manteniéndose prácticamente constante desde marzo a junio con un valor medio del 63%. Todos estos valores corresponden a la media de las observaciones de humedad relativa de las 07, 13 y 18 horas UTC.

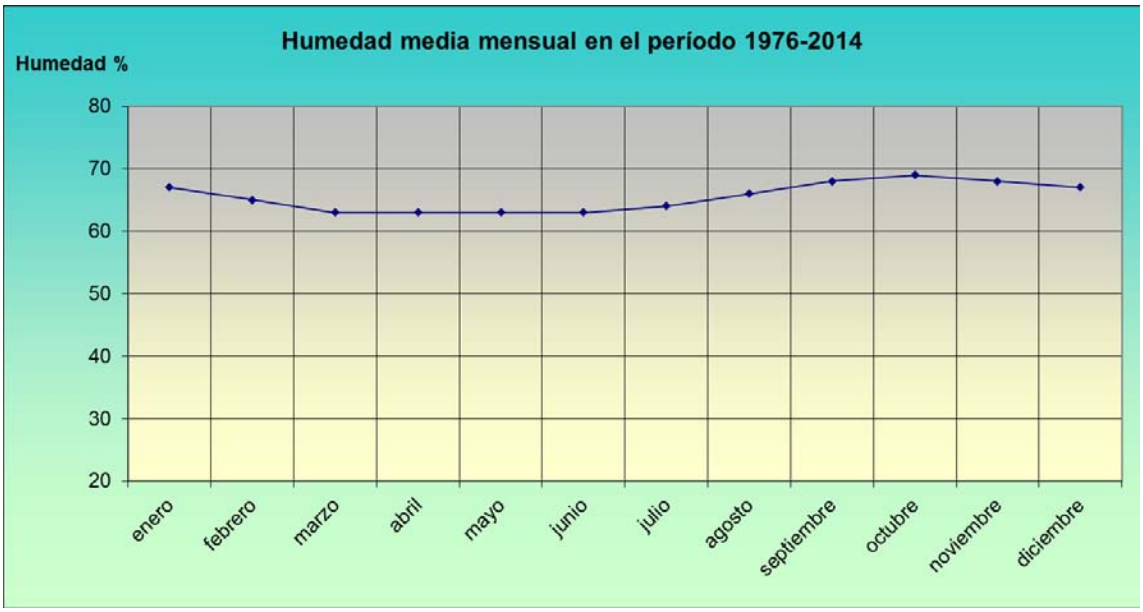


Figura 9. Valores medios mensuales de humedad relativa en Villavieja.

5. VALORES DE ALGUNOS ÍNDICES CLIMÁTICOS. ANÁLISIS BIOCLIMÁTICO

Para complementar el estudio climático del balneario de Villavieja se han obtenido los valores, con los datos disponibles, correspondientes a algunos índices climáticos, en particular los siguientes: el índice de aridez de Martonne (8, 9), el índice de pluviosidad de Lang, el índice de Johansson (10) y el índice de Gorezynski (11).

El índice de aridez de Martonne se calcula mediante la expresión:

$M = P/ (T+10)$

P es la precipitación media anual y T la temperatura media anual (Cº). El valor de M calculado con los datos climáticos de la estación de Nules es de 17,5, lo que corresponde a un clima semiárido de tipo mediterráneo.

El índice de pluviosidad de Lang: IL = P/T es de 27,2 por lo que se sitúa en la clasificación establecida por Lang dentro del rango de clima árido.

El índice de Johansson indica el grado de continentalidad de un clima y se define de la siguiente forma:

$K= 1,6(A / senL) -14.$

A es la diferencia entre las temperaturas medias mensual entre el mes más cálido y el mes más frío y L la latitud en grados.

El valor de K en este caso es 24,0, valor que se sitúa un tanto alejado del límite que delimita el clima continental. (K>30). Por ello según este criterio se trataría de un clima intermedio sin influencia continental apreciable.

Se ha aplicado así mismo y de forma complementaria el índice de Gorezynski, que también cuantifica el grado de continentalidad, y que tiene la expresión:

$IC= 1,7. (A / sen L+10) -14.$

El valor de IC es 20,0 por lo que según este criterio se situaría dentro de la clase de clima oceánico.

Por otro lado en el Atlas Climático Ibérico (12), se ha aplicado la clasificación climática de Köppen-Geiger, que ha sido recientemente modificada por Russel, Trawartha, Critfield y otros autores (13). Se obtiene como resultado de este análisis que la zona de Villavieja se sitúa prácticamente en el límite entre la zona de clima de tipo Csa (templado con verano seco y caluroso), que es el predominante en el centro peninsular, en el cuadrante suroeste y en la mitad norte de la vertiente mediterránea de España, y el área de clima tipo BSk, que ya es un tipo de clima árido (de estepa fría) muy característico de la zona sureste peninsular y de la parte central del valle del Ebro, observándose también en algunas áreas más reducidas del centro de Castilla-la Mancha, centro de Extremadura y sur de Mallorca (12).

Este resultado, en conjunción con los valores del resto de los índices, lleva a la conclusión de que el clima de Villavieja es de tipo mediterráneo, ya en transición hacia un clima tipo árido, si bien bastante suavizado por la influencia marítima en un régimen dominante de brisas y por el aporte de humedad de los vientos de levante.

Este análisis climático se ha complementado con un breve estudio de tipo bioclimático. Para ello se ha generado en primer lugar un diagrama temperatura

humedad a partir de los datos conjuntos de los valores medios mensuales de ambas variables, utilizando para ello los datos de la estación meteorológica completa de Castellón-Almazora y siguiendo una metodología similar a la que fue aplicada en los anteriores estudios de los Balnearios de Olmedo y de Alicún de las Torres (14).

Según se puede apreciar en el gráfico de la Figura 10, sólo en los meses de enero y febrero la sensación térmica predominante es de frío, si bien muy cerca del límite de la zona de bienestar térmico, que es la sensación que predomina en los meses de octubre y noviembre y en el período marzo-mayo. La sensación térmica dominante es de calor entre los meses de junio y septiembre.

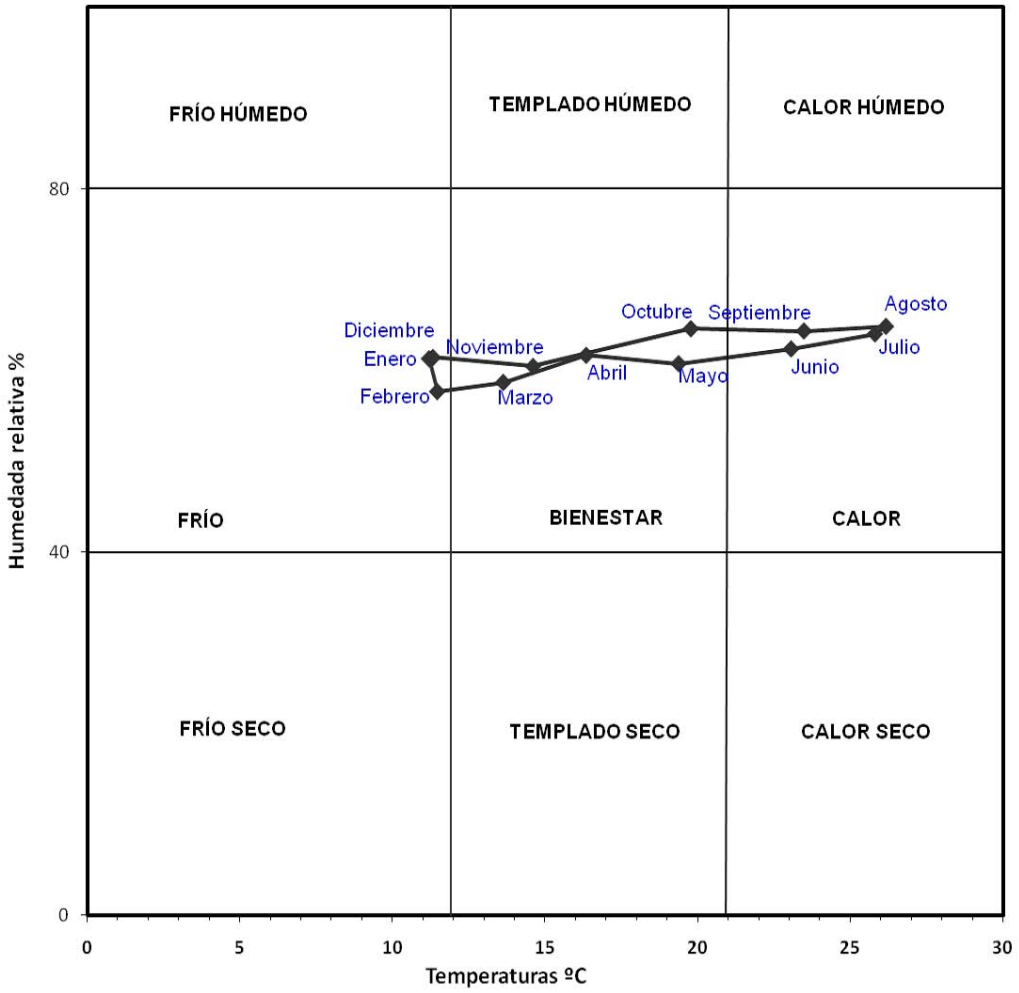


Figura 10. Diagrama temperatura-humedad de temperatura sentida del balneario de Villavieja. (Obtenido a partir de los datos de la estación de Castellón-Almazora).

Como ya se hizo en el estudio del balneario de Olmedo, se ha llevado a cabo un análisis complementario a partir del concepto de temperatura efectiva, tal como fue definida por Missenard (15), incluyendo también el efecto de la temperatura y la

humedad relativa. En la Tabla 2 se indican los tramos de temperatura efectiva que definen la clasificación climática de acuerdo con el criterio de Missenard.

Tabla 2. Clasificación climática según los valores de la temperatura efectiva de Missenard.

Rango de temperaturas efectivas	Categoría térmica
< -12ºC	Muy frío
-11,9ºC a 0ºC	Frío
0,1º C a 6ºC	Muy fresco
6,1º C a 12º C	Fresco
12,1º C a 18ºC	Suave
18,1ºC a 24ºC	Calor agradable
24,1ºC a 30ºC	Calor moderado
> 30ºC	Muy caluroso

En la Tabla 3 se han indicado los valores medios mensuales de las temperaturas efectivas de Missenard, junto con la correspondiente clase.

Tabla 3. Temperaturas efectivas medias mensuales según el criterio de Missenard.

Mes	**Temperatura efectiva media (Cº)**	**Categoría**
Enero	10,8	Fresco
Febrero	11,4	Fresco
Marzo	13,2	Suave
Abril	14,9	Suave
Mayo	17,7	Suave
Junio	21,2	Calor agradable
Julio	23,7	Calor agradable
Agosto	24,1	Calor moderado
Septiembre	21,7	Calor agradable
Octubre	18,2	Calor agradable
Noviembre	13,6	Suave
Diciembre	11,6	Fresco
Anual	16,9	Suave

6. ANÁLISIS DEL VIENTO

Los datos de viento a 10 metros han sido obtenidos de la estación meteorológica automática de Olmedo, considerando todos los datos disponibles (período 1976-2014). A partir de estos datos se han generado las rosas de viento (Figuras 11, 12, 13 y 14), en las que se representan gráficamente las frecuencias de ocurrencia de los valores de viento según dirección y velocidad media para cada una de las estaciones. Según se puede apreciar las direcciones dominantes del viento en primavera son, con similar frecuencia, el oeste-noroeste y el este-sureste, con una frecuencia máxima de vientos con velocidad de entre 7 y 14 Km./h y un porcentaje de calmas muy reducido, del 5,5%. En verano predominan ya claramente los vientos del este al sureste correspondientes al régimen de brisas, con un porcentaje de calmas de tan sólo el 5,0%. En los trimestres de otoño e invierno los vientos dominantes soplan desde tierra, de componente oeste-noroeste. Debido a la menor influencia del régimen de brisas y a la abundancia de situaciones de tipo anticiclónico, el porcentaje de vientos en calma alcanza en los meses invernales el valor del 12,57% y en los de otoño el 9,5%, disminuyendo también respecto al período de primavera y verano el número de días en los que la velocidad del viento supera los 15 Km/h.

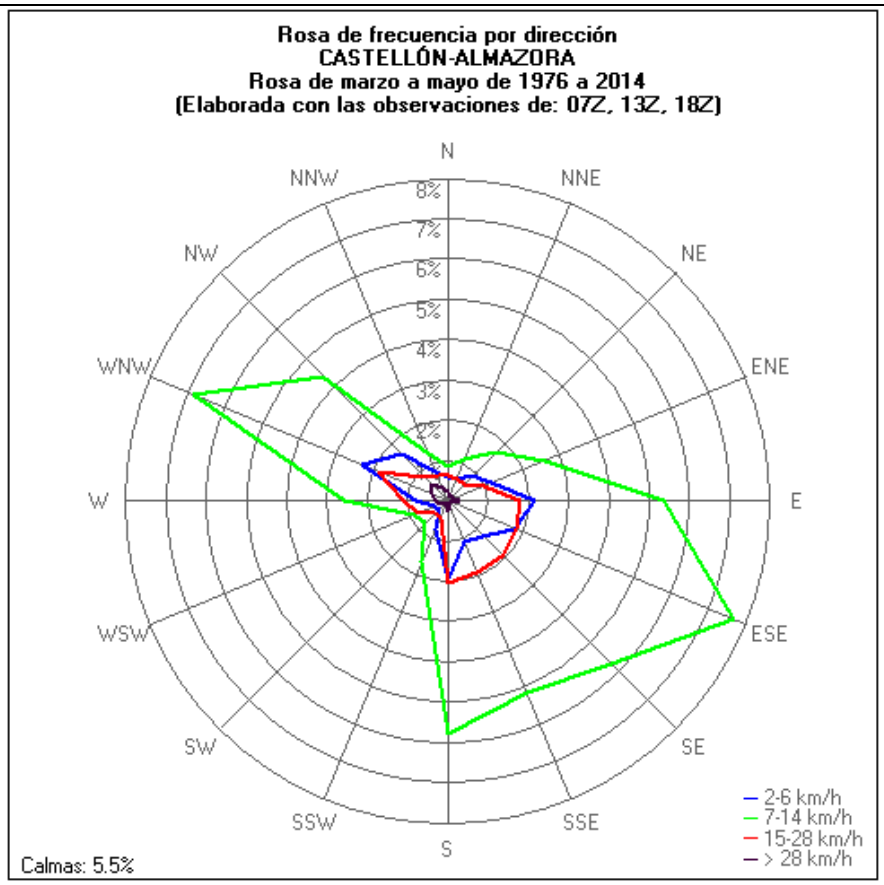


Figura 11. Rosa de vientos de la estación de Castellón-Almazora correspondiente a los meses primaverales.

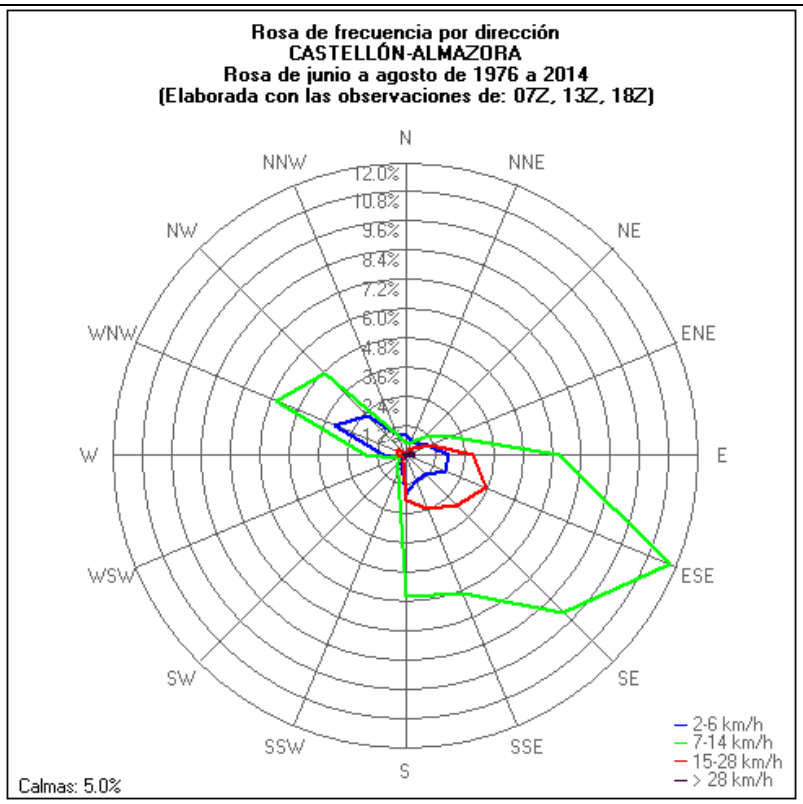


Figura 12. Rosa de vientos de la estación de Castellón-Almazora correspondiente a los meses de verano.

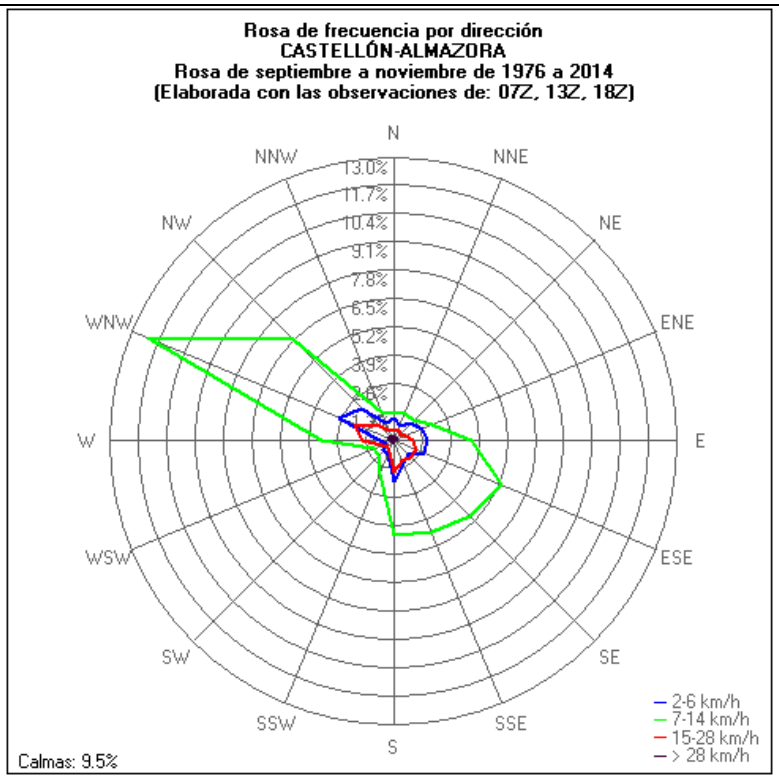


Figura 13. Rosa de vientos de la estación de Castellón-Almazora correspondiente a los meses de otoño.

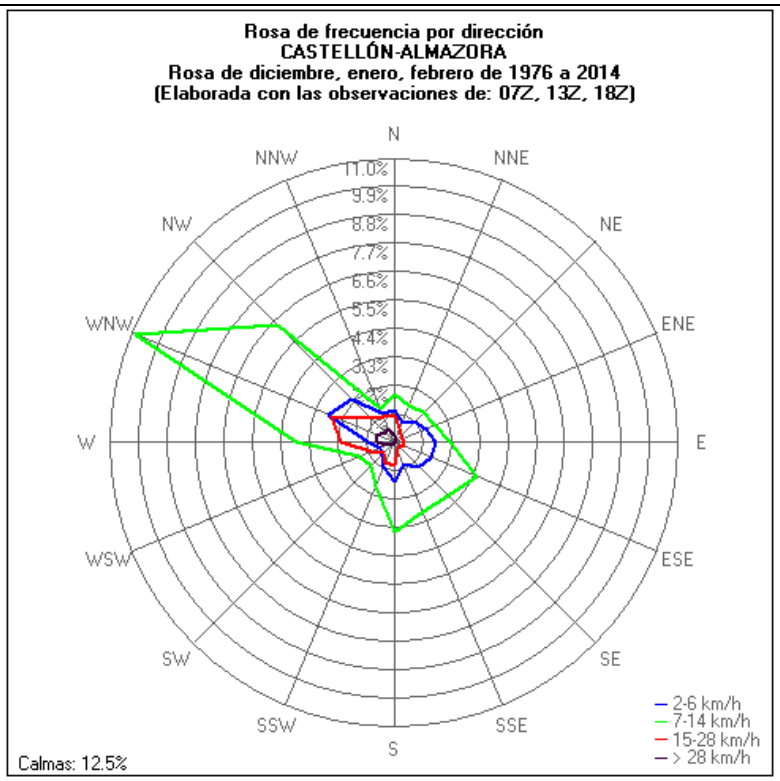


Figura 14. Rosa de vientos de la estación de Castellón-Almazora correspondiente a los meses de invierno.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. OMM. Guía de prácticas Climatológicas. OMM-100 (2011). Ginebra (Suiza). Disponible on line en: http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/guide/documents/wmo_100_es.pdf

2. WMO, 1989. Calculation of monthly and annual 30-year standard normals. WCDP-No 10, WMO-TD/No341.

3. Botey R, Guijarro JA, Jiménez A. Valores normales de precipitación 1981-2010. Madrid: Agencia Estatal de Meteorología de España "AEMET", Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2013. Disponible on line en:

http://www.aemet.es/es/conocermas/publicaciones/detalles/Valores_mensuales_1981_2010

4. Agencia Estatal de Meteorología de España "AEMET" (2011). Guía resumida del clima en España (1981-2010). Disponible on line en

http://www.aemet.es/es/conocermas/publicaciones/detalles/guia_resumida_2010

5. Flores C, López JA. Extremos de Temperatura. En: Calendario Meteorológico 2010. Madrid: Agencia Estatal de Meteorología, Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino, 2009; pp 266-78.

6. Rodríguez C. Olas de calor y frío en España desde 1975. En: Calendario Meteorológico 2013. Madrid: Agencia Estatal de Meteorología, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2012; pp. 280-300.

7. Font I. Climatología de España y Portugal. Madrid: Instituto Nacional de Meteorología, 1983.

8. De Martonne E. Une nouvelle fonction climatologique: L'Indece d'aridite. La Meteorologie 1926 ; 2 : 449–58.

9. De Martonne E. Traité de Geographie Physique. Paris, 1941. 3 v.

10. Johansson OV. Die Hauptcharakteristika des jährlichen Temperaturganges. Gerlands Beitr. Z. Journal of Geophysics 1931; 33: 406–28.

11. Gorczynski W. Sur le calcul du degré de continentalisme et son application dans la climatologie. Geografiska Annaler 1920; 2: 324–31.

12. AEMET e Instituto de Meteorologia de Portugal. Atlas Climático Ibérico. Madrid: Agencia Estatal de Meteorologia, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2011.

13. Essenwanger OM. General Climatology 1C: Classification of Climates. Elsevier Science, 2001.

14. Mantero F, Galván Y. Climatología del Balneario de Alicún de las Torres. An R Acad Nac Farm 2009; 75 (E): 781-98.

15. Gregorzuk M, Cena K. Distribution of effective temperature over the surface of the Earth. Int J Biometer 1967; 11: 145-9.

ESTUDIO 7

Estudio de los suelos de los alrededores del Balneario de Villavieja de Nules (Castellón de la Plana)

Title in English: *Study soil around the spa in Villavieja de Nules (Castellón de la Plana)*

Antonio López Lafuente[1*], Inmaculada Valverde Asenjo[1], José Ramón Quintana Nieto[1], Ana de Santiago Martín[2], Concepción González Huecas[1]

[1]Departamento de Edafología, Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. Plza. Ramón y Cajal s/n. 28040 Madrid, España. [2]Department of Civil Engineering and Water Engineering, Faculty of Science and Engineering, Laval University, G1K 7P4 Quebec, Canada.

An. Real. Acad. Farm. Vol 82, Special Issue (2016) pp. 127-141.

RESUMEN

El suelo es la primera barrera natural que han de atravesar los compuestos depositados en la superficie terrestre para llegar a los acuíferos. Conocer las propiedades fisicoquímicas que intervienen en los procesos de infiltración, así como saber el tipo de suelo, son parámetros esenciales que nos permite analizar el riesgo de contaminación que afecta la composición del agua subterránea. En este trabajo se describen los factores ambientales de la zona, y se analizan algunas de las propiedades químicas, físicas y mineralógicas de cuatro suelos característicos de los alrededores del Balneario de Villavieja de Nules (Castellón de la Plana). Para ello se ha obtenido el contenido en: C, N, pH, CE, CIC y CO_3^{2-}, así como se ha determinado: textura, densidad aparente, densidad real, porosidad, parámetros hidráulicos y la mineralogía de la fracción arcilla. De los resultados se desprende que las características ambientales de la zona, junto a los tipos de suelos analizados ralentizan los procesos de flujos descendentes.

Palabras clave: Propiedades del suelo; suelos contaminados; Agua subterránea; Balnearios.

ABSTRACT

Soil is the first natural barrier that has to be crossed by the compounds deposited on the Earth's surface to reach aquifers. Knowing about the physicochemical properties involved in the infiltration processes, as well as the soil type, are essential parameters which allows us to analyze the risk of contamination affecting the composition of groundwater. In this work, the environmental factors of the area around the Balneario de Villavieja Nules (Castellón de la Plana) are described, and some of the chemical, physical, and mineralogical characteristics of four soils are analyzed. Most particularly C, N, pH, CE, CIC y CO_3^{2-}, as well as texture, bulk density, particle density, porosity, hydraulic parameters and clay fraction mineralogy were determined. The results showed that the environmental characteristics of the area, together with the types of soil analyzed slow down the water flow processes.

Keywords: Soil properties; Contaminated Soils; Groundwater; Spas.

1. INTRODUCCIÓN

El suelo es la primera barrera natural que han de atravesar los compuestos depositados en la superficie terrestre para llegar a las aguas subterráneas. La forma de depositarse, el tiempo de penetrabilidad y su naturaleza, están relacionadas con la composición química de las aguas. Por otro lado, la presión antropogénica debida fundamentalmente a la agricultura, la industria y el urbanismo, está causando irreversibles degradaciones en la composición de las aguas (1). Por ello, conocer los factores ambientales, los suelos y la zona no saturada, así como el uso del territorio, son parámetros esenciales para estudiar la vulnerabilidad y el riesgo de contaminación de agua subterránea, lo que es imprescindible para su gestión y protección (2).

El concepto de vulnerabilidad está basado en el hecho de que el entorno natural proporciona una protección a las aguas subterráneas frente a los impactos antrópicos, especialmente con respecto a los contaminantes que se depositan en la parte superficial del ecosistema (3).

En la actualidad, hay gran variedad de métodos utilizados para estudiar la vulnerabilidad de las aguas subterráneas. El método GOD, desarrollado en 1987 (4) establece la vulnerabilidad del acuífero, como una función de la inaccesibilidad de la zona saturada, desde el punto de vista hidráulico, a la penetración de contaminantes y a la capacidad de atenuación de las capas superficiales. El índice DRASTIC (5), es un sistema diseñado para elaborar cartografías de vulnerabilidad frente a la contaminación por plaguicidas utilizados en la agricultura. El método AVI (6), se utiliza para cuantificar la vulnerabilidad natural de un acuífero por medio de la resistencia hidráulica vertical (CT) al pasar los flujos de agua por diferentes estratos de suelos que sobreyacen al acuífero. En todos ellos las características y propiedades de la zona no saturada juega un papel importante para determinar la afección del contaminante.

Son muchos los trabajos que relacionan propiedades del suelo y aguas subterráneas. Moreno Merino et al. (7) analizan las características edáficas de suelos carbonatos que influyen en la vulnerabilidad de las aguas subterráneas. Tesorioro y Voss (8) estudian la dinámica de nitratos en aguas que subyacen a suelos con diferentes texturas. Nolan y Hitt (9) investigan la vulnerabilidad de los pozos de agua subterránea y de agua potable poco profunda a la contaminación por nitratos en Estados Unidos. Dusek *et al.* (10) analizan la permeabilidad del suelo, los niveles de oxígeno, y regímenes de flujo, en relación al movimiento descendente de pesticidas y compuestos orgánicos volátiles. Dusek *et al*. (10) y Šimůnek y van Genuchten (11) simulan el flujo de agua y transporte de contaminantes en el subsuelo proporcionado

un enfoque estructurado para analizar el riesgo de contaminación en respuesta a estos factores.

Es pues el suelo uno de los sistemas naturales que, en todos los métodos para evaluar la vulnerabilidad, ha de estudiarse. El análisis de algunas de sus propiedades, en concreto aquellas que determinan la física del mismo, nos permite identificar los regímenes de flujo, lo que resulta de gran utilidad para conocer el grado de protección del suelo sobre las aguas subterráneas.

El objeto de este trabajo es describir los tipos de suelos más representativos de la zona y analizar aquellas propiedades de los suelos que controlan los flujos de agua a lo largo del perfil.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

El tipo de paisaje que se encuentra en las inmediaciones del Balneario de Villavieja, situado en el suroeste de la provincia de Castellón, está caracterizado por la presencia de suelos de color rojo intenso que contrastan con el color blanco grisáceo de los materiales litológicos. Localizado en centro urbano de Villavieja, presenta unos alrededores de relieves escarpados en la zona noroeste y llano con cultivo de naranjos y mandarinos en la zona sureste, en dirección al mar.

La litología del terreno circundante está constituida por materiales pertenecientes al Cuaternario, corresponde a la Comarca de La Plana baja, formado por arcillas rojas con cantos y costras zonales; y materiales del Triásico, en las estribaciones de la Sierra de Espadán, formado por argilitas y areniscas del Buntsandstein, margas y yesos del Keuper, junto a calizas dolomíticas (12, 13). Sobre los materiales más recientes se desarrollan suelos arcillosos cuyo uso fundamental es el cultivo de cítricos, y en la zona del glacis, suelos poco desarrollados (14). Sus aguas están clasificadas como sulfatadas cálcicas y cloruradas, de mineralización media: 929 mg/L de residuo seco. Tienen características de aguas mesotermales con una temperatura en el punto de captación de 42 ºC (15).

El uso del territorio que rodea al balneario es agrícola con un predominio de cultivos leñosos de regadío que ocupa mayoritariamente el área perteneciente a la Plana. Las labores realizadas para el acondicionamiento de los terrenos a las exigencias agrícolas, junto a la utilización de abonos inorgánicos, modifica las propiedades naturales de los suelos, lo que podría tener influencia en la composición de las aguas subterráneas.

La población de Villavieja se localiza en el sector suroriental de la provincia de Castellón de la Plana, al pie de las estribaciones de Sierra Espadán, a unos 7 km de la costa. En el término municipal se distinguen dos sectores, la zona perteneciente a La Plana, situada al este, dedicada al cultivo de cítricos: naranjos y mandarinos, y la zona situada a la espalda de la población, dirección oeste, donde comienza una brusca elevación que se corresponde con las primeras pendientes de Sierra Espadán. (Foto 1). Encinas (*Quercus rotundifolia* Lam.), alcornoques (*Quercus suber* L.) y melojos (*Quercus pirenaica,* Willd) como autóctonos, y pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill.) de repoblación, es la población arbórea dominante (16).



Foto 1. Paisaje de Villavieja de Nules.

2.2 Muestro de suelos

Los suelos fueron tomados en un glacis antiguo (12) situado a lo largo del camino en dirección oeste hacia la cumbre del cerro del Castillo, a diferentes altitudes entre 40 y 115 msnm, perfiles I, II y III. El perfil IV se localiza en la zona de La Plana a 2 km del pueblo en dirección al mar. La toma de muestras ser realizó teniendo en cuenta la variabilidad litológica, topográfica, de vegetación y de usos del territorio, encontrada.

2.3 Métodos analíticos

Todas las suspensiones y disoluciones se prepararon con agua purificada Milli-Q (>18M Ωcm) y con reactivos de alta pureza de Merck (Alemania) y Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, EE.UU.). El material de vidrio empleado fue lavado con una solución acuosa de HNO_3 0,1% durante 24 h y se aclaró con agua desionizada tipo I agua (Sistema de Purificación de Agua, Younglin, Aqua MAX-Basic serie 360).

Los análisis se realizaron en la fracción fina del suelo (< 2 mm), de acuerdo con los métodos propuestos por ISRIC (17), y se determinaron los siguientes parámetros: El análisis granulométrico se llevó a cabo previa oxidación de la materia orgánica con peróxido de hidrógeno, la dispersión de las muestras se realizó con hexametafosfato de sodio y agitación durante 8 h. La fracción arena se separó por tamizado, las fracciones limo y arcilla se determinaron utilizando el método de la pipeta de Robinson. El contenido de nitrógeno total se midió por análisis elemental en un analizador (LECO CNS 2000). El carbono orgánico total (COT) se cuantificó por oxidación húmeda de acuerdo con Walkeley–Black (18), empleando un valorador automático 665 Dosimal (Metrohm). La capacidad de cambio catiónico se extrajo con una solución de 1M NH_4OAc a pH 7,0. La concentración de Ca y Mg, se cuantificó por espectroscopía de absorción atómica (AAS) (Analytikjena NovAA 300) y, por espectroscopía de emisión de llama, utilizando un Sherwood 410, la concentración de Na y K. Se realizaron dos réplicas de cada uno de los análisis y los valores medios obtenidos fueron empleados para los cálculos. El pH se determinó en una suspensión suelo:agua con una relación 1:2,5 (p/v), medido en un pH metro Crison GPL21. La conductividad eléctrica se midió en una suspensión agua:suelo con una relación 1:5 (p/v), medida en un conductivímetro modelo Crison micro CM 2200. El $CaCO_3$ se determinó por el método de neutralización ácida. Se siguió el procedimiento de Soil Survey Staff (19) para la determinación de la densidad aparente, de la densidad real y de la humedad del suelo a capacidad de campo. La porosidad se obtuvo indirectamente, por cálculo, a partir de los valores de las densidades real y aparente (20). La determinación de la curva de retención de agua del suelo (pF-curva) se realizó en muestras alteradas (17).

La composición mineralógica de las muestras de suelo fueron examinadas por difracción de rayos X (DRX) utilizando un equipo EQ 0434520 31 02 (X'Pert MPD) (se realizaron análisis continuos de 3-60º y con una velocidad de 0.04º por segundo). La fracción arcilla se examinó en muestras secadas al aire, calcinadas a 550ºC y solvatadas con etilén glicol (21). Los análisis semicuantitativos fueron realizados según la metodología propuesta por Tributh (22).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Descripción morfológica de los suelos

El perfil I se localiza a la salida del pueblo, en dirección a la Sierra del Espadán, a 150 m de las últimas casas, formado a partir de depósitos de pie de monte, constituido por areniscas y argelitas con cantos encostrados superficiales (12). Presenta este suelo un escaso desarrollo, con un horizonte Ah superficial de 5 cm, de

color pardo rojizo, estructura granular. Está muy enraizado con predominado de raíces grandes. Alta proporción de trozos de roca incluida no alterada de pequeño tamaño. El horizonte subyacente (AC), hasta los 45 cm de profundidad, es de color pardo rojizo oscuro y estructura en bloques subangulares, gran cantidad de raíces de tamaño medio y fino. Muy pedregoso con trozos de roca incluida de tamaño medio y grande (Tabla 1).

El perfil P II, localizado a 100 m del anterior siguiendo el camino ascendente del cerro del Castillo. Desarrollado a partir de argelitas y areniscas (12), tiene una profundidad de 40 cm sobre la roca compacta. Presenta un horizonte Ah superficial de 10 cm de color rojo fuerte y estructura granular, gran proporción de raíces de pequeño tamaño, límite difuso con horizonte subyacente. El horizonte Bt tiene color rojo, estructura en bloques subangulares. La cantidad de raíces respecto al horizonte suprayacente es menor, predominando las de tamaño medio. Contacto lítico (Tabla 1).

El perfil P III, se localiza en la parte alta del cerro del Castillo, a una altitud de 110 msnm. Suelo tomado entre las grietas que dejan las argilitas y areniscas (12), presenta un color rojo amarillento y estructura en bloques subangulares. Presencia de raíces de pequeño tamaño. Gran inclusión de rocas de tamaño medio y grande las no alteradas, y de pequeño tamaño las alteradas (Tabla 1).

El perfil P-IV se localiza en el sector La Plana, a 2 km del pueblo en dirección al mar, desarrollado a partir de material del cuaternario, constituido por cantos englobados en una matriz arcillosa rojiza con cemento calcáreo (12). Presenta un horizonte superficial de 30 cm (Ap), de color pardo oscuro. Estructura en bloques subangulares. Muy enraizado, con raíces de tamaño medio y fino. Da ligera reacción con HCl, lo que indica la presencia de Ca CO_3. Hay trozos de roca incluidos no alterados con gran variedad de tamaño, su límite es difuso con el horizonte subyacente. A partir de los 30 cm de profundidad, aparece un horizonte AC, con gran cantidad de trozos de roca incluida no alterada. Color pardo. Estructura en bloque subangulares. Da reacción con HCl (Tabla 1).

Tabla 1. Características morfológicas de los suelos.

Horz.	Prof. cm	Munsell Color (seco)	Munsell Color (húmedo)	Text.†	Estruct.¶	Resistancia ruptura (húmedo)#	Fragmentos rocosos ††	Límites §
				Perfil P-I				
Ah	0-5	5YR5/4	5YR4/4	fa	1mgr	mfr	3G	go
AC	5-45	5YR3/4	5YR5/4	fa	2m bs	mfr	3P	go
				Perfil P-II				
Ah	0-10	2,5YR3/6	2,5YR5/6	fra	3m gr	mfr	2GP	go
Bt	10-40	2,5YR4/6	2,5YR5/6	r	2m bs	fi	1G	cl
				Perfil P-III				
Bt	35-60	5YR4/6	5YR5/6	ra	1mbs	fi	2G	cl
				Perfil P-IV				
Ap	0-30	7,5YR3/4	7,5YR5/4	fra	1m sb	fr	2GP	d
AC	30-55	7,5YR5/4	7,5YR6/4	fra	2m sb	fr	2GP	d

† Textura: fa, franco-arenosa; fra, franco-arcillo-arenosa; r, arcillosa; ra, arcillo-arenosa.
¶ Estructura: 1, débil; 2, media; 3, fuerte; f, fina; m, mediano.
gr, granular; sb, bloque subangular.
Resistencia a la ruptura: mfr, muy friable; fr, friable; fi, firme.
†† Fragmentos rocos: cantidad 1, 2 y 3 corresponde a < 5%, 5-15% y 15-50%, respectivamente, G, grava; GS, mezcla de grava y piedra; P, piedra.
§ Límite: go, gradual ondulado; d, difuso; cl, contacto lítico.

3.2. Propiedades químicas de los suelos

El perfil P-I tiene un escaso desarrollo edáfico de tipo A/C, con profundidades que no superan los 50 cm a lo largo del transepto. El pH está próximo a la neutralidad, sin variaciones destacables entre ambos horizontes. Los valores de conductividad eléctrica ponen de manifiesto la ausencia de sales solubles. El carbono orgánico está presente en cantidades moderadas en ambos horizontes, esto mismo sucede con el contenido de N. La capacidad total de cambio presenta valores moderados en el horizonte superficial disminuyendo, marcadamente, en el horizonte subyacente. El Ca es el catión mayoritario y el complejo de cambio está saturado (Tabla 2).

En el perfil P-II el contenido en carbono orgánico es bajo en el horizonte superficial disminuyendo notablemente en el horizonte subyacente. El N total sigue la misma evolución. Los valores de pH, ligeramente básicos, aumentan en el horizonte más profundo. La capacidad de cambio presenta unos valores bajos a lo largo de todo el perfil, siendo el Ca el catión mayoritario. El perfil P-III (Foto 2), presenta unas características similares al anterior. Tomado entre las gritas de la roca, solo aparece el horizonte Bt con propiedades similares en toda la zona. (Tabla 2).



Foto 2. Suelo representativo de la zona.

El perfil P-IV tiene unos valores de pH moderadamente básicos que están en consonancia con los contenidos de Ca CO_3, que aunque no muy altos si aparecen en proporciones significativas. El complejo de intercambio iónico muestra valores moderados debidos, probablemente, a la composición mineralógica de la fracción arcilla. Está saturado, y es el Ca el catión predominante. La presencia de raíces de diverso tamaño en todo el perfil, junto al bajo contenido de carbono orgánico, nos indica actividad antrópica producto del laboreo que se hacen para el mantenimiento de los árboles frutales (Tabla 2).

Tabla 2. Parámetros físico-químicos seleccionados de los suelos del entorno del Balneario de Villavieja.

				Materia orgánica			Complejo de Cambio				
Horz.	Prf.	pH	CE	C	N	CIC	Ca	Mg	Na	K	Carb.
	cm	H_2O	dS m^{-1}	g kg^{-1}		cmol kg^{-1}					g kg^{-1}
					Perfil P-I						
Ah	0-5	7,2	0,07	36,4	3,1	26,3	31,7	3,8	0,5	0,3	16,8
AC	5-45	7,4	0,03	28,5	0,9	17,9	31,3	3,1	0,7	0,3	23,3
					Perfi P-II						
Ah	0-10	7,2	0,10	17,3	1,4	21,2	33,0	5,4	2,3	1,1	--
Bt	10-40	7,8	0,07	5,8	0,8	16,7	36,1	8,6	0,4	0,2	--
					Perfil P-III						
Bt	35-60	7,1	0,14	13,3	1,8	18,1	30,7	4,5	0,3	0,8	--
					Perfil P-IV						
Ap	0-30	8,1	0,13	7,5	1,1	16,7	28,7	3,1	0,3	1,5	80,2
AC	30-55	8,2	0,08	2,3	0,1	11,5	32,2	1,3	0,2	0,5	91,1

CE = Conductividad eléctrica; CIC = Capacidad de intercambio catiónico; Carb. = Carbonato cálcico equivalente.

3.3 Propiedades físicas de los suelos

Las propiedades físicas, Tablas 3, 4 y 5, nos van a indicar la capacidad del suelo para regular la circulación del agua, del aire y la movilidad de los organismos, lo que permitirá analizar la permeabilidad y los procesos de infiltración.

Como se puede ver en la Tabla 3 hay un predominio de los tamaños de partícula más groseros, las fracciones arena gruesa y arena fina suman en todos los casos más del 50%, a excepción del horizonte Bt del Perfil II, donde la proporción mayoritaria es de arcilla, más del 53%. Por otro lado, también es de destacar la igualdad en la proporción de arena fina en todos los suelos, con ligeras oscilaciones a lo largo del perfil. Este hecho, junto a la forma redondeada del grano mineral, tiene una notable influencia en la porosidad, ya que un tamaño homogéneo en una de las fracciones, facilita la penetrabilidad, resultando menos eficaz el empaquetamiento de las partículas (7).

Tabla 3. Distribución del tamaño de partícula de los suelos del entorno del Balneario de Villavieja.

Horz.	Prof. cm	Arena gruesa	Arena fina	Limo	Arcilla	Textura
		%				
			Perfil P-I			
Ah	0-5	51,10	24,48	10,82	13,60	Franco-arenoso
AC	5-45	52,63	24,25	8,72	14,40	Franco-arenoso
			Perfil P-II			
Ah	0-10	35,73	26,15	10,70	27,42	Franco-arcillo-arenoso
Bt	10-40	19,67	21,90	5,05	53,38	Arcilloso
			Perfil P-III			
Bt	35-60	23,88	30,20	6,20	39,72	Arcillo-arenoso
			Perfil P-IV			
Ap	0-30	38,98	22,99	9,25	28,78	Franco-arcillo-arenoso
AC	30-55	40,27	25,32	11,24	23,17	Franco-arcillo-arenoso

En la Tabla 4 se muestran los valores calculados de porosidad, oscilan entre 43% y 57%, son, por tanto, cantidades relativamente elevadas. Dado el tipo de materia orgánica, y la escasa profundidad de los horizontes superficiales, es fundamentalmente la textura quien determina el grado de porosidad. Como se ve en la Tabla 3, es en el Perfil I de textura Franco-arenosa, en ambos horizontes, donde la porosidad es más elevada, 53 y 57% respectivamente. En el Perfil IV con texturas más arcillosas, la porosidad disminuye, y son los Perfiles II y III con texturas arcillosas donde la porosidad es menor.

Los valores observados en el estudio de densidades siguen el patrón habitual en suelos, ya que la densidad real (valores comprendidos entre 2,6 y 2,9 g/cm^3)

únicamente depende de la proporción de los componentes del suelo, mientras que la densidad aparente está relacionada con el contenido y naturaleza de la materia orgánica y materia mineral, así como con su forma de estructurarse. En general podemos ver (Tabla 4), valores similares entre ellos a lo largo de los perfiles, lo que indica la mayor influencia de los componentes minerales sobre los componentes orgánicos.

Tabla 4. Parámetros físicos seleccionados de los suelos del entorno del Balneario de Villavieja.

Horz.	Prof.	Densidad aparente	Densidad real	Porosidad
	cm	g/cm^3		%
		Perfil P-I		
Ah	0-5	1,53	2,88	53,33
AC	5-45	1,53	2,68	57,10
		Perfil P-II		
Ah	0-10	1,40	2,67	48,24
Bt	10-40	1,27	2,95	43,32
		Perfil P-III		
Bt	35-60	1,33	2,73	48,51
		Perfil P-IV		
Ap	0-30	1,40	2,70	51,85
AC	30-55	1,43	2,71	52,76

En la Tabla 5 se muestran los parámetros de retención de agua en los suelos, relacionados con la permeabilidad. Como se puede ver los valores en cada uno de los perfiles son muy similares entre sí y a lo largo del perfil. No hay diferencias apreciables en ninguno de los paramentos analizados, no obstante, se distingue un aumento en el contenido de agua retenida a capacidad de campo en aquellas muestras con texturas más finas, lo que impide la pérdida de agua del suelo por drenaje rápido. Derivado de esta situación, son los horizontes más profundos de los Perfiles II y III, ricos en arcilla, los que presentan los menores valores en conductividad hidráulica y, por tanto, dificultan en mayor medida, la movilización de sustancias a lo largo del suelo. Por el contrario, cabe destacar el notable aumento que se observa en los valores de conductividad hidráulica en el Perfil I y la menor cantidad de agua retenida a capacidad de campo, consecuencia del tipo textural que presenta este suelo. El Perfil

IV muestra valores intermedios aunque sus propiedades, sobre todo en superficie, están modificadas como consecuencia de la actividad antrópica.

Tabla 5. Parámetros hidráulicos seleccionados de los suelos del entorno del Balneario de Villavieja.

Horz	Prof.	Punto marchitamiento	Capacidad campo	Agua saturación	Agua disponible	Conductividad hidráulica
	cm	cm^3 agua/cm^3 suelo				cm/h
			Perfil P-I			
Ah		0,10	0,19	0,42	0,09	1,61
AC		0,11	0,19	0,42	0,08	1,43
			Perfil P-II			
Ah		0,16	0,25	0,47	0,09	0,32
Bt		0,29	0,39	0,52	0,10	0,12
			Perfil P-III			
Bt		0,22	0,31	0,50	0,10	0,14
			Perfil P-IV			
Ap		0,17	0,26	0,47	0,09	0,28
AC		0,14	0,33	0,46	0,09	0,48

3.4. Mineralogía de la fracción arcilla

Los resultados del análisis mineralógico de la fracción arcilla de los suelos seleccionados se resumen en la Tabla 6. En todas las muestras encontramos como minerales dominantes, presencia de ilitas y de caolinitas. El cuarzo es el mineral no laminar en todos los suelos.

El Perfil I se caracteriza por presentar ilitas como filosilicatos más abundantes de la fracción arcilla, con fuertes reflexiones a 0.98 nm y 0.49 nm en agregados orientados que se intensifican cuando calentamos las muestras a 550ºC. La presencia de caolinita se pone de manifiesto por la pequeña reflexión a 0.72 nm en agregados orientados que desaparece cuando sometemos las muestras a tratamiento térmico. En los dos horizontes de este perfil se detecta trazas de esmectitas por el ligero hinchamiento que se produce cuando tratamos las muestras con etilén-glicol. La reflexión a 0.33 nm nos indica la presencia de cuarzo. Esta composición mineralógica pone de manifiesto que el suelo está poco evolucionado dado que son minerales

heredados del material original. Esto junto con las condiciones climáticas de la zona, corrobora que la alteración mineral está limitada.

Las observaciones efectuadas en los difractogramas de rayos-X de la fracción arcilla del Perfil II y del Perfil II muestran características similares al Perfil I. Cabe destacar la mayor proporción de ilitas en el horizonte Bt y las elevadas proporciones de esmectitas, perteneciente al grupo de minerales 2:1 hinchables, debido al incremento del espaciado a 1,7 nm cuando las muestras se solvatan con etilenglicol.

La fracción arcilla del Perfil IV, está caracterizada por la presencia de micas-ilitas y caolinita bien cristalizadas por la simetría de las difracciones en los diagramas de DRX. La esmectita aparece en mayores proporciones en el horizonte AC. Como minerales no laminares se observó la presencia de calcita por las reflexiones a 0.22nm y 0.30 nm. Las ligeras reflexiones detectadas a 0,77 nm y 0,42 nm pueden indicar presencia de yeso. Se detectó cuarzo en los dos horizontes. Estos mismos resultados fueron observados por Jiménez Ballesta *et al.* (23) estudiando Inceptisoles sobre materiales carbonatos en Castellón de la Plana.

Tabla 6. Componentes minerales de la fracción arcilla determinados por difracción de rayos-X [a].

Horizonte	Caolinita	Ilita	Clorita	Esmectitas	Cuarzo	Calcita
			Perfil P-I			
Ah	+	++	-	trazas	+	-
AC	+	++	trazas	trazas	++	-
			Perfil P-II			
Ah	+	+	-	-	+	-
Bt	+	+++	-	++	+	-
			Perfil P-III			
Bt	++	++		+	+	-
			Perfil P-IV			
Ap	+	++	-	-	+	trazas
AC	+	++	-	++	+	+

[a] La abundancia de los componentes estimados por difracción de rayos-X: +++, 25-50%; ++, 10-25%; +, 2-10%; traza < 2%.

4. CLASIFICACIÓN DE SUELOS

El Perfil I se ha desarrollado a partir de materiales del Triásico sin que se observen diferencias apreciables entre los horizontes. Esto es debido, por una parte, a la naturaleza del material original, areniscas y conglomerados, fácilmente

meteorizables, y por otra, a las condiciones climáticas y de pendiente, mayor del 15% que favorece la erosión superficial. Lo que hace que estén limitados los procesos de alteración química, y que sea la herencia el principal proceso formador. Por las características morfológicas y los datos de las propiedades fisicoquímicas y mineralógicas, este suelo está dentro de los Entisoles. El tipo de régimen climático en el que se ha formado y la condición de "típico" a nivel de subgrupo permite clasificarle como Xerorthent típico (24). En la sistemática FAO (25) quedaría clasificado como Regosol eútrico.

En el Perfil II, la presencia del horizonte Bt producto de la acumulación de arcilla, le encuadra dentro de los Alfisoles y por estar desarrollado bajo clima mediterráneo con un régimen xérico, en el suborden Xeralf. Por tener un hue de 2,5YR, un value en húmedo de 3 o menos y un value en seco no mayor de 1 unidad más alta que el value en húmedo, se clasifica como Typic Rhodoxeralf (24). En la sistemática FAO (25) se incluye entre los Luvisoles crómicos. El perfil P-III, presenta una características similares al anterior, tomado entre las gritas de la roca, solo aparece el horizonte Bt con propiedades similares en toda la zona. Por presentar contacto lítico se le clasifica como Lithic Haploxeralf (24). En la sistemática FAO (25) se incluiría dentro de los Luvisoles crómicos. El horizonte Bt de estos suelos se ha formado por un proceso de argilización tras un proceso de lixiviación de carbonatos, con posterior rubefacción.

En el Perfil IV, la presencia de un horizonte B, los contenido en carbonato cálcico y la presencia de alto proporciones de materia orgánica en superficie, con características de Ap, nos permite clasificar este suelo como Xerocrept cálcico (24), o Cambisol cálcico en sistemática FAO (25).

5. CONCLUSIONES

Las condiciones climáticas de la zona, con escasas precipitaciones y alto grado de evapotranspiración, el material litológico formado por roca consolidada, la topografía escarpada, la abundante vegetación, junto a los tipos de suelos bien estructurados con proporciones elevadas de materia orgánica en horizontes superficiales y texturas arcillosas en los horizontes más profundos, son factores que favorecen la protección de las aguas subterráneas, ya que ralentizan los procesos de lavado y lixiviación de los diferentes tipos de contaminantes, procedentes de las deposiciones superficiales que se puedan producir en la zona.

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Comunidad de Madrid (CAM) a través de la Red CARESOIL, Ref. P2013/ MAE-2739.

7. REFERENCIAS

1. Kazakis K, Voudouri S. Groundwater vulnerability and pollution risk assessment of porous aquifers to nitrate: Modifying the DRASTIC method using quantitative parameters. Journal Hidrology 2015; 525: 13-25.
2. Patrikaki O, Kazakis N, Voudouris K. Vulnerability map: a useful tool for groundwater protection: an example from Mouriki Basin, North Greece. Fresenius Environ Bull 2012; 21 (8c): 2516–21.
3. Vrba J, Zaporozec A. Guidebook on mapping groundwater vulnerability. Int Contrib Hydrol 1994.
4. Foster SSD. Vulnerability of soil and groundwater to pollutions. Hydrol Proc Inf 1987; 20 (17): 116–21.
5. Aller L, Bennett T, Lehr JH, Petty RJ, Hackett G. DRASTIC: A Standardized System for Evaluating Ground Water Pollution Potential Using Hydrogeologic Settings EPA-600/2-87-035. 1987.
6. Van Stempvoort D, Ewert L, Was-senaar L. AVI: A method for groundwa'ter protection mapping in the prairie prov-inces of Canada. Prairie Provinces Water Board Report 114, Regina, SK. 1992.
7. Moreno Merino L, González Huecas C, López Lafuente A. Características edáficas condicionantes de la vulnerabilidad a la contaminación de aguas subterráneas situadas bajo Fluvisoles calcáricos. Boletín Geológico y Minero 1999; 106-2: 149-60.
8. Tesoriero AJ, Voss FD. Predicting the probability of elevated nitrate concentrations in the Puget Sound Basin: implications for aquifer susceptibility and vulnerability. Ground Water 1997; 6 (35): 1029-39.
9. Nolan BT, Hitt KJ. Vulnerability of shallow groundwater and drinking-water wells to nitrate in the United States. Environ Sci Technol 2006; 40: 7834-40.
10. Dusek, J, Dohnal M, Vogel T, Ray C. Field leaching of pesticides at five test sites in Hawaii: modeling flow and transport. Pest Manag Sci 2011; 67: 1571-82.
11. Šimůnek J, Van Genuchten MT. Modeling nonequilibrium flow and transport processes using HYDRUS. Vadose Zone J 2008; 7 (2): 782-97.

12. IGME. Instituto Geológico y Minero de España, Mapa geológico de España nº 641-642. Escala 1:50.000, Castellón de la Plana. Islas Columbretes. 1995.
13. IGME. Instituto Geológico y Minero de España, Mapa geológico de España nº 640. Escala 1:50.000 (Segorbe), Castellón de la Plana. 1997.
14. MAGRAMA. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España, Mapa de cultivos y aprovechamiento de España nº 641-642. Escala 1:50.000 Castellón de la Plana. Islas Columbretes. 1978.
15. Balneario de Vilavieja de Nules. Disponible en (http://www.balneariovillavieja.com/)
16. Rivas-Martínez S. Memoria de series de vegetación de España. 1:400.000. Madrid: ICONA, 1987.
17. ISRIC. Procedures for Soil Analysis, 3th ed. Wageningen: International Soil Reference and Information Center, 2002.
18. Walkley A, Black A. A critical examination of rapid methods for determining organic carbon in soils. Soil Science 1974; 62, 251–4.
19. Soil Survey Staff. Procedures for collecting soils samples and methods of analysis for soil survey. USDA-SCS Soils Survey Investigation Rept. Nº1 1984. Washington D.C.: U.S. Government Printing Office, 1984.
20. Brady NL, Weill RR. The nature and properties of soils. 20th ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1999.
21. Brindley GW, Brown G, (Eds). Crystal Structures of Clay Minerals and Their X-Ray Identification. London: Mineralogical Society, 1980.
22. Tributh H. Qualitative und quantitative Bestimmung der Tonmineral in Bodentone. In: Tributh H., Lagalym G, Eds. Berichte der Deustschen Ton- und Tonmineralgruppe e. V., DTTG 1991: pp. 37-85.
23. Jiménez Ballesta R, Guerra A. Inceptisoles sobre materiales carbonatados en clima Mediterráneo de la provincia de Castellón de la Plana. Anales de Edafología y Agrobiología 1980; XXXIX (12):19-35.
24. Soil Taxonomy. Claves para la Taxonomía de Suelos. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio de Conservación de Recursos Naturales. 11ª Edición. 2010.
25. FAO. World reference base of soil resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. Rep. 106. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2014.

ESTUDIO 8

Vegetación del entorno del Balneario de Villavieja

Title in English: *The vegetation of Villavieja spa environment*

Daniel Sánchez-Mata[1*], Miguel Ladero Álvarez[2]

[1]Departamento de Biología Vegetal II, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid; [2]Herbario de la Universidad de Salamanca. [*]dsmata@ucm.es

An. Real. Acad. Farm. Vol 82, Special Issue (2016) pp. 142-163.

RESUMEN

Se resume el conjunto de la vegetación natural más importante reconocido en el entorno geográfico del Balneario de Villavieja, localizado en La Vilavella (Castellón, Comunidad Valenciana). Destaca en el entorno, fuertemente antropizado, el Parque Natural de la Sierra de Espadán, como lugar emblemático en la comarca y con un importante valor ecológico y naturalístico. Los factores edáficos, bioclimáticos y biogeográficos son los principales condicionantes del desarrollo de las diferentes comunidades vegetales (tanto etapas maduras, de carácter forestal, como etapas seriales) estructuradas en las respectivas series de vegetación que pueden ser delimitadas en el entorno de este importante y singular espacio protegido. El Balneario de Villavieja es un pórtico excepcional para la visita obligada al entorno protegido de la Sierra de Espadán.

Palabras clave: Balneario de Villavieja; La Vilavella; vegetación de Castellón; Parque Natural de la Sierra de Espadán.

ABSTRACT

The main natural vegetation units recognized within the geographic area of Villavieja spa (Castellón) are summarized. We focuse our study on the 'Sierra de Espadán' Natural Park, as protected area with an important ecological and naturalistic value within this territory. The edaphic, bioclimatic and biogeographic factors are the main drivers for the different plant communities development -both mature (with a forestal character) and seral stands- structured within the respective vegetation series we can delimite in this important and great protected area. The Villavieja spa is a magnificent door for the obliged visit to the 'Sierra de Espadán' Natural Park.

Keywords: Villavieja spa; La Vilavella; vegetation of Castellón; Sierra de Espadán Natural Park.

1. INTRODUCCIÓN Y SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La Vilavella o Villavieja (conocida asimismo como Villavieja de Nules) es una localidad situada en la parte suroriental de la provincia de Castellón al pie de una estribación de la Sierra de Espadán cuyas elevaciones últimas aparecen como

internadas ya en el área de La Plana, presentando aquí su anchura mínima. La distancia al litoral costero es de unos de siete kilómetros (Figura 1).

A nivel paisajístico resalta el contraste tan acentuado que exhiben sus dos sectores: la zona perteneciente a La Plana (hacia el sureste y la costa) y la parte montañosa, que se eleva bruscamente a las espaldas de la población y que abarca buena parte de su término (hacia el noroeste). Es en este sector donde, a escasos kilómetros, se encuentran los límites del Parque Natural de la Sierra de Espadán, espacio protegido singular y de un importante valor ecológico-naturalístico, sin duda, el gran atractivo de esta parte de la provincia castellonense.

En el presente estudio seguiremos en el ámbito taxonómico, salvo indicación de autoría expresa, las propuestas de los volúmenes publicados de *Flora iberica* (1) o, en su defecto, lo compendiado en *Flora Europaea* (2); en Sintaxonomía las propuestas de Rivas-Martínez y otros (3, 4, 5) que se ven implementadas con la incorporación lógica de las últimas aportaciones en el esquema sintaxonómico que se incluye en esta contribución.



Figura 1. La Vilavella, auténtica encrucijada, ubicada entre las montañas de la Sierra de Espadán y La Plana.

2. EL PARQUE NATURAL DE LA SIERRA DE ESPADÁN. RESEÑA SOBRE EL MEDIO FÍSICO

El Parque Natural de la Sierra de Espadán se sitúa en la Comunidad Valenciana, al sur de la Provincia de Castellón, englobando un total de 19 municipios (8 de ellos

sólo parcialmente) de las comarcas Plana Baja, Alto Mijares y Alto Palancia. Este hecho lo convierte en el espacio natural protegido de mayor extensión de la provincia de Castellón y el segundo más extenso de la Comunidad Valenciana.

De los 19 municipios implicados, 11 tienen todo su término municipal dentro de los límites del parque natural: Aín, Alcudia de Veo, Almedíjar, Azuébar, Chóvar, Eslida, Fuentes de Ayódar, Higueras, Pavías, Torralba del Pinar y Villamalur; mientras que los 8 restantes (Alfondeguilla, Algimia de Almonacid, Artana, Ayódar, Matet, Sueras, Tales y Vall de Almonacid), sólo están incluidos parcialmente (Figura 2).

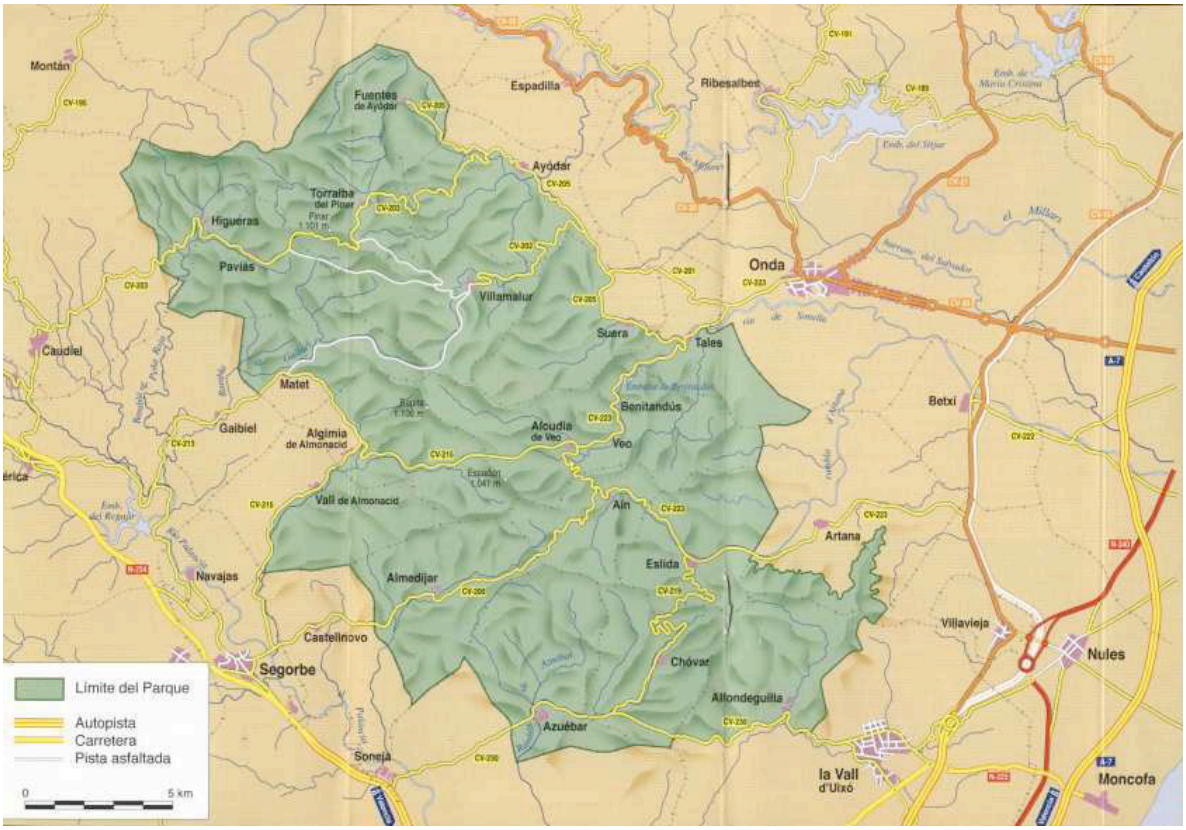


Figura 2. Delimitación territorial del Parque Natural de la Sierra de Espadán.

La Sierra de Espadán, que constituye junto con la Sierra Calderona una de las estribaciones más orientales del Sistema Ibérico, fue declarada Parque Natural de la Comunidad Valenciana el 29 de septiembre de 1998. En total, el espacio protegido abarca 31.180 Ha.

Esta sierra forma parte de las últimas estribaciones del Sistema Ibérico, muy cerca ya del mar Mediterráneo, y se orienta casi perpendicular a la costa, en dirección NO - SE, con unos 60 km de longitud y 1.200 km^2 de extensión. Se encaja entre las vegas de los ríos Mijares y Palancia, que la ciñen por el Norte y Sur, respectivamente.

El estudio de su topografía nos revela que no presenta una altitud demasiado elevada ya que sus montañas más altas apenas superan los mil metros como el Pico de La Rápita (1106 m snm), el Alto del Pinar (1101 m) o el Pico Espadán (1099 m).

Su relieve es abrupto, hecho que se ve reforzado por su proximidad a la costa y el arranque de sus primeras elevaciones desde los llanos circundantes de La Plana y los valles del Palancia y Mijares. Su morfología se complica todavía más a causa de la existencia de barrancos que se encajan en sentido transversal al eje de la sierra.

Desde el punto de vista geológico la Sierra de Espadán está formada principalmente por materiales triásicos, siendo uno de sus principales atractivos las areniscas de diferentes tonos rojizos características del *Bundsandstein*, conocidas como rodenos. (Figura 3). También aparecen substratos de naturaleza calcárea representads mayoritariamente por las calizas y dolomías del *Muschelkalk*.



Figura 3. Areniscas triásicas rojizas del *Bundsandstein* (rodenos), una de las rocas características de la Sierra de Espadán.

Además de la indudable riqueza natural de la Sierra de Espadán, merece destacarse su riqueza patrimonial: pueblos de extensión reducida que armonizan con su entorno, molinos harineros, antiguos sistemas de regadío, pozos de nieve, caminos empedrados, los restos de numerosos castillos de origen andalusí… Y por otra parte su economía, sostenible, respetuosa y muy relacionada con su entorno natural: oficios

enmarcados en plena naturaleza, como la extracción del corcho o la elaboración de miel (Figura 4); agricultura para autoconsumo de hortalizas; cultivo a pequeña escala de cerezos, avellanos, almendros, olivos, higueras, etc.; queserías; almazaras… y una incipiente oferta para un turismo rural de calidad. Todo ello, sin olvidar otro de los principales atractivos de la sierra: su numerosa red de caminos y senderos, la abundancia de manantiales y las zonas de esparcimiento acondicionadas, que son un gran atractivo para excursionistas y amantes de la vida al aire libre en contacto directo con la Naturaleza (Figura 5).



Figura 4. Eslida, municipio puerta de entrada al Parque Natural de la Sierra de Espadán.

3. RESEÑAS BIOCLIMÁTICA Y BIOGEOGRÁFICA

El estudio bioclimático del área sigue, de forma generalizada, las propuestas de Rivas-Martínez que fueron compiladas en la monografía global publicada hace unos años por Rivas-Martínez y otros (6). En el área estudiada podemos reconocer, dentro del macrobioclima Mediterráneo, la existencia de tres termotipos en un gradiente altitudinal bien definido desde la costa: termo-, meso- y supramediterráneo; este último reconocido únicamente en las cumbres más elevadas de la sierra de Espadán. El régimen bioclimático ómbrico es típicamente de carácter levantino, con un máximo pluviométrico anual correspondiente al otoño como se puede observar en los datos climáticos que se presentan procedentes de la estación climática de Almazora

(Almassora) próxima a la ciudad de Castellón de la Plana que aporta suficientes datos para nuestro estudio (Figura 6).



Figura 5. Centro de visitantes del Parque Natural de la Sierra de Espadán, en Eslida.

Valores climatológicos normales.
Castellón de la Plana, Almazora
Periodo: 1981-2010 - **Altitud (m)**: 43
Latitud: 39º 57' 26'' N - **Longitud**: 0º 4' 19'' O

Mes	T	TM	Tm	R
Enero	10.6	15.3	5.8	36
Febrero	11.3	16.2	6.4	31
Marzo	13.4	18.5	8.3	31
Abril	15.4	20.5	10.3	42
Mayo	18.5	23.4	13.6	44
Junio	22.5	27.3	17.6	19
Julio	25.3	30.0	20.6	9
Agosto	25.6	30.3	20.9	24
Septiembre	22.9	27.6	18.1	71
Octubre	19.0	23.5	14.4	70
Noviembre	14.3	18.8	9.8	49
Diciembre	11.4	15.8	7.0	42
Año	17.5	22.3	12.7	467

Leyenda

T Temperatura media mensual/anual (°C)
TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
R Precipitación mensual/anual media (mm)

Figura 6. Datos climáticos de Almazora (Almassora) en Castellón.

La vegetación potencial climácica (clímax climatófila) corresponde en todos los pisos bioclimáticos reconocidos a bosques de quercíneas perennifolias: *Quercus rotundifolia* Lam. y *Quercus sub*er básicamente en áreas de termotipos termo- y mesomediterráneo (Figura 7) y a bosques de *Quercus pyrenaica* (roble de carácter marcescente o semicaducifolio) en las áreas supramediterráneas y mesomediterráneas superiores. El régimen ómbrico condiciona, en el conjunto de la sierra, la existencia de ombrotipos de secos a subhúmedos.

Desde el punto de vista biogeográfico, siguiendo a Rivas-Martínez y otros (7), el territorio se enmarca en la Región Mediterránea, Subregión Mediterránea occidental, Provincia Catalano-Provenzal-Balear, Subprovincia Valenciana, Sector Valenciano-Tarraconense, Subsector Castellonense; el área conforma un distrito biogeográfico particular, el Distrito Espadano-Planense.



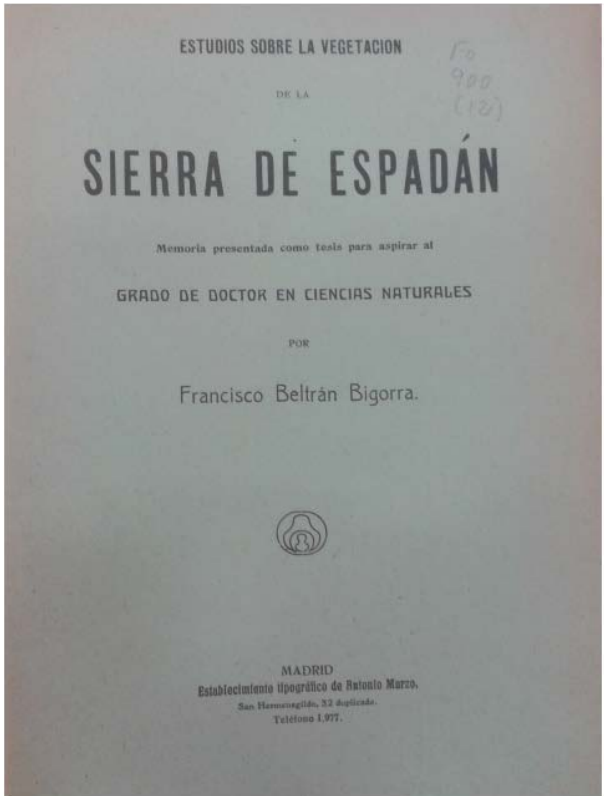
Figura 7. Indicador del arcornocal de La Mosquera, uno de los mejor conservados en el Parque Natural de la Sierra de Espadán.

4. FLORA Y VEGETACIÓN DE LA SIERRA DE ESPADÁN

La biodiversidad de la Sierra de Espadán es singular siendo acreedora de figuras legales de protección eficaces. Destacan en conjunto su flora y vegetación naturales con la existencia de notables endemismos e importantes masas forestales.

La flora y la vegetación de la sierra de Espadán y su entorno han sido objeto de estudio de diferentes autores quienes, desde diferentes ámbitos, han tratado acerca de su singularidad en distintas publicaciones. Entre ellos destaca la publicación pionera

de F. Beltrán (8) y las aportaciones posteriores de S. Rivas Goday y J. Borja (9), O. de Bolòs (10, 11), O. de Bolòs y Vigo (12), de G. Mateo y A. Aguilella (13). M. Costa y otros publican una espléndida monografía sobre la vegetación y flora de la Sierra de Espadán con un capítulo dedicado a la flórula medicinal (14); más recientemente destacan las últimas contribuciones de H. Merle y M. Ferriol (15) y B. Vilches y otros (16).


ESTUDIOS SOBRE LA VEGETACION

DE LA

SIERRA DE ESPADÁN

Memoria presentada como tesis para aspirar al

GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS NATURALES

POR

Francisco Beltrán Bigorra.

MADRID

Establecimiento tipográfico de Antonio Marzo.

Figura 8. Portada de la publicación *Estudio sobre la vegetación de la Sierra de Espadán*, memoria doctoral de Francisco Beltrán Bigorra publicada en 1911.

Francisco Beltrán (Nules, 1886-1962) fue un naturalista nacido en Nules, localidad vecina de Villavieja, y un estudioso de esta comarca y de la sierra de Espadán. En 1911 se doctoró en Ciencias Naturales con la defensa de su tesis doctoral *Estudios sobre la vegetación de la Sierra de Espadán* que culminó el estudio de este entorno tan emblemático en la comarca. Su trabajo monográfico (8) supone una aproximación muy valiosa tanto al conocimiento de la flora y vegetación de la Sierra de Espadán como al del estado de conservación de este espacio geográfico singular en los principios del siglo XX (Figura 8). Los datos biográficos de F. Beltrán han sido recientemente completados por J.M. de Jaime y otros (17).

Las aportaciones más recientes al conocimiento de la vegetación de la Sierra de Espadán han sido compendiadas y publicadas por B. Vilches y otros (16). En esta contribución se ha propuesto formalmente el reconocimiento de los robledales relícticos de melojos (*Quercus pyrenaica*) de la Sierra de Espadán como una nueva asociación fitosociológica: *Minuartio valentinae-Quercetum pyrenaicae*.

En síntesis, podemos resumir la vegetación del macizo montañoso de Espadán, en una catena altitudinal ascendente, como sigue:

Encinares termo-mesomediterráneos

En las áreas de termotipos termomediterráneo y mesomediterráneo inferior, con ombroclima seco superior-subhúmedo inferior, sobre suelos básicos podemos reconocer la serie basófila de la encina o carrasca (*Rubio longifoliae-Querco rotundifoliae* S.).

Esta serie de vegetación de la encina se caracteriza en el área por presentar escasos reductos de la etapa madura, los encinares o carrascales de la asociación *Rubio longifoliae-Quercetum rotundifoliae* propuesta por M. Costa y otros (18). Su territorio potencial ha sufrido una intensa explotación agrícola desde tiempos históricos. En el territorio estudiado, como vegetación natural, dominan en la actualidad etapas seriales: bosquetes y garrigas termófilas con lentiscos, palmitos y coscojas (*Oleo sylvestris-Ceratonion siliquae*), que pueden constituir claras etapas preforestales; y matorrales y tomillares termófilos con romeros y brugueras (*Rosmarino-Ericion multiflorae*).



Figura 9. Detalle de una ramilla fructificada de encina (*Quercus rotundifolia,* Fagaceae).

Entre las especies arbóreas, arbustivas y vivaces destacables en el paisaje de estos encinares podemos mencionar, además de la encina (*Quercus rotundifolia*, Figura 9), el algarrobo (*Ceratonia siliqua*, Figura 10), y el acebuche (*Olea europaea* var. *sylvestris*), lentiscos (*Pistacia lentiscus*, Figura 11), palmitos (*Chamaerops humilis*), coscojas (*Quercus coccifera*, Figura 12), torviscos (*Daphne gnidium*), lentisquillas (*Phyllirea angustifolia*), bayones (*Osyris quadripartita*), esparragueras (*Asparagus acutifolius*, *Asparagus horridus*), rubias (*Rubia peregrina*), etc.; el pino de Alepo (*Pinus halepensis*) puede desarrollarse de forma natural en claros de encinares o formar parte de los matorrales de sustitución; como bejucos o especies trepadoras lianoides destacamos zarzaparrillas (*Smilax* aggr. *aspera*), clemátides *Clematis flammula*) y madreselvas (*Lonicera implexa*); entre las etapas seriales encontramos brezos de flor (*Erica multiflora*), romeros (*Rosmarinus officinalis*), jaras blancas (*Cistus albidus*), escobas de flor (*Cytisus villosus*), bochas (*Dorycnium hirsutum*), etc.



Figura 10. Detalle de una rama fructificada de algarrobo (*Ceratonia siliqua*, Leguminosae).



Figura 11. Detalle de una rama fructificada de lentisco (*Pistacia lentiscus,* Anacardiaceae).



Figura 12. Detalle de ramas fructificadas de coscoja (*Quercus coccifera,* Fagaceae).

Alcornocales termo-mesomediterráneos

En los territorios de termotipos termomediterráneo y mesomediterráneo, con ombroclimas subhúmedo medio-superior y suelos silíceos podemos reconocer la serie acidófila del alcornoque (*Asplenio onopteridis-Querco suberis* S.).

La etapa madura de esta serie de vegetación, básicamente restringida a la Sierra de Espadán, corresponde a alcornocales acidófilos desarrollados sobre rodenos tanto en territorios termomediterráneos como mesomediterráneos: *Asplenio onopteridis-Quercetum suberis* (Figura 13). La asociación fue propuesta y descrita de Espadán por M. Costa y otros (18). Se trata de una formación forestal muy extendida en el territorio constituyendo una de sus singularidades y atractivos paisajísticos ahora afortunadamente con estatus propio de protección (Figura 14). En claros o áreas sometidas al efectos de los fuegos pueden aparecer, de forma natural, pinos de Alepo (*Pinus halepensis*) o bosquetes más o menos extensos de pinos resineros (*Pinus pinaster* s.l.) de carácter pirófilo.



Figura 13. Alcornocales en ladera (*Asplenio onopteridis-Quercetum suberis*).



Figura 14. Detalle de un tronco de alcornocque después del descorche

Como orlas de estos alcornocales (Figuras 15, 16) y primeras etapas seriales sobre suelos bien conservados se desarrollan brezales de brezo blanco (*Hedero helicis-Ericetum arboreae*) que incorporan, entre otras especies de interés corológico a *Cytisus villosus* o *Euphorbia characias* mientras que sobre suelos más degrados prosperan las arbustedas termófilas con pinos resineros (*Calicotomo spinosae-Cistetum crispi*) donde prosperan, entre otras, diversas especies de jaras (*Cistus monspeliensis*, *Cistus salviifolius*, *Cistus crispus*), aliagas (*Calicotome spinosa*) y romeros (*Rosmarinus officinalis*).

Pastizales vivaces acidófilos de la alianza *Bromo-Oryzopsion miliacei* se desarrollan en lugares removidos y alterados. La asociación *Piptathero coerulescentis-Centaureetum beltrani* fue descrita por los autores citados para la Sierra de Espadán (19) como integrante de la serie de vegetación de los alcornocales que comentamos.



Figura 15. Detalle del pteridófito *Asplenium onopteris* (Aspleniaceae).



Figura 16. Ejemplar de alcornoque cubierto con epifitos en La Mosquera.

Encinares meso-supramediterráneos

En las áreas de termotipos mesomediterráneo superior-supramediterráneo inferior (muy localizados en solanas), ombroclima seco superior-subhúmedo inferior, sobre suelos básicos podemos reconocer la serie supramediterránea de la encina (*Hedero helicis-Querco rotundifoliae* S.).

Esta serie de vegetación y, especialmente, su etapa madura los encinares o carrascales basófilos supramediterráneos (*Hedero helicis-Quercetum rotundifoliae*) propuestos y descritos del Maestrazgo castellonense por M. Costa y otros (20), tienen muy escasa representación en el territorio quedando reducida su presencia a pequeños bosquetes fragmentarios situados en algunas solanas. Las etapas seriales corresponden a tomillares basófilos de la alianza *Sideritido-Salvion lavandulifoliae* donde abundan numerosas especies de labiadas (*Lamiaceae*).

Melojares supramediterráneos

En los territorios de termotipos mesomediterráneo superior-supramediterráneo inferior (muy localizados en las cumbres y umbrías de los picos

principales), ombroclima subhúmedo superior, suelos silíceos: serie acidófila del roble melojo (*Minuartio valentinae-Querco pyrenaicae* S.).

La serie de vegetación del roble melojo se encuentra restringida en nuestro territorio a las áreas cumbreñas de los picos más importantes donde podemos reconocer con claridad el termotipo supramediterráneo. Podemos reconocerla en las zonas más húmedas y frescas de la sierra, como las vertientes septentrionales de los picos más altos o los barrancos y torrenteras más umbríos. Los melojares, en Espadán, se localizan de forma discontinua fundamentalmente en la ladera norte del pico de mayor altitud, La Rápita, desde los 900 m hasta las áreas cumbreñas a 1106 m (Figura 17).

La etapa madura de esta serie de vegetación corresponde a un bosque de melojos (*Quercus pyrenaica*) o melojar cuya asociación (*Minuartio valentinae-Quercetum pyrenaicae*) fue propuesta y descrita de la Sierra de Espadán muy recientemente por Vilches y otros (16). Entre las especies características de estos melojares que podemos utilizar ventajosamente como diferenciales respecto al resto de melojares ibéricos destacan taxones tan interesantes como *Minuartia valentina*, endemismo de las sierras silíceas litorales valencianas (Espadán, Calderona, Agulles) o *Biscutella calduchii*, endemismo de la Sierra de Espadán y sierras silíceas adyacentes que llega por el valle del Mijares hasta Teruel (14).



Figura 17. Detalle de una rama fructificada de roble melojo (*Quercus pyrenaica,* Fagaceae).

Transcribimos literalmente el inventario tipo (holotipo) de estos melojares de la asociación *Minuartio valentinae-Quercetum pyrenaicae* procedente de las áreas cumbreñas del Pico de La Rápita, realizado por H. Merle y M. Ferriol a 1100 m snm y publicado como el tipo nomenclatural de la asociación de Espadán (16):

Cobertura de la vegetación: 100%, inclinación 30%, exposición N, 50 metros cuadrados inventariados.

Características: 5 *Quercus pyrenaica*, 3 *Quercus pyrenaica* (arbustivo), 1 *Quercus suber*, 2 *Erica arborea*, 1 *Hedera helix*, 4 *Minuartia valentina*, 1 *Asplenium onopteris*, 1 *Luzula forsteri*, 1 *Biscutella calduchii*, + *Hieracium glaucinum*, + *Polypodium cambricum*, + *Rubia peregrina,* + *Galium maritimum* y + *Lonicera implexa*. Compañeras: 3 *Brachypodium retusum*, 1 *Rubus ulmifolius*, 1 *Rosa pouzinii*, 1 *Ulex parviflorus*, + *Helianthemum marifolium* subsp. *origanifolium*, + *Carex muricata*, + *Euphorbia flavicoma*, 1 *Prunus spinosa*, 1 *Pinus pinaster* s.l., + *Teucrium chamaedrys*, + *Cistus albidus*, + *Silene inaperta*.

Como orlas o primera etapa de sustitución de estos melojares destacan los brezales de brezo blanco o arbóreo (presentes también como etapa serial de los alcornocales sobre rodenos) desarrollados sobre suelos bien conservados (*Hedero helicis-Ericetum arboreae*) que se estructuran como auténticas comunidades leñosas de carácter preforestal; sobre suelos más degradados, prosperan tojal-jarales (*Ulici parviflorae-Cistetum albidi*).

Los correspondientes holotipos se transcriben literalmente a continuación:

1. Brezales de la asociación *Hedero helicis-Ericetum arboreae* [= *Cytiso villosi-Ericetum arboreae* (5)] descritos como orlas y etapas de sustitución de los alcornocales por M. Costa y otros (19) y reconocidos asimismo en la serie de los melojares de la Sierra de Espadán:

Valle de Mosquera, Sierra de Espadán: 590 m snm, exposición NE, 50 metros cuadrados inventariados.

Características: 4 *Erica arborea*, + *Quercus suber*, + *Quercus suber* (arbustivo), 1 *Cytisus villosus*, 2 *Lonicera implexa*, 1 *Clematis flammula*, + *Daphne gnidium*, 2 *Ruscus aculeatus*, + *Rubia longifolia*, 1 *Rubia peregrina*, 1 *Asparagus acutifolius*, 1 *Osyris alba* y 1 *Asplenium onopteris*. Compañeras: 1 *Hedera helix*, + *Crataegus monogyna*, 1 *Galium maritimum*, + *Brachypodium sylvaticum*, + *Polypodium cambricum*, 1 *Brachypodium retusum*, + *Biscutella intermedia*, + *Viola alba* y + *Geranium purpureum*.

2. Jaral-tojales desarrollados como etapas seriales de los melojares de Espadán. El holotipo, realizado por H. Merle y M. Ferriol en las áreas cumbreñas del Pico de La



Figura 18. Detalle de ramas fructificadas de almez (Celtis australis, Cannabaceae).

Rápita a 1100 m snm fue publicado como el tipo nomenclatural de la asociación de Espadán *Ulici parviflorae-Cistetum albidi* (16):

Cobertura de la vegetación: 100%, inclinación 20%, exposición N, 100 metros cuadrados inventariados.

Características: 2 *Ulex parviflorus*, 2 *Cistus albidus* y + *Cistus salviifolius*. Compañeras: + *Quercus suber*, 1 *Crataegus monogyna*, 1 *Daphne gnidium*, 1 *Prunus spinosa*, 1 *Rubus ulmifolius*, 2 *Rosa pouzinii*, 2 *Thapsia villosa*, 5 *Brachypodium retusum*, + *Dactylis glomerata*, + *Rubia peregrina*, + *Asplenium onopteris*, + *Euphorbia flavicoma*, + *Sedum sediforme*, + *Helianthemum marifolium* subsp. *origanifolium*, 1 *Geranium robertianum*, 1 *Senecio lividus*, + *Trifolium campestre*, + *Trifolium arvense* e + *Hieracium amplexicaule*.

Otros tipos de vegetación destacables

Vegetación riparia potencial

La vegetación riparia, de carácter edafohigrófilo, está bien representada en Espadán debido a las numerosas ramblas y barrancos presentes en su territorio; algunos de éstos son bastante profundos y angostos lo que les hace idóneos como auténticos refugios de flora y comunidades peculiares especialmente los orientados en las zonas más septentrionales. A modo de ejemplo mencionar –entre otros- los barrancos de Agua Negra, Ahín, Castillejos, Castro, Pozos, Roger y Vidal, y entre las ramblas las de Algimia, Almedijar, Ayodar y Azuebar.

La vegetación forestal riparia está dominada por la vegetación potencial, más o menos conservada, correspondiendo a saucedas de sarga (*Salix eleagnos*) o sauce atrocinéreo (*Salix atrocinerea*), choperas de chopo o álamo blanco (*Populus alba*) y olmedas (*Ulmus minor*) donde suelen ser abundante el almez (*Celtis australis*, Figura 18); entre las arbustedas destacan los zarzales con emborrachacabras (*Coriaria myrtifolia*, Figura 19) y, en las ramblas más térmicas y xéricas los adelfares (*Nerium oleander*, Figura 20); zarzas (*Rubus ulmifolius*), clemátides (*Clematis vitalba*), juncos, mentas, etc. conforman las comunidades edafohigrófilas asociadas a estas formaciones (14).



Figura 19. Detalle de ramas fructificadas de emborrachacabras (*Coriaria myrtifolia,* Coriariaceae).



Figura 20. Ejemplar florido de adelfa (*Nerium oleander,* Apocynaceae).

Vegetación acuática e hidrofítica

Este tipo de vegetación (permanente o serial) se desarrolla únicamente en lechos acuáticos poco profundos o en las áreas de encharcamiento continuo o nivel freático somero; junto a las exiguas lentejas de agua (*Lemna minor*, *Lemna gibba*) podemos encontrar otras comunidades de hidrófitos como la de ranúnculos (*Ranunculus trichophyllus*). Además, juncáceas, ciperáceas y gramíneas conforman diversas comunidades herbáceas vivaces donde las espadañas (*Typha angustifolia*),

salicarias (*Lythrum salicaria*) y juncos churreros (*Scirpoides holoschoenus*) son especies frecuentes en estos hábitats condicionados por el agua freática.

Vegetación saxícola y casmofítica

Los espacios presentes en las formaciones rocosas, grietas en pedreras y roquedos, bases y horquillas de árboles, superficies cubiertas de briófitos y otros hábitats relacionados, son los nichos óptimos para el desarrollo de la vegetación saxícola y casmofítica. En estas comunidades ombrófilas, de fuerte carácter nemoral y a veces higrófilas, se desarrollan numerosos helechos conformando, frecuentemente, auténticas comunidades pteridofíticas. Como géneros de helechos frecuentes en éstas podemos mencionar *Polypodium*, *Anogramma*, *Selaginella*, *Asplenium*, *Polystichum*, *Adiantum*, etc.

Especialmente, por su interés en Espadán, mencionamos las comunidades de pedregales silíceos y tapizantes de bosques sobre sustratos rupestres estructuradas por el endemismo *Minuartia valentina*; las de las comunidades casmofíticas dominadas por el culantrillo pozo (*Adiantum capillus-veneris*) que se desarrollan, vistosamente, cubriendo cavidades y paredones calcáreos rezumantes, las que ocupan los extraplomos en esos mismos hábitats (*Sarcocapnos enneaphylla*); las comunidades rupícolas estructuradas por helechos (géneros *Cheilanthes*, *Notholaena*) donde prosperan, entre otros taxones, algunos endemismos de afinidades por los hábitats rupestres tan interesantes como *Centaurea paui* o *Biscutella calduchii* (O. Bolòs & Masclans) Mateo & M.B. Crespo.

Vegetación nitrófila

La vegetación nitrófila ocupa amplias áreas relacionadas con la acción antrópica: bordes de camino, bordes de cultivos, áreas de paso o reposo de ganado, núcleos rurales, solares abandonados, suelos removidos, tapias, muros, etc.

Son muy numerosas las comunidades vegetales que podríamos encuadrar en este amplio tipo de vegetación; las principales clases fitosociológicas implicadas que las reúnen son: *Artemisietea vulgaris*, *Pegano-Salsoletea*, *Parietarietea judaicae*, *Stellarietea mediae* y *Polygono-Poetea annuae* (5).

5. APÉNDICE SINTAXONÓMICO

Se indican a continuación aquellas asociaciones no aparecidos en las compilaciones de Salvador Rivas (3, 4, 5) enmarcadas en sus respectivos esquemas sintaxómicas.

I. QUERCO-FAGETEA

Quercetalia roboris

Quercenion pyrenaicae

Minuartio valentinae-Quercetum pyrenaicae Vilches, Merle, Ferriol, Sánchez-Mata & Gavilán 2013

II. LYGEO-STIPETEA

Hyparrhenietelia hirtae

Bromo-Oryzopsion miliacei

Piptathero coerulescentis-Centaureetum beltrani Costa, Peris & Stübing 2003

III. CISTO-LAVANDULETEA

Lavanduletalia stoechadis

Cistion ladaniferi

Ulici parviflori-Cistetum albidi Vilches, Merle, Ferriol, Sánchez-Mata & Gavilán 2013

6. REFERENCIAS

1. Castroviejo S, & *al.* (coord. gen.). Flora ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Madrid: Real Jardín Botánico, CSIC, 1986-.
2. Tutin TG, & al. (ed). Flora Europaea. Vols. 1-5, incl. 2ª ed. vol. 1. Cambridge: Cambridge University Press, 1964-1993.
3. Rivas-Martínez S, Fernández-González F, Loidi J, Lousã M, Penas A. Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. Itinera Geobot 2001; 14: 5-341.

4. Rivas-Martínez S, Díaz TE, Fernández-González F, Izco J, Loidi, J, Lousã M, Penas A. Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2011. Itinera Geobot 2002; 15(1-2): 5-922.

5. Rivas-Martínez S, & col. Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España (memoria del mapa de vegetación potencial de España) parte II. Itinera Geobot 2011; (n.s.) 18(1): 5-424.

6. Rivas-Martínez S, Rivas Sáenz S, Penas A. Worldwide bioclimatic classification system. Global Geobotany 2011; 1: 1-634 + mapas.

7. Rivas-Martínez S, & col. Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España (memoria del mapa de vegetación potencial de España) parte I. Itinera Geobot 2007; (n.s.) 17: 5-436.

8. Beltrán Bigorra F. Estudios sobre la vegetación de la Sierra de Espadán. Memoria Doctoral Ciencias Naturales. Madrid, 1911. 23 pp.

9. Rivas Goday S, Borja J. Estudio de la vegetación y flórula del macizo de Gúdar y Javalambre. Anales Inst Bot Cavanilles 1961; 19: 1-550.

10. Bolòs O de. Comunidades vegetales de las comarcas próximas al litoral situadas entre los ríos Llobregat y Segur. Mem Acad Ci Barcelona 1967; 38(1): 3-281.

11. Bolòs O de. De vegetatione valentina, II. Anales Inst Bot Cavanilles 1975; 32: 477-88.

12. Bolòs O de, Vigo J. Observaciones sobre la flora dels Països Catalans. Collect. Bot. (Barcelona) 1979; 11: 25-89.

13. Mateo G, Aguilella A. Aportación al conocimiento fitogeográfico de la sierra del Espadán (Castellón). Fol Bot Misc 1990; 7: 67-80.

14. Costa & *al*. Vegetación y flora de la sierra de Espadán. Valencia: Fundación Bancaja, 2005. 384 pp.

15. Merle Farinós H, Ferriol Molina M. Aportación al conocimiento de los melojares relictos de Quercus pyrenaica de la Sierra de Espadán (Castellón, España). Lazaroa 2008; 29: 125-8.

16. Vilches de la Serna B, Merle Farinós H, Ferriol Molina M, Sánchez-Mata D, Gavilán García R. Minuartio valentinae-Quercetum pyrenaicae: A new Iberian broad-leaved oak forests in the eastern coastal mountains and their seral plant communities. Lazaroa 2013; 34: 209-17.

17. Jaime Lorén JM de, Segarra Querol M, Jaime Ruiz JM, Blasco Julve E. Francisco Beltrán Bigorra (Nules, 1886-1962). Nuevas noticias e imágenes. Flora Montiberica 2013; 54: 11-30.

18. Costa M, Peris JB, Figuerola R. Sobre los carrascales temomediterráneos valencianos. Lazaroa 1983; 4: 37-52.

19. Costa M, Peris JB, Figuerola R, Stübing G. Los alcornocales valencianos. Documents Phytosociologiques 1985; 9: 301-18.

20. Costa M, Peris JB, Stübing G. Hedero helicis-Quercetum rotundifoliae: Una nueva serie de vegetación valenciano-tarraconense. Lazaroa 1985; 7: 85-91.

FE DE ERRATAS' CAPÍTULO BOTÁNICA BALNEARIO OLMEDO:

-Página 113, debe decir: 'Figura 1. Ejemplar joven de *Juniperus thurifera* en el Páramo de Olmedo'

-Página 135, debe decir: '*Galega officinalis* - Galega (Figura 19)'

-Página 136, debe decir: 'Figura 19. *Galega officinalis*, Puente Valdaba sobre el Río Eresma, Llano de Olmedo'

-Página 143, debe decir: '9. REFERENCIAS'

ESTUDIO 9

Acción terapéutica de las aguas del Balneario de Villavieja de Nules (Castellón)

Title in English: *Therapeutic action of the waters of Villavieja de Nules Spa (Castellón)*

Josefina San Martín Bacaicoa

Catedrática Emérita de la Universidad Complutense de Madrid. Académica Correspondiente de la RANF. jsanmarb@ucm.es

An. Real. Acad. Farm. Vol 82, Special Issue (2016) pp. 164-185.

RESUMEN

Se hace referencia a la utilización terapéutica de las aguas del balneario de Villavieja, destacando los antecedentes de las aguas de la Fuente Calda, conocidas desde tiempos remotos y las aguas de los Pozos conocidas desde 1785. Estas aguas fueron declaradas de Utilidad Pública en 1873 y la actividad balnearia se mantuvo interrumpidamente hasta la Guerra Civil española. En la actualidad existe un solo balneario, el de Termas Galofre. Sus aguas mineromedicinales, según recientes análisis, son hipertermales, de mineralización media, sulfatadas cálcicas magnésicas, muy duras y radiactivas. En este trabajo se especifican las vías de administración, técnicas utilizadas y los efectos que de ellas se derivan, destacando la balneocinesiterapia. Se analiza la información, suministrada por la dirección del balneario, referente a la población asistente al mismo en los últimos cuatro años, y se expresa en forma de gráficos, el número, género y edad de los usuarios, patologías que presentan los pacientes y técnicas utilizadas.

Palabras clave: Aguas mineromedicinales; Balnearios; Balneoterapia; Balneario de Villavieja de Nules (Castellón)

ABSTRACT

Refers to the therapeutic use of the waters of Villavieja Spa, highlighting the background of the waters of the "Fuente Calda", known since ancient times and "Los Pozos" waters known since 1785. These waters were declared of public utility in 1873 and Spa activity was maintained without interruption until the Spanish civil war. Currently there is a single Spa, the Termas Galofre. These mineral-medicinal waters, according to recent analysis, are hyperthermal, medium mineralization, sulphate, calcium and magnesium are the predominant ions, very hard and radioactive. This work specifies the routes of administration, techniques used and the effects arising from them, highlighting the Hydrocinesitherapy. The information, provided by the director of the Spa, concerning to the population attending the spa in the last four years, is analyzed and expressed in the form of graphs, the number, gender and age of users, diseases that present the patients and the techniques used.

Keywords: Mineral waters; Spas; Balneotherapy; Villavieja de Nules Spa (Castellón).

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Situación geográfica y antecedentes

El Balneario de Villavieja de Nules se encuentra situado en la población de Villavieja de Nules o La Villavella, provincia de Castellón, a 7 km de Nules, 17 de la capital, Castellón de la Plana, y a 52 de Valencia. Esta villa pertenece al partido judicial de Nules y está ubicada en las estribaciones de la Sierra de Espadán, en la Comarca de la Plana Baixa, muy cerca del Mar Mediterráneo, costa del Azahar. Su altitud es de 60 m.s.n.m. y goza de un clima benigno, ya que está protegida de los vientos del Norte por la Sierra de Espadán.

En esta pequeña localidad de 3500 habitantes, la actividad balnearia se ha desarrollado ininterrumpidamente desde mediados del siglo XVIII y sigue siendo hoy día muy importante en la vida de Villavieja o de "La Vilavella"; sus habitantes se dedican también al cultivo de verduras y frutas, principalmente naranjas y mandarinas; algunos artesanos mantienen la confección de alpargatas de esparto que en otros tiempos tuvo su importancia.

En el ambiente se disfruta de la tranquilidad del lugar y amabilidad de sus gentes, como pudimos comprobar en nuestra visita al balneario para preparar esta publicación. Gustan de celebrar las fiestas de sus santos con actividades muy variadas, como la de su patrón San Sebastián el día 20 de enero.

El Ayuntamiento de La Vilavella, denominación valenciana aprobada por Decreto 152/2001, de 5 de octubre (1), está organizando el Museo de Historia de La Vilavella bajo la dirección del cronista de la ciudad D. Joan Antón Vicent Caballer quien ha reunido, callada y eficazmente, restos arqueológicos (monedas, aras votivas y diversas cerámicas) y otras piezas relacionadas con la historia de la localidad que estaban en peligro de desaparición.

No obstante, la moderna denominación de La Vilavella, seguiremos utilizando el nombre de Villavieja o de Villavieja de Nules al referirnos a la actividad balnearia y a sus aguas, dado que así se denomina en las numerosas publicaciones y referencias que se han hecho sobre los balnearios de Villavieja de Nules, y de las que algunas, hemos podido consultar.

Sería de gran interés detenernos en las vicisitudes por las que estos balnearios han pasado a lo largo del tiempo, pero ajustándonos al espacio y tiempo de que disponemos, nos limitaremos a exponer algunos aspectos relacionados con sus aguas, ya que han sido recogidos y expuestos por la Prof. Francés Causapé & cols. en la sesión anterior dedicada a este Balneario de Villavieja.

2. LAS AGUAS DE LOS BALNEARIO DE VILLAVIEJA

Las aguas de estos balnearios son conocidas desde tiempos remotos por sus propiedades beneficiosas para la salud.

Según se deduce de los restos arqueológicos encontrados, pudieron ser los romanos, o quizás los íberos, los primeros pueblos que asentaron en este lugar cerca de las aguas calientes.

Nos vamos a referir a la Fuente Calda y a los Pozos.

2.1. La fuente Calda

En la publicación *Ibers i Romans al camp de Nules (Mascarell, Moncofa, Nule i La Vilavella)*, de Vicent Felip Sempere y Joan A. Vicent Caballer (2), se hace referencia a la Font Calda (Figura 1) y se señala que aparece citada ya en el año 1527 y en 1610 por el cronista Gaspar Escolano.

Pero es la obra ”Virtudes medicinales de las aguas minerales de Villavieja de Nules en el reyno de Valencia”, de Francisco José de Lemos (1788), la que hace referencia a la utilización terapéutica de la Fuente Calda por los romanos y dice: “La antigüedad de la Fuente Calda se pierde en la noche de los tiempos”, “En tiempo de los Romanos eran ya singulares para toda afección cutánea”, “De dos modos se usan solamente las aguas de la Fuente Calda, que son en baño y en bebida”, “Es el único agua potable de que usan los vecinos de la villa que la beben después de fría” (3).

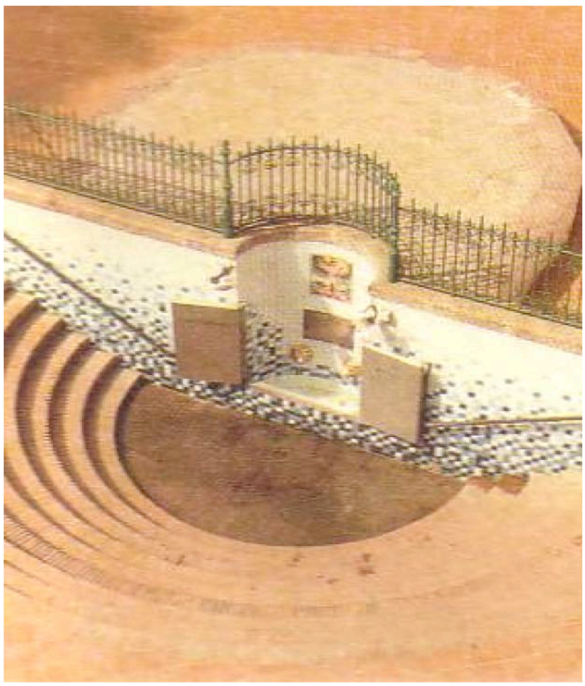


Figura 1. Foto de la Fuente Calda.

El manantial de la Fonte Calda nacía al pie de la montaña de Santa Bárbara, en un paraje que estaba más bajo que el pueblo. Es bastante caudalosa, dice Lemos, antes del s. XVIII la fuente tenía tres caños por donde el agua salía ininterrumpidamente, independiente de la estación del año, y servía para abastecer a la población, el resto para el establecimiento termal, para los enfermos que acudían a tomar el baño, "el baño del común", y para el lavadero. La sobrante se utilizaba para el riego de las tierras.

La fuente era muy concurrida y se consideraba que sus aguas tenían virtudes importantes para la salud. A pesar de la fama no había un establecimiento decente para acoger a los enfermos. Lemos, médico de la familia de Cervelló, habla de una casa en estado lamentable.

El Señorío y mando de Villavieja perteneció a los marqueses de Nules, después Condes de Cervelló. El pueblo ha sido el dueño de estas aguas y por su propiedad sostuvo diversos litigios contra la casa del Marqués de Nules (4).

El establecimiento único de baños de las aguas de Fuente Calda fue fundado en 1864 por los Condes de Cervelló.

El balneario levantado junto a la Font Calda era de gran solidez, de perímetro cuadrado, con un hermoso jardín con arbolado, sala de billar, capilla pública, etc. Los vecinos de Villavieja tenían derecho a bañarse gratis en unas balsas, llamadas "bacetes", con escrito del médico director (5).

El establecimiento de la Font Calda estaba en estado lamentable a principios del siglo XIX y así estaría hasta que en 1840 el celoso médico director del Balneario, Dr. Menchero, propuso al propietario varias obras que se aceptaron y en 1845, dice Pedro María Rubio, ya existía un buen establecimiento (Figura 2). Tenía ocho pilas de hermoso jaspe, colocadas en aposentos separados (6).



Figura 2. Balneario del Cervelló. Postal fechada hacia 1905. Tomada de Víctor Riba Pbro. p. 15.

2.2. Los pozos

Las aguas de los Pozos se descubrieron gracias a Francisco Montón, vecino del pueblo, alrededor de 1785, buscando agua para las necesidades comunes.

No se tardó en aplicarla a usos medicinales con muy buenos efectos, lo cual hizo que otros vecinos hicieran otras excavaciones y se multiplicaron los pozos.

En 1853, Pedro María Rubio (7) hace referencia a la Fuente Calda, como hemos señalado más arriba, y a otros manantiales repartidos en diversas casas del pueblo "Los Pozos" y especifica: el Pozo de la calle San Vicente nº 3 y otro Pozo en esta misma calle nº 15; el Pozo del Canónigo en la calle de San José nº 13, el Pozo de la Cueva Santa; el Pozo del nº 10 de la calle de San Sebastián y los del nº 5 de la Plaza de la Iglesia, señala la temperatura de cada pozo, comprendidas entre 28 a 37º Reamur.

El Dr. Menchero se ocupó también de los análisis de las aguas que, "se dice", se realizaron en el Real Laboratorio de Madrid en 1788. "Son templadas, calientes y muy calientes. Son acídulas, carbónicas y con hierro. La mayoría de los enfermos que concurren son reumáticos". Se usan en baño y en bebida. En las casas particulares no hay pilas, pero toman los baños en "tinas aseadas", "No hay hospital en esta Villa, pero la calidad bien acreditada de algunos vecinos presta asilo a los pocos bañistas pobres que suben en concurrir a este establecimiento" (8).

Francisco David, médico titular de Almanzora, utilizó por una afección de rodilla las aguas de Villavieja en tres ocasiones y mejoró de tal manera que escribió una Memoria en 1822 sobre las virtudes medicinales de las aguas de Villavieja (9). Se le concedió el Premio de la Sociedad de Amigos del País Valenciano.

2.3. Los balneario de Villavieja

La actividad de los balnearios de Villavieja se ha desarrollado ininterrumpidamente desde mediados del siglo XVIII y sigue siendo hoy día muy importante en la vida de Villavieja o de La Vilavella.

A principios del siglo XIX la población contaba con once balnearios. Desde que fueron descubiertas las virtudes medicinales de las aguas de los pozos, comenzó una época de prosperidad para Villavieja.

Para conocer la evolución de los balearios en España son imprescindibles y muy valiosas las Memorias reglamentarias que los Médicos Directores debían realizar cada año y presentar en el Ministerio de la Gobernación, que se conservan en la Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid (Catálogo bibliográfico "Cisne"). Algunas de ellas hemos podido consultar (10).

Asimismo, hemos consultado las obras de Leopoldo Martínez Reguera de 1897 que son de gran interés (11).

Las aguas mineromedicinales de los Balnearios de Villavieja de Nules fueron declaradas de Utilidad Pública por Orden de 5 de marzo de 1873 (12).

Desde 1818 contaba con Dirección Médica Facultativa. Los balnearios de Villavieja eran calificados de segunda clase hasta avanzado el siglo XIX. A partir de la publicación del Reglamento de Baños y Aguas Minerales de 1874, se asignó a los Baños de Villavieja la calificación de primera clase por superar la asistencia de mil bañistas anualmente (13).

Según Pedro María Rubio "Las temporadas para el uso de estas aguas son desde 15 de mayo á fin de junio, y desde 15 de agosto a 10 de octubre" (14).

Por Real Orden de 21 de abril de 1892 se concedió a perpetuidad la apertura del balneario durante todo el año.

No obstante, Inocente Escudero que fue médico director del Balneario de Villavieja varias temporadas, desde 1877 a 1885, (15) (16) afirmaba que los únicos baños que podían denominarse establecimientos balnearios en Villavieja, eran los de Cervellón y los de La Virgen de La Estrella.

A pesar de las mejoras establecidas en algunos de esos balnearios, la situación, en el siglo XX, no era muy favorable; la Guerra Civil Española terminó con la actividad de la mayoría, el de Cervellón se convirtió en hospital de sangre durante la contienda y no volvió a funcionar como balneario. El magnífico edificio fue demolido en 1940.

3. AGRUPACIÓN DE LOS BALNEARIO DE VILLAVIEJA – 1939 – BALNEARIO ACTUAL

En la Guía Oficial de Balnearios y Aguas mineromedicinales de España 1946-47 (Figura 3), editada por la Asociación Nacional de la Propiedad balnearia (17), figura la Agrupación de Balnearios de Villavieja de Nules (Castellón) en la que incluían los balnearios de Monlleó, Canónigo, San José, Vivó, Cervelló y la Estrella. Destaca de forma especial el balneario Termas Galofre, que figura aparte en p. 259.

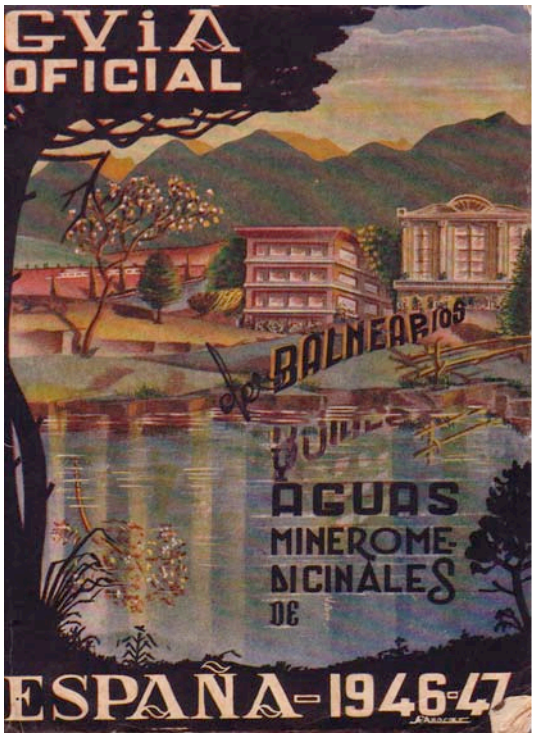


Figura 3. Foto portada de la Guía Oficial.

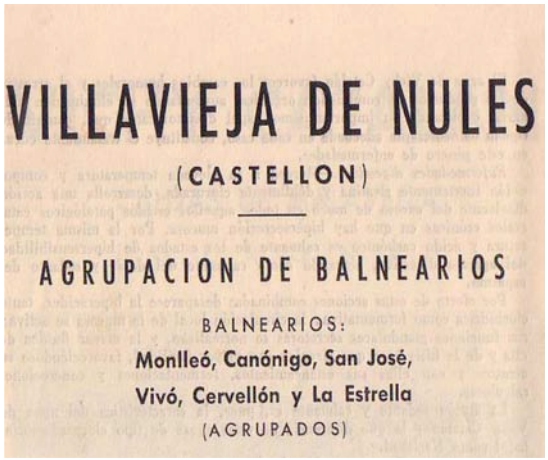


Figura 4. Agrupación de balnearios.

El balneario de hoy día pertenece a la Agrupación de Balnearios de Villavieja, integrada por los Balnearios de Monlleó y Termas Galofre (Figura 4).

La familia Caballer Almela compró el 65% de las acciones en 1995.

El edificio del hotel y del balneario data del siglo XIX y sus instalaciones han sido modernizadas en 2006. En la actualidad están ya ampliando y mejorando el conjunto con la reconstrucción de la que fue la antigua Casa de Baños de Vicente Almela, bajo la dirección de D. Vicente Caballer Almela.

El actual balneario está situado en la Plaza de la Villa junto al ayuntamiento y a la iglesia parroquial de la Sagrada Familia. El edificio tiene tres plantas conectadas con dos ascensores con el Centro Termal. Han conservado gran parte de la estructura en su forma original, salones, muebles, etc. (Figura 5 y Figura 6).



Figura 5 . Fachada del Balneario Termas Galofre.

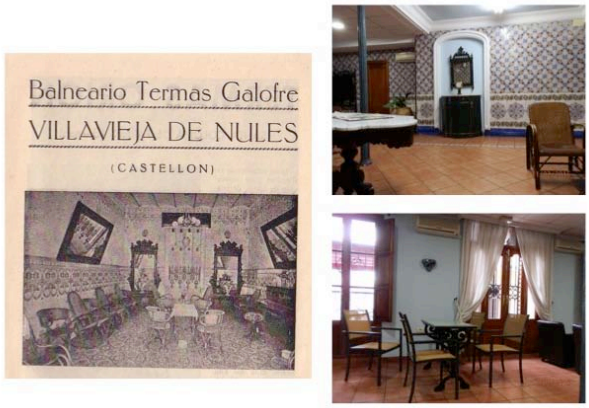


Figura 6. Fotos del interior del Balneario (antigua y moderna).

4. COMPOSICIÓN DE LAS AGUAS DEL BALNEARIO

Según análisis recientes (19), y especialmente los practicados por la Prof. Esperanza Torija y cols., las aguas mineromedicinales de Villavieja se pueden considerar aguas hipertermales, temperatura 40 ºC; de mineralización media, residuo seco a 180 ºC 972 mg/L, sulfatadas cálcicas, muy duras 618 mg/L de CO_3Ca y radiactivas 144 Bq/L – Rn^{222} (20).

5. VÍAS DE ADMINISTRACIÓN Y ACCIONES SOBRE EL ORGANISMO

Las aguas mineromedicinales de Villavieja se utilizan principalmente en aplicación tópica y por vía inhalatoria; también podrían ser administradas por vía oral, pero en la actualidad es muy poco utilizada esta vía de administración en este balneario.

5.1 Vía Oral

Atendiendo a las características del agua, de mineralización media, sulfatada, cálcica magnésica, muy dura, podría ser considerada su administración por vía oral, buscando efectos en aparato digestivo. Por su contenido en sulfatos podrían favorecer la secreción biliar, actuando por tanto como coleréticas y favoreciendo su evacuación, colagogas, pudiendo ser de cierta utilidad en afecciones entero-hepáticas; la prescripción ha de ser siempre individual, ajustando la dosis y observando la respuesta.

Como hemos señalado la utilización del agua por vía oral es mínima, solamente se ha prescrito en algún caso de estreñimiento crónico. (20).

5.2. Vía Inhalatoria

Según la información recibida de la dirección médica, esta vía de administración es muy utilizada en el balneario de Villavieja, un alto porcentaje de usuarios, hasta un 99,49 %, la reciben.

La administración del agua por vía inhalatoria es de utilidad en afecciones respiratorias crónicas, por la humectación que produce en la mucosa de las vías respiratorias, con acción fluidificante de las secreciones, favoreciendo así el transporte mucociliar y la eliminación de las secreciones; la acción sedante y desensibilizante debida a la radioemanación, también se puede considerar beneficiosa.

Es importante tener en cuenta el tamaño de las partículas a inhalar, de tal forma que la penetración de las mismas depende de su tamaño; si son mayores de 30 micras (técnicas de gota gruesa - spray) quedan retenidas en los primeros sectores de las vías respiratorias: laringe, tráquea y bronquios; para alcanzar sectores más distales es necesario obtener partículas de 10 micras o menores; las partículas menores de 0’5 micras, debido a su movimiento browniano, pueden favorecer su depósito en bronquíolos e incluso alveolos.

En las técnicas de inhalación se ha de atender a la temperatura del agua a inhalar, que se mantendrá cercana a la indiferencia, alrededor de 37 ºC o ligeramente inferior (21).

El balneario cuenta con nebulizadores, aerosoles y vaporarium.

5.3. Vía tópica. Técnicas de aplicación

La vía tópica es la principal vía de administración de estas aguas hipertermales de Villavieja.

Las técnicas de aplicación tópica son principalmente los baños generales que se hacen en bañera individual o en piscina y las aplicaciones con presión: duchas y chorros en distintas modalidades.

5.3.1. Técnicas utilizadas en aplicación tópica en el Balneario de Villavieja

El Balneario cuenta con las siguientes instalaciones con técnicas para aplicación tópica (22):

- Baños termales y de hidromasaje.
- Ducha circular con ajuste de presión, temperatura y altura de aplicación (Figura 7).
- Chorros a presión.
- Piscina termal con chorros, cascada cervical, chorros lumbares.
- Pasillo flebotónico con cantos rodados y agua fría para estimular la circulación en extremidades inferiores (Figura 8).
- Parafangos.
- Masajes.

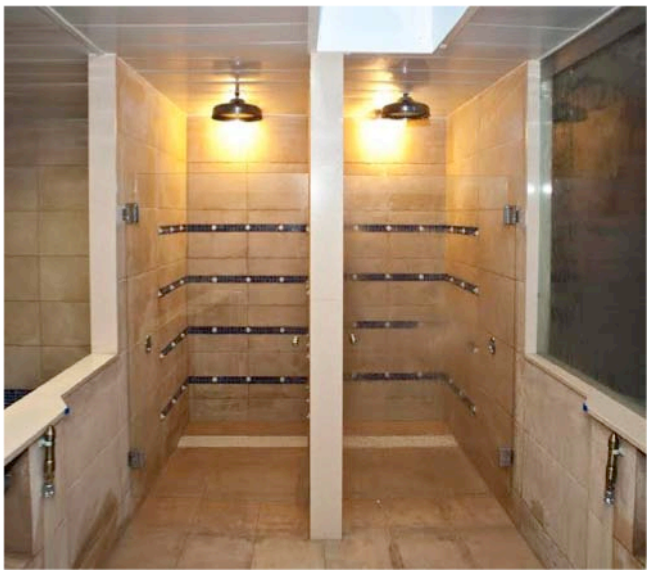


Figura 7. Ducha circular.



Figura 8. Pasillo flebotónico con cantos rodados y agua fría.

5.4. Acciones sobre el organismo – Balneocinesiterapia- Indicaciones

En las aplicaciones tópicas sobre la piel, en forma de baños generales o parciales, duchas y chorros, cualquiera que sea la técnica utilizada, estas aguas van a actuar como estimulantes generales del organismo.

En las aplicaciones tópicas por inmersión en tanques o piscinas se buscan efectos derivados principalmente de factores físicos, térmicos y mecánicos: hidrostáticos e hidrodinámicos, que condicionan la facilitación o la dificultad del movimiento dentro del agua (hidrocinesiterapia); la composición química del agua tiene menor importancia en estas aplicaciones tópicas.

5.4.1. Factores hidrotérmicos y sus efectos

En las aplicaciones tópicas la acción fundamental se debe a las características físicas del agua. Uno de los factores a considerar es la temperatura del agua.

En la mayoría de las técnicas en aplicación tópica, con estas aguas hipertermales de Villavieja, se ha de atemperar añadiendo agua fría para acomodar la temperatura a la técnica de aplicación, según la afección a tratar y la idiosincrasia del paciente.

Los efectos térmicos de la balneación se producen gracias a que el agua es un excelente vehículo del calor, en virtud de su anormalmente elevado calor específico. La transmisión del calor y los efectos que en el organismo se producen son

dependientes del gradiente de temperatura, de la extensión de la aplicación, de la duración del contacto y de la sensibilidad individual. (33).

En los baños calientes individuales, a temperatura ligeramente superior a la indiferencia (35-37 ºC) se producen cambios en la vascularización periférica, una vasoconstricción inmediata breve seguida de vasodilatación periférica prolongada, que conlleva a la activación de la circulación, apertura de nuevos capilares y arteriolas de tejidos superficiales, con la consiguiente mejoría del trofismo tisular.

Las aplicaciones de calor producen también analgesia y una acción sedante general por la influencia sobre el sistema nervioso, elevan el umbral del dolor, dificultan la conducción de la sensibilidad dolorosa por atenuar o abolir la sensibilidad de los receptores periféricos, con repercusión sobre los centros moduladores del dolor y en la liberación de sustancias endorfínicas.

Cuando la temperatura del agua es superior a la indiferente (37-38 ºC) y la aplicación es prolongada, se produce además relajación del tono muscular, disminuyendo la contractura y la fatiga muscular.

En las aplicaciones frías locales a temperaturas por debajo de la indiferencia (20-25 ºC) se obtienen efectos vasculares destacados de vasoconstricción periférica, seguida de una vasodilatación reactiva, se aprecia disminución del dolor, efecto antiinflamatorio y antiedematoso. Suelen ser bien toleradas y se pueden aplicar por espacio de dos a cinco minutos. (24).

En las técnicas con presión, duchas o chorros aplicados directamente sobre la piel o de forma subacuática, se añade a los efectos térmicos, el efecto de percusión o de masaje que es fuente de estimulación de receptores cutáneos que, actuando de manera refleja o bien por acción directa, van a facilitar la relajación muscular, la liberación de adherencias, el aumento del flujo sanguíneo, sedación y analgesia.

5.4.2. Factores mecánicos: hidrostáticos e hidrodinámicos - Balneocinesiterapia

En los baños de inmersión en tanque o piscina (Figura 9) se buscan, además de los efectos térmicos, efectos derivados de otros factores físicos, hidrostáticos e hidrodinámicos que vamos a considerar y que están relacionados con la posibilidad de realizar ejercicio dentro del agua, balneocinesiterapia. Pudiendo aprovechar todos esos factores para realizar ejercicios facilitados, soportados o resistidos según la necesidad en el tratamiento.

La balneocinesiterapia, o terapia por el ejercicio dentro del agua, constituye la técnica más sofisticada y específica en la recuperación funcional de alteraciones del aparato locomotor de tipo reumático, postraumático o neurológico, para combatir el dolor y la limitación funcional.

Es la técnica por excelencia para recuperar o mejorar la función, la flexibilidad y la potencia muscular, sin olvidar la beneficiosa acción que pueden obtener gran número de personas que, sin patología alguna, deseen recuperar y mantener la forma física y evitar así los nefastos efectos de una vida sedentaria y estresada (25).

En esta terapia vamos a destacar los efectos determinados por factores físicos mecánicos, hidrostáticos e hidrodinámicos: presión hidrostática y su consecuencia, el principio de Arquímedes o de flotación.

La fuerza de flotación o de empuje va a producir en el cuerpo sumergido una disminución aparente de su peso, tanto mayor cuanto mayor sea el nivel de inmersión, con liberación de las estructuras que soportan carga (caderas, columna lumbar, etc.), y que va a tener como principal consecuencia la facilitación de los movimientos, que se podrán realizar aún con músculos muy debilitados.



Figura 9. Piscina termal con chorros y cascadas.

Ahora bien, un cuerpo en movimiento dentro del agua, sufre una resistencia a su avance debido a fuerzas intrínsecas al agua tales como cohesión intermolecular, tensión superficial, viscosidad, densidad, que se oponen al movimiento dentro del agua. Esta resistencia hidrodinámica puede ser hasta 600 veces mayor que en el aire, si se modifican las circunstancias o se consideran factores añadidos, extrínsecos al agua, como dirección y velocidad del desplazamiento, superficie a movilizar, ángulo de ataque, turbulencias, etc. Estos factores de resistencia al movimiento permiten la posibilidad de programar una amplia gama de ejercicios, desde los más facilitados a los resistidos, siempre de acuerdo con la necesidad, conveniencia y tolerancia individual (26).

Además hay que destacar la posible intervención de factores hidrocinéticos**,** como puede ser la proyección sobre la superficie corporal de chorros subacuáticos y los derivados de la agitación del agua, que producen una acción percutora o de masaje (hidromasaje). Estos efectos se añaden a los térmicos y mecánicos propios de la inmersión, dando así la posibilidad de obtener de forma simultánea los efectos del calor, masaje, movilidad (Tríada de Pemberton).

La presión hidrostática, tanto mayor cuanto mayor es la profundidad y del mismo valor en todos los puntos de cada plano horizontal, manifiesta su acción directa sobre el sistema venoso y las grandes cavidades corporales, y determina una facilitación de la circulación de retorno, mayor con el individuo en posición vertical, que obliga a una mayor actividad cardíaca, así como a un aumento significativo de la diuresis debido a la liberación del factor natriurético auricular.

En condiciones normales esa mayor actividad cardiaca exigida es fácilmente superada, pero en sujetos de edad avanzada o con alteraciones circulatorias, en especial, con dilataciones varicosas importantes, puede causar desfallecimiento cardiaco. A esto debemos añadir los efectos sobre la función respiratoria, que debido a la compresión sobre la caja torácica y el diafragma, produce modificaciones que, en los pacientes con enfermedad respiratoria o cardiaca, pueden ser causa de disnea y opresión en los baños. Con esto queremos llamar la atención sobre la necesidad de una **especial vigilancia de la situación cardiorrespiratoria,** de las personas sometidas a estos tratamientos.

La presión hidrostática y otras fuerzas intrínsecas al agua, como la cohesión, viscosidad, tensión superficial, pueden ser origen de estímulos exteroceptivos, aprovechables para una mejor percepción del esquema corporal, de la posición de los miembros y del sentido del equilibrio, de gran utilidad en el tratamiento de personas con procesos postraumáticos o neurológicos (27).

5.4.3. Acción general estimulante inespecífica

Además de todos los efectos hasta ahora señalados, añadiremos que estas técnicas de aplicación tópica pueden comportarse como estimulantes de la capacidad defensiva del organismo y como un factor de acción general inespecífico. Tales aplicaciones constituyen un estrés o agresión repetida que, aunque de escasa intensidad, es suficiente para poner en marcha los mecanismos defensivos generales, lo que nos permite explicar, en parte, la beneficiosa acción general de las curas balnearias (28).

6. INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE LAS APLICACIONES TÓPICAS

Las principales indicaciones de las aplicaciones tópicas están relacionadas con afecciones de aparato locomotor, de tipo reumático: reumatismos inflamatorios fuera de la fase aguda, reumatismos degenerativos de cualquier localización, reumatismos para o abarticulares, lumbalgias, fibrositis, secuelas postraumáticas e incluso neurológicas.

A estos procesos se podrían añadir los derivados de la Patología de la Civilización, tales como situaciones de estrés, ansiedad, depresión, personas que están sometidas a un excesivo ritmo de vida o simplemente a quienes sin presentar patología alguna, desean mejorar su forma física disfrutando de un ambiente distinto al habitual, amable, tranquilo, libre de contaminación, lejos de las grandes ciudades (29).

Consideramos **contraindicaciones absolutas**: todos los procesos agudos o en fase de agudización; procesos tumorales malignos; insuficiencias descompensadas (cardíaca, respiratoria, renal, etc.); hipertensión arterial grave; accidentes cerebrovasculares recientes, epilepsia, estados caquécticos y de agotamiento de la capacidad de respuesta orgánica.

Contraindicaciones relativas: las aplicaciones tópicas tienen escasas contraindicaciones. Cada técnica debe ser prescrita individualmente y adaptada al estado patológico de cada paciente.

7. POBLACIÓN ASISTENTE AL BALNEARIO, SEGÚN INFORMACIÓN RECIBIDA.

Solicitamos a la Dirección del balneario información referente a los usuarios: número, edad, sexo, procedencia, afecciones que presentan, tratamientos realizados, técnicas utilizadas y resultados obtenidos, para poder incluir en esta publicación.

D. Vicente Caballer Almela, Director del Balneario, nos envió información referente a las técnicas que se utilizan en el Balneario con algunas fotografías, además de datos en forma de gráficos, referentes al número de "bañistas" que concurrieron al balneario en los cuatro últimos años, 2011, 2012, 2013 y 2014, distribuidos por sexo, grupos de edades y patologías (en porcentajes) que presentaron los pacientes, y la interpretación médica de la Dra. Dña. Begoña Murria Peñarroya, médico del Balneario de Villavieja, que incluía procedencia y % de las diferentes técnicas utilizadas, que exponemos a continuación (30).

	SEXO				
	H	M	TOTAL	% H	% M
2011	1002	1510	2512	39,9	60,1
2012	1093	1566	2599	39,7	60,3
2013	1019	1521	2560	40,6	59,4
2014	993	1547	2540	39,1	60,9

	EDAD				
	< 50	50 - 65	65-75	> 75	TOTAL
2011	251	452	804	1005	2512
2012	260	468	832	1040	2599
2013	256	461	819	1024	2560
2014	254	457	813	1016	2540

	PATOLOGÍAS %					
	REUMATOLÓGICO	RESPIRATORIO	DIGESTIVO	RENAL Y V. URINARIAS	DERMATOLÓGICO	NEUROPSÍQUICO
2011	97,93	99,13	0,20	0,07	0	0,07
2012	95,52	95,37	0,07	0	0	0
2013	99,17	99,32	0	0	0,08	0
2014	99,42	99,48	0	0	0,07	0,07

Gráfico 1. Población asistente en los años 2011, 2012, 2013 y 2014, distribución por sexos, grupos de edades y % de las diferentes patologías tratadas.

Como se puede observar en este Gráfico 1, el número total de asistentes al balneario de Villavieja es similar, en cada uno de los cuatro años, siendo algo más de 2500 cada año, que los supera en 2012 siendo, prácticamente, 3000 los asistentes.

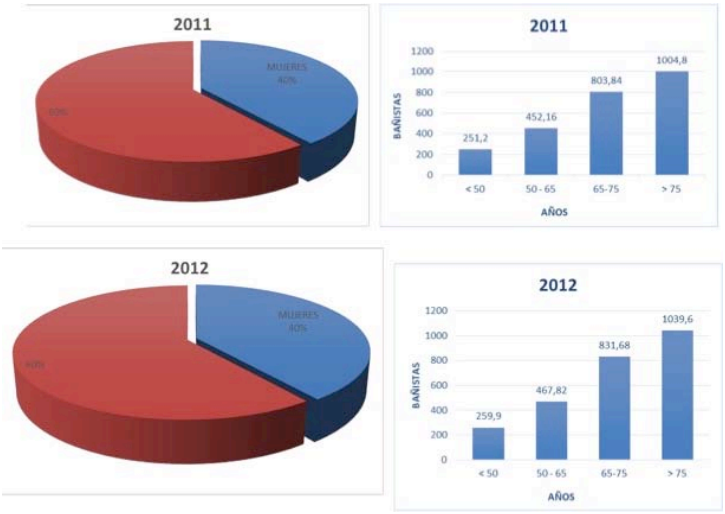


Gráfico 2 Población asistente, años 2011 y 2012, señalando % mujeres y hombres y grupos de edades.

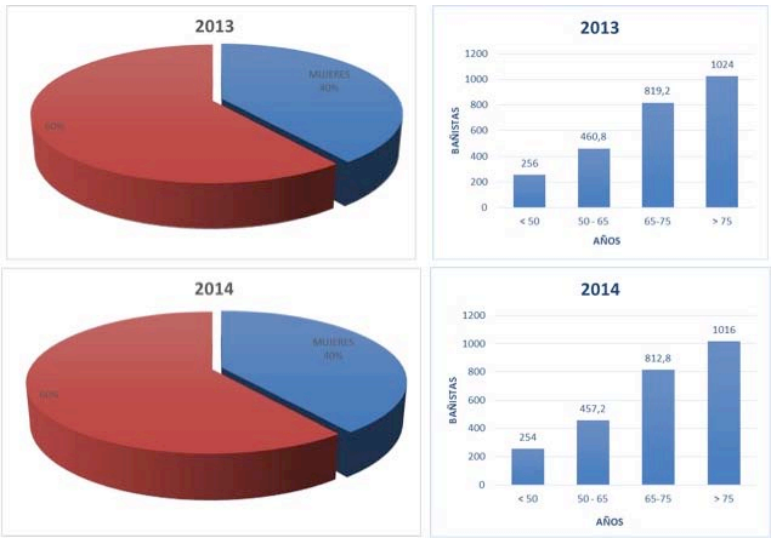


Gráfico 3 . Población asistente, años 2013 y 2014, señalando % mujeres y hombres sexo y grupos de edades.

En los Gráficos 2 y 3 se observa que el 60% de los "agüistas" corresponde a mujeres y el 40% a hombres; en los grupos de edades el mayor número de usuarios corresponde a los mayores de 75 años, más de 1000 personas cada año; seguido del grupo de edades comprendidas entre 65 y 75 años; el grupo menos numeroso es el que corresponde a los más jóvenes, personas menores de 50 años.

7.1 Patologías atendidas

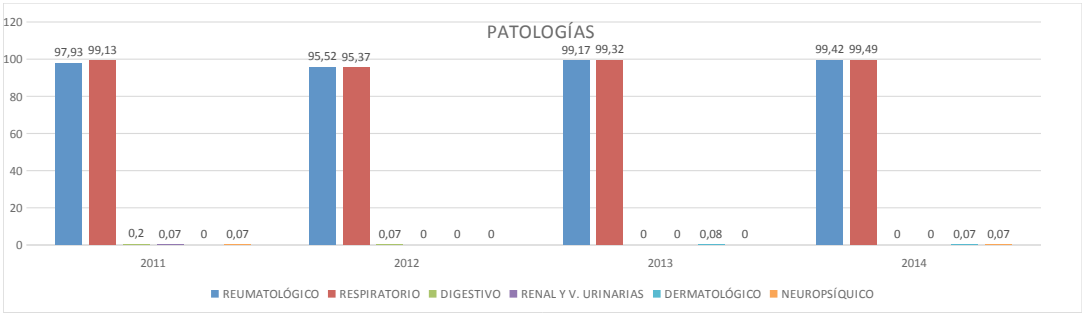


Gráfico 4. Patologías atendidas

En este Gráfico 4 se exponen en porcentajes, las distintas patologías que presentaron los pacientes en los cuatro años estudiados, 2011, 2012, 2013 y 2014.

Se observa que las patologías más frecuentes son reumatológicas y de respiratorio, prácticamente igual porcentaje, cercano al cien por cien, en ambos tipos de patología y en los cuatro años estudiados.

Otras patologías reflejadas en el gráfico, digestivo, renal y v. urinarias, dermatológico y neuropsíquico, no llega al 1 % en ningún año.

Llama la atención que, siendo muy diferentes las edades de la población que acude al balneario, sean las afecciones reumáticas y de respiratorio las más frecuentes. Ahora bien, hay que tener en cuenta que el mayor número de usuarios, son personas de 75 o más años, seguido del grupo de 65-75 años. Y son procedentes de dos programas de termalismo.

7.2. Afecciones más frecuentes

En la información enviada por el balneario se señala que dentro de las afecciones reumatológicas, las más frecuentes son "Reumatismo Crónico Degenerativo (ARTROSIS: Espondiloartrosis, Rizartrosis, Coxartrosis y Gonartrosis), Reumatismo Crónico Inflamatorio (Fibromialgia, Artritis Reumatoide)".

"De las afecciones Respiratorias se encuentran principalmente con Faringitis crónica, Sinusitis, Asma y EPOC (Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica)".

"De las afecciones Digestivas la más frecuente es el Estreñimiento".

7. 3. Procedencia de los bañistas y % de técnicas utilizadas

El Balneario de Villavieja tiene establecido concierto con el Programa de Termalismo Social del IMSERSO (375 plazas ofrecidas al programa) (31) y en 2014 con el Programa de Termalismo Saludable que ofrece plazas para pensionistas, con 10 ó 12 días de estancia en un balneario (32). Asimismo, con el Programa de Termalismo Valenciano a través de la Consejería de Bienestar Social de la Comunidad Autónoma Valenciana (33), convoca plazas para estancias en balnearios de esa Comunidad Autónoma. En este y aquellos programas se señala que los beneficiarios serán enfermos que precisen tratamiento reumatológico o respiratorio.

7.4. Técnicas ofrecidas y % de técnicas utilizadas

Señalamos a continuación las diferentes técnicas ofrecidas por el balneario y el porcentaje de usuarios que las han utilizado, en cada uno de los años 2011, 2012, 2013 y 2014, por separado (34):

- Aerosoles: 80, 85, 83 y 88 %.
- Vaporarium: 14, 11, 18 y 16 %.
- Ducha circular: 71, 84, 87 y 89 %.
- Chorros: 29, 16, 13 y 11 %.
- Baño termal: 31, 23, 15 y 13 %.
- Piscina termal: 63, 67, 78 y 83 %.

- Pasillo flebotónico: 84, 87, 89 y 92 %.

- Parafangos: 16, 13, 19 y 20 %.

- Masajes: 6, 8, 9 y 9 %.

Las técnicas más utilizadas han sido: en primer lugar, pasillo flebotónico, 84 a 92 %, seguido de ducha circular, 71 a 89 % y 80 a 88 % aerosoles y en cuarto lugar piscina termal 63 a 83 %.

No se especifica ni en gráficos ni en comentarios la evolución de los pacientes. Se supone que si repiten, si son los mismos pacientes los que acuden a lo largo de los cuatro años, será porque encuentran mejoría.

8. CONCLUSIONES

Las aguas mineromedicinales del balneario de Villavieja de Nules fueron declaradas de Utilidad Pública en 1873.

Son consideradas aguas sulfatadas cálcicas y se utilizan principalmente en afecciones de tipo reumatológico y respiratorio.

De las diferentes técnicas que ofrece el balneario, las más utilizadas son: en primer lugar el pasillo flebotónico, seguido de la ducha circular y aerosoles y en cuarto lugar la piscina termal.

Durante los años estudiados 2011, 2012, 2013 y 2014, el número de usuarios ha sido mayor de 2500 cada año y en 2012 fue 2599. El 60 % de la población "bañista" correponde a mujeres y el 40 % a hombres, siendo en su mayoría personas mayores de 65 años.

9. AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a D. Vicente Caballer Almela y a la Dra. Dña. Begoña Murria por la documentación aportada para poder exponer y conocer mejor las actividades del Balneario de Villavieja y, por las atenciones recibidas, durante nuestra agradable visita de trabajo en el balneario que nos permitió además disfrutar de La Vilavella.

10. REFERENCIAS

1. Decreto 152/2001, de 5 de octubre, del Gobierno Valenciano, por el que se aprueba el cambio de denominación del municipio de Villavieja por la forma valenciana de La Vilavella.

2. Vicent Felip Sempere y Joan A. Vicent Caballer "Ibers i Romans al camp de Nules (Mascarell, Moncofa, Nules i La Vilavella)". Ed. Ayuntament de *Nules 1998*. p.7.

3. Francisco José de Lemos. "Virtudes medicinales de las aguas minerales de Villavieja de Nules en el Reyno de Valencia". Ed. Josef y Tomás de Orga. Valencia 1788. p.73.

4. Victor Riba Pbro. *Villavieja de Nules y sus aguas termales. Apuntes históricos. Impresión facsímil de las ediciones de 1898 y 1906*. Ayuntamiento de La Villavella. Joan A. Vicent Cavaller. Imprime: Servicios Gráficos Villavieja S.L.- La Vilavella (Castelló) 1994. p.220/B.

5. Víctor Riba Pbro. *Villavieja de Nules y sus aguas termales. Apuntes históricos. Impresión facsímil de las ediciones de 1898 y 1906*. Ayuntamiento de La Villavella. Joan A. Vicent Cavaller. Imprime: Servicios Gráficos Villavieja S.L.- La Vilavella (Castelló) 1994. p.126/A.

6. Pedro María Rubio. Villavieja de Nules (Baños de) en "Tratado completo de las Fuentes Medicinales de España" Establecimiento Topográfico de D.R.R. de Rivera. Madrid 1853. p. 206.

7. Pedro María Rubio. "Tratado completo de las Fuentes Medicinales de España" Establecimiento Topográfico de D.R.R. de Rivera. Madrid 1853. pp. 204-206.

8. Pedro Marí Rubio pp. 205-206.

9. Francisco David. Memoria sobre las aguas minerales de Villavieja. Manuscrito, Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid. 1822, Sign. Ca 2861 E. Martínez Reguera 120, x53348661x.

10. Méndez Aparicio, J.A. Catálogo de "Memorias de las aguas minero-medicinales españolas (siglos XIX y XX) publicadas en Bálnea, Número 3 Extraordinario. Ed. Servicio de Publicaciones. Universidad Complutense de Madrid. 2008. pp. 338-343.

11. Martínez Reguera, L. "Bibliografía hidrológica-médica española, 1ª parte. Sección Impresos". Sucesores de Rivadeneira; Madrid, 1892 y "Bibliografía hidrológica-médica española, 2ª parte. Vols. I y II"; Sucesores de Rivadeneira; Madrid, 1896-1897.

12. Orden de 5 de marzo de 1873. Declaración de Utilidad Pública de las aguas mineromedicinales de Villavieja de Nules, en Carmen Francés Causapé "*El Balneario de Villavieja de Nules (Castellón). Historia y generalidades.*"

13. Gaceta de Madrid 165 (15-5-1874), p. 415. en Carmen Francés Causapé "*El Balneario de Villavieja de Nules (Castellón). Historia y generalidades."*

14. Pedro María Rubio p. 205

15. Escudero, Juan Inocente. Memoria sobre las aguas minerales termo-sulfatadas cálcicas de Villaviela de Nules, referente a la temporada balnearia de 1877. Manuscrito firmado; Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid, 1877. Sign.: Ca 2782 (8).

16. Escudero, Juan Inocente. Aguas minerales sulfatadas mistas con hierro de Villavieja de Nules, provincia de Castellón: 1885: memoria/ médico director Inocente Escudero, 1885. Manuscrito firmado. Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid, 1885. Sign. Ca 2738 (19).

17. Guía Oficial de Balnearios y Aguas mineromedicinales de España 1946-47. Editado por la Asociación Nacional de la Propiedad Balnearia. Madrid. 1946.

18. Armijo Valenzuela, Manuel de *Compendio de Hidrología Medica.* Ed. Científico Médica. Barcelona (España) 1968. p.149.

19. Maraver Eyzaguirre, F. y Armijo Castro, F. *Vademecum II de aguas mineromedicinales españolas*. Ed. Complutense. 2010. pp. 295-296.

20. Heras de las, C. y Simón Mª A. Intervención Mesa Redonda sobre el balneario de Villavieja, Análisis de la Radiactividad.

21. Informe del médico del balneario, Dra. Begoña Murria Peñarroja. Datos sobre los bañistas del balneario.

22. San Martín Bacaicoa, J. Crenotecnia. Vía inhalatoria. Cap. 15. En Armijo Valenzuela, M., San Martín Bacaicoa, J. y cols. Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia. Ed. Complutense. Madrid 1994. pp. 195-215.

23. Armijo y San Martín. Hidroterapia, Fasc. Colecc. en Bol. Soc. Esp. Hidrol. Med., Vol. I a VI. p. 30.

24. Armijo y San Martín. Hidroterapia, Fasc. Colecc. en Bol. Soc. Esp. Hidrol. Med., Vol. I a VI. pp. 32-35.

25. Agishi, Y. & Ohtsuda, Y. Recent Progress in Medical Balneology and Climatology. Ed. Hokkaido University Medical Library Series, Vol. 34. Sapporo, Japan 1995.

26. San Martín Bacaicoa, J. "Physiology of aquatic therapy: Resistance factors" Ponencia presentada al 34th World Congress of the International Society of

Medical Hydrology and Climatology. Budapest-Héviz (Hungría). Octubre 2002.

27. Armijo y San Martín. Hidroterapia, Fasc. Colecc. en Bol. Soc. Esp. Hidrol. Med., Vol. I a VI. pp. 18-24.

28. San Martín Bacaicoa, J. "Técnicas actuales de tratamiento balneario. Hidrocinesiterapia" en *Panorama actual de las aguas minerales y mineromedicinales en España.* Ministerio de Medio Ambiente. ITGE. Madrid. 2000. pp. 105-114.

29. Armijo Valenzuela, M., San Martín Bacaicoa, J. y cols. Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia. Helioterapia. Ed Complutense. Madrid 1994. pp.227-240.

30. Población asistente. Información recibida de la Dirección del Balneario, años 2011, 2012, 2013 y 2014.

31. B.O.E. 300 (14-12-2009) p. 20066.

32. B.O.E. 301 (13-12-2014) p. 101629-101638.

33. D.O.C.V. 7138 (31-12-13), p. 36926-36932.

34. Información recibida de la Dirección del Balneario.



PUBLICACIONES ELECTRÓNCAS DE LA REAL ACADEMIA NACIONAL DE FARMACIA