

Libro de Actas
**I Congreso Internacional del Auga
Termalismo y Calidad de Vida**

*I Symposium Internacional de
Termalismo y Calidad de Vida*

Ourense (España), 23 y 24 de septiembre de 2015

Proceedings

**Ist International Congress on Water
Healing SPA and Quality of Life**

*1st International Symposium
on Healing SPA and Life Quality*

Ourense (Spain), 23-24 September 2015







**LIBRO DE ACTAS DEL
I CONGRESO INTERNACIONAL DEL AGUA
“TERMALISMO Y CALIDAD DE VIDA”**

Ourense (España), 23-24 de septiembre de 2015

Editores:

José María Faílde Garrido

Arno Formella

José Antonio Fraiz Brea

Moncho Gómez Gesteira

Fermín Pérez Losada

Virxilio Rodríguez Vázquez

Campus da Auga

Vicerrectoría del Campus de Ourense

Edita:

Campus da Auga, Vicerreitoría del Campus de Ourense.

Universidade de Vigo
Campus Universitario
32004 Ourense (España).

Tel. +34 988 387 300

Fax. +34 988 387 311

Correo electrónico: vicou@uvigo.es

Web: <http://vicou.uvigo.es/>

Editores:

José María Failde Garrido, *Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Vigo, España.*

Arno Formella, *Escuela Superior de Ingeniería Informática, Universidad de Vigo, España.*

Jose Antonio Fraiz Brea, *Facultad de Ciencias Empresariales y Turismo, Universidad de Vigo, España.*

Moncho Gómez Gesteira, *Facultad de Ciencias, Universidad de Vigo, España.*

Fermín Pérez Losada, *Facultad de Historia, Universidad de Vigo, España.*

Virxilio Rodríguez Vázquez, *Facultad de Derecho, Universidad de Vigo, España.*

Edición:

Vicerreitoría do Campus de Ourense

www.vicou.uvigo.es

©Universidade de Vigo

Todos los derechos reservados: Queda rigurosamente prohibida, sin autorización escrita por parte de los/as autores/as y bajo sanciones establecidas por la ley, la reproducción total o parcial de esta obra a través de cualquier modo o procedimiento, incluyendo la reprografía y el tratamiento informático, así como la distribución de los ejemplares de la misma mediante alquiler o préstamo público.

Imprime: Imgrafor, S.A.

ISBN: 978-84-8158-704-3

Depósito Legal: VG 60-2016

Las opiniones y contenidos de las ponencias y comunicaciones publicadas en el "Libro de Actas I Congreso Internacional del Agua. Termalismo y Calidad de Vida", son de responsabilidad exclusiva de los/as autores/as; asimismo, éstos/as se responsabilizarán de obtener el permiso correspondiente para incluir material publicado en otro lugar.

PRÓLOGO

Es un honor para mí introducir este libro de actas del I Congreso Internacional del Agua, que bajo el lema de Termalismo y Calidad de Vida tuvo lugar en Ourense los días 23 y 24 de septiembre de 2015, coetáneamente con Termatalia (15.ª Feria Internacional de Turismo termal, salud y bienestar).

Este Congreso nace con vocación de permanencia, para convertirse en un foro de debate científico, de generación y transferencia de conocimiento sobre distintos aspectos del agua, objeto sobre el que pivota la especialización del Campus de Ourense de la Universidad de Vigo y que marcará la estrategia docente e investigadora a medio y largo plazo de este campus. En esta primera edición, el comité organizador decidió dedicarlo al agua termal y mineromedicinal, con el objetivo de impulsar la investigación científica en este ámbito, tanto en lo que se refiere a la calidad de las aguas, su gestión económica y jurídica, como a sus aplicaciones terapéuticas, aprovechamientos turísticos, etc. De acuerdo con esta idea se habilitaron cuatro bloques temáticos. El primero, relativo a las aguas mineromedicinales y termales, el segundo dedicado al patrimonio y arquitectura termal, el tercero, relativo al termalismo experiencial y de salud y, finalmente, un bloque que tiene como objetivo servir de nexo con futuras ediciones del congreso, titulado investigación general sobre el agua. Es necesario dejar constancia aquí tanto del elevado número de comunicaciones recibidas como de la calidad científica de las mismas que obligaron al comité científico a llevar a cabo un intenso y riguroso trabajo de selección. El resultado no puede ser más satisfactorio, pues las cuarenta y cinco comunicaciones aceptadas, procedentes de distintos países, sobre todo de los continentes europeo y americano, aportan estudios novedosos y originales en cada uno de los bloques temáticos propuestos, siendo mayoritarias las investigaciones desarrolladas en el ámbito universitario pero, a la vez, con contribuciones realizadas desde el mundo profesional y empresarial. Estudios teóricos combinados con investigación aplicada que sin duda contribuyen a la mejora del conocimiento, que suponen transferencia del mismo al sector, y que ayudarán a las Administraciones Públicas encargadas de gestionar un recurso tan sensible como el agua y, más en

concreto, aquélla que tiene propiedades mineromedicinales, a diseñar mejores Políticas públicas. Y es que la creación de riqueza y el crecimiento económico en éste como en cualquier otro sector deben venir de la mano de la investigación, del desarrollo y de la innovación, en definitiva, del conocimiento, razón de ser de la Universidad. Una Universidad, eso sí, apegada a la realidad y abierta al diálogo con todos los agentes sociales, es decir, contextualizada. Este Congreso es un claro ejemplo de esta forma de entender la Universidad, del conocimiento que desde ella se genera e impulsa, y de cómo desde ella se puede contribuir al desarrollo económico y social. Así lo han comprendido también, desde el primer momento, los organismos coorganizadores, Expourense, Concello de Ourense y Deputación Provincial de Ourense, a quienes nos gustaría agradecer muy sinceramente su disposición y su compromiso en la organización de esta primera edición. También quisiera manifestar mi agradecimiento a todas las entidades colaboradoras y sociedades que han avalado el congreso, prestigiándolo de cara a futuras ediciones, así como a todos los patrocinadores, cuya contribución económica ha facilitado la gestión de recursos para atender adecuadamente a todos los asistentes. Por último, pero no por ello menos importante, quisiera dejar aquí constancia del extraordinario trabajo realizado por las personas integrantes del comité organizador y del comité científico, destacando el excepcional papel desempeñado por sus respectivos presidentes, José María Faílde Garrido y Moncho Gómez Gesteira.

Por todo lo dicho, este libro de actas además de constituir un instrumento útil para investigadoras/es, profesionales, sector empresarial y Administraciones Públicas, representa, simbólicamente, un primer paso vivo, eficaz y firme en el camino que con este Congreso y desde el Campus de Ourense de la Universidad de Vigo queremos recorrer conjuntamente.

Virxilio Rodríguez Vázquez

Vicerrector del Campus de Ourense de la Universidad de Vigo.

Septiembre de 2015



**I CONGRESO
INTERNACIONAL DEL AGUA**
Termalismo y Calidad de Vida

I Symposium Internacional de Termalismo y Calidad de Vida

**1ST INTERNATIONAL
CONGRESS ON WATER**
Healing SPA and Quality of Life

1st International Symposium on Healing SPA and Life Quality

I CONGRESO INTERNACIONAL DEL AGUA “TERMALISMO Y CALIDAD DE VIDA”

I SYMPOSIUM INTERNACIONAL DE TERMALISMO Y CALIDAD DE VIDA

Instituciones organizadoras:

Universidade de Vigo (Campus de Ourense-Campus da Auga), Diputación Provincial de Ourense, Concello de Ourense y Termatalia (Fundación de Ferias y Exposiciones de Ourense).

Instituciones científicas u organismos que avalan el congreso:

International Society of Medical Hidrology (ISMH), Sociedad Española de Hidrología Médica (SEHM), European Historic Thermal Towns Association (EHTTA), European Association Spa (ESPA), Plataforma Tecnológica Española del Agua (PTEA), Asociación Iberoamericana de Termalismo y Bienestar (AITB).

Empresas patrocinadoras:

Cabreiroá, Coren, Caldaria Hoteles y Balnearios, Fundación BÍLBILIS y Peloides Naturales S.L.

PRESIDENTE DEL CONGRESO:

Virxilio Rodríguez Vázquez

*Vicerrector del Campus de Ourense-Campus da Auga,
Universidad de Vigo, España.*

VICEPRESIDENTE DEL CONGRESO:

Alejandro Rubín

Director Gerente de EXPOURENSE, España.

COMITÉ DE HONOR I CONGRESO INTERNACIONAL DEL AGUA

Excmo. Sr. D. Alberto Núñez Feijóo

Presidente de la Xunta de Galicia

Sr. D. Salustiano Mato de la Iglesia

Rector Magnífico de la Universidad de Vigo.

Excmo. Sr. D. Francisco Conde López

*Conselleiro de Economía e Industria
de la Xunta de Galicia.*

Excma. Sra. Dña. Beatriz Mato Otero

*Conselleira de Traballo e Benestar
de la Xunta de Galicia.*

Ilma. Sra. Dña. María Nava Castro Domínguez

*Directora da Axencia de Turismo de
Galicia de la Xunta de Galicia.*

Ilmo. Sr. D. Jesús Vázquez Abad

Alcalde de Ourense.

Ilmo. Sr. D. José Manuel Baltar Blanco

*Presidente de la Excelentísima
Diputación Provincial de Ourense.*

Ilma. Sra. Dña. Marta Blanco Quesada

*Directora del Instituto de Turismo de España
(TURESPAÑA), Gobierno de España.*

Sr. D. Juan Carlos Parada Rúa

Presidente del Comité Ejecutivo de Expourense.

Sr. D. António Pedro Pinto Cantista

*International Society of Medical
Hydrology and Climatology (ISMH).*

Sr. D. Juan Carlos San José Rodríguez

*Presidente de la Sociedad Española
de Hidrología Médica.*

Sr. D. Giuseppe Bellandi

*Presidente de la European Historical
Thermal Town Association.*

Sr. D. Martin Plachy

Presidente de la European SPAS Association - ESPA.

Sr. D. Antolín Aldonza Moreno

*Presidente de la Plataforma
Tecnológica Española del Agua.*

Sr. D. Francisco Marín Muñoz

*Presidente de la Confederación Hidrográfica del
Miño-Sil, Ministerio de Agricultura, Alimentación
y Medioambiente, Gobierno de España.*

Sr. D. Juan Carlos Parada Rúa

*Presidente de la Cámara de Comercio
e Industria de Ourense.*

COMITÉ ORGANIZADOR

Presidente Comité Organizador:

José María Faílde Garrido
*Director de Planificación del
Campus de Ourense - Campus
da Auga, Universidad
de Vigo, España.*

Vicepresidenta Comité

Organizador:

Emma González Diéguez
*Directora Adjunta
Expourense, España.*

Miembros del Comité Organizador:

Maria José Afonso, *Instituto
Superior de Engenharia do Porto,
Politécnico do Porto, Portugal.*

Jose Antonio Fraiz Brea,
*Facultad de Ciencias
Empresariales y Turismo,
Universidad de Vigo, España.*

Fermín Pérez Losada, *Campus
da Auga, Universidade
de Vigo, España.*

Patricio Sánchez Fernández,
*Campus da Auga, Universidad
de Vigo, España.*

Susana Álvarez González,
Universidade de Vigo, España.

Arno Formella, *Campus da Auga,
Universidade de Vigo, España.*

Maria José Fernández Gómez,
*Coordinadora de Marketing
Expourense, España.*

Nita Torres Reboiras, *Jefa
de Servicio de Termalismo,
Concello de Ourense, España.*

José Juan Cerdeira Lois, *Director
del Área de Bienestar, Diputación
Provincial de Ourense, España.*

COMITÉ CIENTÍFICO

Presidente Comité Científico:

Moncho Gómez Gesteira
Campus da Auga, Universidade de Vigo, España.

Vicepresidentes Comité Científico:

Jose Antonio Fraiz Brea, *Facultad de Ciencias Empresariales y Turismo, Universidad de Vigo, España.*

Fermín Pérez Losada, *Facultad de Historia, Universidad de Vigo, España.*

Helder I. Chaminé, *Instituto Superior de Engenharia do Porto, Politécnico do Porto, Portugal.*

Miembros del Comité Científico:

Pedro Araujo Nespereira, *Decano Facultad
de Ciencias, Universidad de Vigo, España.*

José Martins Carvalho, *Instituto Superior de
Engenharia do Porto, Politécnico do Porto, Portugal.*

José Luis Legido, *Facultad de Ciencias,
Universidad de Vigo, España.*

Valilla Mannathal Hamza,
Observatorio Nacional, Brasil.

Marcela Perez, *Universidad Nacional
del Litoral, Argentina.*

María José Afonso, *Instituto Superior
de Energía de Oporto, Portugal.*

Maddalena Bassani, *Universita di Padova, Italia.*

Gonzalo Matilla Seiquer, *Universidad
de Murcia, España.*

Silvia González Soutelo, *Fac.
Historia, Univ. Vigo, España.*

Josep Sanchez Ferré, *Arquitecto asesor
Ministerio de Fomento, Barcelona, España.*

José Luis Martínez Raído, *Escuela Técnica
Superior de Arquitectura de la UDC, España.*

Mario Crecente Maseda, *Escuela Universitaria de
Turismo del CENP - Universidad da Coruña, España.*

Luis Alonso Álvarez, *Universidad de A Coruña, España.*

Mário Passos Ascensão, *HAAGA-HELIA University
of Applied Sciences, Helsinki, Finlandia.*

Luis Rodríguez Míguez, *miembro de la Real
Academia de Medicina y Cirugía, España.*

Francisco Maraver Eyzaguirre, *Universidad
Complutense de Madrid, España.*

María Reyes Pérez Fernández, *Escuela de
Enfermería, SERGAS-Universidad de Vigo, España.*

Miguel Ángel Vázquez Vázquez,
Universidad de Vigo, España.

Elisa Alén González, *Universidad de Vigo, España.*



A green-tinted photograph of a hand holding a pencil over a grid, with the word 'INTRODUCCIÓN' overlaid in white text.

INTRODUCCIÓN

Introducción

El agua constituye un recurso universal de primera necesidad, de importancia mundial, cuyo conocimiento, gestión y uso pueden y deben ser abordados desde una perspectiva global necesariamente multidisciplinar. Uno de sus aspectos más destacados y de plena actualidad es el relativo a las aguas mineromedicinales y termales. Su estudio y aprovechamiento inciden claramente en la calidad de vida de la sociedad actual, contribuyendo muy significativamente a la consecución del anhelado “estado del bienestar”.

El I Congreso Internacional del Agua (CIDAT-2015), está organizado en torno a tres áreas temáticas prioritarias:

1. El recurso agua: Aguas mineromedicinales y termales

- Caracterización físico-química de las aguas mineromedicinales y termales. Hidrogeología.
- Analítica y control de calidad de aguas
- Aprovechamientos tradicionales y nuevas orientaciones de uso (energía, cosmética, etc.)
- Marco jurídico y administrativo del agua termal.
- Investigación general sobre el agua. Hidráulica (hidrología, eficiencia energética, otros).

2. Patrimonio y arquitectura termal

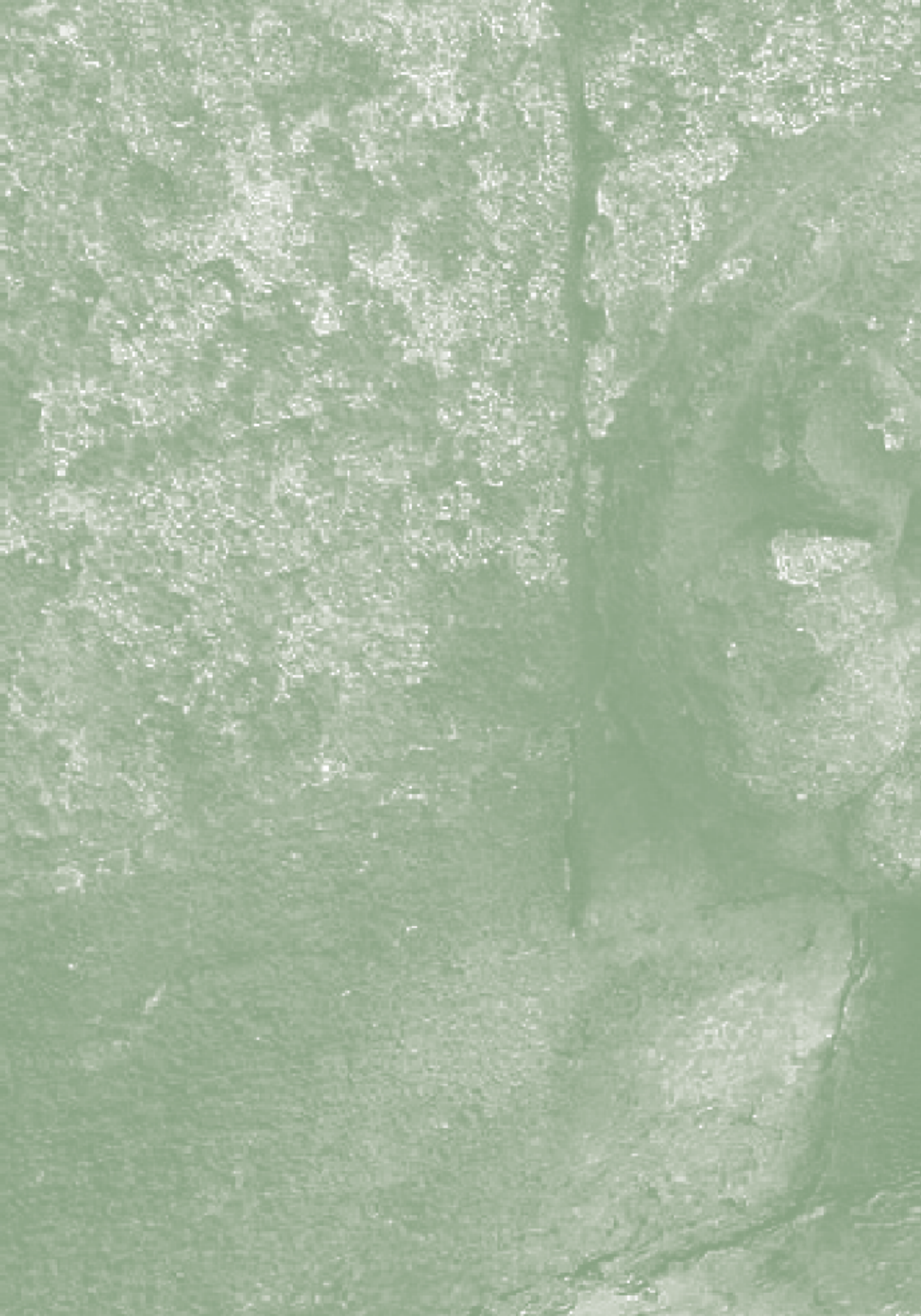
- Patrimonio arqueológico termal (Antigüedad)
- Patrimonio histórico termal (Época Moderna y Contemporánea)
- Arquitectura, rehabilitación y puesta en valor de balnearios históricos
- Nueva arquitectura de los centros termales: proyectos, retos y perspectivas.

3 Turismo experiencial y de salud en termalismo

- Hidrología médica. Balneoterapia, talasoterapia.
- Termalismo sénior.
- Planificación y promoción del turismo termal
- Gestión y administración de centros termales

Objetivos del congreso:

- Crear de un foro de encuentro de investigadores y profesionales nacionales e internacionales interesados en la temática del agua y en especial del termalismo, que permita establecer sinergias entre el mundo académico científico y el sector de la empresa.
- Facilitar la actualización de conocimientos sobre aspectos relacionados con el termalismo y la salud, en especial en lo referido a la caracterización y aprovechamiento de las aguas termales y mineromedicinales, el patrimonio y la arquitectura termal y el turismo experiencial y de salud en termalismo.
- Conocer diferentes modelos de gestión y explotación de las potencialidades de las aguas mineromedicinales y termales y de sus implicaciones para el turismo y la salud.
- Estimular el conocimiento y la investigación general sobre el termalismo y sus implicaciones para la calidad de vida y la salud, desde una perspectiva multidisciplinar.
- Fortalecer los contactos entre instituciones y equipos de investigación interesados en las temáticas del agua y de modo particular sobre el termalismo y sus implicaciones para la salud y la calidad de vida.
- Poner en valor el potencial científico, económico, patrimonial y turístico de la ciudad y la provincia de Ourense como referente internacional en materia de termalismo, estableciendo sinergias con instituciones clave en nuestra provincia.
- Estimular vínculos con terceros países en materia de investigación sobre termalismo, de modo especial con países del entorno europeo y latinoamericano.



A green-tinted photograph of a waterfall cascading over a rocky ledge. The water is in motion, creating a blurred effect as it falls. The background is a textured rock face.

ÍNDICE



PRÓLOGO 5

DATOS TÉCNICOS DEL CONGRESO 7

INTRODUCCIÓN 11

ÍNDICE 15

CONTENIDOS

1. El Recurso agua: aguas minero-medicinales y termales

1.1. Geochemistry of hydrothermal systems: thermal springs of Ourense, <i>D. L. López Larios, P. A. Araujo, I. Delgado, J. Á. Cid y G. Astray Dopazo</i>	23
1.2. Hidrología Médica, <i>F. Maraver</i>	27
1.3. Mineral water resources development in crystalline rocks: challenges and possible solutions, <i>J. M. Carvalho y H. I. Chaminé</i>	39
1.4. Nuevas orientaciones versus aplicaciones clásicas de las aguas termales, <i>J. L. Legido, C. P. Gómez, L. Mourelle</i>	55
1.5. Caracterización hidrogeoquímica y terapéutica de las aguas minero-medicinales y minerales naturales de Galicia, <i>R. Meijide-Falade, R. Juncosa, J. Delgado</i>	61
1.6. Mineral water disinfection using ultrasound, <i>C. Vázquez, C.P. Gómez, T. P. Iglesias and J.L. Legido. G. Moreiras Avendaño and A. Gago-Martínez. L. Vázquez-Iglesias y F. J. Rodríguez-Berrocal</i>	73
1.7. Development, characterization and efficacy evaluation of dermocosmetic formulations based on a thermal water of Beira Interior region of Portugal, <i>A. R. T. S. Araujo, F. Nunes, M. P. Ribeiro and P. Coutinho</i>	81
1.8. Inventario y caracterización de las aguas carbogaseosas españolas, <i>J. M. Rosino</i>	87
1.9. Cosmética dermatermal: valor añadido para los centros termales, <i>M. L. Mourelle, C. P. Gómez, J. L. Legido</i>	99
1.10. La gestión de riesgos de riadas: el caso de Ourense, <i>L. Rapela Freire, D. Rodríguez-Toubes, E. De Uña-Álvarez</i>	109
1.11. Runoff study on real terrains using UAV photogrammetry and SPH modelling of fluids, <i>A. Barreiro, J.M. Domínguez, A.J.C. Crespo, M. Gómez-Gesteira, H. González-Jorge</i>	125
1.12. Red Gallega de Biorremediación BIOAUGA, <i>J. M. Torres Palenzuela, E. González-Romero, M. M. Riádigos García</i>	135
1.13. Urban groundwater mapping techniques: importance on urban water cycle, <i>L. Freitas, A.J.S.C. Pereira, M.J. Afonso, and H.I. Chaminé</i>	145
1.14. Las aguas minero-medicinales de Andalucía. Evolución histórica, estado actual y perspectivas, <i>J. M. Rosino</i>	151
1.15. Contaminación de las aguas termales por E.coli y la aplicación del Ozono en su tratamiento, <i>J. A. García Gómez, L. A. Rodríguez López</i>	163
1.16. The sulphurous mineral waters of Entre-os-Rios (NW Portugal): a hydrogeochemical assessment, <i>M. J. Afonso, M. R. Ferreira, J. Teixeira y H.I. Chaminé</i>	169
1.17. Elaboración de cremas solares con romero y aguas termales de Ourense, <i>Alexandra Del Castillo Llamosas, Astrid Constenla Terceiro, María José Pérez Álvarez, Herminia Domínguez González, Elena Falqué López</i>	175

1.18. Electroanalysis of Cu, Pb, Cd and Zn in Microalgae Culture: Matrix Effect Evaluation, <i>M. Magallanes-Chapela, J. M. Torres-Palenzuela, E. González-Romero</i>	181
1.19. Empleo de las tecnologías de la información para generar una herramienta de base lógica y con alto poder de síntesis que contribuya a la gestión del yacimiento termal de la ciudad de ourense, <i>P. Araujo-Nespereira, I. Delgado-Outeiriño, J. A. Cid-Fernández, N. Torres Reboiras</i>	187
1.20. Photonic sensor to monitor the harvesting of microalgae with applications in wellness and cosmetic industries, <i>O. Sampedro and J. R. Salgueiro, M. C. Martín and J. L. Legido</i>	195
1.21. Monitorización del yacimiento termal de ourense por medio de piezómetros de control, <i>P. Araujo-Nespereira, I. Delgado-Outeiriño, J.A. Cid-Fernández, N. Torres Reboiras</i>	199
1.22. Hydromineral resources inventory mapping (NW Portugal and Galicia): outputs from TERMARED project (INTERREG IV-B SUDOE), <i>H.I. Chaminé, J. Teixeira, J.M. Carvalho, M.L. Mourelle, C.P. Gómez, and J.L. Legido</i>	203
1.23. Análisis del potencial del parque náutico del embalse de Castrelo de Miño como recurso de turismo deportivo y posibles sinergias con turismos complementarios, <i>P. de Carlos Villamarín, N. Araújo Vila,, J. A. Fraiz Brea</i>	209
1.24. Aprovechamiento turístico-deportivo de los recursos hídricos en la provincia de Ourense, <i>C. Gómez Barge, J. Salgado Barandela, P. Sánchez Fernández</i>	217

2. Patrimonio y arquitectura termal

2.1. Thermal Patrimonies: An Archaeological and Cultural Heritage, <i>F. K. Yegül</i>	227
2.2. Ancient Thermalism and Thermal Heritage: the Results of a Research Project, <i>M. Bassani</i>	241
2.3. La configuración del patrimonio termal de España, 1750-1936, <i>L. Alonso Álvarez</i>	251
2.4. El patrimonio arqueológico en los balnearios actuales: revisión de una convivencia histórica y necesaria, <i>S. González Soutelo</i>	261
2.5. Los balnearios de Archena y Fortuna: una revisión de su pasado romano desde el punto de vista arquitectónico y una reflexión sobre su futuro a partir de la investigación histórica y arqueológica, <i>G. Matilla Séiquer</i>	279
2.6. The water supply and drainage system of the Roman healing spa of Chaves (Aquae Flaviae), <i>S. Carneiro</i>	289
2.7. Fuentes y baños en Ourense en la Edad Media, <i>F.J. Pérez Rodríguez, M. B. Vaquero Díaz</i>	299
2.8. La estación balnearia de Trillo (Guadalajara). Secuencia constructiva y evolución del concepto, <i>A. Batanero Nieto</i>	307
2.9. Integración del patrimonio natural en el área termal de Ourense (Galicia): importancia de las formas erosivas fluviales, <i>M. A. Álvarez-Vázquez, E. de Uña-Álvarez</i>	323
2.10. El significado del agua en el arte rupestre galaico. The meaning of water in Galician rock art, <i>L. Castro, I. Barandela</i>	331
2.11. Vidago: from traditional agricultural village to service oriented spa resort (1908-1968), <i>V. Joukes, S. Pereira</i>	343
2.12. Proyecto Náyades. Una propuesta de museización integral de los restos del Balneario Carlos III en Trillo (Guadalajara), <i>A. Batanero Nieto</i>	355
2.13. Estudio del poblamiento histórico de la cuenca baja del río Miño, <i>P. Valle Abad, M. Díaz Rodríguez, A. A. Rodríguez Nóvoa, A. Vázquez Martínez, A. Carballo Lomba, M. Carrero Pazos</i>	361
2.14. The study of thermalism in the Roman age. Case studies from Gallia Narbonensis and Germania Superior, <i>M. Marcato, C. Zanetti</i>	369

2.15. Estudio, rehabilitación y modernización de las instalaciones de captación de los manantiales de A Toxa, <i>G. Vázquez Herrero, V. Rivas García</i>	375
2.16. The study of thermalism in the Roman age. Methodological proposal, <i>C. Zanetti, M. Marcato</i>	381

3. Turismo experiencial y de salud en termalismo

3.1. Cosmética termal. Aplicaciones en el ámbito de la salud y la belleza, <i>M. L. Mourelle, C. P. Gómez</i>	389
3.2. Actividades en medio acuático para personas con discapacidad <i>I. Da Cuña Carrera, Y. González González</i>	399
3.3. Una aproximación a la gestión las aguas termales transfronterizas desde el Derecho Internacional, <i>L. Movilla Pateiro</i>	407
3.4. Análisis de la estrategia de comunicación en los balnearios. Estudio de caso del grupo Caldaria, Hoteles y Balnearios, <i>N. Araújo Vila y J. A. Fraiz Brea</i>	419
3.5. Termas de Catamarca 2024: Una apuesta al desarrollo local, <i>M. T. Van Strate</i>	427
3.6. Termalismo sénior en España, <i>N. Losada Sánchez, E. Alén González y T. Domínguez Vila</i>	441
3.7. Medical tourism, an opportunity for the Centro Hospitalar Trás-os-Montes and Alto Douro, located in a privileged region of natural mineral water, <i>V. Joukes, E. Ribeiro</i>	449
3.8. Magia, religión y vida. Apuntes de la literatura etnográfica sobre el agua termal en Galicia, <i>F. Braña Rey</i>	463
3.9. Análisis de los modelos de gestión de Turismo Termal de Galicia, Norte de Portugal y Ecuador, en los Medios Sociales, <i>V. A. Martínez-Fernández, E. Sánchez-Amboage, M. D. Mahauad-Burneo, V. Altamirano-Benítez</i>	475
3.10. The Natural Mineral Water of Unhais da Serra as complementary therapy for lumbar spondylarthrosis, <i>M. I. Ferreira, A. J. Silva, A. Almeida</i>	485
3.11. Dermatological potential of thermo-mineral waters from Beira Interior Region, <i>Portugal, P. Coutinho, M. P. Ribeiro, A. R.T.S. Araujo</i>	495
3.12. Mejora de calidad de vida en pacientes con patología venosa, tratados protocolizadamente con peloides naturales antioxidantes como coadyuvantes vasculares, <i>A. Hernández Torres, M. P. García-Pellicer, F. Modrego Aznar</i>	499
3.13. AQUACERT certification: true structuring tool for the management of the sanitary quality of water and health process, <i>W. Terry, C. Robin y Y. Dubaquié</i>	513
3.14. Estudio del componente biológico de las aguas mineromedicinales y termales de Ourense: Burgas y Outariz, <i>R. Mejjide-Failde, M. Leira, J. E. Torres Vaamonde, M. C. López Rodríguez, R. Carballeira</i>	519
3.15. Entre el ocio y la salud: espacios termales de recreo en la provincia de Ourense, <i>F. Braña Rey</i>	525





EL RECURSO AGUA:
AGUAS MINERO - MEDICINALES Y TERMALES



GEOCHEMISTRY OF HYDROTHERMAL SYSTEMS: THERMAL SPRINGS OF OURENSE

D. L. López

Department of Geological Sciences, Ohio University, USA.

P. A. Araujo, I. Delgado, J. Á. Cid

Geodynamics Group, Faculty of Science, University of Vigo, Ourense, Spain.

G. Astray Dopazo

Department of Physical Chemistry, Faculty of Science, University of Vigo, Ourense, Spain.

Keywords: Geothermal systems, Chemical equilibrium, Faults, Ourense, Thermal springs

Abstract

The thermal waters of Ourense in Galicia, Spain, have been investigated to determine their mineral equilibrium conditions. Ourense is located in the valley that Miño River has eroded in the intrusive and metamorphic rocks of the region. The area is intercepted by two fault systems that determine the water circulation in the region, with NW trending faults as the permeable features that transfer water and heat to the bottom of the valley. Equilibrium activity diagrams have been constructed to determine the equilibrium conditions of these waters with respect to the mineral assemblage K-feldspar, muscovite, clinocllore, calcite, and quartz. Waters circulating throughout granite and schist seem to approach equilibrium conditions with respect to this mineral assemblage approaching equilibrium temperatures close to 140-160°C. The waters circulating from the North to the Miño River and throughout granite are probably describing a longer and deeper paths allowing

them to reach conditions closer to equilibrium and producing mature waters.

1 Introduction

Galicia has the largest thermal resources of continental Spain with more than 300 thermal springs, several of which are used for recreational and therapeutic purposes since Roman time (Dirección General de Industria, Energía y Minas [1]). The city of Ourense has been nominated the Thermal Capital of Galicia due to the large number of thermal springs that are used as spas. The occurrence of hot springs in Galicia is related to its geology and high heat flow of the region. The objective of this paper is to investigate the chemical composition and mineral equilibrium conditions of the thermal springs and wells located around the city of Ourense.

2 Methodology

Data published by Delgado-Outeiriño *et al.* [2] and government sources has been used for this work. First, the

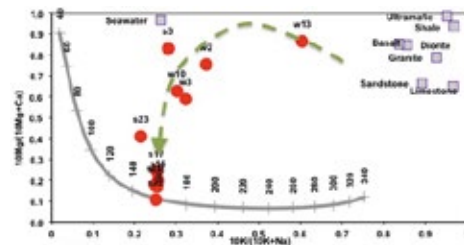
water composition was examined separating the waters according to the rock type at the discharge point. Next, chemical equilibrium diagrams for hydrothermal waters were elaborated to investigate the equilibrium conditions of these waters with respect to the hydrothermal alteration mineral assemblage expected in these systems and that include the minerals albite, K-feldspar, quartz, muscovite, clinocllore, and calcite.

3 Results and Discussion

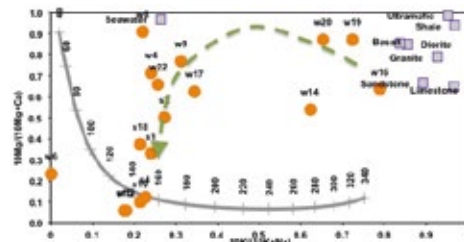
Waters traveling and discharging from granite and schists rocks are mainly bicarbonate waters. In comparison, waters traveling and discharging from granodiorite rocks can be bicarbonate, sulfate or chloride waters. High temperature hotsprings are discharging from the granite rocks. This behavior suggests that waters circulate deeper in the granite rocks and probably have a longer residence time.

Several equilibrium activity diagrams were constructed for the waters of Ourense (Giggenbach [3] and [4], Chiodini *et al.* [5]). For the Na, K, Mg, Ca diagram, the mineral assemblage albite, K-feldspar, muscovite, clinocllore, calcite, and quartz developed by Giggenbach [4] was considered. After writing the equilibrium constants as function of the concentrations of the different species, the ratios $10mK^+/(10mK^+ + mNa^+)$ and $10mMg^{2+}/(10mMg^{2+} + mCa^{2+})$ that corresponds to different temperatures can be found (see Fig. 1 for Ourense waters). The thick line in those diagrams represents the location of the water composition in complete

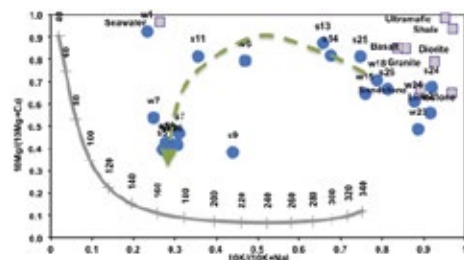
equilibrium with the mineral assemblage at different temperatures.



Granite



Schist



Granodiorite

Figure 1: Equilibrium diagram for the mineral assemblage albite, K-feldspar, muscovite, clinocllore, calcite, and quartz for Ourense waters. Waters in contact with granodiorite do not reach equilibrium with that mineral assemblage.

The compositions of the waters resulting from the dissolution of average world granite, diorite, shale, etc. in water are also displayed in the diagram. The dashed line represents the evolution of the waters from the

dissolution of the rocks to complete equilibrium with the mineral assemblage. For Ourense, waters in contact with granite and schist tend to equilibrate with the mineral assemblage. Waters in contact with granodiorite do not reach equilibrium with that mineral assemblage. Equilibrium temperatures are between 140 and 160 °C. Similar results are found when the triangular diagrams for Na, K, and Mg developed by Giggenbach [3] and [4] are studied. Equilibrium temperatures fall between 140 and 160 °C.

The diagram developed by Chiodini *et al.* [5] that considers the formation of complexes in high salinity waters and that uses the Na/K ratio and the concentration of HCO₃⁻ as indicators of temperature and PCO₂ was also constructed. This diagram shows that waters circulating throughout granite and schist tend to fall close to the 150 °C equilibrium line.

4 Conclusions

In Ourense, water recharge for the hot springs and wells occurs probably at higher elevations in the mountains of Galicia and circulates throughout the highly fractured rocks and faults. During its movement, water removes heat from the rocks, increases its temperature and finally discharges at the hot springs. The composition of the water is determined by the minerals that the water alters in its path, the secondary alteration minerals that are formed, and the temperature and pressure of the system.

Waters circulating throughout granite and schist seem to approach equilibrium conditions

with respect to the mineral assemblage albite, K-feldspar, muscovite, clinocllore, calcite, and quartz and with equilibrium temperatures close to 140-160 °C. Waters circulating throughout granodiorite seem higher in Mg to achieve equilibrium with respect to that mineral assemblage, reflecting the minerals in those rocks.

Acknowledgments

We want to acknowledge the University of Vigo in Ourense for its support. G. Astray thanks Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria, for the Postdoctoral grant (Plan I2C), P.P.0000 421S 140.08

References

- [1] Dirección General de Industria, Energía y Minas (2003). Cluster de las aguas minerales y termales de Galicia. Santiago de Compostela: Xunta de Galicia, Conselleria de Innovación, Industria y Comercio.
- [2] Delgado-Outeiriño, I., Araujo-Nespereira, P., Cid-Fernández, J.A., Mejuto, J.C., Martínez-Carballo, E., Simal-Gándara, J. (2009). Behaviour of thermal waters through granite rocks based on residence time and inorganic pattern, *Journal of Hydrology*, 373, 329–336.
- [3] Giggenbach, W. (1984). Mass transfer in hydrothermal systems- A conceptual approach. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 48, 2693-2711.
- [4] Giggenbach, W. (1988). Geothermal solute equilibria. Derivation

of Na-K-Ca-Mg geoindicators. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 52, 2749-2765.

- [5] Chiodini, G., Cioni, R., Guidi, M., Marini, L. (1991). Chemical geothermometry and geobarometry in hydrothermal aqueous solutions: a theoretical investigation based on a mineral-solution equilibrium model. *Geochim Cosmochim Acta*, 55, 2709-2727.

HIDROLOGÍA MÉDICA

F. Maraver

Escuela Profesional de Hidrología Médica e Hidroterapia, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.

Palabras clave: hidrología médica, cura balnearia, hidroterapia, terapia acuática, talasoterapia, peloterapia.

Resumen

Se repasan los conceptos fundamentales de la Hidrología Médica. Cura Balnearia. Hidroterapia-Terapia Acuática. Talasoterapia. Peloterapia. Agua Mineromedicinal (clasificaciones, vías y técnicas de administración e indicaciones). Así mismo, se recuerdan los centros de investigación españoles que se dedican a la disciplina y sus más recientes aportaciones.

1 Introducción

La "Hidrología Médica" o "Medicina Termal" puede definirse como el estudio de las aguas minero-medicinales, marinas y potables ordinarias, y sus acciones sobre el organismo humano en estado de salud y enfermedad [1].

La "Cura Balnearia", "Crenoterapia" de los franceses o "Balneoterapia" de los alemanes, se ocupa, por tanto, del estudio de las aguas minero-medicinales y de su posible utilización terapéutica y/o preventiva [2], entendiéndose por "Aguas Minero-medicinales" aquellas soluciones difícilmente reproducibles artificialmente, dotadas de peculiaridades propias sobre el organismo humano sano o enfermo que justifican sean declaradas de utilidad

pública por los organismos oficiales competentes [3].

Por otra parte, desde la publicación del "Real Decreto 1227/2003, por el que se establecen las bases generales sobre autorización de centros, servicios y establecimientos sanitarios" [4] ha quedado claro que, entre los Servicios o Unidades Asistenciales, encontramos la U-58 "Hidrología" que especifica: "Unidad asistencial en la que un médico especialista en Hidrología Médica es responsable de la utilización de aguas mineromedicinales y termales con fines terapéuticos y preventivos para la salud", no obstante, esta misma norma específica, que los Establecimientos Balnearios son "Servicios sanitarios integrados en organizaciones cuya principal actividad no es sanitaria". Cabe por tanto preguntarse, ¿Cuál es la principal actividad de un Centro Termal?: y la realidad es que depende del posicionamiento empresarial, pero siempre de manera preponderante desde una triple vertiente, ya sea: sanitaria, socio-sanitaria o de turismo de salud. Aunque lo más frecuente es que atienda a todos los segmentos de mercado [5].

Otro término es el de "Hidroterapia" o "Terapia Acuática", que se ocupa de las aplicaciones tópicas sobre piel o mucosas del

agua potable ordinaria utilizada con fines terapéuticos, en cuanto que es vehículo de acciones físicas: mecánicas y térmicas, sin considerar posibles efectos derivados de su absorción, adsorción o depósito, aunque éstos también puedan producirse [6-7-8].

Por "Talasoterapia" se entiende la utilización del agua marina o de lago salado con fines curativos y/o preventivos y los denominados factores talasohídricos, es decir, peloides marinos denominados limos, en la exposición de manera metódica y sistemática al sol (Helioterapia); en la aplicación total o parcial de arena caliente (Psamoterapia) y en la Climatoterapia marina (utilizando la atmósfera, temperatura, humedad, vientos, presión barométrica...) [9-10].

Por último, "Se designa bajo el nombre genérico de PELOIDES, a los productos naturales, consistentes en una mezcla de un agua mineral (inclusive el agua de mar o lago salado), con materias orgánicas o inorgánicas resultantes de procesos geológicos, o biológicos, o a la vez geológicos y biológicos, utilizados con una finalidad terapéutica en forma de envoltura o baños" [11].

El concepto más reciente de peloide lo hemos encontrado en el trabajo de Gomes *et al.* [12] que dice: "Peloide (en Griego *πελος*, en Francés *péloïde*, en Español *peloide*, en Portugués *peloide*, en Italiano *peloidi*) es un barro madurado o una suspensión/dispersión turbia con propiedades curativas y/o cosméticas, compuesta de una mezcla compleja de materiales de grano fino de origen geológico y/o biológico,

con agua mineral o agua marina, y compuestos orgánicos de actividad biológica metabólica". Cuando la maduración tiene lugar en ambiente natural es llamado barro natural y puede considerarse como un barro terapéutico.

2 Clasificación de aguas mineromedicinales

En cuanto, a los tipos y clasificaciones de las aguas minero-medicinales son muy numerosas, reflejamos las más sencillas y útiles [13].

Atendiendo a la Temperatura:

Hipotermales: menos de 35 °C.

Mesotermales: entre 35 y 37 °C.

Hipertermales: más de 37 °C.

Atendiendo al Residuo seco a 110 °C.

Oligometálicas: no superior a 100 mg/l

De mineralización muy débil: entre 100 y 250 mg/l

De mineralización débil: entre 250 y 500 mg/l

De mineralización media: entre 500 y 1000 mg/l

De mineralización fuerte: superior a 1000 mg/l

Atendiéndose a la composición química, basada en el contenido aniónico y catiónico predominante y especial:

Aguas con más de 1 g/l de sustancia mineralizante (Cloruradas, Sulfatadas y Bicarbonatadas).

Con factores mineralizantes especiales (Sulfuradas, Ferruginosas, Radiactivas y Carbogaseosas).

Con mineralización inferior a 1 g/l.

3 Vías y Técnicas de Administración

Las aguas minero-medicinales pueden ser administradas por las más diversas formas, enumeraremos las más sencillas y frecuentes [14-15].

Hidropínica o cura en bebida: es el método más antiguo y sencillo. Habitualmente se ingieren dos tipos de aguas, las diuréticas o las digestivas. Las primeras, son frecuentemente de escasa mineralización y su finalidad es conseguir una diuresis superior a la dosis de agua ingerida y las segundas, son las dirigidas al tracto gastroenterohepático, entre las que sobresalen asiduamente las bicarbonatadas, carbogaseosas, cloruradas de escasa mineralización, sulfatadas o sulfuradas frías.

Balneación. Los Baños, es decir, la inmersión del cuerpo o parte de él en el agua minero-medicinal, pueden ser generales o parciales.

Los generales, pueden a su vez, ser: colectivos en piscina; individuales; en forma de aerobaños, con insuflación de aire o gas termal; con chorros subacuáticos incorporados o tipo "jacuzzi", es decir, un hidro-aerobaño a alta presión.

Los locales o regionales, pueden ser: de brazos, maniluvios; de pies, pediluvios o de asiento, para la región abdominal baja o perineal.

Aplicaciones con Presión. Son las diferentes Duchas o Chorros, como también se les denominan, que difieren entre sí unas de otras por la forma, presión y temperatura con la que se administran las aguas. Fundamentalmente pueden ser: generales, locales o especiales.

Entre las generales, distinguimos la Ducha general a presión o Chorro; la Ducha circular o las diferentes Duchas masajes, tipo Vichy o Aix-les-Bains.

Entre las locales, se diferencian las Duchas de pies, denominadas pediluvios de serpentín; Duchas lumbares; Duchas anales y perianales o Duchas hepáticas.

Entre las especiales, encontramos las Duchas babeantes, sin apenas presión, propias de técnicas tipo Kneipp o "Hidroterapia minor"; Duchas filiformes, con alta presión, utilizadas en afecciones dermatológicas y en odonto-estomatología; Irrigaciones vaginales y enteroclistis.

Estufas. Por este procedimiento se aplican en crenoterapia los gases, el vapor del agua termal y las nebulizaciones. Estos a su vez, pueden ser colectivos o individuales.

Entre los colectivos, distinguimos los Vaporarium y Salas de nebulizaciones colectivas.

Entre las individuales, están la Estufa general; la Estufa local de pies y/o manos, tipo Berthollet y las Estufas dorsales o de columna.

Peloides. Los Barros o Peloides constituyen una de las técnicas crenoterápicas más arraigadas, consisten, como hemos visto anteriormente, en la unión de un sustrato sólido, orgánico o mineral, con un sustrato líquido, en nuestro caso, agua mineromedicinal, pero convenientemente, madurado y preparado para su utilización terapéutica, se caracterizan por su alto poder calorífico, por ser malísimos conductores y, sobre todo, porque su aplicación permite mayor tolerancia a las temperaturas

Atmiátricas. Entre las técnicas específicas en afecciones respiratorias y otorrinolaringología destacan: los lavados e irrigaciones; las duchas y las técnicas inhalatorias. Los lavados e irrigaciones, pueden ser nasales y de senos. Las duchas faríngeas o retronasales. Entre las técnicas inhalatorias encontramos, desde los "humages" o "humectaciones", hasta el Aerosol simple; Nebulizaciones; Pulverización orofaríngea, Aerosol sónico o Electroaerosoles.

Otras Técnicas, que son interesante citar serían: las insuflaciones tubo-timpánicas, el método de desplazamiento de PROËTZ o las inyecciones subepidérmicas de gas termal.

4 Indicaciones

Abordaremos las principales indicaciones por especialidades [15]:

Reumatología: las artrosis (vertebrales, cadera, rodilla, mano...), las tendinopatías crónicas, las secuelas de traumatismos, algodistrofias, la fibromialgia y otras patologías dolorosas crónicas, los reumatismos inflamatorios crónicos (artritis reumatoide, espóndiloartropatías no tratadas con inmunosupresores y a distancia de un brote evolutivo), la cura está particularmente indicada en todos aquellos casos en los que una intolerancia digestiva o cutánea limite el uso de los fármacos habituales [16-17-18-19-20-21].

Patología Bronquial y ORL: Patología O.R.L infecciosa: las rinofaringitis recidivantes, las rinitis y las rinosinusitis crónicas, las otitis agudas recidivantes y las otitis seromucosas, la amigdalitis crónica y las anginas recidivantes en caso de que

la amigdalectomía esté contraindicada, las laringitis subglóticas, si hay recidivas frecuentes o si existe patología rinosinusal asociada; Patología O.R.L alérgica: la rinitis alérgica y las rinosinusitis alérgicas con espesor mucoso radiológico, la conjuntivitis alérgica crónica, la tos espasmódica asociada o no a reflujo gastro-esofágico, o inducida por la exposición al aire frío o al esfuerzo; Patología bronquial: el asma del adulto, del adolescente o de la infancia ya sea extrínseca o intrínseca, las bronquitis disnéicas o espásticas de la infancia, las bronquitis de repetición, la bronquitis crónica sin lesión anatómica o las debidas a una dilatación de los bronquios secundaria al tabaquismo activo o pasivo, la dilatación de los bronquios no secundaria a una enfermedad difusa o subsidiaria de tratamiento quirúrgico [22].

Enfermedades Cardio-Arteriales: afecciones arteriales (sobretudo la arteriopatía obliterante de miembros inferiores) y los fenómenos de Raynaud.

Enfermedades del Aparato Digestivo y Metabólicas: Digestivas: alteraciones funcionales intestinales definidas según los criterios de Roma, enfermedad diverticular, secuelas de enfermedades parasitarias intestinales, enfermedad crónicas inflamatorias intestinales (Cronh, colitis ulcerosa) en sus formas leves a moderadas; Metabólicas: sobrepeso y obesidad, alteraciones del metabolismo lipídico, diabetes [23].

Enfermedades Aparato Urinario: litiasis urinarias, destacando las principales variedades químicas: oxalato-cálcicas, fosfato-cálcicas y ácido úrico; infecciones urinarias, recidivantes

o crónicas, de vías urinarias altas, renales, vías urinarias bajas vejigas, etc...; prostatitis crónicas o a recaídas; cistalgias de orinas clara [24].

Dermatología: eczemas, psoriasis, otras indicaciones (ictiosis; algunos liquen planos, algunas cicatrices de acné, cicatrices de quemaduras) [25-26].

Flebología: insuficiencia venosa con edema crónico y trastornos tróficos venosos: dermatitis de éxtasis, hipodermatitis, úlceras; varices y complicaciones de las varices perforantes; secuelas de flebitis profunda y superficial; hemorroides; insuficiencia linfática; acrosíndromes vasculares, fenómeno de Raynaud, acrocianosis [27].

Neurología: secuelas motrices de afecciones neurológicas no evolutivas, sobretudo hemiplejías consecuencia de un accidente vascular cerebral; secuelas de traumatismos craneo-encefálicos; secuelas de la poliomiелitis anterior aguda, de poliradiculoneuritis, próximas a lesiones medulares; secuelas de debilidad motriz de origen cerebral; trastornos de motricidad y problemas neuro-ortopédicos observados en sujetos que presentan afecciones neurológicas o neuromusculares crónicas en fase estacionaria: enfermedad de Parkinson, esclerosis en placas, encefalopatías crónicas y distrofias musculares.

Afecciones Psicosomáticas: trastornos de ansiedad; somatizaciones; trastornos del sueño; trastornos de la adaptación; trastornos secundarios a estados de estrés prolongados; trastornos depresivos reaccionales; deshabitación frente a la dependencia o el abuso de sustancias psicotrópicas [28].

Ginecología: las afecciones inflamatorias crónicas del aparato ginecológico; las algias pélvicas cuando llegan a ser invalidantes: dismenorrea, dispareunia, la atrofia mucosa con los dolores generados por la sequedad de la mucosa, endometriosis, secuelas locales de episiotomía y los problemas psicológicos que pueden derivarse de estas patologías; los trastornos de la menopausia entre otros la sequedad de las mucosas, la osteoporosis que puede beneficiarse de las prácticas termales; las esterilidades inexplicadas pueden beneficiarse de los efectos estimulantes de las aguas termales. La cura termal es igualmente útil en espera de la fecundación in vitro.

Pediatría: enuresis a partir de 5 años, primaria idiopática, poliuria nocturna, primaria o secundaria de origen psicógeno; retraso de consolidación ósea después de una fractura; tras intervención ortopédica; deficiencia física del niño, congénita o a la marcha; enfermedades óseas del crecimiento: Osgood Scatter, Scheuermann; retraso en el desarrollo de origen psicosocial [29].

Afecciones Mucosas Buco-Linguales y Paradontopatías: las paradontopatías constituyen la indicación principal; otras indicaciones (líquenes planos bucales, leucoqueratosis, estomatitis, glositis, glosodíneas, aftosis, aftas gigantes y recidivantes...) [30].

5 Investigación Hidrología Médica en España

La Medicina Termal se ha desarrollado en España en la última década ya que la mejora de las ins-

talaciones tanto sanitarias como hoteleras en los establecimientos balnearios gracias a las ayudas institucionales, sobre todo del Programa de Termalismo Social del IMSERSO, lo han posibilitado. De hecho, se ha duplicado la asistencia a los balnearios, debido a los programas socio-sanitarios. Sin embargo, la investigación en el termalismo no ha seguido el mismo desarrollo, pues a diferencia de otros países de nuestro entorno como Francia e Italia en que la Administración ha estimulado la creación de instituciones como la AFRETH o la ForST que garantizan investigación termal de calidad, aquí no se ha abordado aún.

No obstante, en la actualidad la investigación sobre "Balneoterapia" y "Peloterapia" en España se desarrolla fundamentalmente en la Universidad Complutense de Madrid, en la Escuela Profesional de Hidrología Médica y en el Departamento de "Medicina Física y Rehabilitación. Hidrología Médica" de la Facultad de Medicina; así como en otras Universidades como son: Autónoma de Madrid (Departamento de Geología y Geoquímica), La Coruña (Departamento de Medicina), Extremadura (Departamento de Terapéutica Médico-Quirúrgica), Granada (Departamentos de "Edafología y Química Agrícola" y "Farmacia y Farmacia Tecnológica"), Sevilla (Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola), Vigo (Departamento de Física Aplicada) y Zaragoza (Departamento de Medicina, Psiquiatría y Dermatología); y en la Fundación BÍlbilis. Sobre "Hidroterapia y Terapia Acuática" en las Universidades: Católica San Antonio de Murcia

(Departamento de Ciencias de la Salud), Extremadura (Departamento de Terapéutica Médico-Quirúrgica), Granada (Departamento de Fisioterapia) y Málaga (Departamento de Psiquiatría y Fisioterapia); y sobre "aguas minerales naturales", en la Universidades Complutense de Madrid y en la Rovira Virgili (Departamento de Bioquímica y Biotecnología); así como, el Instituto del Frío del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de Madrid y el laboratorio Oliver-Rodés de Barcelona [31].

Entre los trabajos de balneoterapia destacan los dos de Espejo *et al* en 2013 [32-33], Galvez *et al.* 2012 [34], Aguilera *et al.* 2015 [35], Maraver *et al.* 2015 [36] y Morer de 2015 [37].

Entre los desarrollados sobre la aguas minerales, los de Pérez-Granados *et al.* 2010 [38], Toxqui *et al.* 2012 [39], Serrano *et al.* 2012 [40], Burguera *et al.*, 2014 [41], los dos de Vitoria *et al.* de 2014 [42-43], Maraver *et al.* 2014 [44], Vitoria *et al.* 2015 [45] y los dos de Maraver *et al.* de 2015 [46-47].

Sobre peloides y peloterapia, los de Carretero *et al.* 2010 [48], Baschini *et al.* 2010 [49], Rebelo *et al.* 2011 [50], el ya citado de Gómez *et al.* 2013 [51], y los de Pozo *et al.*, 2013 [52], Fernández-González *et al.* 2013 [53], Aguzzi *et al.* 2013 [54], Caridad *et al.* 2014 [55], Hernández-Torres *et al.* 2014 [56], Carretero *et al.* 2014 [57], dos de Maraver *et al.* de 2015 [58-59] y Armijo *et al.* 2015 [60].

Por último sobre hidroterapia y Terapia acuática los de Cuesta-Vargas de 2011 [61-62], 2012 [63] y 2014 [64]; y los de Baena *et al.* de 2013 y 2014 [65-66].

Bibliografía

- [1] Armijo, M., San Martín, J. Curas Balnearias y Climáticas, Talasoterapia y Helioterapia. Madrid: Ed. Complutense, Madrid, 1994.
- [2] Gutenbrunner, C., Bender, T., Cantista, P., Karagülle, Z. A proposal for a worldwide definition of health resort medicine, balneology, medical hydrology and climatology. *Int J Biometeorol.* 2010;54(5):495-507.
- [3] Maraver, F. Importancia terapéutica de las aguas mineromedicinales. En: Maraver, F. (dir.). *Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas.* Madrid: ISCIII, 2003: 13-22.
- [4] RD 1277/2003, de 10 de octubre, por el que se establecen las bases generales sobre autorización de centros, servicios y establecimientos sanitarios. *BOE.* 2003; 254: 37893-3702.
- [5] Vázquez-Illá, J. Estrategias competitivas para el sector balneario. En: López-Geta JA, Pinuaga JI. (edit.). *Panorama actual de las Aguas Minerales y Minero-Medicinales en España,* Madrid: Ministerio de Medio Ambiente-ITGE, 2000: 41-61.
- [6] San Martín, J. Conceptos generales. Terminología. Curas balnearias como agentes terapéuticos. Bases biológicas. En: Hernández-Torres A. (coord.). *Técnicas y Tecnologías en Hidrología Médica e Hidroterapia.* Madrid: IS-CIII, 2006: 27-32.
- [7] Bruce, B.E., Cole, A.J. *Comprehensive Aquatic Therapy.* Washington: Washington State University Press, 2011.
- [8] Güeita, J., Alonso, M. *Terapia Acuática: abordaje desde la Fisioterapia y la Terapia Ocupacional.* Madrid: Elsevier España, 2015.
- [9] Bobet, J. *Il était une fois... la thalassothérapie.* Biarritz: Atlantica, 1999.
- [10] Maraver, F., Michan A., Morer C, Aguilera L. Is thalassotherapy simply a type of climatotherapy?. *Int J Biometeorol.* 2011;55(2):107-108.
- [11] Maraver, F. Antecedentes históricos de la peloterapia. *An Hidrol Med.* 2006;1:17-42.
- [12] Gomes, C., Carretero, M.I., Pozo, M., Maraver, F., Cantista P, Armijo, F, Legido, J.L., Teixeira, F, Rautureau, M., Delgado, R. Peloids and Pelotherapy: Historical Evolution, Classification and Glossary. *Appl Clay Sci.* 2013; 75-76, 28-38.
- [13] Maraver, F., Armijo, F. *Vademecum II de aguas mineromedicinales españolas.* Madrid: Complutense, 2010.
- [14] Meijide, R., Rodríguez-Villamil, J.L., Teijeiro, J. Técnicas hidroterápicas. En: Martínez M, Pastor JM, Sendra F. (edit.). *Manual de Medicina Física.* Madrid: Harcourt Brace de España, 1998.
- [15] Syndicat National des Médecins de Stations Thermales, Marines et Climatiques de France. *Le guide des bonnes pratiques thermales.* Press Thermal Clim. 2004;141:101-143.
- [16] Bender, T., Karagülle, Z., Bálint, G.P., Gutenbrunner, C., Bálint, P.V., Sukenik, S. *Hydrotherapy, Bal-*

- neotherapy, and Spa Treatment in Pain Management. *Rheum Int* 2005; 25: 220–224.
- [17] Fioravanti, A., Cantarini, L., Guidelli G.M., Galeazzi M. Mechanisms of action of spa therapies in rheumatic diseases: what scientific evidence is there? *Rheumatol Int*. 2011;31(1):1-8.
- [18] Forestier, R., Desfour, H., Tessier, J.M., Françon, A., Foote, A.M., Genty, C., Rolland, C., Roques, C.F., Bosson, J.L. Spa therapy in the treatment of knee osteoarthritis: a large randomised multicentre trial. *Ann Rheum Dis*. 2010;69(4):660-5.
- [19] Verhagen, A.P., Bierma-Zeinstra, S.M., Boers, M., Cardoso, J.R., Lambeck, J., de Bie, R.A., de Vet, H.C. Balneotherapy for osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2007;17;(4):CD006864.
- [20] McAlindon, T.E., Bannuru, R.R., Sullivan, M.C., Arden, N.K., Berenbaum, F., Bierma-Zeinstra, S.M., *et al*. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2014;22:363-88.
- [21] Tenti, S., Cheleschi, S., Galeazzi, M., Fioravanti, A. Spa therapy: can be a valid option for treating knee osteoarthritis? *Int J Biomeeteorol*. 2015;59(8):1133-43.
- [22] Bellussi, L., De Benedetto, M., Giordano, C., Mira, E., Paludetti, G., Passáli, D., Scaglione, F. [Crenotherapy and upper airways diseases. Consensus Conference]. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 2006;26(4 Suppl 83):5-54.
- [23] Dupont, C., Campagne A., Constant F. Efficacy and safety of a magnesium sulfaterich natural mineral water for patients with functional constipation. *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2014; 12(8):1280-7.
- [24] Karagülle, O., Smorag, U., Candir, F., Gundermann, G., Jonas, U., Becker, A.J., Gehrke, A., Gutenbrunner, C. Clinical study on the effect of mineral waters containing bicarbonate on the risk of urinary stone formation in patients with multiple episodes of CaOxurolithiasis. *World J Urol* 2007;25(3):315-23.
- [25] Matz, H., Orion, E., Wolf, R. Balneotherapy in dermatology. *Dermatol Ther*. 2003;16(2):132-40.
- [26] Poensin, D., Carpentier, P.H., Féchoz, C., Gasparini, S. Effects of mud pack treatment on skin micro-circulation. *Joint Bone Spine*. 2003;70(5):367-70.
- [27] Carpentier, P.H, Blaise, S., Satger, B., Genty, C., Rolland C., Roques, C., Bosson, J.L. A multicenter randomized controlled trial evaluating balneo-therapy in patients with advanced chronic venous insufficiency. *J Vasc Surg*. 2014;59(2): 447-454.
- [28] Dubois, O., Boulangé, M., Lôi, H. *Thermalisme hydrothérapie et psychiatrie*, Paris: Masson, 2000.
- [29] Armand, B., Armenier, F., Auge, M., Casedevant, B., Darrouzet, J.M., Delaire, P.L. *et al*. *Mieux connaître le cures thermales chez l'enfant*. Paris: Expansion Scientifique Française, 1991.

- [30] Maraver, F., Conde, M. Crenoterapia en Odonto-Estomatología. *Bol Soc Esp Hidrol Med.* 1989;4(1):33-35.
- [31] Maraver, F., Morer, C. Balneology Research in Spain. *Balnea.* 2012;6:291-292.
- [32] Espejo-Antúnez, L., Cardero-Durán, M.A., Garrido-Ardila, E.M., Torres-Piles, S., Caro-Puértolas, B. Clinical effectiveness of mud pack therapy in knee osteoarthritis. *Rheumatology (Oxford).* 2013;52(4):659-68.
- [33] Espejo, L., Caro, B., Ibáñez, B., Porto, J.M., Torres, S.T. Effects of mud therapy on perceived pain and quality of life related to health in patients with knee osteoarthritis. *Reumatol Clin.* 2013;9(3):156-60.
- [34] Galvez, JJ *et al.* Quality of life and assessment after local application of sulphurous water in the home environment in patients with psoriasis vulgaris: A randomised placebo-controlled pilot study. *Eur J Integr Med.* 2012;4(2):e213-e218
- [35] Aguilera, L., Corvillo, I., Martín-Megías, A.I., Maraver, F. Balneoterapia en Pediatría. *Med Naturista.* 2015;9(1):59-60.
- [36] Maraver, F., Martín-Megías, A.I., Corvillo, I., Armijo, F. Cuando el radón es beneficioso para la salud. *Gac Sanit.* 2015;29(3):232-3.
- [37] Morer, C., Tenas, D., López-Fernández, M.A., Maraver, F. Balneoterapia en la artrosis. *Aten Primaria.* 2015;47(7):473-4.
- [38] Pérez-Granados, A.M., Navas-Carretero, S., Schoppen, S., Vaquero, M.P. Reduction in cardiovascular risk by sodium-bicarbonated mineral water in moderately hypercholesterolemic young adults. *J Nutr Biochem.* 2010;21(10): 948-53.
- [39] Toxqui, L., Pérez-Granados, A.M., Blanco-Rojo, R., Vaquero, M.P. A sodium-bicarbonated mineral water reduces gallbladder emptying and postprandial lipaemia: a randomised four-way crossover study. *Eur J Nutr.* 2012;51(5):607-14.
- [40] Serrano, C., Romero, M., Alou, L., Sevillano, D., Corvillo, I., Armijo, F., Maraver, F. Survival of human pathogenic bacteria in different types of natural mineral water. *J Water Health.* 2012;10(3):400-5.
- [41] Burguera, E.F., Vela-Anero, A., Magalhães, J., Meijide-Failde, R., Blanco, F. Effect of hydrogen sulfide source on inflammation and catabolic markers on interleukin 1 β -stimulated human articular chondrocytes. *Osteoarthritis Cartilage.* 2014;22(7):1026-35.
- [42] Vitoria, I., Maraver, F., Almerich-Silla, J.M. Flúor en aguas de consumo público españolas y prevención de la caries dental. *Gac Sanit.* 2014;28(3):255-6.
- [43] Vitoria, I., Maraver, F., Ferreira-Pêgo, C., Armijo, F., Moreno Aznar, L., Salas-Salvadó, J. The calcium concentration of public drinking waters and bottled mineral waters in Spain and its contribution to satisfying nutritional needs. *Nutr Hosp.* 2014;30(1):188-199.

- [44] Maraver, F., Vitoria, I., Almerich-Silla, J.M., Armijo, F. Fluoruro en aguas minerales naturales envasadas en España y prevención de la caries dental. *Aten Primaria*. 2014;47(1):14-25.
- [45] Vitoria, I., Maraver, F., Sánchez-Valverde, F., Armijo, F. Contenido en nitratos de aguas de consumo público españolas. *Gac Sanit*. 2015;29(3): 217-220.
- [46] Maraver, F., Martín-Megías, A.I., Corvillo, I., Armijo, F. Cuando el radón es beneficioso para la salud. *Gac Sanit*. 2015;29(3):232-3.
- [47] Maraver, F., Vitoria, I., Ferreira-Pêgo, C., Armijo, F., Salas-Salvadó, J. Magnesium in tap and bottled mineral water in Spain and its contribution to nutritional recommendations. *Nutr Hosp*. 2015;31(5):2297-2312.
- [48] Carretero M.I., Pozo M., Martín-Rubi J.A., Pozo, E., Maraver, F. Mobility of elements in interaction between artificial sweat and peloids used in Spanish spa. *Appl Clay Sci*. 2010;48(3):506-515.
- [49] Baschini, M.T., Pettinari, G., Vallés, J.M., Aguzzi, P., Cerezo, P., López-Galindo, A., Setti, M., Viseras, C. Suitability of natural sulphur-rich muds from Copahue (Argentina) for use as semisolid health care products. *Appl Clay Sci*. 2010;49(3) 205-212.
- [50] Rebelo, M., Viseras, C., López-Galindo, A, Rocha, F, Ferreira da Silva, E. Rheological and thermal characterization of peloids made of selected Portuguese geological materials. *Appl Clay Sci*. 2011;52(3)219–227.
- [51] Gomes, C., Carretero, M.I., Pozo, M, Maraver, F, Cantista, P, Armijo, F, Legido, JL, Teixeira, F, Rautureau, M, Delgado, R. Peloids and Pelotherapy: Historical Evolution, Classification and Glossary. *Appl Clay Sci*. 2013; 75-76, 28-38.
- [52] Pozo, M., Carretero, M.I., Maraver, F., Pozo, E., Gómez, I., Armijo, F., *et al*. Composition and physicochemical properties of peloids used in Spanish spas: a comparative study. *Appl Clay Sci*. 2013; 83-84, 270-279.
- [53] Fernández-González, M.V., Martín-García, J.M., Delgado, G., Párraga, J., Delgado, R. A study of the chemical, mineralogical and physicochemical properties of peloids prepared with two medicinal mineral waters from Lanjarón Spa (Granada, Spain), *Appl Clay Sci*. 2013;80-81:107-116.
- [54] Aguzzi, C., Sánchez-Espejo, R., Cerezo, P., Machado, J., Bonferoni, C., Rossi, S., Salcedo, I., Viseras, C. Networking and rheology of concentrated clay suspensions"matured" in mineral medicinal water. *Int J Pharm*. 2013;453(2):473-9.
- [55] Caridad, V., Ortiz, J.M., Khayet, M., Legido, J.L. Thermal conductivity and density of clay pastes at various water contents for pelotherapy use. *Appl Clay Sci*. 2014;93-94:23-27.
- [56] Hernández-Torres, A. (coord.). Peloterapia: aplicaciones médicas y cosméticas de fangos

- termales. Madrid: Fundación BÍlbilis, 2014.
- [57] Carretero, M.I., Pozo, M., Legido, J.L., Fernández-González, M.V., Delgado, R., Gómez, I., Armijo, F., Maraver, F. Assessment of three Spanish clays for their use in pelotherapy. *Appl Clay Sci.* 2014;99,131-143.
- [58] Maraver, F., Fernández-Torán, M.A., Corvillo, I., Morer, C., Vázquez, I., Aguilera, L., Armijo, F. Peloterapia, una revisión. *Med Naturista.* 2015;9(1):38-46.
- [59] Maraver, F., Vela, L., Ankli, W.J. IV CIBAP BOÍ 2015. Madrid: Escuela Profesional de Hidrología Médica, 2015.
- [60] Armijo, F., Maraver, F., Carretero, M.I., Pozo, M., Ramos, M., Fernández-Torán, M.A., Corvillo, I. The water effect on instrumental hardness and adhesiveness of clay mixtures for pelotherapy. *Appl Clay Sci.* 2015;114,395-401.
- [61] Cuesta-Vargas, A.I., García-Romero, J.C., Arroyo-Morales M., Diego-Acosta, A.M., Daly, D.J. Exercise, manual therapy, and education with or without high-intensity deep-water running for nonspecific chronic low back pain: a pragmatic randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil.* 2011;90(7):526-34.
- [62] Cuesta-Vargas, A.I., Adams N. A pragmatic community-based intervention of multimodal physiotherapy plus deep water running (DWR) for fibromyalgia syndrome: a pilot study. *Clin Rheumatol.* 2011;30(11):1455-62.
- [63] Cuesta-Vargas, A.I. La fisioterapia acuática, un ejemplo de crecimiento en la evidencia y la práctica clínica centrada en el paciente. *Fisioterapia.* 2012;34(6):237-8.
- [64] Cuesta-Vargas, A.I., Buchan, J., Arroyo-Morales, M. A multimodal physiotherapy programme plus deep water running for improving cancer-related fatigue and quality of life in breast cancer survivors. *Eur J Cancer Care (Engl).* 2014;23(1):15-21.
- [65] Baena-Beato, P.A., Arroyo-Morales, M., Delgado-Fernández, M., Gatto-Cardia, M.C., Artero, E.G. Effects of different frequencies (2-3 days/week) of aquatic therapy program in adults with chronic low back pain. A non-randomized comparison trial. *Pain Med.* 2013;14(1):145-58.
- [66] Baena-Beato, P.Á., Artero, E.G., Arroyo-Morales, M., Robles-Fuentes, A., Gatto-Cardia, M.C. Delgado-Fernández, M. Aquatic therapy improves pain, disability, quality of life, body composition and fitness in sedentary adults with chronic low back pain. A controlled clinical trial. *Clin Rehabil.* 2014;28(4):350-60.

MINERAL WATER RESOURCES DEVELOPMENT IN CRYSTALLINE ROCKS: CHALLENGES AND POSSIBLE SOLUTIONS

J. M. Carvalho and H. I. Chaminé

Laboratory of Cartography and Applied Geology, Department of Geotechnical Engineering, School of Engineering (ISEP), Polytechnic of Porto, Porto, PORTUGAL; CENTRE GEOBIOTEC/UA, PORTUGAL.

Keywords: Hydromineral resources, hydrogeological exploration, groundwater engineering, NW Iberia.

Abstract

The main goal of this work is to present a brief outline on mineral waters resource development in crystalline rocks, particularly focused on challenges, opportunities and solutions. In addition, it will be highlighted the importance of generating dynamics for both territories (North Portugal and Galicia) to launch new transdisciplinary programs in a close cooperation at global scale related to groundwater and hydromineral resources.

1 Introduction

Groundwater which –in any physical and chemical specificity– is distinguished from “normal” water in a given region is considered as mineral in the hydrogeological practice (e.g., Moret [1], Schoeller [2, 3], Albu *et al.* [4], LaMoreaux and Tanner [5], Carvalho and Chaminé [6], Margat and van der Gun [7]). Mineral water has generally, but not necessarily, deep circulation and/or long hydrogeological circuit. The most common distinguishing characters are mineralization and/or temperature. Thus, in the stated per-

spective, mineral water present total mineralization or certain specific characteristics (pH, sulphur, silica, CO₂, etc.) different from the current values, or temperatures higher than the average air temperature.

White [8] designated as thermal the water whose temperatures exceed 5 °C over the average temperature of the air, option taken up by Schoeller [2] although the latter, instead of 5 °C, consider 4 °C. These criteria, virtually identical, are generally followed in the United States of America (Albu *et al.* [4]). In Europe (CEC [9]) was adopted the solution to consider as thermal the water with temperature exceeding 20 °C, returning the systematization of the Mineral Water Symposium of Prague held in 1968 (Malkovsky and Kacura [10]). To the north and central Portugal regions (and also to the Galicia region, in NW Spain) this criterion can be considered acceptable for the average annual air temperature in these areas is less than 16 °C (IM and AEMet [11]).

In Medical Hydrology, it is common to designate as thermal water any water (even if not thermal in a hydrogeological sense or similar

to the typical water of a given region) as long as it is used in thermal spas (Pomerol and Ricour [12]).

The development and protection of mineral water is often bumped by a variety of difficulties (Carvalho [13], Carvalho *et al.* [14]), including: (i) Reduced areas of expansion, that is, limited surface available for the exploration activities. The urban explosion drowns everything and the movement of personnel and equipment is extremely difficult; (ii) Effective impossibility of compliance with well head protection areas. Basic sanitation is often poorly attended and industrial activities are still active. In some locations, natural and artificial lakes or dams and weirs that are tourist attraction and sometimes revenue sources, are often hydraulically connected to the discharge areas of the hydrogeological circuit; (iii) The mysticism surrounding mineral waters used in balneotherapy: the aura of mystery and supernatural and the recognized economic value of the resource intimidate the owners, clinical directors and touristic operators, afraid that the exploration and exploitation works will change the therapeutic properties of water and therefore destroy the classical springs and its available flow.

The main mineral water occurrences in northern Portugal and Galicia were inventoried recently by the Termared SUDOE project (see details in TERMARED [15], Chaminé *et al.* [16]). Those occurrences (springs, wells and water galleries), as represented in figure 1, are located generally in tectonical nodes usually situated in morphotectonical

corridors inside geomorphological depression framework (e.g., Choffat [17], Freire de Andrade [18], Acciaiuoli [19], Carvalho [20, 21], Baptista *et al.* [22], IGM [23], Marques *et al.* [24], Carvalho and Chaminé [25], Carvalho *et al.* [26], Delgado *et al.* [27], Carvalho *et al.* [28], Oliveira [29], Carvalho *et al.* [30]). They are all located over the so-called Ancient Massif and related metasediments (e.g., Ribeiro *et al.* [31]).

A



B

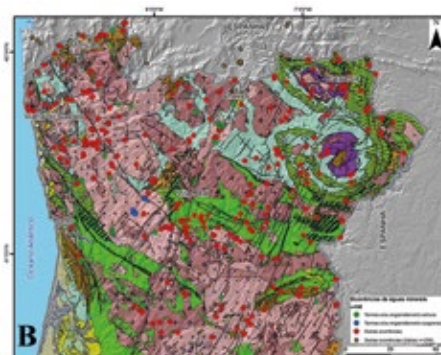


Figure 1: A) Hydromineral inventory mapping of over 590 occurrences (TERMARED project during the period 2009-2011), Northern and Central Portugal and Galicia regions (LABCARGA/ISEP archive); B) Hydromineral resources map of the Northern Portugal, after Carvalho [13]. (Details in Carvalho [13], TERMARED [15], Chaminé et al. [16], and references therein).

Several of those mineral water occurrences correspond to thermal water that may have direct uses for geothermal applications. So, since 1978 (Aires-Barros [32]), following the energy crisis of 1973, in some spas, geothermal direct uses, other than single balneotherapy where initiated. The pioneer site was Chaves (e.g., Carvalho and Silva [33]; Carvalho and Carvalho [34], Carvalho *et al.* [30]), where, in 1982, a tubular well was performed (AC2) with the specific purpose of heating a municipal swimming pool. This project still operates with full success, now extended to two hotels. A very proactive attempt to put in place a greenhouse complex taking advantage of the geothermal heat was a failure, apparently due to a poor technical and economic makeup of the project.

The systematic occurrence of mineral water springs in geomorphological depressions leads, often, to the coexistence of two or even three types of groundwater circulation generally hydraulically connected between them and with the surface water, as follows:

(i) firstly, mineral water of deep origin percolating fissure permeability materials, which corresponds to relatively lower risk of contamination. In the same formations, "normal water" circulation, whether near or far depth related, is generally also occurring;

(ii) a shallow groundwater circulation over loose deposits with dominant interstitial permeability but without much capacity for self-purification (alluvium, elluvium, colluvium and decomposed rock). This subsystem has generally high vulnerability and risk to contamination.

When designing a new well it is absolutely essential to seal the annular on the shallow subsystem in order to avoid the spreading of contaminants into the mineral water subsystem, say, the mixing of freatic and mineral waters. However the question is not so simple: the mineral water circuit will continue to contact, in the surrounding areas, with the surface water, and other deeper non mineral water percolating the massif. So it is necessary to impose operational rules (regarding dynamic levels and/or pumping extraction) to control flow and mass travel time under appropriate limits.

In most places it is not possible the complete elimination of the surface pollutants given the location in urban areas and also administrative and cultural barriers. So the only way to face the challenge of designing and constructing adequate new wells is to develop comprehensive and robust site conceptual models in the discharge areas integrating mineral and non mineral circuits.

The recommended operational flow in a given well or wells group can be conditioned by the relationship of the potentiometric surface of an alluvial aquifer versus the piezometry of the mineral sub system. Carvalho [35,13] presented the case of Monfortinho, eastern Portugal, near Coria at the Spanish border,

were a drainage system was constructed to minimize the flooding and the contamination risks, the abstracted shallow water being used for irrigation.

2 Development of mineral water resources

The development of mineral water resources aims to meet the following objectives which can be cumulative: (i) increase the available flow rate; (ii) maintain the chemical quality and to improve the microbiological quality of the water; and (iii) maintain or increase the temperature.

The specific objectives referred above demonstrate how the practice of the hydrogeology of mineral water imposes higher degree of performance when compared with the common water exploration and exploitation.

2.1 Specificities

At a tactical level, the exploration of mineral water is easier than common water, in the immediate vicinity of known occurrences, because conditioning hydrogeological traps, consistent with adequate site modelling, are best expressed. Furthermore, contrasts with geophysical methods, particularly electrical resistivity, are generally good, namely in hydrogeological systems with high mineralized water. This situation is reinforced by the fact that the hydraulic transmissivity magnitude in mineral and geothermal aquifers is up by one or two orders of magnitude to that of fissured aquifers with normal water

in the surroundings, as discussed below. Here, it should be pointed out that the classical geoelectrical methods (and particularly resistivity) continue to be an excellent exploration tool because they give information on the geological structure and some clues about the quality of water can be inferred too. A drawback is the practical difficulty to reach deep targets.

The strategical exploration of mineral water, out of the existing poles, has increased difficulties. Again, consistent hydrogeological conceptual modelling is need with the support of geophysical and geochemical surveys: mineral water is a rare and scarce geological resource.

Mineral water exploration and exploitation have to meet the following difficulties: (i) it is imperative to get the same specific type of water without anthropogenic or other contamination; (ii) the typical occurrence of traditional springs is on valleys where the mineral aquifer is in hydraulic connection with contaminated surface water and/or common groundwater; and (iii) interference with normal shallow and deep groundwater subsystems. This hydraulical interdependence means that, in mineral water wells located along the major rivers, its piezometric levels respond quickly to level fluctuations on the surface water. This has been observed for example, at Chaves, S. Pedro do Sul and Monfortinho (Carvalho [13]).

The basic methodologies of exploration and exploitation of mineral water do not differ substantially from those used in normal water. However, it should be noted that,

given the economic value of the geological resources (mineral water), the financial funds for their study are generally more important and more easily available. On the other hand, the requirements in terms of quality and accuracy of the drilling operations and water well equipment, are also significantly higher, tacking in account the particular level of environmental involvement: one must emphasize that this water is to be used, without any kind of treatment or purification, in spas or in the bottled water industry.

The exploration and exploitation works generally interferes with the existing springs or other former structures for water intake. This is a very serious question given the social importance of these structures. The ideal is to perform drilling works during the low season (or closure period at certain spa) and strengthen monitoring (levels, flow rates, chemical and bacteriological quality) on existing springs and wells.

Hydrogeologists and groundwater engineers must understand that mineral water is the "medicine" used in the spa and the commodity inside the water bottling industry, having an added economic value regarding tap water. Cumulatively, it should always be kept in mind that in these natural waters, the resource must be microbiologically pure in origin, which requires significant hygiene and health care throughout all the industrial process.

2.2 Methodologies and technologies

The most widely used techniques include classical photogeologi-

cal interpretation, remote sensing, geological, geomorphological and hydrogeological mapping from scale 1/25,000 to 1/5,000 or even more detail, if necessary, or if the existing information allows it (Carvalho [21,13]). Using GIS based mapping to integrate all gathered data in mandatory nowadays (e.g., Teixeira *et al.* [36], Chaminé *et al.* [37]).

A constant of all technical interventions must be a strong option for an exhaustive bibliographical inventory. This is the formula to better integrate former conceptualization carried out at a time (end of 19th century till the middle of 20th century), with great availability to observe and synthesize field observations. The hydrogeological field inventories should be systematic and extensive and always conducted with the support of local people, acting as contact facilitators and as information providers, sometimes unexpected, perhaps fanciful, but always helpful (e.g., Carvalho [13], Chaminé *et al.* [37]).

In northern Portugal the investigations have been almost systematically performed with geoelectric surveys, predominantly resistivity rectangle, with emission lines that have reached AB = 1200 m (e.g., Carvalho [38,21,13]). The aim is to make indirect exploration meeting the objectives set for the maximum depth of investigation that was assumed until recently limited to 150, 200 or 250 m

The first boreholes in Portuguese baths were carried out with mechanical classical percussion rigs and also with diamond core drilling (e.g., Seifert and Vicente [39], Seifert

[40]) in locations such as Sabroso (Pedras Salgadas) and Caldas de Moledo. The purpose of the angle boreholes, with continuous coring, was to recognize the lithology, faulting zones and, of course, the circulated areas. Recognition of the zones circulated with mineral water (fracturing, joints, discontinuous contacts, etc.) and their orientation with this type of drilling was easy on hydrogeological systems with positive artesianism. But difficulties have emerged in systems with small hydraulic head. In this case the credibility of the method failed: lithological sampling was of excellent quality, but no clear information on circulated zones translated as artesian flows and physical-chemical type of water was available. To solve this difficulty, pumping tests with piston pumps (the ones that was possible to install inside the drilling diameter, 86 and 76 mm) were performed at regular intervals.

An important upgrade was the creation of a pumping chamber at small depths, drilled with "roller-bit" in the weathered zones. Some angle boreholes drilled and completed with this mixed technique (rotary with "roller-bit" and diamond core drilled in depth) were designed as exploration boreholes and are still in operation as exploitation wells. In these boreholes the pumping chamber installed up to 15 to 20m made easier the conduction of pumping tests at regular intervals in depth and the detection of sections with mineral water circulation.

It is important to emphasize that in all of these drilled wells, it was common practice to achieve tight

control over the physico-chemical characteristics of the circulation fluid regarding the essential parameters of the water. The pH, conductivity and temperature control is the minimum requirement being usually sufficient in the context of the Portuguese mineral water exploration on the Ancient Massif. The use of inclined boreholes in the mineral water industry is relatively common practice (e.g. Carlovy Vary, Czechoslovakia; Vylita [41]; and Bath, England; Kellaway [42,43]).

The most adequate method available today to the exploration and exploitation of mineral water in crystalline rock is the down the hole hammer (air percussion). Where it was intended to reach great depths (500 to 1000 m) it has been used, additionally in depth, drilling coring rigs with wire-line. Vertical and angle wells have been drilled and equipped with submersible pumps running without problems. Advantages of the method includes: (i) easy and fast penetration till depths not exceeding 250 m, depending on the drilling diameter, the compressor capacity and the productivity of the drilled rock; (ii) good quality of the cuttings and adequate identification and sampling of the production areas, and, (iii) the air as drilling fluid environmentally friendly, well adapted to precautions regarding the quality of mineral water.

However, it is worth noting some difficulties, namely: (i) the air can disrupt the observations on the quality of the fluid in the aquifer by oxidation of elements or hiding the gas inputs (DNEMT [44]); (ii) over evaluation of the existing resources

when drilling, that must be interpreted according to the CRC (Coefficient of Reduced Capacity); Carvalho [13]; (iii) it is a procedure poorly adapted to unconsolidated materials, or very fractured or weathered rock; (iv) there is the risk of formation of "plugs" requiring frequent cleaning of the well; (iv) there is the need to use high power compressors and even "boosters" when the production output is large and/or the water level is located near the surface; (v) identifying each production level is poor because the collected fluid integrates all the well. This last limitation is minimized with the use of down the hole hammer drilling rigs with reverse circulation.

Down the hole hammer rigs show great effectiveness in detecting groundwater levels if drilling is accompanied with the necessary hydrogeological control. The hydrogeological control is essential to achieve the following objectives: (i) compliance with the technical standards of the well design; (ii) systematic adaptation of the planned test program; and (iii) return on the drilling, investment, limiting the multiplication of drilling sites and optimizing data acquisition and interpretation. Today this drilling method is almost unique, being in disuse manual excavation so in vogue until the early 70s of the twentieth century in Portugal.

3 Hydrodynamics of the discharge zones

Given the need to locate new drilling sites with a precision of at least 1m, it is important to know in

each case, the geological structures locally responsible for the rising of mineral and geothermal fluids.

Carvalho [13] presented geoelectrical surveys at several selected thermal baths of NW Portugal. These geoelectrical surveys used a rectangle array with appreciable penetration (AB up to 1200 m) at 21 sites as shown in Table 1.

Table 1: Confirmed faulting trends with geoelectrical surveys in selected Portuguese mineral waters (adapted from Carvalho [13]).

Designation	Type	Lithology	Fracture trends
Águas de Bem Saúde	GC	Quartzite + Slate	N-S
Chaves	GC	Slate + granite	NNW / NNE
Corga do Vergueiral	GC	Granite	NW
Melgaço	GC	Granite	ENE
Pedras Salgadas	GC	Granite	NNW
Vidago	GC	Granite	NNW
Vilarelho da Raia	GC	Granite	E-W
Carvalhelhos	S	Granite	NNW
Alcafache	S	Granite	NW
Caldas da Cavaca	S	Granite	NNW / NNE
Caldas da Saúde	S	Granite	NNW
Caldas das Taipas	S	Granite	NNW
Cró	S	Granite	N-S
Entre-os-Rios	S	Granite	N-S
Fonte Santa (Almeida)	S	Granite	NNE
Longroiva	S	Granite	NNW
Manteigas	S	Granite	WNW
Moledo	S	Hornfels	NNE
S. Pedro do Sul (Termas)	S	Granite	NNW
S. Pedro do Sul (Vau)	S	Granite	NNE
Touca	S	Granite	NNE
Unhais	S	Granite	NNE
Vizela	S	Granite	NNW
Monção	S / GC ?	Granite	NNW

(S - Sulphide; GC - Hydrogenocarbonated)

With the previous surveys it was obtained significant control on mineral water circulated structures consisting of anomalies with electrical resistivity contrasts (resistivity of the enclosing rocks / resistiv-

ity core anomaly of the order of 6. These anomalies have horizontal thicknesses up to 20m and a length between a minimum of 10 m to 180m. Therefore, they must be considered as manifestations of hydro-geological faults and hydrogeological traps with adequate connectivity in its core or on the edges.

It appears that the main fracturing direction, confirmed by more than 40% of water occurrences in the sampling analyzed is NNW-SSE. The NNE-SSW (possibly related to the Alpine orogeny stress field; Baptista *et al.* [22]) accounts for over 20% of the situations and the remaining population are distributed by the directions N-S, NW-SE, E-W, WSE and WSW. Each situation should be considered case by case, but it seems to be confirmed that the direction of regional fracturing is not always the most important in terms of emergency conditions at a local level. NNW-SSE direction should always be pursued. Upcoming E-W directions seem to have an enhancer role, usually being, present in the light of fotogeological interpretation and, as a rule, validated in detailed hydrogeological mapping fieldwork (Carvalho and Chaminé [25]).

In all studied cases it was possible to increase the natural discharge flows. The values of primitive flows (spontaneous flow; Calado [45]) were obtained in Acciaiuoli [18] and unpublished data of the TARH Lda and actual flow rates at drilled wells (Carvalho [13]). The relative increase of flow is largest at locations with smaller initial discharge springs. Thus, for pristine flow rates up to 1 l/s, the actual flow rates reached up

to 8 l/s. For flow rates greater than 2 l/s, the increase was moderate. The distribution model tends to follow a logarithmic law. Exploitation yield in each pole ranges from 0.5 and 12 l/s with a maximum of 18 l/s at S. Pedro do Sul (Ferreira Gomes *et al.* [46]). Median of the exploitation yield per well is of 1.5 l/s. Considering the lithology, the distribution is indicated in Table 2, which also indicates the same values for "normal" water.

It is confirmed, therefore, that mineral water lie inside preferential circulation areas, particularly evident situation when considering only granite, which, incidentally, constitute the main lithology. The pumping tests and the results of monitoring in Portuguese mineral water fields show that the long term well capacity is not controlled by transmissivity along major fractures, but by associated fracturing degree. Carvalho [20,13] has demonstrated that the relationship between the two transmissivities reaches up to 36 to 1 with a median of 5 to 1, the lower second order transmissivity corresponding to the "transmissivity behavior" of Martínez and Lopez [47].

Table 2: Median of the exploitation yield per well (L/s) in the Portuguese Ancient Massif (adapted from Carvalho [13]).

Lithology	Mineral water (i)	Normal water	
		(Carvalho 2006) (ii)	Relation (i)/(ii)
Granite	1	0.02	50
Metasedimentary Rocks	4	0.5	8
Quartzite	6	0.74	8

The instantaneous flow rate gains achieved by placing wells on major fractures did not match the long-term well capacity. Thus, it is

often preferable to locate the exploration and exploitation wells in the vicinity of the main fault but in secondary structures. The location of wells and boreholes (Carvalho *et al.* [26], Carvalho [13]) will have to be deduced from the conceptual site model of the aquifer and also by logistical conditions (access, water availability for drilling, etc.). Table 3 present the comparison of median transmissivity in mineral water wells with the transmissivity in non-mineral water in the Ancient Massif in NW Portugal. The table 3 shows also that mineral water occur inside the higher transmissive areas. This evidence is clear, either considering, for mineral water, the main transmissivity (T) or the "transmissivity of behavior" (T').

Table 3: Mineral water transmissivity and common water transmissivity by lithology (T: transmissivity; T': "second order transmissivity" (adapted from Carvalho [13]).

Lithology	Mineral water	Normal water (Carvalho 2006)	Ratio (i)/(ii)
	T(m ² /day) (i)	T'(m ² /day) (ii)	
Granite	43	1.7	25
Metasedimentary rocks	60	3.1	19
Quartzite	15	4	4

If one considers the higher values, Monção, Chaves, S. Pedro do Sul (Carvalho [21,13]) then the mineral water and normal water transmissivity differs in two orders of magnitude. Storage coefficient (S) determined for depths up to 200m are the order of 10⁻⁴ to 10⁻⁵, showing a confinement similar to the normal aquifers (e.g., Carvalho [20,21,13], Carvalho *et al.* [14,26]). In several places there is strong positive artesianism (e.g., Moledo, Manteigas, etc.). This

question relates to the location of recharge areas but certainly also with the temperature and the content of waters gases.

4 Concluding remarks

Mineral water exploration is a multi and transdisciplinary task to be carried out with social and economical concerns in order to satisfy the demand.

The hydrogeological conceptual site model is the main tool to solve the hydrogeological and ground-water engineering problems including mineral water exploration (e.g., Bisson and Lehr [48], Carvalho [13], Chaminé *et al.* [37] and references therein). A key issue is the approach to be carried out: strategic studies (at a regional level) or tactical ones (site level), the most frequent to increase yields in already known thermal baths or mineral water bottling units. A global synthesis mapping at appropriate scale, duly georeferentiated that support the location of drilling sites at metric scale is essential corollary of all the work. That models must be capable of communicating information to all agents (practitioners, researchers, stakeholders and decision makers) involved (figure 2).



Figure 2: Conceptual site model: a flow path for an integrated exploration hydrogeology approach (after Chaminé *et al.* [37]).

For Bisson and Lehr [48] ground-water engineering and hydrogeology stopped in time at the level of exploration and it is necessary to embark on a water scarcity future scenario ahead (e.g., Llamas [49], Margat [50], Burke and Moench [51], Diop and Rekecwicz [52], Laimé [53], Custodio [54,55], Llamas and Martínez-Santos [56], Llamas *et al.* [57]). The sophisticated exploration techniques for oil exploration trying to map megastructures for groundwater purposes – hydrogeological traps – on a regional scale has to be carried out. Bisson and Lehr [48] call this approach the water megawatersheds paradigm that may be justified in Northern Portugal and Galicia for mineral water exploration (see details in Carvalho and Chaminé [6]).

Finally, mineral water management, including exploration and exploitation, are facing the millennium challenge, the global climate change (see for example the report about “climate change impacts in the USA”: http://nca2014.globalchange.gov/highlights/reportaptive_strategies). Mineral water quality and mineral water quantity could be jeopardized by climate change in a variety of ways that affect ecosystems and livelihoods, droughts and flooding may intensify in many regions, even in areas where total precipitation is projected to decline.

Climate change could affect mineral water demand, mineral water withdrawals, and aquifer recharge, reducing availability in some areas. In addition, hazards and risks to coastal aquifers and wetlands are expected. Some of our mineral water aquifers are in hydraulic connection with rivers and the ocean. Changes in precipitation and runoff, combined with

modifications in consumption and withdrawal, can affect mineral water. These trends are expected to continue, increasing the likelihood of mineral water shortages

Increasing resilience and enhancing adaptive capacity provide opportunities to strengthen mineral water resources management and plan for climate change impacts. Many institutional, scientific, economic, and political barriers present challenges to implementing a robust transdisciplinary programme to adapt our mineral water resources to a changing climate in a resilient and environmental sustainable perspective.

A last but not least thought: still is a current challenge opportunity for both territories (North Portugal and Galicia, particularly) to launch new programs in close cooperation (scientific, institutional, administrative and societal) at global scale in mapping, characterization, assessment, modelling and protection of the hydromineral and geothermal resources and in the best groundwater management practices to preserve an extraordinary unique, fragile and resilient resource, the “Mineral Water”. So, our hope is for next couple of decades must be dedicated to the natural resource under the flag of the Galician-Portuguese language “Auga-Água Mineral”.

Acknowledgments

This work was partially supported under the framework of the projects: TERMARED (SOE1/P1/E218/INTERREG IV-B SUDOE), LABCARGA|ISEP re-equipment program (IPP-ISEP| PAD’2007/08), HYDROSPOT (ESA-ID5750) and

Centre GeoBioTec|UA (PEst-C/CTE/UI4035/2014). We are grateful to the support on figure editing to the colleagues J. Teixeira and L. Freitas (LABCARGA|ISEP).

References

- [1] Moret, L. Les sources thermo-minérales. Masson, Paris, 1946.
- [2] Schoeller, H. Les eaux souterraines: hydrologie dynamique et chimique; recherche, exploitation et évaluation des ressources. Masson & cie, Paris, 1962.
- [3] Schoeller, H. Sur les eaux thermominérales et leur origine. In: Romariz, C. (ed.). 3ª Semana de Hidrogeologia, Universidade de Lisboa. pp. 37-43, 1982.
- [4] Albu, M., Banks, D. & Nash, H. Mineral and thermal groundwater resources, Springer, 1997.
- [5] LaMoreaux, P.E., Tanner, J. Springs and bottled waters of the world: ancient history, source, occurrence, quality and use. Springer, Berlin, 2003.
- [6] Carvalho, J.M. & Chaminé, H.I. Uma perspectiva sobre o valor acrescentado das Ciências da Terra nas indústrias do termalismo e do engarrafamento de água. In: H.I. Chaminé, J.M. Carvalho (Ed.), O valor acrescentado das Ciências da Terra no termalismo e no engarrafamento da água. Artigos seleccionados do II Fórum Ibérico de Águas Engarrafadas e Termalismo. Edição do Departamento de Engenharia Geotécnica / Laboratório de Cartografia e Geologia Aplicada, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, pp. 11-23, 2007.
- [7] Margat, J. & van der Gun, J. Groundwater around the world: a geographic synopsis. CRC Press, Boca Raton, Florida, 2013.
- [8] White, D.E. Magmatic, connate and metamorphic waters. Geological Society American Bulletin, 68(12):1659-1682, 1957.
- [9] CEC [Comission of the European Communities. Atlas of Geothermal Resources in the European Community, Austria and Switzerland. Comission of the European Communities, DGXII, Brussels, 1988.
- [10] Malkovsky, M. & Kacura, G. Report on the 23rd session of the Internacional Geological Congress. Proceedings of Symposium II, Academia of Prague, 1969.
- [11] Instituto de Meteorologia de Portugal & Agência Estatal de Meteorologia de Espanha. Atlas climático Ibérico. Instituto de Meteorologia de Portugal e Agência Estatal de Meteorologia de Espanha, 2011.
- [12] Pomerol, C. & Ricour, J. Erroirs et thermalisme de France. BRGM, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans, 1992.
- [13] Carvalho, J.M. Prospecção e pesquisa de recursos hídricos subterrâneos no Maciço Antigo Português: linhas metodológicas. Universidade de Aveiro. (PhD Thesis), 2001.

- [14] Carvalho, J.M., Marques, J.E., Afonso, M.J. & Chaminé, H.I. Prospecção e pesquisa de recursos hidrominerais e de água de nascente no Maciço Antigo Português. Boletim de Minas, 42(2):161-196, 2007.
- [15] TERMARED. Catálogo de mananciales termales del espacio SUDOE / Catálogo de nascentes termais do espaço SUDOE / Catalogue des sources thermales de l'espace SUDOE. Xunta de Galicia, Santiago de Compostela, 2011.
- [16] Chaminé, H.I., Teixeira, J., Carvalho, J.M., Mourelle, L., Gómez, C.P. & Legido, J.L. Hydromineral resources inventory mapping (NW Portugal and Galicia): outputs from TERMARED project (INTERREG IV-B SUDOE). In: Resumes del Congreso Internacional del Agua, Termalismo y Calidad de Vida, Campus da Auga, Ourense, 2015.
- [17] Choffat, P. La ligne de dépressions Régua-Verín et ses sources carbonatées. Remarques et considérations. Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 12:35-69, 1917.
- [18] Freire de Andrade, C. Os vales submarinos portugueses e o diastrofismo das Berlengas e da Estremadura. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 1937.
- [19] Acciaiuoli L de M.C. Le Portugal hydrominéral. Direction Générale des Mines et des Services Géologiques, 2 volumes, Lisbonne, 1952/1953.
- [20] Carvalho, J.M. Mineral and thermal water resources development in the Portuguese Hercynian Massif. In: David Banks, Sheila Banks (editors), Hydrogeology of Hard Rocks, International Association of Hydrogeologists, IAH, Oslo, 24(1):548-561, 1993.
- [21] Carvalho, J.M. Mineral water exploration and exploitation at the Portuguese Hercynian Massif. Environmental Geology, 27:252-258, 1996.
- [22] Baptista, J., Cabral, J. & Ribeiro, A. Seismotectonics of Chaves and Moledo mineral springs in Penacova-Régua-Verin Fault Zone. Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa, 84(1):D69-D72, 1998.
- [23] IGM - Instituto Geológico Mineiro. Catálogo de recursos geotérmicos. Instituto Geológico Mineiro, Lisboa (Edição CD-rom), 1999.
- [24] Marques, J.M., Espinha Marques, J., Carreira, P.M., Graça, R., Aires-Barros, L., Carvalho, J.M., Chaminé, H.I. & Sodrê Borges, F. Geothermal fluids circulation at Caldas do Moledo area, Northern Portugal: geochemical and isotopic signatures. Geofluids, 3(3):189-201, 2003.
- [25] Carvalho, J.M. & Chaminé, H.I. O papel da fracturação e da alteração profunda em estudos de prospecção hidrogeológica: os casos das regiões de Oliveira de Azeméis e de Fafe (Maciço Ibérico, NW de Portugal). Geociências, Revista da Universidade de Aveiro, 16(1/2): 13-31, 2004.

- [26] Carvalho, J.M. , Chaminé, H.I., Afonso, M.J., Espinha Marques, J., Medeiros, A., Garcia, S., Gomes, A., Teixeira, J. & Fonseca, P.E. Productivity and water cost in fissured-aquifers from the Iberian crystalline basement (Portugal): hydrogeological constraints. In: J.A. López-Geta, A. Pulido Bosch & J.C. Baquero Úbeda (Ed.). Water, mining and environment Book Homage to Professor Rafael Fernández Rubio. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, pp. 193-207, 2005.
- [27] Delgado, J., Juncosa, R., Meijide, R., Vázquez, A. & Barrientos, V. Características termohidrogeológicas de las aguas subterráneas en Galicia. In: Chaminé, H.I., J.M. Carvalho (Ed.), O valor acrescentado das Ciências da Terra no termalismo e no engarrafamento da água. Artigos seleccionados do II Fórum Ibérico de Águas Engarrafadas e Termalismo. Edição do Departamento de Engenharia Geotécnica / Laboratório de Cartografia e Geologia Aplicada, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, pp. 281-299, 2007.
- [28] Carvalho, J.M., Chaminé, H.I., Teixeira, J., Catarina Rodrigues & Alcides Pereira. Recursos hídricos subterrâneos e águas minerais naturais entre o Rio Douro e o Rio Lis, Portugal Central: breve síntese (Capítulo VI). In: José Simões Cortez, (coord.), Águas Minerais Naturais e de Nascente da Região Centro, Mare Liberum editora, Aveiro, pp. 107-136, 2012.
- [29] Sousa Oliveira, A. Águas subterrâneas do setor norte de Portugal continental: enquadramentos geográfico e geológico, tipologias e aproveitamentos. Boletín de la Sociedad Española de Hidrología Médica, 30(1): 57-71, 2015.
- [30] Carvalho, J.M., Coelho, L., Nunes, J.C., do Rosário Carvalho, M., Garcia, J. & Cerdeira, R. Portugal Country Update 2015. Proceedings World Geothermal Congress, Melbourne, Australia, 2015.
- [31] Ribeiro, A., Munhá, J., Dias, R., Mateus, A., Pereira, E., Ribeiro, L., Fonseca, P.E., Araújo, A., Oliveira, J.T., Romão, J., Chaminé, H.I., Coke, C. & Pedro, J. 2007. Geodynamic evolution of the SW Europe Variscides. Tectonics, 26 (TC6009):1-24, 2007.
- [32] Aires-Barros, L. Aproveitamentos geotérmicos: considerações gerais; a exploração das altas e entalpias no território português. Boletim de Minas, Lisboa, 15(3/4):143-155, 1978.
- [33] Carvalho, J.M. & Silva, L.F. Pólos geotérmicos de Trás-os-Montes: recursos e metodologias de desenvolvimento. Anais da UTAD, Vila Real, 2:23-45, 1988.
- [34] Carvalho, J.M. & Carvalho, M.R. Recursos geotérmicos e seu aproveitamento em Portugal. Cadernos Laboratório Xeológico de Laxe, A Coruña, 29:97-118, 2004.
- [35] Carvalho, J.M. Captação de águas subterrâneas em rochas cristalinas. Tecnologia da Água, Elsevier, Barcelona. Edição I, pp. 65-74, 2002.

- [36] Teixeira, J., Chaminé, H.I., Carvalho, J.M., Augusto Pérez-Alberti & Fernando Rocha. Hydrogeomorphological mapping as a tool in groundwater exploration. *Journal of Maps*, 9(2):263–273, 2013.
- [37] Chaminé, H.I., Carvalho, J.M., Afonso, M.J., Teixeira, J. & Freitas, L. On a dialogue between hard-rock aquifer mapping and hydrogeological conceptual models: insights into groundwater exploration. *European Geologist Magazine, Journal of European Federation Geologists*, 35:26–31, 2013.
- [38] Carvalho, J.M. Perspectives, prospectives et développements technologiques. *GigaStock, IIIèmes Journées Internationales de Géothermie Appliquée, Versailles*, 9(3):1011-1016, 1988.
- [39] Seifert, H. & Vicente, A. (1968). *Caldas de Moledo. Boletim de Minas, Lisboa*, 5(3):226-227, 1968.
- [40] Seifert, H. *Caldas de Moledo. Boletim de Minas, Lisboa*, 6(1):66-68, 1969.
- [41] Vylita, T. New tapping boreholes in Carlsbad. In: Romijn E. *et al.* (eds.), *Geothermics, thermal-mineral waters and hydrogeology. Theophrastus Publications, Athens*, pp. 205-218, 1985.
- [42] Kellaway, G.A. The hot springs of Bristol and Bath. *Proceedings of the Ussher Society*, 8:83-88, 1993.
- [43] Kellaway, G.A. Environmental factors and the development of bath spa, England. In: Philip E. Lamoreaux & Judy Tanner, (eds.), *Springs and bottled waters of the world: ancient history, source, occurrence, quality and use. Springer, Berlin*, 2003.
- [44] DNEMT [Division Nationale des Eaux Minérales et Thermales]. *Le suivi du forage d'eau minérale: approche méthodologique. Division Nationale des Eaux Minérales et Thermales, BRGM, Note Technique*, 3:1-17, 1995.
- [45] Calado, C.M.A. A ocorrência de água sulfúrea alcalina no Maciço Hespérico: quadro hidrogeológico e quimiogénese. *Universidade de Lisboa (PhD Thesis)*, 2001.
- [46] Gomes, L.M.F., de Albuquerque, A. & Fresco, H. Protection areas of the S. Pedro do Sul spa, Portugal. *Engineering Geology*, 60: 341-349, 2001.
- [47] Villanueva Martínez, M. & Iglésias López, A. *Pozos y acuíferos: técnicas de evaluación mediante ensayos de bombeo. ITGE, Madrid*, 1984.
- [48] Bisson, R.A. & Lehr, J. *Modern groundwater exploration: discovering new water resources in consolidated rocks using innovative hydrogeologic concepts, exploration, drilling, aquifer testing and management methods. John Wiley & Sons*, 2004.
- [49] Ramón Llamas, M. Hydro-schizophrenia. *Ground Water*, 14(3):296-300, 1975.
- [50] Margat, J. The overexploitation of aquifers. *International*

- Association of Hydrogeologists
Selected Papers 3: 29-40, 1993.
- [51] Burke, J. & Moench, M. Groundwater and society: resources, tensions and opportunities. In: Themes in groundwater management for the twenty-first century. ISET, United Nations Publications, 2000.
- [52] Diop, S. & Rekacewicz, P. Atlas mondial de l'eau: une pénurie annoncée. Autrement éditions, Paris, 2003.
- [53] Laimé, M. Le dossier de l'eau: penurie, pollution, corruption. Seuil, Paris, 2003.
- [54] Custodio, E. Aquifer overexploitation: what does it means. Hydrogeology Journal, 10:254-277, 2002.
- [55] Custodio, E. Intensive use of groundwater and sustainability. GroundWater, 43(3): 291-291, 2005.
- [56] Llamas, M.R. & Martínez-Santos, P. Intensive groundwater use: silent revolution and potential source of social conflicts. Journal Water Resources Planning Management, 131(5):337-341, 2005.
- [57] Llamas, M.R., Custodio, E., de la Hera, A. & Fornés, J.M. Groundwater in Spain: increasing role, evolution, present and future. Environmental Earth Sciences, 73:2567-2578, 2015.

NUEVAS ORIENTACIONES VERSUS APLICACIONES CLÁSICAS DE LAS AGUAS TERMALES

J. L. Legido, C. P. Gómez, L. Mourelle

Departamento de Física Aplicada, Universidade de Vigo, Vigo, Spain

Palabras clave: Termalismo, Agua termal, Centro termal.

Resumen

En este trabajo se presenta un estudio del uso de las aguas termales comparando las aplicaciones clásicas con las orientaciones más innovadoras de los últimos años en los centros termales.

1 Introducción

Las aguas termales se vienen utilizando desde la antigüedad por los seres humanos con fines terapéuticos (Ablin *et al.* [1], Dubois [2]). Este uso se ha realizado en todas las culturas (Tubergen and Linden [3]); en todas ellas se aprovechaban las estructuras naturales o se construían instalaciones para el mejor uso y aprovechamiento del agua termal.

Hoy en día los centros termales combinan las técnicas clásicas con las propuestas innovadoras.

La introducción de las nuevas tecnologías en las bañeras, piscinas, duchas, saunas, etc., permite una mejor optimización de las técnicas termales.

El desarrollo del turismo de salud en España ofrece una nueva forma de entender el uso del agua termal lo que obliga a una mayor calidad y especialización de los servicios termales.

2 Aspectos históricos

Aunque se conoce el uso de las aguas termales desde tiempos remotos, los primeros escritos sobre su uso aparecen en Grecia con Hipócrates. Posteriormente, en Roma, Plinio y Vitrubio describen las aguas termales y mineromedicinales. Con la llegada del Islam se desarrollaron técnicas hidroterápicas descritas por Rhazes y Avicena.

El primer tratado de termalismo se puede considerar "De Balneis et Thermis" de Miguel Savonarola en 1498, posteriormente Andrea Badius publica "De Thermis" en 1571 (figura 1).



Figura 1: Portada del libro *De Thermis* de Andrea Badius de 1571.

La mayoría de las técnicas hidroterápicas fueron descritas por Vicent Priessnitz (1799-1851) Juette [4]. Más tarde Sebastian Kneipp (1821-1897) modifica las técnicas de Priessnitz.

En España destacan las obras de Alfonso Limón Montero "Espejo cristalino de las aguas de España" de 1697 (figura 2) y los dos tomos de "Historia Universal de las Fuentes Minerales de España" de Pedro Gómez de Bedoya de 1764. En Galicia, cabe señalar las aportaciones de Nicolás Taboada Leal con "Hidrología médica en Galicia" de 1877 y el "Tratado práctico de análisis química de las aguas minerales y potables" de Antonio Casares de 1866.

A finales del siglo XIX y principios del XX se desarrolla un nuevo termalismo ligado a las denominadas villas termales en los que se establecían generalmente hoteles de primera clase. En la actualidad en España el termalismo se fundamenta en el Turismo de Salud (Cirer-Costa [5]) en Balnearios y Talasos con instalaciones modernas que, en muchos casos, conviven con los antiguos recursos termales.



56 *Figura 2: Portada del libro Espejo cristalino de las aguas de España de Alfonso Limón Montero de 1697.*

3 Equipamiento termal

Los Balnearios, Estaciones termales, Centros de Talasoterapia y en aquellos Spas termales que utilicen agua termal (zona anglosajona) disponen de técnicas como la balneación, aplicaciones vía respiratoria, aplicaciones a presión, envolturas, etc. Estas técnicas utilizan instalaciones y equipamiento como piscinas, bañeras, duchas, nebulizadores y estufas, entre otras.



Figura 3: Piscina romana del balneario de Alange (Badajoz) aun en uso.

Las piscinas requieren un volumen elevado de agua para la utilización de forma colectiva. Algunos centros termales mantienen las piscinas de la época clásica como el Balneario de Alange con piscinas Romanas todavía en uso, pero en la mayoría de los centros cuentan con los últimos adelantos tecnológicos que permiten el control de todos los parámetros relacionados con la mecánica de fluidos y la termodinámica, permitiendo el uso de chorros subacuáticos con aplicaciones a presión, baños de burbujas, zonas de contraste térmico o movimiento direccional de agua.

Las bañeras requieren un volumen limitado de agua para una utilización de forma individual permitiendo la inmersión total o parcial.



Figura 4: Piscina moderna de Les Thermes de Spa en Bélgica.

Las bañeras clásicas que permiten una balneación simple y se siguen utilizando en los centros termales. Las nuevas bañeras incorporan automatismos que les permiten realizar baños de burbujas, hidromasaje, inyección de CO₂, control de temperatura, etc.



Figura 5: Nebulizadores tradicionales del balneario Dávila, Caldas de Reis, Pontevedra.

Los chorros y duchas se utilizan para aplicaciones a presión. La ducha tiene orificios de salida de un diámetro determinado. En la actualidad se dispone de duchas circulares, filiformes, de contraste, de masaje que permiten alcanzar presiones de 10 atmósferas.

Los nebulizadores y aerosoles se aplican sobre las vías respiratorias. Los nebulizadores producen gotas gruesas superiores a 10 micras, mientras que en los aerosoles las gotas son menores de 10 micras. Hoy en

día se pueden conseguir tamaños de gota inferiores a 3 micras utilizando técnicas ultrasónicas. En la figura 5 se puede ver un nebulizador tradicional y la figura 6 un nebulizador moderno.



Figura 6: Modernos nebulizadores en el balneario de Montecatini (Italia).

Las estufas son instalaciones para la inhalación de vapores de forma individual o colectiva. Las estufas naturales utilizan un habitáculo natural. Actualmente las estufas termales disponen de instalaciones que controlan de forma automática la humedad y la temperatura e incorporan efectos acústicos y de luz.



Figura 7: Antiguas bañeras de mármol del balneario de Montemayor (Cáceres).

Los peloides son mezclas de una fase sólida inorgánica u orgánica con agua termal que después de un proceso de maduración se utiliza para fines terapéuticos (Gomes *et al.* [6]). Los peloides naturales se utilizan de forma clásica, es decir envolvimientos, emplastos, bañeras

y pincelación. En la actualidad se están desarrollando nuevos peloides madurados de forma controlada en instalaciones con avances tecnológicos como el peloide Terdax de Dax (Knorst-Fouran *et al.* [7]).

4 Nuevas orientaciones

Durante los últimos años los centros termales han introducido nuevas orientaciones en sus instalaciones para la aplicación de técnicas termales. Hoy en día existen empresas especializadas en el diseño e innovación del termalismo que favorecen la modernización de los centros termales existentes o la aparición de nuevos centros termales. Los aspectos más destacados son:

Control y automatismo: las nuevas tecnologías han permitido el desarrollo del control y automatismo de todas las variables que afectan a una técnica termal, así en la actualidad, piscinas y bañeras disponen de mecanismos de control que permiten que la velocidad, presión o la temperatura se puedan regular con una elevada precisión. El avance de la informática ha permitido la incorporación de nuevos programas para el control, basados en redes neuronales que permiten la aparición de las bañeras inteligentes.



Figura 8: Bañera moderna con programas de control (Centro de Talasoterapia Talaso Atlántico, Pontevedra).

Nuevos materiales: las instalaciones en los centros termales han ido incorporando nuevos materiales como los plásticos PVC, la fibra de vidrio, materiales cerámicos con nanopartículas, aleaciones metálicas resistentes a la corrosión, fibra de carbono, etc. Estos nuevos materiales permiten nuevos recubrimientos superficiales de mayor resistencia y mejores aislamientos.

Diseño y arquitectura termal: los centros termales se están modernizando utilizando diseños innovadores que permiten adaptar las nuevas tecnologías y los nuevos materiales a las técnicas termales; por otra parte, los nuevos centros se están construyendo con una arquitectura que mezcla lo clásico con lo vanguardista.

5 Conclusiones

En este momento la mayoría de los centros que utilizan agua termal conservan las técnicas termales clásicas descritas por Priessnitz en el siglo XIX con la incorporación de nuevos diseños utilizando materiales modernos y con sistemas de control y automatismo que permiten la optimización de los recursos y la mejora de los resultados.

Referencias

- [1] Ablin, J.N., Häuser, W., Buskila, D. (2013). Evidence-Based Spa Treatment (Balneotherapy) for Fibromyalgia - A Qualitative-Narrative Review and a Historical Perspective. *Complementary and Alternative Medicine*. 2013: 1-5.
- [2] Dubois, J.C. (2011). Current news on thermalism History of

- hydrotherapy. *Encephale-Revue de Psychiatrie Clinique Biologique et Therapeutique*. 37(3): 3-5.
- [3] Tubergen, A., Linden, A. (2002). Brief History of Spa Therapy. *Annals of the S. Rheumatic Diseases*. 61(3): 273-275.
- [4] Juette, R. (2008). Vincenz, Priessnitz (1799-1851) and the Reception of its Hydrotherapy Till 1918: A Contribution to the History of Nature Cure Movement. *Bulletin of the History of Medicine*, 82 (2): 457-458.
- [5] Cirer-Costa, J.C. (2014). Spain's new coastal destinations. 1883-1936: The mainstay of the development of tourism before the Second World War. *Annals of Tourism Research* 45: 18-29.
- [6] Gomes, C., Carretero, I., Pozo, M., Maraver, F., Cantista, P., Armijo, F., Legido, J.L., Teixeira, F., Rautureau, M., Delgado, R. (2013). Peloids and pelotherapy: Historical evolution, classification and glossary. *Applied Clay Science*, 75-76: 28-38.
- [7] Knorst-Fouran, A., Casas, L.M., Legido, J.L., Coussine, C., Bessieres, D., Plantier, F., Lagiere, J., Dubourg, K. (2012). Influence of dilution on the thermophysical properties of Dax peloid (TERDAX (R)). *Thermochimica Acta*. 539: 34-38.

CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y TERAPÉUTICA DE LAS AGUAS MINEROMEDICINALES Y MINERALES NATURALES DE GALICIA

R. Meijide-Faílde

Cátedra de Hidrología Médica. Departamento de Medicina. Universidade de A Coruña (UDC). INIBIC. CHUAC. A Coruña, Spain.

R. Juncosa, J. Delgado

Departamento de Tecnología de la Construcción da Universidade da Coruña, E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos. GEAMA. A Coruña, Spain.

Palabras clave: Hidrogeoquímica, aguas minerales, mineromedicinal, termal, Galicia).

Resumen

En este trabajo se realiza una síntesis de las distintas aguas minero-medicinales que conforman el mapa de la región gallega relacionando el quimismo que presentan con las indicaciones terapéuticas. El quimismo de las aguas está directamente relacionado con la matriz geológica por la que circulan y de la que se enriquece mineralógicamente. Por ello, Galicia resulta ser una comunidad rica en cuanto a la explotación, aplicaciones y uso de los diferentes recursos de aguas termales, mineral-natural y mineral-medicinal. En este trabajo se presenta una diagnosis de las aguas actualmente explotadas y con mayor consideración volumétrica de consumo y utilización.

1 Introducción

A partir de la realización de un estudio profundo de la situación hidroquímica que caracterizan los distintos afloramientos de las aguas subterráneas mineromedicinales y termales

de Galicia, se ha podido conocer y establecer un contexto coherente en cuanto a las características comunes de las aguas gallegas, el sustrato geológico donde afloran, la identificación de parámetros físico-químicos, el uso terapéutico y las posibles afecciones que pudieran existir.

Como resultado del estudio se ha podido establecer una clasificación clara de las distintas aguas minero-medicinales, la distribución espacial geográfica en el territorio gallego y su uso terapéutico

2 Características hidrogeológicas

El movimiento del agua a través de la corteza terrestre es el resultado de la actuación de una serie de mecanismos tales como la compactación de sedimentos, la existencia de gradientes topográficos, eventuales variaciones laterales de la densidad del agua, el "bombeo" sísmico así como consecuencia de la diagénesis, el metamorfismo o el magmatismo (YOUNG, 1995).

El flujo de agua subterránea se puede desarrollar en escalas de tiempo muy variadas de acuerdo con las características hidrodinámicas y geológicas. De la misma manera, el agua subterránea puede moverse a lo largo de distancias muy distintas antes de emerger nuevamente a la superficie en los puntos de descarga. Fue TÓTH (1963) quien, en un trabajo seminal en hidrogeología, propuso el concepto de flujo local (desde centenas de metros a varios kilómetros) y flujo regional (decenas a centenares de kilómetros). De ese modo, un sistema de flujo local tendría un alcance espacial relativamente limitado en el espacio y se trataría de un entorno relativamente superficial. Por otro lado, los sistemas de flujo regionales englobarían mayores profundidades y escalas más grandes (incluso la de un continente). Entre ambos extremos, es razonable pensar que existe toda una gama de sistemas de escala intermedia.

Junto con la hidrodinámica de los sistemas geológicos, los conceptos de escala de flujo y tiempo de residencia son fundamentales a la hora de entender la evolución hidroquímica de las aguas subterráneas. Dicho de otra manera, estos conceptos constituyen la clave para entender por qué las aguas subterráneas son tan diversas en cuanto a su composición y propiedades, permitiendo una visión integradora de los recursos de agua subterránea en sus diferentes facetas (las aguas minerales, las aguas termales).

Galicia, desde ese punto de vista, pertenece a un amplio afloramiento dominado por rocas ígneas y metamórficas llamado Macizo Hespérico.

Las principales litologías aflorantes se pueden resumir en las siguientes: a) Rocas metasedimentarias (calizas y dolomías, cuarcitas, pizarra, esquistos y paragneises), b) Rocas graníticas, c) Rocas básicas y ultrabásicas (anfibolitas, gabros, peridotitas, serpentinas, dunitas, granulitas y eclogitas), d) Cuencas terciarias (arcillas, limos, conglomerados, lignito) y e) Depósitos cuaternarios (sedimentos aluviales, depósitos de ladera, de glaciares, de marisma y eólicos)

Las rocas ígneas fracturadas y las rocas metamórficas (rocas cristalinas) son las más abundantes en el territorio gallego, presentando heterogeneidad y anisotropía, coincidiendo las zonas de flujo o bien a través de las grietas y fracturas o, con menos profusión, a través de la matriz rocosa. La permeabilidad de la matriz rocosa no alterada es muy baja quedando ésta condicionada por la morfometría de las fracturas, conexión y relleno de las mismas.

En la Figura 2 se muestra un mapa litológico de los principales grupos de rocas de Galicia. En dicho mapa se puede contemplar que las principales litologías existentes en Galicia son las rocas metamórficas y las rocas ígneas. La composición química de las aguas naturales obedece a muchos factores entre los cuales se incluyen los gases y aerosoles atmosféricos, la meteorización y erosión superficial de las rocas y suelos (con su componente biológica), la disolución y precipitación de minerales lejos de la superficie, así como la propia actividad humana. Su estudio y el de los procesos con los que si interrelaciona suele realizarse a través de

la aplicación de los principios de la termodinámica química, aunque es cierto que algunos de estos procesos tienen lugar muy cerca del equilibrio químico, no es menos cierto que otros, de carácter irreversible, requieren tener en cuenta los mecanismos y velocidades de reacción propios de la cinética química

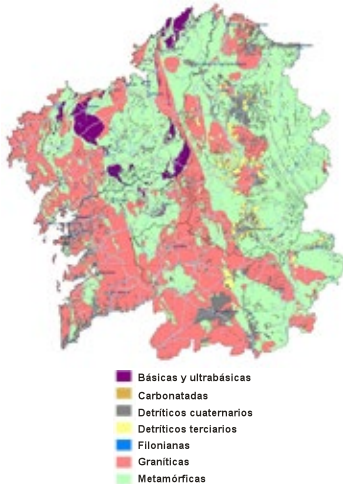


Figura 2: Mapa litológico de Galicia con indicación de los principales grupos de rocas. Fuente: Servicio de Información Territorial de Galicia, SITGA (<http://sitga.xunta.es/>).

Los solutos del agua también forman parte del ciclo geoquímico. Este se inicia con la meteorización de las rocas, que es el proceso que descompone las rocas y a muchos de los minerales que las componen. En este proceso, de acuerdo con distintas reacciones químicas, algunos constituyentes de las fases sólidas pasan al agua en forma de solutos. Por otro lado, en los suelos, la descomposición de la materia orgánica libera ácidos que disuelven los minerales dentro de lo que se ha dado en llamar el ciclo biogeoquímico.

La meteorización es tanto más intensa cuanto más cálido y húmedo

es un clima pero es igualmente eficaz en latitudes que, como Galicia, gozan de un ambiente atemperado. No obstante, no todos los minerales son susceptibles de meteorizarse a igual velocidad, lo cual condiciona un fraccionamiento químico que se traslada, a su vez, a la composición del agua.

3. Características quimiotermales de las aguas subterráneas

3.1. Calidad natural

Debido a que los procesos mencionados más arriba varían en el tiempo y en intensidad de un lugar a otro, la composición de las aguas subterráneas es bastante variable. No obstante, el número de componentes mayoritarios del agua es muy limitado y su variabilidad (en cuanto a rangos de concentración) no es tan importante como pudiéramos esperar, a tenor del gran número de litologías y procesos de interacción (orgánicos e inorgánicos) existentes. Así, de acuerdo con Davis y de Wiest (1966), de los veintidós elementos que conforman el 99,8 % de la masa combinada de la litosfera superior, los océanos y la atmósfera, tan solo siete se encuentran normalmente en el agua con concentraciones mayores a 1 mg/L (Ca, Mg, Na, HCO₃, Cl, SO₄ y SiO₂). Estos 7 elementos dan cuenta del 95 % de la composición química de las aguas subterráneas. Junto a estos, existen otros ocho componentes menores usualmente detectados en las aguas subterráneas, aunque con concentraciones menores (0,01 – 10 mg/L) (K, Fe, Mn, Sr, B, F, CO₃ y NO₃). El resto de elementos químicos están típicamente presentes como

constituyentes traza (< 0,01 mg/L).

El movimiento del agua a través de la zona no saturada determina que la concentración de sus constituyentes mayores tienda a aumentar. De ese modo, Chebotarev (1955), en un trabajo seminal en el que tomó en consideración más de 10.000 análisis de aguas subterráneas de Australia, concluyó que éstas tienden a evolucionar químicamente hacia la composición del agua de mar. Este mismo autor observó que la evolución se acompaña, normalmente de cambios regionales en el anión dominante de acuerdo con la pauta indicada por la Figura 4. La Figura 5 ilustra también, aunque desde un punto de vista más amplio, esta misma observación.

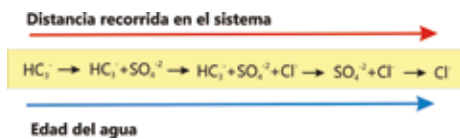


Figura 4: Secuencia de evolución hidroquímica de las aguas subterráneas naturales, de acuerdo con CHEBOTAREV (1955)

En relación con la hidroquímica asociada a la litología, se pueden establecer los siguientes grupos: a) Rocas silicatadas cristalinas de grano medio y grueso, en donde las aguas tienden a ser bicarbonatado-sódico/potásicas aunque en manantiales próximos a la costa existe una componente clorurada importante. En el caso de aguas profundas pueden existir cantidades de sulfuros y, si existe oxidación, sulfatos. b) Rocas silicatadas esquistosas y carbonosas de grano fino (pizarras y filitas) de baja solubilidad; c) Rocas carbonatadas (calizas y dolomías) que proporcionan aguas bicarbonatado cálcicas

o magnésicas; d) Sedimentos terrígenos (arcillas, limos, arenas,...) poco mineralizadas

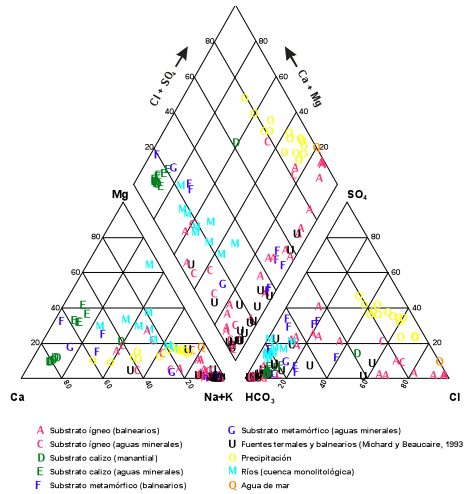


Figura 5: Diagrama de Piper-Hill en el que se presentan los datos publicados relativos a la composición química de aguas subterráneas, termales, minerales, precipitación así como fluviales asociadas a distintos tipos de litología. Se indica, como referencia, la composición media del agua de mar.

3.2. Calidad termal

Con respecto a la calidad termal de las aguas hay que hacer constar que Galicia es una región española donde existe una cierta "anomalía térmica" pudiéndose dar en algunas zonas del sur y colindando con Portugal valores más altos de temperaturas en las aguas que afloran en las distintas surgencias y manantiales. De este modo, Michard y Beaucaire (1993) clasifican las aguas gallegas en cuatro categorías.

La temperatura que podemos medir en las aguas termales en sus puntos de surgencia no suele coincidir con la correspondiente a la máxima profundidad a la que se estas se calientan. Ello es debido a una serie de procesos que, en conjunto,

provocan su enfriamiento. Los más importantes son: a) la ebullición adiabática (es decir, la separación física de una fase vapor sin intercambio de calor con la roca); b) la disipación de calor por conducción térmica hacia la roca; c) la mezcla con aguas frías superficiales; y d) por combinación de los tres procesos anteriores.

4. Clasificación de las aguas subterráneas

4.1. Tipología de las aguas

La aparición de las aguas minerales y termales de Galicia es geográficamente puntual, la planificación y gestión de las aguas minerales y termales de Galicia no se realiza bajo un criterio territorial sino mediante un conjunto de criterios de gestión

Así, pues se pueden definir cada una de las categorías de la siguiente forma:

Aguas minero-medicinales: Las alumbradas natural o artificialmente y que por sus características y cualidades sean declaradas de utilidad pública y sean aptas para tratamientos terapéuticos. Sólo podrán ser aprovechadas para usos terapéuticos en instalaciones balnearias situadas en las áreas de emergencia. También podrán envasarse para su consumo siempre que cumplan los requisitos señalados en los R.D.1.074/2.002 y 1.744/2.003.

Aguas minero-industriales: Las que permiten el aprovechamiento racional de las sustancias que contengan, entendiéndose incluidas las aguas tomadas del mar a estos efectos.

Aguas minerales naturales: Aquéllas bacteriológicamente sanas que tengan su origen en un estrato o depósito subterráneo y que broten de un manantial en uno o varios puntos de alumbramiento naturales o perforados. Pueden distinguirse claramente de las restantes aguas potables por su naturaleza y pureza original, caracterizadas por su contenido en minerales, oligoelementos y, en ocasiones, por determinados efectos favorables.

Aguas termales: Aquéllas aguas cuya temperatura de surgencia sea superior, al menos, en cuatro grados centígrados a la media anual del lugar en que alumbren, y sean declaradas de utilidad pública y aptas para usos terapéuticos en instalaciones balnearias situadas en las áreas de emergencia.

Aguas de manantial: Aquéllas de origen subterráneo que emergen espontáneamente en la superficie de la tierra o se captan mediante labores practicadas al efecto, con las características naturales de pureza que permiten su consumo.

4.1. Clasificación de las aguas mineromedicinales según características físicas y químicas

Según las características físicas, la temperatura es el criterio más utilizado para clasificar las aguas mineromedicinales. Las clasificaciones más útiles desde el punto de vista médico, son las que consideran la temperatura del agua en relación a la temperatura del organismo, puesto que las aplicaciones externas del agua minero-medicinal se harán prácticamente siempre teniendo en cuenta la temperatura corporal.

Desde un punto de vista terapéutico el siguiente análisis se enfocará en la descripción de las características físico-químicas de las aguas minero-medicinales, para lo cual se partirá de un concepto más genérico de agua mineral. Así, los criterios para clasificar las aguas mineromedicinales en España son los utilizados en el resto de los países. Las clasificaciones más frecuentes desde el punto de vista terapéutico son las que tienen en cuenta la mineralización total y el contenido aniónico y catiónico predominante, o bien la presencia de elementos especiales, o las que las clasifican por sus propiedades físicas, como la temperatura.

En España, en hidrología médica se sigue la clasificación propuesta por Armijo y San Martín publicada por Maraver en el Vademecum de aguas mineromedicinales de España. Para ello, se han tenido en cuenta los distintos criterios elaborados en los distintos países europeos, de tal forma que, por un lado, existe el criterio latino, en el que un agua minero-medicinal es un agua con propiedades terapéuticas, independientemente de la cantidad total de minerales, y el criterio germánico en el que es necesario tener un mínimo de residuo seco y de componentes químicos para que sea considerada minero-medicinal. En España se ha seguido un criterio mixto pudiéndose elaborar la siguiente tabla síntesis:

CLASIFICACION DE LAS AGUAS MINEROMEDICINALES SEGÚN SU MINERALIZACION Y COMPOSICIÓN QUÍMICA	
1. Aguas mineromedicinales con más de 1 g/l de sustancias mineralizantes	
Clorurada (>20 % m Eq de Cloruro)	<ul style="list-style-type: none"> - Sódicas - Cálcidas - Mixta 1.1 Sulfatada 1.2 Bicarbonatada
Sulfatadas (>20 % m Eq de Sulfato)	<ul style="list-style-type: none"> 2 Sódicas 3 Magnésicas 4 Cálcidas 5 Mixtas: <ul style="list-style-type: none"> 5.1 Cloruradas, Bicarbonatadas 5.2 Sódicas, magnésicas...
Bicarbonatadas (>20 % mEq de Bicarbonato)	<ul style="list-style-type: none"> 6 Sódicas 7 Cálcidas 8 Mixtas: <ul style="list-style-type: none"> 8.1 Cloruradas, sulfatadas 8.2 Sódicas, cálcicas,...
2. Aguas minerales con elementos mineralizantes especiales	
Carbogaseosas	> 250 mg de CO ₂ /l
Sulfuradas	1 mg de S. reducido./l <ul style="list-style-type: none"> 9 Sódicas 10 Cálcidas
Ferruginosas	(más de 5 mg/l de Fe bivalente)
Radiactivas	(más de 67,3 Bq/l)

4.2. Clasificación de las aguas minero-medicinales gallegas

Según los criterios anteriores la clasificación de las aguas mineromedicinales gallegas se puede elaborar, principalmente, según la temperatura y según su composición química y mineralógica.

Diversos autores (Souto, 1990; Baeza *et al.*, 2001) han inventariado las aguas minerales gallegas, tanto las manifestaciones termales como las aguas de manantial. En la Figura 7 se muestra la localización de los principales manantiales y fuentes termales del territorio gallego, éstas últimas se concentran mayormente en la provincia de Orense. Con respecto a las aguas minerales de

consumo humano, en la Figura 8 se muestran algunos de los afloramientos de aguas minerales embotelladas



Figura 6: Principales balnearios y fuentes termales de Galicia. Los colores rojo y azul indican su emplazamiento en un sustrato ígneo o metamórfico, respectivamente

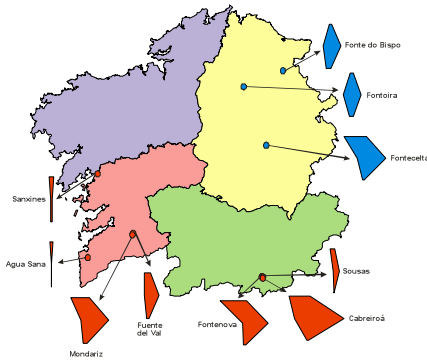


Figura 7: Aguas minerales de manantiales localizados dentro de la Comunidad Autónoma de Galicia. Los colores rojo y azul hacen referencia al tipo de sustrato geológico (ígneo o metamórfico, respectivamente). Nota: todos los diagramas de Stiff están a la misma escala

Tabla 4: Temperaturas de las aguas mineromedicinales de Galicia

Denominación	Temperatura °C	Balneario Surgencia
Frías	< 19,9	Balneario Augas Santas Pantón Agua de Fonte Nova - Manantial Principal Agua Cabreiroa con Gas 2 Sousas - Manantial 1 Balneario de O Tremo Balneario de Mondariz (Gándara) Balneario de Guitiriz Balneario Río Pambre Balneario do Incio
Hipotermales	20 - 34,9	Baños de Berán Balneario de O Carballiño Balneario de Ponte Caldelas Balneario Acuña Chaca do Allegal Baños de Brea Balneario de Arnoia Fonte do Bañiño
Mesotermales	35 - 36,9	Caldas de Partovia Baños Viejos de Carballo Balneario de Arteixo
Hipertérmales	37 - 60	Baños de Loureda Balneario de Lais Baños de Molgas Balneario Dávila Balneario de Caldelas de Tui Balneario de Cortegada Balneario de Lugo Balneario de A Toxa
	> 60	Balneario de Lobios Xardín das Burgas Balneario de Termas de Cuntis

4.3. Clasificación de las aguas gallegas según la temperatura

Según los criterios descritos anteriormente las aguas de los balnearios y manantiales gallegos con reconocida declaración de mineromedicinal, desde un punto de vista térmico, se pueden catalogar como se muestra en la Tabla 4.

4.4. Clasificación de las aguas gallegas según la mineralización y componentes químicos

Desde el punto de vista de la mineralización global, las aguas mineromedicinales se pueden clasificar teniendo en cuenta el Residuo Seco a 180°C. En Galicia predominan las aguas minero-medicinales de mine-

ralización débil (250–500 mg/L) siendo el 36% del total, seguidas por las que tienen mineralización media (500–1000 mg/L) y fuerte (>1000 mg/L) con igual proporción de un 24% cada una. Por último, las aguas de mineralización muy débil representan el restante 16% del total.

La mayor parte de las aguas que circulan a través de litologías silicatadas de grano medio y grueso como on las gallegas tienden a ser bicarbonatado-sódico/potásicas. No obstante, en algunas fuentes termales así como en manantiales próximos a la costa, la componente clorurada puede ser muy importante (p. Ej. manantiales termales de A Toxa, Caldas de Reis, etc.). Las aguas que atraviesan rocas carbonatadas (calizas y dolomías) se manifiestan con un quimismo bicarbonatado cálcico o cálcico/magnésicos. Hay también una caracterización carbogaseosa en algunos manantiales surgentes por el desequilibrio químico del agua con la roca encajante. El ascenso de aguas profundas, a través de rocas ígneas y metamórficas con contenidos de sulfuros, –donde imperan condiciones anóxicas- a la superficie originan manantiales o fuentes de aguas sulfuradas (p. Ej. Balneario de Guitiriz, Baños da Brea, Termas de Cuntis, Termas romanas de Lugo, Baños Viejos de Carballo, etc.

Desde un punto de vista de elementos mineralizantes especiales, los balnearios con aguas carbogaseosas con más de 250 mg/L de CO₂ libre son el Balneario de Mondariz (Gándara) (988,9 mg/L), Agua de Cabreiroá con Gas 2 (705 mg/L) y Agua de Fonte Nova – manantial principal (631 mg/L).

Según la Dureza del agua, las aguas de los balnearios gallegos presentan, en general, aguas muy blandas (0–100 mg/l de CaCO₃), tal y como cabe esperar en terrenos poco cálcicos. Como excepción se encuentra el Balneario de Arteixo, cuya aguas son blandas (100–200 mg/L de CaCO₃) y el Balneario de A Toxa que presenta aguas extremadamente duras (>400 mg/L de CaCO₃), lo cual contrasta con el resto de las aguas. Si bien el origen del agua de A Toxa es debido al agua del mar, ésta ha podido interactuar de forma intensa con las rocas, causando la precipitación de sulfatos al reducirse éste a sulfuro en profundidad, aumentando los carbonatos por disolución de calcita bajo condiciones de presión parcial de CO₂ mayores a las de equilibrio con la atmósfera (Coudrian-Ribsterin *et al.*, 1998).

Por otra parte, una de las características de las aguas gallegas es el alto contenido en silicio y en fluoruros, tal y como se deriva de la geomorfología del terreno.

Por último, el pH que presentan los manantiales gallegos oscila entre un pH ácido de las aguas bicarbonatadas carbogaseosas (Gándara en Mondariz, Cabreiroá, fontenova, Sousas y a Toxa) a un pH alcalino o muy alcalino. En las Tablas 5, 6, 7 y 8 se muestran las composiciones químicas principales de las aguas gallegas según datos recogidos de las analíticas realizadas por el IGME para su declaración de agua minero-medicinal.

5. Indicaciones terapéuticas

En la Tablas 9 se muestran los efectos de las aguas mineromedicinales según su composición predominante. (Maraver, 2002) En la tabla 10 se recogen indicaciones terapéuticas de las distintas aguas gallegas de las que se tienen datos.

Tabla 9. Acciones terapéuticas asociadas a las aguas minero-medicinales.

ACCIONES DE LAS AGUAS MINERALES DERIVADAS DE LA MINERALIZACIÓN	
Cloruradas	Estimulante de las funciones orgánicas y metabólicas. Potenciadora del trofismo celular y de los procesos de cicatrización y reparación tisular. Favorecen la circulación sanguínea y linfática.
Sulfatadas	Purgantes. Coleréticas. Colagogas e estimulantes del peristaltismo intestinal.
Bicarbonatadas	Antiácidas. Aumentan la actividad pancreática. Favorecen el poder saponificador de la grasa por la bilis. Hepatoprotectoras. Favorecen la glicogénesis. Favorecen la movilización y eliminación de ácido úrico en el orín
Carbogaseosas	Por vía oral (más de 1000 mg/l) Facilitan la digestión; enmascaran los sabores. Estimulan la secreción y motilidad gástrica. Facilitan la función intestinal. Por vía tópica (más de 400 mg/l) Acción vasodilatadora periférica
Sulfuradas	Activan los procesos óxido-reductores metabólicos. Efectos antitóxicos, antialérgicos y mejoradores del trofismo. Acción reguladora de las secreciones respiratorias. Efectos inmunológicos en la piel.
Ferruginosas	Activan la hematopoesis y las funciones oxidativas celulares. Mejoran el trofismo tisular.
Radioactivas	Sedativas y analgésicas. Antiespasmódicas y decontracturantes Reguladoras del sistema nervioso vegetativo.
Con mineralización inferior a 500 mg/l	Efectos diuréticos. Acción mecánica de lavado y arrastre que dificulta todo tipo de cálculos.

Tabla 10. Principal indicación terapéutica de los balnearios de Galicia.

INDICACIONES TERAPÉUTICAS DE LAS PRINCIPALES AGUAS GALLEGAS	
Balneario de A Toxa	Reumatología
Balneario de Arteixo	
Baños de Molgas	
Balneario de Laias	
Baños Viejos de Carballo	
Balneario de Lugo	
Balneario de Cortegada	
Blancario de Arnoia	
Balneario de Lobios	
Balneario de Termas de Cuntis	
Caldas de Partovia	Respiratorio
Balneario Dávila	
Balneario Acuña	
Balneario de Caldelas de Tui	Hepatobiliar
Balneario de O Carballiño	
Balneario de Guitiriz	
Balneario Pardiñas	Gastroenterología
Agua de Fonte Nova	
Agua Cabreiroá con Gas	
Balneario de Mondariz (Gándara)	
Sousas – Manantial I	
Balneario de O Incio	
Balneario Aguas Santas-Pantón	Dermatología
Baños de Brea	
Balneario de Ponte Caldelas	
Charca do Allegal	
Balneario de O Tremo	
Balneario Río Pambre	
Baños de Berán	

Referencias

- [1] Baeza, J., Lopez Geta, J., Ramírez, A. (2001) – Las Aguas Minerales en España. Instituto Geológico y Minero de España. 454 p.
- [2] Chebotarev, I.I. (1955) - Metamorphism of natural waters in the crust of weathering (1). Geochimica et Cosmochimica Acta, 8: 22-48.
- [3] Coudrian-Ribsterin, A., Gouze, P., De Marsily, G. (1998) – Temperature-carbon dioxide partial pressure trends in confined aquifers. Chemical Geology 145, 73-89.
- [4] Davis, S.N., De Wiest, R. J. N., (1966) – Hydrogeology. John

- Wiley & Sons, Inc., Nueva York, NY, USA: 563 p.
- [5] Langmuir, D.M. (1996) – Aqueous environmental geochemistry. Ed.: Prentice Hall, 600 p.
- [6] Maraver, F. (2002) – Vademecun de aguas mineromedicinales españolas. Instituto de Salud Carlos III – Universidad Complutense de Madrid: 310 p.
- [7] Michard, G., Beucaire, C. (1993) – Les eaux thermales des granites de Galice (Espagne): des eaux carbogazeuses aux eaux alcalines. *Chemical Geology*, 110: 345-360.
- [8] Souto, M.G. (1990) – Estudio químico-analítico de las aguas minero-termales de la provincia de Orense. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, 398 p.
- [9] Tóth, J. (1963) – A theoretical analysis of groundwater flow in small drainage basins. *Journal of Geophysical Research*, 68(16): 4795-4812.
- [10] Winter, T.C., Harvey, J.W., Lehn, O., Alley, W.M. (1998) – Ground Water and Surface Water. A Single Resource; U.S. Geological Survey Circular 1.139: 87 p. (<http://pubs.usgs.gov/circ/circ1139/>)
- [11] Young, E. D. (1995) – Fluid flow in metamorphic environments. In: U.S. National Report to International Union of Geodesy and Geophysics 1991-1994; reviews in *Geophysics* 33 Suppl.
- [12] (<http://www.agu.org/journals/rg/rg9504S/95RG00601/>)

BALNEARIOS /MANANTIALES	RS	ANIONES				CATIONES				GASES		SÍLICE iO ₂			
		HCO ₃	SO ₄	Cl	FS	H-	Ca	KL	iF	e total	gC		O ₂	HSS	
AGUAS BICARBONATADAS SÓDICAS															
Agua de Fonte Nova-M. Principal	195.2	161.01	12	91	81	.805	52	84	8,00		.897		63.16		2
Agua Cabreiroa con Gas 21	156.5	490	10	28	5,22	1,80	485	17	54,0		1,39	15	70.56		3
Balneario de Mondariz (Gándara)	114.0	98.01	29	22		0,20	2665	9	30,01	.4	0,02	409	88		53
Sousas - Manantial 1	125.4	118.08		25	9,35	1,80	408	13	30,00		.908		7,96		4
AGUAS CLORURADAS SÓDICAS															
Balneario de A. Toxa	3676.0	268	728	1790.03		11	10200	1180	1200	31	4,201	26	165	0,02	85
Balneario de Arteixo 01	2473	06	29	101.08		4	5904	3	30,0	30	.022		1,10	.006	4
Baños de Lourdes al	210.0	29	23	112.04	.4		724	60	26,03		0,0003				58,4

BALNEARIOS /MANANTIALES	RS	ANIONES				CATIONES				GASES		SÍLICE iO ₂			
		HCO ₃	SO ₄	Cl	FS	H-	Ca	KL	iF	e total	gC		O ₂	HSS	
AGUAS CON PREDOMINIO DE BICARBONATO SÓDICO															
Baños de Molgas	706	636	7	22	14	2,2	250	10	11		0,096	1	40,7	9,10	66
Balneario de Lains	539	400	28	35	16	11	172	5	7	0,7	0,02	1	1,1	0,40	72
Fonte de Bañiño	697	684	29	22	11	2,0	276	12	8		0,18	3	1,1		58
Burgo de Arriba	617	516	3	23	12,55		207	5	10		0,039	1	19,8		85,6
AGUAS CON PREDOMINIO DE CLORURO SÓDICO															
Balneario de Caldeas de Tui	713	98	37	281	14	26	226	11	10	0,5	0,02	1	1,1	0,00	99
Balneario Acuña	728	152	19	269	21	3,0	243	5	7,0	0,7	0,02	1	1,1	0,10	53
Balneario Dávila	720	164	17	268	17	5,0	247	4	7,0	0,7	0,02	1	1,1	0,02	58
Xardín das Burgas	617	9	2,882	24,11	10,2.6		203,69	12,02	8,68	1,29	0,14	0,71			16,2

BALNEARIOS /MANANTIALES	RS	ANIONES					CATIONES					GASES		SÍLICE	
		HCO ₃	SO ₄	Cl	FS	H-	Na	Ca	KL	iF	e totalIM	gC	O ₂		HSS
AGUAS CON PREDOMINIO DE BICARBONATO SÓDICO															
Balneario de Cortegada	351,6	220	10	47	34,4	7,63	120	1	3,00	2,10	0,0360	1	1,1		66,0
Baños de Brea	412	207	31	64	23	28,0	112	5	7,00	1,90	0,0360	3	4,4	12,0	106,6
Balneario de Lugo	421	186	78	47	18	17,0	135	5	6,00	0,60	0,0200	1	1,1	3,20	75,0
Balneario de Arnoia	273	124	35	45	24	28,0	3,958	0,25	0,054	0,54	0,0200	0,082	0,0	0,10	65,0
Balneario Augas Santas-Pantón	461,4	188	80	39	28,8	20,73	129	7	5,00	3,00	0,0001	3	1,1		41,9
Baños Viejos de Carballo	450	117	75	57	25	36,0	144	1	4,00	1,60	0,0200	1	1,1	0,00	67,0
Balneario de O Tremo	251	138	36	36	11	16,0	96	2	1,00		0,0270	1	1,1	3,16	29,0
Balneario de Guitiriz	262	74	15,3	29,3	14,5	66,0	83	2,3	0,83	0,62	0,3300	0,094			20,0
Termas da Chavasqueira	403	322	9	19	17,1	2,59	138	2	5,00		0,0300	1	1,1		72,6
AGUAS CON PREDOMINIO DE CLORURO SÓDICO															
Balneario de Termas de Cuntis	310,4	91	45	38	20,3	8,45	93	5	2,00	1,00	0,200	4	1,1	8	91,4

BALNEARIOS /MANANTIALES	RS	ANIONES					CATIONES					GASES		SÍLICE	
		HCO ₃	SO ₄	Cl	FS	H-	Na	Ca	KL	iF	e totalIM	gC	O ₂		HSS
AGUAS CON PREDOMINIO DE BICARBONATO SÓDICO															
Balneario de Ponte Caldelas	247,8	181	12	25	15,6		91,9	1	1,49		0,040	1			42,6
Baños de Lobios	247	139	17	27	11,5		86,45	1	4,3		0,048	1			118,8
Balneario de Berán	240	74	14	16	9,8	2,3	49,3	6,7	1,3	0,9	0,02	0,46		05	43
Baños de O Carballiño	198	59	24	32	10	20	56	1	1			1			56
Balneario de Castro Caldelas	186,9	118,3	16,8	3,5	0,2		35,1	3,1	0,1	0,08	0,002	1,7		5,7	1,6
Balneario de Partovia	140,2	67	34	3	3,5		44	2	-			1	1,1		37,5
Balneario de Río Pambre	222	96	24	20	17,1		67	1	0,97		0,092	1			30,6

MINERAL WATER DISINFECTION USING ULTRASOUND

C. Vázquez, C.P. Gómez, T. P. Iglesias and J.L. Legido

Applied Physics Department. University of Vigo, Vigo, Spain.

G. Moreiras Avendaño and A. Gago-Martínez

Department of Analytical Chemistry and Food. University of Vigo, Vigo, Spain.

L. Vázquez-Iglesias and F. J. Rodríguez-Berrocal

Department of Biochemistry, Genetics and Immunology. University of Vigo, Vigo, Spain.

Keywords: ultrasound, disinfection, bacteria, mineral water, microcalorimetry.

Abstract

The objective of this study is to evaluate the effects of ultrasound waves on the viability of different bacteria in mineral waters such as spa thermal waters. The application of ultrasound for the disinfection of water can be an alternative to other methods, such as, chlorination, ozonation, UV irradiation. Sonication was performed using a commercial ultrasonic bath at constant frequency of 40 kHz for 10 to 20 minutes. Experiments were carried out at a concentration of 106 CFU mL⁻¹ and a constant temperature of 309.65 K. The effects of the ultrasounds waves on bacterial growth were analyzed using a Calvet microcalorimeter. By plotting heat voltage difference versus time, we are able to obtain the graphs of *Staphylococcus epidermidis* and *Escherichia coli*, with and without ultrasound treatment. Furthermore, the heat released by microorganisms in the treated and untreated samples sonicated for 24

hours was calculated. The ultrasound treatment appears to be effective in inhibiting the growth of *S. epidermidis*, but not in the case of *E. coli* which presented greater resistance at the same experimental conditions. This study also showed microcalorimetry as an efficient technique to determine the effect of ultrasound waves on bacterial growth.

1 Introduction

Water has been used as a source of health and wellness since time immemorial; all cultures have and make use of it for different purposes: hygienic, therapeutic, recreational and industrial (Mourelle [1]).

In our country, there are abundant spas with great tradition. The use of these facilities could lead, in the case of not caring water quality and environment, a possible health risk to people.

Disinfection is a process used to eliminate pathogens in mineral water and protect the health of users (Naddeo [2]).

Choosing the best system for mineral water disinfection is not an easy task. Ideally, a method that provides water free of pathogenic microorganisms without losing its mineral properties and at the same time is comfortable for the user.

There are a variety of chemical and physical techniques for water disinfection including chlorination, ozonation, UV irradiation (Chowdhury [3]; Donofrio [4]; Hijnen [5]; Nelson [6]; Zwiener [7]). However, these disinfection methods suffer from severe drawbacks. Chemical techniques, like chlorination and ozonation, are often not environmental friendly. Also, chemical disinfection can lead to the formation of mutagenic and carcinogenic agents in the treated water (Chowdhury [3]; Antoniadis [8]; Lee [9]; Kim [10]; Zwiener [7]). Furthermore, chlorination has been causing the appearance of resistant microorganisms (Furuta [11]). The potency of certain physical techniques, such as UV irradiation, is limited in highly light scattering or when microorganisms are capable of photoreactivation (self-repair). Due to the inherent disadvantages of traditional water disinfection techniques, there is still a need for alternative disinfection methods (Hulsmans [12]).

In this study, we investigated the potential of ultrasound as an alternative for more traditional techniques for the disinfection of water.

Ultrasound refers to longitudinal, mechanical and scalar (pressure) waves that have a frequency which is higher than 20 kHz, which represents the upper audibility threshold of the human ear (Leighton [13]).

The powerful effect induced by sonication in water is due to the phenomenon of acoustic cavitation that is the formation, growth and collapse of microscopic bubbles or cavities within very small timescales (milliseconds) (Foladori [14]).

The exact mechanism by which the ultrasonic waves inactivate microorganisms has not been clearly established. However, it is recognized that the antimicrobial effect of ultrasound is caused by a combination of the following simultaneously acting mechanisms: mechanical effects, chemical effects including generation of active free radicals and heat effects (generation of local hot spots). It has been generally observed that the mechanical effects are more responsible for the microbial disinfection and the chemical and heat effects play only a supporting role (Gogate [15]).

In this work, we present the results obtained after ultrasonic treatment of two bacterial species in mineral water. The effects of the ultrasounds waves on bacterial growth were analyzed using a microcalorimetric analysis.

Microcalorimetry is an analytical technique that can be used to measure the heat flow produced as a result of biological activities (Braissant [16]). Like all living beings which exchange heat as a consequence of their metabolism, the heat rate is an appropriate measure of the metabolic activity of the organisms. Microorganisms produce small amounts of heat, in the order of 1-3 pW per cell. Despite the low levels of heat produced by the bacteria, their exponential replication in culture medium allows

their detection within a few hours, even from samples with a low concentration, e. g., 10 colony forming units (CFU) mL⁻¹ (Lago [17]).

Microcalorimetry is a non destructive method, with high sensitivity, accuracy and simplicity, which has been extensively applied in physics, chemistry, life sciences and other fields. Also, it provides us the real-time the curves of each bacterium behaving like a "thermal fingerprint". However, this technique presents drawbacks, which are its lack of specificity and that it requires an initial equilibration time of approximately 2 hours (Braissant [18]).

2 Material and methods

2.1 Mineral water

For this study, it has been used a medicinal mineral water sulphur, bicarbonate-sodium, silicate and fluoride. This mineral water is used with the following therapeutic indications: prevention and treatment of psychological disorders (stress, anxiety, depression and of nervous system), chronic rheumatism, chronic respiratory diseases (chronic obstructive pulmonary disease, asthma and bronchiectasis), skin diseases and arthritis problems.

2.2 Bacterial strains and sample preparation

The bacteria were supplied by the American Type Culture Collection (ATCC): *Staphylococcus epidermidis* (ATCC 35983) and *Escherichia coli* (ATCC 25922). These bacterial strains were streaked onto blood

agar plates and incubated at 309.65 K for 24 hours. The blood agar plates with multiple bacterial colonies were then used to prepare a bacterial suspension with the mineral water mentioned above, whose concentration was adjusted to the corresponding 0.5 on the McFarland scale, using an optical densitometer. This solution was then used to prepare further dilutions with the mineral water to obtain final concentrations of 10⁶ CFU mL⁻¹.

2.3 Experimental equipment

The ultrasound treatment was carried out using a Brason® 3510 ultrasonic bath operating at the constant frequency of 40 kHz and maximum power of 130 W during 10 and 20 minutes. The ultrasonic bath temperature was controlled and did not change during the experiment.

Bacterial growth curves were obtained using Calvet microcalorimeter equipment (Calvet and Prat [19]) (see Figure 1). It is equipped with a device allowing operation in the absence of vapour phase, and has two Teflon® screw capped stainless steel cells of approximately 10 cm³. One of these cells contains the reference solution, named the reference cell, and the other one the sample, named the experimental cell (see Figure 2). A Philips PM2535 multimeter and a data acquisition system were linked to the microcalorimeter. Calibration was performed electrically using a Setaram EJP30 stabilised current source. The precision in calorimetric signal was $\pm 1 \mu\text{V}$ (Lago [17]); Rivero [20]).

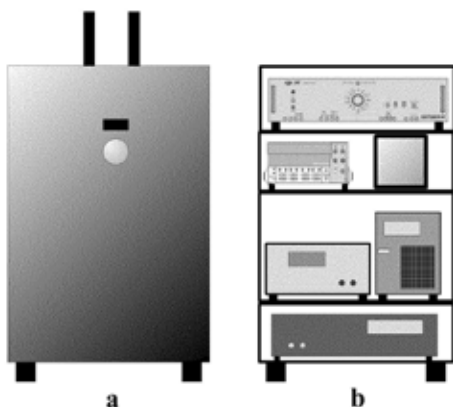


Figure 1: a) Calvet microcalorimeter and b) system control and data acquisition

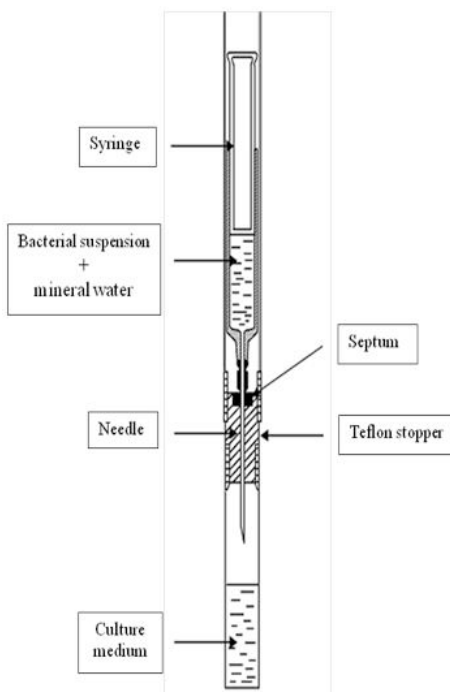


Figure 2: Experimental cell

The external media of the calorimeter was maintained at a constant temperature of 309.65 K. The reference cell was filled with 7 mL of culture medium + 1 mL of mineral water while the experimental cell was injected with 7 mL of culture medium + 1 mL of bacterial sus-

pension. The culture medium used was a liquid enriched with digested soy-casein (Becton, Dickinson and Company, USA), which is a mixture of processed water (40 mL), soy-bean-casein digest broth (2.75 % w/v), yeast extract (0.25 % w/v), animal tissue digest (0.10 % w/v), sodium pyruvate (0.10 % w/v), dextrose (0.06 % w/v), sucrose (0.08 % w/v), hemin (0.0005 % w/v), menadione (0.00005 % w/v), sodium polyanetholsulfonate (0.020 % w/v) and pyridoxal HCl (0.001 %w/v). Both cells were then introduced, from the upper part of the calorimeter in the internal thermopile chamber through two cylindrical holes aligned in parallel. The large distance that separates the cells from the entrance ensures the minimisation of heat flow to the exterior (Lago [17]) (see Figure 3).

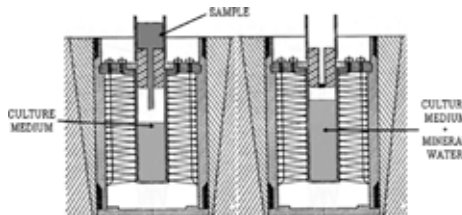


Figure 3: Schematic diagram of the Calvet microcalorimeter internal block

The experiment was also carried out with a sample not containing any bacteria (control). All experiments were realized in triplicate.

Both cells were cleaned and sterilized by autoclaving before using (20 minutes at 394.15 K).

A data collection and processing system were used to record the electrical signal at intervals of 15 seconds throughout the duration of the experiment.

3 Results

Using the experimental difference of voltage generated between the sample and reference cells over time, the growth curves of *S. epidermidis* and *E. coli* at 106 CFU mL⁻¹ have been obtained. The growth profiles of bacteria with and without sonication at different times (10 and 20 minutes) have been compared.

The curve of *S. epidermidis* (Rivero [20]) presented a unique energetic characteristic phase, and the signal is recorded for about 15 h, returning to minimum levels after this time (see Figure 4a). However, when we apply ultrasound for 10 minutes in the sample we saw that the shape of the curve of the bacteria is repeated but with less intensity (see Figure 4b). On the other hand, when we increase the sonication time 20 minutes, we did not detect growth throughout duration of the experiment (see Figure 4c).

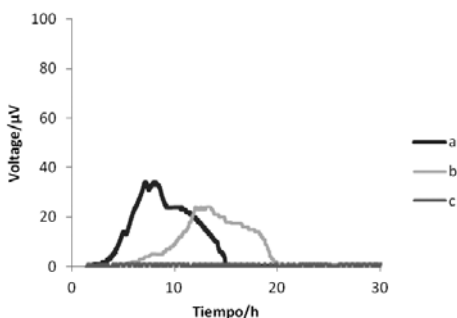


Figure 4: Calorimetric bacterial growth curves of the *S. epidermidis*: a) without previous sonication, b) with previous sonication 10 minutes, c) with previous sonication 20 minutes

The graph of *E. coli* (see Figure 5a) showed two metabolic phases, the first with greater energy, but shorter duration, followed by a period of latency that precedes a second of

lower energy that is prolonged over time (Rivero [21]). In this case, the shape of curve with sonication is very similar to that without sonication. The main differences between the thermograms are the potential difference between the two peaks of maximum voltage, being less intense in the sample with ultrasound, and the displacement of the curve with sonication to bigger time values (see Figure 5bc).

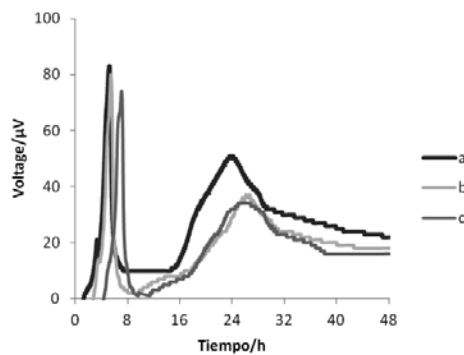


Figure 5: Calorimetric bacterial growth curves of the *E. coli*: a) without previous sonication, b) with previous sonication 10 minutes, c) with previous sonication 20 minutes

By means of the first derivative of the polynomial equations we determine the value of the maximum thermal power (V_{max}) and the time of its registration (t_{max}) in the thermograms of bacteria with and without ultrasounds (see Table 1).

The detection time of the signal (t_d) of *S. epidermidis* and *E. coli* are presented in Table 1. As can be seen, all samples sonicated showed higher t_d than the samples without sonication. We also saw that the t_d increased with sonication time (see Table 1).

From the thermograms, we can calculate the amount of heat released (Q) during the culture time:

$$Q = K \cdot A$$

where A ($\mu\text{V h}$) is the area, calculated by the trapezoidal method, and K represents a constant whose value, $23.8 \text{ J } \mu\text{V}^{-1} \text{ h}^{-1}$, was calculated from the electric calibration performed by the Joule effect on the equipment.

This parameter is important because it allows one to know the heat output of microorganisms.

In Table 2 the values of heat released by bacteria with and without ultrasound during the first 24 hours, Q_{24} , are compared. In all cases, values of Q_{24} for bacterial suspensions treated with sonication are smaller than those for the samples not exposed to sonication.

Table 1 Detection time (t_d), maximum voltage peak (V_{max}) and time registration of maximum peak (t_{max}) of *S. epidermidis* and *E. coli* at 10^6 CFU mL^{-1}

Microorganism	t_d/h	t_{max}/h	$V_{max}/\mu\text{V}$
Without ultrasounds			
<i>S. epidermidis</i>	2.74	7.15	34
<i>E. coli</i>	1.46	5.16	83
With ultrasounds			
<i>S. epidermidis</i> at 10 minutes	4.79	11.97	24
<i>E. coli</i> at 10 minutes	2.79	5.39	80
<i>S. epidermidis</i> at 20 minutes	--	--	-
<i>E. coli</i> at 20 minutes	4.43	7.01	74

Table 2. Area under the curve, AUC_{24} , and heat, Q_{24} , of *S. epidermidis* and *E. coli* at 10^6 CFU mL^{-1} , during 24 hours

Microorganism	$AUC_{24}/\mu\text{V h}$	Q_{24}/KJ
Without ultrasounds		
<i>S. epidermidis</i>	210.374	5.006
<i>E. coli</i>	521.856	12.211
With ultrasounds		
<i>S. epidermidis</i> at 10 minutes	79.290	1.887
<i>E. coli</i> at 10 minutes	432.866	10.302
<i>S. epidermidis</i> at 20 minutes	--	--
<i>E. coli</i> at 20 minutes	418.516	9.960

Conclusions

Ultrasound treatment at 40 kHz and an exposure time of 20 min appeared to be effective in inhibiting the growth of *S. epidermidis* in the mineral water. However, *E. coli* seem to be more resistant to the ultrasound treatment in the same experimental conditions.

Future trends in research should focus on the study of the inhibition of these bacteria under different experimental conditions, that is, considering different

ultrasound frequencies, powers, culture medium, exposure times and concentrations of bacteria. A systematic study in this direction would improve the efficiency of ultrasonic treatment techniques that allow select the experimental conditions according to the microorganism that is inhibited.

Acknowledgments

We thank María Perfecta Salgado González and Sofía Baz Rodríguez for their collaboration with the technical measures. We are also thankful for the financial support provided by the projects EM 2012/141, C269 131H 64502, CN 2012/285, and “Agrupación estratégica de Biomedicina (INBIOMED)” by “Xunta de Galicia” and the project FIS 2011-23322 funded by Ministry of Science and Innovation of Spain. All these projects are co-financed with FEDER funds.

References

- [1] Mourelle, L., Meijide, R., Freire, A. y Maraver, F. (2009). Técnicas hidrotermales y estética del bienestar. España, Madrid: Editorial Paraninfo.
- [2] Naddeo, V., Cesaro, A., Mantzavinos, D., Fatta-Kassinos, D. y Belgiorno, V. (2014). Water and wastewater disinfection by ultrasound irradiation. A critical review. *Global Nest Journal*, 16(3), 561-577.
- [3] Chowdhury, S., Alhooshani, K.y Karanfil, T. (2014). Disinfection byproducts in swimming pool: Occurrences, implications and future needs. *Water Research*, 53, 68-109.
- [4] Donofrio, R., Aridi, S., Saha, R., Bechanko, R., Schaefer, K., Bestervelt, L.y Hamil, B. (2013). Laboratory validation of an ozone device for recreational water treatment. *J Water Health*, 11(2), 267-276.
- [5] Hijnen, W. A. M., Beerendonk, E. F. y Medema, G. J. (2006). Inactivation credit of UV radiation for viruses, bacteria and protozoan (oo)cysts in water: A review. *Water Research*, 40, 3-22.
- [6] Nelson, K.Y., McMartin, D. W., Yost, C. K., Runtz, K. J. y Ono, T. (2013). Point-of-use water disinfection using UV light-emitting diodes to reduce bacterial contamination. *Environ Sci Pollut Res*, 20(8), 5441-5448.
- [7] Zwiener, C., Richardson, S. D., De Marini, D. M., Grummt, T., Glauner, T. y Frimmel, F. H. (2007). Drowning in disinfection byproducts? Assessing swimming pool water. *Environmental Science and Technology*, 41(2), 363-372.

- [8] Antoniadis, A., Poullos, I., Nikolakaki, E. y Mantzavinos, D. (2007). Sonochemical disinfection of municipal wastewater. *Journal of Hazardous Materials*, 146, 492-495.
- [9] Lee, J., Ha, K.-T. y Zoha, K.-D. (2009). Characteristics of trihalomethane (THM) production and associated health risk assessment in swimming pool waters treated with different disinfection methods. *Science of the Total Environment*, 407, 1990-1997.
- [10] Kim, K., Shim, J. y Lee, S. (2002). Formation of disinfection by-products in chlorinated swimming pool water. *Chemosphere*, 46, 123-130.
- [11] Furuta, M., Yamaguchi, M., Tsukamoto, T., Yim, B., Stavarache, C. E., Hasiba, K. y Maeda Y. (2004). Inactivation of *Escherichia coli* by ultrasonic irradiation. *Ultrasonics Sonochemistry*, 11, 57-60.
- [12] Hulsmans, A., Joris, K., Lambert, N., Rediers, H., Declerck, P., Delaedt, Y., Ollevier, F. y Liers, S. (2010). Evaluation of process parameters of ultrasonic treatment of bacterial suspensions in a pilot scale water disinfection system. *Ultrasonics Sonochemistry*, 17, 1004-1009.
- [13] Leighton, T. G. (1994). *The Acoustic Bubble*. USA, San Diego: Academic Press Limited.
- [14] Foladori, P., Bruni, L., Andreotola, G. y Ziglio, G. (2007). Effects of sonication on bacteria viability in wastewater treatment plants evaluated by flow cytometry. Fecal indicators, wastewater and activated sludge. *Water Research*, 41, 235-243.
- [15] Gogate, P. R. (2007). Application of cavitation reactors for water disinfection: current status and path forward. *Journal Environmental Management*, 85, 801-815.
- [16] Braissant, O., Wirz, D., Göpfert, B., Daniels, A. U. (2010). Biomedical use of isothermal microcalorimeters. *Sensors*, 10, 9369-9383.
- [17] Lago, N., Legido, J. L., Paz-Andrade, M. I., Arias, I. y Casás, L. M. (2011). Microcalorimetric study of the growth and metabolism of *Pseudomonas aeruginosa*. *J Therm Anal Calorim*, 105, 651-5.
- [18] Braissant, O., Wirz, D., Göpfert, B. y Daniels A. U. (2010). Use of isothermal microcalorimetry to monitor microbial activities. *FEMS Microbiol Lett*, 303, 1-8.
- [19] Calvet, E., Prat, H. (1963). *Recent progress in microcalorimetry*. England, London: Pergamond Press LTD.
- [20] Rivero, N. L., Soto, J. L. L., Santos, I. A. y Casás, L. M. (2013). Differentiation between *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus epidermidis* using microcalorimetry. *Int J Thermophys*, 34, 1039-48.
- [21] Rivero, N. L., Soto, J. L. L., Santos, I. A. y Casás, L. M. (2012). Comparative study of microcalorimetric behavior of *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis* and *Klebsiella pneumoniae*. *Polish Journal Microbiology*, 61(3), 199-204.

DEVELOPMENT, CHARACTERIZATION AND EFFICACY EVALUATION OF DERMOCOSMETIC FORMULATIONS BASED ON A THERMAL WATER OF BEIRA INTERIOR REGION OF PORTUGAL

A. R. T. S. Araujo, F. Nunes, M. P. Ribeiro and P. Coutinho

Health School of Institute Polytechnic of Guarda / Unit for the Inland Development (UDI/IPG), Guarda, Portugal.

Keywords: thermal water, Beira Interior region of Portugal, cosmetic, gel formulations, dermatological use.

Abstract

Portugal is one of the richest European countries in what concerns to thermal waters, and the majority of Portuguese spas are distributed by northern and central regions. The use of such water for therapeutic purposes, also known as mineral-medicinal water, has always been aroused a continuous interest in carrying out the characterization of this type of waters for the treatment of a specific condition.

Many natural mineral waters are known for centuries for their dermatologic properties. Indeed, in the region of Beira Interior of Portugal, there is a spa with thermal water presenting dermatological therapeutic effects, named Termas do Cró, and therefore the incorporation of these thermal water in a cosmetic preparation will be a valuable tool.

In the present work, it is aimed to develop cosmetic formulations based on a portuguese thermal mineral water, namely a gel, where it were carried out characterization and stabilities studies as well as the effects on the skin were evaluated through

noninvasive biometric techniques, to demonstrate the potential of the vehiculation of thermal water in such systems. Furthermore, according to the therapeutic qualities exhibited by this thermal water and the developed dermocosmetic product, it could be also of great interest to use in specific dermatological diseases, like psoriasis and atopic dermatitis.

1 Introduction

Portugal is one of the richest European countries in what concerns to thermal waters [1], and the majority of Portuguese spas are distributed by northern and central regions. The use of such water for therapeutic purposes, also known as mineral-medicinal water, has always been aroused a continuous interest and the categorization of its therapeutic indications regarding their physico-chemical composition constituted an important research topic, specifically in the Beira Interior region of Portugal [2].

Mineral waters are commonly used for the treatment of various dermatologic conditions. The major

dermatologic diseases that are frequently treated by balneotherapy with a high rate of success are psoriasis and atopic dermatitis [3]. Furthermore, the different properties of these mineral waters, such as detergent, anti-inflammatory, keratoplastic, antipruriginous, and anti-oxidant ones can be used together with cosmetics [4]. In this sense, they can be used as an active or "cosmeceutical" (or functional cosmetic) ingredient in dermocosmetic formulations. The resultant cosmeceutic products will be applied with the aim to improve the moisturizing, flexibility and elasticity properties of the skin, but also adding the anti-inflammatory, calmative, desensitizing, healing and anti-oxidant effects [5]. In fact, there is evidence that pure thermal water when used as a vehicle or as an active principle in cosmeceutic formulations have been used in dermatology as an adjunct in skin hydration, in the management of ageing skin, acne, rosacea, and other inflammatory dermatoses; in the recovery from cosmetic procedures such as chemical peels and laser treatment; and to increase quality of life and compliance in patients with chronic disease [6].

Actually, in the region of Beira Interior of Portugal, there is a spa with thermal water presenting dermatological therapeutic effects, named Termas do Cró, and therefore the incorporation of these thermal water in a cosmetic preparation could be a valuable tool. This water is sulphurous, rich in silica and certain cations that play an important role in skin physiology.

2 Aims and methods

In the present work, it was aimed to develop a dermocosmetic formulation in which the major component was the thermal water (more than 90%), a gel, where it were carried out stability studies (namely organoleptic evaluation, pH, viscosity and texture analysis) and its efficacy was evaluated through biometric analysis. For that, a comparative study was conducted with a gel with the same formula, but prepared with purified water as vehicle.

The formulation was a hydrophilic gel, with a gelling agent, and it was added a preservative, a dye and a flavoring (essential oil of lavender). The determinations were made at $\pm 20^\circ\text{C}$ and $\pm 60\%$ of relative humidity. Regarding the stability studies, they included the pH determination, rheologic studies and texture analysis, after 1, 15 and 30 days of storage. The pH was determined using potentiometer Mettler Toledo, the rheologic studies were conducted with a rotational viscometer (Fungilab) and texture analysis with a texturometer (Stable Micro Systems TA.XTPlus), namely the parameters firmness, adhesiveness and spreadability.

Regarding the efficacy studies, it were evaluated the skin pH, degree of hydration, transepidermal water loss (TEWL) and skin relief [7]. The test area was the forearm, being the determinations made before (T0) and at different times until 60 minutes (T30) after the application of a defined quantity of both gel formulations. Skin pH, hydration and TEWL were determined with a Multi

Probe Adapter MPA® equipment (Courage-Khazaka). The skin surface images were obtained with the Visioscan® VC 98 equipment (Courage-Khazaka).

3 Results and discussion

Both developed formulations showed good physical-chemical and mechanical properties over the time of storage at ±20°C, with favorable results for the formulation based on thermal water, especially regarding the low firmness and adhesiveness values. The pH was kept around 5.5 during the time of storage. The rheologic profiles of both formulations were similar, presenting identical values of viscosity at the different predefined interval times, as it can be seen in Figure 1.

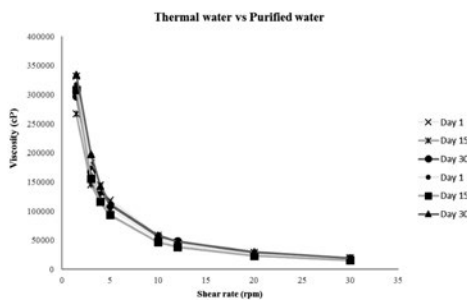


Figure 1: Viscosity determination of the gels based on thermal water and purified water.

Texture analysis are used to determine mechanical characteristics of cosmetic formulations since they must exhibit acceptable characteristics for skin application, such as, suitable firmness and adhesiveness. In fact, the gel with thermal water showed lower firmness and adhesiveness than the respective gel with purified water after 30 days of storage (Figure 2). Therefore, the

thermal water-based gel is more ease for application onto the skin and this formulation exhibits favourable adhesive properties.

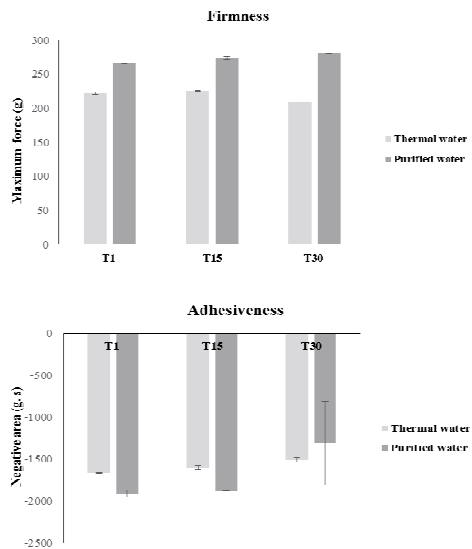


Figure 2: Firmness and adhesiveness evaluation of both gels.

Furthermore, all the tests of cutaneous biometry clearly demonstrated the potential benefits in using cosmetics based on thermal water. In fact, after the gel application, there was a slight increase in the pH of the skin pH for both formulations (Table 1), less pronounced for thermal based one, but preserving the physiologic acid nature of the skin [8].

Table 1: Skin surface pH measurements after gel formulations application.

pH	T0	T 30	T60
Thermal water	5.32±0.06	5.38±0.31	5.31±0.16
Purified water	5.66±0.13	5.78±0.08	5.80±0.04

Values: mean±SD (n=3)

The hydration degree was always higher and kept stable within after 1 hour (Figure 3) and the TEWL (expressed in g.m²/h) experimented a significative decrease, which

appoints for an improvement in the stratum corneum barrier function.

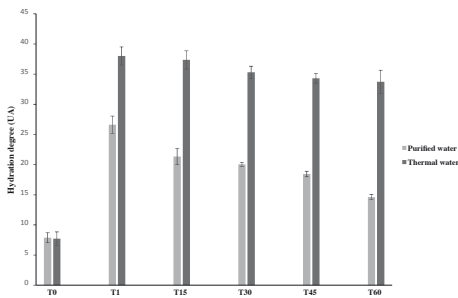


Figure 3: Hydration comparison between both gels.

The skin relief was evaluated by the analysis of the images that shows its structure, the level of dryness and the real topography of its surface. The results demonstrate that better results were obtained for the gel formulation containing thermal water, as it can be shown in Figure 4, taking in account the hydration degree as well as the surface smoothing.

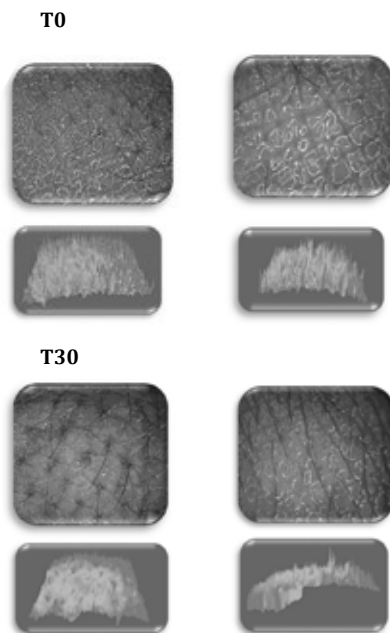


Figure 4: Skin relief evaluation for the formulations containing thermal water (left) and purified water (right) before (T0) and 30 minutes (T30) after application.

4 Conclusions

The incorporation of the Termas do Cró thermal water, which has therapeutic indications for dermatological use approved by the Portuguese National Health Authority, in cosmetic products, namely in a gel formulation, was evaluated for the first time. The results obtained showed good stability over the time of storage, demonstrating adequate physical and chemical characteristics for cosmetic use. Moreover, a significant improvement in the different biometric parameters was verified for the thermal water-based gel in comparison with the purified water one.

In conclusion, this work opens promising perspectives in its utilization at Cosmetic as well as the Dermatology fields. In this sense, the vehiculation of this thermal water in cosmetic products it is envisioned as a potential tool for the treatment of specific dermatological diseases, like psoriasis and atopic dermatitis.

Acknowledgments

The authors would like to acknowledge the financial support provided by the Portuguese Foundation for Science and Technology (FCT) (PEst-OE/EGE/UI4056/2014) and Mais Centro "UDI/Transferência de IDT e Desenvolvimento do Produto" da UDI-IPG (CENTRO-07-CT62-FEDER-005026).

References

- [1] Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos. A água subterrânea. Available in <http://www.aprh.pt>.
- [2] Araujo, A. and Coutinho, P. Thermal therapy in health: categorization of therapeutic indications for natural mineral waters in the region of Beira interior of Portugal. *Balnea - Anales de Hidrología Médica*, 6: 455-456, 2012.
- [3] Matz, H., Orion, E. and Wol, R. Balneotherapy in dermatology. *Dermatologic therapy*, 16(2): 132-140, 2003.
- [4] Ghersetich, I., Brazzini, B., Hercogova, J. and Lotti, T. Mineral waters: instead of cosmetics or better than cosmetics? *Clinics in dermatology*, 19(4): 478-482, 2001.
- [5] Faílde, R. and Mosqueira, L. Afecciones dermatológicas y cosmética dermotermal. In Hernández Torres, A. *et al.*, *Técnicas y Tecnologías en Hidrología Médica e Hidroterapia*, chapter 20, page 189, Madrid 2006. Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias (AETS), Instituto de Salud Carlos III - Ministerio de Sanidad y Consumo.
- [6] Seite, S.. Thermal waters as cosmetics: La Roche-Posay thermal spring water example. *Clinical, cosmetic and investigational dermatology*, 2013. 6: 23-28, 2013.
- [7] Darlenski, R., Sassning, S., Tsankov, N., Fluhr, J. Non-invasive in vivo methods for investigation of the skin barrier physical properties. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 72: 295-303, 2009.
- [8] Lambers, H., Piessens, S., Bloem, A., Pronk, H., Finket, P. Natural skin surface pH is on average below 5, which is beneficial for its resident flora. *International Journal of Cosmetic Science*, 28: 359-370, 2006.

INVENTARIO Y CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS CARBOGASEOSAS ESPAÑOLAS

J. M. Rosino

Agua y Medioambiente Asesoría Industrial, SL (AGMA)

Asociación Termalismo de Andalucía, España.

Palabras clave: aguas carbogaseosas, carbónicas, mineromedicinales.

Introduction

En España existen numerosas aguas con carácter singular que en muchos casos se refleja en el nombre por lo que son conocidas, como: por su sabor (Caño Soso, La saladilla, Salziturri, Fuente amargosa, Fuente Agria, Font Picant, etc.); por su olor (Fuente de La Pólvora, Fuente del Azufre, Fuente del Huevo, Fuente Podrida, etc.); también por el color de sus aguas o los precipitados que se generan (Pozo Azul, Fuente Blanquilla, Fuente Nateras, Fuente Negra), o por atribuírsele propiedades salutíferas, religiosas o exotéricas: Fuensanta, Iturbendikatu, Fuente del Infierno, Fuente Santa, Fuente del Diablo, Fuente de La Ronquera, etc.).

En algunas se observan emanaciones gaseosas que se manifiestan por burbujeos, que en la mayor parte de los casos, corresponden a la descompresión en la emergencia de flujos subterráneos, por lo que las esporádicas burbujas suelen estar constituidas fundamentalmente por nitrógeno.

Excepcionalmente estas burbujas son el resultado de la liberación del dióxido de carbono que se encuentra disuelto en gran concentración en los flujos subterráneos de los que proceden. Cuando la concentración

del CO₂ disuelto en esas aguas supera ampliamente los 250 mg/l, las aguas se denominan carbónicas o carbogaseosas y al emerger tienden a liberar el dióxido de carbono, generando un intenso burbujeo en los manantiales y captaciones, que puede semejar al burbujeo del agua hirviendo, por lo que en muchos lugares se les conoce como "hervideros", o "bullidors" en Cataluña; son aguas que tienen un sabor vivo picante, por lo que también se las conoce como fuentes agrias, sobre todo en Andalucía, o fuentes picantes en Cataluña.

Las aguas carbogaseosas, en bebida, son estimulantes de las mucosas y provocan un aumento de la motilidad y de las secreciones del aparato digestivo, además suelen poseer una acción diurética que es muy favorable en trastornos metabólicos y calculosis úrica (Armijo Valenzuela, M., 2012). Estas aguas naturales o con CO₂ añadido, son muy valoradas como aguas de mesa, de hecho son las más consumidas en Europa, mientras que en España se consumen mayoritariamente las aguas minerales sin gas, pese a lo cual muchas aguas carbogaseosas españolas fueron envasadas como aguas carbónicas de mesa: Aguas de Villarosa (Balneario Cervantes

en Ciudad Real), Agua de Santa Elisa (antiguo Balneario de Peñas Blancas en Córdoba), Agua de Pedret, Agua de Salenys, Agua Imperial, Amer Palatín, Madremanya, etc. en la provincia de Girona, Marmolejo y La Paz en la provincia de Jaén, etc.



Hoy en día la mayor parte de las envasadoras españolas comercializan aguas minerales con carbónico añadido, y muy pocas comercializan aguas carbogaseosas naturales, entre las que destacan Vichy Catalán, Fonter y Magma de Cabreiroá.

Las aguas carbogaseosas son muy apreciadas para uso terapéutico, también en balneación, ya que provocan vasodilatación e hipotensión, siendo utilizadas para el tratamiento de insuficiencias funcionales de origen circulatorio o neurovegetativo y algunas afecciones reumáticas (Armijo Valenzuela, M., 2012).

Durante el siglo XIX y principios del siglo XX, gran parte de los numerosos manantiales carbónicos de la zona de Castilla-La Mancha, denominados hervideros, fueron utilizados para el tratamiento terapéutico en centros balnearios como los de Nuestra Señora del Prado en Villar del Pozo, Hervideros del Emperador en Miguelturra, Fuente Agria en Puertollano, Hervideros de Fuensanta en Pozuelo de Calatrava, Baños de la

Sacristanía en Pozuelo de Calatrava, Balneario de Peñas Blancas en Espiel (Córdoba) o Balneario de Marmolejo (Jaén). Además existieron numerosas casas de baño que aprovechaban para ello las aguas de otros hervideros.

La mayor parte de los manantiales carbónicos se encuentran abandonados, quizás por presentar caudales reducidos que impiden el aprovechamiento balneario que hoy en día se demanda. A este respecto, debe tenerse en cuenta que las actuales técnicas de investigación y captación podrían permitir el incremento de sus caudales, y que con el uso de modernos sistemas y técnicas de bajo consumo en las aplicaciones terapéuticas se podrían satisfacer las necesidades que requieren los balnearios modernos.

Hoy en día existen tan solo cuatro balnearios con aguas carbogaseosas: Balneario Cervantes en Santa Cruz de Mudela (Ciudad Real), Vichy Catalán en Caldes de Malavella (Girona), Mondariz (Pontevedra) y el de Cofrentes (Valencia); también cabe considerar los dos manantiales carbogaseosos: Capilla y El Salado del balneario de Lanjarón en la provincia de Granada. Es de destacar además los grandes esfuerzos para aprovechar las aguas carbogaseosas salinas del manantial de Fuensanta en Fuencaliente de La Palma, donde se proyecta construir un moderno balneario que sin duda proporcionará un notable impulso socioeconómico al municipio.

Algunas aguas carbogaseosas de Girona han sido utilizadas desde el siglo pasado para el aprovechamiento del anhídrido carbónico, que se recogía mediante gaseoductos y se

envasaba en botellas metálicas, como por ejemplo las de los manantiales de Campdurà, Can Miralles y de Font de la Pólvara.

2 Origen de las aguas carbogaseosas

El dióxido de carbono de las aguas puede tener origen orgánico o inorgánico; el origen orgánico del CO₂ es debido a una degradación térmica de la materia orgánica o a la reducción biogénica o termoquímica de carbonatos; su origen inorgánico está relacionado: bien al metamorfismo de contacto de carbonatos, bien a reacciones entre arcillas y carbonatos a temperaturas superiores a los 100°C, o bien al desprendimiento de volátiles durante el enfriamiento de un magma en las etapas tardías de la actividad magmática.

El CO₂ inorgánico puede tener procedencia mantélica o cortical, cuya diferencia puede realizarse en base a la relación isotópica del Helio (3He/4He), debido a que los gases mantélicos suelen estar enriquecidos en 3He, respecto al 4He.

Las emanaciones carbónicas relacionadas con la etapas tardías de la actividad magmática son las más frecuentes y abundantes en todo el mundo; algunas son secas y no dan lugar a manantiales, entre ellas destacan la denominada "Gruta del Perro" cerca de Nápoles, las de la región volcánica del Eifel (Alemania), las del Valle de la Muerte en la isla de Java, o la sima de Granátula de Calatrava en Ciudad Real.

Ya en el siglo XVI existe documentación relativa a esta última sima del Campo de Calatrava:

"...en la dehesa vieja de esta villa... a vista deste pueblo está un cerro que llaman el cerro la sima, donde por entre unas peñas guifeñas salen unas flamas calientes a manera de como cuando se ha quemado una calera que ya no sale humo ni llamas, sino que está mostrando el fuego que hay dentro, el cual calor sale por entre las dichas peñas, oliendo alcrivite de cuando en cuando, como quien lo tira con cohetes y al tiempo que sale aquella flama y calor, en el sentido del hombre le priva de entendimiento y esto tiene tanta fuerza que si en el barranco por donde sale meten dentro un perro luego da aullidos y estornudos y se cae temblando muerto y cualquier animal y aves que se llegan luego las mata. El tiempo de agosto es más recio y cuando llueve mientras no se gasta el agua esta hirviendo como caldera al fuego que se oye a más de veinte pasos...no se sabe decir que sea." (González, 1997).

El dióxido de carbono liberado por estos procesos, circula y asciende a través de las fisuras y fracturas abiertas existentes en las rocas suprayacentes, disolviéndose y concentrándose en el agua que por infiltración satura dichas fisuras dando lugar a pequeños acuíferos carbogaseosos en los que predominan los flujos de componente vertical, cuya emergencia genera buena parte de los manantiales carbónicos existentes.

Cuando los flujos alcanzan rocas permeables, las aguas carbónicas se propagan también por ellas con una componente horizontal marcada, dando lugar a acuíferos carbogaseo-

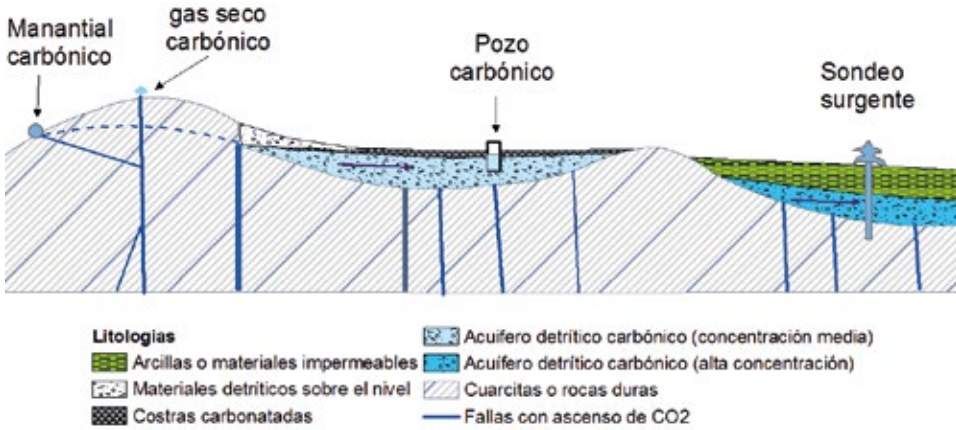


Figura 1: Esquema hidrogeológico del C. de Calatrava.

sos; en ellos, la descompresión de las aguas carbónicas genera la precipitación de carbonatos y la formación de costras carbonatadas que tapizan y aíslan superiormente estos acuíferos manteniendo en muchos casos su confinamiento o semiconfinamiento y permitiendo que se mantenga en ellos una cierta concentración en CO₂.

La emergencia de estos flujos: bien por topografía o bien por fracturas, da lugar a muchos de los hervideros y fuentes agrias o picantes.

En muchos casos estos acuíferos carbogaseosos están aislados de la superficie por materiales impermeables arcillosos que condicionan que se produzca una concentración adicional en CO₂ bajo el sello impermeable que los confina; estas circunstancias han permitido la existencia de acuíferos artesianos, con altas presiones, como el Sprudel de Nauteim donde la presión de los gases permite que las aguas alcancen los 12-15 metros de altura, o fenómenos temporales como el que dio lugar al

denominado Chorro de Granátula de Calatrava, sondeo surgente carbogaseoso que se mantuvo durante 176 días, alcanzando una altura de hasta 60 metros. En otros lugares del Campo de Calatrava, también se han producido sucesos similares, como el de Bolaños de Calatrava.



Figura 2: Chorro de Granátula de Calatrava

3 Inventario

El inventario se ha basado en una recopilación bibliográfica, y reconocimiento de campo en el caso de Castilla-La Mancha y Andalucía; considerando exclusivamente puntos de aguas carbogaseosas con emanación de carbónico libre evidente, por lo que se han excluido algunas manifestaciones con bajo contenido en anhídrido carbónico aunque hayan

sido consideradas como pertenecientes a áreas con anomalías positivas, con emanaciones difusas de CO₂, como las áreas de Alicún de las Torres (Granada), Alhama de Aragón-Jaraba (Zaragoza) o Alto Guadalentín (Almería).

Se han inventariado un total de 123 puntos de aguas carbogaseosas que se localizan en zonas muy concretas, como se puede ver en la figura 3:

- Zona de Ciudad Real: 54 puntos diseminados que se concentran mayormente en el Campo de Calatrava.
- Zona septentrional de Andalucía: 25 puntos, concentrados en dos sectores separados Villaharta-Espiel en la provincia de Córdoba y Marmolejo en la provincia de Jaén.
- Zona de Girona: 25 puntos, dispersos en una pequeña región situada en la Comarca de La Selva y el Macizo de Gavarrés.
- Zona de las Alpujarras en Granada: 10 puntos dispersos en esta área montañosa suroccidental de la Península Ibérica.
- Zona de Galicia: 4 puntos, concentradas en dos sectores uno en Verín (Ourense) y otro en Mondariz (Pontevedra).

Además se incluyen dos sondeos con aguas salinas carbónicas, uno en Mazarrón (Murcia) y otro en Cuevas de Almanzora (Almería), también el manantial carbogaseoso del Balneario de Cofrentes (Valencia) y el manantial salino carbogaseoso de Fuensanta en Fuencaliente de la Palma (Tenerife).

Tabla 1: Localización de los puntos inventariados.

Provincia	Puntos	%
Almería	2	1,6
Ciudad Real	54	43,9
Córdoba	11	8,9
Girona	25	20,3
Granada	9	7,3
Jaén	14	11,4
Murcia	2	1,6
Orense	1	0,8
Pontevedra	3	2,4
Tenerife	1	0,8
Valencia	1	0,8
Total	123	100

Como se puede observar en la figura 3, las aguas carbogaseosas españolas parecen estar relacionadas con el Sistema de Rift neógeno de la zona occidental europea y su vulcanismo asociado; unas se ubicarían en la zona de Rift propiamente dicha, en el arco mediterráneo desde las Alpujarras granadinas, pasando por Almería y Murcia, por Cofrentes en Valencia, hasta las de la Comarca de la Selva en Girona. El Rift se prolongaría hacia el norte de Europa pasando por la Auvernia y estaría relacionado con las principales manifestaciones carbónicas y termales centroeuropeas.



Figura 3: Relación con el Sistema de Rift neógeno (tomado de Pérez del Villar, L., 2010)

Las aguas carbónicas de la provincia de Ciudad Real se localizan en el entorno de grandes fallas perpendiculares al Rift, a las que parece encontrarse asociado el vulcanismo del Campo de Calatrava.

Tan solo las los manantiales carbogaseosos gallegos y quizás los de las Alpujarras granadinas y zona septentrional de Andalucía, no estarían en principio asociados directamente al Rift, aunque algunas podrían asociarse a sistemas de fracturas relacionadas.

La mayor parte de las manifestaciones carbogaseosas también parecen estar relacionadas con zonas con cierta actividad sísmica, a excepción del manantial de Cofrentes, los manantiales Villaharta y Espiel y las manifestaciones carbogaseosas de Ciudad Real, tal y como se puede observar en la figura 4.

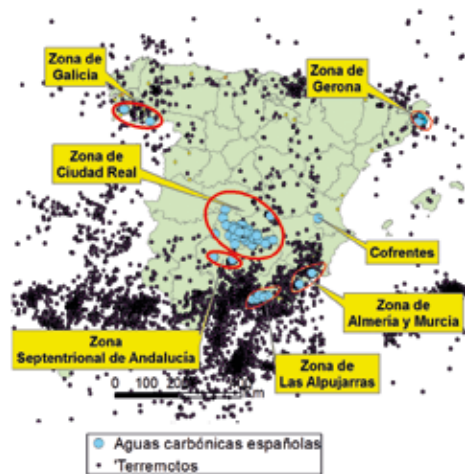


Figura 4: Relación con epicentros de terremotos con profundidad > 5 km, e intensidad y magnitud >3.

4 Características y composición

La descripción composicional de las aguas carbogaseosas españolas, se ha basado en los análisis físico-

químicos recopilados en diversos artículos, así como los disponibles en la base de datos de AGMA, procedentes de investigaciones puntuales realizadas por el autor de esta comunicación en el Campo de Calatrava y Andalucía.

En conjunto se dispone de analíticas del 42 de las manifestaciones carbogaseosas, que supone el 43% de la totalidad de los puntos inventariados, que corresponden a: 15 hervideros de Ciudad Real, 7 manantiales de la zona de Gerona, 5 manantiales de las Alpujarras, 5 manifestaciones de Marmolejo, 2 manantiales de Espiel, los tres manantiales de Mondariz, la captación carbogaseosa de Cabreiroá en Verín, el Hervidero de Cofrentes, el sondeo El Saladillo de Mazarrón, el sondeo los Guiraos en Cuevas de Almanzora y el manantial de la Fuensanta en Tenerife.

A pesar de de disponer de un número limitado de análisis, que éstos tienen diferentes procedencias y que fueron realizados en fechas diferentes, pueden servir para dar una visión general sobre las características de las aguas carbogaseosas españolas.

Debe tenerse en cuenta que la pérdida de CO₂ y la oxigenación atmosférica de las aguas carbónicas cuando llegan a la superficie, provoca alteraciones en sus condiciones de equilibrio físico-químico, con variaciones de pH, formación de precipitados en los puntos de emergencia, principalmente óxidos de hierro y manganeso, y una alteración consecuente de su composición original, que no suele afectar significativamente a la mineralización total.

A los inconvenientes menciona-

dos debe añadirse otra incertidumbre en los resultados, ya que como se ha indicado anteriormente, los procesos de desgasificación pueden provocar alteraciones físico-químicas en la composición analítica de las aguas, y se desconocen las condiciones de muestreo, transporte y almacenamiento de las muestras, y por tanto la representatividad de los resultados analíticos disponibles.

En los 42 análisis disponibles están representadas las aguas carbogaseosas de las distintas zonas, tal y como se refleja en su distribución provincial (tabla 2).

Tabla 2: Aguas carbónicas con análisis físico-químico.

Provincia	Puntos	%
Almería	1	2,4
Ciudad Real	15	35,7
Córdoba	2	4,8
Girona	7	16,7
Granada	5	11,9
Jaén	5	11,9
Murcia	1	2,4
Orense	1	2,4
Pontevedra	3	7,1
Tenerife	1	2,4
Valencia	1	2,4
Total	42	100

A partir de los datos analíticos disponibles pueden realizarse, como aproximación, las siguientes apreciaciones:

Las manifestaciones de aguas carbónicas analizadas surgen con temperaturas superiores a la media medioambiental de la zona; la temperatura de surgencia de la gran mayoría de las aguas es moderada, estando comprendida entre los 17 y 20 °C; las aguas de algunos manantiales presentan temperaturas ligeramente superiores, entre 21 y 23 °C, como las de Marmolejo, el manantial

de la Capuchina del balneario de Lanjarón y el Hervidero de Villar del Pozo; existiendo aguas de con temperaturas muy elevadas en algunos manantiales de la zona de Gerona, como las de los balnearios de Vichy Catalán (56 °C) y Prats (51,8 °C) en Caldes de Malavella, las de los sondeos El Saladillo de Mazarrón (51 °C) y Los Guiraos en Cuevas de Almanzora (35 °C), y las del manantial de la Fuensanta en Fuencaliente de La Palma (39 °C).

El 67,5% de las aguas carbogaseosas surgen a temperaturas inferiores a 20 °C: el 22 % presentan temperaturas entre 20 y 25 °C. El 10% de las aguas son claramente termales, el 7,5 % con temperaturas elevadas entre 50 y 56 °C y el 3,5 % con temperaturas moderadas entre 35 y 40 °C (figura 5).

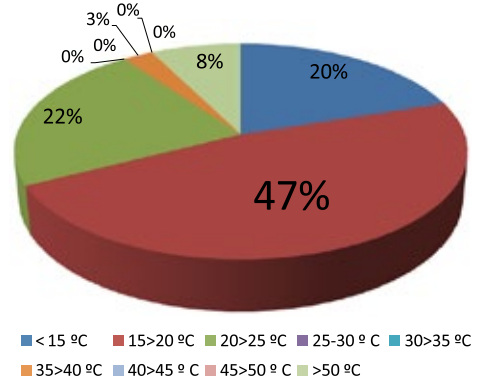


Figura 5: Distribución por temperatura de emergencia

La mayor parte de las aguas son aguas mineralizadas, con conductividades comprendidas entre 1.000 y 3.000 µS/cm, no obstante existen aguas con una mineralización muy elevada como las de Fuentillejo (6.500 µS/cm) y Hervideros del Emperador (6.718 µS/cm) en la zona de Ciudad Real, llegando a 7.000 µS/cm en

Hervideros de Cofrentes, 10.365 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el sondeo El Saladillo de Mazarrón, o incluso los 28.220 $\mu\text{S}/\text{cm}$ del manantial La Capuchina del Balneario de Lanjarón; alcanzando su valor máximo en el manantial de la Fuensanta, en Fuencaliente de La Palma, con una conductividad de 37.200 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

No obstante existen también aguas de baja mineralización como las de la Fuente Gaseosa de Ferreirola o Fuente Agria de Pórtugos, en las Alpujarras, con conductividades de 222 y 316 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente; o las de Font de la Mina en Caldes de Malavella con una conductividad de 493 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

El 38 % de los puntos presentan conductividades comprendidas entre 3.000 y 4.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el 29% entre 1.000 y 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$; únicamente un 12 % de los puntos inventariados presenta una conductividad inferior a 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (figura 6).

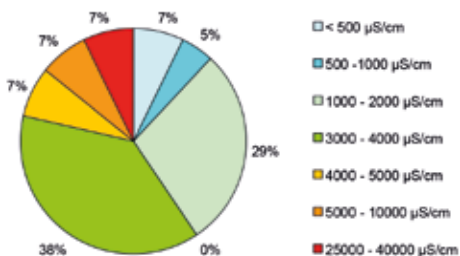


Figura 6: Distribución por conductividad del agua

Respecto a la composición de las aguas carbogaseosas, predominan las aguas bicarbonatadas y las bicarbonatadas sulfatadas, y en menor medida las sulfatadas bicarbonatadas y las bicarbonatadas cloruradas, siendo raras las aguas cloruradas, como las del manantial de Fuensanta en Fuencaliente de La Palma y las del manantial Capuchina en Lanjarón,

o las cloruradas bicarbonatadas del manantial Capilla, situado también en la localidad alpujarreña de Lanjarón. También son muy singulares las aguas sulfatadas cloruradas del sondeo el Saladillo de Mazarrón (Figura 7).

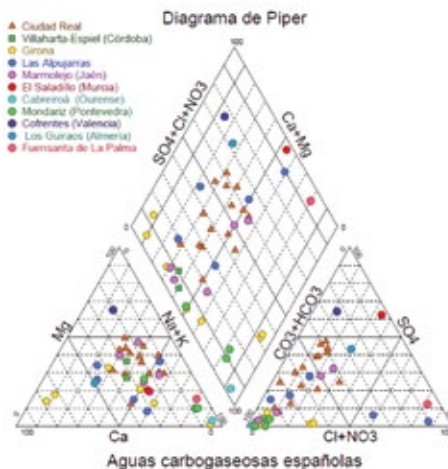


Figura 7: Diagrama de Piper

Las aguas carbogaseosas de las zonas de Girona, Espiel, Marmolejo, Galicia y la mayor parte de las de las zonas de Ciudad Real y La Alpujarra son básicamente bicarbonatadas, o bicarbonatadas sulfatadas en Girona, o bicarbonatadas sulfatadas en Ciudad Real.

Como se ha indicado con anterioridad solo existen dos aguas cloruradas: la del Salado en Lanjarón y la de Fuensanta en Fuencaliente de La Palma.

Desde el punto de vista catiónico, la mayor parte de las aguas son mixtas sódico-magnésicas con un apreciable contenido en calcio, a excepción de los manantiales de Mondariz cuyas aguas son estrictamente sódicas, al igual que las de los dos manantiales de Caldes de Malavella y el de Fuencaliente de La Palma (Figura 8).

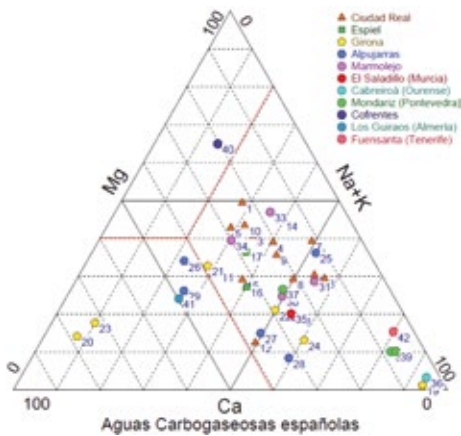


Figura 8: Diagrama triangular de cationes mayoritarios.

ciones carbónicas que claramente se encuentran alineadas según un eje de orientación NO-SE (figura 9).



Figura 9: Aguas carbogaseosas de la zona de Girona.

Existen algunas aguas cálcicas como las de Font del Ferro en Girona y Font del Penedés en Santa Cristina d'Aro, o cálcico-magnésicas con apreciable contenido en sodio como Fuente Gaseosa de Ferreiola y Fuente Agria de Pórtugos en las Alpujarras.

Las menos abundantes son las magnésicas, bien magnésico-sódicas como muchas de Castilla-La Mancha, o las de los sondeos 102 y 103 de Marmolejo; destacan por su singularidad composicional las de Hervideros de Cofrentes que son magnésicas y cálcicas.

Se puede observar como predominan las facies sódicas y mixtas (sódico magnésicas y sódico cálcicas), respecto a las cálcicas o mixtas cálcico magnésicas y cálcico sódicas, con apenas representación de facies magnésicas, a excepción de las aguas del manantial de Cofrentes.

Las principales zonas donde se concentran las aguas carbogaseosas son las siguientes:

Zona de Girona. Esta zona corresponde a la región centro oriental de la provincia de Girona, donde se han localizado un total de 24 manifesta-

La composición de las aguas carbogaseosas de esta zona se muestra en la figura 10.

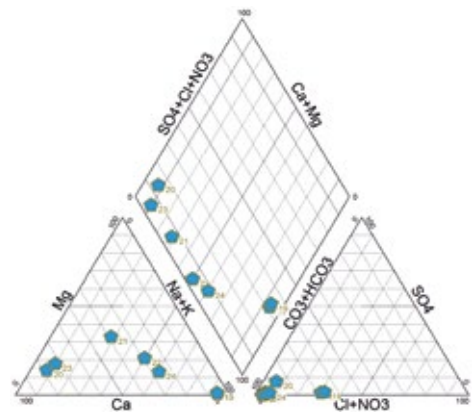


Figura 10: Aguas carbogaseosas de la zona de Girona.

Zona de Ciudad Real-Córdoba-Jaén. Esta zona comprende los 55 manantiales carbónicos de la provincia de Ciudad Real que se distribuyen a lo largo de una clara alineación ONO-ESE que atraviesa su zona central; incluye además 11 manantiales carbogaseosos inventariados en Espiel (Córdoba) que se distribuyen en una alineación de similar orientación, y 14 manifestaciones carbogaseosas de Marmolejo en Jaén (figura 11).

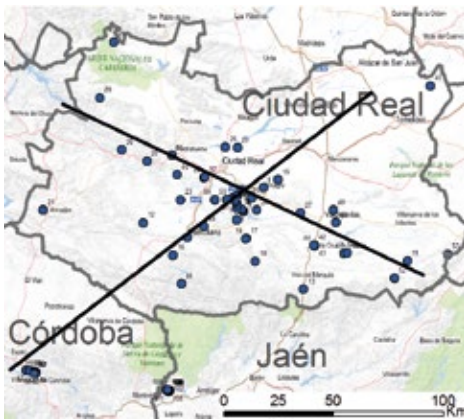


Figura 11: Aguas carbogaseosas de la zona de Ciudad Real

La composición de las aguas carbogaseosas de esta zona se muestra en la figura 12.

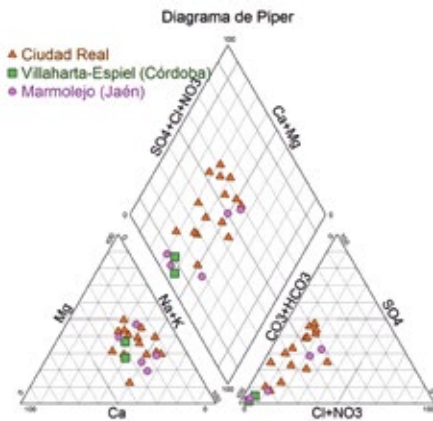


Figura 12: Aguas carbogaseosas de la zona de Ciudad Real-Córdoba-Jaén.

Zona de Las Alpujarras. En Sierra Nevada se localizan 10 manantiales carbogaseosos en su mayor parte distribuidos a lo largo de un eje de dirección OSO-ENE. Se da la circunstancia que este eje de distribución parece converger con el eje de distribución de los manantiales de Ciudad Real en la zona de Mazarrón donde se localizan los dos sondeos carbogaseosos existentes (figura 13).

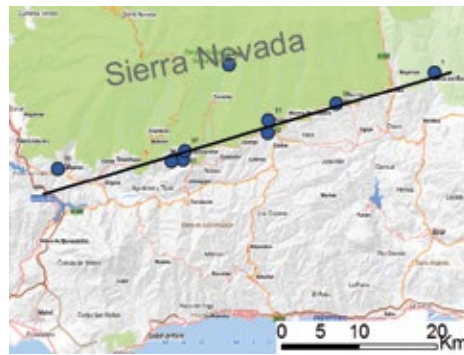


Figura 13: Aguas carbogaseosas de la zona de Las Alpujarras

La composición de las aguas carbogaseosas de esta zona se muestra en la figura 14.

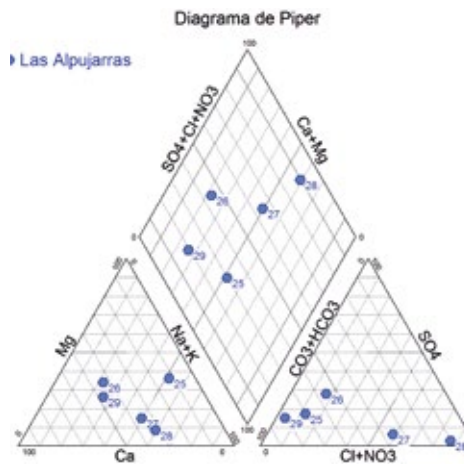


Figura 14: Aguas carbogaseosas de la zona de Las Alpujarras.

4 Conclusiones

Las aguas carbogaseosas son aguas muy singulares que surgen en puntos muy concretos de nuestro país, con mayor abundancia en la zona más oriental y en el Campo de Calatrava, relacionadas con el Rift neógeno de la zona occidental europea y su vulcanismo asociado.

Estas aguas, incluso dentro de cada zona, presentan una gran variabilidad en cuanto a mineraliza-

ción, composición y temperatura de surgencia, predominando las aguas mineralizadas con conductividades entre 3.000 y 4.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con temperaturas de surgencia inferiores a 20°C, composición aniónica bicarbonatada y catiónica mixta cálcico, sódico magnésica. En Girona predominan las bicarbonatadas cálcicas y sódicas, en el Campo de Calatrava, Jaén y Córdoba, las bicarbonatadas y bicarbonatadas sulfatadas sódicas y magnésicas; y en Las Alpujarras las cloruradas y bicarbonatadas sódicas y sódico cálcicas.

5 Referencias

- [1] Armijo, M., San Martín, J. (1994). Curas Balnearias y Climatológicas. Talasoterapia y Helioterapia. Madrid: Editorial Complutense, 1994.
- [2] Besançon, F (1984). Hygiene des piscines Thermales. *Press Therm Climat*, 121 (2), 99-103.
- [3] Food and Drug Administration (1997). Substances Generally Recognized As Safe; Proposed Rule. *Federal Register* 62 (74), 18937- 8964.
- [4] Geomecánica y Aguas S.A (1995). *Las aguas minerales de Galicia*. Santiago de Compostela: Xunta de Galicia.
- [5] Goma i Huguet, A. (2001). *Uso de Ozono en las piscinas de la UAB*. Barcelona: Servicio de actividad física de la Universidad Autónoma de Barcelona.
- [6] Oliver-Rodés, B. (2004). Control de calidad de las aguas minero-medicinales. En Mata Perello, J.M. (Editor). *Libro de actas del III Simposio Ibérico sobre Geología, Termalismo y Sociedad* (111-120). Maresme, Catalunya: Ayuntamiento de Arenys de Mar.
- [7] Reiff, F. y Witt, V. M. (1992). *Guidelines for the Selection and Application of Disinfection Technologies for Small Towns and Rural Communities in Latin America and the Caribbean*. Washington, D.C.: PAHO Technical Series.
- [8] Romero Martín, M. (1987). Microorganismos de las aguas y en particular de las mineromedicinales“. *Boletín de la Sociedad Española de Hidrología Médica*, 3, 121-125.
- [9] San Jose Rodriguez, J.C. (1987). La depuración de las piscinas termales. I Coloquio Hispano-Portugues de Termalismo. Verin-Chaves.
- [10] San Martín Bacaicoa, J. (1992). Piscinas de tratamiento: Higiene y control. *En San Martín Bacaicoa (Editor) Jornadas de Aguas Minerales y Mineromedicinales en España* (pp. 11-18). Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España.

COSMÉTICA DERMOTERMAL: VALOR AÑADIDO PARA LOS CENTROS TERMALES

M. L. Mourelle, C. P. Gómez, J. L. Legido

Departamento de Física Aplicada, Facultad de Ciencias, Universidad de Vigo, Vigo, España.

Palabras clave: dermocosmético, cosmeceútico, dermatermal, agua minero-medicinal.

Resumen

Los cosméticos dermatermas son los productos que se elaboran con las aguas minero-medicinales de los centros termales, cuyo uso principal es la hidratación cutánea y el cuidado de alteraciones de la piel como piel seca y xerosis, acné, dermatitis, etc. Sus beneficios están relacionados con los minerales disueltos y oligoelementos presentes en estas aguas, siendo en España muy variadas y ricas en elementos químicos que pueden tener una influencia en la mejora del bienestar cutáneo.

Dada la riqueza de aguas minero-medicinales de nuestro país, la elaboración y comercialización de productos derivados puede ser un valor añadido para el centro termal, complementando así los tratamientos terapéuticos y de bienestar.

1 Introducción

La piel es el órgano más grande del cuerpo y actúa como barrera de protección frente a agentes físicos, químicos o microbiológicos. Pero la piel no es únicamente una cubierta protectora, sino que posee importantes funciones defensivas, termorre-

guladoras, metabólicas, excretoras y sensoriales. Una de las principales funciones defensivas de la piel es mantener la homeostasis mediante la prevención de la pérdida de agua transepidermica (Transepidermal water loss, TEWL), iones y proteínas séricas desde el organismo hacia el medioambiente que la rodea (Darlenski [1]). La epidermis, la capa más externa, es la primera barrera, pero no es absolutamente impermeable a las sustancias que se aplican sobre la superficie cutánea. En esta barrera cutánea de la epidermis se destaca la capa más externa, la capa córnea, que es la que ejerce las principales funciones protectoras. Está constituida por células (queratinocitos) unidas mediante bicapas lipídicas de las que depende la mayor o menor penetración. La integridad de esta capa es fundamental para mantener el equilibrio hídrico, y alteraciones cutáneas como la piel muy seca, la xerosis o ciertas patologías como algunas dermatitis están relacionadas con la alteración de la misma.

Por otra parte, también se ha demostrado que el paso de agua al exterior depende de la integridad del estrato córneo de la epidermis,

de ahí la importancia de una buena salud cutánea, pero también de la protección adecuada y reparación de la barrera cuando, por distintas circunstancias, se daña.

Los cosméticos son productos destinados a la mejora de la estructura, morfología y apariencia del órgano cutáneo con la ayuda de excipientes e ingredientes activos adaptados a los distintos tipos de piel (normal, grasa, mixta, etc.). Cuando la piel es sensible o presenta alteraciones tales como eritema, xerosis, descamación, etc., asociada frecuentemente a sensaciones de picor, rubor o tirantez, los cosméticos convencionales no son suficientes y se hace necesario el empleo de formulaciones específicas adaptadas a sus necesidades, exentas de sustancias que puedan producir reacciones adversas. Para conseguir el equilibrio y la hidratación de la piel, y lograr el bienestar cutáneo, se recurre frecuentemente a las aguas minerales naturales o minero-medicinales en spray (denominadas genéricamente aguas termales) aplicadas mediante pulverización. Pero, además, se pueden formular otros productos cosméticos a partir de las aguas termales.

Se usa la denominación cosmética termal para los productos elaborados a partir de aguas minero-medicinales, que se aplican sobre la piel con el fin de mejorar sus propiedades de hidratación, flexibilidad y elasticidad, pero también buscando el efecto antiflogístico, calmante, desensibilizante, cicatrizante y antioxidante (antirradicales libres). Dado que esta definición excede la establecida en el Real Decreto 1599/1997 sobre productos cosméticos, así como las Directivas

Europeas al respecto, se ha propuesto la denominación "Cosmética Dermatológica Termal" (Meijide & Mourelle [2]).

Otro tipo de denominación que se ha introducido recientemente en la cosmética es la de "cosmecéticos"; aunque el término no tiene aún reconocimiento oficial, puede definirse como "Cosmetic products with biologically active ingredients purporting to have medical or drug-like benefits".

El término fue acuñado por Raymond Reed (miembro fundador de la Sociedad Americana de Químicos Cosméticos) en 1961, aunque fue Albert Kligman quien lo popularizó a finales de los años 70 (Newburger) [3]. Actualmente, se busca demostrar la eficacia y seguridad de estos productos para que sean reconocidos por las autoridades sanitarias.

¿Podrían los cosméticos dermatológicos termales ser considerados cosmecéticos? Existen ya algunos tímidos intentos, aunque para que se consolide esta denominación serían necesarios amplios estudios que avalen su eficacia en determinadas alteraciones cutáneas, y también investigar y determinar a cuáles de sus componentes se pueden atribuir estas propiedades.

2 Aguas minero-medicinales, minerales y termales

España es un país rico en aguas minerales y termales. Para su estudio, el Instituto Geológico y Minero Español ha realizado numerosas investigaciones que reflejan que hay gran variedad de aguas minerales, con hasta 78 grupos distintos que se

ha agrupado, en función del anión y el catión predominantes, en bicarbonatada cálcica, bicarbonatada sódica, clorurada sódica, bicarbonatada magnésica y sulfatada cálcica (López Geta [4]).

En cuanto a la termalidad, también existe una gran variabilidad, siendo dignos de mención los ejemplos de Caldes de Boí, en donde se pueden encontrar, en una escasa superficie de 24 hectáreas, 37 manantiales de diversa mineralización y temperatura entre 10 °C y más de 50 °C, y del área de la provincia de Ourense, en el cauce del riño Miño y sus afluentes, con aguas de temperaturas entre 60-64 °C, llegando a 77 °C en Lobios (Corral Lledó [5]).

Para su uso en tratamientos cre-noterápicos, las aguas minero-medicinales (aguas MM) se clasifican por su mineralización global, utilizando el residuo seco a 110 °C (tabla 1). Cuando esa mineralización global es mayor de 1 g/L, la clasificación se realiza según el contenido aniónico y catiónico predominante (tabla 2) en bicarbonatadas, cloruradas, sulfatadas, sódicas, cálcicas o magnésicas cuando el ion supere el 20% del contenido aniónico o catiónico expresado en equivalentes (Maraver [6]).

Tabla 1: Clasificación de las aguas MM por la mineralización global (Residuo seco a 110 °C)

Tipo agua MM	Residuo seco
Oligometálicas	inferior a 100 mg/L
De Mineralización muy débil	entre 100 y 250 mg/L
De Mineralización débil	entre 250 y 500 mg/L
De Mineralización mediae	entre 500 y 1000 mg/L
De Mineralización fuerte	superior a 1000 mg/L

Cuando la mineralización no supere el gramo por litro de residuo, se indicarán los iones predominantes. Y si además existen elementos mineralizantes especiales, con bene-

ficios para el organismo, se clasificarán, si superan una determinada concentración, en sulfuradas, carbogaseosas, ferruginosas y radiactivas (tabla 2).

Tabla 2: Clasificación de las aguas MM según su composición química

Tipo agua MM	
Más de 1 g/L	
Cloruradas	Sódicas Cálcicas Sulfuradas
Sulfatadas	Sódicas Magnésicas Cálcicas Mixtas
Bicarbonatadas	Sódicas Cálcicas Mixtas
Con elementos mineralizantes especiales	
Sulfuradas (más de 1 mg de S tit. /L)	Sódicas Cálcicas Cloruradas
Carbogaseosas (más de 250 mg/L de CO ₂ libre)	
Ferruginosas (más de 5 mg/L de hierro total)	
Radiactivas (más de 67,3 Bq/L de radón)	

Existen otras clasificaciones de las aguas minero-medicinales, pero a la hora de la elaboración de cosméticos termales a partir de las mismas, éstas dos son las que mayor interés tienen, puesto que tanto la mineralización global, como los aniones y cationes que intervienen en su composición, serán determinantes en los resultados.

3 Composición de las aguas minero-medicinales y su interés en la cosmética dermatotal

Las aguas minero-medicinales y termales, por su riqueza en minerales disueltos y oligoelementos, son la materia prima perfecta para la elaboración de este tipo de productos, no sólo por su origen natural, sino porque muchos de esos elementos

mineralizantes han demostrado su eficacia en los cuidados de la piel en numerosos estudios.

Desde el punto de vista físico-químico, las aguas minero-medicinales se pueden definir como una fase heterogénea formada por una suspensión de sustancias orgánicas e inorgánicas cuyo disolvente es el agua. Es en la molécula de agua, en su estructura y especiales características físico-químicas, así como en las sustancias que porta en disolución o en suspensión donde radica su importante función en las actividades vitales y propiedades terapéuticas. Su uso como excipiente y/o activo en cosmética estará pues vinculado a sus características físico-químicas y se tendrá asimismo en cuenta el posible componente orgánico presente.

Como se ha indicado, las aguas minero-medicinales son muy variadas e incluso las de composición química similar presentan características diferenciales debidas a sus elementos mineralizantes especiales y a los microminerales y oligoelementos presentes. Una vez estudiados estos componentes, podemos decir que cualquier agua minero-medicinal es susceptible de ser utilizada para la elaboración de cosméticos termales únicos (y propios de cada balneario), ya sean fangos termales o cosméticos de uso diario para el cuidado de la piel (emulsiones, cosméticos limpiadores, etc.)

3.1 La hidratación cutánea

La piel puede contener hasta un 60% de su peso en agua, aunque este porcentaje es mucho menor en las capas más externas de la epidermis.

La cantidad de agua en la epidermis varía dependiendo de su espesor y lo largo de sus capas. En la superficie, el estrato córneo pierde agua hacia el medio ambiente de manera constante, mientras que en las capas más profundas, el estrato basal se renueva continuamente desde la parte viva de la epidermis. En el estrato córneo existe un gradiente de agua que decrece a medida que nos acercamos a la parte externa del cuerpo.

Mantener el correcto estado de hidratación tiene un elevado impacto en las propiedades mecánicas y ópticas de la piel, contribuye a mantener la función barrera y juega un importante papel en la regulación y la activación de las enzimas que ejercen el control del proceso de desecación. Las desviaciones de este proceso afectan fundamentalmente a la función barrera y, en personas sanas, la manifestación más habitual es la piel seca (Egawa [7]).

La medida de la pérdida de agua transepidérmica (Transepidermal water loss, TEWL), entendida como el agua que en forma de vapor difunde a través de la epidermis, se utiliza para estudiar la hidratación cutánea, ya que la TEWL es un reflejo de la función barrera (siempre y cuando no haya sudoración). Además, en la función barrera intervienen diferentes proteínas (siendo la queratina la más abundante) y lípidos.

La capa de lípidos que cementa el estrato córneo forma una membrana coherente; estos lípidos están constituidos por tres componentes fundamentales: ácidos grasos y sus triglicéridos, esteroides y ésteres de los esteroides y glicofosfolípidos. Durante las últimas décadas se ha demos-

trado que la barrera más efectiva para la pérdida de agua desde el estrato córneo, así como la penetración de sustancias externas que se depositan en la superficie cutánea, es este complejo de lípidos y proteínas en el estrato córneo (Bernstein [8]). Actualmente se destaca la importancia del papel del factor de hidratación natural (normalmente denominado NMF por su acrónimo en inglés Natural Moisturizing Factor), de manera que las células del estrato córneo forman una estructura como esponjas de queratina, conteniendo el factor natural de hidratación, y ordenadas de forma lamelar (en capas) compactadas con ayuda de los lípidos (Rawlings [9]).

El modo de acción de los productos hidratantes sería mantener la hidratación de la capa córnea, aunque se ha demostrado que no sólo previenen y tratan la piel seca, sino que protegen la piel sensible y mejoran el tono y la textura.

Por otra parte, se ha evidenciado la relación entre ciertas alteraciones cutáneas (dermatitis atópica, piel irritable, ictiosis, etc.) con una barrera cutánea débil, por lo que los tratamientos dermatológicos tópicos buscan repararla; para ello se utilizan diferentes tipos de formulaciones, entre ellas las aguas termales en spray y cosméticos derivados de las mismas ricos en lípidos protectores.

3.2 Las aguas minero-medicinales en Dermatología

El uso de las aguas minero-medicinales en Dermatología es antiguo, pero en la actualidad se conocen un poco mejor sus mecanismos de

acción. Las alteraciones cutáneas que se tratan más frecuentemente en los balnearios, y con las que se obtiene un elevado porcentaje de éxito, son el eccema y la psoriasis, aunque también se usan en el tratamiento, en menor medida, de otras, como la ictiosis, el liquen plano, quemaduras y en cicatrización de heridas.

En general, el agua se usa en dermatología para hidratar, limpiar y refrescar la piel, así como para vehicular principios activos. La terapéutica termal dermatológica se asienta en la aplicación de técnicas hidroterápicas como balneación, chorros y duchas, pulverizaciones, compresas y también aplicaciones locales de fangos o barros.

Los efectos terapéuticos de la aplicación tópica de las aguas minero-medicinales son debidos a la interacción entre los componentes del agua mineral y la estructura de la superficie cutánea. Estos efectos serían derivados de diferentes mecanismos: reflejos, metabólicos e inmunológicos, generando respuestas locales y generales, y poniendo en marcha reacciones neurofisiológicas y humorales (Meijide & Mourelle [2]).

Aunque no están totalmente claros los mecanismos por los cuales las enfermedades cutáneas mejoran mediante el tratamiento balneario, los estudios apuntan a que, probablemente, la mejoría sea debida a la combinación de efectos químicos, térmicos, mecánicos e inmunológicos que, en conjunto, actúen mejorando las dermatosis.

Los efectos químicos de la aplicación de aguas minero-medicinales están directamente relacionados con su composición química,

aunque existe una gran variabilidad, tanto de tipos de aguas, como de la concentración de elementos químicos necesarios para obtener resultados óptimos.

Las aguas minerales más usadas en los tratamientos termales dermatológicos son las sulfuradas y las cloruradas bromo-yódicas, siendo éstas también las más estudiadas. Entre las aguas oligometálicas existe una gran variedad, aunque el denominador común es que la mayoría de las utilizadas, y que han mostrado eficacia en el tratamiento de las dermatosis, son las que poseen elementos mineralizantes especiales como sílice, calcio, magnesio, zinc, selenio, etc. (Meijide & Mourelle [2]; Matz [10]). Otros tipos de aguas minerales han mostrado asimismo acciones beneficiosas, como las sulfatadas hipotónicas (Tsourelis-Nikita [11]) y las bicarbonatadas magnésicas ricas en fluoruros (Faga [12]).

Para ejercer su acción, los iones deberán penetrar en la piel; existen diversos estudios, tanto *in vivo* como *in vitro*, que muestran que el agua penetra en las capas cutáneas y que esta penetración depende de la concentración iónica. Sin embargo, se considera que, aún en las condiciones de mayor permeabilidad, los niveles sanguíneos que se pueden alcanzar de los diferentes componentes de las aguas minerales cuando se aplican en balneación son insignificantes. De ello se deduce que los efectos se derivan principalmente de la acción sobre el revestimiento cutáneo, que a su vez estará vinculada a la mayor o menor penetración cutánea.

Como se ha indicado, son muy variados los componentes de las

aguas minero-medicinales que pueden ejercer acción sobre la piel. Meijide y Mourelle los resumieron en 2006 [2]; los datos se muestran en la tabla 3. Actualmente se pueden añadir algunos otros a esta tabla, como el caso del boro, que ha mostrado su capacidad cicatrizante, o ampliar las acciones de otros; así, el manganeso ha mostrado ser eficaz también en la cicatrización de heridas y disminuye la inflamación en la dermatitis seborreica. (Chebassier [13]).

Los efectos térmicos de la balneación también pueden producir efectos beneficiosos en la cura dermatológica, ya que se produce vasodilatación, aumento de la circulación sanguínea y del metabolismo, con el consiguiente efecto sedante. Se ha demostrado que los queratinocitos humanos, estimulados por el calor, baños de agua mineral o aplicación de barro caliente pueden secretar una proopiomelanocortina que es un precursor de varias endorfinas que modifican el umbral del dolor, aspecto importante en muchas alteraciones dermatológicas que cursan con prurito y picor (Matz [10]).

Los efectos inmunológicos de las aguas minero-medicinales han sido ampliamente estudiados, especialmente en las enfermedades más tratadas en los balnearios, como la dermatitis atópica, la dermatitis de contacto y la psoriasis. Aunque las aguas minerales más estudiadas son las sulfuradas, otras han sido objeto de investigación, principalmente las que tienen indicación en dermatología. Las aguas termales actuarían disminuyendo la producción de citocinas proinflamatorias (entre ellas IL-6, IL-8

Table 3: Elementos minerales y oligoelementos con acciones sobre la piel.

Elemento químico	Acciones sobre la piel
Calcio	Acción sobre las proteínas reguladoras de las divisiones celulares: la calmodulina y la CRAB (<i>Cellular Retinoic Acid Binding protein</i>) Acción catalizadora de las enzimas de diferenciación: transglutaminasa, proteasa y fosfolipasas Indispensable para la regulación de la permeabilidad de las membranas celulares
Azufre	Regulación de la proliferación y diferenciación de los queratinocitos Regenerador celular, queratolítico/queratoplástico (dependiendo de la dosis) Antibacteriano, antifúngico
Magnesio	En concentraciones de 5×10^{-4} inhibe la síntesis de algunas poliaminas que están involucradas en la patogénesis de la psoriasis, y su reducción por el magnesio mejora la enfermedad Antiinflamatorio, antiflogístico Cataliza la síntesis de ácidos nucleicos y proteínas Cataliza la producción de ATP Produce sedación en el sistema nervioso central
Cloruro	Equilibrio hídrico de los tejidos
Sodio	Equilibrio hídrico de los tejidos
Potasio	Síntesis de ácidos nucleicos y proteínas; producción de energía
Fósforo	Actúa sobre el metabolismo de las membranas celulares
Yodo	Antiséptico
Selenio	A dosis pequeñas, promueve la síntesis de ADN y crecimiento celular Antioxidante, antiinflamatorio; protector frente a la radiación UVA y B
Aluminio	favorece la cicatrización
Cobre	Antiinflamatorio, mantenimiento del sistema inmunológico
Cromo	Cofactor enzimático
Flúor	aporte de energía en los queratinocitos
Manganeso	Modulador del sistema inmunitario
Níquel	Estimula el desarrollo celular de los tejidos
Zinc	Antioxidante; preventivo del envejecimiento; cicatrización y regeneración de los tejidos cutáneos
Silicio	Interviene en la síntesis de colágeno y elastina y en el metabolismo celular Está presente en forma de sílice coloidal en muchas de las aguas minerales utilizadas en dermatología Tiene un efecto dermoabrasivo sobre las placas psoriásicas y efecto emoliente

Tomado de: Mejjide R y Mourelle ML, 2006. Afecciones dermatológicas y cosmética dermatoterma. En: Hernández Torres, A. (Coord.). Técnicas y Tecnologías en Hidrología Médica e Hidroterapia. Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias. Instituto Carlos III, Madrid, 2006; pp 175-194.

IL-1 α y TNF α) y atenuando la diferenciación de las células CD4+ T (Ho-Pyo Lee [14]; (Carubbi [15]).

En los países de nuestro entorno, las especializaciones de los balnearios están muy definidas; así, en Italia se encuentran hasta 85 balnearios especializados en dermatología y en Francia 12 villas termales. En España, si atendemos al Vademécum del Dr. Maraver [6], encontramos 8 balnearios con esta especialidad. Sin embargo, como ya se ha indicado, desde el punto de vista de los cuidados de la piel, otras aguas minero-medi-

cinales podrían tener acciones, ya que contienen elementos mineralizantes de interés.

Como ejemplo de lo anterior, se puede citar Galicia, un gran número de sus aguas contienen sílice (en diferentes proporciones), si bien muchas de ellas son además sulfuradas.

4 Interés de la cosmética dermatoterma: valor añadido para los balnearios

Cada agua minero-medicinal es única y, por lo tanto, también lo serán los dermocosméticos que a partir de ella se elaboren, lo que representa un

valor diferenciador para el balneario, colaborando así a la mejora de las alteraciones dermatológicas y, en general, al confort y bienestar de la piel, y a la normalización de sus condiciones fisiológicas.

Para la elaboración de cosméticos dermatotermales es preciso estudiar con detalle su composición, realizando un análisis químico completo en el que se incluyan elementos traza, que pueden ser un elemento diferenciador.

Existen algunos inconvenientes que se deben tener en cuenta, como la presencia de hierro que puede alterar el producto final cosmético, o la elevada mineralización del algún tipo de agua minero-medicinal, que, en algunos casos, hará necesario reducir la cantidad de agua total presente en la mezcla y en el cosmético final.

Otro aspecto que se debe considerar es la microbiota propia del agua minero-medicinal, que si bien desde el punto de vista terapéutico es interesante, no lo es desde el punto de vista de la elaboración de cosméticos. Se hace, pues, necesario utilizar un sistema que, sin modificar la composición química del agua minero-medicinal, permita disminuir esta carga microbiana a niveles aceptables para la formulación cosmética.

Este camino de la formulación de cosméticos dermatotermales iniciado hace algunos años por los balnearios franceses, muchos de ellos de reconocido prestigio como Avène, La Roche-Posay, Uriage, Saint Gervais, etc., ha permitido realizar estudios científicos para demostrar su eficacia y dar difusión a su uso y prescripción en las clínicas de dermatología. Queda pues que los balnearios españoles

se sumen a la iniciativa, como ya han hecho algunos, aunque siguen siendo un grupo minoritario.

5 Conclusiones

La gran variedad de aguas minero-medicinales en España permite la elaboración de cosméticos dermatotermales únicos y específicos de cada balneario.

Los centros termales deben incorporarse a esta tendencia, ofreciendo a sus pacientes productos formulados científicamente y de eficacia demostrada, para el cuidado de la piel y la mejora del aspecto de ciertas alteraciones dermatológicas.

La cosmética dermatotermales es un valor añadido del centro termal que complementa su oferta de tratamientos terapéuticos y de bienestar.

Referencias

- [1] Darlenski, R.J., Kazandjieva, J., Tsankov, N. Skin barrier function: morphological basis and regulatory mechanisms. *J Clin Med.* 2011; 4(1):36-45.
- [2] Meijide, R. y Mourelle, M.L. Afecciones dermatológicas y cosmética dermatotermales. En: Hernández Torres, A. (Coord.). *Técnicas y Tecnologías en Hidrología Médica e Hidroterapia.* Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias. Instituto Carlos III, Madrid, 2006; pp 175-194.
- [3] Newburger, A.E. Cosmeceuticals: myths and misconceptions. *Clinics in Dermatology,* 2009; 27:446-452.

- [4] López Geta, J.A., Corral Lledó, M.M., Abolafia de Llanos, M., Sánchez Guzmán, J., Sanz López, L., Sánchez Márquez, B. Mapa de las características físico-químicas de las aguas minerales y termales de España. II Foro Ibérico sobre aguas envasadas y balnearios, 22-24 noviembre, Oporto, 2006.
- [5] Corral Lledó, M.M. y López Geta, J.A. Génesis de las aguas minerales y termales. En: Maraver y Armijo (Coords.). Vademécum II de aguas mineromedicinales españolas. Editorial Complutense SA, Madrid, 2010; pp 15-30.
- [6] Maraver, F., Hurtado, I., Armijo, F. Aguas mineromedicinales españolas: análisis y fichas. En: Maraver y Armijo (Coords.). Vademécum II de aguas mineromedicinales españolas, Editorial Complutense SA, Madrid, 2010; pp 53-59.
- [7] Egawa, M., Tagawa, H. Comparison of the depth profiles of water and water-binding substances in the stratum corneum determined in vivo by Raman spectroscopy between the cheek and volar forearm skin: effects of age, seasonal changes and artificial forced hydration. *Br J Dermatol*, 2008; 158 (2):251-260.
- [8] Bernstein, J.E. Dermatologic aspects of mineral water. *Clinics in Dermatology*, 1996; 14(6): 567-569.
- [9] Rawlings, A.V. Molecular basis for stratum corneum maturation and moisturization, *Br J Dermatol*, 2014; 171 (3):19-28.
- [10] Matz, H., Orion, E., Wolf, R. Balneotherapy in dermatology. *Dermatologic Therapy*; 2003, 16:132-140.
- [11] Tsourelis-Nikita, E., Menchini, G., Ghersetich, I., Hercogova, J. Alternative treatment of psoriasis with balneotherapy using Leopodine spa water. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2002; 16(3): 260-262.
- [12] Faga, A., Nicoletti, G., Gregotti, C., Finotti, V., Nitto, A., Gioglio, L. Effects of thermal water on skin regeneration. *Int J Mol Med*. 2012; 29(5): 732-740.
- [13] Chebassier, N., Ouijja, E.H., Viegas, I. Stimulatory effect of boron and manganese salts on keratinocyte migration. *Acta Derm Venereol*, 2004; 84:191-194.
- [14] Lee, H.P., Choi, Y.J., Cho, K.A., Woo, S.Y., Yun, S.T., Lee, J.T., Kim, H.J., Lee, K.H., Kim, J.W. Effect of spa spring water on cytokine expression in human keratinocyte HaCaT cells and on differentiation of CD4⁺T cells. *Ann Dermatol* 2012; 24(3):324-336.
- [15] Carubbi, C., Gobbi, G., Bucci, G., Gesf, M., Vitale, M. and Mirandola, P. Skin, inflammation and sulfurous waters: what is known, what is believed. *European Journal of Inflammation* 2010; 11(3):591-599.

LA GESTIÓN DE RIESGOS DE RIADAS: EL CASO DE OURENSE

L. Rapela Freire, D. Rodríguez-Toubes

Universidade de Vigo, Campus de Ourense, Ourense, España.

E. De Uña-Álvarez

Grupo GEAAT, Universidade de Vigo, Campus de Ourense, Ourense, España.

Palabras clave: riesgo natural, riadas, gestión de riesgos, Ourense Termal.

Resumen

En España las inundaciones son el riesgo natural que más daños socioeconómicos causa. Son muchas las políticas enfocadas hacia la gestión de las inundaciones, gestión que cada vez cobra más importancia y que implica la coordinación de los diferentes organismos implicados en la gestión del riesgo y de las actuaciones destinadas a la mitigación del mismo.

Este estudio tiene como principal objetivo explorar las diferentes medidas y actuaciones llevadas a cabo en la gestión de riesgos de riadas, concretando el estudio en la provincia de Ourense, a través de un análisis detallado de la organización y planificación llevada a cabo por los organismos implicados en la gestión del riesgo de riadas fluviales y las consecuencias que ocasionan en el tramo urbano por el que discurre el río Miño, situando este tramo entre la Presa de Velle y Outariz.

1 Introducción

El Consorcio de Compensación de Seguros cifra en un porcentaje

superior al 90% las indemnizaciones pagadas por daños provocados por inundaciones en España Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente [1] siendo éstas la principal causa de catástrofe natural en nuestro país. Debido al gran impacto económico y social que acarrearán las inundaciones y riadas es relevante realizar análisis sectoriales y geográficos sobre la gestión llevada a cabo en la prevención del riesgo de inundaciones.

En el desarrollo de la legislación de Aguas, Suelo y Protección Civil se incluyen numerosos estudios y proyectos realizados en las últimas décadas. Pero es en el año 2007 cuando la Comisión Europea aprueba la Directiva 2007/60 de evaluación y gestión de riesgos de inundación, en la que se establece un protocolo de actuaciones que deberán llevar a cabo los países miembros, entre ellos España, para la adecuada gestión de estos riesgos.

El Ministerio de Medio Ambiente a través de las Confederaciones Hidrográficas y en colaboración con el Ministerio del Interior y las Comu-

nidades Autónomas, especialmente con Protección Civil están llevando a cabo las actuaciones recogidas en la Directiva que culminarán con la elaboración y presentación de los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación el 22 de diciembre de 2015. En la actualidad se están llevando a cabo estudios de zonificación de espacio fluvial en más de 15.000 km de ríos ampliando los trabajos exigidos por la Comisión Europea Ministerio de Alimentación, Agricultura y Medio Ambiente [1]

Las pozas termales de la ciudad de Ourense están asentadas en una zona inundable, quedando anegadas las infraestructuras durante las crecidas del río Miño. Una de las principales consecuencias es el gran coste que acarrea el tener que reparar y rehabilitar la zona continuamente. Desde el punto de vista promocional, la anegación de las termas daña el tractivo turístico termal. El turismo termal es valorado principalmente por desestacionar el flujo turístico. Se trata de un sector que cuenta con una elevada demanda de clientes durante todo el año, el no poder explotar las termas en los meses en los que se producen las riadas afecta a la principal ventaja de este tipo de turismo y merma el desarrollo de la economía local. Por medio de este estudio se analiza si las medidas de gestión utilizadas por las administraciones competentes son las más adecuadas y si cabe algún tipo de solución que pueda contribuir a minimizar los costes que acarrea la sucesión de continuas riadas en la zona.

El objetivo general de este trabajo es el estudiar la gestión de riesgos de riadas con sus organismos implicados y de modo específico analizar

tanto la peligrosidad y vulnerabilidad del área termal del río Miño en su paso por la ciudad de Ourense, así como las diferentes medidas y actuaciones llevadas a cabo, teniendo en cuenta los costes inherentes que suponen estas medidas y la sostenibilidad de las actuaciones realizadas.

Para alcanzar los objetivos propuestos se ha realizado un análisis exploratorio a través de distintas fuentes bibliográficas, entre ellas estudios de investigación y publicaciones de organismos especializados, directivas y reglamentos europeos, estatales y locales, y se ha realizado una revisión de la hemeroteca sobre eventos e impactos de las riadas en Ourense en los últimos años. Se analiza el periodo de inundaciones en la provincia de Ourense ocurrido en los últimos años 2010- 2014. Se ha realiza también un análisis descriptivo detallado de las riadas fluviales y las consecuencias negativas que ocasionan en el tramo urbano por el que discurre el río Miño, situando este tramo entre la Presa de Velle y Outariz.

El área termal de Ourense está ubicada en una zona de riesgo potencial de inundación. Por lo tanto, el tema presenta un elevado interés debido a las consecuencias en el ámbito de la planificación y gestión del territorio, tal y como subrayan las conclusiones del trabajo.

2 Riesgos naturales. Las inundaciones

Se define riesgo natural como "la posibilidad de que un territorio y la sociedad que lo habita pueda verse afectado por un fenómeno natural de rango extraordinario" Olcina [2]

Del mismo modo Olcina [2] señala que son tres los elementos que integran el riesgo natural, la peligrosidad, la vulnerabilidad y la exposición y que a su vez estos tres elementos se encuentran relacionados con la naturaleza, el hombre y el territorio. El ser humano movido por intereses económicos, infravalora con frecuencia la fuerza de la naturaleza, actuando en muchas ocasiones de una manera inadecuada en el territorio. Cabe señalar que "la supervivencia", el aprovechamiento de recursos que nos brinda la tierra justifica en determinados territorios una mala actuación sobre ellos.

Las inundaciones son uno de los riesgos naturales que más daños ocasionan a la población. La Directriz básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones, define inundación como la sumersión de terrenos normalmente secos de manera temporal Dirección General de Protección Civil y Emergencias [3]. La mayor parte de las inundaciones tienen su origen en fenómenos meteorológicos extraordinarios, como por ejemplo, las lluvias torrenciales.

Los riesgos relativos a las inundaciones representan fenómenos de com ortamiento inusual en los sistemas fluviales (procesos atmosféricos, régimen de alimentación y descarga de las aportaciones), aunque el carácter catastrófico de este tipo de fenómenos deriva en la mayor parte de las situaciones relacionadas con las actividades humanas. El riesgo puede incrementarse con determinadas modificaciones del flujo natural de los ríos, la alteración de la rugosidad o la pendiente del canal y la construcción de obras públicas

(puentes, embalses, presas...). Otros elementos de la actividad humana que pueden aumentar el riesgo son malas prácticas en los usos del suelo (acondicionamiento de riberas, progreso de urbanización). Por ejemplo, impermeabilizar el suelo asfaltándolo impide el drenaje natural de los terrenos, y las canalizaciones de los ríos pueden solucionar problemas en algunas zonas pero aumentarlos en otras al modificar el nivel hídrico, promover la turbulencia o cambiar las trayectorias del flujo de agua. Eliminar la cobertura natural del suelo, talando árboles, eliminando cultivos, ocupar los cauces con construcciones, todo ello dificulta la capacidad de que el suelo absorba el agua de manera natural. El asentamiento en los cauces de diferentes construcciones aumenta las consecuencias negativas de las inundaciones.

2.1 La gestión de las inundaciones

Hoy en día la preocupación y la toma de conciencia ante los riesgos naturales es mayor, son muchas las políticas desarrolladas enfocadas a la gestión de los diferentes riesgos naturales. Concretamente en el tema que nos ocupa, la gestión en los riesgos de inundación, son numerosos los organismos implicados y el desarrollo de diferentes políticas que hacen referencia a los riesgos de inundaciones en España.

En España las inundaciones son un riesgo natural que causa múltiples daños socioeconómicos. Durante los últimos 60 años nos encontramos con diversas inundaciones catastróficas provocadas por las avenidas de los

ríos. Entre estas inundaciones catastróficas destaca la ocurrida en 1982 en Tous con 38 víctimas humanas Olcina [2] y la catástrofe de Biescas con 87 víctimas mortales ocurrida en el año 1996 Berga [4]. La evolución del número de víctimas mortales debido a este tipo de riesgo natural ha descendido desde la década de los 80 hasta hoy en día, pero los daños económicos que ocasionan estas avenidas siguen ascendiendo. En la década de los 80 el impacto de riadas y inundaciones suponían unos 300 millones de euros al año, en los 90 superaban los 450 millones de euros anuales y actualmente son unos 800 millones de euros, aproximadamente un 0,7% del PIB Berga [4].

Luchar contra este riesgo supone la coordinación tanto de los distintos tipos de actuaciones existentes como de los organismos implicados. Los tipos de actuaciones existentes se dividen en dos grandes grupos, actuaciones estructurales y actuaciones no estructurales.

En España, al igual que en el resto del mundo, la lucha contra las inundaciones y las consecuencias negativas que acarrearán ya se realiza desde hace años aunque cada vez cobra más relevancia. Las actuaciones estructurales siempre han tenido mucha importancia en la prevención y mitigación de las inundaciones, pero actualmente la nueva visión de las inundaciones implica la coordinación de todo tipo de medidas, de manera que se combinen actuaciones estructurales y no estructurales, haciendo más hincapié en estas últimas.

En Europa, durante el periodo comprendido entre los años 1998 y

2002, destacan las inundaciones del Danubio y del Elba acontecidas en el año 2002 y sus graves consecuencias tanto a nivel de vidas humanas como de las graves consecuencias económicas. Desde 1998 hasta hoy, en Europa, se contabilizan alrededor de unas 700 víctimas mortales y unos costes aproximados de unos 25.000 millones de euros Unión Europea [5]; todo ello ha urgido a las autoridades de la Unión Europea a regular la gestión de este tipo de catástrofes. Así, en una normativa de noviembre de 2007 la Comisión Europea aprueba la Directiva 2007/60 sobre la Evaluación y Gestión de las Inundaciones. Esta Directiva supone una gran oportunidad para una mejor coordinación entre todas las administraciones en lo referente a la gestión de inundaciones, centrándose principalmente en las zonas con más riesgo. Estas zonas son identificadas en mapas concretos denominados las ARPSIs, Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación. La directiva establece tres fases de obligado cumplimiento por parte de los estados miembros, que tienen plazos temporales cerrados:

1. Evaluación preliminar del riesgo de inundación (EPRI) para la identificación de Áreas con riesgo potencial significativo de inundación (ARPSIS). Plazo diciembre 2011
2. Elaboración de mapas de peligrosidad y riesgo. Plazo diciembre 2013.
3. Plan de gestión de riesgo. Plazo diciembre 2015.

Las EPRI y las ARPSIS ya están determinadas en cada demarcación

hidrográfica junto con los mapas de peligrosidad y riesgo.

En la actualidad se está en pleno proceso de elaboración de los planes de riesgo, previendo que estén finalizados en el plazo que marca la Directiva.

2.2 La Confederación Hidrográfica Miño-Sil

De los organismos implicados en la gestión del riesgo de inundaciones, las Confederaciones Hidrográficas tienen un papel muy destacado al ser las principales responsables en la elaboración de las distintas fases de cumplimiento que dictamina la Directiva 2007/60 sobre la Evaluación y Gestión de las inundaciones. Y al realizarse sobre sus correspondientes demarcaciones los diferentes planes de gestión de riesgo.

La Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil comprende una superficie total de 17560 km², Galicia abarca un 77% del territorio seguida de la de Castilla León con un 22,9 % y Asturias representa apenas el 1% Confederación Hidrográfica Miño-Sil [6]

En el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil, se señala como principal causa de las inundaciones en este territorio la meteorología variable y las características de los ríos incluidos en la demarcación, muy encajados y con elevadas pendientes en sus cauces.

Del mismo modo, las conclusiones obtenidas en el análisis llevado a cabo por la Comisión Técnica de Emergencia de Inundaciones de Protección Civil son que las inundaciones en la demarcación suelen tener su origen

en las precipitaciones extraordinarias en ciertos momentos del año hidrológico, provocando avenidas.

El caudal máximo del río Miño y del río Sil se alcanza en los meses de enero y febrero, y el mínimo (estiaje) en los meses de verano, agosto y septiembre. Debido a las características de las pendientes en el perfil de ambos ríos, en épocas de lluvias con alta intensidad horaria se generan avenidas; las aguas del Miño y del Sil alcanzan una gran velocidad pudiendo provocar daños en las zonas inundables.

El origen de las inundaciones que se producen en la demarcación, no sólo se debe a causas naturales como las precipitaciones extraordinarias; las causas de origen antrópico también son relevantes, como por ejemplo la obstrucción del paso de las aguas con diferentes infraestructuras.

2.3 Las ARPSIs en la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil

Hay territorios que debido a su estructura son más propensos que otros a sufrir inundaciones o riadas. Identificarlos y conocerlos implica a su vez la adopción de unas medidas de prevención más oportunas para cada zona.

Dentro del marco de la Confederación Hidrográfica del Miño-Sil (CHMS) y acorde con la Directiva 2007/60/CE y su transposición a la legislación española, se establece, la EPRI (evaluación preliminar del riesgo de inundación). El objetivo principal es el de identificar las zonas con más riesgo de inundación.

La metodología empleada es la siguiente: en primer lugar se recopila

información específica sobre inundabilidad, se delimitan las áreas inundables, se realiza una cuantificación de daños, daños a personas, medio ambiente, bienes, económicos... y finalmente se identifican las Áreas con Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIS).

Se reconoce la existencia de un ARPSIS dentro del ámbito objeto de estudio, en el sistema de explotación del Bajo Miño, en la provincia de Ourense. Delimitando aún más la zona, este estudio se centra en el tramo desde la Presa de Velle hasta Outariz, dentro del municipio de Ourense, es decir, el tramo urbano del Miño en la capital das Burgas. Este tramo es identificado en el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica Miño-Sil como zona con riesgo potencial de inundación.

3 Riadas en la zona termal de Ourense ciudad

La extensión superficial de la provincia de Ourense, es de 7.273 km². Entre los principales elementos del relieve destacan las estribaciones del Macizo Galaico (altitud máxima en Pena Trevinca 2.124 m s.n.m.) modeladas en sustrato paleozoico, las fosas tectónicas terciarias (Xinzo de Limia, Maceda, Monterrei) y la red fluvial Miño-Sil. Ambos ríos son componentes clave en el desarrollo de los distintos municipios de la provincia. El clima de Ourense presenta matices continentales y mediterráneos, diferenciándose del de la fachada atlántica ya que las condiciones ambientales están marcadas por la mencionada organización del relieve (áreas microclimáticas en función de

la altitud, exposición y orientación de las laderas) y el alejamiento del océano (pérdida de la influencia de atenuación térmica). Martín y Olcina [7] lo denominan como un clima con rasgos de transición oceánico-interior. Las precipitaciones medias anuales de la provincia de Ourense representan 815 mm/año, siendo los meses de Octubre a Febrero los que registran un mayor volumen Martín y Olcina [7], en forma de nieve en los relieves de mayor energía.

Desde el punto de vista físico, demográfico y socio-económico, el Miño y el Sil son elementos fundamentales de la identidad de la provincia de Ourense. Un sector que aprovecha los recursos naturales es el sector turístico, basado en parte en el uso y gestión de los mismos a través del comercio de diferentes productos, turismo náutico, el turismo verde o ecológico, el turismo rural, o turismo activo. Sobre todo, respecto al tema de interés, Ourense destaca en la producción de energía hidroeléctrica.

El desarrollo de la industria de termalismo en los últimos años no ha pasado de largo por la ciudad de las Burgas. Si a lo largo de la historia Ourense fue considerada provincia rica en agua sanadora, ahora Ourense se está proyectando a ámbitos internacionales y es capaz de competir con los enclaves punteros en el arco termal del mundo.

Las Burgas, los baños de Outeiro, as termas da Chavasqueira, el Tinteiro, el Muiño da Veiga, Outariz, Reza o los baños de Mende conforman el abanico termal de la ciudad de Ourense. Las riberas del río Miño se han acondicionado a su

paso por la ciudad en un total de 17 Km. de paseo y una pasarela sobre el Miño y otra sobre a lonia que facilitan hacer el recorrido completo en ambos márgenes.

Desde diciembre del año 2009, Ourense forma parte de la Asociación Europea de Ciudades Termales Históricas, siendo una de las seis ciudades fundadoras de la EHTTA (European Historic Thermal Towns Association), en el año 2010 la EHTTA consigue el reconocimiento del Consejo de Europa del "Itinerario Cultural Europeo de Ciudades y Patrimonio Termal", esta ruta la conforman 25 ciudades, siendo Ourense la única representación española.

El termalismo es el centro del plan de desenvolvimiento turístico del ayuntamiento de Ourense, plan que cuenta con grandes inversiones tanto públicas como privadas. Dicho plan apuesta por el termalismo como centro estratégico de la promoción de Ourense como destino turístico, mediante el aprovechamiento de todos sus recursos y la especialización en todos los ámbitos, creando un producto turístico centrado en el termalismo, creación de la marca termal de Ourense. En el Plan Integral de Turismo de Galicia se incluyen numerosas acciones dirigidas al fortalecimiento del turismo termal, los objetivos incluidos en el plan se encuentran en concordancia con los objetivos del Plan de turismo termal de la provincia de Ourense, compartiendo ambos el objetivo común de fortalecimiento del sector, sostenibilidad del mismo y desarrollo económico.

Una de las principales ventajas que ofrece el turismo termal frente

a otro tipo de turismo es el factor no-estacional, al tratarse de un sector con una elevada demanda de clientes durante todo el año. Alén [8] hace referencia a la no-estacionalidad del turismo termal entre las principales ventajas de este tipo de turismo, señalando otras ventajas como: las elevadas estancias medias de los clientes debido principalmente a motivos terapéuticos, la dinamización de la economía local, al estar localizados los recursos que condicionan este sector normalmente en zonas de interior, zonas deprimidas económicamente sin apenas industria.

Ourense es la primera provincia en España en manantiales termales. Las termas de A Chavasqueira situadas en ponte Canedo, al lado del Miño. El entorno del Muiño das Veigas acondicionado con cuatro piscinas al aire libre, públicas y gratuitas de diferentes temperaturas. Al final de la ribera derecha del río, se encuentran las surgencias de Outariz con mas de media docena de piscinas al aire libre a ambos lados de la pasarela y el balneario de Outariz que completa el proyecta termal del Miño.

3.1 Peligrosidad ante el riesgo de riadas en la ciudad de Ourense

La zona termal ourensana, situada a ambos márgenes del río Miño se encuentra en un riesgo constante de inundaciones. La localización de las termas en zona inundable y la variabilidad del tiempo atmosférico son dos de los factores que elevan el grado de peligrosidad por inundaciones en Ourense.

El principal factor a tener en cuenta en el aumento de la peligrosidad por las inundaciones en la provincia de Ourense es de orden climático. El riesgo de temporales de viento y lluvia suele abarcar desde los meses de septiembre a mayo. Con la llegada de los inviernos, las precipitaciones extraordinarias (relacionadas con situaciones sinópticas del Oeste-Suroeste) y las consiguientes crecidas del río Miño, año tras año se suceden los desperfectos a lo largo de los paseos ribereños en los que se asientan las instalaciones termales, de A Chavasqueira, O Muiño das Veigas, Outariz, O Tinteiro, generando numerosos daños socioeconómicos.

En el estudio realizado por la CHMS, se identificaron dentro de la demarcación Miño-Sil en la cuenca del Bajo Miño las inundaciones históricas más significativas ocurridas en el tramo objeto de estudio, así mismo describen el tipo de inundación, clasificando las inundaciones, como inundaciones ocurridas por aguas procedentes de parte de un sistema de drenaje natural o directamente de agua caída de la lluvia Confederación Hidrográfica Miño- Sil [6].

Los casos más representativos de inundaciones debidas a fuertes precipitaciones y temporales también quedan registrados en presansa escrita, así como los daños económicos que han ocasionado. Algunos de los ejemplos más representativos de los episodios de fuertes lluvias y de los daños ocasionados por las crecidas del Miño a su paso por la ciudad son los siguientes:

1. Enero de 2010, episodios de fuertes lluvias ocasionan la

crecida del río Miño, generando daños en la zona termal que superan los 500000 euros.

2. Enero de 2011, las constantes precipitaciones ocasionan la crecida del río Miño, anegando la zona termal durante cuatro días.
3. Enero de 2013, niebla y termas inundadas en Ourense tras el paso del temporal Gong.

Además de la localización de las termas en zona inundable y el carácter del clima hay otro factor que debe analizarse ya que puede contribuir al aumento de la peligrosidad por inundaciones en la zona, este factor es de origen antrópico y muy importante en este análisis, la presa de Velle.

Las presas y embalses son infraestructuras con una gran importancia a la hora de regular las avenidas y mitigar los efectos que puedan producir aguas abajo, ahora bien también implica un elevado riesgo potencial. Es necesaria una adecuada gestión de las mismas para reducir la peligrosidad que acarrear.

En la década de los 60 se construyeron las mayor parte de las presas situadas en la provincia de Ourense, concretamente la presa de Velle se construye en el año 1966 Sociedad Española de Presas y Embalses [9]. La Presa de Velle y su embalse están situados en la entrada de la ciudad de Ourense, previa confluencia con el río Loña. Esta presa está localizada en un punto muy importante a la hora de regular las crecidas del río Miño. A este embalse le llegan las avenidas de las aguas de otros embalses

situados en la provincia, Belesar, Peares y los del río Sil, San Esteban y San Pedro. El cauce del Miño desde la presa de Velle sigue su marcha hacia la presa de Castrelo, atravesando antes la ciudad de Ourense.

La presa de Velle está identificada e incluida en el análisis de las EPRI llevado a cabo por la CHMS. Aunque la presa podría minorar los efectos de inundaciones, esta infraestructura de defensa no elimina el riesgo de una manera absoluta, por lo que está incluida en el informe. Las fuertes precipitaciones que se producen en Ourense incrementan la capacidad de todos los embalses por lo que deben realizarse desembalses oportunos para mantener los márgenes de seguridad. La empresa hidroeléctrica Gas Natural- Fenosa que gestiona la presa y regula el uso del embalse, tiene total capacidad de gestión para la apertura de compuertas. Los desembalses dependen en gran medida de la demanda que tengan para generar electricidad ahora bien existen situaciones de emergencia en épocas de aportaciones extraordinarias en que es necesario abrir las compuertas aunque exista el riesgo de inundación, en este caso los desembalses que superan la cuota estipulada son avisados con anterioridad. Así, son varias las inundaciones en la zona termal, situada en la ribera del río Miño, producidas por la apertura de compuertas de la presa. Varias de estas inundaciones están recogidas en prensa.

3.2 Vulnerabilidad ante el riesgo de riadas en la ciudad de Ourense

La vulnerabilidad es parte integrante del riesgo natural, Olcina [2], define la vulnerabilidad como la pérdida que se puede esperar de los bienes expuestos, pudiendo ser humana, económica, medioambiental...

En el tramo objeto de estudio podría establecerse en torno a diferentes aspectos, quedando descartada la vulnerabilidad de víctimas humanas que sin duda es la más importante. En primer lugar, el grave daño económico producido por la continúa sucesión de temporales de lluvia implica una permanente y continúa inversión de recursos económicos por parte del ayuntamiento de la ciudad de As Burgas. Los diferentes daños y el gasto que ocasiona el mantenimiento, la rehabilitación, recuperación de las infraestructuras afectadas quedan registrados en la prensa. Tras analizar las referencias que aparecen publicadas en los periódicos La Voz de Galicia, La Región y El Faro de Vigo, se observa que la zona termal genera unas pérdidas considerables todos los años en que se suceden los desbordamientos del río Miño. En la tabla 1 se indican el importe en euros de los daños totales ocasionados en la zona de estudio durante el periodo 2010 al 2014.

Tabla 1: Daños económicos registrados en prensa

Año*	Importe	Fuentes
2010	300.000 €	La Región
2011	600.000 €	La Voz de Galicia
2014	45.000 €	El Faro de Vigo

*Años 2012 y 2013 sin daños estimables debido a la sequía

La vulnerabilidad económica de la zona termal resulta innegable,

anualmente los gastos en mantenimiento, rehabilitación y reparación llevados a cabo por la administración son elevados. En la tabla 2 se indican las principales acciones llevadas a cabo para la recuperación de la zona termal en el año 2010 y el importe en euros que acarrear.

Tabla 2: Coste de las actuaciones

Zona	Importe	Acción
A Chavasqueira	126.700 €	estabilización márgenes riberas.
Muiño da Veiga	93.153 €	Limpieza y reconstrucción, muros, pavimentos, caminos.
Outariz	36.887 €	Impermeabilización, recuperación de caminos.

Fuente: La Región [12]

Otro aspecto a tener en cuenta en el análisis de la vulnerabilidad son los daños al sector turístico. Las "aguas termales" son el recurso natural con mayor atractivo turístico en la provincia de Ourense. Se considera a la provincia de Ourense como la capital termal de Galicia, y se señala el termalismo en la provincia de Ourense como uno de los grandes reclamos de Galicia. Actualmente se esta desarrollando un plan específico de termalismo presupuestado en 94 millones de euros Instituto Ourensan de Desenvolvemento Económico [10] para reforzar y afianzar este tipo de turismo en toda la provincia. El turismo es una actividad económica y como tal la oferta y la demanda de clientes están íntimamente ligadas.

Una de las ventajas del turismo termal frente a otros tipos de turismo es la no-estacionalidad de la demanda. Se trata de un sector con una elevada demanda de clientes durante todo el año no centrandose únicamente el flujo turístico en épocas estivales. Este factor no-esta-

cional es clave para el desarrollo del sector y de la economía local.

El tipo de clientes que eligen este tipo de turismo, "turismo de salud", valoran, además de las propiedades mineromedicinales del agua, el cuidado del entorno y las infraestructuras. La mejora y la conservación del medio ambiente debería ser un elemento primordial a tener en cuenta sobre todo en este tipo de turismo basado en la calidad paisajística y en su naturaleza. Las constantes crecidas del Miño, la anegación de las termas públicas en las riberas del Miño a su paso por Ourense quedando inutilizadas para su disfrute, la constante recuperación y rehabilitación de la zona, a merced del río, supone un punto negativo en el atractivo del sector turístico en Ourense y por la tanto un descenso en la actividad económica de la ciudad, quedando dañada la imagen de las termas desde un punto de vista promocional. A su vez los constantes daños económicos que se registran principalmente en épocas de fuertes lluvias (octubre- marzo) implican la no explotación de las termas en los meses en que se suceden las crecidas con la cual el objetivo de desestacionalizar el turismo para atraer un mayor número de visitantes en épocas no estivales queda descartado en su casi totalidad.

3.3 La gestión de las riadas en Ourense

En la actualidad las administraciones encargadas de la gestión del riesgo de riadas se esfuerzan en la elaborar y aplicar medidas preventivas, sobre todo centrándose en las

actuaciones no estructurales por ser estas más afines con el desarrollo sostenible. El Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y la Confederación Hidrográfica Miño-Sil en el Programa de Medidas incluido en el Plan Hidrológico de la DHMS, defienden diferentes actuaciones de respuesta y prevención en la gestión de inundaciones. Medidas que ayudan a reducir el daño ocasionado por las riadas. Las medidas de gestión de inundaciones las dividen principalmente en cuatro grupos Confederación Hidrográfica del Miño- Sil [11]:

1. Actuaciones en presas
2. Actuaciones en cauces y motas de defensa
3. Plan de prevención
4. Sistema de Alerta temprana (SAIH)

1. Actuaciones en presas

El objetivo es lograr una contención más eficaz del agua frente al aumento de esta debido a las fuertes precipitaciones, temporales... a través de la construcción de nuevas presas o recrecimiento de las que ya están en funcionamiento.

No se realizan con frecuencia ya que tienen un elevado coste.

2. Actuaciones en cauces y motas de defensa

Se trata de actuaciones cuyo objetivo es que el cauce del río no vea interrumpido su transcurso natural.

Actuaciones de poda, limpieza demolición de barreras tanto naturales como artificiales....

3. Planes de prevención

Los Órganos de Gobierno y Administraciones Autonómicas y Locales tienen por obligación crear, desarrollar e implantar planes de prevención contra inundaciones que favorezcan la coordinación de los recursos públicos y/o privados ante emergencias consecuencia de posibles avenidas.

4. Sistema de Alerta Temprana (SAIH)

“El SAIH es un sistema de información encargado de captar, transmitir en tiempo real, procesar y presentar aquellos datos que describen el estado hidrológico e hidráulico de la cuenca, incluyendo, por tanto, el conocimiento del régimen hídrico a lo largo de su red fluvial y el estado de las obras hidráulicas principales y de los dispositivos de control que en ellas se ubican” Ministerio de Alimentación, Agricultura y Medio Ambiente [1].

Es uno de los principales instrumentos para la prevención de las inundaciones, a través de la alerta temprana. La finalidad de este sistema consiste en optimizar el comportamiento del ciclo hidrológico y de los fenómenos meteorológicos en la cuenca del Miño- Sil.

De las medidas aprobadas y recogidas en el programa más del 77% corresponden a actuaciones en cauces y motas de defensa, el 17% corresponden a planes de prevención, 5% al SAIH, y un 0% a actuaciones en presas. La inversión destinada a la ejecución de este tipo de medidas y que se contempla en el Programa de Medidas del Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del

Miño-Sil vigente en este momento es de 36.720.203,45€ Confederación Hidrográfica del Miño- Sil [11]

De las medidas registradas en Plan de Medidas de la Confederación Hidrográfica Miño-Sil dentro del sistema de explotación del Bajo Miño, dos medidas hacen referencia a la zona objeto de estudio.

1. Restauración paisajística y medioambiental del entorno de la estación termal y de la pasarela de Outariz, medida aprobada y con un coste de inversión de 168.595,92 euros.
2. Redacción del Plan de encauzamiento del Miño en el tramo comprendido entre A Chavasqueira y Outariz. Medida aprobada y con un coste de inversión de 18.900 euros.

Las medidas predictivas, como el sistema SAIH, sistema en funcionamiento en la cuenca del bajo Miño, son medidas insuficientes en la prevención del riesgo de riadas al igual que las medidas correctoras como el pago de indemnizaciones y pólizas de seguros. Ambos tipos de medidas son necesarias pero carecen del carácter preventivo que es imprescindible para llevar a cabo una adecuada gestión del riesgo. Unas predicen una situación que puede llegar a producirse y agravar el riesgo y las otras corrigen los efectos pero una vez que ya ha ocurrido el desastre. Las medidas que llevan a cabo las administraciones públicas suelen ser medidas preventivas; ordenación del territorio en zonas inundables, gestión de las cuencas hidrográficas, sistemas de aseguramiento, etc. por ser más acordes con el desarrollo

sostenible, medidas más económicas y con un menor impacto sobre el Medio Ambiente.

Dentro de las medidas preventivas destacan por su gran eficacia los planes urbanísticos y de ordenación territorial de los espacios fluviales y de las zonas inundables, que restringen o impiden el asentamiento de nuevas infraestructuras en las zonas susceptibles de inundación. El plan de encauzamiento del Miño en el tramo comprendido entre la Chavasqueira y Outariz, es un ejemplo de este tipo de medida, aunque su elaboración e implantación es posterior a la construcción de los asentamientos termales. Dicho plan de encauzamiento marca las avenidas en la zona mencionada y los parámetros a tener en cuenta a la hora de construir nuevas infraestructuras. Al ser posterior la elaboración de dicho plan a la construcción de las termas, sólo afectará a futuros proyectos en las riberas del Miño. Actualmente en lo referente a la legislación del suelo y ordenación territorial, el ayuntamiento de Ourense está desarrollando el nuevo plan de Urbanismo en el que se incluirán estudios sobre los cauces, contando con la colaboración de la CHMS para su elaboración.

La Directiva Europea 60/2007 implica una gran oportunidad en el desarrollo de medidas sostenibles en la gestión de inundaciones, los planes de gestión que se desarrollen deberán contener medidas de ordenación territorial y urbanismo con limitaciones de los usos del suelo en zonas inundables. A finales del 2015 deberán estar elaborados estos planes. Dentro de las medidas previstas en esta directiva para

adaptar el planeamiento urbanístico vigente está incluida la posibilidad de retirar construcciones o instalaciones existentes que impliquen un grave riesgo.

En el caso que nos ocupa, el ayuntamiento de Ourense apuesta por un modelo sostenible en la zona termal situada en el tramo objeto de estudio, un modelo sostenible cuyo objetivo es el de minimizar daños y costes. Quedan descartadas totalmente, las actuaciones estructurales de; actuación sobre las presas, el traslado de las termas, traslado que supondría un gran coste y que no sería procedente ya que los manantiales de agua termal se encuentran en zona inundable. El ayuntamiento aboga a su vez por una "Actuación de forma coordinada con CHMS", al igual que con otros organismos implicados en la gestión del riesgo.

4 Conclusión

Como conclusión del estudio realizado de la gestión de riesgos de inundación, se deduce en primer lugar de una manera general que España cuenta con unos sistemas de gestión adecuados, con numerosos planes que gestionados de una manera adecuada contribuyen de una manera extraordinaria a la prevención y mitigación del daño causado por las avenidas y riadas. La aprobación de la Directiva 2007/60 contribuye de manera especial al desarrollo y toma de conciencia por parte de las administraciones de la importancia de la coordinación y la puesta en marcha planes sostenibles frente a los riesgos de inundaciones. De la misma manera las fases en las

que se divide la Directiva y los plazos otorgados para su cumplimiento van según lo establecido.

España se encuentra a su vez a merced de la meteorología resultando imposible evitar las inundaciones, pero si se pueden minimizar los efectos de éstas con una adecuada coordinación y colaboración por parte de las administraciones en la aplicación de las medidas adecuadas de gestión. Resultando en este caso las medidas no estructurales mucho más económicas y efectivas, que la construcción de grandes infraestructuras que no reducirían el riesgo y tendrían un alto coste económico. De la misma manera o más importante si cabe es la puesta en marcha de unos planes de ordenación territorial sostenibles que no entorpezcan el curso natural de los ríos y aumenten el peligro y la vulnerabilidad de las zonas susceptibles de inundarse. El desarrollo de una correcta planificación urbanística a nivel local es fundamental para una correcta gestión y reducción del riesgo.

La aplicación de medidas correctoras, como el pago de indemnizaciones no es suficiente y no reducen el riesgo. No se penaliza y no se tiene en cuenta la mala ordenación territorial que implica un aumento del riesgo.

Teniendo en cuenta que en la zona de estudio se encuentra un ARPSIS tal y como se indica en los estudios realizados por la CHMS, determinado por estudios históricos de inundaciones sucedidas en la zona, podemos precisar con respeto a la misma que, la zona termal del río Miño, y los desbordamientos de éste dependen directamente de la meteorología, las medidas de gestión no estructu-

rales, como la limpieza de cauces, no impiden las continuas crecidas, las zona donde se ubican las termas es una zona histórica de inundación desde antes de la construcción de las mismas. De la misma manera los desembalses realizados por la empresa Hidroeléctrica Gas Natural-Fenosa no aumentarían el riesgo de inundaciones, ya que las avenidas se sucederían igualmente en épocas de fuertes precipitaciones, ocupando las llanuras de inundación y anegando las termas situadas en plena llanura y muy próximas al cauce del río. Lo que se desprende de este análisis es una mala ordenación territorial al situar las termas a merced del río

La única solución posible tras el estudio realizada sería el traslado de las termas a una zona no inundable, medida no contemplada al estar las surgencias termales en plena llanura inundable, medida que implicaría un elevado coste económico y la pérdida de atractivo turístico termal que caracteriza a Ourense.

La naturaleza recupera lo que es suyo, las inundaciones y la anegación de las termas seguirá produciéndose año tras año, el objetivo de las administraciones no debería ser otro que el de intentar minimizar los daños que produzcan las crecidas ya que éstas no pueden evitarse, con una adecuada planificación territorial y poniendo en marcha de una manera coordinada los planes de gestión de riesgo mencionados en el desarrollo del trabajo.

Referencias

[1] Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (2014). Gestión de los Riesgos

de Inundación. Recuperado de <http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/>

- [2] Olcina Cantos, J. (2007). Riesgo de inundaciones y ordenación del territorio en España, páginas 35-43. Murcia: Instituto Euromediterráneo del Agua.
- [3] Dirección General de Protección Civil y Emergencias. (1995). Directriz básica de planificación ante el riesgo de inundaciones. Recuperado de <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1995-3865>
- [4] Berga, L. (2011). Las inundaciones en España, La nueva Directiva Europea de Inundaciones, páginas 7-8. Recuperado de http://www.unirioja.es/dptos/dd/administrativo/seminarioaguas2012/bibliografia/Berga_inundaciones_2011.pdf
- [5] Unión Europea. (2015). Síntesis de la legislación de la UE. Recuperado de http://europa.eu/legislation_summaries/about/index_es.htm
- [6] Confederación Hidrográfica del Miño-Sil. (2011). Evaluación preliminar del riesgo de inundación e identificación de las áreas con riesgo potencial susceptible de inundación del territorio español de la demarcación hidrográfica Miño-Sil. Recuperado de http://www.proteccioncivil.org/catalogo/naturales/jornada-normativa-inundaciones-0612/epris/Miño-Sil/EPRI_Miño-Sil.pdf

- [7] Martín, J., y Olcina, J. (2001). Climas y tiempos de España. Madrid: Alianza Editorial.
- [8] Alén González, E. (2012). Turismo Termal y de Salud. Recuperado de http://www.uned.es/caourense/docs/Memoria_2012-2013.pdf
- [9] Sociedad Española de Presas y Embalses. (2014). Presas españolas. Recuperado de <http://www.seprem.es/presases.php?p=48>
- [10] Instituto Ourense de Desenvolvemento Económico. (5 de febrero de 2014). La diputación de Ourense presenta el plan "Ourense é a provincia termal". Recuperado de http://turismourense.com/Blog/contenido/526/L_a_Deputacion_de_Ourense_presenta_el_Plan_Ourense_e_a_provincia_termal
- [11] Confederación Hidrográfica del Miño-Sil. (2014). Programa de medidas. Plan hidrológico de la demarcación hidrográfica Miño-Sil. Recuperado de http://www.chminosil.es/phocadownload/documentos/file/plan_hidrologico/00-Anejos/A10-Programa-de-Medidas/A10_PDM.pdf
- [12] La Región. (5 de septiembre de 2010). El Concello encarga un plan de encauzamiento del Miño. Recuperado de <http://www.laregion.es/articulo/ourense/concello-encarga-plan-encauzamientomino//20100905075001126210.html>

RUNOFF STUDY ON REAL TERRAINS USING UAV PHOTOGRAMMETRY AND SPH MODELLING OF FLUIDS

A. Barreiro, J.M. Domínguez, A.J.C. Crespo, M. Gómez- .

Environmental Physics Laboratory (EPHYSLAB), Universidade de Vigo, Spain.

H. González-Jorge

Applied Geotechnology Group. Department of Natural Resources & Environmental Engineering, Universidade de Vigo, Spain.

Keywords: SPH, numerical modelling, UAV, photogrammetry, runoff.

Abstract

Runoff problems due to intense rains can affect civil constructions causing instabilities in the terrain and even damages on structures. Two different technologies are merged to study this phenomenon, UAV photogrammetry (Unmanned Air Vehicle) and a CFD model (Computational Fluid Dynamics) based on SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics). UAV is used to obtain the topographic information about the area of study, and SPH technique is applied to study water trajectories in an extreme rain event. The use of engineering solutions to palliate flood events is also analysed.

1 Introduction

Surface runoff is the amount of water that soils cannot infiltrate. The source of the water can be snowmelt or intense rain events and can flow over the roads, the sidewalks, the roofs of the houses and any other impervious surface or soils.

The storms passing through the north of the Iberian Peninsula are

frequently accompanied by heavy showers that result in short and intense rainfalls, in the order of 10-20 minutes. Due to climate change these events have worsened during the last decades and the area is more prone to extreme rain events than in the past. Therefore, civil structures must be prepared for the new conditions and need to be adapted to the new reality, where runoff can cause problems of stability of slopes, bridges, and walls.

Two advanced tools are combined in this work. UAV (Unmanned Air Vehicle) photogrammetry is used to obtain accurate topographic information of the area of study and the SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics) code called DualSPHysics allows modelling complex flows.

UAV systems have become a new tool for remote acquisition of images. These devices can operate where traditional methods cannot, usually due to cost, danger issues or lack of flexibility. When UAVs are equipped with digital cameras, they become platforms that can provide useful topographic data, Remondio [1]. This tool represents a new alternative to

the expensive LIDAR or photogrammetric traditional flights performed with a manned airplane. Other advantage of the UAV flights is the operational altitude, these devices can work at lower heights providing higher resolution, therefore, better accuracy Everaerts [2].

SPH is a meshless lagrangian method where the fluid is discretized by particles. Each particle represent a point where the main physical quantities are computed as the interpolation of the values of surrounding particles. The interaction is computed according to the Navier-Stokes equations, thus, density, pressure, and velocity of each particle are obtained.

The SPH code, DualSPHysics (Crespo [3], Gómez-Gesteira [4] [5]), has been developed to be applied to real engineering problems. The code can be run both on CPUs and GPUs (graphic processing units with powerful parallel computing capability). DualSPHysics is an open source project and can be download for free from www.dual.sphysics.org. The different details on the implementation can be found in Domínguez [6] [7][8]. The model has been applied successfully to study different cases of civil engineering such as: computation of forces exerted by large waves on the urban furniture Barreiro [9] and run-up in an armour block breakwater Altomare [10].

In this work DualSPHysics is used to simulate the runoff on a terrain whose geometry was obtained using UAV photogrammetry. The case study represents how the water from an intense rain event flows into a road and how effective are the coun-

termeasures implemented to palliate these kind of events. Thus a study of the different amount of water arriving to the road is carried out for different protection scenarios.

2 Methods

2.1 UAV technology

The UAV used in this study was an eight propeller Okto XL from Mikrokopter, for the detailed specifications the reader is referred to the website of the product (www.mikrokopter.de). The UAV is controlled by a remote station which tracks the position, velocity, and acceleration in the three axis, also other flight statistics are displayed such as pitch, roll, and relative height to the ground. The control station also uses the GPS signal to improve the UAV stability. The camera used for image acquisition is a Sony Nex 7 with a resolution of 24.3 Mpx. Mounted lens is a Sony SEL16F28 (focal length of 16 mm and F2.8).

Data acquisition was first planned in the laboratory using Google Earth and the Mikrokopter planning software to generate the GPS waypoints to configure the pathing of the survey, Figure 1.

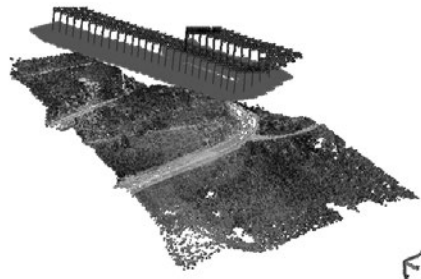


Figure 1: UAV pathing and image alignment with computed camera positions and the resulting point cloud.

The route, waypoints, and photography acquisition positions were configured to obtain a 60% image overlap. Once the flight was done autonomously by the UAV, the images obtained were loaded in a photogrammetric software called Photoscan (www.agisoft.ru). This software searches for the common points on the UAV photographs and places the points in the 3D space creating a point cloud with the geometric information as can be seen in Figure 1.

2.2 Smoothed Particle Hydrodynamics model

In this work only the main formulation of the SPH method is presented, for a deeper description of the method and its features the reader is referred to Gómez-Gesteira [4][5][11] and Monaghan [12].

As mentioned before SPH is a Lagrangian meshless method where the fluid is discretized as a set of particles. Each one of the particles is a nodal point where the main physical quantities are calculated (position, velocity, acceleration, density, pressure...). These quantities are computed as interpolation of the values of the neighbouring particles. The contribution of these particles is weighted using a kernel function (W). This function controls the contribution according to the distance between particles and its range of interaction is defined by the smoothing length (h). The smoothing length defines the maximum distance of interaction, meaning that particles with a bigger separation than h will not interact.

The kernel function must satisfy certain properties like compact support, positivity, partition of unity and delta behaviour when the interaction distance tends to zero.

The SPH method is based in the integral interpolants theory, therefore any function, F , can be approximated by the integral:

$$F(\mathbf{r}) = \int F(\mathbf{r}')W(\mathbf{r} - \mathbf{r}', h)dr' \quad (1)$$

where \mathbf{r} is the position vector of the particle, and W is the kernel function mentioned before.

There are many kernel functions in the literature but in DualSPHysics there are two options implemented, one of them is the Wendland quintic kernel by Wendland [13] defined in 3D as:

$$W(q) = \alpha_D \left(1 - \frac{q}{2}\right)^4 (2q + 1) \quad 0 \leq q \leq 2 \quad (2)$$

where $q=r/h$ and $\alpha_D = 21/(16\pi h^3)$ is the normalization constant.

The function F (Eq. 1) can be expressed in a discrete form as:

$$F(\mathbf{r}_a) \approx \sum_b F(\mathbf{r}_b)W(\mathbf{r}_a - \mathbf{r}_b, h) \frac{m_b}{\rho_b} \quad (3)$$

where a refers to the particle where the interpolation is taking place and b represents the neighbouring particles, also m and ρ are mass and density respectively.

The classical SPH formulation treats the fluid as weakly compressible and the Navier-Stokes equations are solved (Gómez-Gesteira [11]). The conservation laws of continuum fluid dynamics, in the form of differential equations, are transformed

into their discrete forms by the use of the kernel functions.

The momentum equation was proposed by Monaghan [14] is used to determine the acceleration of a particle as the result of the interaction with its neighbours:

$$\frac{d\mathbf{v}_a}{dt} = -\sum_b m_b \left(\frac{P_b}{\rho_b^2} + \frac{P_a}{\rho_a^2} + \Pi_{ab} \right) \nabla_a W_{ab} + \mathbf{g} \quad (4)$$

being \mathbf{v} velocity, P pressure, ρ density, m mass, and \mathbf{g} the gravitational acceleration. Π_{ab} is the viscous term according to the artificial viscosity proposed in Monaghan [12].

The mass of each particle is constant, so that changes in fluid density are computed by solving the conservation of mass or continuity equation in SPH form:

$$\frac{d\rho_a}{dt} = \sum_b m_b \mathbf{v}_{ab} \cdot \nabla_a W_{ab} \quad (5)$$

The fluid is treated as weakly compressible, in this approach the pressure is calculated starting from density values of the particle using Tait's equation of state (Batchelor [15]).

3 Data pre-processing

The photogrammetric data is obtained as a point cloud with high resolution and the geometric information of the area. In order to perform the simulations is necessary to convert this data to a set of SPH particles. The steps taken are: first a conversion from POINTS to TRIANGLES then TRIANGLES to SPH particles.

3.1 POINTS to TRIANGLES

This process transforms the point cloud generated by Photoscan to a polygon mesh using a 2D Delaunay triangulation. Figure 2 left panel. A mesh is a Delaunay triangulation if all circumcircles of all triangles of the network are empty. The generation of the mesh is crucial because it closes possible holes on the geometry and allows the realistic water displacement without abnormal infiltration. Therefore, a STL file can be produced, Figure 2 left panel.

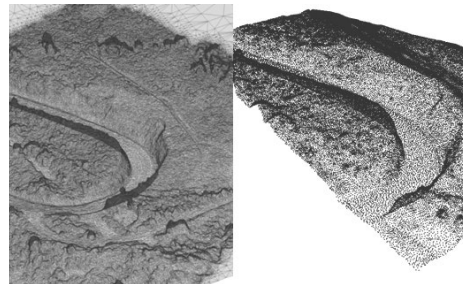


Figure 2: Stages of the data process from points to SPH particles.

3.2 TRIANGLES to SPH particles

DualSPHysics employs a pre-processing tool that uses a 3D mesh to locate the particles. The idea is to represent the objects using particles, these particles are created in the nodes of the 3D mesh. Firstly, the mesh nodes around the object are defined and then particles are created only in the nodes that compose the shape of the desired geometry. Complex 3D models such as STL files can be imported and converted to particles, Figure 2 right panel, splitting the geometry into triangles and following the process described before.

4 Case of study

Figures 1 and 2 present the case of study. The road section studied is located around 42.2946°N and 7.5888°W . Rain causes important damages that can be observed in the surrounding orography. These kind of events motivates this work. The slopes of the road are mainly formed by shale that is a natural waterproofing rock, thereby, the amount of water infiltrated is minimum. The height of the slopes oscillates between 10 m and 15 m.

Figure 3 presents the domain of the simulation performed using DualSPHysics. The watermarked area on Figure 3 top, represents the catchment area that concentrates the water that will fall into the road. The watershed lower boundary corresponds to the upper boundary of the simulated area, darkened area on Figure 3 bottom.

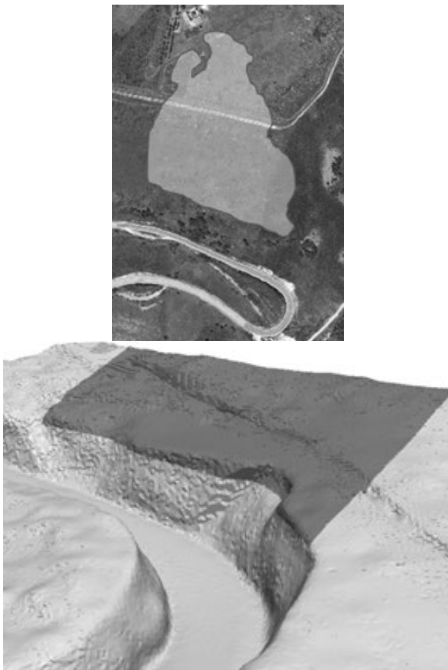


Figure 3: Domain of the SPH simulation.

The area of study is 83 m x 75 m with a steep slope ($\sim 17\%$) in X direction and a gentler slope ($\sim 7\%$) in Y direction. The presence of a ditch across the terrain can also be observed in the figure, which is approximately 0.80 m deep and 0.5 m wide. The ditch is a temporary measure carved by an excavator. In order to appropriately represent the runoff inlet and outlet conditions are considered in the simulation frontiers. The lateral and lower boundaries are open so particles can freely exit the domain. In the other hand at the top frontier inflow conditions are imposed to mimic the effects of an intense rain event. The inflow conditions allows controlling the amount of water that enters the domain. The flow is calibrated to $0.5\text{ m}^3\text{s}^{-1}$, the discharge is calculated according to the climatology and orography of the area, Pilgrim [16], for a deeper description of the process the reader is addressed to Barreiro [17]. Figure 4 presents the time story of the discharge that enters the domain and coincides with the expected value mentioned before.

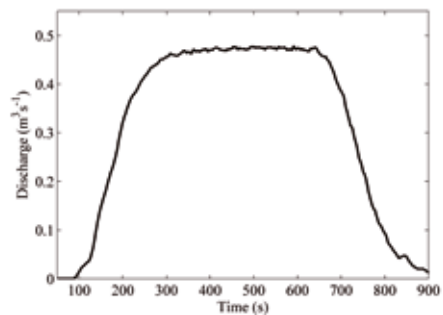


Figure 4: Time story of water inflow through the upper boundary.

The terrain is mostly filled with bushes creating a natural barrier to

the flow advance. To represent this scenario a modification on DualSPHysics is necessary. The modification of the interaction between fluid and boundary particles allows the code imitating the behaviour of the flow interacting with vegetation. The coefficient of Manning characterizes a natural channel by the type of material or the amount of debris in it. Table 1 presents different values for the Manning coefficient.

Table 1: Typical table caption.

Surface	Value
Glass	0.010±0.002
Concrete	0.012±0.002
Steel	0.014±0.003
Natural channel	0.040±0.010
Area (low brush)	0.050±0.020
Area (high brush)	0.075±0.025

The Manning equation, Eq. 6, gives a theoretical velocity for a flow depending on the channel characteristics.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \sqrt{S} \quad (6)$$

where V is the theoretical velocity, n is the Manning coefficient, R is the hydraulic radius of the flow, and S the slope of the natural channel.

The modification of the interaction must be calibrated, so various simulations were carried out for different values of the interaction between fluid and boundary particles, α_{BF}/α_{FF} , Figure 5.

The Manning coefficient for high brush area is approximately 0.075, which results in a velocity of 0.46 ms⁻¹. According to Figure 5 the theoretical velocity was achieved for $\alpha_{FB}=16 \alpha_{FF}$.

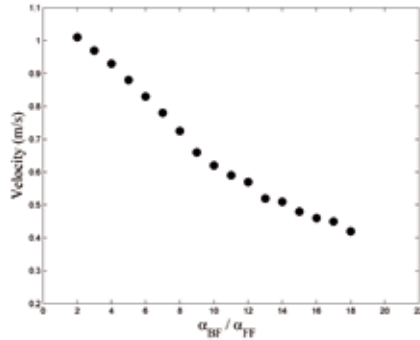


Figure 5: Flow velocity dependence on the ratio between α_{BF} and α_{FF} .

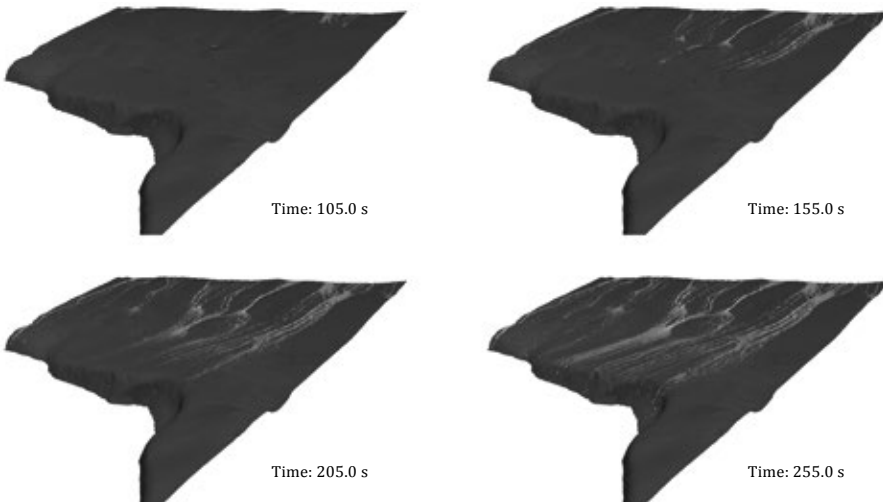


Figure 6: Different instants of the DualSPHysics simulation without ditch.

5 Results

The first simulation was conducted without the ditch, Figure 6, to evaluate the worst case scenario. The first two panels water only affects the upper (Time=105 s) and middle (Time=155 s) parts of the computational domain. In the third panel (Time=205 s) the water has already arrived at the lower part of the domain and falls into the road.

The amount of water arriving at the road can be seen in Figure 7. Basically, the plot is similar to the one showing the flow entering the computational domain (Figure 4). The maximum amount of water (around $0.46 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) is slightly smaller in Figure 7 because a small percentage of water (around 6%) leaves the computational domain through the open lateral boundaries. In addition, the signal in Figure 7 is delayed in around 50 seconds when compared with the signal in Figure 4.

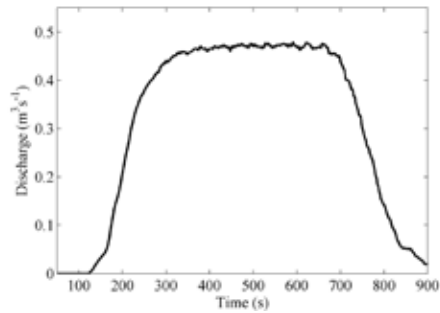


Figure 7: Time story of water inflow to the road.

A second simulation with the ditch was performed, Figure 8, the initial configuration of both cases is equal. The ditch mimics the main features of the real one shown in Figures 2 and 3; namely, 80 cm deep and 50 cm wide. The first frames of the simulation are equal to previous simulation without a ditch. Nevertheless, the rest of the frames show how water is collected and drained by the ditch. Actually, there is not water discharge to the road under these conditions.

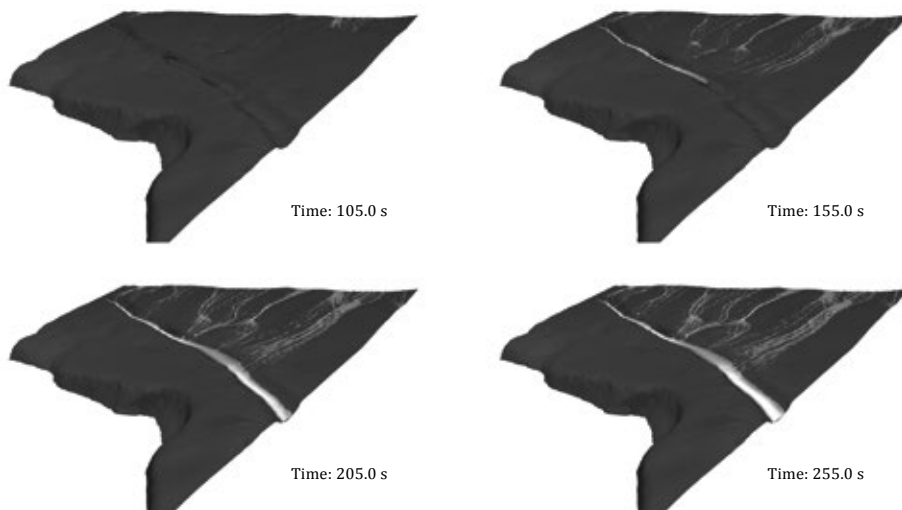


Figure 8: Different instants of the DualSPHysics simulation with a ditch.

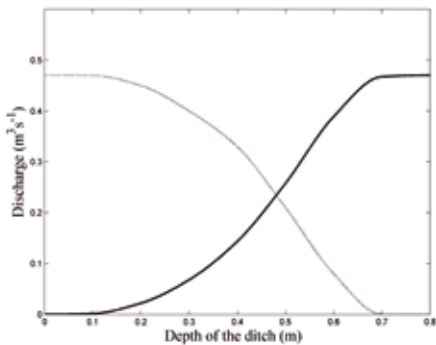


Figure 9: Discharge into the road (dashed line) and drainage of the ditch (solid line).

The ditch is a temporary solution due to the degeneration of the carved area. This degeneration can be generated by debris or sedimentation caused by intense rain events. The effect of the sedimentation is analysed reducing the depth of the ditch. Figure 9 shows the water discharge into the road and the water drained by the ditch as a function of the depth of the ditch. The inflow conditions are the same as in previous cases. Ditches with less than 0.2 m are inefficient and 90% of the discharge arrives to the road. In the other hand ditches with around 0.4 m are able to drain the 50% of the incoming flow. Finally, ditches with more than 0.7 m depth are shown to be ideal draining the 100% of the discharge under strong rain conditions.

6 Conclusions

This work presents the combined application of two new technologies to study runoff problems on real terrains. These technologies are UAV photogrammetry and a fluid solver based on SPH technique.

UAV photogrammetry was used to obtain the geometry of the

area. The point cloud data can be converted into particles through a triangulation process and these particles are used to create the initial setup of DualSPHysics.

The simulations use an inflow that mimics fast and intense rain events according to the meteorological conditions in the zone. Thus, an inflow of about 0.5 m³s⁻¹ was imposed through the upper boundary of the computational domain.

The effect of a ditch to prevent inflow to the road was studied. The dimensions of the ditch were 0.8 m deep and 0.5 m wide. This precautionary measure was observed to be effective to drain water under extreme conditions. Also a study for different ditch depths was conducted showing that the sedimentation decreases the efficiency. The drainage was only on the order of 50% when the depth of the ditch decreased at about 0.45 m.

In summary, the combination of UAV photogrammetry and DualSPHysics has proven to be a suitable tool to design measures to palliate floods on areas adjacent to roads. This method can be applied to any scenario.

References

- [1] Remondino, F., Barazzetti, L., Nex, F., Scaioni, M. & Sarazzi, D. UAV photo-grammetry for mapping and 3D modelling-current status and future perspectives. Volume 38-1, page 25-31 International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2011.

- [2] Everaerts, J. The Use of Unmanned Aerial Vehicles (UAVS) for Remote Sensing and Mapping. *IAPRS&SIS*. 37(B1) (2008) 1187-1192.
- [3] Crespo, A.J.C., Domínguez, J.M., Barreiro, A., Gómez-Gesteira, M. & Rogers, B.D. GPUs, a new tool of acceleration in CFD: Efficiency and reliability on Smoothed Particle Hydrodynamics methods. *PLoS ONE*. 6(6) (2011) e20685
- [4] Gómez-Gesteira, M., Rogers, B.D., Crespo, A.J.C., Dalrymple, R.A., Narayanaswamy, M. & Domínguez, J.M. SPHysics - development of a free-surface fluid solver- Part 1: Theory and Formulations. *Computers & Geosciences*. 48 (2012a) 289-299.
- [5] Gómez-Gesteira, M., Crespo, A.J.C., Rogers, B.D., Dalrymple, R.A., Domínguez, J.M. & Barreiro, A. SPHysics - development of a free-surface fluid solver- Part 2: Efficiency and test cases. *Computers & Geosciences*. 48 (2012b) 300-307.
- [6] Domínguez, J.M. , Crespo, A.J.C., Gómez-Gesteira, M. & Jean C. Marongiu. Neighbour lists in Smoothed Particle Hydrodynamics. *International Journal For Numerical Methods in Fluids*. 67(12) (2011) 2026-2042.
- [7] Domínguez, J.M. , Crespo, A.J.C. & Gómez-Gesteira, M. Optimization strategies for CPU and GPU implementations of a smoothed particle hydrodynamics method. *Computer Physics Communications*, 184(3) (2013a) 617-627.
- [8] Domínguez, J.M. , Crespo, A.J.C., Rogers, B.D. & Gómez-Gesteira, M. New multi-GPU implementation for Smoothed Particle Hydrodynamics on heterogeneous clusters. *Computer Physics Communications*, 184 (2013) 1848-1860.
- [9] Barreiro, A., Crespo, A.J.C., Domínguez, J.M. & Gómez-Gesteira, M. Smoothed Particle Hydrodynamics for coastal engineering problems. *Computers & Structures*, 120(15) (2013) 96-106.
- [10] Altomare, C., Crespo, A.J.C., Domínguez, J.M. , Gironella, X. & Gómez-Gesteira, M. Numerical modelling of armour block sea breakwater with Smoothed Particle Hydrodynamics. *Computers and Structures*, 130 (2014) 34-45.
- [11] Gómez-Gesteira, M., Rogers, B.D., Dalrymple, R.A. & Crespo, A.J.C. State-of-the-art of classical SPH for free-surface flows. *Journal of Hydraulic Research*, 48 Extra Issue (2010) 6-27.
- [12] Joseph J. Monaghan. Smoothed Particle Hydrodynamics, *Reports on Progress in Physics*. 68 (2005) 1703-1759.
- [13] Wendland, H. Piecewise polynomial, positive definite and compactly supported radial functions of minimal degree. *Advances in computational Mathematics*, 4 (1) (1995) 389-396.
- [14] Monaghan, J.J. Smoothed Particle Hydrodynamics, *Annual Rev. Astron. Appl.* 30 (1992) 543-574.

- [15] Batchelor, G.K. Introduction to fluid dynamics, Cambridge University Press. 1974.
- [16] Pilgrim, D.H. & Cordery, I. Flood Runoff. Handbook of Hydrology, McGrawHill. 1993.
- [17] Barreiro, A., Domínguez, J.M., Crespo, A.J.C., González-Jorge, H., Roca, D. & Gómez-Gesteira, M. Integration of UAV photogrammetry and SPH modelling of fluids to study runoff on real terrains. PLoS ONE, 9(11): e111031. 2014.

RED GALLEGA DE BIORREMEDIACIÓN BIOAUGA

J. M. Torres Palenzuela

Departamento de Física Aplicada. Universidad de Vigo, España.

E. González-Romero

Departamento de Química Analítica y Alimentaria. Universidad de Vigo España.

M. M. Riádigos García

Departamento de Física Aplicada. Universidad de Vigo España.

Palabras clave: biorremediación, red, microorganismos.

Resumen

La red de investigación de biorremediación de aguas dulces en Galicia (BIOAUGA), comprende 13 equipos de las tres universidades gallegas, encaminados a mejorar los procesos de biorremediación de aguas dulces contaminadas, mediante microalgas y divulgar estos conocimientos a empresas e instituciones, con el fin luchar contra el deterioro de la calidad del agua, la pérdida de biodiversidad, los distintos tipos de contaminación, y contra el cambio climático, favoreciendo la fijación de CO₂.



Figura 1: Planta de crecimiento de microalgas ubicada en la EDAR de Guillarei.

1 Introduction

Según la Organización Mundial de la Salud, se estima que 1.800 millones de personas viven actualmente sin acceso al agua potable. Esto supone no sólo un riesgo para su salud, sino también un freno en su desarrollo y una enorme limitación de su calidad de vida. En 2010, la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció explícitamente que todas las personas tienen derecho a disponer de forma continuada de agua suficiente, salubre, físicamente accesible, asequible y de una calidad aceptable para uso personal y doméstico.

Multitud de mujeres y niñas africanas se desplazan diariamente durante horas con el único objetivo de transportar agua a su familia. Teniendo ésta como principal ocupación, otras actividades que puedan traer beneficios a la comunidad quedan totalmente relegadas a un segundo plano. Y el problema no surge sólo de la inaccesibilidad o la escasez de agua, sino también de la carencia de conocimientos o herramientas para man-

tenerla suficientemente limpia para ser utilizada una vez disponible.

De ahí surgen las alarmantes cifras publicadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que dicen que el 80% de las enfermedades del mundo están relacionadas con el consumo de agua contaminada. Estas enfermedades suponen la quinta causa de muerte entre las mujeres de todo el mundo (www.wateraid.org). Entre otras se encuentran el cólera, la disentería, la fiebre tifoidea, la poliomielitis o la esquistosomiasis. Pero sin duda, la más conocida es la diarrea, que causa la muerte de más de 500.000 personas cada año. El agua contaminada mata más niños que los conflictos bélicos, la malaria y el VIH/SIDA juntos. Más de 1,5 millones de niños mueren al año por esta causa (INTERMON/OXFAM). De continuar en la dirección actual, el 60% de la población mundial tendrá que afrontar la escasez de agua en 2025.

Por otro lado el vertedero final para una gran parte de nuestros desechos son los ríos y océanos. A ellos van a parar gran parte de los vertidos urbanos e industriales. No sólo reciben las aguas residuales, sino que, en muchas ocasiones, se utiliza para arrojar las basuras o, incluso, los residuos radiactivos.

Según la definición dada por el Grupo GESAMP (Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection), y adoptada por la comunidad internacional en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (Art.1.4), por "contaminación del medio marino se entiende la introducción por el hombre, directa o indirecta-

mente, de sustancias o de energía en el medio marino incluidos los estuarios, que produzca o pueda producir efectos nocivos tales como daños a los recursos vivos y a la vida marina, peligros para la salud humana, obstaculización de las actividades marítimas, incluidas la pesca y otros usos legítimos del mar, deterioro de la calidad del agua del mar para su utilización y menoscabo de los lugares de esparcimiento" (Naciones Unidas, 1984). En esta definición, la contaminación de las cuencas hidrográficas es considerada conceptualmente con la inclusión de los "estuarios".

Alrededor del 70%-75% de la contaminación marina global es producto de las actividades humanas que tienen lugar en la superficie terrestre. Un 90% de los contaminantes es transportado por los ríos al mar. Por otro lado, entre un 70% y 80% de la población mundial (aproximadamente 3600 millones de personas) se ubica en las costas o cerca de ellas, especialmente en zonas urbanas, donde una parte importante de los desechos que allí se producen se deposita directamente en el océano. Como consecuencia, muchos ecosistemas críticos, algunos únicos en el mundo, tales como lagunas costeras y otros lugares de interfase entre la tierra y el mar, han sido alterados más allá de su capacidad de recuperación.

La importancia de la contribución de los ríos como vía de ingreso de contaminantes al mar fue reconocida por primera vez en la Conferencia Técnica de la FAO sobre Contaminación Marina y sus Efectos en los Recursos Vivos (Roma, 8-9 de

diciembre de 1970), donde se estableció que la mayor parte de la contaminación que llega al mar lo hace a través de los ríos y por la escorrentía costera produciendo importantes efectos en los estuarios y recursos vivos [1]. En 1975, el Grupo Mixto Interagencial de Naciones Unidas sobre los Problemas Científicos de la Contaminación del Medio Marino (hoy Grupo Conjunto sobre los Problemas del Medio Ambiente Marino, GESAMP), incorporó esta ruta como uno de los “miembros” de la Ecuación de Balanza de Masas, (GESAMP, 1975).

Posteriormente, en el proyecto de investigación “Impacto de los Ríos en los Sistemas Oceánicos” (River inputs to ocean systems) se calificó a los ríos como “la principal ruta” de introducción al mar de contaminantes producidos por la actividad humana y por causas naturales [2]. Ello fue reiterado por la 3ª Conferencia Internacional sobre el Manejo Ambiental de Mares Cerrados EMECS, (Estocolmo, Suecia 15–17 de Agosto, 1997).

Más recientemente, la Conferencia Global de Océanos y Costas para Rio+10 (París, diciembre 2001), reconoció la dependencia de la salud de los océanos y sus costas al manejo apropiado de las cuencas hidrográficas [3]. Adicionalmente, el Consejo Económico y Social de Naciones Unidas, en su examen del programa 21, recomendó “adoptar el concepto de cuenca hidrográfica, incorporando la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible de otros recursos como: suelos, bosques, humedales, montañas, y aplicar principios de manejo integrado del agua a través de

todo el sistema de recursos acuáticos para proporcionar una eficiente y equitativa asignación del agua una armonización con los sistemas de administración del agua”.

De acuerdo con GESAMP (2001), las principales fuentes fijas de contaminación corresponden a las plantas industriales, desechos municipales y sitios de extracción, explotación y construcción como excavaciones (explotación agrícola, aprovechamiento forestales, minería, etc). Los contaminantes presentes en las fuentes industriales son por lo general nutrientes, metales pesados, compuestos orgánicos específicos, radionúclidos y propiedades físico-químicas específicas como pH, salinidad, demanda de oxígeno, dureza, etc. Los componentes de los desechos son microorganismos patógenos, nutrientes y carbono orgánico y se encuentran combinados con aceites, grasas y productos químicos derivados de las industrias, los que entran en las corrientes de desechos domésticos a través de los sistemas de alcantarillado y la escorrentía pluvial.

En las zonas cercanas a las costas hay un activo crecimiento industrial. Las franjas costeras, donde desembocan ríos o aflora agua subterránea son, en general, un mosaico complejo e interactivo de ecosistemas compuestos por humedales, lagunas costeras, marismas, manglares, tierras húmedas, hábitats de aguas dulces, estuarios y zonas ribereñas interconectados por canales y además son receptoras de material, agua dulce, sólidos disueltos, partículas y recursos vivos provenientes de los continentes. En la mayoría

de los países, las áreas aledañas a las costas constituyen zonas muy activas de desarrollo económico y social. Los servicios ecosistémicos de las áreas costeras son muy amplios. Son una efectiva defensa natural que regula muchas alteraciones, como el efecto de inundaciones, marejadas, tormentas y crecidas. También proporcionan alimento y refugio para un gran número de organismos y contribuyen a través de sus procesos naturales, a reducir contaminantes etc.

La contaminación ambiental por metales pesados, fármacos o nitratos y fosfatos se ha convertido en un grave problema en aguas dulces y océanos. Los metales pesados son esencialmente no biodegradables y por lo tanto se acumulan en el medio ambiente. La acumulación de metales pesados en suelos y en las aguas representa un riesgo para la salud ambiental y humana. Estos elementos se acumulan en los tejidos del cuerpo de los seres vivos (bioacumulación) y sus concentraciones aumentan a medida que pasan de niveles tróficos más bajos a niveles tróficos más altos (un fenómeno conocido como biomagnificación). Los metales pesados no esenciales (Cd, Pb, As, Hg y Cr) son aquellos que no son necesarios para los organismos vivos y para el desarrollo de las funciones fisiológicas y bioquímicas [5].

Los microorganismos fotosintéticos son capaces de acumular metales pesados mediante absorción/adsorción química, intercambio iónico y quimisorción, enlace covalente, precipitación de superficie, reacciones redox o cristaliza-

ción sobre la superficie de su pared celular. La capacidad de las microalgas, mayor que la de la biomasa bacteriana y fúngica, de eliminar metales como hierro, aluminio, manganeso, magnesio y zinc de cuatro tipos diferentes de agua residual alcanza porcentajes de eliminación entre 56 y 100% [6].

La presencia de fármacos en los efluentes de estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) se ha convertido, en los últimos años, en un potencial e importante problema medioambiental. Además, el hecho de la reutilización de las aguas tras el proceso de depuración, puede generar problemas de acumulación de estos contaminantes emergentes, pudiendo convertirse en un problema potencial para la salud [7].

Por otro lado los nutrientes vegetales inorgánicos, nitratos y fosfatos, son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para su desarrollo, pero si se encuentran en cantidad excesiva inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos provocando la eutrofización de las aguas. Cuando estas algas y otros vegetales mueren, al ser descompuestos por los microorganismos, se agota el oxígeno y se hace imposible la vida de otros seres vivos. El resultado es un agua maloliente e inutilizable. Actualmente las aguas de salida de EDARs a los ríos contienen elevadas concentraciones de estos contaminantes. La producción de biomasa microalgal requiere grandes cantidades de nitrógeno (N) y fósforo (P). La sostenibilidad y viabilidad económica de la producción de microalgas podrían mejorarse significativamente si N y P son suministrados por aguas residuales [8].

2 Red BIOAUGA

La red de investigación BIOAUGA: BIORREMEDIACIÓN DE AGUAS DULCES CONTAMINADAS (BIOAUGA) está formada por un total de 13 grupos, pertenecientes a las tres universidades gallegas con sede en las cuatro provincias, en los campus de Ourense, Lugo, Coruña, Santiago de Compostela y Vigo.

BIOAUGA pretende ser un nexo de unión entre distintos grupos, que bajo este espíritu multidisciplinar aspira a un crecimiento, empezando por equipos y grupos de las Universidades Gallegas, pero que se extiende como uno de sus objetivos a los distintos centros de investigación, institutos tecnológicos y a las distintas plataformas empresariales relacionadas con los recursos ambientales en Galicia. La red BIOAUGA nace unificando líneas de trabajo de distintos grupos gallegos, con líneas de investigación centradas en ámbitos que van desde biorremediación, microalgas, química analítica, microbiología, bioenergía, inmunología, métodos analíticos, sensores ópticos y biosensores hasta ecología, nanopartículas, energía y alimentación. El objetivo principal de BIOAUGA es aunar estrategias para avanzar en los procesos de biorremediación de los recursos hídricos degradados, mediante el desarrollo de metodologías y tecnologías transferibles al sector industrial gallego para una mejora en el uso eficiente de los recursos naturales, que aseguren la integridad medioambiental, la biodiversidad, los recursos en el entorno natural, rural y urbano

como factor de competitividad y desarrollo socioeconómico del país.

Los objetivos perseguidos en esta red, siguen la línea marcada por la Estrategia de Lisboa, contienen un enfoque orientado hacia el conocimiento y la innovación, con particular énfasis en la investigación y el desarrollo tecnológico en el ámbito de la sostenibilidad ambiental y la eficiencia energética. BIOAUGA contribuye a la consecución de dicho propósito estimulando un espíritu innovador y fomentando el conocimiento multidisciplinar en el campo de la biorremediación de recursos hídricos degradados, aplicando nuevas tecnologías (microbiología, biosensores, algoritmos basados en inteligencia artificial, nanopartículas) y metodologías desarrolladas en otros campos (inmunología, nuevas técnicas analíticas, química coloidal) y la investigación aplicada entre grupos muy diversos como modelo de desarrollo sectorial, integrando los avances científicos en el ámbito empresarial (ecología, biocombustibles, medicina, alimentación).

El propósito de BIOAUGA es tratar de avanzar en la resolución de la problemática medioambiental vinculada a los recursos hídricos degradados del territorio, potenciando el aprovechamiento del residuo de bioorganismos con fines energéticos. Trabajar en esta línea permitirá avanzar en el hecho de evitar la pérdida de biodiversidad, luchar contra distintos tipos de contaminación, degradación de los espacios naturales y paisajes, erosión y desnaturalización del medio ambiente marino y costero y deterioro de la calidad del agua.

Concretamente, el esfuerzo conjunto de los grupos de BIOAUGA, favorecerá la utilización de estrategias comunes de cara al tratamiento de aguas degradadas por contaminantes mediante microorganismos en estaciones de depuración urbanas e industriales, propiciando así su uso y, por ende, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, mediante la absorción de CO₂ en el proceso, y la reutilización de la biomasa como biocombustible.

3. Valorización de la Biomasa.

A partir de 1990, aumentó el interés por el uso de la biomasa microalgal en la producción de biocombustibles, convirtiéndose ésta en una alternativa factible por muchas razones: la rápida tasa de crecimiento de los cultivos algales, el contenido lipídico elevado de la biomasa, dependiendo de las condiciones de cultivo y la especie cultivada, la versatilidad de las microalgas, la posibilidad que ofrece el cultivo para usar tierras no cultivables y aguas no potables, incluso aguas residuales, entre otras. Por otra parte, las microalgas están presentes en prácticamente todos los hábitats; existe una variedad considerable de especies que viven en un amplio rango de condiciones ambientales, incluso en ambientes extremos. Específicamente, la *Chlorella vulgaris* destaca al ser una importante fuente de biomasa para la producción de bioenergía de segunda generación (materia prima no alimentaria) [9] y por su capacidad de fitoremediación [10].

El crecimiento de cultivos de microalgas se realiza mediante ins-

talaciones en abierto (tipo raceway) o en ambiente controlado (fotobiorreactores) [11].

4 Sistema de crecimiento en abierto

En general, un sistema diseñado para el cultivo de microalgas debe maximizar la eficiencia de absorción de la luz por las algas en crecimiento y lograr altas concentraciones de biomasa y/o sus derivados e.g. proteínas, ácidos grasos y pigmentos. La mezcla u homogeneización dentro de un sistema de cultivo acuoso, ya sea éste pequeño o de gran escala, es utilizada, precisamente, para evitar la decantación de las células en el fondo o costados del recipiente de cultivo. En el caso de los cultivos masivos abiertos (raceway), se utiliza un motor rotatorio con palas para este fin junto con un foso de aireación para insuflar CO₂ en el cultivo necesario para su crecimiento.

La recolección de biomasa procedente del cultivo de microalgas tiene tres dificultades principales. Primero, la naturaleza diluida del cultivo de algas, que es típicamente menos de 0,5 g/l en sistemas de producción comercial. Por lo tanto, grandes volúmenes de cultivo necesitan tratarse para recuperar la biomasa [12]. Por otro lado, la obtención de la cosecha mediante algunas técnicas generales, tales como filtración, son difíciles de aplicar debido a su pequeño tamaño [9]. Tercero, estas células pequeñas generalmente tienen una carga superficial electronegativa (potencial Z), en un amplio intervalo

de pH [13]. La agregación de las células de microalgas se complica debido al efecto de repulsión electrostática entre éstas, lo que hace más difícil su recolección [14]. En suma, la variedad en tamaño, forma y movilidad de las diferentes especies de microalgas es tal que se hace difícil desarrollar una técnica única adecuada para recuperar la biomasa de estos cultivos [13].

4.1. Planta Piloto de crecimiento de microalgas en EDAR de Guillarei (Tui).

La EDAR de Guillarei ocupa una parcela de 60.000 metros cuadrados. Está diseñada para poder tratar los vertidos de una población futura de hasta 180.000 habitantes. En la actualidad son unos 51.000 que suman los municipios de Mos, Porriño, Salceda de Caselas y Tui. En esta zona existe además un importantísimo parque industrial (Polígono As Gándaras). Se trata de una depuradora biológica de fangos activados mediante el sistema de carga media, con decantación primaria y reactor biológico cuya tipología es la de un canal de oxidación, espesado, digestión anaerobia, deshidratación mediante centrífugas y secado térmico.

En este enclave se encuentra la planta piloto de crecimiento de microalgas (Figura-1) fruto del estudio realizado en el proyecto EnerBioAlgae entre INEGA y la Universidad de VIGO, donde se analizaron diferentes capas de información geográfica relativas a parámetros ambientales y recursos de agua y CO₂ disponible, obteniendo finalmente una zona óptima y favorable para

la construcción de este reactor de crecimiento de biomasa. La planta piloto consiste en un sistema de crecimiento tipo raceway con motor de palas y foso de 4 m de ancho por 40 m de longitud en base a las dimensiones de la zona destinada para el proyecto en la planta de Guillarei. El sistema cuenta con los distintos apartados:

- Raceway con foso de 1,5 metros de profundidad y 1m de diámetro.
- Tanque de floculación de 1500 l.
- Sistema de aire para floculación.
- Electroválvulas y cuadro de control, control de pH y T- Suministro de CO₂

5 Fotobiorreactores

En las instalaciones de la Universidad de Vigo se encuentra un sistema de crecimiento de microalgas basado en 8 fotobiorreactores de 45L cada uno, depósitos de medio, limpieza, agua de EDAR y agua marina, un sistema de control desarrollado y destinado a obtener la cosecha óptima de los fotobiorreactores instalados en UVIGO (Figura 2).



Figura 2: Elementos del sistema de crecimiento de microalgas con fotobiorreactores ubicada en edificio de ciencias de la Universidad de Vigo.

El Departamento de Física Aplicada dispone de una cámara de ambiente controlado de 30 m² para el crecimiento de cepas en fase inicial, con iluminación controlada, autoclaves, microscopios y agitadores de distinto tipo. Cuenta con un sistema de ultrafiltración que se utiliza para generación de nanoburbujas y procesos de filtración de biomasa.

6. Conclusiones

La red BIOAUGA plantea un escenario que permite confrontar distintas visiones y metodologías para avanzar en la problemática de la limpieza de aguas contaminadas mediante la biorremediación. Trabajar en esta línea permitirá luchar contra el deterioro de la calidad del agua, la pérdida de biodiversidad y contra distintos tipos de contaminación y el cambio climático, favoreciendo la fijación de CO₂.

7. Agradecimientos

La red BIOAUGA agradece la colaboración de ENCE (Energía & Celulosa), Consorcio do Louro y Centro Alfarero de Candelaria (Tenerife) "Casa las Miquelas". Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por la Xunta de Galicia (R2014/030), fondos Feder.

8. Referencia Bibliografica

[1] Ruivo, M. (Ed), 1971. La Contaminación del Mar y los Recursos Vivos, Prólogo del libro que contiene las contribuciones, resúmenes y discusiones de la Conferencia sobre Contaminación Marina y sus efectos en los

Recursos Marinos Vivos, FAO, Roma 9-18 de Diciembre de 1970, Fishing News (Books) Ltd. Surry and London England.

- [2] Lerman, A., 1981. Controls on River Water Composition and the Mass Balance of River Systems, In: Sesión 1 of River Inputs to Ocean Systems- Taller de Trabajo ACMRR/SCOR/GES-AMP-Rios, FAO, Roma 26-30 de Marzo de 1979, UNESCO-COI/PNUMA, Naciones Unidas, Nueva York
- [3] Intergovernmental Oceanographic Commission IOC, 2001. Ensuring the Sustainable Development of Oceans and Coast: A Call to Action; Co-chairs report from The Global Conference on Oceans and Coast at Rio+10, UNESCO/COI, Paris. December 3-7 2001, ([http://: johannesburgsummit.org](http://johannesburgsummit.org)).
- [4] Intergovernmental Oceanographic Commission IOC, 2001. Ensuring the Sustainable Development of Oceans and Coast: A Call to Action; Co-chairs report from The Global Conference on Oceans and Coast at Rio+10, UNESCO/COI, Paris. December 3-7 2001, ([http://: johannesburgsummit.org](http://johannesburgsummit.org)).
- [5] Dabonne, S., Koffi, B., Kouadio, E., Koffi, A., Due, E., Kouame, L., 2010. Traditional utensils: Potential sources of poisoning by heavy metals. Br. J. Pharm. Toxicol. 1, 90-92.
- [6] Alia, H., Khanb, E., Sajadc, M.A. 2013. Phytoremediation of heavy metals-Concepts and applications. Chemosphere

- Volume 91, Issue 7, May 2013, Pages 869–881.
- [7] Huang, D.J., Houb, J.H., Kuoc, T.F. and Laib, H.T. 2014. Toxicity of the veterinary sulfonamide antibiotic sulfamonomethoxine to five aquatic organisms. *Environmental Toxicology and Pharmacology*. Volume 38, Issue 3, November 2014, Pages 874–880.
- [8] Muylaert, K., Beuckels, A., Depraetere, O., Foubert, I., Markou, G. and Vandamme, D. 2015. Wastewater as a Source of Nutrients for Microalgae Biomass Production. *Biomass and Biofuels from Microalgae. Biofuel and Biorefinery Technologies*. Vol 2, 2015, pp 75-94.
- [9] Podkuiko, L., Ritslaid, K., Olt, J. and Kikas, T. 2014 Review of promising strategies for zero-waste production of the third generation biofuels. *Agronomy Research* 12(2), 373–390.
- [10] Wang, L., Min, M., Li, Y., Chen, P., Chen, Y., Liu, Y., Wang, Y., Ruan, R. 2009. Cultivation of Green Algae *Chlorella* sp. in Different Wastewaters from Municipal Wastewater Treatment Plant. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. Volume 162, Issue 4, pp 1174-1186.
- [11] Chaumont, D. 1993. Biotechnology of algal biomass production: a review of systems for outdoor mass culture *Journal of Applied Phycology* 5: 593-604, 1993. © 1993 Kluwer Academic Publishers. Printed in Belgium.
- [12] Grima, E.M., Belarbi, E.H., Fernández, F.G.A., Medina, A.R., Chisti, Y. Recovery of microalgal biomass and metabolites: process options and economics, *Biotechnol.Adv.* 20 (2003) 491–515. N.
- [13] Gultom, S.O. B. Hu, Review of microalgae harvesting via co-pelletization with la-mentous fungus, *Energies* 6 (2013) 5921–5939.
- [14] Uduman, Y.Q., Danquah, M.K., Forde, G.M., Hoadley, A. Dewatering of microalgal cultures: a major bottleneck to algae-based fuels, *J. Renew. Sustain. Energy* 2(2010) 012701
- [15] Amaro, H.M., Guedes, A.C., Malcata, F.X. Advances and perspectives in using microalgae to produce biodiesel, *Appl. Energy* 88 (2011) 3402–3410.

URBAN GROUNDWATER MAPPING TECHNIQUES: IMPORTANCE ON URBAN WATER CYCLE

L. Freitas

Laboratory of Cartography and Applied Geology, School of Engineering (ISEP), Polytechnic of Porto, Porto, Portugal; and Laboratory of Natural Radioactivity, University of Coimbra, Coimbra, Portugal.

A.J.S.C. Pereira

CEMUC - Department of Earth Sciences, Faculty of Sciences and Technology, University of Coimbra, Coimbra, Portugal.

M.J. Afonso, and H.I. Chaminé

Laboratory of Cartography and Applied Geology, Department of Geotechnical Engineering, School of Engineering (ISEP), Polytechnic of Porto, Porto, Portugal; Centre GeoBioTec|UA, Portugal.

Keywords: Urban groundwater, Urban Water Cycle, Hydrogeological mapping, Smart cities, NW Portugal.

Abstract

This work aims to present the importance of urban groundwater mapping techniques. In order to achieve that goal a GIS multi-technique approach, using hydroclimatology, geomorphology, hydrogeology, historical geography, hydroponymy and remote sensing, was performed to assess groundwater systems in urban areas of NW Portugal.

1 Introduction

An urban population demands high quantities of energy and raw materials, and removal of waste, some of which turns into environmental pollution (Marsalek *et al.* [1]). Urbanisation is a worldwide trend, with more than 50% of the world's population currently living in cities. Moreover, nearly 70% of

the European population lives in urban areas (UN-Habitat [2]). The urban water cycle provides a worthy conceptual and unifying basis for studying the water balance and conducting water inventories of urban areas. The concept of the urban water cycle demonstrates the connectivity and interdependence of urban water resources and human activities, and the need for integrated sustainable management (Marsalek *et al.* [1]). In addition, currently is significant the study of the role of climate, geology, geomorphology, land use, among others features, as well as the man activities on urban areas (e.g., Sherlock [3], Leopold [4] Leggett [5], Ehlen *et al.* [6], Wilkinson [7]).

The need for provision of safe water, sanitation and drainage systems are key elements which are vital to the understanding

and management of groundwater resources in urban environments. Human activity such as land-use change may exert a stronger influence on terrestrial hydrology than climate change (Taylor *et al.* [8]). Integrated water resources management poses not only scientific, but also technical, socio-economic, cultural and ethical challenges. In this context, integrated urban water resources management provides the opportunity to optimize the whole urban water system and to minimise water consumption, costs and energy and recognises that different types of water can be used for different purposes (e.g., Bahri [9], UNESCO [10], Braga *et al.* [11], Sharp and Hibbs [12], Schirmer *et al.* [13], Foster *et al.* [14]). This increasing pressure on groundwater resources under conditions of global anthropogenic and climatic variability and change often requires an integrated multidisciplinary approach to address the scientific issues concerning these resources. Besides, hydrogeological data acquisition in urban areas is rather difficult and so the integration of geotectonics, geomorphology and hydrogeography is of crucial importance. In that perspective urban geoscience needs to evolve to a new paradigm of a smart urban geoscience, particularly related to geology, hydrology, groundwater, rock and soil geotechnics, urban hydraulics, environment, geohazards, geoheritage and geoarchaeology issues (Chaminé *et al.* [15]).

This work intends to present urban groundwater systems, namely to evaluate the groundwater yields that might be available for non-potable uses, such as irrigation of parks and lawns, street cleaning and fire-fighting. To exemplify that approach Porto and Penafiel urban areas located in NW Portugal were chosen. This can provide guidelines for the planning and management of water resources exploitation in an equitable, sustainable and ethical manner.

2 Urban groundwater mapping

Several techniques were integrated in this study, hydroclimatology, geomorphology, hydrogeology, historical geography, hydrotoponymy and remote sensing. Field and desk techniques for hydrogeological mapping, surface and subsurface geological fieldwork were applied and cartographic issues were developed through the application of GIS based tools (e.g., Struckmeier and Margat [16], Zaporozec [17], Witkowski *et al.* [18], Howard [19], Assaad *et al.* [20], Teixeira *et al.* [21], and references therein).

A comprehensive bibliographical analysis of historical documents related to groundwater use was performed and a groundwater inventory, related to the early 20th century, was compiled and cross-checked from historical sources. Moreover, recent hydrogeologic and hydrotoponymical inventories have been performed (e.g., Afonso *et al.* [22, 23], Freitas *et al.* [24]), Figure 1.



Figure 1: Several aspects of the fieldwork campaigns (Porto and Penafiel urban areas): Measuring temperature, pH and electrical conductivity in a fountain (a); georeferencing public washing places (b and c); measuring the piezometric level in a dug-well (d); georeferencing fountains (e) locating a water mine (f).

Recently several groundwater and hydrohistorical inventories have been performed in Porto urban area, supported by field and desk techniques for urban hydrogeology and GIS-based mapping (e.g., Afonso *et al.* [23], Chaminé *et al.* [25], Freitas *et al.* [24], Chaminé *et al.* [15], and references therein), Figure 2. These studies in Porto city, for example, were supported by a comprehensive cross-check and analysis of historical sources and old mapping related to groundwater use. In addition, more than 410 water sites were inventoried and over 100 sites are currently being monitored for field hydrogeology, hydrogeochemistry, groundwater ecotoxicology, geomicrobiology, engineering geosciences, subterranean geology, and radiological studies regarding a smart urban geoscience approach.

Ficha de inventário hidrogeológico

Nº de inventário: PG_03_05		Denominação: Massarelos		Classificação: Nascente	
Planta de localização*	Mapa hidrogeológico	Fotografia			
Carta Militar de Portugal: 122 - Porto	Escala: 1/25 000	Cota (m): 60			
Coordenadas (WGS84):	Latitude: 41° 8' 55,96" N	Longitude: 8° 37' 49,89" W			
Condições de acesso:	Fácil: -	Difícil: -	Condicionado: x	Inacessível: -	
Observações: -					
Proprietário					
Câmara Municipal: x					
Morada: Rua dos Moirinhos, s/n Porto					
Geomorfologia (T- Topo; B- Intermediário; B- Base)					
Planalto (T; B): -		Encosta (T; B): -			
Vale (T; B): B		Observações: -			
Enquadramento Geológico e Hidrogeológico**					
Carta geológica: S-C Porto					
Escala: 1/50 000					
Litologia: Aluviões/arenos de Porto					
Carta hidrogeológica: Folha 1					
Escala: 1/200 000					
Unidade hidrogeológica local (ver mapa em anexo): UH 2/UH 6					
Armadilha hidrogeológica suposta (e.g. falha, contacto geológico, flião): Contacto geológico/Falha geológica NE-SW					
Condições de ocorrência					
Nascente: x		Mina de água: x		Tubo (diâmetro, cm): -	
Área alagada/charca: -		Solo (S) / Rocha (R): R		Outro: -	
Hidroclimatologia***/Hidrologia					
Data: 02-04-2014	Hora: 12:00	Temperatura do ar (°C): 13,2	Humidade relativa (%): 75		
Turbidez: Limpida	Sabor: Não	Cheiro: Inodoro	Cor: Incolor		
Caudal (L/s): -	Medido com: -	Temperatura da água (°C): 10,4			
pH: 5,85	Cond. eléctrica (µS/cm): 495	Observações: -			
Recolha para análise laboratorial: Sim/Não: -	Referência: -	Tipo de análise (química (Q), isotópica (I)):			
Utilização					
Consumo humano: -		Uso industrial: -			
Uso agrícola: x		Observações: -			
Preenchido por: LFL/R					
Verificado por: HIC/AJCP					
Data: 07/04/2014			Data: 01/05/2014		

* CMI - Câmara Municipal do Porto (2003)
 ** Cartagem da Carta & Tabela (2007), Pedrouço (2008), EPWU, CIMA (2005), Afonso (2013)
 *** INMA (Direcção Regional do Ambiente) - Instituto Português do Ambiente (I.P.A.) - Estação meteorológica da FLUP (http://servidor.inma.te.up.pt/estacao meteorologica/historico.php?lang=pt)

Figure 2: Hydrogeological field inventory datasheet: an example for the so-called Nascente de Massarelos spring, Porto urban area.

In the case of Porto city the groundwater inventory comprised 34 springs, 32 springs/fountains, 64 fountains, 147 dug-wells, 55 boreholes, 16 masonry reservoirs and 65 shallow underground water galleries (Figure 3). "In situ" measurements covered 13 springs, 20 springs/fountains, 31 fountains, 2 dug-wells, 23 boreholes and 1 shallow underground water gallery. The temperature of these waters has a median value of 15.7°C. These waters are slightly acidic with a median pH value of 6.9 (pH values ranged from 4.6 to 8.2), having boreholes the lowest values (median 5.8). Electrical conductivity measurements ranged from 185 to 663µS/cm, which indicate the presence of medium mineralised waters. Springs showed the highest levels, with a

median value of $505\mu\text{S}/\text{cm}$. Concerning flow rates, these are generally very low, less than $216\text{m}^3/\text{day}$, being $26\text{m}^3/\text{day}$ the median value. Boreholes showed the highest values (median $52\text{m}^3/\text{day}$). Although these flow rates are low, they can contribute to the city water supply (details in Afonso *et al.* [23, 24, 26]).

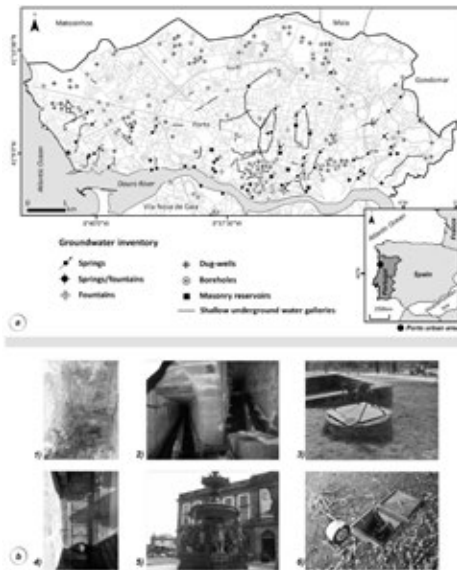


Figure 3: An example of urban groundwater inventory (a) and several aspects of the water sampled points (b): b1 - Bicas de Massarelos spring, b2 - Paranhos and Salgueiros underground water galleries, b3 - Bonj3ia dug-well, b4 - Colher spring/fountain, b5 - Le3es fountain, b6 - private borehole (Adapted from Afonso *et al.* [26], Chamin3 *et al.* [15], Freitas *et al.* [24]).

3 Concluding remarks

New challenges are emerging related to the mapping, assessment, abstracting and modelling of the urban water cycle. Developing these types of inventories mapping in urban centres is a major challenge and vital to develop a comprehensive inventory of urban utility groundwater use, in order to water resources planning, to assess water supply security, and for inves-

tment strategies. In addition, must be highlighted the concept of the urban water cycle stress a holistic integrated sustainable management related to climatic, physiographic, environmental, and socio-cultural conditions.

Acknowledgments

This work was partially supported under the framework of the Laboratory of Cartography and Applied Geology (re-equipment program IPP-ISEP|PAD'2007/08), Laboratory of Natural Radioactivity and Centre GeoBioTec|UA (PEst-C/CTE/UI4035/2014).

References

- [1] Marsalek, J., Jim3nez-Cisneros, B., Karamouz, M., Malmquist, P.A., Goldenfum, J., Chocat, B. Urban water cycle processes and interactions. UNESCO-HP Urban water series. Taylor & Francis, Netherlands, 2008.
- [2] UN-Habitat [United Nations Human Settlements Programme]. State of the world's cities 2012/2013: prosperity of cities. United Nations Human Settlements Programme, World Urban Forum edition, 2012.
- [3] Lionel Sherlock, R. Man as a geological agent: an account of his action on inanimate nature. H. F. & G. Witherby, London, 1922.
- [4] Leopold, L. Hydrology for urban land planning: a guidebook on the hydrologic effects of urban land use. United States Geological Survey Circular 554, USGS, Reston, 1968.

- [5] Leggett, R.F. *Cities and geology*. McGraw-Hill, New York, 1973.
- [6] Ehlen, J., Haneberg, W.C., Larson, R.A. *Humans as geologic agents*. *Reviews in Engineering Geology*. The Geological Society of America, Volume XVI, Boulder, Colorado, 2005.
- [7] Wilkinson, B.H. *Humans as geologic agents: a deep-time perspective*. *Geology*, 33(3):161-164, 2005.
- [8] Taylor, R.G., Scanlon, B., Döll, P., Rodell, M., van Beek, R., Wada, Y., Longuevergne, L., Leblanc, M., Famiglietti, J.S., Edmunds, M., Konikow, L., Green, T.R., Chen, J., Taniguchi, M., Bierkens, M.F.P., MacDonald, A., Fan, Y., Maxwell, R.M., Yechieli, Y., Gurdak, J.J., Allen, D.M., Shamsudduha, M., Hiscock, K., Yeh, P.J.F., Holman, I., Treidel, H. *Ground water and climate change*. *Nature Climate Change*, 3:322-329, 2013.
- [9] Bahri, A. *Global integrated urban water management*. Global Water Partnership, Technical Committee background papers no. 16, 2012.
- [10] UNESCO. *International Hydrological Programme (IHP) eighth phase "water security: responses to local, regional, and global challenges" strategic plan IHP-VIII (2014-2021)*, 2012.
- [11] Braga, B., Chartres, C., Cosgrove, W.J., Veiga da Cunha, L., Gleick, L., Kabat, P., Ait Kadi, M., Loucks, D.P., Lundqvist, J., Narain, S., Xia, J. *Water and the future of humanity: revising water security*. Gulbenkian Think Tank on Water and the Future of Humanity. Calouste Gulbenkian Foundation, Lisbon; Springer, New York, 2014.
- [12] Sharp, J.M. & Hibbs, B. *Special issue on hydrogeological impacts of urbanization*. *Environmental & Engineering Geoscience*, Volume 18, Number 1, 2012.
- [13] Schirmer, M., Leschik, S. & Musolff, A. *Current research in urban hydrogeology: a review*. *Advances in Water Resources*, 51: 280-291, 2013.
- [14] Foster, S., Hirata, R. & Howard, K. *Groundwater use in developing cities: policy issues arising from current trends*. *Hydrogeology Journal*, 19: 271-274, 2011.
- [15] Chaminé, H.I., Afonso, M.J., Freitas, L. *From historical hydrogeological inventory through GIS mapping to problem solving in urban groundwater systems*. *European Geologist Magazine, Journal of European Federation Geologists*, 38:33-39, 2014.
- [16] Struckmeier, W.F. & Margat, J. *Hydrogeological maps: a guide and a standard legend*. International Association of Hydrogeologists, Hannover, volume 17, 1995.
- [17] Zaporozec, A. *Groundwater contamination inventory: a methodological guide with a model legend for groundwater contamination inventory and risk maps*. UNESCO, Paris, 2004.
- [18] Witkowski, A.J., Kowalczyk, A. & Vrba, J. *Groundwater vulnerability assessment and mapping*. IAH Selected Papers on Hydrogeology. Taylor & Francis Group, London, volume 11, 2007.

- [19] Howard, K.. Urban groundwater: meeting the challenge. IAH Selected Papers on Hydrogeology. Taylor & Francis Group, London, volume 8, 2007.
- [20] Assaad, F.A., LaMoreaux, P.E., Hughes, T. Field methods for geologists and hydrogeologists. Springer-Verlag, Berlin, 2004.
- [21] Teixeira, J., Chaminé, H.I., Carvalho, J.M., Augusto Pérez-Alberti, Fernando Rocha. Hydrogeomorphological mapping as a tool in groundwater exploration. *Journal of Maps*, 9(2):263-273, 2013.
- [22] Afonso, M.J., Chaminé, H.I., Carvalho, J.M., Marques, J.M., Alberto Gomes, Maria Assunção Araújo, Paulo E. Fonseca, Teixeira, J., Manuel Marques da Silva, Fernando Rocha. Urban groundwater resources: a case study of Porto City in northwest Portugal. In: Ken Howard (ed.), *Urban Groundwater: meeting the challenge*. International Association of Hydrogeologists Selected Papers. Taylor & Francis Group, London, 8:271-287, 2007.
- [23] Afonso, M.J., Chaminé, H.I., Marques, J.M., Paula Carreira, Laura Guimarães, Lúcia Guilhermino, Alberto Gomes, Paulo E. Fonseca, Ana Pires, Fernando Rocha. Environmental issues in urban groundwater systems: a multidisciplinary study of the Paranhos and Salgueiros spring waters, Porto (NW Portugal). *Environmental Earth Sciences*, 61:379-392, 2010.
- [24] Freitas, L., Afonso, M.J., Devy-Vareta, N., Marques, J.M., Gomes, A., Chaminé, H.I. Coupling hydrotoponymy and GIS cartography: a case study of hydrohistorical issues in urban groundwater systems, Porto, NW Portugal. *Geographical Research*, 52(2):182-197, 2014.
- [25] Chaminé, H.I., Afonso, M.J., Robalo, P., Rodrigues P., Cortez, C., Monteiro Santos, F., Plancha, J., Fonseca, P.E., Gomes, A., Devy-Vareta, N., Marques, J.M., Lopes, M.E., Fontes, G., Pires, A., Rocha, F. Urban speleology applied to groundwater and geo-engineering studies: underground topographic surveying of the ancient Arca D'Água galleries catchworks (Porto, NW Portugal). *International Journal of Speleology*, 39(1):1-14, 2010.
- [26] Afonso, M.J., Freitas, L., Marques, J.M., Alcides Pereira, Chaminé, H.I. Integrated urban water resources management: the key-role of groundwater inventories. In: *Proceedings of the International Water Association IWA World Water Congress & Exhibition, Lisbon, 2014*

LAS AGUAS MINEROMEDICINALES DE ANDALUCÍA. EVOLUCIÓN HISTÓRICA, ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS

J. M. Rosino

Agua y Medioambiente Asesoría Industrial, SL (AGMA)

Asociación Termalismo de Andalucía, España.

Palabras clave: mineromedicinales, termales, balnearios, Andalucía.

Resumen

En la presente comunicación se hace un breve resumen de la evolución histórica del termalismo en Andalucía, se describe el estado actual del sector termal, sus características, potencialidad y perspectivas de futuro.

1 Historia del Termalismo en Andalucía

El aprovechamiento del agua para la salud humana se ha realizado desde la prehistoria, donde la peculiaridad de las aguas singulares: alta temperatura, coloración, emanación de gases, olores, sabores, natas y depósitos, etc., hizo que sirvieran de puntos de encuentro, para posteriormente pasar a ser algunos de ellos, lugares de culto por los beneficios que proporcionaban a la salud.

Durante la civilización romana, se desarrollaron las primeras construcciones termales de la Península Ibérica, con buena representación en Andalucía en los balnearios de Carratraca y La Malahá, aunque existen datos que avalan la posible presencia romana en los granadinos de Alhama de Granada, Alicún, Graena y Zújar), los almerienses de Alhama de Almería, Tíjola y Sierra Alhamilla y

en Cádiz en Bornos, Cortijo de Casa-blanca y Baños de Gigonza. Los árabes continuaron la tradición balnearia existente (Alhama de Granada, Sierra Alhamilla en Almería, etc.).

La primera referencia oficial que hemos encontrado cita las bondades de los baños de Alhama de Guadix, en alusión al Balneario de Graena en Granada (Gazeta de Madrid nº 31, de 1793).

A finales del siglo XVIII y principios del XIX, el sector tuvo un importante desarrollo, amparado por el Servicio de Salud existente; etapa a la que puede vincularse el turismo de salud, con el crecimiento de núcleos turísticos vinculados a la actividad balnearia.

A partir de los años 30 del siglo XX los balnearios entraron en un proceso de decadencia que supuso la pérdida del 50 % de los establecimientos termales y una disminución sustancial del número de usuarios.

A partir de la década de los ochenta del siglo XX, con el bienestar económico y el interés por la salud y naturaleza, y probablemente por un cierto cansancio el turismo de sol y playa, vuelve a renacer el interés sobre las aguas minero-medicinales, lo que ha implicado el resurgimiento del sector, sobre todo gracias a la

creación en 1989 del Programa de Termalismo Social de IMSERSO.

Este programa, ha favorecido la desestacionalización de la demanda balnearia, convirtiendo al turismo de salud es uno de los productos con mayor potencial de crecimiento en España, tanto a nivel interno como a través de los mercados exteriores, a los cuales todavía no se ha accedido, todo ello vinculado a la adaptación de los balnearios hacia la conjunción de salud, recreo, ocio y actividad social.

Andalucía es una región con poca tradición termal, pese a contar con más de 300 aguas minero-medicinales declaradas de utilidad pública, de las que a lo largo de la historia, únicamente 40 han llegado a utilizarse como balnearios. La época de mayor pujanza tuvo lugar a finales del siglo XIX, donde llegaron a coexistir unos 30 balnearios, además de diversas casas de baños dispersas por todo el territorio.

Tabla 1: Balnearios históricos y actuales por provincias.

Balnearios	Tot.	Coexist.	Fecha	Act.
Almería	5	5	1891-1903	2
Cádiz	7	6	1903	1
Córdoba	6	3	1891-1903	0
Granada	7	7	1871-1928	6
Jaén	9	7	1868-1903	1
Málaga	5	3	1873-1903	2
Sevilla	0	0		0
Huelva	0	0		0
Total	40	31		12

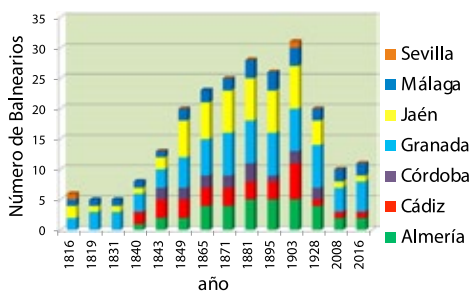


Figura 1: Evolución del número de balnearios.

Los balnearios se han localizado en la zona oriental y meridional de Andalucía, sobre todo en las provincias de Jaén, Granada y Cádiz, y en menor medida en las de Córdoba, Málaga y Almería. Cabe destacar que nunca han existido balnearios en la zona occidental, provincias de Huelva y Sevilla.

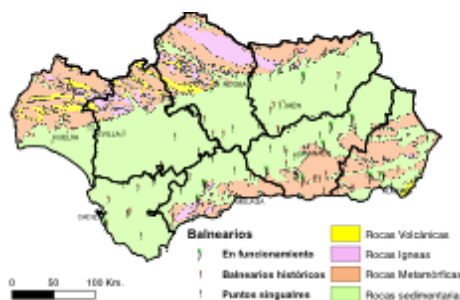


Figura 2: Distribución de los balnearios en Andalucía.

Los balnearios de Andalucía han aprovechado la gran diversidad tipológica de aguas mineromedicinales existente en esta Comunidad Autónoma, así en la provincia de Cádiz los balnearios han aprovechado fundamentalmente aguas mineromedicinales de muy alta mineralización, cloruradas y fuertemente sulfuradas; en la de Málaga se han utilizado mayoritariamente aguas sulfuradas frías, en las provincias de Granada

y Almería se han utilizado y utilizan aguas mineromedicinales hipertermales; en la provincia de Córdoba se han utilizado aguas carbogaseosas y sulfuradas, y en la provincia de Jaén se han utilizado mayoritariamente aguas sulfuradas frías y carbogaseosas.

2 Estado actual

En la actualidad en Andalucía existen doce balnearios en funcionamiento, incluyendo entre ellos las piscinas termales del antiguo balneario de Sierra Elvira en Atarfe (Granada), además se encuentra en avanzado estado de construcción el Balneario de Frailes (Jaén) y está proyectada la construcción de un balneario en el castillo de Almedina en Baena (Córdoba), que se prevé pueda entrar en funcionamiento en verano de 2016.

Existen además numerosos municipios que pretenden poner en valor las aguas mineromedicinales y singulares que se encuentran en sus municipios, como Paterna de Rivera en Cádiz, Atarfe, La Malahá y Pinos Puente en Granada, Ardales y Periana en Málaga, Santa Elena y Jaén en la provincia de Jaén y Espiel y Villaharta en Córdoba.

Tabla 2: Balnearios en funcionamiento.

Provincia	Tot.	Alojamiento
Almería	San Nicolás	H ***
Almería	Sierra Alhamilla	H **
Cádiz	Fuente Amarga	H ***
Granada	Alhama de Granada	H * y H ***
Granada	Graena	HR, P y CC
Granada	Lanjarón	H ****, H **, H *
Granada	Alicún de las Torres	H **
Granada	Sierra Elvira	No
Granada	Zújar	H ***
Jaén	San Andrés	H ***
Málaga	Carratraca	H ****
Málaga	Tolox	H *** y H *

Balneario de San Nicolás.

Este balneario se localiza dentro del casco urbano de la localidad de Alhama de Almería; cuenta con un importante caudal de aguas mineromedicinales, unos 15 l/s, que surgen a través de sondeos, a una temperatura de 45 °C. Se caracterizan por ser las únicas radiactivas de los balnearios de Andalucía; son de mineralización media, bicarbonatadas y sulfatadas; y se utilizan principalmente en tratamientos reumatológicos y afecciones respiratorias.



Figura 3: Balneario de Frailes (en construcción).



Figura 4: Balneario de San Nicolás.

Balneario de Sierra Alhamilla.

Este balneario asentado sobre las ruinas de un antiguo balneario romano, se sitúa en el término municipal de Pechina, a varios kilómetros de la localidad, en la ladera de la Sierra de Alhamilla.

El balneario aprovecha un manantial de unos 10 l/s, de aguas mineromedicinales que surgen a una temperatura de 58 °C, la mayor de los balnearios de Andalucía. Se trata de aguas de fuerte mineralización, bicarbonatadas y sulfatadas que son aprovechadas fundamentalmente para el tratamiento de afecciones reumáticas.



Figura 5: Balneario de Sierra Alhamilla.

Sus aguas provienen de un acuífero geotermal constituido por mármoles cipolínicos del Complejo Nevado-Filábride que constituyen el denominado Sistema hidrogeotérmico de Baños de Sierra Alhamilla.

Balneario de Fuente Amarga.

Este balneario se localiza dentro del casco urbano del municipio de Chiclana de la Frontera, localidad turística de la costa gaditana. Se abastece de aguas mineromedicinales muy singulares que surgen de un manantial con un caudal de 4 l/s. Se trata de aguas fuertemente minera-

lizadas que surgen a una temperatura de 21 °C con un contenido en hidrógeno sulfurado muy elevado (21,5 mg/l SH₂ y 17,1 mg/l de SH⁻), el más alto de los balnearios de la Península Ibérica, y de composición clorurada. Estas aguas son utilizadas fundamentalmente para el tratamiento de afecciones reumáticas, respiratorias, y en dermatología y dermocosmética.



Figura 6: Balneario de Sierra Alhamilla.

Sus aguas proceden de un acuífero detrítico mioceno relacionado con materiales halocinéticos del Trías en el Dominio del Subbético medio.

Balneario de Alhama de

Granada. El balneario de Alhama de Granada se sitúa en el término municipal de Alhama de Granada, a unos tres kilómetros de la localidad. Este balneario conserva numerosos vestigios de su pasado como termas romanas, destaca la singular imagen del Baño de La Reina.

El balneario se alimenta de dos manantiales mineromedicinales, el Baño Viejo con un caudal de 30 l/s que surge a una temperatura de 42 °C y el Baño Nuevo, manantial que apareció tras el terremoto del

25 de diciembre de 1884, con un caudal de 3 l/s y una temperatura de surgencia de 42 °C.

Se trata de aguas hipertermales sulfuradas, de mineralización media; las de Baños Viejos son sulfatadas bicarbonatadas, mientras que las de Baños Nuevos son sulfatadas, bicarbonatadas y cloruradas. Estas aguas se utilizan principalmente para el tratamiento de afecciones reumáticas.



Figura 7: Baño de la Reina (Balneario de Alhama de G.).

Las aguas termales provienen de un acuífero carbonatado triásico profundo, perteneciente a los mantos alpujárrides que tiene su área de recarga en las sierras de Tejeda-Almijara; cuyas aguas ascienden directamente, a través de fracturas, a la zona de emergencia (Baños Viejos), o a través de materiales carbonatados jurásicos de la Dorsal bética (Baños Viejos).

Baños de Graena. Se trata del balneario más antiguo de la provincia de Granada, cuyo funcionamiento como tal es anterior a 1816 y que aparece inicialmente documentado como Balneario de Guadix.

Este balneario se sitúa en el núcleo urbano de Los Baños, perteneciente al municipio de Cortes y Graena. Se caracteriza por no tener

un hotel propio; los agüistas se alojan en Hostales, pensiones y en casas-cueva de turismo rural, que son las construcciones más típicas de la comarca, de fuerte raíz troglodita.



Figura 8: Piscina termal del Balneario de Graena.

El balneario se abastece con las aguas de un manantial termal que con un caudal de 8 l/s que surge a una temperatura de 43 °C. Se trata de aguas de mineralización fuerte y composición sulfatada, que se utilizan fundamentalmente para el tratamiento de reumatismos, dermatología y estrés.

Las aguas provienen de un acuífero carbonatado triásico profundo de un manto alpujárride, que a modo de horst llega puntualmente a aflorar entre los materiales detríticos miopliocenos de la cuenca de Guadix.

Balneario de Lanjarón. Se localiza en el casco urbano de la afamada Villa Termal de Lanjarón, emplazada en la Alpujarra granadina, al pie del macizo de Sierra Nevada.

El balneario cuenta con un hotel de 4 estrellas construido junto al Balneario en 2012; además los agüistas cuentan en el municipio con diversos hoteles y pensiones a lo largo de la principal calle del

municipio, plagada de tiendas con cestería y vasos especiales para la "toma de las aguas".



Figura 9: Balneario de Lanjarón.

Se caracteriza por la cura tradicional basada en la "toma de aguas", gracias a la existencia de 5 manantiales con aguas de muy variada composición y propiedades: El manantial Capuchina proporciona aguas carbónicas, ferruginosas, cloruradas de mineralización muy fuerte; el manantial El Salado proporciona aguas ferruginosas, de mineralización fuerte, cloruradas; el manantial Capilla proporciona aguas carbónicas, ferruginosas, de mineralización media, bicarbonatadas y cloruradas; el manantial La Salud proporciona aguas de mineralización media, bicarbonatadas y cloruradas; y el manantial de San Vicente proporciona aguas oligometálicas y bicarbonatadas. Actualmente cuenta con una amplia y variada oferta de técnicas de balneación, sin descuidar las curas hidropínicas tradicionales.

Los manantiales responden a varios tipos de flujos hídricos asociados a materiales de los mantos nevado-filábrides y alpujárrides, en cuyo contacto se localizan. Unos están asociados a la circula-

ción hídrica a través de materiales esquistosos y fílticos, con posible recarga de escorrentía superficial y elevado tiempo de residencia; otros a posibles aportes de flujos profundos ascendentes a través de fracturas abiertas (Capuchina y El Salado); y otros, a flujos de escaso tiempo de residencia y circulación a través de niveles de cuarcitas y/o carbonatos (Salud y San Vicente).

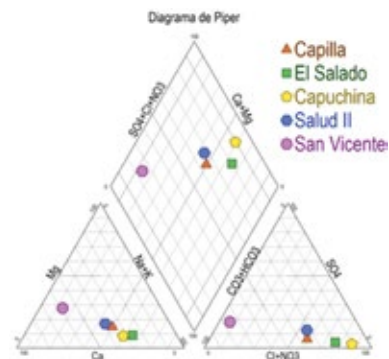


Figura 10: Composición mayoritaria de las aguas de Lanjarón (Diagrama de Piper).

Balneario de Alicún de las Torres. Se sitúa en una zona prehistórica de alto valor arqueológico, con una elevada concentración de dólmenes del término municipal de Villanueva de Las Torres; que se encuentra aislada y muy alejada de su núcleo urbano (16 km.).



Figura 11: Balneario de Alicún de las Torres.

El balneario se abastece de varios manantiales termales que proporcionan un caudal de 65 l/s a una temperatura de 34°C. La surgencia de estas aguas a lo largo de los tiempos geológicos ha dejado grandes depósitos de travertinos, algunos muy peculiares como la denominada "acequia del Toril".



Figura 12: Acequia del Toril (Balneario de Alicún).

Las aguas de todos los manantiales del balneario son muy similares: de naturaleza sulfatada y fuerte mineralización, que son utilizadas fundamentalmente para el tratamiento de afecciones reumáticas.

Las aguas proceden de un acuífero termal profundo constituido por materiales carbonatados del manto alpujárride Blanquizarres, con recarga en la Sierra de Baza y que aflora tectónicamente en la zona a modo de horst, entre la serie margosa miopliocena de la cuenca de Guadix.

Baños de Sierra Elvira. Este antiguo balneario se localiza en la barriada de Sierra Elvira, pedanía del municipio de Atarfe, situada a unos 10 km de Granada Capital; actualmente solo funciona como piscina termal en la temporada estival, cuyas aguas son renovadas diariamente.



Figura 13: Baños de Sierra Elvira.

Se abastece de un sondeo que capta un importante acuífero termal, profundo que aflora en los materiales carbonatados de Sierra Elvira, que se extienden fundamentalmente entre las poblaciones de Pinos Puente y Atarfe.

El caudal de la captación es de 60 l/s que proporciona aguas con una temperatura de 33°C, de fuerte mineralización, sulfatadas y cloruradas.

El esquema hidrogeológico conceptual presupone la existencia de un acuífero hidrotermal profundo, constituido por los materiales carbonatados triásicos de un manto alpujárride y carbonatados jurásicos en contacto tectónico, que se encuentran bajo los depósitos detríticos de la Depresión de Granada y que descargan hacia el cauce del río Genil, a través de los materiales carbonatados jurásicos de Sierra Elvira (ver figura 14 en la siguiente página).

Baños de Zújar. Se trata de un moderno balneario construido al pie del Embalse del Negratín, en las proximidades del antiguo Balneario de Zújar que se encuentra bajo las aguas del embalse y que contaba con un caudal de 200 l/s de aguas termales sulfuradas y sulfatadas que surgían a una temperatura de 40°C.

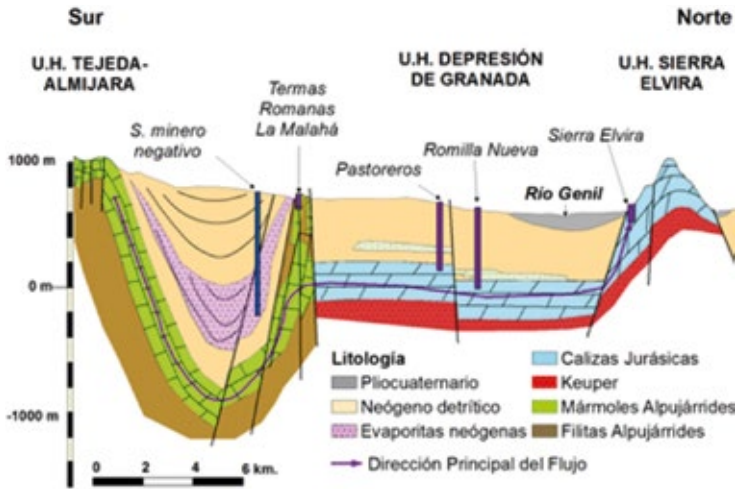


Figura 14: Esquema hidrogeológico conceptual del acuífero termal de la Depresión de Granada-Sierra Elvira.

El balneario se encuentra en la ladera del cerro del Jabalcón, dentro del término municipal de Zújar, en plena naturaleza y alejado del núcleo urbano.



Figura 15: Balneario de Zújar.

En la actualidad el Balneario se nutre de las aguas de un sondeo de 220 metros de profundidad que proporciona un caudal de 40 l/s a una temperatura de 39,9°C.

Para alojamiento de los agüistas cuenta con el Hotel rural La Alcanacia, situado en las proximidades que cuenta con 18 habitaciones.

Las aguas de este balneario son de mineralización fuerte, sulfatadas y cloruradas, que son utilizadas fun-

damentalmente para el tratamiento de afecciones reumáticas y en dermatológicas.

Las aguas de Zújar provienen de un acuífero termal profundo, constituido por los materiales carbonatados de uno de los mantos alpujárrides que conforman la Sierra de Baza que descargan a través de los materiales permeables jurásicos carbonatados del Jabalcón, con los que estarían hidráulicamente conectados a través de estructuras tectónicas.



Figura 16: Hotel La Alcanacia (Balneario de Zújar).

Balneario de San Andrés. Este balneario se localiza a las afueras de la localidad jiennense de Canena. Sus aguas proceden de un manantial-galería que proporciona un

caudal de 4 l/s, de aguas de mineralización media, bicarbonatadas y sulfatadas a una temperatura de 21 °C.

Estas aguas provienen del drenaje de los niveles areniscosos y conglomeráticos englobados en la potente serie margoarenosa tortoniense, que aflora al suroeste del balneario, y son utilizadas para el tratamiento de afecciones crónicas respiratorias, estreñimiento y enfermedades reumáticas y osteoarticulares degenerativas.



Figura 17: Balneario de San Andrés.

Balneario de Carratraca.

Se trata del único balneario de cinco estrellas de Andalucía que fue utilizado ya por los romanos y los árabes, alcanzando fama y esplendor durante los siglos XVIII y XIX. Se localiza en el casco urbano de la localidad malagueña de Carratraca.

Sus aguas mineromedicinales son muy singulares, surgen de un manantial muy caudaloso que proporciona 10 l/s de aguas frías (18 °C), fuertemente sulfuradas, de mineralización media, bicarbonatadas y sulfatadas. Son utilizadas mediante curas hidropínicas y baños para el tratamiento de muy variadas afecciones (piel, aparato

respiratorio, sistema hepático, colesterol, reumatología, etc.); además por su efecto antioxidante se están utilizando en estética facial y corporal, y dermocosmética.

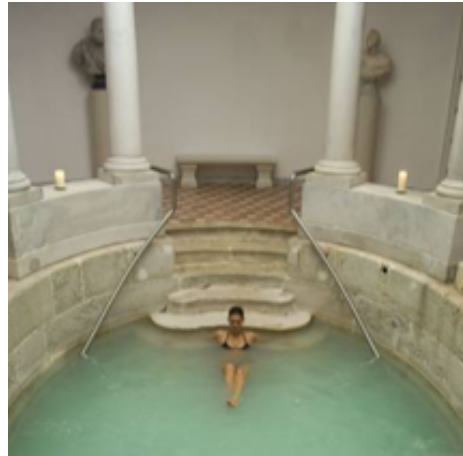


Figura 18: Balneario de Carratraca.

Parecen corresponder a una mezcla de dos flujos de diferente naturaleza, uno de baja-media mineralización, asociado a un acuífero kárstico, fundamentalmente de carácter bicarbonatado magnésico, y otro profundo de elevada mineralización, asociado a una fractura, o al contacto septentrional con el macizo peridotítico de Ronda.

Balneario de Tolox. Este balneario se localiza en el casco urbano de la Villa termal de Tolox, situada en el Parque Natural Sierra de Las Nieves. El balneario funciona únicamente durante seis meses al año, de mayo a octubre, y cuenta con un hotel de tan solo 36 habitaciones, por lo que la mayor parte de sus agüistas se alojan en hostales, pensiones y numerosos apartamentos de alquiler que abundan en todo el municipio.



Figura 19: Balneario de Tolox.

Se nutre del manantial de Fuente Amargosa, que a pesar de su escaso caudal cuenta con unas de las aguas más singulares de la península ibérica, ya que son extraordinariamente básicas, con un pH de 12, que en su surgencia a través de las rocas peridotíticas de las que proceden, originan un abundante precipitado granular de carbonatos y la emisión de gases que son captados y utilizados por el balneario para el tratamiento de afecciones del sistema respiratorio, entre ellas; asma bronquial y EPOC.

3 Perspectivas

El sector termal en Andalucía se encuentra poco desarrollado, a pesar de la modernización de algunos balnearios y hoteles vinculados (Canena, Graena, Lanjarón, Tolox, etc.), donde las expectativas de máxima calidad se cumplen en el Balneario de Carratraca y en menor medida el de Zújar y Lanjarón. En su mayoría son balnearios tradicionales, vinculados y adaptados a los programas de termalismo social, careciendo de una oferta para turismo de muy alta gama, a excepción del Balneario de Carratraca.

Las reformas que se han producido en los últimos años y los nuevos proyectos balnearios están permitiendo el desarrollo y modernización del sector, aunque queda mucho por hacer.

A medio plazo se prevé una mejora significativa de los alojamientos termales de los balnearios en funcionamiento y un incremento significativo del número y calidad de los balnearios, que deberán ofertar sus servicios a los turistas europeos, buena parte de los cuales residen gran parte del año en esta región.

4 Conclusiones

Andalucía cuenta con una gran riqueza termal distribuida por gran parte de su territorio, pero que se encuentra muy desaprovechada y en cuya población no existe una tradición termal, a excepción de algunas villas termales como Lanjarón, o Marmolejo que sigue añorando su antiguo balneario.

Sus recursos meso termales e hipertermales localizados fundamentalmente en las provincias de Granada y Almería, derivados de la existencia de materiales carbonatados muy permeables y de una importante complejidad tectónica, son muy elevados; disponiendo actualmente de un caudal aprovechado que supera conjuntamente los 200 l/s, e importantes recursos de esta naturaleza que no se encuentran utilizados.

La diversidad de sus aguas minero-medicinales es también muy significativa, con aguas carbogaseosas de caudales significativos en Marmolejo

(Jaén), Villaharta y Espiel (Córdoba) que satisfacían antiguos y afamados balnearios, y en diversos municipios de la provincia de Granada; abundantes aguas de fuerte carácter sulfurado en las provincias de Cádiz, Málaga y Jaén, destacando las bicarbonatadas sulfatadas de Carratraca, las fuertemente mineralizadas y cloruradas del Balneario de Fuente Amarga en Chiclana y otros antiguos balnearios de la provincia de Cádiz, las sulfatadas del Balneario en construcción de Frailes (Jaén) y otros antiguos balnearios de las provincias de Jaén y Málaga.

Mención especial a las aguas de Tolox, que surgen en el mayor macizo peridotítico de Europa, en rocas procedentes del manto terrestre y que proporcionan unas aguas con un pH= 12.

CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS TERMALES POR *ESCHERICHIA COLI* Y LA APLICACIÓN DEL OZONO EN SU TRATAMIENTO

J. A. Garcia Gómez

ORZON, Ourense, Spain

L. A. Rodriguez López

Universidad de Vigo. Departamento de Microbiología, Ciencias de la Salud, Campus Lagoas, Ourense

Palabras clave: Aguas Termales, *E.coli*, Ozono, Desinfección, Calidad y Salud.

Resumen

El agua termal puede ser contaminada por microorganismos durante su distribución y almacenamiento. El objetivo del presente trabajo es evaluar la capacidad biocida de un compuesto emergente, Ozono, en la eliminación de la *Escherichia coli* (*E. coli*) respetando al máximo las propiedades del Agua Termal.

Introducción

Habitualmente las contaminaciones que se producen en las Aguas Termales suelen ser la mayoría de ellas por *Coliformes*, la *E. coli*, *Pseudomonas Aureginosa*, *Legionella*, *virus del tipo Echo*, *Mycobacterium*, *Hongos*, *Protozoos*, *Parainfluenza*, *Bastomicetos*, etc. Algunos de estos microorganismos encuentran en el agua termal las condiciones favorables para su desarrollo, pudiendo sobrevivir durante un tiempo suficiente para la transmisión de enfermedades que son patógenas y con riesgo para la Salud Pública en general.

La contaminación por *E. coli* en las aguas termales, principalmente

debidas a actividades comerciales, fenómenos naturales ocasionales, etc. en el entorno de las surgencias. Una vez que el agua termal sea declarada de utilidad pública se procederá a la protección del manantial mediante un perímetro de seguridad y análisis microbiológicos periódicos para garantizar su calidad.

En los establecimientos Balnearios con aguas termales y cuyas aguas sean a la vez minero-medicinales, en caso de contaminación de las mismas por *E. coli*, no deben de aplicarse las Normas que rigen las piscinas públicas y añadirle un desinfectante tradicional, cloro, que por sus características dejan residual químico en el agua, adulterando su olor y composición, Cloraminas.

Aspectos desagradables para los usuarios de estos establecimientos, a la vez que se deben de cumplir las Normas Higiénico-Sanitarias según Normativa Actual vigente aplicable al agua termal adoptada por cada Comunidad Autónoma. La contaminación por *E. coli* suelen ser un riesgo para la Salud Pública y por tanto se suele cerrar el establecimiento o surgencia hasta que des-

aparezca, adoptando las medidas necesarias para evitar contagios a la población.

Descripción del problema

El Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias de Ourense ha evaluado la efectividad del Ozono en la contaminación por *E. coli* de un agua termal, con una composición superior en sales bicarbonatadas y bajos niveles de azufre, como un biocida autorizado por Sanidad para el tratamiento de las aguas de utilidad pública y sin residual químico es su utilización, siendo medioambientalmente respetuoso y cumpliendo las Directrices E.U.

En la búsqueda de tecnologías limpias se utilizaron métodos con Ozono para eliminar la *E. coli* en el agua termal, como alternativa al uso del cloro, método utilizado actualmente. Dichas cepas se ven afectadas por el Ozono.

Qué es el Ozono

Químicamente es una forma alotrópica del oxígeno, formada por tres átomos de este elemento, cuya función más conocida es la de protegerlos de la peligrosa radiación ultravioleta del Sol.

También es un potente desinfectante y oxidante con gran variedad de utilidades. La más destacada es la desinfección de las aguas.

Se trata de gas azul pálido e inestable, que a temperatura ambiente se caracteriza por un olor picante, perceptible a menudo en las tormentas eléctricas. En condiciones normales de presión y temperatura, el ozono es 13 veces más soluble

en agua que en oxígeno. Debido a la inestabilidad del compuesto, este debe de ser producido en el sitio de aplicación mediante generadores de Ozono *in situ*.

Actualmente el proceso por descarga en corona es el que mejores rendimientos produce y ahorra energía. Cuando este gas es inyectado en el agua, mediante burbujeo o venturi, puede ejercer su poder oxidante mediante dos mecanismos de acción: Oxidación directa compuestos mediante ozono molecular (ozonólisis) y oxidación por radicales libres que son los Hidroxilos.

De los oxidantes más utilizados en el tratamiento de las aguas, los radicales libres Hidroxilo y el Ozono tienen el potencial más alto.

Ello explica la gran eficacia del Ozono como desinfectante y siendo su eficacia probada y siendo capaz de destruir las esporas de *Bacillus Subtilis*, la forma más resistente de microorganismo, su rápida acción en bajas concentraciones y un amplio rango de pH y sin residual químico hacen del Ozono un Biocida que es respetuoso con el Medioambiente. En el año 2001 la (FDA) lo incluyó como agente microbiano de uso Alimentario. Esta autorización es la que permite al Ozono que pueda ser utilizado en el tratamiento y procesado de alimentos. Compuesto que es considerado seguro para alimentos (GRASS, 1997).

Principio Desinfección Ozono

Los sistemas de depuración de agua por Ozono se basan, precisamente, en esta alta capacidad de oxidación, mayor que la del Cloro,

que elimina de forma muy rápida microorganismos, incluso virus. En medio ácido, solo el fluor y ciertos radicales libres tienen una capacidad de oxidación mayor. La acción bactericida del Ozono se basa principalmente en la rotura de la pared celular de la bacteria *E. coli* (lisis) causando daños en los constituyentes del núcleo (ADN, RNA) por ruptura de los enlaces de Carbono-Nitrógeno, despolimerización, no teniendo posibilidades de reproducción, eliminándose completamente al estar expuesta al ozono, en los depósitos de almacenamiento y circuitos del agua, garantizándose la ausencia de la misma en el agua en un menor tiempo de contacto que otros desinfectantes. En general los compuestos orgánicos son oxidados dependiendo de su funcionalización. Así, por ejemplo, las oleofinas pueden llegar a romperse, los grupos amina se oxidan a grupos nitro destruyendo las cloraminas, etc. Los compuestos aromáticos clorofenoles son también destruidos por ozonólisis. Otros compuestos inorgánicos contaminantes son también oxidados por efecto del ozono.

Estos mecanismos son propios de una oxidación, de la misma manera que se utilizara el Cloro.

Las diferencias consisten en: mayor capacidad desinfección, alta velocidad de desinfección y estabilidad frente a rangos pH, espectro amplio frente a microorganismos.

Poca agresividad frente a la piel, mucosas, ojos, etc., no causa malos olores y respeta las instalaciones.

El ozono una vez hecha su función bactericida da como productos de las reacciones: oxígeno (O₂), agua,

óxidos inertes procedentes de las partículas metálicas que se encontraran en el agua y en pequeñas dosis anhídrico carbónico (CO₂) y todos ellos son compuestos mucho más inocuos de los derivados del Cloro.

En 1974 la A.P.H.A (1) y la O.M.S (2) establecieron límites de 1 U.V (Unidad Viral) por 37, 85 L de agua en piscinas de uso lúdico, recreativo y deportivo.

Se excluye del ámbito de aplicación de la Normativa a las piscinas de uso terapéutico, aguas termales, centros de tratamiento de Hidroterapia y otras dedicadas a uso exclusivo médico, cuyas características son reguladas por sus Normas específicas.

Desinfectantes no clorados para el tratamiento de desinfección en aguas más usuales con efectos Bactericidas.

- Foto-Oxidación.
- Luz Ultravioleta.
- Ozono.
- Ion Cobre, Plata.
- Dióxido de Titanio.

La utilización de métodos con Ozono para la eliminación de la bacteria *E. coli* en el agua, es alternativo al Cloro, que es el método más usado actualmente.

Resultados

Los resultados dados en Laboratorio demuestran que una vez aplicado el Ozono en un cultivo de *E. coli* en el agua termal y aplicando dosis de 1ppm de ozono en continuo, bastan para destruir los microorganismos en el agua en 5 segundos.

Así como aplicando dosis bajas de Ozono 0,30 mg/l en continuo tardo en eliminar la *E. coli* en 30 segundos. Mientras que el cloro necesita 15.000 segundos para la misma concentración de oxidante (1 g/m³).

La eliminación de la *E. coli* mediante el Ozono registro en los controles microbiológicos posteriores una relación directa entre incremento de concentración bacteriana y tiempo de generación del Ozono.

Los parámetros del agua termal no sufrieron cambios significativos, pues al ser expuesta el agua a un tiempo de reacción de oxidación tan breve, y debido a la temperatura del agua termal y pH, la vida media del Ozono de aprox. 2 minutos, fue suficiente para la eliminación del microorganismo sin alterar las peculiaridades del agua termal.

La calidad del agua termal no debe de alterarse mediante desinfectantes que dejen residual químico en su acción y menos si persisten en el tiempo, Cloro y derivados.

Conclusiones

A la hora de evaluar el Ozono y su aplicación, se probaron diferentes dosis, tiempos, temperaturas, pH, etc con un generador de Ozono con registro ORZON U 201300687 y publicado en el B.O.P.I con fecha del 25/2/2014. Patente Española.

Cumpliendo todas las especificaciones técnicas y Normas C.E. Se evaluó ser un biocida respetuoso con el medioambiente, pues libera oxígeno en su proceso, siendo un agente limpio y emergente en el tratamiento del agua, cumpliendo con la Directiva Europea U.E (3).

La aplicación del Ozono en el agua termal, garantiza una calidad Microbiológica de la misma alta y libre de patógenos para la Salud Pública.

Conviene destacar que por las propiedades de algunas aguas termales, el tratamiento de desinfección de las mismas está prohibido por Ley. Tratamos de reflejar y utilizar los compuestos menos agresivos y disponibles en el mercado para eliminar ciertas contaminaciones de las aguas termales, siendo el Ozono uno de los más firmes candidatos para su utilización.

También cabe reseñar la falta de una Norma Común a nivel Europeo y una estandarización de los mecanismos para el control y seguimiento de las aguas termales y minero-medicinales.

Acrónimos

1. A.P.H.A American Public Health Association. Washington.
2. O.M.S Organización Mundial de Salud
3. Directiva. E.U 200/60/C.E

Normativa Española Regulación Uso del Ozono.

R.D 168/1985
UNE-EN 1278/1999
R.D 140/2003
R.D 865/2003
NTP 538 del INSHT

Bibliografía

- [1] Armijo M, San Martín J. (1994). Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia. Madrid: Editorial Complutense, 1994.
- [2] Besançon, F (1984). Hygiene des piscines Thermales. Press Therm Climat, 121 (2), 99-103.
- [3] Food and Drug Administration (1997). Substances Generally Recognized As Safe; Proposed Rule. Federal Register 62(74), 18937- 8964.
- [4] Geomecánica y Aguas S.A (1995). Las aguas minerales de Galicia. Santiago de Compostela: Xunta de Galicia.
- [5] Goma i Huguet, A. (2001). Uso de Ozono en las piscinas de la UAB. Barcelona: Servicio de actividad física de la Universidad Autónoma de Barcelona.
- [6] Oliver-Rodés, B. (2004). Control de calidad de las aguas minero-medicinales. En Mata Perello, J.M. (Editor). Libro de actas del III Simposio Ibérico sobre Geología, Termalismo y Sociedad (111-120). Maresme, Catalunya: Ayuntamiento de Arenys de Mar.
- [7] Reiff, F. y Witt, V. M. (1992). Guidelines for the Selection and Application of Disinfection Technologies for Small Towns and Rural Communities in Latin America and the Caribbean. Washington, D.C.: PAHO Technical Series.
- [8] Romero Martín, M. (1987). Microorganismos de las aguas y en particular de las mineromedicinales“. Boletín de la Sociedad Española de Hidrología Médica, 3, 121-125.
- [9] San José Rodríguez, J.C. (1987). La depuración de las piscinas termales. I Coloquio Hispano-Portugués de Termalismo. Verín-Chaves.
- [10] San Martín Bacaicoa, J. (1992). Piscinas de tratamiento: Higiene y control. En San Martín Bacaicoa (Editor) Jornadas de Aguas Minerales y Mineromedicinales en España (pp. 11-18). Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España.

THE SULPHUROUS MINERAL WATERS OF ENTRE-OS-RIOS (NW PORTUGAL): A HYDROGEOCHEMICAL ASSESSMENT

M. J. Afonso

Laboratory of Cartography and Applied Geology, Department of Geotechnical Engineering (DEG), School of Engineering (ISEP), Polytechnic of Porto; Centre GeoBioTec|UA, Aveiro, Portugal.

M. R. Ferreira

Laboratory of Cartography and Applied Geology, School of Engineering (ISEP), Polytechnic of Porto, Porto, Portugal.

J. Teixeira and H.I. Chaminé

Laboratory of Cartography and Applied Geology, DEG, School of Engineering (ISEP), Polytechnic of Porto; Centre GeoBioTec|UA, Aveiro, Portugal.

Keywords: Sulphurous mineral waters, Hydrogeochemistry, Entre-os-Rios thermal baths, NW Portugal.

Abstract

The hydromineral waters of Entre-os-Rios are one of the most important sulphurous waters in Portugal and their hydrochemical status revealed a good consistency through the last hundred years.

1 Introduction

The NW region of the Iberian Peninsula in general and particularly mainland Portugal are rich in hydromineral resources mostly encompassed by the alkaline sulphurous waters. In Portugal these waters are mainly localised in the so-called Ancient Massif, being related with the regional geotectonic framework. The infiltration of meteoric waters may reach great depths giving these waters special physico-chemical characteristics. These hydromineral waters frequently emerge with higher

temperatures than the remaining normal groundwaters.

The main goal of this study was to evaluate the hydrogeochemical evolution of the sulphurous mineral waters of Entre-os-Rios, in order to a better understanding of the hydrogeological conceptual model of this hydromineral system.

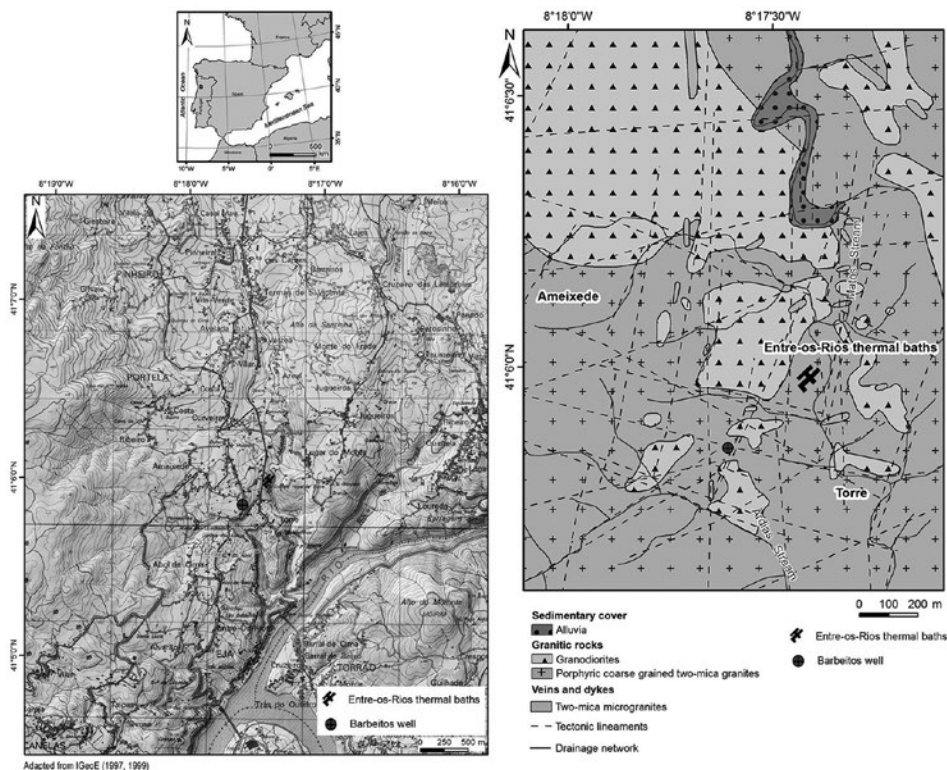
2 Entre-os-Rios hydromineral waters: regional background

Entre-os-Rios thermal baths (formerly Torre thermal baths) are sited in a place called Lugar da Torre, in the village of Eja, municipality of Penafiel, Porto district (NW Portugal), (Figure 1). Entre-os-Rios site is recognised in the region for the thermal spa tradition, which dates back at least to the middle of sixteenth century (e.g., Ortigão [1], Baptista [2], Amorim [3], Ferreira da Silva [4], Acciaiuoli [5]).

In Entre-os-Rios area three aquifer systems coexist, a shallow unconfined granitic aquifer and an unconfined to semi-confined granitic aquifer, both with normal groundwater, and a confined granitic aquifer, deep seated, with mineral water flow. The hydromineral resources of Entre-os-Rios are controlled by lithology (geological contact between a porphyritic coarse-grained granite and granodiorites, and also by the presence of two-mica microgranite) and tectonic constraints (fracture systems N-S to NNE-SSW and ENE-WSW, and also the regional fracture systems NW-SE and NE-SW), (Figure 1), (Medeiros *et al.* [6], [7], Pereira *et al.* [8], LABCARGA [9], Teixeira [10]).

2.1 Materials and methods

Hydrochemical data was collected, both from the old thermal springs (*Torre, Curveira, Arcos esquerda and Arcos direita*) and from the Barbeitos well. Hydrochemical analyses were assembled from the 1938-2012 period, including organoleptic characteristics (smell, colour, and turbidity), several physico-chemical properties (e.g., temperature, pH, electrical conductivity, and sulphuration), major anions and cations (e.g., bicarbonate, fluoride, sodium, and lithium) and minor elements (e.g., lead, tungsten, and boron). Also, some historical data from the end of nineteenth century to the early twentieth century were integrated.



170 Figure 1: Entre-os-Rios thermal baths: regional geographic setting (left) and geotectonic background (right), (adapted and updated from Medeiros *et al.* [6], [7], Pereira *et al.* [8], LABCARGA [9], Teixeira [10]).

2.2 Results and discussion

The mineral waters of Entre-os-Rios are colourless, with no turbidity and have a characteristic foul odor of rotten eggs, given by hydrogen sulphide. These waters are cold, with median temperatures ranging from 17°C to 21°C, electrical conductivities ranging 550-650 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, sulphydric, carbonated and highly fluorinated (ca. 20 mg.L⁻¹). The hydrogeochemical facies is mostly Sodium-Bicarbonate; this facies is quite different from the normal groundwater that are Sodium-Chloride-Sulfate.

In order to illustrate the hydrogeochemical evolution of these mineral waters, pH and total sulphuration were selected.

These waters are clearly alkaline (Figure 2), with similar pH in the old thermal springs (median values of 8.68, 8.59, 8.41 e 8.84) and Barbeitos well (median value of 8.81).

Regarding total sulphuration, the values for the old thermal springs are limited to the 1979-1990 period. Median values range from 18 to 24.9 mg/L (Figure 3). These waters are recognized, since the 19th century (e.g., Ferreira da Silva [4], Machado [11]), for having one of the highest values in Portuguese sulphurous mineral waters.

All these results are in good agreement with Machado [12], [11], [13], Calado [14], Teixeira [10] and Ferreira [15].

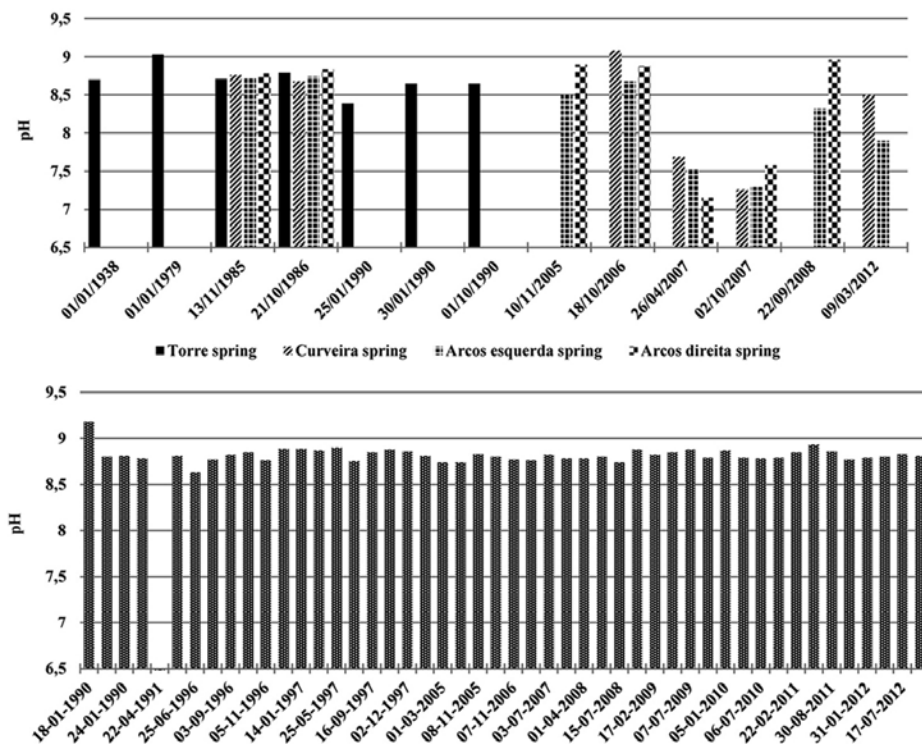


Figure 2: pH values from the old thermal springs (top) and from the Barbeitos well (bottom) for the period 1938 to 2012.

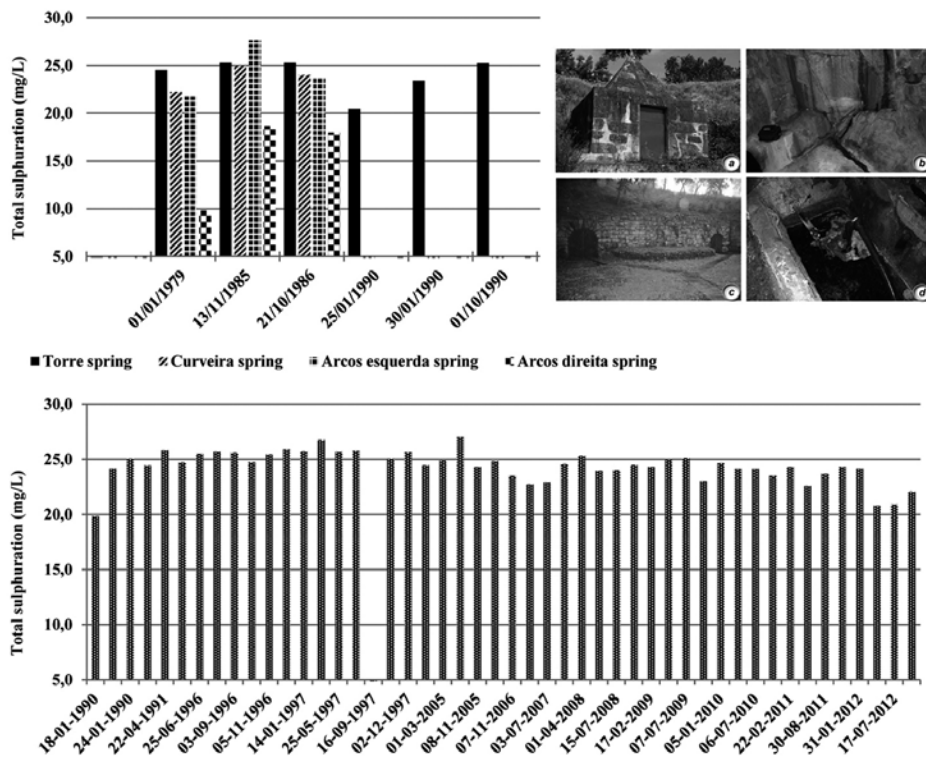


Figure 3: Total sulphuration values from the old thermal springs (top left) and from the Barbeitos well (bottom) for the period 1979 to 2012. Several aspects of the old thermal springs (top right): a) Torre spring's old building; b) Torre spring; c) entrances for Arcos esquerda and Arcos direita springs; d) Tank where Curveira spring is collected.

3 Concluding remarks

The hydromineral waters of Entre-os-Rios are controlled both by lithology and tectonic constraints.

Chemical analyses revealed that these waters have a good constancy throughout the last hundred years. They have a characteristic odor of hydrogen sulfide, a low temperature (17-21°C), a relatively low mineralisation, are clearly alkaline (8.41<pH<8.81), sulphydric, carbonated, highly fluorinated, with high concentrations of total sulphuration, and their hydrogeochemical facies is dominantly Sodium-Bicarbonate. These characteristics are definitely

different from the normal groundwater of the region.

This preliminary study helped to improve our knowledge of these hydromineral systems and to refine the regional hydrogeological conceptual model.

Acknowledgments

Special thanks are due to INATEL Foundation, namely A. Vilela and M.C. Soares, for allowing the access to the archive of Entre-os-Rios thermal baths. Thanks are also due to J.M. Carvalho, M.R. Carvalho and J. M. Marques for all discussions. The present work is dedicated

to the late Chemist Maria José do Canto Machado (SFM/IGM/LNEG), outstanding Hydrochemist, who assessed the almost thermomineral waters and groundwaters in Portugal.

References

- [1] Ramalho Ortigão, J.D. Banhos de Caldas e águas minerais. Livraria Universal, Magalhães & Moniz Editores, Porto, 1875.
- [2] Baptista, A.M.S. As águas d'Entre-os-Rios e a sua Estância (Torre). Typographia a vapor da Empresa Guedes, Porto, 1912.
- [3] Amorim, H.S. Therapeutica Thermal (águas de Entre-os-Rios). Dissertação Inaugural apresentada á Escola Medico-Cirurgica do Porto, Typographia de A.F. Vasconcellos, Succ, Porto, 1900.
- [4] Ferreira da Silva, A.J. As águas minerais de Entre-os-Rios (Estância da Torre): memória e estudo químico e bacteriológico, Typographia a vapor da Empresa Guedes, Porto, 1909.
- [5] Acciaiuoli, L.M.C. Le Portugal hydrominéral. Direction Générale des Mines et des Services Géologiques. 2 volumes, Lisbonne, 1952/1953.
- [6] Medeiros, A.C., Pilar, L., Fernandes, A.P. Carta Geológica de Portugal, na escala 1/50000. Notícia Explicativa, Folha 13-B (Castelo de Paiva). Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 1964.
- [7] Medeiros, A.C., Pereira, E., Moreira, A. Carta Geológica de Portugal, na escala 1/50000. Notícia Explicativa, Folha 9-D (Penafiel). Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 1980.
- [8] Pereira, E., Ribeiro, A., Carvalho, G.S., Noronha, F., Ferreira, N., Monteiro, J.H. Carta Geológica de Portugal, escala 1/200000. Folha 1. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 1989.
- [9] LABCARGA Laboratório de Cartografia e Geologia Aplicada. Estudo geomorfológico e geológico-estrutural da concessão hidromineral HM-23 de Entre-os-Rios (Quinta da Torre) e área envolvente: implicações no desenvolvimento de recursos hídricos subterrâneos. LABCARGA|ISEP, Porto, (unpublished report), 2009.
- [10] Teixeira, J.A. Hidrogeomorfologia e sustentabilidade de recursos hídricos subterrâneos. Universidade de Aveiro (PhD Thesis), 2011.
- [11] Canto Machado, M.J. O quimismo das águas sulfúreas portuguesas. Estudos, notas e trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro, 30:37-49, 1988.
- [12] Canto Machado, M.J. Estudo químico completo das águas das várias nascentes das Termas de Entre-os-Rios. Direcção-Geral de Geologia e Minas, Laboratório, Secção de Hidroquímica, Relatório n.º11, São Mamede Infesta, 1987.
- [13] Canto Machado, M.J. Estudo físico-químico completo da água do furo de Barbeitos das Termas

de Entre-os-Rios. Direcção-Geral de Geologia e Minas, Laboratório, Secção de Hidroquímica, Relatório n.º11, S. Mamede de Infesta, 1991.

- [14] Carlos M. A. Calado. A ocorrência de água sulfúrea alcalina no Maciço Hespérico: quadro hidrogeológico e quimiogénese. Universidade de Lisboa (PhD Thesis), 2001.
- [15] Nogueira Ferreira, M. R. Evolução hidrogeoquímica das águas sulfúreas de Entre-os-Rios: avaliação preliminar. Instituto Superior de Engenharia do Porto (MSc Thesis), 2013.

ELABORACIÓN DE CREMAS SOLARES CON ROMERO Y AGUAS TERMALES DE OURENSE

A. Del Castillo Llamosas^{1,2}, A. Constenla Terceiro^{2,3}, M. J. Pérez Álvarez¹, H. Domínguez González³, E. Falqué López²

¹ Microbiología, ² Química Analítica, ³ Ingeniería Química.

Facultad de Ciencias, Universidad de Vigo, Ourense, España.

Palabras clave: : agua mineromedicinal, termal, crema solar, romero, estabilidad.

Resumen

En este trabajo se muestra la valorización de las aguas mineromedicinales termales procedentes de distintos manantiales de la ciudad de Ourense, como son: As Burgas, A Chavasqueira, Tinteiro, Muíño da Veiga, y Outariz, mediante la elaboración de cremas solares con romero.

Se elaboraron las diferentes cremas, se analizó su estabilidad microbiológica y química durante seis meses y se realizó un análisis sensorial para valorar la aceptación de las mismas por parte de posibles consumidores.

Los resultados obtenidos muestran que las cremas solares elaboradas con estas aguas y con romero permiten obtener unas emulsiones que se mantienen estables en el tiempo, hasta al menos los seis meses, tanto a nivel microbiológico como químico, por lo que son aptas para uso personal desde un punto de vista legislativo; además, no se han detectado alteraciones en cuanto a pH, olor y color. Aunque todas las cremas fueron bien aceptadas por los consumidores, las que obtuvieron una mayor valoración en el análisis

sensorial fueron las elaboradas con las aguas termales de Outariz y A Chavasqueira.

1 Introducción

En el Noroeste de España, Galicia cuenta con más de trescientos puntos de surgencias de aguas mineromedicinales y termales, siendo Ourense la segunda potencia de agua termal en la península Ibérica [1].

En la ciudad, que ostenta el título de 'Capital Termal', varios manantiales son muy conocidos y utilizados por la población por las características de sus aguas con indicaciones terapéuticas para el tratamiento de afecciones dermatológicas y reumatológicas fundamentalmente, como son los de As Burgas, A Chavasqueira, Tinteiro, Muíño da Veiga y Outariz [2].

Hoy en día, reconocidas marcas internacionales de la industria cosmética utilizan aguas mineromedicinales y termales en la elaboración de sus productos porque se ha demostrado que este tipo de aguas poseen propiedades antiinflamatorias e inmunomoduladoras, pudiendo incluso llegar a producir

una mejora en pieles con dermatitis atópica y/o acné [3], siendo, por lo tanto, muy beneficiosas para la piel.

Entre la diversa gama de productos que componen el mercado cosmético, se encuentran las cremas. En la formulación de las cremas, el agua actúa generalmente como excipiente, transportando principios activos y determinando su aplicación y dosificación, pero, en el caso de emplear agua mineromedicinal, esta también puede actuar como un principio activo más.

2 Objetivos

Con el fin de valorizar aún más las aguas termales de Ourense, y dada la creciente demanda de productos naturales, se ha planteado su uso como principio activo para elaborar formulaciones de cremas solares utilizando las aguas mineromedicinales de cinco manantiales (As Burgas, Chavasqueira, Tinteiro, Muíño da Veiga y Outariz) y como antioxidante natural un extracto de romero; además de evaluar su estabilidad y seguridad microbiológica y química durante seis meses, se ha valorado su aceptación por parte de los consumidores.

3 Metodología

3.1 Origen de las aguas

Las aguas utilizadas en la elaboración de las cremas solares fueron recogidas en los manantiales de As Burgas, Chavasqueira, Tinteiro, Muíño da Veiga y Outariz y transportadas refrigeradas al laboratorio. Se utilizó también agua destilada para elaborar una crema control con fines comparativos.

3.2 Elaboración de las cremas solares

Se utilizaron ingredientes recogidos en la lista de sustancias admitidas por el Reglamento Europeo (CE) 1223/2009 [4] sobre productos cosméticos. Para la elaboración de las cremas solares se tuvieron en cuenta las recomendaciones recogidas en la guía de Buenas Prácticas de Fabricación (BPF) de la Norma UNE-EN-ISO 22716/2008 [5] de productos cosméticos y se elaboraron con la misma fórmula siguiendo el protocolo descrito por Balboa *et al.* [6], usando para la fase acuosa las cinco aguas termales recogidas, así como agua destilada.

Las cremas producidas fueron envasadas en tarros de cristal de 50 mL con tapón de rosca, y analizadas microbiológica y químicamente tras su elaboración, y transcurridos tres y seis meses, manteniéndolas en todo momento a temperatura ambiente y en oscuridad.

3.3 Control microbiológico

Las aguas se analizaron por filtración previamente a su utilización realizando la detección y el recuento de microorganismos aerobios y coliformes, y la detección específica de *Escherichia coli*, además de los microorganismos que tienen especial importancia en la seguridad de los productos cosméticos, como son *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* y *Candida albicans*.

Las cremas se analizaron siguiendo protocolos normalizados para la detección de microorganismos específicos y no específicos (ISO 18415:2007) [7], microorga-

nismos aerobios mesófilos, mohos y levaduras usando Plate Count Agar y Agar Saboureaud Dextrosa (ASD) suplementado con 5% cloranfenicol, respectivamente; *E. coli* en Agar Levine Eosina y azul de metileno; *P. aeruginosa* en Agar Cetrimida, *S. aureus* en Agar Baird Parker y *C. albicans* en ASD+cloranfenicol. Los resultados se expresaron en unidades formadoras de colonias por mililitro (ufc/mL).

3.4 Control químico

Se evaluó la evolución del pH, de la oxidación y del color de las distintas emulsiones a lo largo del tiempo.

La oxidación primaria de los lípidos se analizó mediante el índice de peróxidos (pV) [8] y la oxidación secundaria (pA) mediante el reactivo de p-anisidina siguiendo el procedimiento de la AOAC [9]. La oxidación total de las cremas se calculó mediante el índice TOTOX aplicando la siguiente fórmula [10]:

$$\text{TOTOX} = \text{PA} + 2 \cdot \text{pV}$$

El color de las distintas cremas y en los diferentes tiempos se ha medido mediante el sistema CIELab con un colorímetro CR-4000 (Konica Minolta), que especifica el color tridimensionalmente mediante la cromaticidad (C) y el tono (H), que son obtenidos a partir de las coordenadas a*, b* y L*.

3.5 Análisis sensorial

El análisis llevado a cabo se basó en un Test Afectivo [11], donde el voluntario pudo evaluar seis emulsiones distintas dotándolas de un

valor numérico en una escala del 0 al 10, en base a los términos “Me disgusta” (0) y “Me gusta mucho” (10). Entre los 36 voluntarios que participaron en el análisis, se encontraban 12 hombres y 24 mujeres, con edades comprendidas entre los 18 y 60 años. Los catadores evaluaron en una ficha distintos descriptores que aluden tanto al aspecto externo, olor y color en el momento de abrir el tarro, como a las sensaciones táctiles y olfativas al extender las diferentes cremas sobre su piel.

4 Resultados y discusión

Utilizando las diferentes aguas termales y agua destilada como control, se obtuvieron seis cremas con factor solar, no excesivamente untuosas, de tonalidad anaranjada y con un agradable olor a romero.

Los resultados de los análisis microbiológicos realizados establecieron que todas las cremas son seguras durante todo el tiempo que han sido mantenidas y evaluadas, ya que en todos los casos los valores obtenidos se encontraron dentro de los límites establecidos por la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS), así como por el Ministerio de Salud y Consumo de España y por la organización Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS), que son de 102 ufc/g de producto para cosméticos destinados a niños menores de tres años, o aquellos para uso alrededor de ojos o membranas mucosas; de 103 ufc/g de producto para el resto de productos cosméticos, y ausencia de patógenos al analizar 1 gramo del producto.

La carga bacteriana aerobia mesófila y psicrófila en todas las aguas recogidas fue igual o inferior a 10 ufc/mL y, al utilizarla en las cremas, se mantuvo en valores bajos y, aunque se observó un incremento de 1 unidad logarítmica a los seis meses, se mantuvieron por debajo de los límites y nunca se detectaron patógenos, por lo que se consideraron aptas para el consumo.

En todas las cremas, el pH se mantuvo estable entre 6,1 y 6,8 (figura 1), así como su color anaranjado, oxidándose levemente a medida que transcurren los seis meses (figura 2). Sólo se observaron diferencias significativas en los valores de oxidación en la crema elaborada con agua del manantial de A Chavasqueira (figura 3).

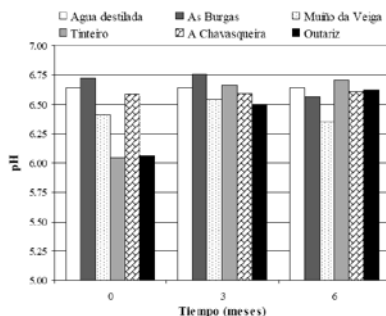
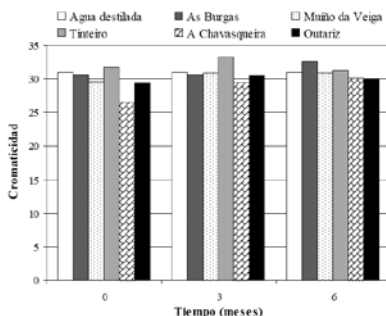


Figura 1: Evolución del pH de las cremas con el tiempo



178 Figura 2: Evolución de la cromaticidad con el tiempo

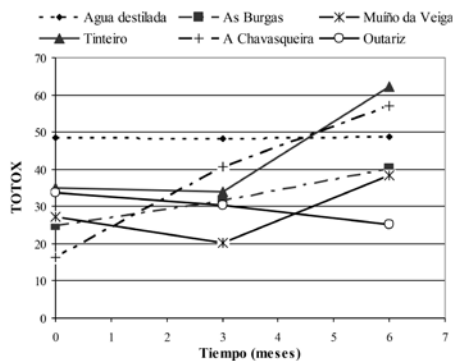


Figura 3: Oxidación de las cremas con el tiempo

El análisis sensorial de las cremas realizado como un test de consumidores a voluntarios de distintos sexos y edades mostró que, en función de las cinco aguas mineromedicinales utilizadas para la elaboración de sus fases acuosas y de la crema con agua destilada que se usó como control, no hubo grandes diferencias entre las puntuaciones otorgadas por los hombres a las concedidas por las mujeres, siendo con el agua de Muño da Veiga con la que se aprecia más disparidad de opinión. Los hombres puntuaron mejor las emulsiones preparadas con las aguas de Outariz, A Chavasqueira y As Burgas (figura 4).

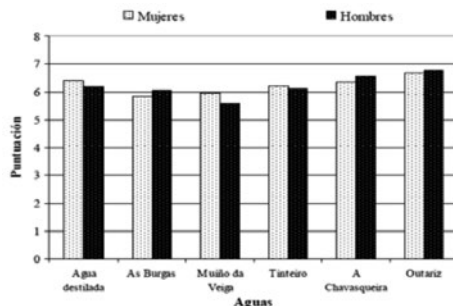


Figura 4: Valoración de las aguas en función del sexo

Teniendo en cuenta los distintos intervalos de edad de los catadores, todos coincidieron valorando con la

puntuación más elevada a la crema elaborada con agua de Outariz, exceptuando a los mayores de 40 años, que prefirieron las cremas en las que se empleó el agua del manantial de A Chavasqueira. Todos los catadores, independientemente de la edad, otorgaron la menor puntuación a las cremas formuladas con el agua de Muíño da Veiga (figura 5).

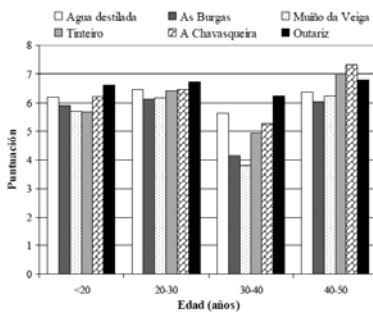


Figura 5: Valoración de las aguas en función de la edad

La valoración de las cremas en su conjunto, teniendo en cuenta todos los atributos, se muestra en la figura 6, resultando la emulsión preferida aquella en la que se empleó agua de Outariz, seguida de las elaboradas con agua de A Chavasqueira y con el agua destilada que sirvió de control.

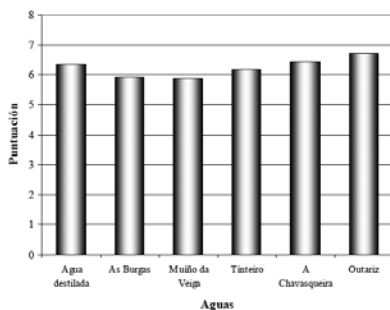


Figura 6: Valoración global de las cremas en función de las aguas

5 Conclusiones

Las aguas termales de As Burgas, Muíño da Veiga, Tinteiro, A Chavasqueira y Outariz pueden ser utilizadas para la elaboración de productos cosméticos, tales como cremas solares.

Las cremas han permanecido estables, al menos durante 6 meses, por lo que resultan aptas para uso personal desde un punto de vista legislativo, y todas ellas han sido aceptadas por posibles consumidores, sobre todo las elaboradas con el agua de Outariz y de A Chavasqueira.

Bibliografía

- [1] Delgado-Outeiriño, I., Araújo-Nespereira, P., Cid-Fernández, J.A., Mejuto, J.C., Martínez-Carballo, E., Simal-Gándara, J. Behaviour of thermal waters through granite rocks based on residence time and inorganic pattern. *Journal of Hydrology*, 373:329-336, 2009.
- [2] Ourense Termal http://termalismo.ourense.es/wp-content/uploads/gallery/groups/58/55/DOSSIER-OURENSE-TERMAL_ES.pdf (última consulta 30/7/2015).
- [3] Merial-Kieny, C., Castex-Rizzi, N., Selas, B., Mery, S., Guerrero, D. Avène thermal spring water: An active component with specific properties. *Journal of European Academy of Dermatology and Venereology*, 25:2-5, 2011.
- [4] Reglamento Europeo (CE) 1223/2009, de 30 de noviembre, sobre los productos cosméticos.

- [5] UNE-EN-SO 22716/2008. Productos cosméticos - Buenas Prácticas de Fabricación (BPF). Guía de buenas prácticas de fabricación.
- [6] Balboa, E., Soto, M.L., Nogueira, D., González-López, N., Conde, E., Moure, A., Vinardell, M.P., Mitjans, M., Domínguez, H. Potential of antioxidant extracts produced by aqueous processing of renewable resources for the formulation of cosmetics. *Industrial Crops and Products*, 58:104-110, 2014.
- [7] UNE-EN ISO 18415/2010. Cosméticos. Microbiología. Detección de microorganismos específicos y no específicos.
- [8] Díaz, M., Dunn, C., McClements, J., Decker, E. Use of caseinophosphopeptides as natural antioxidants in oil-in-water emulsions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51:2365-2370, 2003.
- [9] AOAC. International Official Method of Analysis, Cd 18-90. p-Anisidine value. 1997.
- [10] Wang, Z., Hwang, S.H., Lim, S.S. Lipophilization of phenolic acids with phytosterols by a chemoenzymatic method to improve their antioxidant activities. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 117:1-12, 2015.
- [11] Isaac, V., Chiari, B., Magnani, C., Correa, M.A. Análise sensorial como ferramenta útil no desenvolvimento de cosméticos. *Ciências Farmacêuticas*, 33(4):479-488, 2012.

ELECTROANALYSIS OF CU, PB, CD AND ZN IN MICROALGAE CULTURE: MATRIX EFFECT EVALUATION

M. Magallanes-Chapela

Department of Analytical and Food Chemistry, Vigo, Spain.

J. M. Torres-Palenzuela

Department of Applied Physics, Vigo, Spain.

E. González-Romero

Department of Analytical and Food Chemistry, Vigo, Spain.

Keywords: Phytoremediation, Microalgae, Electroanalysis, Heavy Metals.

Abstract

This work illustrates, for first time, the use of simple and low-cost electroanalytical techniques to monitoring the heavy metals in microalgae cultures.

The conditions of both selected techniques for the analysis, differential pulse polarography (DPP) and anodic stripping voltammetry (ASV) were optimized, giving selective and sensitive information in the simultaneous determination of Cu, Pb, Cd and Zn in presence of *Chlorella vulgaris*. The electrochemical studies by cyclic voltammetry (CV) of the heavy metals on mercury electrode and the matrix effect evaluation are included.

1 Introduction

Environmental pollution by heavy metals has become a serious problem in the world. The heavy metals are essentially non-biodegradable; therefore they accumulate in the environment or in the body tissues of living organisms (bioaccumulation) and their concentrations increase as they pass from lower trophic levels to higher trophic levels (a phenome-

non known as biomagnification). The heavy metals are classified as essential and non-essential. Essential heavy metals (Fe, Mn, Cu, Zn, and Ni) are those, which are needed by living organisms in small quantities for vital physiological and biochemical functions. Non-essential heavy metals (Cd, Pb, As, Hg, and Cr) are those, which are not needed by living organisms for any physiological and biochemical functions [1].

Decontamination of heavy metals from waste water has been a challenge for a long time. A number of methods have been developed for removal of heavy metals from industrial, but these conventional technologies are expensive. Hence, an alternative bioaccumulation on biological materials may give rise to a technically reliable and economically viable clearance process. Green plants as microalgae have an enormous ability to uptake pollutants from the environment and accomplish their detoxification by various mechanisms and its use is called phytoremediation [2, 3]. It is a novel, cost-effective, efficient,

environment and eco-friendly technology.

Current techniques capable of multielement determination, atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma excitation (ICP-AES), X-ray fluorescence (XRF), and atomic absorption spectrometry (AAS), are very expensive, time-consuming, and often do not offer adequate sensitivity for reproducible determination at trace to ultratrace concentrations of multielements in complex matrices [4]. Voltammetric techniques such as differential pulse polarography (DPP) and anodic stripping voltammetry (ASV), require relatively inexpensive instrumental analysis methods and are capable of accurate multielement determination at trace to ultratrace levels. ASV has become accepted as one of the most powerful electroanalytical tools for ultra trace element analysis of water, food and biological matrices due to its extreme sensitivity, selectivity, and capability of multielemental analysis [5-8].

The aims of this study were to develop an analytical method for determination of toxic elements Pb and Cd and essential trace elements Cu and Zn by using ASV and/or DPP mode, together with the evaluation of matrix effect on analytical signals. Using the differential pulse mode, peak potentials as E_p were -0.523, -0.327, 0.078 and -0.943 V for cadmium, lead, copper and zinc, respectively. Fresh, marine and waste water have been analysed by standard addition methods. Then, in this work, a simple and rapid ASV/DPP method has been developed for the simultaneous determination

of zinc, cadmium, lead, and copper in water samples in presence of microalgae as decontaminant media.

2 Materials and methods

2.1 Reactants

Reagents were of maximum purity available and were used without further purification. Copper, Lead, Cadmium and Zinc standard solutions (1,000.0±0.2 ppm of each element and stored at 4°C) were purchased from Fluka. The chemicals used in the preparation of the universal acetic/acetate buffer solution were purchased from Aldrich. All working solutions of heavy metals were daily prepared by dilution to required concentration using Milli-Q grade water. All reagents used in the culture media assays were provided by Aqual Gae with the following composition: NaNO₃, KH₂PO₄, MgSO₄·7H₂O, CaCl₂·2H₂O, Citrato sódico, Na₂-EDTA, Na₂MoO₄·2H₂O, MnCl₂·4H₂O, ZnCl₂, CuSO₄·5H₂O, CoCl₂·6H₂O, boron, SeO₂, and vitamins (biotine or B8, cyanocobalamine or B12 and thiamine or B1).

2.2 Voltammetric analysis

Electrochemical measurements were obtained with a potentiostat μ AUTOLAB Type II, connected to the 663 VA Stand (Metrohm), through IME 663, where the electrochemical cell is placed, in conjunction with the three electrode systems described below. The system was controlled by General Purpose Electrochemical experiments software 4.9 (GPES 4.9). The cell configuration consists of working electrode: mercury (SMDE mode), a reference electrode of Ag/AgCl in KCl 3M, and Pt or carbon

as counter electrode. The volume dispense in is 25 mL. All potentials given hereafter will be relative to above mentioned reference electrode. The voltammetric measurements were carried out under room temperature.

The CVs were usually recorded in the potential range from 0.2 to -1.2 V, that is, $MU = 1.4 V$, with a scan rate of $100 mVs^{-1}$ and a step potential of 5 mV, unless otherwise indicated. When using DPP, the conditions were as follows: step potential of 5 mV; pulse amplitude, ME, of -50 mV; and scan rate of $5mVs^{-1}$. When using ASV, a deposition potential and time were selected, being -1.2 V and from 60 to 600s, respectively; then, the potential was scanned to anodic direction, usually from -1.2 to 0.2 V. All electrochemical measurements were carried out in quiescent solutions and in absence of oxygen, purging 15 min with nitrogen.

3 Results and discussion

3.1 Microalgae culture characterization

The characterization of microalgae culture suspensions by control of Zeta potential (ζ), pH and conductivity in several photobioreactors

were investigated (Table 1). It can be read that the *Chlorella vulgaris* are negatively charged and the charge is independent of the pH of the culture (as long as the values are between 6.5 and 9.0) and the conductivity (mostly due to the nutrients used as food for microalgae). These conditions are favorable for a good stability of culture suspensions, with no aggregation and coprecipitation of microalgae [9].

3.2 Voltammetric analysis

The studies by CV (Fig.1) were carried out on HMDE as working electrode in 0.8 mM acetic/acetate buffer solution (pH 5). The Fig. 1A displays the CVs of the quaternary mixture of the four ions, Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} and Zn^{2+} . It can be seen that it is easy to locate the reduction peaks of each metal when the potential was scanned from 0.2V to -1.2V at $100mV/s$ and also the four oxidation peaks at -0.952V, -0.532V, -0.332V and 0.073V that appear for the oxidation of Zn, Cd, Pb and Cu at the reverse scan. The CV voltammograms display a marked improvement in the anodic peak current, with an anodic and cathodic ratio > 1. It also shows the formal potential

Table 1: Microalgae culture characterization.

Microalgae Culture	Zeta Potential (mV)	pH (T)	Conductivity ($\mu S/cm$) (T)
PTBR-5 (1:4)	-22.2 ± 0.7	8.29 ± 0.02 (23.0 °C)	475 ± 2 (22.5 °C)
PTBR-6 (no dilution)	-19.1 ± 2.2	8.40 ± 0.02 (22.3 °C)	543 ± 2 (22.6 °C)
PTBR-7 (no dilution)	-19.3 ± 0.3	7.75 ± 0.02 (22.8 °C)	348 ± 3 (22.4 °C)
PTBR-7* (1:3)	-20.3 ± 2.2	6.95 ± 0.02 (25.9 °C)	406 ± 3 (25.5 °C)

*PTBR-X -Photobioreactor (40L); * Stationary microalgae culture*

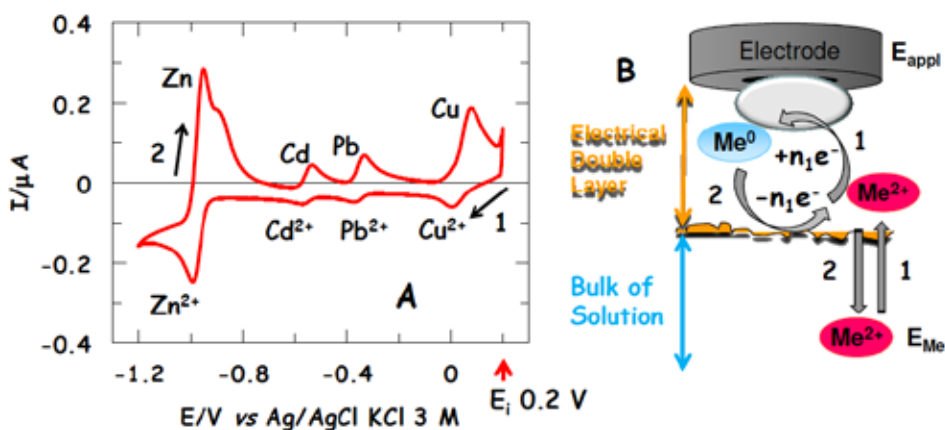


Figure 1: A.- Cyclic voltammograms of a quaternary sample with: 1.6ppm of Pb and Cu, 0.80ppm of Cd and 5.0 ppm of Zn at 100mV/s. B.- Mechanism proposed for the electrochemical process of heavy metals.

(E^0) at 0.034V for Cu, -0.349V for Pb, -0.552V for Cd and -0.974V for Zn, with a peak-to-peak separation (ΔE_p) of 59mV, 34mV, 37mV and 39mV, respectively. The cations are reduced to the metal, forming an amalgam with mercury electrode, where they are preconcentrated (Fig. 1B, inset 1). The deposited metal is then oxidized at the reverse scan (Fig. 1B, inset 2). The results revealed that a quasireversible two electrons mechanism is involved in these processes. As scan rate increase from 10mV/s to 500mV/s at fixed concentration of heavy metals (results not shown), the reduction peak current of each is proportional to the square root of scan rate that is expected for reactions that involve mass transport from bulk of solution to the double layer (Fig. 1B, inset 1) and it is totally diffusion controlled.

3.3 Matrix effect evaluation and analysis

The value of the slope in the calibration curve is the direct measurement to know the sensitivity of the

method. Table 2 showed that the slope of calibration curves for each metal by DPP are very dependent of electrolytic media, decreasing the slope when the sample is going more complex, indicating the matrix effect. To minimize this effect, standard addition on the water samples will be applied for the simultaneous determination of heavy metals. In all water samples analyzed (natural, tap, marine and waste water) by DPP and/or ASV, the content in Cu, Cd, Pb and Zn is 10-100 times below the limits regulated by different organisms (EPA, EEU, WHO) [10].

3.4 ASV analysis in microalgae culture

To obtain a much more sensitive peak current, ASV was applied. Fig. 2 illustrates the DP voltammograms for quaternary mixture of the four heavy metals in microalgae culture at the optimized instrumental conditions with the increasing the concentration of the analytes.

It can be seeing that the voltammetric peak of Cu overlap-

ping with both residual current (red line, inset Fig.2) and microalgae residual current (blue line, inset Fig.2). However, it is easy to locate all oxidation peaks of each stripped metal, doing the analysis very selective.

In order to obtain the concentration range in which the response of the electrode is linear with the concentration and the detection and quantification limits, the effect of concentration of each metal on its peak currents was investigated (illustrated in same Fig.2). The calibration curve exhibits a linear relation between the peak current of Zn (-0.980 V), Cd (-0.575 V), Pb (-0.380 V) and Cu (0.031 V) and its concentration over the range 0.2-1.6 ppm for Cu and Pb ($r=0.995$), 0.04-0.8 ppm for Cd ($r=0.9999$) and 1-5 ppm for Zn ($r=0.998$). Statistical analysis gave the following equations: $i_{pa} (\mu A) = (0.0677 \pm 0.0320) + (2.4016 \pm 0.1342) [Cu] (\text{ppm})$ ($R^2 = 0.995$); $i_{pa} (\mu A) = (0.0821 \pm 0.0306) + (0.9802 \pm 0.0311) [Pb] (\text{ppm})$ ($R^2 = 0.998$); $i_{pa} (\mu A) = (0.0172 \pm 0.0064) + (1.5226 \pm 0.0156) [Cd] (\text{ppm})$ ($R^2 = 0.999$) and $i_{pa} (\mu A) = (0.5925 \pm 0.0146) + (2.7062 \pm 0.0053) [Zn] (\text{ppm})$ ($R^2 = 0.998$). The detection and quantification limits, calculated as three and ten times the standard deviation of residual current and slope of calibration curve ratio, were found to be 0.165 and 0.549 ppm for Cu; 0.094 and 0.312 ppm for Pb; 0.013 and 0.400 ppm for Cd and, 0.062 and 0.207 ppm for Zn, respectively. The sensitivity can be enhanced about 6 times with the increasing of the deposition time

from 60s (Fig.2) to 600s at -1.2V under stirring conditions and lower concentrations can be detected by ASV standard addition method.

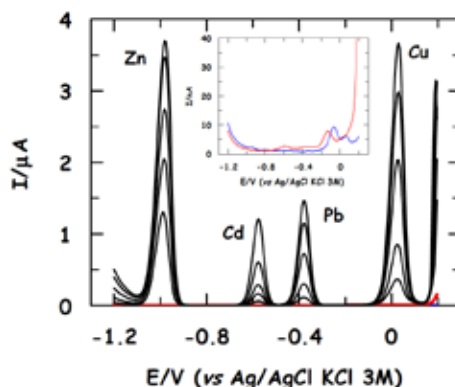


Figure 2: ASV voltammograms for quaternary mixtures of Cu, Pb, Cd and Zn at different concentrations. Conditions: $E_{dep} = -1.2V$, $t_{dep} = 60s$, $v = 5m/s$; $\Delta E = 50mV$

4 Conclusion

The electrochemical studies described here have shown that the method is a rapid, reproducible, and accurate determination of these elements in opaque samples can be carried out. All water samples analyzed showed matrix effect, decreasing the sensitivity in the analysis. For that, the standard addition methodology should be used to minimize this effect. Finally, the optimized voltammetric and polarographic methodology can be also used for the direct and the simultaneous analysis of these heavy metals in suspensions without a previous separation of microalgae.

Acknowledgments

The authors are highly indebted to Ms Cristina Fernández-López for Zeta potential analysis.

Financial support from the following institutions is acknowledged: MINECO of Spain (CTM2014-52471-R), Xunta de Galicia (BioAuga Network, XUGA/FEDER R2014/030).

References

- [1] Ali, H., Khan, E., Sajad, M.A. Phytoremediation of heavy metals: concepts and applications, *Chemosphere*, 91(7): 869–881, 2013 and references therein.
- [2] Chaney, R.L. Plant uptake of inorganic waste. In land treatment of hazardous waste. Ed. J.E. Parr, P.B. Marsch, J.M. Kia; 1983, Noyes Data Corp. Park Ridge II
- [3] Benzidia, N., Salhi, A., Bakkas, S. & Khamliche, L. Biosorption of Copper Cu (II) in aqueous solution by chemically modified crushed marine algae (*Bifurcaria bifurcata*): Equilibrium and kinetic studies, *Mediterranean J. Chem.*, 4 (2): 85-92, 2015 and references therein
- [4] Reeve, R., Introduction to environmental analysis, Wiley, 2002. ISBN 0-471-49295-7
- [5] Kalvoda, R., Electroanalytical methods in chemical and environmental analysis, Plenum Press, 1987. ISBN 0-306-41799-5
- [6] Tokusoglu, Ö., Aykan, S. Akaldin, S., Kocak, S. & Ersoy, N., Simultaneous Differential Pulse Polarographic Determination of Cadmium, Lead, and Copper in Milk and Dairy Products, *J. Agric. Food Chem.*, 52: 1795-1799, 2004.
- [7] Ruecha, N., Rodthongkum, N., Cate, D.M., Volckens, J., Chailapakul, O. & Henry, C.S., Sensitive electrochemical sensor using a graphenepolyaniline nanocomposite for simultaneous detection of Zn(II), Cd(II), and Pb(II), *Anal Chim Acta*, 874:40-8, 2015
- [8] Ouyang, R., Zhu, Z., Tatum, C.E., Chambers, J.O. & Xue, Z.L., Simultaneous Stripping Detection of Pb(II), Cd(II) and Zn(II) Using a Bimetallic Hg-Bi/Single-Walled Carbon Nanotubes Composite Electrode, *J. Electroanal. Chem.*, 656(1-2):78-84, 2011
- [9] Billuri, M., Bonner, J.S., Fuller, C.B. & Islam, M.S., Impact of natural cationic polymers on charge and clarification of microalgae suspensions, *Environ. Eng. Sci.*, 32(3): 212-221, 2015
- [10] Links to web sites: <http://www.epa.gov>, <http://www.eea.europa.eu>; <http://www.who.int/en/>

EMPLEO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN PARA GENERAR UNA HERRAMIENTA DE BASE LÓGICA Y CON ALTO PODER DE SÍNTESIS QUE CONTRIBUYA A LA GESTIÓN DEL YACIMIENTO TERMAL DE LA CIUDAD DE OURENSE

P. Araujo-Nespereira, I. Delgado-Outeiriño, J. A. Cid-Fernández
Grupo de geotermia e hidrogeología, Facultad de Ciencias de Ourense, Universidad de Vigo, España.

N. Torres Reboiras

Concejalía de Termalismo, Ayuntamiento de Ourense, España.

Palabras clave: aguas termales, yacimiento termal, Ourense, sistemas de información geográfica, gestión municipal.

Resumen

Empleo de las tecnologías de la información para generar una herramienta de base lógica (Sistema de Información Geográfica), en la que se implementen todas las variables tanto ambientales como físicas que puedan influir, cualitativamente y cuantitativamente en el óptimo desarrollo y funcionamiento del sistemas de aguas termales del ayuntamiento de Ourense, con la finalidad de ser empleado para una mejor gestión del yacimiento termal y que sirva de soporte básico en la toma de decisiones de la administración local.

1 Introducción

Las aguas termales son el resultado de una combinación de variables ambientales, que conjugadas entre sí, dan lugar a este fenómeno natural. Estudiadas en el tiempo las características más fácil-

mente reconocibles de este tipo de aguas, hace necesario conocer e interpretar los circuitos hidrológicos que las originan y que hacen de la ciudad de Ourense el territorio español con más manifestaciones termales por unidad de superficie.

El extraordinario desarrollo de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) permite ordenar, caracterizar y cuantificar cualquier tipo de información existente, es por ello que se lleva a cabo el Proyecto del Sistema de Información Geográfico-Termal de Ourense, que dará lugar a una herramienta global en la que se incluye todo tipo de información relacionada directa e indirectamente con el yacimiento termal de la ciudad, con el objetivo de que este sea un instrumento útil y de ayuda fundamental, para la toma de decisiones y la gestión por parte de administración local.

2 Sistemas de Información Geográfica

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es una herramienta fundamentada en la tecnología de la información, empleada para cartografiar y analizar objetos y acontecimientos que existen sobre la tierra. Estos conceptos, cuando están correctamente implementados, originan un modelo del mundo real que puede ser administrado y analizado para la extracción de información útil.

El modelo de la realidad que conforman estas propiedades de los SIG permiten llevar a cabo funcionalidades específicas como por ejemplo, la interpolación de capas, análisis de redes, clasificaciones, etc.

En definitiva un SIG es una herramienta integradora con capacidad de gestionar una gran cantidad de información, datos espaciales (cartografía) y no espaciales (alfanumérico), dándole forma de base de datos georreferenciada y que puede ser visualizada en mapas.

Los temas y capas pueden ser estudiados individualmente o bien ser relacionados algebraicamente, para poder generar mapas conjugados que satisfagan las necesidades de análisis espacial.

Todo Sistema de Información Geográfica (SIG) se puede caracterizar por los siguientes aspectos de gestión y acceso a la información:

- Introducción, almacenamiento y actualización de la información de manera rápida, coherente y eficiente a partir del estudio de las necesidades informativas.

- Acceso, gestión y análisis de los datos a partir de aplicaciones servidas por el Sistema como son las consultas selectivas.
- Extracción de la información a partir de la explotación de los datos almacenados mediante salidas gráficas y listados alfanuméricos

3 Objetivos

Los objetivos generales perseguidos por el Proyecto SIG-Termal son:

- Adquisición de información y recopilación de toda la documentación existente, escrita y gráfica, relacionada con las variables medioambientales que puedan influir en el yacimiento termal de la ciudad y en su desarrollo.
- Crear una base de datos a partir del estudio de las necesidades informativas, en la que se incluya información cartográfica y de gestión.
- Diseñar un Sistema de Información centralizado que evite a duplicidad de datos, en el cual se vean reflejadas todas las variables ambientales que forman parte del funcionamiento hidrogeológico de la ciudad.
- Implantar una infraestructura de trabajo que permita la consulta de información de interés, y la configuración de diferentes mapas temáticos, dentro del campo de la investigación y desarrollo de las aguas termales del Ayuntamiento de Ourense.

4 Diseño y alcance del sistema

El diseño del sistema se basa en la premisa de disponer de una estructura combinada de elementos de almacenamiento, acceso y análisis de la información necesarios para dar soluciones a las necesidades planteadas.

El proceso de implementación consiste en las siguientes fases:

- **Análisis de necesidades:** estudio de necesidades, usuarios y posibilidades existentes para poner en funcionamiento el Sistema de Información.
- **Diseño:** Selección de Hardware y Software y las herramientas necesarias.
- **Implantación:** Implementación del diseño en la realidad.
- **Testeo:** Realización de pruebas y uso en proyectos de investigación actuales.
- **Estrategias de actuación:** acciones a emprender para mejorar el Sistema de Información.

Partiendo de la base en la que se establecen las principales variables medioambientales que interfieren en el funcionamiento natural del circuito termal de la ciudad, las cuales están compuestas prioritariamente por la litología y morfología del terreno, la fracturación del suelo, la hidrología y las propiedades físico-químicas de las aguas termales o indicios de termalidad, se genera el Sistema de Información Geográfica del yacimiento Termal de Ourense siguiendo

la ruta de trabajo que se describe en el siguiente esquema:

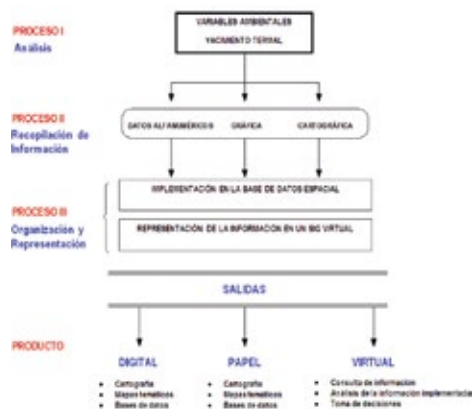


Figura 1: Diseño y alcance del sistema de información.

5 Conclusiones

El Sistema de Información Geográfico ofrece muchas posibilidades a la hora de tratar la información, el alcance de esta herramienta podría ser dividido en dos bloques: toma de decisiones y gestión de la información, ambos directamente relacionados entre sí mediante la información geográfica implementada en el Sistema.

A partir de la información gráfica y alfanumérica el usuario final podrá responder a infinidad de cuestiones relacionadas con el yacimiento termal de la ciudad; podrá optimizar el control de las aguas tanto a nivel físico-químico como de explotación, podrá establecer un protocolo de gestión para cada área de la ciudad en función de las variables medioambientales del terreno y los requerimientos a cumplir. Permitirá llevar un control de las infraestructuras termales existentes y futuras.

La salida gráfica que proporciona el Sistema mediante mapas temáticos y tablas de datos alfanu-

méricas, será de gran ayuda para a elaboración de informes sobre el estado y la gestión da red termal, dándole respuesta a muchas cuestiones de interés administrativo.

De esta forma con el SIG se obtiene una herramienta de base lógica y con alto poder de síntesis que contribuirá a la gestión del yacimiento termal de la ciudad.

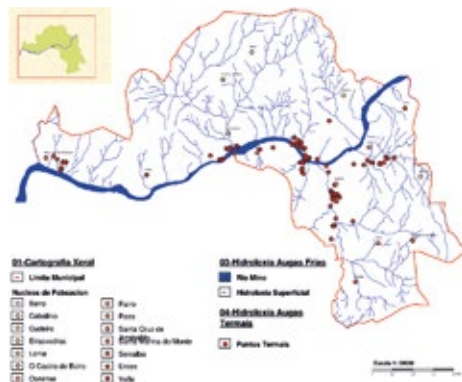


Figura. 2: Mapa temático aguas termales, salida cartográfica.



NOME: A Burga Baixa	
SITUACIÓN XEOGRÁFICA	
Provincia	Ourense
Término Municipal	Ourense
Emprazamento	Ribeira Río Barbaña
Coordenada X U.T.M.	593478,53
Coordenada Y U.T.M.	4687551,66
Huso/Sector U.T.M.	29 N
Altitude (m.s.n.m.)	115
Tipo de Punto	M
NF/NP	115,00

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICOS					
Resultados Analíticos					
Temperatura (°C)	pH	Conductividade (µS/cm)	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺
66,30	7,53	940	218,60	8,78	9,97
Mg ²⁺	Cl ⁻	Fe	Mn	B	Li ⁺
0,71	20,62	0,02	0,031	0,66	0,86
NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	SiO ₂	F ⁻	PO ₄ ³⁻	Sr ²⁺
0,33	0,030	39	14,50	0,58	0,072
SO ₄ ²⁻	CO ₃ H ⁻	NH ₄ ⁺	SH ₂	Residuo Seco (mg/l)	Dureza (mg/l de CaCO ₃)
4,50	462,00	0,53	0,01	649,20	27,84

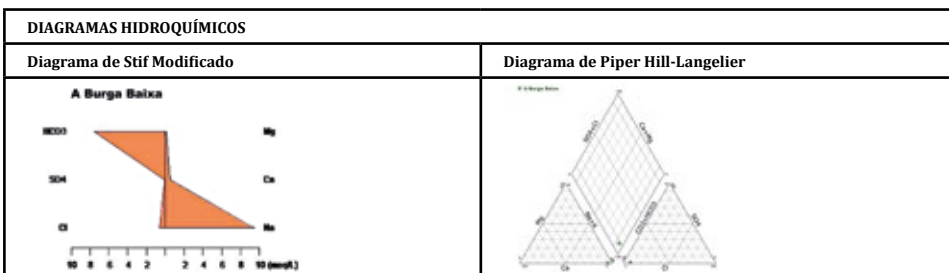


Figura. 3: Ficha de información de Burga Baja, producto de los datos implementados en el sistema.

DESCRIPCIÓN XERAL			
TEMA			
02 MEDIO FÍSICO			
SUBTEMAS	INFORMACIÓN GRÁFICA	REPRESENTACIÓN GRÁFICA	ORIXEN INFORMACIÓN
Topografía	Curvas de Nivel representadas cada 25 metros de altitude	Liñas	Topografía Concello de Ourense 1:2000
Altimetría	Representación das altitudes do terreo cada 25 metros	Polígonos	Fotografía aérea escala de vo 1:20000 (1971), Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA).
Pendientes	Mapa de Pendentes con rangos en grados	Polígonos	MAGNA-Mapa Geológico de España a Escala 1:50.000 (2ª Serie) Hoja 187
Litoloxia	Clasificación das diferentes litoloxías	Polígonos	Información litolóxica de detalle recollida en campo e implementada no SIG
Estrutura	Alineacións estruturais do subsuelo	Liñas	Fotografía aérea escala de vo 1:33000, 1956-1957 Servicio Geográfico del Ejército.
Xeomorfoloxía (Clases-Tipo)	Clasificación xeomorfolóxica do solo	Polígonos	
Sistema de Coordenadas Xeográficas	GCS_ETRS_1989		
Datum	D_ETRS_1989		
Proxección ETRS	ETRS_1989_UTM_Zona 29N		
Proxección	Universal Transverse Mercator (UTM)		

Figura 4: Información de medio físico implementada en el sistema

DESCRIPCIÓN XERAL			
TEMA			
04 HIDROLOXÍA AGUAS TERMAIS			
SUBTEMAS	INFORMACIÓN GRÁFICA	REPRESENTACIÓN GRÁFICA	ORIXEN INFORMACIÓN
Puntos Termais	Identificación e caracterización das augas de orixen Termal	Puntos	Fotografía aérea escala de vuelo 1:33000, 1956-1957 Servicio Geográfico del Ejército. Diversas fontes bibliográficas
Indicios de Termalidade	Identificación e caracterización das augas con Indicios de Termalidade	Puntos	Aguas de Galicia- Xunta de Galicia Fotografía aérea a escala de vuelo 1:20000 (1971), Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA).
Puntos de Gradiente Xeotérmico	Identificación de Puntos Xeotérmicos	Puntos	Información recollida en campo e implementada no SIG IGME + Instituto Geológico y Minero de España
Sistema de Coordenadas Xeográficas	GCS_ETRS_1989		
Datum	D_ETRS_1989		
Proxección ETRS	ETRS_1989_UTM_Zona 29N		
Proxección	Universal Transverse Mercator (UTM)		

Figura 5: Información de la hidrología de las aguas termales implementada en el sistema.

Referencias

[1] Aher Gándaras, iL., Cazorla Montero, A. y Martínez Palero, J.E. (1996): *Optimización en la asignación espacial de usos del suelo: metodología, casos de aplicación y programa informático*, Ministerio de Agricultura,

Pesca y Alimentación, Secretaría General Técnica, Madrid, 1996.
[2] Andreu, J., Baila, J., Gimeno, C., Pérez, Y. (1992): «Propuesta metodológica para la implantación de un SIC.: Determinación y características del urea

- de riesgo potencial inducida por la industria química de Tarragona», en: *1º Congreso de la Asociación Española de Sistemas de Información Geográfica y Territorial*, Pp. 340-354, Madrid.
- [3] Eguren, A. 1. (1994): «SIG en estudios de Urbanismo y Medioambiente», en: Gould, M. coord., *El uso de los sistemas de información geográfica*. Aplicaciones con ARC/INFO, PP. 144-149, ESRJ-España Geosistemas, SA., Madrid.
- [4] Araujo-Nespereira, P.A., Cid-Fernández, J.A., Delgado-Outeiriño, I. Rodríguez-Suárez, J.A. & Soto, B. IV ENCUENTRO INTERNACIONAL SOBRE AGUA Y TERMALISMO: Jornada Científica sobre Hidrología Médica. Grupo de Investigación "Geotermia e Hidrogeología". Facultad de Ciencias de Ourense. Universidad de Vigo (2010).
- [5] Araujo Nespereira, P.A., Cid Fernández, J.Á., Delgado Outeiriño, I. P.I. Testificación Hidrotermal de las catas arqueológicas en la "Casa dos Fornos". Grupo de Investigación "Geotermia e Hidrogeología". Facultad de Ciencias de Ourense. Universidad de Vigo. Junio 2009.
- [6] Bescansa, F. (1908) "Temperatura del Agua de las Burgas de Ourense", Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, pp.161-162, Madrid.
- [7] Blat, J., Delgado, A., Ruiz, M. y Seguí, J.M. (1995): «Designing multimedia GIS be territorial planning: te ParcBIT case», en: Batty, M. ed. *Environment and Planning B: Planning and Design*, vol. 22, nº 6, Pp. 665-678.
- [8] Bloksma, R.I., Davidson, D.A. y Theocharopoulou, S.P. (1994): «A land evaluation project in Greece using GIS and based on boolean and fuzzy set methodologies», en: *International Journal of Geographical Information Systems*, vol. 8, nº 4, Pp. 369-384, Taylor & Francis, Londres.
- [9] Custodio, E., Llamas, M.R. (1996) *Hidrología subterránea*. Ed. Omega. Barcelona. ISBN: 8428202818.
- [10] Comas, D., Rivas, E. (2003). *Fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica*. Ed. Ariel Geografía. ESRI (1996). AVENUE, Customization and Application Development for Arcview GIS. ESRI.
- [11] Corral Lledó, M.M., González Fernández, L.A., Muñoz Pascual, I. Hidrogeoquímica de las Aguas Minerales de Galicia. Congreso de Oviedo (2006).
- [12] De Vicente, G., Muñoz, A., Guimerà, J., Vegas, R., Cloetingh, S. (2004) "Estructura alpina del antepaís ibérico". In Geología de España. Sociedad Geológica de España - Instituto geológico y Minero de España, Madrid, pp. 587-634. ISBN 84-7840-546-1.
- [13] Fadón Salazar, J.I. y González Amuchastegui, M.J. (1996a): «Aplicaciones cartográficas y de los sistemas de información geográfica a la planificación territorial: la cuenca baja del río Nigua.

- República Dominicana», en: Modelos y Sistemas de Información en Geografía, pp. 227-236, Vitoria.*
- [14] Fadón Salazar, J.I. y González Amuchastegui, M.J. (1996b): «*La planificación ambiental del municipio de Orduña (Bizcaia): Análisis metodológico y cartográfico*», en: *Modelos y Sistemas de Información en Geografía*, pp. 251-261, Vitoria.
- [15] Fernández Portal, J.M., Corral Lledó, M.M., Araujo Nespereira, P., Cid Fernández, J.Á., *Caracterización de las aguas minerales y termales en el entorno del río Miño a su paso por la ciudad de Ourense*. XII Congreso Internacional de Energía y Recursos Minerales Oviedo, 7 a 11 de Octubre de 2007.
- [16] Ferrero, A. (2003). Galicia: *Geología y Recursos Hidrominerales*. Inst. Geológico y Minero de España, 53 pp.
- [17] I.T.G.E. (2004). *Estudio de la relación entre los componentes físico-químicos de las aguas minerales y las características geológicas de Galicia*. Consellería de Innovación, Industria y Comercio de la Xunta de Galicia e Inst. Geológico y Minero de España, 80 pp.
- [18] I.T.G.E. (2001). *Las Aguas Minerales en España*, 454 pp.
- [19] I.T.G.E. (1996) *Guía para la Elaboración de Perímetros de Protección de las Aguas Minerales y Termales*.
- [20] Lei 5/1995, do 7 de xuño, de regulación das augas minerais, termais, de manancial e dos establecementos balnearios da Comunidade Autónoma de Galicia.
- [21] Monrad, M. and Triviño Pérez, A. (2001). *Sistemas de Información Geográfica y Modelizaciones Hidrológicas: Una aproximación a las ventajas y dificultades de su aplicación*. Boletín de la AGE. Nº31, pp:23-46.
- [22] Sánchez Luís, R., (Junio 2003): proyecto general de aprovechamiento de las aguas minero-medicinales y termales de los manantiales 1, 2, 3, 4 y 5 de “Os Xardíns das Burgas”. GEOCISA Geotecnia y Cimientos S.A
- [23] Real Decreto 406/1996 Reglamento de aproveitamento de augas mineromedicinais, termais e dos establecementos balnearios da Comunidade Autónoma de Galicia. Diario Oficial de Galicia nº 226 de 19 noviembre 1996.
- [24] Souto Figueroa, M.G., (1997) “*Estudio químico analítico de las aguas minero-medicinales de la provincia de Orense*.”
- [25] Serra, P. *Alternativas a los servidores de mapas*. Mapping interactivo, septiembre de 2002. Disponible en http://www.mappinginteractivo.com/este.asp?id_articulo=166.
- [26] Xunta de Galicia (1995) “*As Augas Minerais en Galicia*”, Consellería de Industria e Comercio.

PHOTONIC SENSOR TO MONITOR THE HARVESTING OF MICROALGAE WITH APPLICATIONS IN WELLNESS AND COSMETIC INDUSTRIES

O. Sampedro and J. R. Salgueiro

Departamento de Física Aplicada, Universidade de Vigo, As Lagoas, s/n, 32004 Ourense, Spain.

M. C. Martín and J. L. Legido

Departamento de Física Aplicada, Facultad de Ciencias, Universidad de Vigo. Campus As Lagoas Marcosende s/n, 36310 Vigo, Spain.

Keywords: *Nannochloropsis gaditana*, fluorescence, chlorophyll, β -carotene, photonic sensor.

Abstract

Many species of microalgae have applications in the field of wellness and cosmetics. A low-cost apparatus to monitor remotely their harvesting was designed. This was achieved considering the fluorescence characteristics of the pigments present in these microorganisms. During this research dilutions of different concentrations of *Nannochloropsis gaditana*, a natural source of β -carotene, were tested.

1 Introduction

Microalgae lay on the basis of the aquatic ecosystems. However their uses extend to human health and well-being. They constitute a natural source of carotenoids which poses underlining biological features such as being antioxidant, anti-inflammatory and antitumoral, among others [1]. In the field of wellness and cosmetics they are of particular interest due to applications in creams and lotions for sun protection, in thalassotherapy and spa products

[2], and even in the treatment of skin diseases like psoriasis and inflammatory pathologies [3].

The species *Nannochloropsis gaditana* can be used to extract β -carotene (which is precursor of vitamin A), in the form of powder or paste. The price of each kilogram is around \$300 [3].

Due to the growing popularity of natural products, microalgae harvesting is increasing. This article presents a device that is capable of measuring the population changes of these microorganisms. It is based on detecting the fluorescence of chlorophyll types [4]. Under an ultraviolet (UV) or blue (B) excitation these pigments emit light in the band between 600 and 700 nm [5].

The following sections describe the employed samples (section 2), the use of the LIF (Laser Induced Fluorescence) to measure their fluorescence spectra (section 3), the fluorescence detection with the designed device (section 4), the results obtained with the measurements (section 5), and finally the conclusions (section 6) of this research.

2 Microalgae samples

The set of samples consist of different concentrations of *Nannochloropsis gaditana*. Starting from an initial microalgae culture, five more samples were prepared, each one with half quantity of the previous suspension. In other words, taking as reference the first culture (relative 100%) samples with 100%, 50%, 25%, 12,5%, 6,25% and 3,125% relative concentration, were obtained. The quantity of cells was later determined using cytometry (see Table 1).

The samples were provided by the Department of Applied Physics of the University of Vigo (Spain). The culture of these microalgae was done in photobioreactors, i.e. tanks using a controlled medium together with eghtteen hours of light and six hours of darkness [2].

Table 1: Number of cells in each sample.

Concentration (%)	Number of cells (x 10 ⁵)
0	Sea water (reference)
3.125	6.73
6.25	14.18
12.5	24.44
25	51.05
50	97.21
100	164.78

3 Fluorescence spectrum of *Nannochloropsis gaditana*

To obtain the fluorescence spectrum of each sample, a LIF measurement was performed [6]. A 488 nm blue laser with a ~50 mW power was used as illumination source. The detector was placed at 90° respect

to the laser beam (to avoid direct incidence) as shown in Fig. 1.

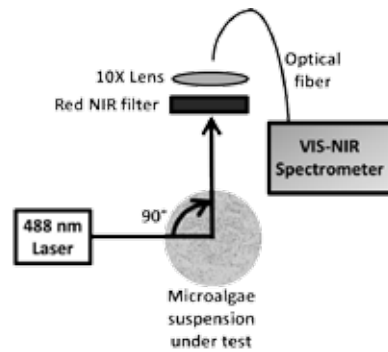


Figure 1: Schematic of the set-up for the LIF.

The detector consists of a red-NIR (near infrared) passband filter whose purpose is to discard the wavelengths that do not correspond to a fluorescence signal. A lens was placed to couple the output of the filter to an optical fiber that will finally guide the light to a Vis-NIR spectrometer (see Fig. 2).

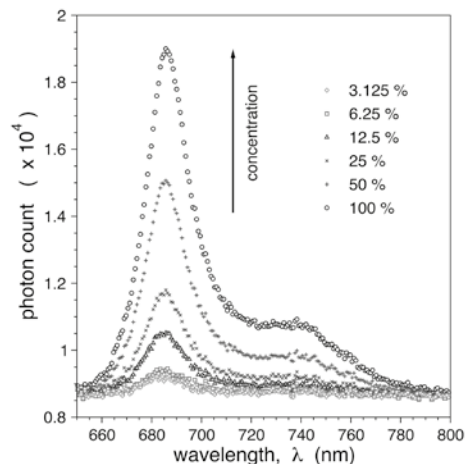


Figure 2 depicts the fluorescence spectrum obtained with the configuration laser + spectrometer described before. Each curve corresponds to a different concentration of *Nannochloropsis gaditana*. As it can be observed, all the signals exhibit a similar shape with a main peak around 685 nm. The intensity of the fluorescence phenomenon is proportional to the concentration.

4 Fluorescence detection with the designed device

Since the pigments present in microalgae have a different absorption band, the apparatus uses two LEDs to induce the fluorescence, the first one is blue (B, 465 nm) and the second one ultraviolet (UV, 390 nm).

The reemitted radiation is sensed by a phototransistor that has a red-NIR bandpass filter. Sources and detector are placed forming an angle of 90° between each other, to avoid direct incidence of the light (see Fig. 3).

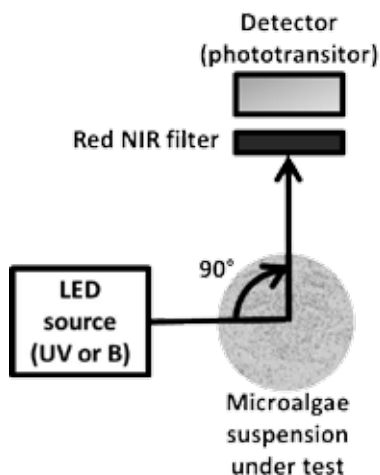


Figure 3: Schematic of the measurement in the designed device.

In order to minimize the influence of the ambient light, the LEDs are pulsed and the background illumination is subtracted.

Apart from the sources and detector, the electronics of the device (see Fig. 4) include: an 8-bit microcontroller (μC), a 16-bit analog-to-digital converter (ADC) and a ZigBee radio module to transmit the data to

a computer for storage and analysis. With this module remote sensing is performed, avoiding the need of cables and easing the installation of the sensor. As a result the user has the flexibility to change the placement of the device.

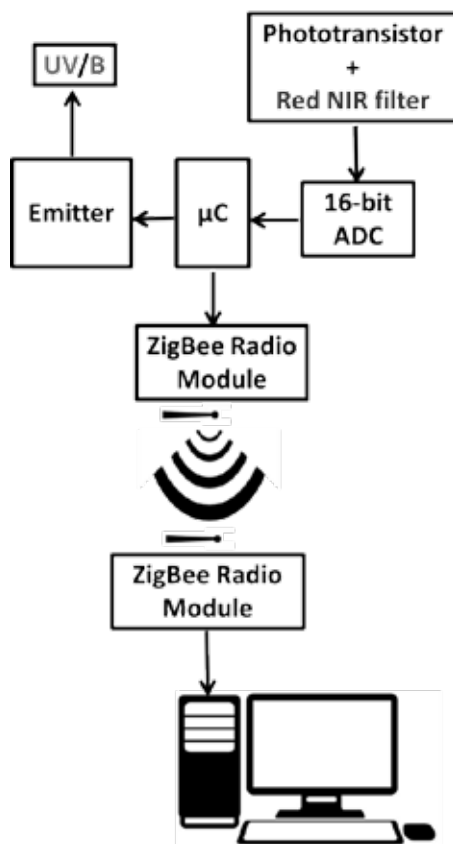


Figure 4: Functioning and different parts of the measurement system.

5 Results and discussion

Figure 5 shows the relationship between the fluorescence (ADC output) and the number of cells per milliliter illuminated with a UV and blue LEDs (squares and circles respectively). It can be observed that the signal increases monotonically with the concentration.

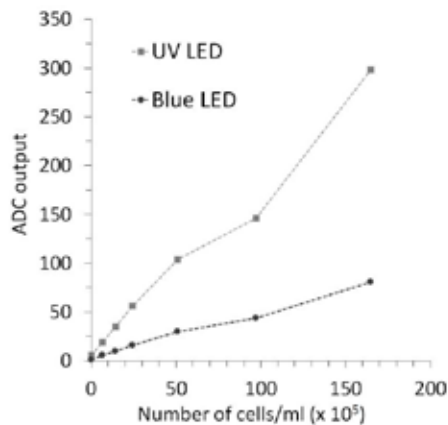


Figure 5: Detected fluorescence in function of the number of cells per milliliter.

6 Conclusion

The present work verifies the use of an unintrusive and economic photonic sensor for monitoring the population growth of microalgae that are being harvested. The fluorescence is proportional to the chlorophyll content which increases with the amount of cells. The apparatus will be able to aid the growing field of microalgae biotechnology.

Acknowledgments

This work has been sponsored by Ministerio de Ciencia y Competitividad (projects FIS2014-58117-P and FIS2014-61984-EXP). The authors also acknowledge financial support from Xunta de Galicia, Spain (project EM2013/002).

References

- [1] Catarina, A. Microalgae as Sources of Carotenoids. *Marine Drugs*, 9(4):625-644, 2011.
- [2] Mourelle, L. Microalgae and thermalism: Perspectives. *J Jpn*

Soc Balneol Climatol Phys Med, 77(5):537-538, 2014.

- [3] Vílchez, C. Marine carotenoids: biological functions and commercial applications. *Marine Drugs*, 9(3):313-333, 2011.
- [4] Dufossé, L. Microorganisms and microalgae as sources of pigments for food use: a scientific oddity or an industrial reality? *Trends in Food Science & Technology*, 16(9):389-406, 2005.
- [5] Salinas, J. A critical comparison of methods for the determination of phytoplankton chlorophyll. Doctoral dissertation, 1988.
- [6] Yasunori, S. Development of a UV laser-induced fluorescence lidar for monitoring blue-green algae in Lake Suwa. *Applied optics*, 53(30):7030-7036, 2014.

MONITORIZACIÓN DEL YACIMIENTO TERMAL DE OURENSE POR MEDIO DE PIEZÓMETROS DE CONTROL

P. Araujo-Nespereira, I. Delgado-Outeiriño, J.A. Cid-Fernández

Grupo de geotermia e hidrogeología, Facultad de Ciencias de Ourense, Universidad de Vigo, España.

N. Torres Reboiras

Concejala de Termalismo, Ayuntamiento de Ourense, España.

Palabras clave: aguas termales, Ourense, temperatura, conductividad eléctrica, nivel piezométrico, piezómetros de control.

Resumen

Con el objetivo de estudiar la evolución de los principales parámetros físico-químicos de las aguas termales del ayuntamiento de Ourense, se crea una red de puntos de control en los cuales se evalúan estos parámetros de un modo constante en el tiempo, con el fin de determinar las posibles alteraciones que pudiesen afectar a las áreas con alto potencial termal del ayuntamiento.

1 Introducción

Una de las principales características de la ciudad de Ourense es su alto potencial termal, dado que a lo largo de todo su territorio se encuentran numerosas manifestaciones de aguas termales y mineromedicinales. En función de su estudio físico-químico y geográfico se pueden definir y catalogar áreas con anomalías geotérmicas subsuperficiales.

Las áreas sensibles geotérmicamente deben ser estudiadas en su conjunto y en función de diversos factores, procesos o situaciones que

pueden afectar de un modo perjudicial a este tipo de aguas.

Con el fin de ampliar el estudio y caracterización de estas áreas sensibles se busca disponer de una red de toma de datos que permita realizar el control y seguimiento del estado de los acuíferos a través de captaciones de poca profundidad, que estén registrando de modo continuo la evolución de estas aguas.

Estas captaciones serán realizadas en puntos muy concretos, definidos previamente como conclusión de un estudio exhaustivo de los factores ambientales, la morfología del terreno y agentes externos a la naturaleza producidos por el asentamiento de la población urbana que pueden afectar a las aguas de origen subterráneo.

En dichos puntos de control se realizara un registro de los principales parámetros físico-químicos característicos de estas aguas como son la temperatura °C, la conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) y el nivel piezométrico (m.s.n.m.) y se comprobará su evolución en el tiempo.

2 Método

2.1 Localización puntos de control

La localización exacta de cada sondeo de control resulta de las conclusiones alcanzadas del estudio de detalle de los siguientes factores:

1) Áreas de alta sensibilidad geotérmica que proporcionen datos hidrogeológicos significativos del estado de los acuíferos termales.

2) La red de piezómetros, deberá aportar datos objetivos del funcionamiento global de los acuíferos termales del ayuntamiento de Ourense, así como la interacción de los mismos con la red fluvial que atraviesa el término municipal.

Tabla 1: Identificación piezómetros de control.

ID	IDENTIFICACIÓN	X (UTM)	Y (UTM)	Altitud (msnm)
1	Burga Muíño	589762,16	4689396,55	93
2	San Rosendo	592457,79	4689214,96	123
3	Oira	594440,4	4689994,84	118
4	Campus Sur	594651,16	4688826,73	121
5	Reza	591826,62	4689404,54	96
6	Parque Barbaña	593271,87	4687588,04	116
7	La Molinera	593321,48	4687133,77	116
8	Áviles de Taramancos	593162,87	4688415,19	113
9	Plaza das Mercedes	593707,65	4687934,07	157
10	Plaza San Cosme	593766,69	4687386,83	153

3) Deben permitir detectar anomalías hidrológicas o químicas que afecten o pudiesen afectar a los acuíferos termales de titularidad pública. Dada la proximidad de las diferentes explotaciones públicas y privadas, la protección también beneficiará a los acuíferos de titularidad privada.

2.2 Piezómetros de control

Se diseñaron 10 sondeos de control de aguas subterráneas de entre 15 y 16 metros de profundidad

para el monitoreo continuo de las condiciones físico-químicas e hidro-lógicas de los acuíferos, mediante registradores de control en continuo de temperatura (°C), conductividad eléctrica (μS/cm) y nivel piezométrico (m.s.n.m), que se introducen en cada uno de ellos y se dejan para el registro durante un periodo de tiempo determinado, periodo establecido mediante un protocolo de seguimiento diseñado para obtener datos objetivos del funcionamiento global de los acuíferos, así como la influencia que la red fluvial ejerce sobre los mismos.



Figura 1: Distribución geográfica piezómetro de Control.

Un piezómetro de control es una perforación de profundidad a determinar en función del lugar donde se realice, de tal modo que es necesario que penetre lo suficiente en el acuífero que se pretende muestrear, su diámetro es reducido (90 mm) con entubado en tubería geo-roscada ciega y ranurada.

El anular del tramo superior se sella de manera estanca con una lechada de pellets de bentonita para evitar influencias de escorrentías superficiales en el interior del sondeo.

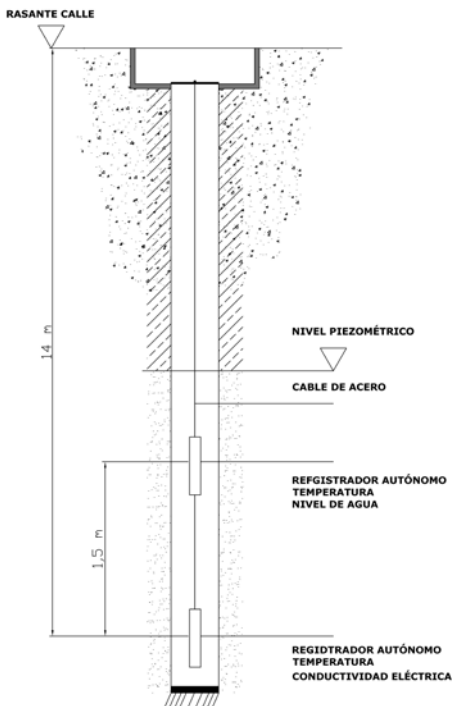


Figura 2: Diseño de piezómetro de control.

Los piezómetros se instrumentaron registradores autónomos marca HOBO modelos U24 y U20 con registro de temperatura, nivel piezométrico del agua y conductividad eléctrica. El valor de temperatura se registrará en 2 puntos separados 1,5 metros lo que permitirá calcular el flujo de calor geotérmico.

El control de los parámetros de conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) y temperatura ($^{\circ}\text{C}$) del agua permiten determinar si existe una contaminación externa que está afectando puntual, periódica o de manera continua a las surgencias. Las facies hidroquímicas y temperatura no deben variar significativamente con el paso del tiempo, salvo que se produzca una mezcla o “contaminación” con otro tipo de aguas, o sustancias, en la parte final de su recorrido de ascenso hacia la superficie.

Las oscilaciones en el nivel piezométrico permitirán comprobar sobreexplotaciones del acuífero o captaciones ilegales de agua del subsuelo que puedan afectar al caudal de las fuentes termales de titularidad pública.

3 Conclusiones

Controlando los parámetros de temperatura, conductividad y nivel piezométrico, se asegura que la calidad de las aguas termales es constante con el paso del tiempo y que no se producen nuevas explotaciones no controladas que puedan afectar a los acuíferos.

Permiten detectar anomalías hidrológicas o químicas que afecten o pudiesen afectar a los acuíferos termales. Dada la proximidad de las diferentes explotaciones públicas y privadas, la protección redundaría en el beneficio del conjunto del yacimiento independientemente de su titularidad.

Apoyaran la toma de decisiones técnicas respecto a futuras explotaciones hidrotermales tanto para uso balneoterápico como energético dentro de los límites municipales, disponiendo de datos técnicos específicos que permitan concluir la afectación o no de los recursos termales existentes.

Asimismo permiten estudiar y cartografiar el flujo de calor geotérmico y su evolución en el tiempo, variable fundamental para el modelado de aprovechamientos geotérmicos de media-baja temperatura dedicados a calefacción residencial, usos industriales o comerciales.

HYDROMINERAL RESOURCES INVENTORY MAPPING (NW PORTUGAL AND GALICIA): OUTPUTS FROM TERMARED PROJECT (INTERREG IV-B SUDOE)

H.I. Chaminé, J. Teixeira, J.M. Carvalho

Laboratory of Cartography and Applied Geology, Department of Geotechnical Engineering, School of Engineering (ISEP), Polytechnic of Porto, Porto, Portugal; Centre GeoBioTec|UA, Portugal.

M.L. Mourelle, C.P. Gómez, and J.L. Legido

Department of Applied Physics, University of Vigo, Spain.

Keywords: Hydromineral resources, Hydrogeological mapping, TERMARED, NW Portugal, Galicia.

Abstract

The TERMARED project supported the establishment and development of a thematic network of inter and trans-disciplinary transnational cooperation nature in the mineral and thermal water sectors. One of the main goals was to draw up a catalogue of a selected hydromineral resources in the SUDOE territory (in our case study the European regions involved were Galicia, NW Portugal, and SW of France). The selected natural springs has a potential background for balneotherapy/balneological purposes.

1 Introduction

Water resources have had an impact on the socioeconomic sustainability and development of society. The close relationship between water and human society has been essential throughout the history of civilizations (Mays [1]). Natural springs provide a source of valuable water resources at a

regional level (e.g., LaMoreaux and Tanner [2], Carvalho and Chaminé [3], Margat, and van der Gun [4]). They are normally located in a singular geologic and morphotectonical framework, hydrogeochemical and isotopic signature, as well as exhibit distinctive gradients in rainfall and temperature.

Geographical Information Systems (GIS) based maps provide an accurate tool to improve the databases about hydromineral resources and the overall functioning of the groundwater systems, as well as supports the decision makers and managers to achieve an environmental sustainable use and management (e.g., Teixeira *et al.* [5], Chaminé *et al.* [6,7]). This approach is significant regarding the hydromineral systems of a given area, acting as resource of high economic importance considering its utilisation in the thermal spa and/or bottled water industry (e.g., LaMoreaux and Tanner [2], Carvalho [8,9,10], Carvalho and Chaminé [3], Carvalho *et al.* [11]).

2 TERMARED project

A comprehensive integrated hydromineral resources study has been carried out in the scope of the TERMARED project (INTERREG IV-B SUDOE programme) lead by “Xunta de Galicia”. That project aimed the establishment of an interdisciplinary network of cooperation, focused on exchange and transfer knowledge in the thermal sector (in terms of medical hydrology); see details in TERMARED [12]. The main goal was the publication of an original catalogue of selected thermal waters in SUDOE region (Northern Portugal, Galicia and SW France). In addition, regional mapping studies were realized for inventorying hydromineral resources in northern-western of Iberian Peninsula, particularly in NW Portugal and Galicia regions. The regional hydrogeological framework of those areas are very similar (e.g., Carvalho [8,9], Delgado *et al.* [13], Corral *et al.* [14], and references therein).

To achieve the goal of identifying springs for further economic and tourism development, an extensive work was carried out, with collection and organisation of all previous data on the thermal occurrences in northern-western of Iberia (figure 1). Numerous bibliographic sources were used for both regions (e.g. NW Portugal: Henriques [15], Acciaiuoli [16], Almeida and Almeida [17], IGM [18], Calado [19], Carvalho [8,9], Bastos *et al.* [20], Carvalho *et al.* [11]; Galicia: Xunta de Galicia [21], Galdo [22], Rodríguez-Caro *et al.* [23], López-Geta *et al.* [24],

Molinero *et al.* [25]; and references therein) and several fieldwork campaigns.

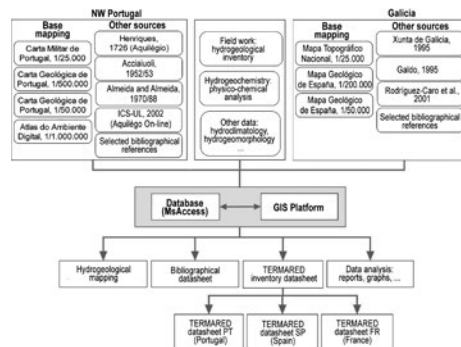


Figure 1: Methodological flow chart of mapping sources and inventory hydrological data of the site investigations (TERMARED project).

The GIS-based mapping methods that support the hydromineral inventory of the project TERMARED is presented from two key-regions, NW Portugal and Galicia. In addition, the general assessment permitted to record and map over 590 groundwater occurrences for NW of Iberia (figure 2). That inventory was supported by a carefully selected bibliographical analysis, fieldwork and desk studies.



Figure 2: An example of the GIS output for the NW Portugal (adapted from Teixeira *et al.* [26]): 1. Application tool to create hyperlinks between features (line, point or polygon) and other files; 2. Hyperlink addressed to a file (image or text); 3. Visualisation of photo details for the water inventory; 4. Hydrogeological inventory datasheet (field and desk data); 5. Regional hydrogeological mapping.

A Geographical Database (GDB) was created to support the TERMARED project, and some of the results achieved with the creation of this database, combined with Geographical Information System (GIS) platform. The results of the field inventories were integrated into a database and simultaneously into a GIS platform, based on ArcGIS 9.3 software. This combined methodology allowed to cross-check and analyse several levels of information, namely climatology, geology, geomorphology, hydrogeology, hydrogeochemistry, as well as hydrohistorical issues, useful informations about hydromineral economy.



Figure 3: Hydrological datasheet of a selected site: Angueiro site (Monção), Minho/Miño River, on the NW Portugal and South Galicia border (adapted from TERMARED [12]).

Data from field inventories were integrated into a database that coupled

GIS mapping and hydromineral water occurrences. The combined methodology allowed cross-checking and analysis of several levels of features. The multi-analysis approach provided useful information regarding the coupling of hydromineral resources and GIS mapping.

At this stage, the data were loaded into a spatial database, which allowed the creation and autofill of a bibliographical datasheet for each point. It was also created a field datasheet, which were filled during the visit to the inventoried water points. The field data of these points were collected: accessibility, hydrogeological and hydroclimatological conditions, geomorphological features and conditions of use. This sheet included also the systematic recording of various water parameters at each sampling point, namely: water temperature (°C), air temperature (°C), pH, electric conductivity (µS/cm), relative humidity (%), flow rate, among others. Wherever possible this information was compared to data from regional and local reference literature.

The figure 4 shows the cover of the catalogue of the thermal springs of SUDOEE region.



Figure 4: The book cover of the “Catálogo de manantiales termales del espacio SUDOEE / Catálogo de nascentes termais do espaço SUDOEE / Catalogue des sources thermales de l'espace SUDOEE” edited by “Xunta de Galicia” (see the full reference in TERMARED [12]).

3 Concluding remarks

This work highlights the importance of hydromineral resources inventory and GIS based mapping as useful tools to support hydrological conceptualisation, as well as for a balanced decision-making focus on sustainable hydromineral resources management.

Acknowledgments

This work was funded by TERMARED project (SOE1/P1/E218/INTERREG IV-B SUDOE), as well as was partially supported under the framework of the LABCARGA|ISEP re-equipment program (IPP-ISEP| PAD'2007/08) and HYDROSPOT project (ESA-ID5750).

References

- [1] Mays, L. Ancient water technologies. Springer, Dordrecht, 2010.
- [2] LaMoreaux. P.E., Tanner, J. Springs and bottled waters of the world: ancient history, source, occurrence, quality and use. Springer, Berlin, 2003.
- [3] Margat, J., van der Gun, J. Groundwater around the world: a geographic synopsis. CRC Press, Boca Raton, Florida, 2013.
- [4] Carvalho, J.M., Chaminé, H.I. Uma perspectiva sobre o valor acrescentado das Ciências da Terra nas indústrias do termalismo e do engarrafamento de água. In: H.I. Chaminé, J.M. Carvalho (Ed.), O valor acrescentado das Ciências da Terra no termalismo e no engarrafamento da água.

Artigos seleccionados do II Fórum Ibérico de Águas Engarrafadas e Termalismo. Edição do Departamento de Engenharia Geotécnica / Laboratório de Cartografia e Geologia Aplicada, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, pp. 11-23, 2007.

- [5] Teixeira, J., Chaminé, H.I., Carvalho, J.M., Augusto Pérez-Alberti, Fernando Rocha. Hydrogeomorphological mapping as a tool in groundwater exploration. Journal of Maps, 9(2):263-273, 2013.
- [6] Chaminé, H.I., Carvalho, J.M., Afonso, M.J., Teixeira, J., Freitas, L. On a dialogue between hard-rock aquifer mapping and hydrogeological conceptual models: insights into groundwater exploration. European Geologist Magazine, Journal of European Federation Geologists, 35:26-31, 2013.
- [7] Chaminé, H.I., Afonso, M.J., Freitas, L. From historical hydrogeological inventory through GIS mapping to problem solving in urban groundwater systems. European Geologist Magazine, Journal of European Federation Geologists, 38:33-39, 2014.
- [8] Carvalho, J.M. Mineral and thermal water resources development in the Portuguese Hercynian Massif. In: David Banks, Sheila Banks (editors), Hydrogeology of Hard Rocks, International Association of

- Hydrogeologists, IAH, Oslo, 24(1):548-561, 1993.
- [9] Carvalho, J.M. Mineral water exploration and exploitation at the Portuguese Hercynian Massif. *Environmental Geology*, 27:252-258, 1996.
- [10] Carvalho, J.M. Prospecção e pesquisa de recursos hídricos subterrâneos no Maciço Antigo Português: linhas metodológicas. Universidade de Aveiro. (PhD Thesis), 2001.
- [11] Carvalho, J.M., Luís Coelho, João Carlos Nunes, Maria do Rosário Carvalho, João Garcia, Rita Cerdeira. Portugal Country Update 2015. Proceedings World Geothermal Congress, Melbourne, Australia, 2015.
- [12] TERMARED. Catálogo de mananciales termales del espacio SUDOE / Catálogo de nascentes termais do espaço SUDOE / Catalogue des sources thermales de l'espace SUDOE. Xunta de Galicia, Santiago de Compostela, 2011.
- [13] Delgado, J., Juncosa, R., Meijide, R., Vázquez, A., Barrientos, V. Características termohidrogeoquímicas de las aguas subterráneas en Galicia. In: H.I. Chaminé, J.M. Carvalho (Ed.), O valor acrescentado das Ciências da Terra no termalismo e no engarrafamento da água. Artigos seleccionados do II Fórum Ibérico de Águas Engarrafadas e Termalismo. Edição do Departamento de Engenharia Geotécnica / Laboratório de Cartografia e Geologia Aplicada, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, pp. 281-299, 2007.
- [14] Corral M.M., Galindo, E., Ontiveros, C., Díaz Muñoz, J. Hydrogeochemical areas as background for specific mineral and thermal waters of Spain. *Environmental Earth Sciences*, 73(6):2683-2697, 2015.
- [15] da Fonseca Henriques, F. Aquilégio medicinal, em que se dá notícia das agoas de Caldas, de fontes, rios, poços, lagoas e cisternas do Reyno de Portugal e dos Algarves que, ou pelas virtudes medicinaes que tem, ou por outra alguma singularidade, são dignas de particular memória. Edição Oficina de Musica, Lisboa (<http://purl.pt/22614>), 1726.
- [16] Acciaiuoli, L.M.C. Le Portugal hydrominéral. Direction Générale des Mines et des Services Géologiques, 2 volumes, Lisbonne, 1952/1953.
- [17] de Almeida, A., Duarte, de Almeida, J. Inventário hidrológico de Portugal. Instituto de Hidrologia de Lisboa, 3 volumes (Trás-os-Montes e Alto Douro, Beira Alta; Minho), Lisboa, 1970/1988.
- [18] IGM - Instituto Geológico Mineiro. Catálogo de recursos geotérmicos. Instituto Geológico Mineiro, Lisboa (Edição CD-rom), 1999.
- [19] Calado, C.M.A. A ocorrência de água sulfúrea alcalina no Maciço Hespérico: quadro hidrogeológico e quimiogénese. Universidade de Lisboa (PhD Thesis), 2001.

- [20] Bastos, C., Quintela, M.M., Perestrelo de Matos, A. O novo aquílegio. Instituto de Ciências Sociais, Universidade de Lisboa. (<http://www.aguas.ics.ul.pt/>), 2002.
- [21] Xunta de Galicia. Las aguas minerales en Galicia. Concellería de Industria e Comercio, Santiago de Compostela, 1995.
- [22] Galdo, F. Introducción a la historia de las aguas minerales de Galicia. Publicaciones do S.E.G./Grupo Interdisciplinar de Traballo R.M. Aller de Historia das Ciencias e das Técnicas en Galicia, Edicios do Castro, 1995.
- [23] Baeza Rodríguez-Caro, J., López-Geta, J.A., Ramírez Ortega, A. Las aguas minerales en España: visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 2001.
- [24] López-Geta, J.A., Corral, M.M., Abolafia de Llanos, M., Sánchez, J. Guzmán, Sanz López, L., Sánchez Márquez, B. Mapa de las características físico-químicas de las aguas minerales y termales de España. In: H.I. Chaminé, J.M. Carvalho (Ed.), O valor acrescentado das Ciências da Terra no termalismo e no engarrafamento da água. Artigos seleccionados do II Fórum Ibérico de Águas Engarrafadas e Termalismo. Edição do Departamento de Engenharia Geotécnica / Laboratório de Cartografia e Geologia Aplicada, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, pp. 265-280, 2007.
- [25] Molinero, J., Ortuño, F., Valverde, M. (Ed.). Las aguas subterráneas en España antes las Directivas Europeas: retos y perspectivas. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid, 2008.
- [26] Teixeira, J., Rodrigues, C., Moreira, P., Santos Silva, R., Pires, A., Freitas, L., Carvalho, J.M., Chaminé, H.I. A importância das bases de dados geográficas na inventariação de recursos hidrominerais: o projecto TERMARED (INTERREG IV-B SUDOE). In: Carlos Bateira, Laura Soares, Alberto Gomes, H.I. Chaminé (Ed.), Proceedings/Actas do V Congresso Nacional de Geomorfologia, Associação Portuguesa de Geomorfólogos, Porto. pp. 427- 429, 2010.

ANÁLISIS DEL POTENCIAL DEL PARQUE NÁUTICO DEL EMBALSE DE CASTRELO DE MIÑO COMO RECURSO DE TURISMO DEPORTIVO Y POSIBLES SINERGIAS CON TURISMOS COMPLEMENTARIOS

P. de Carlos Villamarín, N. Araújo Vila,

J. A. Fraiz Brea

Universidade de Vigo, Ourense, España.

Palabras clave: embalse, turismo, deporte, náutico, sinergia, complementario.

Resumen

La presente investigación tiene como referencia general el turismo deportivo, modalidad turística con cada vez mayor número de adeptos, tanto por el creciente interés de los individuos por la práctica deportiva, como por la asistencia y gozo de eventos deportivos.

Tras analizar las posibilidades de la provincia de Ourense en este sentido, se encuentra un recurso en el que se pueden dar diferentes actividades dentro de la modalidad abordada: el parque náutico del embalse de Castrelo de Miño, en el que, en la actualidad, existe un complejo turístico con restaurante, albergue y parque náutico. El embalse no sólo presenta un indiscutible atractivo natural, sino que también reúne unas condiciones excelentes para la práctica de ciertas actividades deportivas y la celebración de campeonatos y otros eventos deportivos en sus aguas.

Partiendo de estos factores favorables, el proyecto se centra de modo específico en el turismo náutico en un

espacio de interior, ligando el turismo deportivo al recurso del embalse de Castrelo de Miño. De este modo, se estará en disposición de analizar el potencial del parque náutico del embalse de Castrelo de Miño para la práctica de esta modalidad turística y el grado de explotación de este potencial en la actualidad. El fin último de este trabajo es que sirva de punto de partida para sinergias con otros tipos de turismo de la provincia, ya que el turista viene por una motivación principal, el deporte, pero necesita de algún tipo de oferta complementaria para su tiempo de ocio.

1 Introducción

El sistema deportivo y el turismo deportivo

Se entiende por turismo deportivo “aquel que engloba todas aquellas actividades relacionadas con el deporte que se realizan fuera del lugar habitual de residencia, ya sea en instalaciones artificiales o en medio natural, para realizar una actividad física u observar espectá-

culos deportivos, pudiendo existir o no fines competitivos”[1]. Se puede hablar de 5 modalidades [2]: *resort* (complejos turísticos con el deporte como atracción principal); *cruises* (cruceros con el deporte como objetivo principal); *attractions* (atracciones naturales como parques o montañas); *tours* (viajes relacionados con deporte); *events* (asistencia a eventos deportivos).

En el contexto del sector turístico, dicho campo consiguió una notable importancia fruto del elevado número de aficionados (practicantes y observadores) que estas actividades o eventos convocan, ofreciendo a los destinos una oportunidad de dinamización turística. Los destinos que cuentan con los recursos necesarios y ofertan este tipo de turismo pueden optar a un alto número de visitantes y beneficiarse de los impactos económicos propios de este sector [3].

El turismo de eventos deportivos es una de las motivaciones principales de los turistas para viajar, de ahí que los destinos compitan para albergar eventos de este tipo. Según Aragonés, Küster y Vila [4], estudios previos sobre la materia indican que dicho interés es fruto de tres potenciales beneficios: “reposicionar la imagen”, [5], “aumentar el turismo” y “aumentar el desarrollo económico de las zonas afectadas” [6].

Muestra de la importancia adquirida por esta modalidad es el incremento de investigación académica en este campo. La cifra de estudios hechos en relación al turismo deportivo, y de modo más

específico al turismo de eventos deportivos, ha aumentado año tras año. Las primeras investigaciones se fechan a inicio de la década de 1990, reflejo de que se trata de un fenómeno reciente, por lo menos de modo consciente. En lo que respecta a los temas abordados, destacan la conceptualización y evolución del turismo de eventos deportivos; el impacto económico de esta modalidad turística; el comportamiento del turista de este tipo de eventos; y el impacto en la imagen y la notoriedad de los destinos sede de los eventos deportivos [7].

El sistema deportivo ha sufrido en los últimos años transformaciones decisivas, fruto de las cuales ha emergido un sistema más abierto, pluralista y heterogéneo, en lugar del anteriormente homogéneo y relativamente cerrado. Actualmense te consideran los siguientes aspectos [8]:

- El deporte en la sociedad moderna se caracteriza por un proceso de diferenciación interna. La integración masiva de nuevos segmentos de población como mujeres, mayores etc. refeja una democratización en el acceso a la práctica deportiva [9]. Esto tiene que tener, lógicamente, un efecto en la configuración social del sistema deportivo, p.e. los requerimientos de organización y formación del deporte de élite tienen que ser completamente diferentes a los de la práctica deportivo-recreativa de los mayores. Así el sistema deportivo se enfrenta a una presión interna de cambio para administrar mejor sus recursos disponibles y así poder corres-

ponder mejor a los intereses específicos de su clientela. Este hecho tiene que llevar a la mencionada diferenciación interna.

- Estos nuevos intereses, integrados en el sistema deportivo actual, se reflejan en la compleja estructura de motivos y demandas hoy día, caracterizado por un proceso de heterogeneización (Tabla 1).
- Se registra el proceso de su creciente difusión a más ámbitos de la sociedad moderna que utilizan el deporte para sus fines, p.e. en la publicidad como imagen, en la sanidad como medio preventivo o de rehabilitación y también en el turismo para fomentar, entre otros, el Turismo Rural.

Tabla 1: *Búsqueda de sentido, motivos y demandas en la práctica deportiva.*

Sistema deportivo antes...
<ul style="list-style-type: none"> - voluntad de rendimiento - voluntad de éxito - preparación de competición - records - sumisión a un ideal homogéneo de deporte - disciplina y sacrificio
Sistema deportivo ahora...
<ul style="list-style-type: none"> - encontrar amigos - favorecimiento de salud - fitness - actividad/cultura alternativa de movimiento - pasatiempo - jugar - autoconfirmación - autorrealización - equilibrio - contra aislamiento - curiosidad - prestigio/autopresentación - modas - diversión - experiencia de grupos - ideal de belleza - formación de cuerpo - conciencia de cuerpo - experiencia de éxito - aventura/sensaciones - voluntad individual de rendimiento
<i>Fuente: Nasser (1994) [10]</i>

En lo que respecta a las actividades propias de este turismo, el deportivo, son numerosas las posibilidades. Las clasificaciones también son variadas, siendo las más comunes las que filtran las actividades en función del esfuerzo requerido, soft o hard [11] [12], y el medio en que se practican, terrestre, acuático o aéreo [13] [14] [15].

Como referencia para el presente trabajo se escoge la de Pomfret [15] ya que además de exponer un elevado número de posibilidades en cada medio, menciona una serie de actividades que surgen de la combinación de más de un medio (Tabla 2).

Como se observa en la Tabla 2, el medio terrestre es el que más posibilidades presenta, incluyendo desde las actividades con menor riesgo y menor necesidad de preparación como la bicicleta o el excursionismo a actividades que requieren de especialistas y cursos como el alpinismo. El medio acuático oferta una variedad considerable de actividades y el medio aéreo es el menos explotado hasta el momento y en el que se hacen imprescindibles recursos más sofisticados. La novedad que aporta esta propuesta es la tercera columna, mencionando actividades menos conocidas o más innovadoras como la iluminación espiritual.

** Ver tabla en página siguiente >*

Tabla 2: Actividades de turismo deportivo convencionales y contemporáneas

Terrestres	Acuáticas	Aéreas	Mezcla (terrestres, acuáticas y aréreas)
Rappel Bicicleta Espeleología Alpinismo Trineos tirados por perros Excursionismo Caza Paseos a caballo Exploración de la selva Motociclismo Blanca Ciclismo de montaña Montañerismo Orientación Quad Esquí Snowboard Moto de nieve Raquetas de nieve Vía Ferrataa Experiencias en el desierto	Body Board Piragüismo Barranquismo Expediciones en crucero Kayak Navegación Buceo Snorkell Surf Esquí acuático Rafting Windsurf	Vuelo en globo Paracaidismo Salto de acantilados Vuelo sin motor Ala delta Ultraligeros Parapente	Carrera de aventuras Retos de caridad Expediciones de conservación Experiencias culturales Experiencias hedonistas Iluminación espiritual Observación de vida silvestre
Fuente: elaboración propia a partir de Pomfret (2006) [15]			

2 El turismo náutico

Uno de los productos más destacados del turismo deportivo es el náutico, entendido como “vacaciones activas en contacto con el agua que permiten realizar todo tipo de actividades náuticas en tiempo de ocio, compartiendo la actividad náutica con el disfrute de la naturaleza” [16].

También según Turespaña [16], son diversas las actividades de esta índole: vela, a motor, surf, windsurf, submarinismo, remo...

A priori hablar de turismo náutico es hablar de litoral, y así lo defienden diversos autores [17] [18], entendiéndolo por éste un segmento del turismo litoral relacionado con actividades de ocio y deportivas vinculadas al mar. Pero si se mira más allá, el elemento realmente importante es el agua, ya sea dulce o

salada, y muchas de las actividades incluidas en el mismo son susceptibles de practicarse en cualquier tipo de agua: remo, vela, kayak...

Uno de los principales problemas que presenta el turismo en la comunidad gallega es la estacionalidad [19], de ahí que diversificar la oferta turística y captar nuevos segmentos de mercado sea siempre una necesidad para poder sobrevivir. El turismo náutico se presenta como una posible solución, ya que Galicia presenta un alto potencial para su desarrollo (sea vía costa, ríos y embalses). Además puede generar importantes beneficios, directamente vía turismo deportivo e indirectamente vía otros tipos de turismo que se ven beneficiados de la afluencia de turistas de esta vertiente, turistas que se corresponden con un alto poder adquisitivo.

Así este sector serviría de desarrollador y dinamizador socioeconómico, así como generador de infraestructuras [20].

3 Castrelo de Miño, deporte y agua

La provincia de Ourense cuenta con un espacio náutico de interior, recurso altamente adecuado para la práctica del turismo náutico deportivo: el embalse de Castrelo de Miño con su parque náutico. De las 5 modalidades del turismo deportivo propuestas por Kurzman y Zauhar [21], tres pueden ser explotadas en este recurso: *attractions, events y resort*.

En lo que respecta al embalse, éste data de los años 80 y puede llegar a contener case 60 hm³ de agua. Las condiciones climáticas de la zona lo convierten en un lugar idóneo para la práctica de ciertas actividades deportivas, de ahí que desde 1994 exista un club náutico con escuela deportiva, ofertándose a través de la misma vela, remo, piragüismo y cursos de patrón, principalmente. Además de esta vía de atracción turística, destaca también la de organización de eventos. Sólo para 2015 el club náutico programó 5 regatas: Techno Windsurfing Tour, Campeonato Gallego de remo olímpico en sus distintas categorías, Copa Diputación Ourense de Windsurf y XVIII Concentración de escuelas de vela de Galicia y regata Copa Diputación de Optimist. Asimismo, en los años 2009 y 2010 el club también albergó el Open de las Naciones de Remo olímpico.



Figura 1: Ubicación del embalse de Castrelo de Miño

El perfil de turista que acude a Castrelo de Miño es, por tanto, muy variado, ya que depende de la actividad o evento que lo atrae y, sobre todo en el caso de los eventos internacionales, de su origen. En todo caso es un individuo atraído por el complejo turístico y, en particular, por las actividades y eventos deportivos que en él se organizan. No obstante, una vez en el destino se convierte en posible visitante de otros recursos y zonas de la provincia de Ourense.

4 Conclusión

El turismo deportivo está en auge en la actualidad, tanto desde el punto de vista de su práctica (preocupación por la salud y/o estética) como del disfrute de eventos deportivos como espectador.

Los destinos con recursos idóneos para su práctica se convierten en reclamo principal para potenciales turistas. Además, dentro del turismo deportivo, las actividades practicadas en agua son numerosas y poseen un papel importante. Es por ello que en el caso de Galicia, donde la estacionalidad del turismo es una debilidad manifiesta, el ofertar actividades atractivas y diferenciadas es imprescindible.

Destinos como Castrelo de Miño, con un importante recursos náutico, su embalse, pueden aprovechar esta oportunidad. El recurso está ahí, lo importante es gestionarlo y promocionarlo del modo adecuado, y sobre todo, ofrecer una oferta atractiva.

Es por ello que en futuras investigaciones se seguirá tratando este tema, resultando también de interés además de conocer el potencial del parque náutico (ya manifiesto), el perfil del turista que lo visita, sus motivaciones e intereses deportivos y turísticos, los recursos que necesita y el gasto que realiza durante su estancia. Esta información puede utilizarse para el diseño de paquetes específicos adaptados y atractivos para la demanda, desarrollar y promocionar aspectos del parque pendientes de explotación, así como llegar a acuerdos con otras zonas y entidades de la provincia para ofertar actividades complementarias (turismo termal, de naturaleza, urbano, cultural, de compras, gastronómico).

Referencias

- [1] Latiesa, M. y Paniza, J.L. Turistas deportivos. Una perspectiva de análisis. *Revista Internacional de Sociología*, 14 (44): 133-149, 2006.
- [2] Kurtzman, J. y Zauhar, J. Wave in time: the sports Tourism phenomena. *Journal of sport Tourism*, 1997.
- [3] Getz, D. Sport event tourism: planning, development and marketing. *SPORT and adventure tourism*: 49-88, 2003.
- [4] Aragonés, C., Küster, I. y Vila, N. Turismo deportivo internacional-nacional: aplicación al patrocinio deportivo". *Universia Business Review*, 1er trimestre: 68-91, 2015.
- [5] Walker, D.J. *et al.* Win in Africa, With Africa": Social responsibility, event image, and destination benefits. The case of the 2010 FIFA World Cup in South Africa". *Tourism management*, 34: 80-90, 2013.
- [6] Mills, B.M., y Rosentraub, M.S. Hosting mega-events: A guide to the evaluation of development effects in integrated metropolitan regions. *Tourism Management*, 34: 238- 246, 2013.
- [7] Fernández, M.T. y Gutiérrez, E.P. Los eventos deportivos como dinamizadores turísticos: el caso del rally de Algar en la provincia de Cádiz. *Revista de estudios fronterizos del estrecho de Gibraltar*: 1-20. 2014
- [8] Durán, J. Análisis evolutivo del deporte en la sociedad española (1975-1990): Hacia una creciente complejidad y heterogeneidad deportiva. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, 2 (1):15-24, 1995.
- [9] Heinemann, K. Tendencias de la investigación social aplicada al deporte. *Políticas deportivas e investigación social*. Pamplona, Gobierno de Navarra: 5-41, 1991.
- [10] Nasser, D. Deporte y turismo activo: una reflexión sociológica. *Universidad Alemana del Deporte de Colonia*, 1994.

- [11] Gammon, S. y Robinson, T. Sport and tourism: A conceptual framework, 2003.
- [12] Swarbrooke, J. *et al.* Adventure tourism: The new frontier. Routledge, 2003
- [13] Oliveira, J. Las actividades físicas de aventura en la naturaleza: análisis sociocultural. Revista Apunts, 41: 5-81, 1995.
- [14] Martínez, A.S. y Fernández, R. Estudio comparativo de empresas de turismo de aventura de la provincia de Valencia. Gran Tour: Revista de Investigaciones Turísticas, 3, 51-68, 2011.
- [15] Pomfret, G. Mountaineering adventure tourists: a conceptual framework for research. Tourism management, 27(1): 113- 123, 2006.
- [16] Turespaña, Instituto de Turismo de España. El turismo náutico en España. GMM Consultores Turísticos S.L., 1998.
- [17] Ferradás, S. La relevancia del turismo náutico en la oferta turística. Cuadernos de Turismo, 7: 67-80, 2006.
- [18] Cardona, M. El papel de la Administración Local en destinos con oferta náutica, en Esteban Chaparría (director), Futuro y expectativas del turismo náutico, Universidad Politécnica de Valencia: 41-61, 2000.
- [19] Besteiro, B. Análisis estructural de los problemas del turismo en Galicia: balance de una década (1991-2001). Documento de trabajo nº14 del Instituto Universitario de Estudios y Desenvolvemento de Galicia. Universidad de Santiago de Compostela, 2002.
- [20] Besteiro, B. El desarrollo del turismo náutico en Galicia. Cuadernos de Turismo, 13: 145-164, 2004.

APROVECHAMIENTO TURÍSTICO-DEPORTIVO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA PROVINCIA DE OURENSE

C. Gómez Barge, J. Salgado Barandela, P. Sánchez Fernández

Departamento de Economía Financiera y Contabilidad, Campus de Ourense, Universidad de Vigo, España.

Palabras Clave: turismo deportivo, turismo activo, río Miño, Ourense, ayuntamientos

Resumen

Los deportes vinculados con la naturaleza se están convirtiendo en una atracción turística que es necesario gestionar con el fin de conseguir que los asistentes tengan una experiencia turística de calidad, a la vez que las poblaciones donde se organizan consigan un mayor desarrollo económico y social. En este contexto, Galicia y la provincial de Ourense son escenarios muy favorables para este tipo de turismo.

1 Introducción

El turismo deportivo se refiere a todas aquellas actividades relacionadas con el deporte que se realizan fuera del lugar habitual de residencia, ya sea en instalaciones artificiales o en el medio natural para realizar una actividad física u observar espectáculos deportivos, pudiendo existir o no fines competitivos [1].

Dentro de las actividades que conforman el turismo deportivo, diferentes hechos constatan el interés creciente de las prácticas turístico-deportivas en la naturaleza (mayor número de publicaciones, revistas y

guías sobre áreas naturales e itinerarios, crecimiento y nacimiento de nuevas modalidades deportivas, etc.) [2]. La alianza entre deporte, turismo y naturaleza constituye un recurso de gran trascendencia para el desarrollo de comarcas olvidadas por el progreso industrial y económico, pero privilegiadas en paisajes, tradiciones, historia y cultura [3][4].

2 Turismo activo en el medio natural

Frente al modelo clásico de turismo aparecen los denominados turismos alternativos, denominación muy discutida, pero que en definitiva se opone a las formas convencionales de turismo. Entre estos nuevos productos destacan los vinculados con la práctica de actividades empleando recursos naturales y, especialmente, los relacionados con actividades deportivas en el entorno natural [5]. Con ello se hace referencia al turismo en la naturaleza, de un modo más genérico, y al turismo de aventura o activo, de un modo más específico y restrictivo [6][7][8].

Durante los últimos años del siglo XX, las prácticas físico-deportivas en la naturaleza adquirieron gran prota-

gonismo, aumentando su práctica de forma importante [9].

Las nuevas prácticas deportivas de la sociedad postmoderna transforman la naturaleza hasta originar sus propios entornos, lugares donde poder realizar prácticas deportivas [10]. De este modo, las actividades deportivas representan un elemento que pueden hacer más atractivo un destino turístico frente a otro que no tenga la capacidad para acoger la práctica de deportes. Esto es, se pueden considerar a las actividades deportivas como un producto turístico, capaz de atraer a determinado tipo de turista y, además, como complemento a la hora de elegir otros productos turísticos [5].

La notoria expansión de esta modalidad turística está apoyada, entre otros aspectos, por una necesidad de compensación del estilo de vida urbano, que lleva al individuo a un gran e intenso deseo de aproximación e interacción con el medio natural, escapando de la rutina diaria, del estrés de las grandes ciudades, anhelando volver a respirar aire puro y encontrarse consigo mismo; o, por el contrario, la necesidad de emociones y sensaciones fuertes, o probar los límites personales (en forma de desafío), o recorrer espacios extraños e insólitos, o ser capaz de afrontar cualquier riesgo que la naturaleza presente [11].

No hay un acuerdo en común en cuanto la cualificación y definición de estas actividades fisicorecreativas que se desenvuelven en el medio natural, por ejemplo, algunos autores hablan de “actividades físico-deportivas en el medio natural” [12] en [13];

otros “deportes californianos, nuevos deportes o deportes tecnoecológicos” [14] en [15] y otros “actividades físicas de aventura en la naturaleza” [16]. Esta variedad de términos supuso igualmente la aparición de un gran número de definiciones de muy diversa índole. No obstante, la mayor parte de ellas se refieren a la importancia que el medio natural posee para el desarrollo de estas prácticas: “toda actividad que procura una experiencia humana relacionada con los elementos del medio ambiente: aire, agua, montañas” [17] en [15]; “aquellas que se practican sirviéndose básicamente de los recursos que ofrece la misma naturaleza en el medio en el que se desarrollen y que llevan inherente un grado de riesgo” [18], etc.

Es necesario matizar que algunos autores establecen diferencias entre el turismo de aventura y el turismo activo. El concepto de turismo de aventura, que realmente es una variante distintiva del turismo activo, se define como el turismo que se realiza al aire libre, que exige un fuerte esfuerzo, normalmente en lugares remotos y que implica actividades peligrosas [19]. Por tanto, sería una parte integrante del turismo activo que requiere un elevado esfuerzo físico, ya que el turismo activo abarca actividades físicas de diferente intensidad física, no siempre alta. Algunos autores, en una primera aproximación muy genérica, hablan de que el turismo activo podría entenderse como un turismo específico encuadrado dentro del turismo rural y caracterizado por ser, generalmente, de carácter deportivo y al aire libre [2]. Otros definen esta modalidad

turística como aquella que tiene como motivación principal la realización de actividades deportivas de diferente intensidad física y que emplean expresamente los recursos naturales sin degradarlos [20]. Por otra parte, el turismo activo también es entendido como aquel cuya motivación consiste en la realización de deportes en la naturaleza que habitualmente necesitan para su práctica de un soporte natural determinado, a veces escaso [21].

El auge de esta actividad provoca que empiecen a surgir, cada vez con más frecuencia, investigaciones a nivel internacional y nacional acerca del impacto económico turístico de las prácticas físico-deportivas realizadas en la naturaleza [3]. Destacan los estudios realizados sobre el valor económico del senderismo en Francia [22], en Alemania, Francia y la República Checa [23] y en el medio rural de Gales [24]. En el caso de España, destaca el estudio elaborado por la Diputación Provincial de Huesca con el objetivo general de analizar la influencia socio-económica y ambiental de las actividades de excursionismo y senderismo en su entorno geográfico [25].

3 Río Miño: Eje de actividades deportivas en el medio natural

Al igual que cualquier demanda turística, existen diferentes segmentos de mercado con variados intereses, gustos y preferencias, por lo que el turismo activo busca también dar respuesta a las diferentes inquietudes del turista, surgiendo una amplia oferta de actividades adaptadas a ello. Así, dentro de los

tres posibles medios que forman parte de la naturaleza (terrestre, aéreo y acuático), han ido surgiendo actividades de distinta intensidad física y riesgo, destinadas a un público que va desde los más conservadores a los más aventureros [26]. La Tabla 1 recopila las actividades de turismo activo en función del medio en el que se desarrollan.

Tabla 1: Actividades de turismo activo

Actividades en el medio terrestre	
Área de marcha Alpinismo/Escalada Marcha a caballo Ciclomontañismo Espeleología Cicloturismo Puenting Paint-ball Barranquismo	Esquí de travesía Esquí de fondo Raquetas Perros con trineo Motos de nieve Tiro con arco 4x4 Quads Outdoor training Vías ferratas
Actividades en el medio acuático	
Piragüismo/Kayak Turismo fluvial Buceo/Submarinismo Surf/Kitesurf/ Windsurf	Rafting Hidrobob/Hidrospeed Vela Esquí náutico Moto náutica
Actividades en el medio aéreo	
Ala delta Globo aerostático Parapente Paracaidismo de pendiente	Ultraligeros Vuelo sin motor Heliexcursión Paracaidismo
<i>Fuente. [2][20][26]</i>	

En este contexto, el río Miño se ha convertido en el eje sobre el cual se desarrollan un gran número de actividades físico-deportivas en la naturaleza. El río Miño, con una cuenca en territorio español de 8.288 km² y una longitud de

315,5 km, nace en la Sierra de Meira y desemboca en A Guarda, haciendo frontera con Portugal. Los afluentes más importantes por la margen izquierda son el Neira, el Sil, el Arnoia, el Mouro y el Coura. Por la margen derecha destacan el Avia, el Tea o el Louro [27].

En su paso por la provincia de Ourense, sus aguas bañan a un total de catorce municipios. A Peroxa [28], Coles [29], Punxín [30], Cenlle [31] y Ribadavia [32] son los ayuntamientos ubicados en la margen derecha. Mientras que Nogueira de Ramuín [33] O Pereiro de Aguiar [34], Toén [35], Castrelo de Miño [36] Arnoia [37], Cortegada [38] Pontedeva [39] y Padrenda [40] están en la margen izquierda. En el caso del ayuntamiento de Ourense [41], el Miño divide en dos a la ciudad de As Burgas.

Conocedores de su potencial, algunos de estos municipios han aprovechado para poner en marcha distintas actividades físico-deportivas en el medio natural que la Tabla 2 clasifica en actividades desarrolladas en el medio terrestre, acuático o aéreo.

El medio que mayores oportunidades muestra y ha sido el más explotado hasta ahora, es el terrestre, con actividades que van desde el senderismo, el paint-ball o el puenting. Le sigue el medio acuático, también con diversidad de alternativas en función de las aguas en que se realicen (aguas tranquilas o aguas bravas), con actividades como el rafting, piragüismo o la pesca deportiva. En último lugar se encuentra el medio menos explotado en las proximidades del Miño, el aéreo.

Tabla 2: Actividades físico-deportivas en el medio natural en las cercanías del río Miño

	Actividades en el medio terrestre	Actividades en el medio acuático	Actividades en el medio aéreo
A Peroxa	•	•	
Coles	•	•	
Cenlle	•		
Ribadavia	•		
Castrelo de Miño	•	•	
Arnoia	•	•	
Cortegada	•	•	
Pontedeva	•		
Padrenda	•	•	
Ourense	•	•	
<i>Fuente. Elaboración propia</i>			

4 Conclusiones

Cada vez son más las regiones que optan por enfocar su estrategia de marketing en el turismo de naturaleza. Estas promociones se muestran como dinamizadores que permiten ampliar la campaña promocional en épocas de menos afluencia de visitantes.

En el caso de la provincia de Ourense, que no presenta tasas de turismo elevadas, pero sí cuenta con importantes atractivos turísticos, los deportes ligados a la naturaleza y en particular al agua, pueden servir para promocionar y potenciar la imagen de la zona como destino turístico. Ourense se convierte en un escenario muy favorable para este tipo de turismo, sobre todo en los medios terrestre y acuático. Se trata de un escenario que en gran parte está infrautilizado, por una parte ante las

escasas actividades ofertadas a pesar de las posibilidades de ampliación, y en otra por la inexistencia de oferta de actividades de este tipo en una zona con alto potencial.

Referencias

- [1] Latiesa, M. y Paniza, J.L. (2006). Turistas deportivos. Una perspectiva de análisis. *Revista Internacional de Sociología*, 44, 133-149.
- [2] Luque Gil, A.M. (2003). La evaluación del medio para la práctica de actividades turísticodeportivas en la naturaleza. *Cuadernos de turismo*, 12, 131-150.
- [3] Granero Gallegos, A. (2007). Las actividades físico-deportivas en la naturaleza y la industria turística. *Revista internacional de medicina y ciencias de la actividad física y del deporte*, 7 (26), 111-127.
- [4] Martos Fernández, P. y Salguero Pérez, A. (2001). La estación recreativa puerto de Ragua: hacia un turismo deportivo sostenible en el medio natural. En M. Latiesa Rodríguez, P. Martos Fernández & J.L. Paniza Prados (comp.), *Deporte y cambio social en el umbral del siglo XXI*. L.D. Esteban Sanz, Madrid.
- [5] Peñalver, M.T. (2004). El turismo activo como alternativa y complemento al modelo turístico en la Región de Murcia. *Cuadernos de Turismo*, 14, 179-215.
- [6] Nel-Lo, M. y Llanes, C. (2005). *L'ecoturisme*. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya.
- [7] Newsome, D., Moore, S.A. & Dowling, R.K. (2002). *Natural Area Tourism. Ecology, Impacts and Management*. Clevedon/ Buffalo/Toronto/Sydney: Channel View.
- [8] Weaver, D. (2006). *Sustainable Tourism: Theory and Practice*. Oxford/Burlington: Elsevier.
- [9] Luque Valle, P., Baena-Extremera, A. y Granero-Gallegos, A. (2011). Buenas prácticas para un desarrollo sostenible en los eventos deportivos en el medio natural. *Interciencia*, 36 (7), 531-537.
- [10] Giddens, A. (1993). *Consecuencias de la modernidad*. Alianza: Madrid.
- [11] Granero, A. y Baena, A. (2010). The search for nature as a way of compensation of the new urban lifestyle. *Journal of Sport and Health Research*, 2, 17-25.
- [12] Bernadet, P. (1991). Des A.P.P.N. aux A.P.E. Le rapport à l'environnement comme caractère générique En AA.VV., *Actes de Deuxièmes Assises des Activités Physiques de Pleine Nature*, 404-413.
- [13] Casterad, J., Guillén, R. y Lapetra, S. (2000). *Actividades en la naturaleza*. INDE Publicaciones: Barcelona.
- [14] Laraña, E. (1986). Los nuevos deportes en las sociedades avanzadas. *Revista de Occidente*, 62-63, 6-23.
- [15] Miranda, J., Lacasa, E. y Muro, I. (1995). *Actividades físicas en la naturaleza: un objeto a investigar*. Dimensiones científicas

- ficas. Apunts, Educación Física y Deportes, 41, 53-69.
- [16] Olivera, J. y Olivera, A. (1995). La crisis de la modernidad y el advenimiento de la posmodernidad: el deporte y las prácticas físicas alternativas en el tiempo de ocio activo. Apunts, Educación Física y Deportes, 41, 10-29.
- [17] Darst, P. y Amstrong, G. (1980). Outdoor adventure activities for school and recreation programs. Minneapolis, MN, Burgess Publishing Company.
- [18] Decreto 81/1991, de 25 de marzo, sobre requisitos de empresas de organización de actividades deportivas de recreo y turísticas de aventura en Cataluña.
- [19] Eagles, P.F.J., Mccool, S.F. y Haynes, C.D.A. (2002). Sustainable Tourism in Protected Areas. Guidelines for Planning and Management. Gland/Cambridge: IUCN-The World Conservation Union.
- [20] Antar-Ecotono (2004). El turismo de naturaleza en España y su plan de impulso. Ministerio de Industria y Comercio: Madrid.
- [21] Aspás, J.M. (2000). Los deportes de aventura. Consideraciones jurídicas sobre el turismo activo. Prames: Zaragoza.
- [22] AFIT (2003). La pratique de la randonnée pedestre en séjour touristique en France. Étude de clientèle. Panorama de l'offre. París: AFIT.
- [23] Havelka, J., Novákova, R. y Novotny, J. (2001). Influence de la randonnée sur l'économie des régions et sur l'économie nationales (comparaison des données de la randonnée en République Tchèque, en Allemagne et en France). Gaz de France.
- [24] Midmore, P. (2000). The economic value of walking in rural Wales. Rambler's Association in Wales: London.
- [25] Diputación Provincial de Huesca (2003). Estudio de Aproximación Ambiental y Socioeconómico a la Influencia de las Actividades de Senderismo y Excursionismo en la Provincia de Huesca. Diputación Provincial de Huesca.
- [26] Araújo Vila, N., Paül Carril, V. y Fraiz Brea, J.A. (2011). El turismo activo o de aventura como componente destacado del turismo de naturaleza. Análisis de la oferta en Galicia. Gran Tour: Revista de Investigaciones Turísticas, 4, 8-31.
- [27] Confederación Hidrográfica del Miño-Sil (2012). Plan Hidrológico 2010-2015 de la parte española de Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil.
- [28] <http://www.aperoxa.es>
- [29] <http://www.concellodecoles.com>
- [30] <http://www.punxin.es>
- [31] <http://www.cenlle.es>
- [32] <http://www.ribadavia.es>
- [33] <http://www.nogueiradaramuin.com>
- [34] <http://concellopereiro.com>
- [35] <http://www.toen.es>
- [36] <http://www.castrelo.gal/es/>

- [37] <http://www.arnoa.es>
- [38] <http://www.cortegada.es>
- [39] [http://www.pontedeva.es/
index.php/gl/](http://www.pontedeva.es/index.php/gl/)
- [40] [http://www.concellodepa-
drenda.com](http://www.concellodepa-drenda.com)
- [41] [http://www.ourense.es/porta-
lOurense/home.jsp](http://www.ourense.es/porta-lOurense/home.jsp)





*PATRIMONIO Y
ARQUITECTURA TERMAL*



THERMAL PATRIMONIES: AN ARCHAEOLOGICAL AND CULTURAL HERITAGE

F. K. Yegül

*Professor Emeritus / History of Architecture and Classical Archaeology
University of California, Santa Barbara, California
Department of the History of Art and Architecture*

Keywords: Thermal Heritage, Classical Archaeology.

Abstract: A brief introduction to the Ancient Thermal Heritage, based on archaeological data as well as on classical and medieval literature. The paper is focused on natural thermo-mineral (SPA) sites of Antiquity, rather than the normal “city baths”.

As part of an effort to reopen the ancient thermal spa of Baiae, Italy, Pedro of Aragon erected in the seventeenth century three marble inscriptions on a promontory known as Punta dell’Epitaffio (fig 1). Located northwest of the Gulf of Naples, Baiae was the center of the most extensive, best known, arguably the most important thermal region in antiquity where emperors and aristocracy owned estates, visited the thermal complex, and fully enjoyed what Martial described as the “golden shore of blessed Venus, the bewitching gift of nature” (figs 2, 3). Many came for fun, some for cure, and some for the final solace in life, like Hadrian, who died there in 138.¹



Figure 1: Map of the Bay of Naples with Baiae and Potuoli (Yegül)

We have good archaeological and literary evidence that the bewitching spa continued its use through the turbulent years of late antiquity into the early medieval period. Benjamin of Tudela, a Jewish doctor who visited the nearby Pozzuoli in 1164 mentions the popularity of the various sources of hot mineral waters and steam of the volcanic peninsula which was known, aptly, as Campi Flegrei, fields devoured by fire.² Although the eruption of Monte Nuovo in 1538 altered the geological structure of the region, and destroyed or degraded most of the thermal sources, locals continued to visit the remaining sources in their rough and natural state, seeking cure. What interests us here is the quasi-scientific and detailed content of these inscribed tablets which listed the distribution of the baths, the qualities of different water sources, and the diseases cured by each. It is believed that the format and the information subsumed by Pedro’s marble epitaphs were based on contemporary illustrated guidebooks (like the tourist guides of today) and

¹ Yegül 1996, 137-61; idem 1992, 93-106; D’Arms 1970, 108-9; Martial *Epigrams* 11.80.

² Adler 1907, 8.

must have originated in the early medieval, some even the classical periods.³



Figure 2: Baiae, general view of the thermo-mineral complex, looking south (Yegül)

The best testimony for the continued use of the site and the tradition of illustrated treatises and manuals on curative bathing is an early thirteenth-century poem in Latin by Peter of Eboli entitled *De Balneis Puteolanis*, which describes individually some 35 baths in the Bay of Baiae and Pozzuoli and the diseases cured by each. The original manuscript is lost, but some 20 copies of it survive; ten of which are profusely illustrated. The ultimate sources for these strikingly detailed and informative bathing illustrations must have been classical prototypes, such as wall paintings and stuccos, from the Roman baths of Baiae.⁴

Although any full consideration of the *De Balneis Puteolanis* would be beyond the scope of this paper, I will share with you a select few of them. Different types of thermal facilities

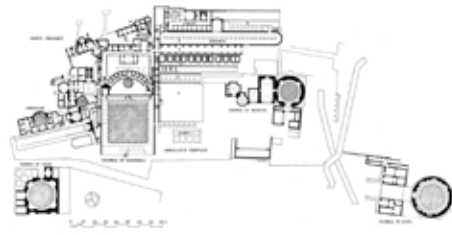


Figure 3: Baiae, thermo-mineral hillside complex, plan (Yegül)

are portrayed in the *De Balneis* and its recensions: many show domed or vaulted real bath structures; others have large, open-air pools for group immersion; and natural caves and caverns containing thermal sources and vapor outlets. As seen in these two illustrations (both representing the *Balneum Sudatorium*), many of the bathing facilities are located near a running water source; in one an attendant is filling a pitcher (fig 4).⁵ Detached from the bathing structures are facilities for cure and rest.



Figure 4: *Balneum Sudatorium* (Rome, Bib. Angelica 1474, f. 2; Yegül 1996, fig 17)

³ Maiuri 1969, 65-90; Borriello and d'Ambrosio 1979; Di Bonito and Giamminelli 1992; Castagnoli 1977, 41-79; Dubois 1907; Beloch 1890; Paolini 1812; Paoli 1768.

⁴ Kauffmann 1959; Yegül 1996, 138-9, 148-55, esp. n. 12; Maddalo 2007, 79-92; Clark 1989-90, 380-9; Caratelli 1971, 213-21; Trifolgi 1958, 15-36; Annechino 1895, 8.

⁵ *Balneum Sudatorium*. Rome. Bibl. Angelica 1474, f. 2 and f. 15v

In *Balneum De Arcu*, in a tent set up outside the domed bath, a man sitting at a table eats and drinks with gusto; the keg next to him must contain the mineral-rich thermal drinking water, an important part of the cure (fig 5).⁶ In *Balneum Calatura*, three men feast in a tent attended by two kneeling servants with an explanatory text:



Figure 5: *Balneum De Arcu* (Vatican, Bibl. Apostolica, Ottobon, Lat 2110, f. 22; Yegül 1996, fig 24)

“This bath cures stomach disorders and restores appetite, and there are many meals cooked and eaten” — sentiments that would not be out of order in the promo of a modern European spa of today (fig 6).⁷ Many illustrations, such as the one from *Balneum Orti Donici* show workmen filling small kegs and carrying them away on their shoulders, possibly

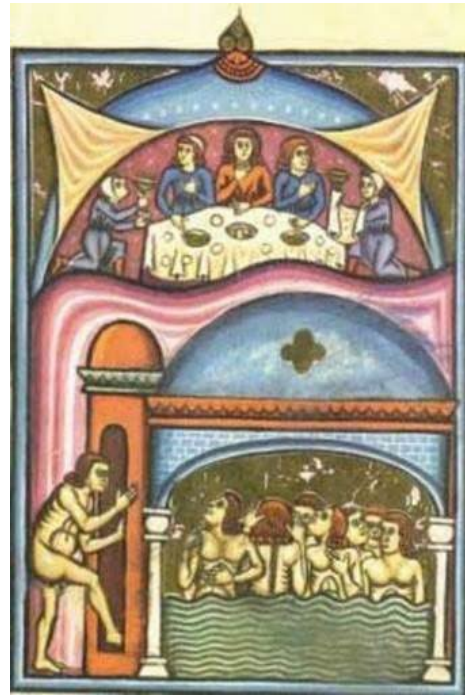


Figure 6: *Balneum Calatura* (Rome, Bibl. Angelica 1474, f. 7; Yegül 1996, fig 23)

for a place of use far outside the spa. One is reminded of the passage in Suetonius that Augustus drank and bathed in the sulphurous water brought especially from the springs in Antium (Anzio) to alleviate his arthritis pains.⁸

In general, bathers appear androgynous for gender characteristics to emerge; mixed bathing, as in regular Roman baths, seems to have been allowed though some illustrations, as in *Balneum Sulphatara*, depict a pool entirely occupied by women while a tall, fully clothed matron tests the warmth of the water. Many bathers, or patients we should call them, point to the afflicted organs of their bodies to indicate the special qualities of those particular baths. A scene shown with

⁵ *Balneum Sudatorium*. Rome. Bibl. Angelica 1474, f. 2 and f. 15v.

⁶ *Balneum De Arcu*. Vatican, Bibl. Apostolica. Ottobon, Lat. 2110, f. 22.

⁷ *Balneum Calatura*. Rome, Bib. Angelica 1474, f. 7.

⁸ *Balneum Orto Donici*. Vatican, Bib. Apostolica, Rossiano 379, f. 24. Suetonius, *Augustus* 82 and Pliny, NH 25.77, 31.61.

unusual candor in *Balneum Gimborosum* provides the singular evidence for the use of enema as a part of balneological treatment (fig 7).¹⁰ The enthusiasm of the onlookers needs no special comment. The degree of detail and truthfulness in these scenes is remarkable and offers a valuable parallel to the practical and detailed content of Punta dell'Epitaffio panels.



Figure 7: *Balneum Gimborosum* (Vatican, Bibl. Apostolica, Rossiano 379, f. 45; Yegül 1996, fig 25)

After having introduced some of the traditions of thermal bathing in such a picturesque manner, I can proceed to some of the more soberly archaeological aspects of my subject. The primary idea behind thermo-mineral bathing in antiquity was medicinal. Belief in the curative qualities of thermal waters and vapors —heat, mineral content, electricity, radioactivity —was genuine and widespread. A typical regimen included bathing,

sweating, and exercise, often accompanied by drinking the waters and inhaling mineral-laden vapors and natural aromas. The success and popularity of this regimen was based on its gentle, non-intrusive nature. Thermal regimen, if not fully successful, was rarely damaging; it was, at least, momentarily comforting, and in essence, preventive.¹¹ Bathing as a therapeutic and restorative measure, along with exercise and nourishment, was recognized and exploited in the writings of the Hippocratic School as early as the late fifth century BCE. Suitable and varied forms of hydrotherapy are specified in the *Regimen in Health* and *Regimen in Acute Diseases*, two of the primary publications of the School.¹² These quasi-scientific, sometimes even contradictory, recommendations were also taken up by itinerant doctors and popularized through lectures delivered before lay audiences. Even at such populist levels they represented a quasi-scientific, philosophy-based system which valued observation, diagnosis, and treatment. In contrast, early Roman medicine was immured in religion and mysticism. The leading proponent of the scientific system was Asclepiades of Bithynia, a Greek doctor who lived and practiced in Rome at the end of the second century BCE.¹³

Asclepiades was a strong supporter of thermo-mineral bathing as a remedial and preventive

¹¹ Yegül 1992, 352-55; Fagan 1999, 85-103; Phillips 1973, 76-84; Edelstein 1952, 307-9; Edelstein 1996, 468.

¹² Lloyd, ed. 1978, 186-206 and 272-77; Villard 1994, 41-60; Scarsborough 1993, 3-48.

¹³ Fagan 1999, 93-103; Yegül 1992, 354; Scarsborough 1993, 15-25; Vallance 1990.

¹⁰ *Balneum Gimborosum*. Vatican, Bibl. Apostolica, Rossiano 379, f. 45.

means against illness and devised a strict program of diet, exercise, and hydrotherapy. The centrality of the last item was no doubt instrumental in the early development of Roman baths and bathing culture. The impact of Asclepiades in establishing bathing and hydrotherapy firmly in Roman society is manifested in the fundamental contributions of his two leading followers: Celsus, who lived in the first half of the first-century BCE and wrote a treatise on therapeutic bathing; and Galen, a doctor from Pergamon, who found fame and fortune in mid-second century Rome as the court physician to Marcus Aurelius. In his *De Medicina*, Celsus recommends bathing as a cure to a great variety of maladies, specifying type, place, duration, and sequence in great detail, yet often admirably leaving the last, case-by-case decision to an attendant physician. Galen is more explicit than Celsus in describing a recognizable order of bathing based on the gradation of heat and humidity among bathing spaces, each with its specific cold, tepid, hot, steamy or dry atmosphere. The program outlined by Galen roughly coincides with the tepidarium-caldarium-laconicum-frigidarium sequence of Roman bath architecture.¹⁴

Neither Celsus nor Galen, however, appears to be describing natural thermal centers as exclusive venues for curative bathing. Evidently, therapeutic bathing could be expected to include both natural thermal baths as well as conventio-

nal baths. Nonetheless, the efficacious position occupied by natural thermal sites in offering an optimum curative experience in a pleasant setting cannot be doubted. The study thermal waters and their curative qualities was an independent and serious branch of inquiry embedded in natural history as aptly illustrated by long portions devoted to the subject in Vitruvius' *De Architectura* (8.3.4), then half-a-century later in Pliny's *Natural History*, Book 31, though there are still some aretalogical passages involving religious and mystic associations.

The ancient idea behind hydrotherapy can be subsumed under four headings: a) to cure disease or prevent and alleviate pain; b) to maintain health and promote feelings of well-being; c) to offer cosmetic improvements, to beautify; d) to offer recreation and entertainment, in effect, to fulfil the social goals of Roman otium. All of these functions may and do overlap in various combinations and proportions in almost all of these types of thermal experience.¹⁵ What is the evidence on the ground, or what can archaeology offer to illustrate the different types and settings of thermal bathing? Several main categories can be suggested. First, there are thermal sites that develop around a major thermal source with a single bathing structure and its functional subsidiaries, such as inns, restaurants, cure and convalescent facilities, shops, communal areas. Varying in size and complexity and almost always situated deep in the countryside, this is by far the most common

¹⁴ Celsus, *De Medicina*, vols 1-3 (trans. G. Spencer); Galen 1821-33 (1965); Yegül 1992, 354-5; Fagan 1999, 86-7.

¹⁵ Yegül 1992, 92-3.

type. The Roman era thermal baths at *Augusta Traiana* (Stara Zagora in Bulgaria) is a compact group of four rectangular halls with smaller annexed rooms (fig 8). Two of the larger halls, conspicuous for their size and location contain large communal pools fed directly from a square reservoir located above the hot water source. Although an inscription refers several of the rooms by their conventional names (such as a *loutron* for cold washing, two *apodyteria*, and a *frigidarium*), there are no artificially heated facilities here.¹⁶

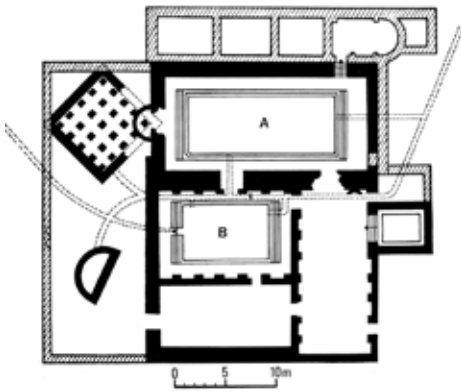


Figure 8: Thermal baths at *Augusta Traiana* (near Stara Zagora, Bulgaria), plan (Yegül 1992, fig. 125)

More interesting are the baths at *Aqua Flaviana* in Algeria where two principal pool halls, a rectangular and a domed, circular one are juxtaposed (fig 9). The rectangular pool displays a basilica-like arrangement with five pairs of piers and a large communal pool. A small niche in the middle of the short south side of this hall housed the statues of Asclepius and his daughter Hygieia, a normal association for all baths. Noteworthy is a group of small, vaulted rooms occupying the east side of the complex whose planning recalls a conventio-

nal bath, but it was probably used for individual ablutions, or for special medicinal treatments and not artificially heated.¹⁷ The architectural design of the *Aqua Flaviana* demonstrates well the two basic concepts of thermal bathing: a nucleus of large pool halls for group therapy grafted on to a group of smaller bathing facilities following a sequence that imitates a regular bath, but technically, is not.

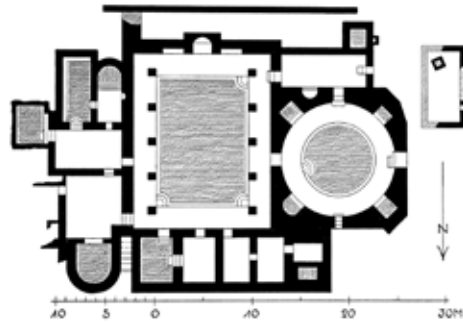


Figure 9: Thermal baths at *Aquae Flavianae*, Algeria, plan (Krencker 1929, fig 348)

A more natural but advanced stage in the combination of these two fundamental bathing modes, a naturally-heated thermal group fused onto a regular, artificially-heated bath, is represented by the large complex at Civitavecchia in Italy (fig 10).¹⁸ The Civitavecchia baths, also known as the Taurine Baths, which combines natural thermal baths on the north and simple, heated, conventional baths, on the south. The northern, thermal zone, separated from the southern by a road, is dominated by a pair of very large rectangular pool halls. The one on the west, a basilical hall (B) is occupied by a communal hot pool fed from the tholos (W)

¹⁶ Yegül 1992, 111; Hoddinott 1975, 201-5.

¹⁷ Krencker 1929, 233-5, fig. 348; Yegül 1992, 111-2.

¹⁸ Yegül 1992, 112-7; Bastianelli 1933, 398-421; idem 1942, 235-6; Heinz 1986, 22-43.

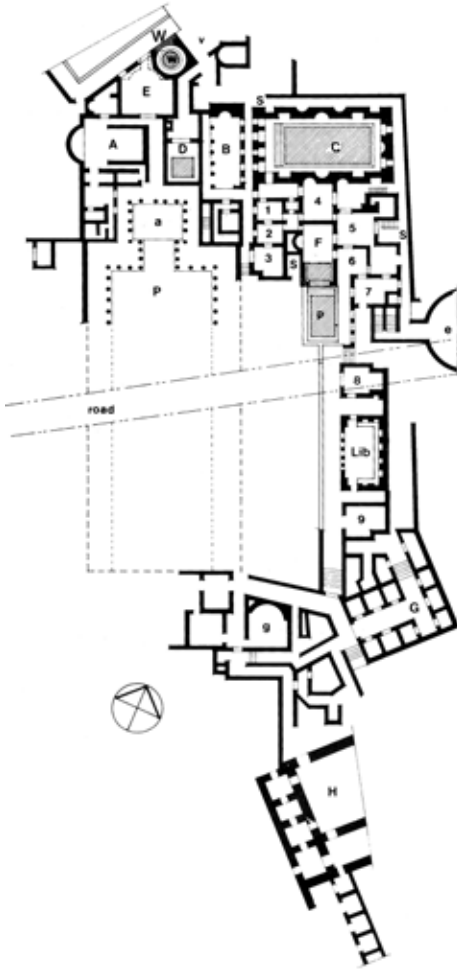


Figure 10: Thermal bath complex (Taurine Baths), Civitavecchia, plan (Yegül)

whose circular pool was the collecting spot of all waters (fig 11). Originally, a double row of columns along the long sides of this space focused the gaze on the apse and altar on the center of the short side, probably dedicated to the nymphs and tutelary deities of the spring. Again, what we have is not a sanctuary to a major deity (no temples here), nor a cult-based curative center; rather a simple shrine to the nymphs born from a broad sense of religiosity and awe for the wonder of water, natural or artificial.



Figure 11: Thermal bath complex, Civitavecchia. Basilical hall B, looking south (Yegül 1992, fig 128)

The sprawling layout and elaborate facilities of the Taurine Baths brings us close to the second category of thermal complexes, which I describe as ‘thermal cities’. These are composed of clusters of baths and bath groups spread over a very large area with numerous hot springs, steam and vapor sources, facilities for cure, exercise and entertainment —a multilayered thermal landscape. The best example is the previously mentioned thermal city at Baiae overlooking the beautiful Bay of Pozzuoli and the greater Naples. Arranged on many terraces and connected by stairs and ramps, there are a great variety of naturally-heated baths, chambers for sweating, inhalation, hydrotherapy; aromatherapy, immense public pools of bubbling warm water surrounded by grottoes; porticoes and peristyles; hotels, restaurants, souvenir shops, *and* indeed, a bewitching beach —all this hillside wonder highlighted by three or four immense domes raised over immense circular pool halls, the *so-called* temples, and of course,



Figure 12: "Temple of Mercury" (bath hall), Baiae: a) exterior; b) interior (Yegül)

occasional shrines to appease appropriate deities (see fig 3; fig 12a, b). But no real temples. Baiae was famous, or infamous, for its luxurious lifestyle, wild parties, drunken orgies on land and sea. It was loved by all except the staunch moralists who made a point of condemning the spa in order to burnish their hard Republican credentials —such as Seneca, who visited the site once, did not stay long, summing it up as a "resort of vice" (*deversorium vitiorum*).¹⁹ Some 20 km from Pergamon, in Turkey, there is another of these "water cities," Allianoi. Spread across both banks of the Ilya River, Allianoi follows a grid pattern of streets, gateways, plazas, exedrae, nymphaea, shrines —all wrapped around numerous baths, still supplied with natural thermal water, cure and residential facilities (figs 13, 14).²⁰



Figure 13: Thermo-mineral complex, Allianoi, Turkey. Plan (courtesy of A. Yaras)



Figure 14: Thermo-mineral complex, Allianoi. Statue of a nymph-fountain discovered (courtesy of A. Yaras)

The third type in my thermal categories is represented by bathing in the context of a bona fide sanctuary dedicated to healing gods. The primary healing god of antiquity was, of course, Asclepius who was worshipped in his sanctuaries such as the famous ones at Epidauros and at Kos. One of the best know curative Asclepiions was the one at Pergamon, outside the royal Hellenistic capital, in a well-organized precinct with a sacred spring and incubation gallery, but whose primary development, including the circular cure halls, was Hadrianic.

¹⁹ Seneca, *Letters* 52; see, also note 1.

²⁰ Yegül 2010, 50-51; idem 2006, 152-4, esp. n. 42; Müller 2004, 215-26.



Figure 15: Thermal baths, Aquae Sulis, Bath, England. Plan (phase 3) (Yegül 1992, fig 133)

The healing sanctuary at Aquae Sulis, popularly known Bath, England, of Victorian fame, was not an Asclepion. It was a thermal center famous for its copious curative springs (a million gallons of water daily) where the Celtic god Sul was worshipped. All architectural development, except the source pool, date to the Roman period when the sanctuary became associated with Minerva, the local goddess Sul Minerva, with a handsome prostyle temple, and an altar raised by the sacred spring. The layout is composed of two sets of rather ordinary looking hypocaust-heated bath groups, on the west and east (fig 15). Between them is where things become monumental and memorable: the “Great Bath’ with its 19-meter long hot pool occupied the floor of an impressive barrel-vaulted hall illuminated by great lunar windows. Patients offered votives and inscriptions to Minerva and other deities expressing their hopes or gratitude for healing.²¹ Yet, as in any spa, secular, social and recreational concerns co-existed with sacred ones. My favorite is a curse tablet thrown into the source by a jilted lover, reading: “He who

stole my beautiful Vibia become as runny as water!” —and, presumably, run down the thermal drain to meet his deserved fate.²²

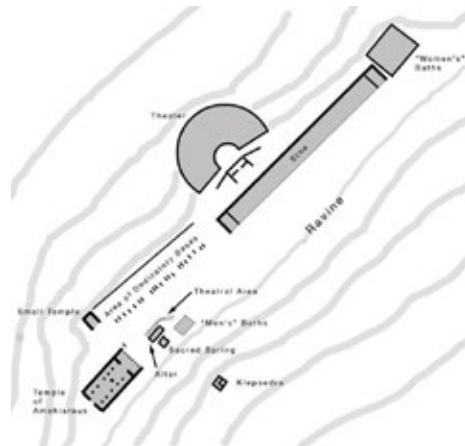


Figure 16: Sanctuary of Amphiaraos, Greece, plan (internet free access)

Dedicated to the minor healing god Amphiaraos, Amphiaraion in Attica is a sanctuary stretched on the sunny banks of a small stream (fig 16). There is the sacred spring for drinking cures, two baths, stoas for incubation, a theater, a temple to the god, a water clock, modest facilities for pilgrims and patients including a *hospitalia*. The spring is cold. During the Roman era one of the baths was enlarged and fitted out with artificial heating —a clear example of the fusion of religious and practical aspects of thermal bathing.²³ One need not search for deep answers for such an “impure” compromise: this valley gets uncommonly cold in the winter. Is it any wonder that a society who had perfected the technology of heating would refuse to bathe in icy

21 Yegül 1992, 117-19; Cunliffe 1969; idem 1984; idem 1987, 16-44; Heinz 1983, 165-7; Richmond and Toynbee 1955, 97-105.

22 Cunliffe 1969, 16-9; Yegül 1992, 127.

23 Yegül 2015, 247-70, esp. 259-60; Mee and Spawforth 2001, 123-8. See, also SEG 31. 416, lines 44-50; Pausanias, 1.34.3

water in icy rooms? Several centuries later, a similar set up with thermal baths and temple emerged honoring the river god Clitumnus along a leafy river in Hispellum, an Augustan colony in Umbria.²⁴

I hope it is beginning to be fairly clear to my audience that the nature and functions of my somewhat rigidly conceived three “categories” —a) thermal sites with individual baths; b) fully composed thermal cities; c) and thermal sanctuaries, Asclepia —were not separated from each other along rigid lines. Each site enjoyed its individual resources and characteristics while partook characteristics from the others. There was much overlap, flexibility, and hybridity. All three types shared a certain degree of religiosity and sanctity; and all three aimed at offering hydrotherapy as a central activity in a medicinal, sometimes mystical and wondrous, and always pleasantly social setting available at all social levels. Emphasis and proportion of emphasis varied. The modest, verdant facilities of Amphiarion in Greece and Hispellum in Italy, both imbued with a deep sense of the sacred did not include any large, communal pools because they were not full-fledged spas. As sanctua-

ries, they emphasized cure by prescribed prayers, sacrifice, incubation, simple ablutions and drinking regimens much like the major sanctuary of Asclepius at Pergamon —and sometimes combined it with simpler forms of bathing (see, above n. 24). At the other end of the scales, stands the great Baiae, with every convenience of curative bathing, hot waters, hot steam, hot vapors offered up by the volcanic peninsula —and a secular, veritable “resort of vice.”

The virtuous and the sanctimonious of the Roman world (like Seneca) found reasons to avoid all manner of bathing, but especially thermal bathing. The spa was held up as the institution that encouraged luxury, uncouth behavior, excess of eating and drinking, and above all a permissive atmosphere where male and female nudity inspired immoral conduct.²⁵ The writers of the imperial period, as well as those of late antiquity, under strong Christian influence against bathing and nudity, left a negative record.²⁶ For Epiphanius, writing in the fourth century CE, the gay and colorful world of the Syrian spa Hammat Gader (ancient Tiberias) was questionable: “A festive gathering takes place here annually (figs 17, 18). For several days patients all over come to bathe and *work away their afflictions.*” There is a touch of approval here. But then, with *volte face* he declares: “There the devil sets his snares... Since men and women bathe together.”²⁷ Such ambiguous assessment of thermal bathing was not uncommon.

²⁴ Yegül 2015, 260. The Younger Pliny’s evocative description of the Sanctuary of Clitumnus in Hispellum could almost serve as a model for all similar sanctuary/spa/cure centers: “The Banks are thick with ash and poplar... The water is as cold as snow and sparkling white. Close by is an ancient temple wherein stands the river-god Clitumnus clothed in purple... Each of the other temples scattered around contains the statue of a different god. Each has his peculiar worship and title, and some have their own springs... The people of Hispellum, to whom Augustus gave this place, maintain a bath (for cure) at the town’s expense, and an inn for travelers” (Letters, 8.8.6).

²⁵ Yegül 1992, 40-3; idem 2010, 20, 22-34; Fagan 1999, 30-9.

²⁶ Yegül 1992, 314-20; idem 2010, 199-206.

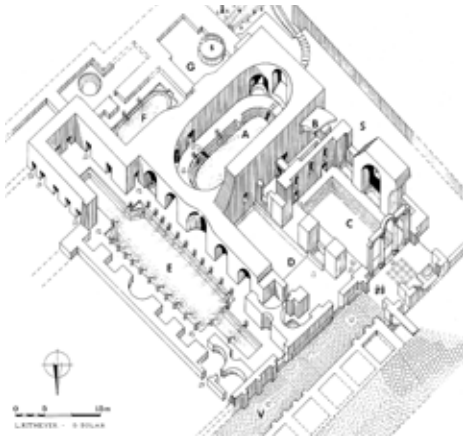


Figure 17: Thermal baths, Hammat Gader (ancient Tiberias, Israel), axonometric reconstruction (courtesy of Reitmeyer and Solar)

Aelius Aristidis, the famous Asian rhetor, a master of the Second Sophistic, beloved of the emperors Antoninus Pius and Marcus Aurelius, and the hopelessly charming hypochondriac, left us a candid, personal, if somewhat exaggerated record of his long involvement with the Asclepius as his god who appeared to him in dreams and walked him through his cure from a myriad of maladies in the form of a diary, later published as *Sacred Tales (Hieroi Logoi)*.²⁸ Aristidis' regimen centered about curative procedures in the various bathing sanctuaries of his native Anatolia, following the recommendations of Asclepius. Aristidis was careful to render the carnal pleasures of bathing as a metaphorical opposite of the higher virtues of intellectual pursuits. He referred to such pleasures, even when they were occasionally recommended by his god, as the "pleasures of swine." In this conflicting worldview, he was



Figure 18: Thermal Baths, Hammat Gader. The great pool hall, looking east (Yegül)

adopting an ideological position known as *alousia*, or abstention from washing, a kind of moral grandstanding — a position not unfamiliar to classical philosophy, or to Socrates himself. After much questioning of bathing, Aristidis himself took the advice of a handsome young athlete and go to a bath near one of the gates of Ephesus — ethics be damned!²⁹ Homer's heroes, such as Odysseus, enjoyed baths as long as it was the beautiful Nausicaa or Circe "who poured warm water" over (his) weary limbs — even a confirmed ascetic could enjoy being bathed by such bewitching queens.³⁰ In short, the intellectual discourse that questioned bathing in the Greco-Roman world, conventional or thermal, also created the intellectual platform to do the opposite: to devise the conditions to disregard ethical advice and transcend the rule — a platform arrived at after much self-negotiated moral tweaking and twisting. These conflicts elevated the discourse on bathing to a choice between moral fallibility and social vitality. Such a

²⁷ Yegül 1992, 317; Jerome, Letters, 45.4.1; Epiphanius, *Panorion Haereticorum*, 30.7.

²⁸ Behr 1968; idem 1981; Bowersock 1969; Dodds 1996, 160-1.

²⁹ Downie 2008, 115-30; Stephens 2012, 76-86; Pearcy 1974, 377-91. On *alousia*, see Yegül 1992, 318; idem 2010, 206.

³⁰ Homer, *Odyssey*, 10. 165 and 8.233; Yegül 1992, 6-7; Downie 2008, 125

discourse, however, was merely a substitute for the larger questions on life and how it should be lived confronted by the Greco-Roman society as a whole and by its philosophers and rhetors like Socrates and Aristidis.³¹

I will not hesitate to suggest that this very fractious flexibility, variation and inclusiveness —this messy democracy represented by the ancient spa —was the real source of its strength, longevity and popularity: the conventional Roman bath may be dead and gone, but the Roman spa once in Baiae, or Aqua Sulis, or Hammat Gader, with some adjustments, is alive and well, in Wiesbaden, Germany; in Vichy, France; in Hierapolis or Bursa, in Turkey; and in Ourense, Spain —justifying our presence here.

Bibliography

- [1] Adler, M.N. 1983 (original 1907). *The Itinerary of Benjamin of Tudela*. Malibu, Calif.
- [2] Annechino, R. 1895. *I bagni di Pozzuoli nel Quattrocento*. Naples.
- [3] Bastianelli, S. 1933. "Civitavecchia. Scavi eseguiti nelle Terme Taurine o Trajane." *Notizie degli scavi di antichità*. Rome: 398-421.
- [4] Bastianelli, S. 1942. "Nuove esplorazioni eseguiti nelle Terme Taurine." *Notizie degli scavi di antichità*. Rome: 235-52.
- [5] Behr, C.A. 1968. *Aelius Aristides and sacred Tales*. Amsterdam.
- [6] Behr, C.A. 1981. *Aelius Aristides. The Complete Works*, 2 vols. Leiden.
- [7] Beloch, J. 1890. *Campanien: Geschichte und Topographie des antike Neapel und seine Umgebung* (2nd ed.). Breslau.
- [8] Borriello, M., and A. d'Ambrosio. 1979. *Baiae-Misenum*, Forma Italiae, Regio I, xix. Florence.
- [9] Bowersock, G. 1969. *Greek Sophists in the Roman Empire*. Oxford.
- [10] Campi Flegrei. *I Campi Flegrei nell'archeologia e nella storia*. 1977. Atti dei Convegni Lincei xxxiii. Rome.
- [11] Caratelli, G.P. 1971. "I campi flegrei nei disegni del codice du Edinburgo del *De Balneis Puteolanis*." In *Scritti in onore di Roberto Pane*, ed. O. Morisiani, Naples: 213-21.
- [12] Castagnoli, F. 1977. "Topografia dei Campi Flegrei." In *Campi Flegrei*: 41-79.
- [13] Clark, R.J. 1989-90. "Peter of Eboli 'De Balneis Puteolanis': Manuscript from the Aragonese Scriptorium in Naples." *Traditio* 45: 380-89.
- [14] Cunliffe, B. 1969. *Roman Bath* (Reports of the Research Committee of the Society of Antiquarians of London, no. 24). Oxford.
- [15] Cunliffe, B. 1984. *Roman Bath Discovered*. London.
- [16] Cunliffe, B. 1987. *The City of Bath*. New haven.
- [17] D'Arms, J.H. 1970. *Romans on the Bay of Naples: A Social and Cultural Study of the Villas and*

- Their Owners from 150 B.C. to A.D. 400.* Cambridge, Mass.
- [18] Davis, R.P. 1996. "Galen" OCD: 621-23.
- [19] Di Bonito, R. and R. Giamminelli. 1992. *Le terme dei Campi Flegrei: topografia storica.* Milan.
- [20] Dodds, E.R. 1969. "Aristidis, Publius Aelius." OCD: 160-61.
- [21] Downie, J. 2008. "Proper Pleasures: Bathing and Oratory in Aelius Aristides' *Hieros Logos* and *Oration 33.*" In *Aelius Aristides between Greece, Rome and the Gods*, eds. W.V. Harris and B. Holmes: 115-30.
- [22] Dubois, C. 1907. *Pouzzoles antique: histoire et topographie.* Paris.
- [23] Edelstein, L. 1952. "The Relation of Ancient Philosophy to Medicine." *Bulletin of the History of Medicine* xxvi.4: 307-309.
- [24] Edelstein, L. 1996. "Dietetics." OCD, eds. S. Hornblower and A. Spawforth: 468.
- [25] Epiphanius. 1915-80. *Panorion Haereticorum*, 3 vols, ed. K. Hall. Leipzig.
- [26] Fagan, G.G. 1999. *Bathing in Public in the Roman World.* Ann Arbor. Mich.
- [27] Galen. 1821-33 (reprint, 1965). *Opera Omnia*, ed. C.G. Kühn.
- [28] Harris, W.V. and B. Holmes, eds. 2008. *Aelius Aristides between Greece, Rome and the Gods.* Leiden.
- [29] Heinz, W. 1983. *Römische Thermen. Badewesen und Badeluxus in römischem Reich.* Munich.
- [30] Hoddinott, R.F. 1975. *Bulgaria in Antiquity.* London.
- [31] Kauffmann, C.M. 1959. *The Baths of Pozzuoli. A Study of Medieval Illuminations of Peter of Eboli's Poem.* Oxford.
- [32] Krencker, D., E. Krüger, H. Lehmann, and H. Wachtler. 1929. *Die trierer Kaisertherman.* Augsburg.
- [33] Lloyd, G.E.R. 1978. *Hippocratic Writings* (trans. J. Chadwich and W.N. Mann), Middlesex.
- [34] Maddalo, S. 2007. "I bagni di Pozzuoli nel medioevo. Il de *Balneis Puteolanis.*" In *Bains curatifs et bains hygiéniques en Italie de l'antiquité au moyen âge*, ed. M. Guérin-Beauvois and J.-M. Martin, 79-92. CEFR 383.
- [35] Maiuri, A. 1969. *The Phlegraean Fields* (trans. V. Priestley). Rome.
- [36] Mee, C., and A. Spawforth . 2001. *Greece. An Oxford Archaeological Guide.* Oxford.
- [37] Müller, H. 2004. "Allianoi. Zur Identifizierung eines antiken Kurbades im Hinterland von Pergamon." *IstMitt* 53: 215-26.
- [38] Paoli, P.A. 1768. *Antichità di Pozzuoli: Avanzi di antichità esistenti a Pozzuoli, Cuma e Baia.* Naples.
- [39] Paolini, R. 1812. *Memorie sui monumenti di antichità e belle arti che esistono in Miseno, in Bacoli, in Baia, in Cuma, in Pozzuli.* Naples.
- [40] Percy, L.T. 1974. *Theme, Dream and Narrative: Reading the Sacred Tales of Aelius Aristides.* Transactions of the American Philological Association, 118: 377-91.

- [41] Phillips, E.D. 1973. *Greek Medicine*. London.
- [42] Richmond, I.A. and J.M.C. Toynbee. 1955. "The Temple of Sulis Minerva at Bath." *JRS* 45: 97-105.
- [43] Scarsborough, J. 1993. "Roman Medicine to Galen." *ANRW* 2.37.1: 3-48.
- [44] Stephens, J.C. 2012. "The Dreams of Aelius Aristides: A Psychological Interpretation." *International Journal of Dream Research*, 6.1: 76-86.
- [45] Trifolgi, R. 1958. "De Balneis Puteolanis." *Pagine di Storia delle Medicine* 2, no.4: 15-36.
- [46] Vallance, J.T. 1990. *The Lost Theory of Asclepiades of Bithynia*. Oxford.
- [47] Villard, L. 1994. "Le bain dans le médecine hippocratique." In *L'eau, la santé et la maladie dans le monde grec*, ed. R. Ginouvès, et. al. Paris: 41-60.
- [48] Yegül, F.K. 1992 and 1994. *Baths and Bathing in Classical Antiquity*. New York.
- [49] Yegül, F.K. 1996. "The Thermo-Mineral Complex at Baiae and *De Balneis Puteolanis*." *ArtBull* 78.1: 137-61.
- [50] Yegül, F.K. 2006. *Antik Çağda Hamamlar ve Yikanma*. Istanbul.
- [51] Yegül, F.K. 2010. *Bathing in the Roman World*. New York.
- [52] Yegül, F.K. 2015. "Roman Baths at Isthmia and Sanctuary Baths in Greece." In "*Bridge of the Untiring Sea*." *The Corinthian Isthmus from Pre-history to Late Antiquity*, eds. E.R. Gebhard and T.E. Gregory (*Hesperia, Supplement* 48): 247-70.

ANCIENT THERMALISM AND THERMAL HERITAGE: THE RESULTS OF A RESEARCH PROJECT

M. Bassani

Dipartimento dei Beni Culturali: archeologia, storia dell'arte, del cinema e della musica. Università degli Studi di Padova, Piazza Capitanato 7, 35139 - Padova, Italia.

Keywords: thermalism, *aquae patavinae*, Montegrotto Terme.

Abstract

In this contribution we present the results of the study of ancient settlements in the Euganean thermal territory and in thermomineral resorts throughout the national territory, carried out by the Department of Cultural Heritage of Padua University. The research goals were increasing the knowledge of the Italian thermal heritage and promoting its popularization also by means of the creation of a Museum of Thermalism in Montegrotto Terme (Padua).

1 The starting point: Montegrotto Terme and its archaeological areas

The cultural and tourist potential contained in the terms "heritage and thermal architecture", the topic of this session, can be well exemplified by the results of a research project dedicated to Montegrotto Terme thermal resort (Padua): here the Department of Archaeology-Cultural Heritage of Padua University has been working since 2001, in agreement with the Municipality and the Veneto Regional Board of Archaeological Heritage, to study,

protect and promote the thermal archaeological heritage within the current Euganean thermal district. An archaeological excavation in Montegrotto Terme, which our Department has been granted and to which we will come back later, has been the starting point of numerous actions of digging, protection, restoration and usage of several archaeological areas now accessible to the public (see Bassani, Bressan, Ghedini 2011 [1]; Bassani, Bressan, Ghedini 2012 [2]; before this, see Lazzaro [3]).

The Euganean thermomineral springs, still active and hyperthermal (springing forth at 87°C and classified as sodiobromiodic waters, with a fixed residue of 5-6 grams of dissolved salts per litre at 180°C), were much appreciated in antiquity not just for their healing properties, but also because they housed a famous oracular shrine in honour of Geryon: he was even consulted by the future emperor Tiberius, on his way to Illyria, to know his destiny (Svet., Tiberius, 14, 3: see Bassignano [4]). The location of this shrine is not known, but during the pre-Roman age a sacred thermomineral lake certainly existed here, near the

present Hotel Terme Preistoriche: along its shores some excavations from the previous centuries brought to light considerable votive deposits, made up of ceramics (see Figure 1), sometimes very small, and votive bronze figurines (see Dämmer [5]), on which some new hypotheses have been formulated by the writer (see Bassani [6]).



Figure 1: Montegrotto Terme, S. Pietro Montagnon. View of *ex voto* (Bassani [6]).

In antiquity there was already strong awareness about the healing and economic potential in the exploitation of such springs: the proof is in the contrasts between the two neighbouring Veneto cities of *Ateste* and *Patavium* to control the springs, documented by three funerary stones dating back to the mid-2nd century B.C. (CIL I2, 2501 = ILLRP, 476 add., CIL I2, 634 = CIL V, 2492 = ILS, 5944 = ILLRP, 476; CIL I2 633 = CIL V, 2491 = ILS, 5944a = ILLRP, 476 add.). They show some inscriptions underlining the Roman intervention in order to settle boundary disputes between the two cities, for the management of those springs, which were then ascribed to *Patavium*. Since then, the *Euganean*

territory and more generally *Venetia* came under Roman influence: not just thanks to the building of consular roads, such as *via Annia* which connected *Aquileia* to *Bononia-Adria* (see Rosada, Frassine, Ghiotto [7]), but also for a significant monumental development of residential areas, mostly from the late Republican and Augustan age. In particular in Montegrotto Terme this is the phase of construction of a complex thermal area located in *via Scavi-Viale Stazione* (see Figure 2): it consisted of three large pools, two rectangular and a circular one, connected to the springs and a building for shows. Moreover, a network of canals, also served by wheels (*noriae*) for water circulation, guaranteed the intercepting and distribution of *aquae* to this probably public thermal unit, and it also connected with a complex system of Roman age aqueducts well known all over the *Euganean* area (see Zanovello [8]). Afterwards, during the 2nd century A.D., some restoration and extension work was started: a building with an irregular perimeter appears to date from this period (inaccurately excavated in the 1970s), when the water network was also improved, as confirmed by some *fistulae aquariae* bearing the name of *Arria Fadilla*, mother of Antoninus Pius. In recent years, this beautiful archaeological area has been reclaimed and restored, having been disfigured by heavy building work connected to some hotels: it has been reopened to the public and thanks to some further redevelopment it will be even better valorized within a cultural programme managed by Montegrotto Terme municipality, the

Archaeological Board and Padua University (see Bonomi, Malacrino [9]).

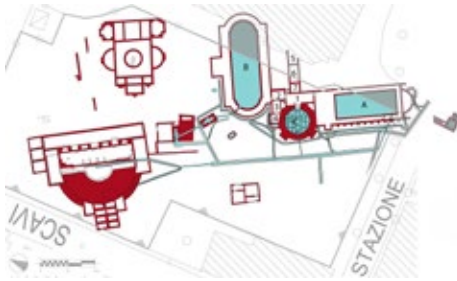


Figure 2: Montegrotto Terme, via degli Scavi. Plan of the thermal complex (Bonomi, Malacrino [8]).

Besides the bathing area of via Scavi, remains of other ancient buildings were intercepted in the past centuries, and drawings of mosaic floors and plans were drafted: these are nowadays reproduced by means of plaques allowing the visitor and the thermal tourist to imagine the presence of imperial age buildings, mostly of a residential or bathing nature.

The visitors, however, can also access the huge villa brought to light thanks to the excavation work mentioned above (see Figure 3). Built in the Augustan-Tiberian age and provided with a master area to the north, where most of the investigation has focused, it developed around two large gardens, mostly known through geo-physical prospections. The villa was encircled to the south by a perimeter with a central exedra, probably housing a small temple aligned with the prestigious *oecus* of the northern nucleus: it must have been a residence built for very affluent people, probably linked to the imperial court (see Bressan [10]). We cannot rule out that the villa may have been connected to a nearby spa

excavated in recent years and which can now be visited under the nearby Hotel Terme Neroniane.



Figure 3: Montegrotto Terme, Via Neroniana. Plan (Bressan [10])

Some virtual reconstructions of the villa and its internal decorations have been made in order to facilitate the visit, which the visitor can easily observe along the route by means of a tablet.

Attendance of this rich mansion and the other archaeological areas known in Montegrotto Terme appears to gradually decrease in the late Empire, even though the springs must still have been attended during the early Middle Ages: this is proved in a letter by Cassiodorus (Cassiod., *Variae*, II, 39), where King Theoderic's secretary encourages an architect from *Patavium*, named Aloisio, to urgently restore the still

remaining monuments, to bring back the original splendour (see Marano [11] and Ghedini, Bassani [12]).

The reputation of *aquae Patavinae*, therefore, did not cease even after the fall of the Western Roman Empire, even if it would only be fully re-qualified in the modern age, in particular in the second half of the 18th century, when the chair ad *Thermas Aponenses* was established in Padua university: it aimed at enhancing the scientific study and the exploitation of the Euganean springs (see Bassani [13]).

2 A wider perspective: the census of thermo-mineral sites in Roman Italy

The picture drawn so far, even though concisely, we believe offers a multifaceted panorama of the cultural and tourist potential of the Euganean thermal heritage. However, in recent years, the Department of Cultural Heritage of Padua university has felt the need to widen the perspective of its study and research on ancient thermalism to understand how Montegrotto Terme was related to other thermomineral establishments in the Roman age.

A census of all archaeological sites was therefore made, at both hot and cold but highly mineral springs over the national territory, with a total of around 140 contexts (see Figure 4): besides our university, Verona and Genoa universities also participated, as well as CNR, thus significantly contributing to the data analysis and elaboration.



Figure 4: The distribution of thermomineral sites from the Roman age in the Italian territory (Annibaletto, Bassani, Ghedini [15]).

The work tool has been a geo-referenced database, which has elaborated site files of archaeological contexts positioned at thermomineral springs: we have input data connected to both structural and worship aspects (private and public civic buildings, water and road infrastructures, worship contexts and annexed votive material), and documentary, literary and epigraphical sources; in particular for the two latter types of data, it is worth noting that only the information clearly pertaining to the geo-referenced archaeological sites was selected.

The results of this research project, concluded last year, were numerous and have not only given us a really complex picture of the modes of settlement in antiquity at thermomineral springs (see Bassani, Bressan, Ghedini [14]; Annibaletto, Bassani, Ghedini [15]), but they have also allowed us to understand the



Figure 5: Rome, Lake Bracciano, Vicarello. Plan of the thermal complex (Bassani [6]).

enormous potential of redevelopment and relaunch of ancient thermal sites, very often situated near the current bathing resorts. Just one example among many: in Lazio there is the famous Vicarello archaeological thermomineral site, corresponding to the ancient *Aquae Apollinares Novae*. It lies inside a nature reserve, and it is accessed by permit granted by the Lazio Archaeological Board and by the State Forestry Corps: the archaeological remains were partly excavated in the 1970s (see Figure 5), although the first discovery took place in the 1800s. In addition to the Roman age pools and a building appointed with a nymphaeum and a cult statue in honour of Apollo, a host of *ex voto* were found in the springs, deposited in an almost stratigraphic way from the pre-historic age to late antiquity: besides some arrows, a scraper and a knife from the most remote ages, pieces of *aes rude* and *aes signatum* were found, along with coins from Republican

Rome and other southern Italian cities, coins from the imperial age and vessels in precious materials, such as the famous glasses with the route from Cadiz to Rome (the latest Bassani [16], with previous bibliography). The area, unfortunately, is in awful conditions (see Figure 6): spontaneous vegetation is very thick, so as to invade and cover parts of the archaeological remains: the latter need preservative restoration and safety measures, along with an efficient covering. The surrounding landscape, however, is really evocative: the redevelopment of this archaeological, thermal and environmental heritage would not only recover a piece of century-old thermal history, but could place the *Aquae Apollinares Novae* in a wider thermal-tourist route. This could for example stretch to the nearby *Aquae Apollinares Veteres*, near Stigliano, not easy to recognize within an area managed by an 18th-century luxury spa still in use: here there are remains of a 3rd century B.C. temple and a later imperial age healing establishment (see Bassani [17]). All the area around Lake Bracciano, actually, could come under this tourist-thermal route: not far from *Aquae Apollinares Novae* and *Veteres* is Canale Monterano nature park (see www.lazioturismo.it/asp/scheda_archeo.asp?id=96), where you can visit on



Figure 6: Rome, Lake Bracciano, Vicarello. Current view of the remains (photo by M. Annibaletto).

horseback the remains of Monterano city, with exquisite monuments planned by Gian Lorenzo Bernini); and the Solfatara di Monterano nature park (see www.monterano-riserva.com/wp/?p=1132), where the sulphurous waters and gases blowing forth from the ground create an evocative, almost lunar environment (see Figure 7).



Figure 7: Rome, Lake Bracciano, Solfatara di Monterano. View of the thermomineral lakes (photo by M. Bassani).

Besides the monuments in the Euganean area, therefore, there is in Italy an extensive thermal heritage waiting to be discovered and valorized; and while we wait for the various regional boards to become aware of its tourist and economic potential, it will be amply illustrated in the Museum of Thermalism in Montegrotto Terme which is being set up, and which is the starting and arrival point of this talk.

3 The arrival point: the Museum of Thermalism in Montegrotto Terme

From Montegrotto Terme to Italy, from Italy to Montegrotto Terme: the two research projects here presented have always had at their core the study and valorization of the thermal archaeological heritage, in view of focusing on the geothermal phenomenon from the single local contexts to a national global picture. This is why we have believed it essential to conclude these two lines of enquiry through the setting up of a museum specifically dedicated to thermalism, curated by the Department of Cultural Heritage, the Veneto Archaeological Board and Montegrotto municipality: it is being fitted out in a building owned by the municipality, known as the Rustico di Villa Draghi (Zanovello [18]; see Figure 8).



Figure 8: Montegrotto Terme, View of the Rustico di Villa Draghi (photo by M. Bassani).

The museum will be articulated in two sections. The first will be a general introductory part, to explain the phenomenon of thermalism in its manifestations (descent, heating, mineralization, boiling and ascent of the waters, the formation of mud, gas and vapour exhalations): here

examples will be presented, derived from contexts in ancient Italy, with data on the Romans' knowledge of the diversity and therapeutic uses of the waters. There will also be some "direct" testimony from those who benefited from certain Italic healing waters, i.e. the pilgrims' inscriptions and *ex-voto*. The second part will be dedicated to human settlements in the Euganean territory from the pre-historic age to late antiquity, with some "windows" on the rediscovery of the Euganean spas from the 18th century to the present. This section will display the materials from ancient and recent excavations, performed both in Montegrotto Terme and Abano Terme, and in other Euganean locations: the aim is to tell in a rigorous language, both traditionally and with multimedia, how ancient men have inhabited this territory over the centuries, and how they have used the thermal resource to heal or enjoy themselves, to pray and profit from it.

The challenge offered by this museum is not only to set up the first exhibition space in Italy dedicated to the history of exploitation of the geothermal phenomenon in ancient Italy; but it is mostly to make the museum a real place of culture, capable of organizing themed events on geothermal phenomena in the ancient world and throughout the centuries, and most of all to further promote the research and study on thermalism, through a network of national and international contacts and further in-depth investigation. The challenge is therefore to organize a museum which will not be limited to preserving and divulging, but that

will aim at increasing the knowledge of the thermal heritage, in that wide interdisciplinary perspective that this Convention has articulated so well.

References

- [1] Bassani, M., Bressan, M., Ghedini, F., editors. *Aquae patavinae. Montegrotto e il termalismo in Italia*, Atti del Convegno (Padova, 21-22 giugno 2010), Antenore Quaderni, 21. Padova University Press, Padova, 2011.
- [2] Bassani, M., Bressan, M., Ghedini, F., editors, *Aquae Patavinae. Montegrotto Terme e il termalismo in Italia. Aggiornamenti e nuove prospettive di valorizzazione*, Atti del II convegno nazionale (Padova, 14-15 giugno 2011), Antenore Quaderni, 26. Padova University Press, Padova, 2012.
- [3] Lazzaro, L. Fons Aponi. *Abano e Montegrotto nell'Antichità*. Francisci, Abano Terme, 1983.
- [4] Bassignano, M. *Fruizione e culto delle acque salutari nel Veneto*. In Lidio Gasperini, editor, *Usus veneratioque fontium. Fruizione e culto delle acque salutari nell'Italia romana*, pages 85-109. Tipigraf, Tivoli, 2006.
- [5] Werner Dämmer, H., ed., *San Pietro Montagnon (Montegrotto). Un santuario protostorico lacustre nel Veneto*. Von Zabern, Mainz am Rhein, 1986.
- [6] Bassani, M., *Le terme, le mandrie e Gerione: nuove ipotesi per l'area euganea*. In Bassani, M.,

- Bressan, M., Ghedini, F., editors, *Aquae patavinae. Montegrotto e il termalismo in Italia*, Atti del Convegno (Padova, 21-22 giugno 2010), Antenor Quaderni, 21, pages 223-243. Padova University Press, Padova, 2011.
- [7] Rosada, G., Frassine, M., Ghiotto, A.R., editors, *...viam Anniam influentibus palustribus aquis eververatam...: tradizione, mito, storia e katastrophé di una strada romana*. Canova, Treviso, 2010.
- [8] Bonomi, S., Malacrino, C.G., Il complesso termale di viale Stazione/via degli Scavi a Montegrotto Terme. In Maddalena Bassani, Marianna Bressan, Francesca Ghedini, editors, *Aquae Patavinae. Montegrotto Terme e il termalismo in Italia. Aggiornamenti e nuove prospettive di valorizzazione*, Atti del II convegno nazionale (Padova, 14-15 giugno 2011), pages 155-172, Antenor Quaderni, 26. Padova University Press, Padova, 2012.
- [9] Zanovello, P. *Aqua atestina, aquae patavina: sorgenti e acquedotti romani nel territorio dei Colli Euganei*. Zielo, Padova, 1997.
- [10] Bressan, M. *La villa romana di via Neroniana. Il progetto ingegneristico e architettonico*. In Maddalena Bassani, Marianna Bressan, Francesca Ghedini, editors, *Aquae patavinae. Montegrotto e il termalismo in Italia*, Atti del Convegno (Padova, 21-22 giugno 2010), Antenor Quaderni, 21, pages 89-108. Padova University Press, Padova, 2011.
- [11] Marano, Y.A., *Variae*, 2 39. *Cassiodoro e Fons Aponi*. In Maddalena Bassani, Marianna Bressan, Francesca Ghedini, editors, *Aquae patavinae. Montegrotto e il termalismo in Italia*, Atti del Convegno (Padova, 21-22 giugno 2010), Antenor Quaderni, 21, pages 195-210. Padova University Press, Padova, 2011.
- [12] Ghedini, F., Bassani, M. *La villa e Cassiodoro*, *Variae*, II, 39, in Francesca Ghedini, Paola Zanovello, Maddalena Bassani, Marianna Bressan, Chiara Destro, Tiziana Privitera. *La Villa di Via Neroniana (Montegrotto Terme-Padova), fra conoscenza e valorizzazione: Amoenitas*, IV, in print.
- [13] Bassani, A. *Per la storia della Facoltà di Scienze in Italia: la Chimica a Padova dalla caduta di Venezia alla II guerra mondiale (1797-1943)*, two volumes, *Storia della Facoltà di Scienze matematiche fisiche, naturali dell'Università di Padova*, 2. Cleup, Padova, 2009.
- [14] Bassani, M., Bressan, M., Ghedini, F. editors. *Aquae salutiferae. Il termalismo fra antico e contemporaneo*, Antenor Quaderni, 29. Padova University Press, Padova, 2013.
- [15] Annibaletto, M., Bassani, M., Ghedini, F. editors, *Cura, preghiera e benessere. Le stazioni curative termominerali dell'Italia romana*, Antenor Quaderni, 31. Padova University Press, Padova, 2014.

- [16] Bassani, M., *La schedatura dei contesti cultuali presso sorgenti termominerali. Osservazioni preliminari su aspetti strutturali e materiali*. In Maddalena Bassani, Marianna Bressan, Francesca Ghedini, editors, *Aquae Patavinae. Montegrotto Terme e il termalismo in Italia. Aggiornamenti e nuove prospettive di valorizzazione*, Atti del II convegno nazionale (Padova, 14-15 giugno 2011), pages 391-410, Antenor Quaderni, 26. Padova University Press, Padova, 2012
- [17] Bassani, M., *I santuari e i luoghi di culto presso le sorgenti termominerali*. In Matteo Annibaletto, Maddalena Bassani, Francesca Ghedini editors, *Cura, preghiera e benessere. Le stazioni curative termominerali dell'Italia romana*, pages 143-160, Antenor Quaderni, 31. Padova University Press, Padova, 2014.
- [18] Zanovello, P., *Riflessioni a margine del progetto per un Museo del Termalismo a Montegrotto Terme*. In Maddalena Bassani, Marianna Bressan, Francesca Ghedini editors, *Aquae salutiferae. Il termalismo fra antico e contemporaneo*, pages 409-414, Antenor Quaderni, 29. Padova University Press, Padova, 2013.

LA CONFIGURACIÓN DEL PATRIMONIO TERMAL DE ESPAÑA, 1750-1936

L. Alonso Álvarez

Catedrático de Historia e Instituciones Económicas, Facultad de Economía y Empresa, Universidad de A Coruña, España.

Palabras clave: patrimonio histórico; turismo termal; turismo de salud y bienestar; estaciones termales; balnearios españoles.

Resumen

En el contexto de las grandes etapas en la evolución histórica de los establecimientos termales españoles (Ilustración, Liberalismo y Belle Époque y siglo XX), se analizan algunas de las características de los servicios ofrecidos, que evolucionaron en paralelo al número y naturaleza de la concurrencia.

1 Los establecimientos de la Ilustración

El termalismo moderno, entendido como actividad que combina elementos lúdicos -turísticos- y terapéuticos -recuperación de la salud a través de recursos científicos-, surgió en España, como en la Europa del sur, en el Siglo de las Luces con la introducción de ideas y prácticas vinculadas al movimiento cultural de la Ilustración. Entre otras, el uso de los baños medicinales asociados al fenómeno del *Grand Tour* británico, imitado ya en gran parte del continente. Pero también se han de subrayar los avances de la Química analítica, que logró tipificar la naturaleza de las aguas minerales, al tiempo que se extendían por toda Europa nuevas concepciones sobre salud corporal entre las que ocupaban

un lugar preferente los tratamientos termales. El lema de “la salud por las aguas” impulsó en gran medida el desarrollo de la literatura médica durante buena parte de la centuria, de tal modo que llegaron a editarse casi un centenar de publicaciones, entre las que sobresalieron especialmente las de Pedro Gómez de Bedoya [1] y Juan de Dios Ayuda [2]. En la difusión de estas nuevas ideas entre la aristocracia y las élites culturales tuvo una participación destacada la nueva dinastía borbónica al ennoblecer el hábito de los baños termales, hasta entonces solo practicados por campesinos y en general por grupos sociales de rentas bajas.

Para satisfacer esta demanda de las élites se recuperaron a fines de la centuria y comienzos del Ochocientos primitivas edificaciones de procedencia romana (*balnea, aquae y caldae*) y musulmana (*alhamas*), en un movimiento más general de desempeño de la antigüedad clásica, pero también se edificaron nuevos establecimientos de prestigio, como los *sitios reales* de Sacedón y Solán de Cabras (cuadro 1). Algunos de los balnearios actuales han recuperado esta tradición y mantienen como un activo significativo estos restos romanos, musulmanes o ilustrados encajados en sus inmuebles.

Baños	Provincias	Baños	Provincias
Arnedillo	Rioja	Caldas Oviedo	Asturias
Ledesma	Salamanca	Paterna	Cádiz
Archena	Murcia	Trillo	Guadalajara
Alange	Badajoz	Solán de Cabras	Cuenca
Hermida	Cantabria	Marmolejo	Jaén
Benzalema	Granada	Hervideros de Fuensanta	Ciudad Real
Arteixo-Carballo	A Coruña	Sacedón	Guadalajara
Cestona	Guipúzcoa	Puente Viesgo	Cantabria

Fuente: [3]

Cuadro 1: Baños termales redescubiertos o creadas ex novo durante el siglo XVIII

Salvo los que gozaban del privilegio de sitios reales, en cuyo caso la ostentación y el boato constituían determinados elementos diferenciadores, los establecimientos termales del siglo XVIII resultaban de edificación muy austera. Disponían siempre de cierta protección para las fuentes, de un modestísimo recinto donde se administraban los baños y raramente contaban con servicios de hostelería, cuya necesidad quedaba resuelta por los vecinos de las poblaciones del entorno.

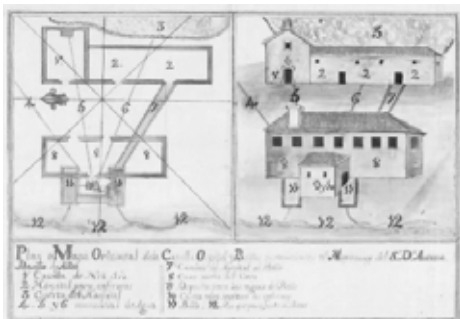


Figura 1: Plano y alzado de los primitivos baños de Carballo en 1766. Archivo del Reino de Galicia (A Coruña), Colección cartográfica. Real Audiencia, 62/2.

servamos de un edificio de baños en España. Se trata del establecimiento de Carballo (A Coruña), en 1766, poco después del descubrimiento de los restos romanos existentes en su subsuelo. El conjunto constaba de dos edificaciones. En la de arriba se ubicaba la capilla dedicada a san Antonio Abad —una constante en la cristianización de los lugares paganos— y un hospital u hospedaje anejo para abrigo de los enfermos. Un pequeño camino comunicaba con la edificación inferior, que alojaba los tres manantiales, la casa del administrador y una caseta que contenía un depósito o pila, con dos bañeras exteriores.



Figura 2: . El sitio real de Sacedón (La Isabela) en 1801

La figura 2 registra uno de los baños de mayor relieve en la España de la Ilustración. Construidos sobre unas ruinas previas por el infante don Antonio de Borbón, hermano del rey Carlos IV, financiado con dinero público, fue declarado más tarde sitio real. El conjunto presenta un doble cuerpo, separado de una cabaña por un muro ruinoso. El cuerpo consta de dos construcciones bajas, una principal, en donde se ubicaban algunas habitaciones (una de ellas reservada para la familia real); y la otra, situada a la izquierda, que albergaba los baños [4].

Resultaba complicado, con todo, satisfacer una demanda creciente durante la primera mitad del siglo

La figura 1 nos muestra uno de los planos más antiguos que con-

XIX, tanto entre las élites como entre los grupos sociales de rentas bajas, que conservaban la tradición terapéutica de las aguas desde tiempo inmemorial. Se mantenían determinados obstáculos, en gran medida institucionales, que impedían el crecimiento de esta incipiente actividad turística, como la inexistencia de una regulación adecuada que protegiese la salud de los enfermos, la dificultad de los transportes en un país que todavía no disponía de caminos adecuados, la inestabilidad política que introdujeron las guerras, especialmente las contiendas carlistas y, sobre todo, la indefinición de los derechos de propiedad de los manantiales que introducía un potente elemento de incertidumbre de cara a la inversión en nuevos activos.

2 El progreso liberal

Durante gran parte del siglo XIX los complejos balnearios no pudieron adecuar sus servicios a la cantidad y calidad de la nueva demanda y hubieron de aguardar a que aquellos obstáculos se acabasen resolviendo. El primero de ellos, la inexistencia de una regulación adecuada, fue arbitrado en 1817 con la publicación del primer Reglamento de baños en donde se resolvieron tres cuestiones primordiales. En primer lugar, el control clínico y sanitario de los establecimientos, que fue asignado a un director médico financiado por la propia Administración; pero también el reconocimiento de los derechos de los enfermos y de los propietarios y la creación de un reducido grupo de balnearios que cumplieran con las exigencias del reglamento (véase el

cuadro 2) frente a muchos otros que no alcanzaban los niveles exigidos.

Baños	Provincias	Baños
Alange (Badajoz)	Alcantud (Cuenca)	Alhama (Granada)
Alhama (Zaragoza)	Archena (Murcia)	Ardales (Málaga)
Arnedillo (Rioja)	Belascoain (Nav.)	Bornos (Sevilla)
Busot (Alicante)	C. Cuntis (Pontev.)	C. Oviedo (Astur.)
C. Reis (Pontev.)	Caldelas Tui (Pon.)	C. d'Estrac (Barc.)
C. Montbui (Barc.)	Cortegada (Ouren.)	El Molar (Madrid)
Fitero (Navarra)	Graena (Granada)	La Elisea (Jaén)
Fuente Oro (Các.)	Ledesma (Salam.)	Marmolejo (Jaén)
Panticosa (Huesca)	Puerto Llano (C.R.)	Quinto (Zaragoza)
Sacedón (Guadal.)	Solán Cabras (Cu.)	Tiermas (Zarag.)
Trillo (Guadal.)		

Fuente: Real orden de 28 de noviembre de 1816. (Gaceta de Madrid de 28/09/1816, núm. 120, pp. 1059-1060)

Cuadro 2: Primeras casas de baños minero-medicinales oficiales existentes en España en 1817.

Por su parte, la situación de inestabilidad política se resolvió hacia mediados de siglo, con la finalización de la contienda carlista y la estabilidad del régimen de la Restauración inaugurado en 1874. Asimismo, mejoraron las infraestructuras viarias con la creación de una red de carreteras y ferrocarriles en la segunda mitad de la centuria, y sobre todo se creó una mayor seguridad jurídica con la definición de los derechos de propiedad.

Durante el Antiguo régimen, la propiedad de las aguas, como la de la tierra, estaba disociada entre el dominio directo y el útil. Generalmente, la primera pertenecía al rey, a la aristocracia o al clero, mientras que el derecho de uso de las fuentes correspondía a los vecinos de las localidades donde se asentaban aquéllas. Las Cortes de Cádiz, que introdujeron por primera vez en España una legislación de carácter liberal, fundieron la propiedad

compartida en una sola, plena, de modo que los acuíferos acabaron siendo transferidos a los vecinos en concepto de bienes comunales. Sin embargo, en la década de 1830, coincidiendo con la formación del nuevo mapa provincial y local, el Estado convirtió estos bienes en municipales (de propios) a todos los efectos, de modo que habrían de financiar la estancia de los directores médicos y los gastos de mantenimiento de fuentes y edificios anejos. Pero la penuria que experimentaban estos primeros ayuntamientos liberales facilitó la transferencia temporal o permanente de estos activos a manos privadas, que pudieron de este modo acometer con seguridad jurídica las reformas e inversiones que requerían. De ese modo, hacia los años 70, habían desaparecido los obstáculos que impedían el desarrollo de una actividad que contaba con un número cada vez mayor de usuarios.

¿Cómo eran estas casas de baño del primer tercio del siglo XIX? Las descripciones realizadas por algunos viajeros y, sobre todo, los elementos gráficos que se han conservado nos permiten reconstruir en gran medida los servicios que ofrecían. Disponían no solo de los modestos edificios que albergaban los veneros, con sus piscinas y bañeras para personas pudientes, sino que también mantenían en su entorno inmediato alguna fonda, hospital de caridad, capilla y casas de alquiler para el albergue de los enfermos y sus familias. Se ha de destacar también la existencia, en muchos casos de alamedas para pasear que en alguna medida están

anticipando los cambios que van a suceder más adelante. Generalmente, estaban conectadas por carretera o ferrocarril a las grandes poblaciones y en algunos casos dieron origen a pequeñas poblaciones.

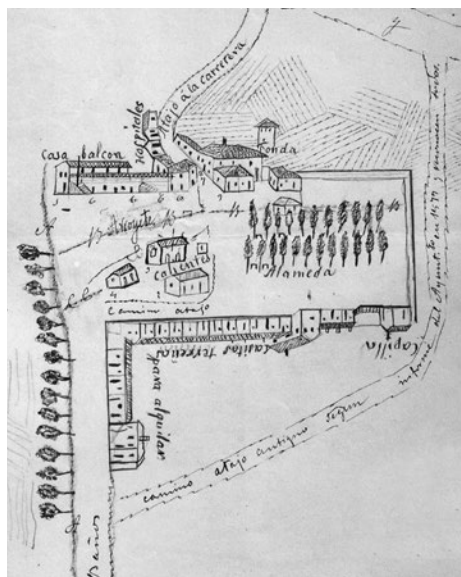


Figura 3: . Los baños de Arteixo y su entorno hacia 1860 [5]

En la figura 3 puede verse el plano del establecimiento de Arteixo (A Coruña), donde se aprecia la conexión con la carretera de la capital a Carballo, recién construida, algo fundamental porque permitía a los coruñeses, que solo estaban a 12 km de distancia, acercarse a diario para tomar el baño termal. En ella apreciamos también la arboleda por donde paseaban los enfermos y sus familiares, el hospital que solía acoger a los dolientes más pobres, la capilla de San Antonio, una antigua obra pía que los primitivos mecenas del balneario habían mandado construir a comienzos del siglo XIX, y las casas que se alquilaban a los enfermos y sus familias.

El complejo de Ontaneda (Cantabria) confirman lo dicho anteriormente para Arteixo, aunque algo más evolucionados (figura 4). El conjunto resulta funcional, casi austero, con cuatro construcciones destacables. La primera, a la derecha en la fachada lateral, aloja los manantiales y piscinas. Le siguen dos edificios de tres plantas, que alojaban los comedores, cocinas y oratorio y, en los pisos superiores, las habitaciones de los huéspedes. El recinto de planta baja situado a la izquierda se situaban los baños individuales, chorros y sala de inhalaciones. El agua termal era trasladada al recinto por una bomba de vapor.



Figura 4: Los baños de Ontaneda en los años 60 [6]

La figura 5 reproduce el establecimiento de Cestona (Guipúzcoa) en 1868. Se ajusta también al mismo esquema de edificios funcionales, que ofrecen lo fundamental para los enfermos y sus familias, pero apunta ya los cambios que se van a producir hacia finales de siglo (apartado 3). El complejo constaba de tres edificaciones. La de la derecha, la más antigua y de mayor volumen, albergaba los manantiales y los baños, los comedores, cocinas y salas de recreo

y, en los pisos superiores, las habitaciones de los huéspedes. Este edificio se unía a una nueva construcción, situada a la izquierda y que albergaba la administración y nuevas habitaciones para los huéspedes, por una galería cubierta y una alameda de 156 metros. En medio se situaba la capilla [6]. El establecimiento de Cestona distaban un kilómetro del pueblo y estaban comunicados por carretera con Bilbao y San Sebastián y por ferrocarril desde la estación de Zumárraga.



Figura 5: Los baños de Cestona en los años 60 [6]

3 La Belle Époque

El nuevo régimen de la Restauración (1874) introdujo un periodo de estabilidad política poco conocida hasta entonces en España, tras un siglo XIX trufado de periodos convulsos como la invasión francesa de 1808-1814, las guerras civiles carlistas, especialmente la primera, los golpes de estado de progresistas y moderados y frecuentes alzamientos militares de distinto signo. Evidentemente, esto dificultó significativamente la inversión en general, pero también la de la actividad termal porque interrumpió el tráfico de viajeros y, en algunos casos, llegaron a ocuparse algunas estaciones balnearias a raíz de las contiendas.

Años	Concurrencia	Años	Concurrencia
1847	77.191	1876	135.393
1851	89.408	1877	133.066
1860	97.792	1882	158.721
1864	115.359	1889	134.019
1871	93.430	1899	137.652

Fuente: [3]

Cuadro 3: Evolución de la concurrencia en los establecimientos balnearios españoles en el siglo XIX

Asimismo, durante la primera mitad del siglo XIX, ha ido conformándose la figura de un consumidor que se alejaba cada vez más de la imagen del antiguo doliente que acudía a las aguas para mejorar su salud. Sin abandonar estas prácticas terapéuticas, se introdujo de manera paulatina el nuevo paradigma del bañista o agüista, que alternaban las actividades deportivas, culturales, lúdicas y festivas, gestionadas por empresas modernas.

Años	Concurrencia	Años	Concurrencia
1817	31	1870	128
1847	74	1875	137
1852	80	1877	142
1860	97	1889	186
1865	105	1899	202

Fuente: [3]

Cuadro 4: Evolución del número de establecimientos termales en el siglo XIX.

A este nuevo tipo de demanda, básicamente urbana y familiar, que crecía en la segunda mitad de la centuria de manera exponencial (cuadro 3), darán satisfacción determinados empresarios que actualizarán sus activos o crearán otros *ex novo* a imitación de las estaciones termales que proliferaban en Francia, Alemania y Centroeuropa (véase el aumento del número de estable-

cimientos en el cuadro 4). Esto es algo que predominaba en los del norte de la Península, en especial los vascos y navarros, pero también los catalanes y aragoneses del Pirineo, los cántabros, asturianos y gallegos. Nacen así los complejos asociados a “grandes hoteles”, según la expresión empleada en la época. Todos ellos disponían no solo de su balneario correspondiente, sino también de un hotel ostentoso que substituía a las modestas fondas y acogía a cientos de bañistas de clase media y alta, con sus comedores, salas de reuniones, de teatro, de lectura y de juego en elegantes *casinos* que combinaban con excursiones exteriores.



Figura 6: Gran hotel y estación termal de Mondariz.

Aunque los vascos habían sido pioneros en su promoción [7], dos de los balnearios gallegos se ajustaban plenamente a este paradigma: Mondariz, que abrió al público su gran hotel en 1898, obra del arquitecto Genaro Lafuente Domínguez, y A Toxa, que lo hizo en 1905, diseñado por el también arquitecto Daniel Vázquez Gullás. En todas partes y durante los mismos años, pero especialmente en el norte, surgieron iniciativas similares diseñadas por conocidos profesionales y promovidas por financieros de solvencia y modernas sociedades capitalistas. En

el País Vasco y Navarra surgieron las de Urberuaga, Zaldívar, Nanclares de Oca, Betelu y Cestona. En Cantabria, las de Liérganes, Puente Viesgo, Corconte y La Hermida. En Asturias, Caldas de Oviedo. En el Pirineo aragonés, Panticosa y en el catalán, las de Vichy (figura 7) y La Merced [8].



Figura 7: La vida cotidiana en el establecimiento de Vichy Catalán, en Caldes de Malavella en 1900 [9]

4 La crisis del siglo XX

La nueva centuria irrumpe en el mundo termal de una manera despiadada. Las últimas guerras coloniales habían generado una inflación significativa y con ello una pérdida del poder adquisitivo, ya deprimido por la crisis finisecular, que afectó especialmente a las clases medias y altas, las que habían sostenido este boom balneario de la Restauración. Esta caída de la demanda se agudizó a raíz de la aparición de nuevas terapias durante la I Guerra mundial, más fiables que la de los baños, como la hospitalaria y la farmacológica, pero también junto a factores más coyunturales, como la epidemia de gripe, que se extendió en 1918, o la inquietud social generada durante los años del llamado trienio bolchevique. Todo esto se tradujo en una

caída significativa de la concurrencia que, aunque se recuperó durante los años de la dictadura de Primo de Rivera, no logró sostenerse en los años treinta, como puede observarse en el cuadro 5. La Guerra civil y la posguerra agravarían posteriormente la situación.

Años	Concurrencia	Años	Concurrencia
1899	151.652	1918	132.947
1904	147.801	1920	153.205
1907	137.592	1923	146.891
1909	125.144	1929	138.474
1912	122.403	1931	136.496

Fuente: [3]

Cuadro 5: Evolución de la concurrencia en los establecimientos balnearios españoles en el siglo XIX

A todo ello habría que añadir elementos derivados de la propia oferta de establecimientos. Durante los últimos años de la centuria se habían construido un excesivo número de balnearios y servicios anejos en un momento, además, en el que la demanda se estaba retrayendo por los efectos de la depresión finisecular y las guerras coloniales. A este número excesivo había contribuido sin duda la facilidad con la que la Administración concedía los certificados de utilidad pública, imprescindibles para la construcción de una estación termal, cuando en épocas anteriores las restricciones y controles eran muy superiores. Pero también hemos de considerar la competencia desleal que desplegaban los balnearios populares, de bajos costes de mantenimiento y sin grandes controles sanitarios e higiénicos. En cierto modo, las clases medias habían ido trasladando sus preferencias hacia unos centros más

acomodados, sin perder por ello la posibilidad de trasladarse a los baños en periodo estival. Y se mantenía otras posibilidades para ellas, la de acudir a las playas de moda, una alternativa económica, en algo que había empezado a calificarse como “turismo de ola”, y la concurrencia a los balnearios de mar, una especie de talasoterapia *avant la lettre* que hacía furor desde antes de los comienzos de la centuria.



Figura 8: El balneario de mar Diana, de Alicante, arrasado por la aviación alemana en 1937 [3]

La Guerra civil afectó de manera no solo coyuntural a la actividad termal. Por un lado, contrajo la demanda hacia cifras próximas a cero. Y por otro, contribuyó a arruinar el patrimonio balneario de una manera decisiva. Muchos de los establecimientos se transformaron durante la contienda en hospitales de sangre. Los de Mondariz, Fortuna, Caldas de Nocedo, Miranda de Ebro, Guitiriz, Cabreiroá, Marmolejo, Caldas de Oviedo, Alzola y Molinar de Carranza entrarían así en este capítulo. Pero también fueron utilizados para acuartelamiento de las tropas, entre otros los de Caldas de Besaya, Caldas de Oviedo, Borines, La Isabela (más adelante psiquiátrico), Corconte, Castillo y Elijebeitia y Caldas de Nocedo, o para sedes

del ejército (Carabaña, San Juan de Azcoitia). Algunos sufrieron graves bombardeos al estar emplazados en lugares estratégicos, como los de Montagut, Paracuellos, Alceda, Caldas de Besaya y Paraíso. Muchos se convirtieron en prisiones, como los de Quinto y Santa Teresa, en albergues (La Puda, Molinar de Carranza, sede de las brigadas internacionales) o incluso en almacén de municiones (Montagut). Otros se transformaron tras la contienda en seminarios religiosos, cuyos centros originales habían sido destruidos, entre ellos los de Molinar de Carranza, Zuazo, Villaro, Rius, Ontaneda y Onteniente. Finalmente, algunos más acabaron por asimilarse a sanatorios para atender a los afectados de tuberculosis, una enfermedad que había conseguido controlarse en los años treinta, pero que regresó adherida a la miseria en la posguerra. En este grupo entrarían, sin agotar el inventario, los de Panticosa, Cardó, Santa Teresa, Boñar y Busot. Si bien no disponemos de una relación completa del estado de los centros tras la guerra —la más completa puede verse en Sánchez Ferré [8]—, hemos de suponer que muy pocos de los escasos establecimientos que permanecieron en pie habrían podido rehacer su actividad cuando el conflicto armado había destruido gran parte de la infraestructura viaria que facilitaba la llegada a los centros.

Con todo, fue la larga depresión que siguió a la contienda la que dificultó la recuperación de los balnearios en su antigua grandiosidad.

5 Conclusión

Podemos establecer tres grandes periodos en la historia de los establecimientos termales españoles que transcurre entre 1750 y 1936. En primer lugar, el de los baños de la Ilustración, que se extendería hasta poco más allá de la invasión francesa de 1808-1814. Se trata de un periodo en el que predominaba un paradigma exclusivamente terapéutico, donde el usuario mantenía la consideración de enfermo —“doliente”, en el lenguaje de la época— que acudía a tomar las aguas para restablecer su salud perdida. Los establecimientos se reducían a una oferta muy básica, consistente en proporcionar elementos de conservación del acuífero (una arqueta, una caseta), albergues u hospitales para uso de los enfermos y, significativamente, una capilla bajo la adjudicación de algún santo que en general alcanzaba para financiar la estancia de los enfermos pobres.

Los balnearios liberales, que proliferaron durante el periodo que se extiende entre 1817, fecha de la publicación de la primera regulación, y 1874, en los comienzos de la Restauración, se caracterizaron por constituir una época de transición en el que comenzaron a emerger elementos que se desarrollarían más adelante y para una demanda cada vez más numerosa. Los manantiales termales estarán ahora muy protegidos, en el interior de edificios construidos ad hoc, en los que se estacionarán piscinas y baños en un contexto de mayor higiene y control médico. Surgirán, además, los primeros hoteles, aún

muy modestos, en edificios independientes, y los servicios de restauración, pero también —y esto es lo que anticipa el cambio— los primeros espacios de ocio para cubrir la demanda de tiempo libre que dejaba el tratamiento terapéutico: paseos, alamedas, bibliotecas y otros.

La Belle Époque de las estaciones balnearias cubre el periodo que transcurre entre 1874, fecha de la constitución de la Restauración monárquica, y 1936, en los comienzos de la Guerra civil. El paradigma termal había cambiado significativamente, de modo que el enfermo se había convertido en bañista o agüista, que acudía con su familia a los centros supuestamente en busca de la recuperación de la salud, pero sobre todo reclamando el sosiego que no percibía en la ciudad y el reencuentro con los amigos veraniegos. Los servicios se caracterizaban ahora por una mayor sofisticación, disponían de un “gran hotel” y unos baños majestuosos que generalmente llevaban la firma de algún arquitecto de relieve, unos servicios de restauración de alto nivel y con espacios para el disfrute del ocio, como centros de lectura, teatros, salas de baile, casinos y organización de excursiones.

Referencias

- [1] Gómez de Bedoya y Paredes, P. *Historia Universal de las fuentes minerales de España*. Santiago de Compostela. Imprenta de Ignacio Aguayo, 1764-1765. 2 vols.
- [2] de Dios Ayuda, J. *Examen de las aguas minerales de más nombre que hay en las Andalucías*. Baeza y

- Madrid. Imprentas de Agustín de Doblas y Viuda de Ibarra. 1793-1798. 3 vols.
- [3] Alonso Álvarez, L., Vilar Rodríguez, M. y Lindoso Tato, E. *El agua bienhechora. El turismo termal en España, 1700-1936*. Alhama de Granada. Observatorio del Termalismo. 2012.
- [4] *Análisis de las aguas minerales y termales de Sacedón, que se hizo cuando pasó a tomarlas el serenísimo señor infante don Antonio, en el mes de julio y agosto del año de 1880 con toda su servidumbre*. Madrid. Imprenta de Fermín Villalpando. 1801.
- [5] María Acevedo, A. *Relación de las cosas más notables ocurridas en [los baños de] Arteixo en 1868*. Manuscrito disponible en la Biblioteca de la Facultad de Medicina de la UCM, Ca 2794 (2).
- [6] Zavala, J.M. *Guía para los baños de Cestona*. Azpeitia. Imp. De P. Martínez. 1868.
- [7] Larrinaga, C. Cestona en los orígenes del termalismo vasco (1776-1833). La configuración de un establecimiento de baños en Guipúzcoa. In Luis Alonso Álvarez y Carlos Larrinaga (eds.), *El turismo de salud y bienestar en la Europa del Sur*, monográfico de Agua y Territorio, 6. 2015 (en prensa).
- [8] Sánchez Ferré, J. Arquitectura y sociedad. Crónica de los balnearios de España. In Juana Baeza Rodríguez-Caro, Juan Antonio López Geta y Antonio Ramírez Ortega (eds.), *Las Aguas Minerales en España. Visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización*. Madrid, Instituto Geológico y Minero de España. 2001.
- [9] *El Eco de Sitges*. 22 de julio de 1900.

EL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO EN LOS BALNEARIOS ACTUALES: REVISIÓN DE UNA CONVIVENCIA HISTÓRICA Y NECESARIA

S. González Soutelo

Investigadora Torres Quevedo del MINECO-crecenteasociados GEAAT. Universidade de Vigo. Campus Ourense, España.

Palabras clave: Archaeology, historiography, Roman healing spas, Roman architecture, historical heritage.

Resumen

Dada las específicas características de las aguas mineromedicinales y el hecho de que su explotación debe realizarse preferentemente allí donde se encuentran las propias surgencias, en aquellos manantiales con mayor tradición y mayores propiedades físico-químicas se han ido superponiendo desde la antigüedad los elementos constructivos que han permitido una adecuada captación de estas aguas a lo largo de su historia.

Por ese motivo, es justamente durante los procesos de recuperación y adecuación de las diferentes infraestructuras creadas para la explotación de antiguos y nuevos manantiales, cuando se reconocen las principales evidencias arqueológicas de su explotación antigua, siendo incluso en muchos casos, construcciones esenciales para la captación y distribución de estas aguas dentro de los complejos actuales.

Ante la continuada reutilización y modernización de las instalaciones termales, surge más que nunca la necesidad de realizar una reflexión sobre la historia de los descubrimientos arqueológicos en estos complejos, y la adecuada y útil convi-

vencia e integración de este patrimonio en los nuevos modelos de explotación y uso de estos edificios.

1 Las infraestructuras vinculadas al uso de las aguas mineromedicinales desde época romana hasta la actualidad

Contamos con muy pocos ejemplos en los que se conservan evidencias que permitan documentar la captación de aguas con algún tipo de obra no perecedera de época prerromana. Así, si bien se documentan materiales más antiguos en las inmediaciones de algunos manantiales -Lipari (1); Teplice (2); Saint Moritz (3); Valdeleiteja (4)-, así como exvotos -Montegrotto Terme (5); Bagni della Calda (6)-, o quizás estructuras -Baños de Alicún de las Torres?, (7); ¿Vichy? (8); ¿Lipari? (9), entre otros- que sería necesario analizar en detalle para conocer con precisión su antigüedad, son muy pocos los testimonios que nos permiten, desde el estudio de la cultura material, conocer un origen prerromano de la explotación de estos manantiales más allá del mero

hecho, por otra parte recurrente, de identificar el uso empírico de estas aguas por sus propiedades caloríficas y/o salutíferas reconocibles por cualquier individuo.

No será fundamentalmente hasta época romana cuando, para aprovechar en mejores condiciones el recurso natural de las aguas minerales, se doten a estos manantiales de infraestructuras específicas que permitan ya no solo, un uso en baño o en bebida de forma más confortable, sino también la adecuación de la captación y distribución de esas aguas para incrementar el caudal necesario y las condiciones de aislamiento pertinentes para poder disfrutar de ellas en óptimas condiciones, así como incrementar los recursos existentes.

Aunque no en todos los casos se crearon los mismos tipos de infraestructuras (ya que dependería del tipo de agua, su funcionalidad, la localización del/los manantiales, así como la finalidad a la que pudieran estar destinadas), se buscaba en todos los casos la correcta adecuación en el aprovechamiento de las aguas termales en el punto de surgencia, y en la medida de lo posible, salvo en los casos de excesiva termalidad, sin emplear conducciones de larga distancia que provocasen la pérdida de temperatura, vapor y reducción de minerales tan valorados para los tratamientos.

De esa forma, en la mayoría de los manantiales considerados de interés en época romana se construirían sistemas de captación (10) a partir de los que, o bien se realizase la toma o el baño directamente sobre el manantial o bien se condujese el

agua hacia las pertinentes piscinas y depósitos que permitiesen el disfrute salutífero de ese recurso. A ello podría sumarse las construcciones adecuadas para el uso de estas aguas (en forma de baño) que podrían generarse inmediatas a las nacientes con un amplio número de instalaciones, bien para baños de inmersión (piscinas o pediluvios), bien para inhalaciones y sudoración (*laconicum* o *sudationes*), bien para otro tipo de tratamientos (a partir del uso de peloides, duchas, bebida o espacios de descanso), o incluso salas o recintos sagrados para el culto a la/s divinidad/es presentes en estas aguas (de acuerdo con la mentalidad por la que dichas aguas eran salutíferas, ya no tanto por la composición física y química de las aguas, sino fundamentalmente por la intercesión de una o varias divinidades que le daban esas propiedades a las aguas), además de espacios de alojamientos, etc., que constituirían las posibles partes integrantes de un complejo de baños con aguas minero-medicinales en época romana.

Si bien con la decadencia de Roma finaliza la primera época de esplendor en la inversión constructiva y en la generación de nuevas infraestructuras, también en el caso de los balnearios, el aprovechamiento de estas aguas como espacios de tratamiento y cura parece no decaer a pesar de la consecuente degradación de las instalaciones y la conocida condena del cristianismo al uso de aquellos espacios que habían estado vinculados al culto pagano. Así las prácticas termales y los tratamientos por estas aguas siguieron vigentes, empleándose las infraestructuras

precedentes, pese a la progresiva destrucción de estos edificios y las constantes incomodidades y nefastas condiciones de higiene y salubridad en las que en algunos casos llegaron a encontrarse.

Esa realidad nos la relatan diversos autores ya en época moderna, cuando condenan la situación existente en estas instalaciones a pesar de su relevancia para los agüistas que seguían acudiendo a bañarse en sus aguas. Referencias bien conocidas en territorio peninsular a ese fenómeno de abandono aparecen descritas en diversas obras de denuncia (11,12), así como en las memorias de muchos médicos directores de baños o en autores concretos, que conociendo los casos de instalaciones de su ámbito más cercano critican esa situación (13).

Ese estado de abandono (sobre todo en relación con sus instalaciones, y no tanto con su uso), contará con episodios puntuales de recuperación en aquellos territorios bajo dominio árabe que en gran medida supieron apreciar la importancia de este recurso con la reconstrucción de muchos de los balnearios anteriores o con nuevas infraestructuras en manantiales termales bien conocidos (14-16,17).

Contamos igualmente con excepciones (más frecuentes de lo que inicialmente se consideraba) que muestran iniciativas constructivas ante el interés por estos manantiales también en época medieval. Así, por ejemplo, en Inglaterra, desde principios del s. XII tenemos constancia de la importante reforma que se realiza en Bath para convertir a este enclave en un referente como centro de salud

tras la construcción del hospital de St. John (18, 19), habiendo textos que recalcan la gran afluencia de bañistas procedentes de toda Inglaterra. Igualmente en Francia, ya en 1260, se identifican las reformas realizadas por el rey Luis IX, más conocido como Saint-Louis, en el enclave termal de Aix-les-Thermes (l'Ariège); o en la vecina Portugal, por ejemplo en el caso de Caldas da Rainha, donde la iniciativa monárquica, en este caso de la reina Doña Leonor en 1485, crearía el primer Hospital Termal portugués (20), con la inauguración de instalaciones de baños, la realización del pertinente análisis de los manantiales y la fundación de las Misericórdias en Portugal para el cuidado y tratamiento de los enfermos. Igualmente podría citarse la construcción de edificios de baños medievales ex novo, como sucedería en el caso de Cefalà, Sicilia (21).

Sin embargo, será a partir de los ss. XVII-XVIII cuando se pueda hablar de una revitalización total del interés por estos complejos termales y por su recuperación, y cuando se inicien las reformas en los balnearios más conocidos, de forma bien documentada en Francia (y en la mayoría de los casos, reocupando espacios con restos romanos: caso de Luxeuil, Plombières-les-Bains, Aix-en-Provence, Bagnères-de-Bigorre o Luchon, entre otros (22)), sino también en otros territorios, como es el caso de Caldas de Reis, en España; Baden-Baden en Alemania; o S. Giuliano Terme o Acqui Terme, en Italia, entre muchos otros ejemplos, con iniciativas públicas y privadas que permitirían llevar a cabo las obras necesarias para recuperar

determinados enclaves termales que habían mostrado su eficacia en el tratamiento de alguna enfermedad.

Es en este momento cuando la administración pública decide tomar cartas en el asunto a partir de la creación de reglamentos de mayor o menor calado para que los manantiales más significativos pasasen a contar, ya no solo con unas instalaciones más adecuadas, sino también con personal médico especializado que asesorase a los bañistas sobre el tratamiento de sus dolencias, y sobre todo supervisase e informase anualmente sobre las asistencia a los baños, así como de las obras de mejora y otras actuaciones que se estaban llevando a cabo en los balnearios.

En territorios como Italia conocemos así ya ejemplos pioneros en esa supervisión médica, por ejemplo en el caso bien conocido de Puzzuoli (de gran fama a partir de la obra de Pietro di Eboli del s. XIII), en el que ya en el siglo XIV se tiene noticia de la construcción de un hospital en Tripergole, fundado por Carlos II de Anjou, en el que se creó la figura de un médico que controlase el uso de los baños de los Campos de Flegra (figura que recaería en el médico Juan de Simone (23)); pero será fundamentalmente desde el s. XVII cuando se fomente de forma general el control y cuidado médico en el aprovechamiento de estas aguas. Así en países como Francia se funda por el rey Henri IV ya en 1605 la Surintendance générale des bains et fontaines du Royaume, para organizar la vigilancia médica de las fuentes minerales, con diversos reglamentos posteriores para el

control y el adecuado uso de estas aguas (22); mientras que en el caso español, no será hasta principios del s. XIX cuando se dicte, durante el reinado de Fernando VII, el conocido Reglamento del 29 de Junio de 1816.



Figura 1: *Visión romántica de los baños romanos de Badenweiler publicada en 1828 por Nicolás-Marie-Joseph Chapuy. Supplement zu Antiquités de l'Alsace (42).*

La recuperación de estos enclaves pasará también forzosamente por el reconocimiento del sistema de captación y por la construcción (o reconstrucción) de aquellas infraestructuras que permitiesen una adecuada organización del sistema hidráulico de los edificios que empezaban a surgir. Así, por la misma razón que los edificios de baños romanos se construyeron allí donde manaban los manantiales minerales, consecuentemente las nuevas adaptaciones o captaciones se realizarían en el mismo lugar que los anteriores: bien reaprovechando de alguna manera las instalaciones previas (sobre todo en el caso del espacio preparado para la captación y distribución del agua), o bien destruyendo lo ya existente para construir nuevas infraestructuras. Solo en enclaves puntuales en los que por diversas y significativas razones se inutilizó la surgencia antigua (por abandono total del manantial, secado del

manantial original por fenómenos naturales, etc), se ha podido identificar de forma más precisa la configuración de las construcciones para el uso de estas aguas en época romana, así como, en el mejor de los casos, reconocer en su conjunto las principales características que presentan como instalaciones de baños. Por indicar algunos ejemplos de estos yacimientos singulares, véase el caso del balneario romano de Chaves (24), Fortuna (25,26), Alhama de Murcia (27) u Ourense (28), en el ámbito peninsular; así como enclaves paradigmáticos como Djebel Oust (29), Fordongianus (30) o Civitavecchia (31), como muestra de otros territorios del Imperio Romano.

La tendencia fundamental para esta segunda edad de oro del termalismo y que marcará el posterior desarrollo de esas instalaciones, se debatirá sin embargo entre la conservación o la destrucción de los restos arqueológicos existentes o descubiertos, y por lo tanto del patrimonio histórico que pudo haber existido en cada uno de los manantiales. Se trataba por tanto de una decisión (pocas veces meditada) entre la conservación y/o documentación del patrimonio existente y consecuentemente de la larga tradición y prestigio de un uso milenario de sus aguas; o la eliminación inconsciente de los vestigios que de alguna forma podrían marcar la identidad histórica y la reivindicación de una raíces que diferencian el uso de estas aguas ante otro tipo de tratamientos, que incluso en algunos establecimientos se falsificaba o inventaba (32,33,7). Será pues en esa etapa, y fundamentalmente durante el s. XIX, cuando se

dé el paso, en el mejor de los casos, a la integración total o parcial de este patrimonio termal en los conjuntos balnearios actuales.

2 Entre la conservación y la destrucción. Distintas respuestas

Hoy en día, afortunadamente, la conservación del patrimonio arqueológico se mueve en parámetros marcados por una legislación que procura controlar posibles atentados contra el patrimonio que de otra forma hubiera podido desaparecer.

Antes de la correspondiente legislación de actual vigencia para la protección del patrimonio (a nivel español, fundamentalmente la Ley 16/1985 del Patrimonio Histórico Español, completada por el Real decreto 111/1986, y Real decreto 64/1994, así como su posterior desarrollo en las diferentes autonomías), y de forma puntual, con las anteriores disposiciones desarrolladas a principios del s. XX con la declaración de algunos de estos balnearios en España como Bienes de Interés Cultural (por ejemplo, en 1931 se declaran BIC los balnearios de Lugo, Ledesma y Caldes de Malavella), era escasa la atención que se ponía en la protección y salvaguarda de los bienes arquitectónicos y arqueológicos en estos espacios, aunque sí existía una conciencia sobre su interés por parte de ilustrados, eruditos y anticuarios, que sin obviar las carencias metodológicas de acuerdo con su época, sí elaborarían una rica documentación de registro e inventario de aquellos elementos considerados dignos de mención y conservación.

Así, por ejemplo, por orden de Carlos IV se establece la obligación de comunicar cualquier hallazgo arqueológico a la Real Academia de la Historia (fundada entre 1735-38) que estaría encargada del inventariado y protección de los bienes patrimoniales. Igualmente, a mediados del s. XIX surgen las Comisiones de monumentos históricos y artísticos, desarrolladas por provincias que documentarían parte de los nuevos hallazgos con diversas publicaciones e informarían por correspondencia a la Real Academia (parcialmente conservada en los fondos de dicha institución), para testimoniar las vicisitudes de los diferentes hallazgos arqueológicos, así como para pedir asesoramiento sobre cómo actuar y registrar cada bien. Noticias de esta labor la tenemos, por ejemplo, en el balneario de Alange o en el de Lugo, enclave este último en el que se conserva, por ejemplo, la correspondencia cruzada entre 1803 y 1809 por J. A. del Camino y Joaquín de Flores miembro de la Real Academia, en la que se solicita consejo sobre qué hacer ante la inminente destrucción de un supuesto templete dentro del edificio de baños (RAH, LU-9-3931-4).

Lo mismo sucedía en la documentación generada por los Médicos Directores a los que antes nos hemos referido, ya que sus aportaciones son realmente valiosas a la hora de comprender la evolución de los diferentes edificios y de los hallazgos efectuados durante las diversas actuaciones llevadas a cabo en las reformas de los edificios y captaciones existentes. Por poner un ejemplo, podemos recordar el caso de la población de Cuntis,

donde las principales referencias sobre el patrimonio arqueológico de este enclave surgen a partir del médico-director Fernández-Mariño que en 1832 relata los interesantes hallazgos realizados al reformar los edificios de baños antiguos (33).

Las noticias relativas a la historia de estos enclaves se completaría con las obras de diferentes autores, médicos en su mayoría, que en un contexto europeo en el que se presta una mayor atención a las cualidades de las aguas y se recupera de manera significativa el interés terapéutico por los tratamientos hidráulicos, producirían un amplio volumen de trabajos de recopilación y estudio específico sobre estos lugares para conocer los diferentes manantiales existentes en cada país y reconocer así las cualidades inherentes a cada uno de ellos, creando inventarios de aguas de los diferentes reinos que fueron esenciales en la publicidad y desarrollo de estos enclaves.

En esos primeros trabajos ya se da testimonio de las evidencias antiguas conocidas en las proximidades de los manantiales. Citaremos por ejemplo, para el caso portugués la obra de compilación realizada por Henriques en 1726 y Tabares en 1810 (37, 35); en Francia, por Cotterau du Closs en 1671 (36); en Inglaterra, W. Turner en 1568 (37); o en España, trabajos pioneros y generales como la obra de Limón Montero en 1697 (11), así como la colección inacabada de Gómez de Bedoya en 1764-65 (12) que han sido y siguen siendo un referente de estos estudios.

Pero también desde el punto de vista de la arqueología contamos con varios trabajos específicamente

centrados en estos manantiales minerales y en su estudio a partir de la recopilación de datos sobre los restos arqueológicos en los complejos de baños salutíferos como bienes diferenciados, que justamente salieron a la luz en el momento de las mayores reformas y nuevas construcciones en materia de termalismo (de forma generalizada en el s. XIX).

2.1 Los primeros estudios arqueológicos sobre balnearios romanos

Así dentro de esas obras pioneras que se propusieron documentar específicamente las evidencias arqueológicas vinculadas a las aguas mineromedicinales, con la finalidad de conocer el origen del termalismo, cabría citar:

a) Para el caso francés, es necesario hacer referencia a J.G.H. Greppo (38) -vicaire général de Belley y miembro de la Académie des sciences, belles-lettres et arts de Savoie entre 1834-1863-, por su obra *Études archéologiques sur les eaux thermales ou minérales de la Gaule à l'époque romaine* (1846), que supuso un punto de partida en el estudio de los orígenes de los enclaves termales franceses. Como continuador tendríamos a L. Bonnard (39) -abogado y fotógrafo aficionado, Chevalier de la légion d'honneur y firme defensor del turismo cultural como miembro del comité des sites et monuments, destacando como autor del primer manual de arqueología destinado a los turistas, publicado en 1902- que, dentro de esa concepción, presentará su trabajo sobre la *Gaule Thermale. Sources et stations thermales et*

minérales de la Gaule à l'époque gallo-romaine (1908), que pasará a ser un referente esencial en estos estudios.

Estas obras surgen en el contexto edilicio de los ss.XVIII-XIX, cuando la mayoría de los establecimientos franceses más afamados comienzan a hacer obras significativas para una correcta adecuación de los manantiales y su distribución a nuevas piscinas y estancias en las inmediaciones de las surgencias. Si bien en muchos de estos complejos se conocía la presencia de restos constructivos atribuidos ya a época romana, será sobre todo a partir de estas obras cuando se constaten las principales construcciones antiguas y los materiales asociados a estas aguas. Ejemplos excepcionales de esa realidad son Aix-les-Bains, Aix-en-Provence, Amélie-les-Bains, Nérís-les-Bains, o Evaux-les-Bains, entre otros, sobre los que, atentos a las posibles evidencias de estructuras antiguas, recibe primero Greppo y después Bonnard información a partir de sus propias visitas, así como de la correspondencia con los propietarios o médicos asignados a estos establecimientos.

Como testigo de esta época, Bonnard (1908: 343) hace mención, al hablar de Bagnères-de-Bigorre, del problema de la falta de sensibilidad en la conservación de los yacimientos: "La conservation était parfaite, et malgré les réclamations de bien des gens, les prières de bien d'autres, l'architecte ne voulut rien entendre et posa son moellon neuf sur le marbre antique ». Consciente de esa problemática, hace un imprescindible compendio del estado de conservación de los restos antiguos

presentes en los establecimientos de baños franceses, y recopila una información que será esencial para analizar el origen y las características diferenciadoras del termalismo.

Indicaciones similares habría realizado con anterioridad Greppo, partiendo de los dos tipos de soluciones a la hora de actuar sobre los restos arqueológicos hallados en las obras de los nuevos edificios: por una parte, como en el caso de Évaux-les-Bains (1846: 241 y 316) felicita a los autores de las obras por su sensibilidad a la hora de conservar parcialmente las estructuras antiguas localizadas durante las obras: "les travaux exécutés depuis quelques années, pour l'édification d'un établissement thermal devenu indispensable, ont mis à découvert de nouvelles parties des thermes romains, et fait connaître bien mieux tout ce qui en composait l'ensemble. Ici on a eu le bon esprit de respecter ce que les architectes sont si pressés de détruire ailleurs; c'est-à-dire que l'on a su sauver, en l'utilisant, tout ce qui pouvait entrer dans les dispositions modernes. Ainsi c'est sur des fondations romaines qu'on a construit le nouvel édifice. Plusieurs puits également romains servent encore de débouchés aux sources; et les portions qui s'élèvent à l'extérieur reposent sur le béton antique dont avaient été revêtues les parties intérieures et souterraines".

Pero también documenta el hecho contrario, con la destrucción parcial de edificios significativos, como en Nérís-les-Bains, donde en la actualidad solo se conserva una mínima parte, en un dudoso estado de conservación, integrado en las



Figura 2: Excavación de la piscina principal de Nérís-les-Bains (Bonnard, L. 1908: fig 59).

instalaciones de piscinas municipales: « Il eut été facile, dit-on, de restaurer ces thermes romains, avec des frais bien inférieurs à ceux que coûte l'établissement moderne, qui n'est pas achevé. On aime mieux les détruire, ou les enfouir de nouveau sous le bâtiment qu'on élevait. Cependant des restes assez nombreux de ces richesses archéologiques échappèrent à la destruction » (Greppo 1846 : 50-51).

b) Igualmente en el territorio portugués, ya en el s. XX, podríamos apuntar los estudios de Luis de Menezes Correa Acciaiuoli (40) -Ingeniero jefe de la Inspeção de Águas da Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos y socio de la Sociedade de Geografia de Lisboa- con su *Esboço histórico das águas minerais de Portugal* en 1939, donde hace referencia a los restos identificados en los manantiales, y que irá completando en posteriores publicaciones.

De acuerdo con las disposiciones legislativas presentes en Portugal, este ingeniero recibe, entre los años 30 y 40 del s. XX, el encargo de documentar concienzudamente el estado de las captaciones de los balnearios portugueses y elaborar informes y propuestas de obras para su correcta

adecuación. Así en múltiples publicaciones, hace una revisión historiográfica de estos enclaves, incluye fotografías de las diferentes obras y fomenta el interés por documentar las evidencias arqueológicas animando a su conservación (por otra parte, con poco éxito) –ver caso de Caldas de Monchique-. Si bien son pocos los ejemplos en los que se decidió la conservación de las evidencias arqueológicas, supone un rico testimonio de la abundancia de ese patrimonio.

2.2 Estudio de casos concretos europeos

Frente a los anteriores ejemplos, podríamos hablar de enclaves puntuales en los que la conservación de los restos arqueológicos fue primordial para el posterior desarrollo de sus villas termales, gracias al interés que ya entre los ss. XVI-XVIII se demostró ante estos manantiales y ante las evidencias arqueológicas descubiertas.

Por ejemplo, en el territorio italiano, contamos con estudios concretos en determinadas áreas que prestaron atención a esas nuevas evidencias históricas en el proceso de las excavaciones o nuevas construcciones en torno a los manantiales. Ese es el caso de Salvator Mandruzato (1789-1804), con un estudio sobre los baños de Abano titulado *Dei bagni di Abano* y publicado en Pádova (41), en el que además de tratar las propiedades físico-químicas de las aguas, ofrece información muy valiosa sobre las excavaciones realizadas en el lugar de los baños, recogiendo los datos sobre los

hallazgos realizados de los que pocos se conservaron.

En Badenweiler (Alemania), tras la expoliación continuada de los materiales que se conservaban en superficie, en 1784 se realizó la primera excavación arqueológica en este lugar (una de las primeras realizadas en Alemania) con una sincera preocupación por la conservación y documentación de uno de los mejores complejos termales conocidos hasta el momento, acondicionando el lugar con una cubierta que permitiría ya a finales del s. XVIII su disfrute y visita por el público en general (42).

Igualmente en Inglaterra, en el excepcional ejemplo de Bath, tenemos una riquísima bibliografía centrada en el estudio de la evolución histórica de este complejo termal y consecuentemente de la ciudad creada a partir de la presencia de estas aguas, desde su fundación en época romana (con evidencias de su uso ya en época anterior) hasta la actualidad. Si bien los hallazgos arqueológicos fueron habituales con anterioridad al s. XVIII, fue justamente en ese siglo cuando se realizaron obras en las que se descubrieron cimentaciones y restos romanos que empezaron a despertar el interés por la antigüedad de los baños de Bath (43). En mayor medida será a finales del s. XIX (1878) cuando se realice a cargo del mayor Charles Davis la primera intervención para conocer los restos del edificio antiguo antes de empezar las nuevas construcciones, y aunque evidentemente esos trabajos no se realizaron con la minuciosidad que hubiese sido deseable, sirvieron como aliciente para crear interés por los restos arqueológicos

existentes. Como se cita en diversas publicaciones sobre el complejo: "Major Davis uncovered the City's past and discovered its future. For 100 years, the Roman Baths and Temple have been the dynamo at the heart of Bath, drawing up to a million visitor a year" (44).



Figura 3: S. Vicente de Pinheiro. Excavación del complejo entre 1902-1909 (A Ilustração portuguesa, 1909, pg. 111).

Como sucederá en otros enclaves europeos, las excavaciones en Bath continuaron a principios del s. XX (1923) con una mejor metodología arqueológica donde, al tiempo que se demolían parte de los edificios modernos, se buscaba documentar y conocer los restos arqueológicos que irían aflorando. No será hasta los años 70 cuando se realicen los principales trabajos arqueológicos y de restauración de la mano de B. Cunliffe, ante un edificio del que, como él indica, aún queda mucho por conocer (43).

2.3 Estudio de casos peninsulares

En el caso español, son muy diversas las actuaciones realizadas

en el patrimonio termal, y en concreto sobre las evidencias arqueológicas presentes en los principales balnearios de la península Ibérica.

Si bien tenemos abundantes referencias a las presencia de materiales arqueológicos en la inmediación de los manantiales ya desde el s. XVI (materiales o estructuras, en la mayoría de los casos, desaparecidas) son mínimas las indicaciones a actuaciones arqueológicas o a labores de conservación de estos edificios hasta época reciente.

Un ejemplos temprano y excepcional lo detectamos en el balneario de Carballo, A Coruña (45), que ya a finales del s. XVIII, ante el hallazgo casual del excepcional edificio romano durante unas excavaciones en el entorno del manantial, fue objeto de estudio para reconocer las principales características del complejo y realizar una planta del mismo que sigue siendo nuestro principal documento para conocer su realidad. Pese al enorme interés suscitado en la época para que fuese posible su conservación dado su buen estado de conservación y por su calidad constructiva como se cita en la documentación, en siglos posteriores fue destruido sin que se crease una base documental que permitiese ampliar lo descubierto en el s. XVIII.

En Portugal se realizaron también diversas excavaciones entre finales del s. XIX y principios del s. XX, en yacimientos diversos como S. Vicente de Pinheiro (49) o Caldas das Taipas (50), en los que si bien las primeras se conservaron íntegramente; las segundas fueron reentradadas, con la posibilidad de que en un futuro no muy lejano se pudiese

recuperar al complejo, como parece que en la actualidad hay intención de hacer (51).

Afortunadamente se actuó de forma diferente en otros enclaves: en el balneario de Lugo, desde las reformas llevadas a cabo en la primera mitad del s. XIX se consideró de interés mantener las estructuras abovedadas romanas dentro del edificio, así como el sistema de captación de agua que sigue funcionando como principal punto de obtención y distribución del agua dentro del balneario (46-48). Gracias a esa conservación, hoy en día se puede disfrutar de esas estructuras dentro del complejo actual, a lo que se unen las evidencias arqueológicas que están en fase de recuperación por el interés de los propietarios en acondicionar y documentar los restos existentes a partir de actuaciones arqueológicas iniciadas desde los años 80 del siglo pasado.

En Caldes de Malavella (Girona) se vivieron las dos soluciones: por una parte, el complejo termal de Puig des Animes (documentado por diversos autores (52, 53) desapareció bajo posteriores construcciones del solar ya a finales del s. XIX, así como por la reutilización de gran parte del material constructivo en diversas obras próximas); las voces de alarma desatadas por diversos autores (54), permitieron que sí se pudiesen conservar parcialmente gran parte del edificio romano existente en el ámbito de Turó de Sant Grau, pese a las múltiples construcciones que se le fueron superponiendo. Ante las noticias existentes desde siglos antes a la presencia de restos arqueológicos en el complejo

de baños condujo a que a finales del s. XIX y principios del s. XX, se iniciarían las actuaciones que permitirían conocer la estructura romana (54) y finalmente proceder a su conservación y un posterior estudio minucioso de las estructuras existentes, hoy en día visitables en las inmediaciones de uno de los balnearios de la ciudad (53,55). Lo mismo sucedió ya en época más reciente en el balneario de Alhama de Murcia (27), donde las estructuras romanas, gracias a su reutilización en época árabe y posteriormente en las construcciones sucesivas hasta el abandono a finales del s. XX del balneario por el secado del manantial, fueron objeto de excavaciones arqueológicas que permitieron recuperar las estructuras antiguas; o en el caso ya mencionado de Lugo, Baños de Montemayor (56) o Alange (57), en los que el interés y continuo uso de las infraestructuras por su buena construcción, permitió que, parcialmente oculto, se integrasen en el interior del edificio de baños moderno hasta la actualidad.



Figura 4: Fotografía de los trabajos de excavación realizados en Caldes de Malavella a principios del siglo XX (54).

Tras todas esas vicisitudes, afortunadamente en la Península Ibérica contamos con un selecto número

de enclaves en los que se conserva parte de su arquitectura original que, como elegidos testigos de ese origen romano, perviven y son visitables junto a las instalaciones modernas de aprovechamiento y uso salútfero de sus manantiales (58).

Las nuevas excavaciones arqueológicas realizadas en las dos últimas décadas del s. XX, ya con una metodología más específica y minuciosa en un significativo número de balnearios peninsulares (Caldes de Montbui, Caldes de Malavella, S. Pedro do Sul, Alhama de Murcia, Caldas das Taipas, Lugo, Baños de Montemayor, entre otros), pero fundamentalmente en estas primeras décadas del s. XXI (Fortuna, Archena, Ourense o Chaves), dan buena muestra de la complejidad de los balnearios romanos, así como del interés por conocer la tradición en el uso de estos manantiales a lo largo de los siglos. Será, por tanto, la supervivencia de esos restos arqueológicos una excepción y un claro factor de distinción en el que el potencial patrimonial y cultural que presenta el descubrimiento y conservación de estos bienes da buena muestra del interés de su estudio en profundidad dada su excepcionalidad, riqueza histórica y relevancia de sus aguas.

3 Conclusiones

Sin duda la importancia de los restos arqueológicos, y por lo tanto, los testimonios de ese primer termalismo creado ya en época romana, se ha considerado siempre como un bien en sí mismo y un testimonio único del aprecio dado a estas aguas a lo largo del tiempo. Sin embargo, aún

a sabiendas del valor de los manantiales y de su rica tradición documentada durante siglos, no siempre se mostró el interés necesario para conservar y reconocer la importancia cultural y económica que estas evidencias podrían suponer, por lo que la tendencia general ha sido la destrucción y la eliminación de estas estructuras ante las nuevas edificaciones, con la consecuente pérdida de información para conocer sus antecedentes.

En la actualidad nos encontramos ante la tercera época dorada del termalismo, donde la sociedad demanda mayores recursos y una mejor protección y proyección cultural para cubrir las demandas que complementen los destinos de salud y ocio. En ese sentido consideramos fundamental revisar el pasado para reflexionar sobre la evolución de estas estructuras y la convivencia entre el patrimonio termal y la modernidad, para no repetir los errores cometidos en siglos anteriores cuando más del 90% del patrimonio termal fue destruido, transformado o abandonado, pese a su potencial cultural, histórico y social.

La solución pasa por encontrar un punto de encuentro entre pasado y futuro, en el que los objetivos sean coincidentes y se refuerce el conocimiento y uso de estas aguas en pro de un aprovechamiento coherente y beneficioso. En ese proceso, el patrimonio histórico y arqueológico tiene mucho que decir, como signo de identidad ante la renovación de estos espacios. Buen ejemplo de ello es el estudio y puesta en valor del termalismo en la ciudad inglesa de Bath, con su complejo termal romano:

origen, razón de ser y factor de futuro para una ciudad que ha pasado a ser una de las más visitada de Inglaterra (59). Conociendo bien los antecedentes, podremos realmente valorar y aprovechar el patrimonio termal que se ha conservado en estos enclaves, y es justamente la arqueología la que podrá aportar su experiencia en el conocimiento interdisciplinar del territorio y en las infraestructuras vinculadas a estas aguas, donde el descubrimiento de su pasado y su conservación, puede y ha de ser, sin duda, parte de los cimientos de su futuro.

Bibliografía citada

- [1] Bernabò Brea, L. La source thermale de San Calogero (Lipari). Ginouvès, R. (ed.): *L'eau, la santé et la maladie dans le monde grec. Actes du colloque, Paris 25-27 novembre 1992*. Paris, 1994.
- [2] Dvorjetski, E. Leisure, pleasure, and healing: spa culture and medicine in ancient eastern Mediterranean. Leiden; Boston: 2007: 95.
- [3] Galliou, P. Water, Water Everywhere... Water, Ailing Bodies and the Gods in Roman Gaul and Britain. En: Cossic, A y Galliou, P -eds-: *Spas in Britain and in France in the Eighteenth and Nineteenth Centuries*. Newcastle; 2006. p. 3-10.
- [4] Delibes de Castro, G., Fernández Manzano, J., Pérez Rodríguez, F. Posibles exvotos de la Edad del Bronce en fuentes termales y minero-medicinales de la Submeseta Norte. Peréx, M^{aj}. (ed.): *Termalismo Ant. Congreso Pen. Arnedillo, Rioja 3-5 Oct 1996*. 1997; 117-28.
- [5] Bassani, M. Spazi sacri e materiali cultuali nei contesti termominerali. En: Bassani, M., Bressan, M., Ghedini, F. (coord.): *Aquae salutiferae Il termalismo fra antico e contemporaneo, Atti del Convegno Internazionale (Montegrotto Terme, 6-8 settembre 2012)*. Pádova; 2013: 91-107
- [6] Carella, R, Sommaruga, C. Sorgenti e benessere fra miti e scienza. En: Antico, M (coord.): *Acque per l'utilitas, per la salubritas, per l'amoenitas*. Milán; 2004: 9-34.
- [7] Díez de Velasco, F. La romanidad como reclamo o como omisión: aportaciones al estudio del uso en época romana de los balnearios granadinos de Zújar, Alicún y Graena. *Bol. Cent. Pedro Suárez*. 2014; 27:1-30.
- [8] Grenier, A. Manuel d'archéologie Gallo-Romaine. 4 Partie, les monuments des eaux. Paris: 1960.
- [9] Bernabò Brea, L. (ver nota 1).
- [10] González Soutelo, S. Mineral waters collection systems in Healing Roman spas: a proposal of characterization from Hispania's best examples. En: XVIII Congreso Internacional de Arqueología Clásica (Mérida 2013). Mérida; en prensa: 209-12. Donde se establecer una breve tipología de los modos de captación a partir de los ejemplos hispanos.

- [11] Limón Montero, A. Espejo cristallino de las aguas de España: hermoñado y guarnecido con el marco de variedad de fuentes y baños cuyas virtudes se examinan... Alcalá: 1697.
- [12] Gómez de Bedoya y Paredes, P. Historia universal de las fuentes minerales de España. En Santiago: en la Imprenta de Ignacio Aguayo; 1764-1765.
- [13] Sanjurjo y Mosquera, J. Descripción del Baño Termal de la ciudad de Lugo: con una ligera analisis. Lugo: 1817. Autor que nos sirve como ejemplo, al describir el estado del balneario de Lugo a principios del s. XIX.
- [14] Cressier, P. Baños termales y fuentes medicinales en la E. Media. Introducción. Termalismo Antig. Congreso Penins. Actas Arnedillo, Rioja 3-5 Oct 1996. 1997; 519-27.
- [15] Cressier, P. Prendre les eaux en al-Andalus: pratique et fréquentation de la «Hamma». *Mediev. Lang. Textes Hist.* 2002;(43): 41-54.
- [16] Cressier, P. Le bain thermal («al-hamma») en al-Andalus: l'exemple dela province d'Almería. *Maîtrise L'eau En Al-Andal.* 2006; 149-208.
- [17] Pérez Asensio, M. Estudio de la época medieval en Fortuna (Murcia): Estudio de los materiales, territorio, y de la evolución del balneario de la época romana a época medieval [Tesis de Licenciatura]. Universidad de Murcia; 2002.
- [18] Hembry, P. The English spa (1560-1815): A social history. Londres; 1990.
- [19] Cunliffe, B., Boisseuil, D. Bath et ses bains au Moyen Âge. *Médiévales.* 2002; 43.
- [20] Rodrigues, L.N., Tavares, M., Serra, J.B. Terra de águas: Caldas da Rainha, história e cultura. 1a ed. Caldas da Rainha: Câmara Municipal; 1993.
- [21] Bagnera, A., Nef, A., editores. Les bains de Cefalà (prov. de Palerme). En: *Bains curatifs et bains hygiéniques en Italie de l'antiquité au moyen âge: [actes du colloque réuni à Rome les 22 et 23 mars 2004].* Rome: Ecole française de Rome; 2007. p. 263-308.
- [22] Jazé-Charvollin, M-R. Les stations thermales: de l'abandon à la renaissance. Une brève histoire du thermalisme en France depuis l'Antiquité. *Situ. Rev Patrim.* 2014; 24:1 - 14.
- [23] García Ballester, L. Sobre el origen de los tratados de baños (de balneis) como género literario en la medicina medieval. *Cronos.* 1998; I: 7-50.
- [24] Carneiro, S.F. As termas medicinas romanas de Chaves. En: *Arqueologia em Portugal 150 anos.* 2013; 793-802.
- [25] Matilla Séiquer, G., Gallardo Carrillo, J., Arias Ferrer, L., Egea Vivancos, A. La planificación arquitectónica en el balneario romano de Fortuna. *Ramallo S. -Coord- Decor Arquit En Las Ciudad Romanas Occidente*

- Cartagena 8 10 Oct 2003. 2004; 543-52.
- [26] Matilla Séiquer, G., Molina, J.R., Egea Vivancos, A., Arias Ferrer, L. Roman baths in South-East Hispania: historical, architectural, religious and social aspects. En: *Sanitas per Aquam* Tagungsband des Internationalen Frontinus-Syposiums zur Technik- und Kulturgeschichte der antiken Thermen (Aachen March 18-22, 2009) Babesch Suppl 21. Leuven-París; 2012. p. 253-8.
- [27] Baños Serrano, J., Chumillas López, A., Ramírez Aguila, J.A. Las termas romanas de Alhama de Murcia. *Termalismo Ant. Congreso Peninsular. Actas Arnedillo, Rioja 3-5 Oct 1996.* 1997; 329-38.
- [28] Rodríguez Cao, C., Cordeiro Maañón, L. As Burgas de Ourense. Contexto histórico-arqueológico. En: *Aqua, Divi, Urbs Auga, deuses e cidade. Escavacións arqueolóxicas nas Burgas (Ourense).* Concello de Ourense; 2012. p. 83-119.
- [29] Ben Abed, A., Scheid, J., Broise, H., Balmalle, C., Ben Abed Ben Kheder, A., Scheid, J., Broise, H. et Balmelle, C. Le sanctuaire de source de Jebel Oust (Tunisie). *Nouv. Archéologie.* 2011;124:10-4.
- [30] Taramelli, A. *Fordongianus. Antiche terme di Forum Traiani.* Scavi E Scoperte. 1903; I: 469-90.
- [31] Köehler, J. Termalismo antico e tardoantico a Civitavecchia. En: M Guérin-Beauvois, J-M Martin ed: *Bains curatifs et bains hygiéniques en Italie de l'Antiquité au Moyen Âge.* Roma; 2007; 115-26.
- [32] Díez de Velasco, F. Aportaciones al estudio de los balnearios romanos de Andalucía: la comarca de Guadix-Baza (prov. de Granada). *Espacio, Tiempo, Forma. Ser. II Hist. Antig.* 1992;(5): 383-400. Específicamente sobre este tema ver nota 19; y Díez de Velasco 2014: 4 y nota 8. Es cuando menos curioso que en el s. XIX se pusiese de moda la falsificación o la invención de elementos arqueológicos (principalmente epigráficos) para reforzar el prestigio de estos establecimientos, y de esa forma, ensalzar el bagaje histórico del uso de sus aguas. Sobre este aspecto, para una visión general ver Carbonell i Manils *et al.* (2011).
- [33] Fernández Mariño, M.J. Observaciones sobre las aguas minerales de Caldas de Reyes y Caldas de Cuntis correspondientes a la temporada de baños del año 1832. 1832.
- [34] Henriques, F.F. *Aquilégio medicinal.* Lisboa: 1726.
- [35] Tavares, F. *Instruções e cautelas practicas sobre a natureza, diferentes especies, virtudes em geral, e uso legítimo das aguas minerães, principalmente de Caldas...* Coimbra: 1810.
- [36] Cottereau du Clos, S. *Observations sur les eaux minérales de plusieurs provinces de France faites en l'Académie Royale des Sciences en l'année 1670 & 1671.* Reims; 1671.

- [37] Turner, W. A book of the natures and properties as well of the Baths in England as of other baths in Germany and Italy. London?; 1568.
- [38] Greppo, J.G.H. Etudes archéologiques sur les eaux thermales ou minérales de la Gaule à l'époque romaine [Internet]. Paris : Leleux; 1846
- [39] Bonnard, L. Gaule Thermale. Sources et stations thermales et minérales de la Gaule à l'époque gallo-romaine. Paris; 1908.
- [40] Acciaiuoli, L.M.C. Esboço histórico das águas minerais de Portugal. Lisboa: Soc. de Geografia; 1940.
- [41] Zanchin, G. Le terme Euganee. Cenni storici. En: *Aquae salutariferae Il termalismo tra antico e contemporaneo*, Atti del convegno internazionale (Montegrotto Terme, 6-8 settembre 2012). Pádova; 2013,19-28.
- [42] VVAA. Römische Badruine. Badenweiler. Entdeckung, erforschung, faszination. Freiburg; 2004.
- [43] Cunliffe, B. Roman Bath discovered. Bath: 2000.
- [44] White, G. Hot Bath: The story of the spa. Bath: 2003.
- [45] Casado González, G, Franco Maside RM. O Balneario romano de Carballo segundo as fontes do Arquivo do Reino de Galicia. *Gallaecia*. 1998;(17): 251-87.
- [46] Meijide Failde, R. Aportación a la cura balneoterápica en el balneario de Lugo. 1995.
- [47] Rodríguez, A.V, Vilas F.A. Las termas romanas de Lugo. *Termalismo Ant. Congreso Pen. Arnedillo, Rioja* 3-5 Oct 1996. 1997; 345-52.
- [48] González Soutelo, S. El balneario romano de Lugo: una nueva interpretación arquitectónica y funcional. *Saguntum*: 2012;(44): 167-82.
- [49] Fortes, J. Balineum Luso-Romano de S. Vicente do Pinheiro (Penafiel). Porto: 1902.
- [50] Pinto, C.A. Legenda explicativa da planta ichtnographica das Caldas das Taipas. *Bol. Archit. e Archeol. Port.* 1874; I, 2a serie:76-7.
- [51] Portal do arqueólogo, de la DGPC, <http://arqueologia.patrimoniocultural.pt/index.php?sid=trabalhos.resultados&subsid=3143518>.
- [52] Serra-Rafols, J.C. Las termas romanas de Caldas de Malavella (Gerona). *Arch Esp Arqueol.* 1941; 14: 304-14.
- [53] Merino, J., Nolla, J.M., Santos, M. *Aquae Calidae*. Presencia romana a la Selva, Centre d'Estudis Selvatans, Santa Coloma de Farners. La Selva; 1994.
- [54] Bayona i Prats, L., Buscató i Somoza L. Restauració i condicionament de les termes romanes de Caldes de Malavella. *Quad. Selva*. 2011; 23: 231-48. En este artículo se recoge (pg 234) la referencia de Pere Pagés en 1894, cuando menciona: "Voliam visitar las *Thermas de Aquis Voconis*, més desgraciadament ja quasi no'n queda ni rastre. Sols hi vegerem un munt de pedras y algun qu'altre tros

de paret. Si algú vol saber lo qu'eran aquestas termas pot llegir l'enginyosa y erudita reconstrucció que nostre antich y malaguanyat consoci lo doctor D. Tomás Lletjet ne feu”.

- [55] Llinàs i Pol, J., Nolla i Brufau, J.M. Agua sagrada: El balneari del Puig de Sant Grau a Aquae Calidae (Caldes de Malavella, la Selva). En: Costa, A, Palahí, Ll, Vivó, D -coord-: Aquae sacrae: agua y sacralidad en la Antigüedad Girona; 2011; 103-14.
- [56] González Soutelo, S.. El balneario romano de Baños de Montemayor (Cáceres): descripción arqueológica de un complejo termal salúífero de época romana. Zephyrus, 2013;(71):223-219.
- [57] Carmona Barrero, J.D. Aquae. Análisis del desarrollo histórico-arquitectónico de Alange y sus baños romanos [Internet]. Almendralejo; 1999.
- [58] González Soutelo, S. ¿De qué hablamos cuando hablamos de balnearios romanos? La arquitectura romana en los edificios de baños con aguas mine-romedicinales en Hispania. Cupauam, 2013; (39):123-50. Donde se hace una revisión general de los principales balnearios romanos de la Península.
- [59] “Britains more visited cities” (consultado 20/08/2015): <http://www.telegraph.co.uk/travel/picturegalleries/10069138/Britains-most-visited-cities.html?frame=2696876>
- [60] http://www.patrimoine-aixles-bains.fr/?page=fiches&p=III-06_73_0232_NUCB
- [61] Véanse algunas incitativas al respecto, como la planteada en <http://roman-thermal-spas.eu>.

LOS BALNEARIOS DE ARCHENA Y FORTUNA: UNA REVISIÓN DE SU PASADO ROMANO DESDE EL PUNTO DE VISTA ARQUITECTÓNICO Y UNA REFLEXIÓN SOBRE SU FUTURO A PARTIR DE LA INVESTIGACIÓN HISTÓRICA Y ARQUEOLÓGICA

G. Matilla Séiquer

Universidad de Murcia, Cepoat, Murcia, España.

Palabras clave: balneario, tipología arquitectónica, técnicas constructivas, turismo.

Resumen

Las investigaciones arqueológicas en los cercanos balnearios romanos de Archena y Fortuna han mostrado una técnica y una tipología diferentes. Se quiere poner esto de manifiesto e indagar sobre las posibles causas. También se plantea la repercusión turística y social de esos lugares a partir de su descubrimiento.

1 Introducción

Si pensamos en termas romanas automáticamente nos viene a la cabeza un circuito de contrastes en el que hay una serie de estancias (*frigidarium, tepidarium, caldarium...*) dispuestas casi siempre de la misma manera. Sin embargo el panorama cambia completamente cuando se trata de aguas minero-medicinales, especialmente si tienen una alta termalidad de forma natural. Hay tan poca similitud entre los edificios balnearios romanos que intentar hacer una tipología es tarea, aunque necesaria, poco fructífera.

Muchos grandes complejos balnearios romanos están alejados de los núcleos urbanos en zonas

en las que se explican con dificultad las inversiones realizadas si no se tiene en cuenta el concurso de alguna ciudad. Esto es lo que ocurre con Fortuna y Archena.

En Fortuna mientras el poblamiento en un amplio radio en torno a la surgencia medicinal es irrelevante [13], existe un santuario rupestre asociado a las aguas, la Cueva Negra, en cuyas paredes hay escritos una serie de textos latinos con ecos virgilianos que delatan un ambiente culto y urbano entre los asistentes a la cueva y por lo tanto al balneario [13] Aunque no se puede descartar el concurso de Ilici en las obras realizadas, los propios textos inducen a considerar Carthago Nova como la ciudad de la que depende el complejo balneario [18].

En Archena existe una ciudad ibérica próxima a las instalaciones balnearias a la que llega la romanización aunque no sabemos ni cuando ni con que intensidad [3]. De lo que sí hay certeza es de su conexión con *Carthago Nova*. Las acuñaciones locales aparecidas, la utilización del orden toscano y la pintura mural nos remiten a esta ciudad [9].

Los baños de Fortuna y Archena se encuentran en la actualidad respectivamente a una distancia de 85 km. y 80 km. de Cartagena por lo que el trayecto es irrelevante para condicionar nada. Entre los dos establecimientos hay 23 km. y entre ellos discurre la vía Carthago Nova-Complutum [17] (a 5,2 km. de Archena y 17,7 km. de Fortuna) (Fig. 1).



Figura 1: Situación de Fortuna y Archena en relación con Carthago Nova y la vía hacia Complutum.

Por otra parte las excavaciones en sendos yacimientos han sido sufragadas por el actual Balneario de Archena S. A. a causa del interés que tenía la empresa en documentar el pasado romano del balneario y la Consejería de Cultura de la Comunidad Autónoma de Murcia, la Universidad de Murcia, la Fundación Séneca y el Ayuntamiento de Fortuna. Este último tenía un doble interés, por una parte ahondar en las raíces del propio municipio y por otra sacar a la luz un recurso turístico.

Esta combinación de investigación científica e interés social (de identidad, turístico o empresarial) ha dado aceptables resultados en los dos sentidos.

2 El pasado romano: tipología y técnicas constructivas

2.1 Fortuna

Está compuesto por dos elementos, la Cueva Negra, distante 2 km. y las construcciones que hay en el entorno de la surgencia.

En la cueva hay que destacar la existencia de más de 40 textos escritos entre los que hay que subrayar algunos que hacen referencia explícita a las aguas curativas [18]. Aparecen las ninfas hasta en tres ocasiones así como otras divinidades (Febo, Venus, Asclepio, Baco...) [4] y se repite varias veces la fecha VI.K.APRIL (27 de marzo) que corresponde con la ceremonia de *lavatio* de la *Magna Mater* [19]. Entre los visitantes tiene especial interés la presencia *L. Oculatius Rusticus*, cuyo *nomen* está bien atestiguado en Ibiza y la de *Annius Crescens sacerdos Asclepi ebvsitani* [18]

En el balneario propiamente dicho y separada unos 70 m. de la surgencia hay una instalación de servicio con patio central y nueve habitaciones construida con piedras trabadas en seco y presumibles paredes de adobe. Está muy deteriorada no superando los muros los 0,50 m. [6]. Adyacentes hay dos cisternas de *opus caementicium* enlucidas al interior con *opus signinum* con 35.849 litros de capacidad [15].

Enmarcando el nacimiento está la gran instalación balnearia (Fig. 2). Se trata de un edificio rectangular con unas dimensiones de 25,11 x 20,72-18,5 m. Está en parte tallado en la ladera rocosa y en parte construido con sillares de grandes dimensiones [11].

Presenta una cabecera tripartita tallada en la que el vaciado de la parte superior 6,84 m. de diámetro y en la base 5,24 m. llega a los 2,55 m. En el centro, donde está la diaclasa por la que surge el agua, se encuentra un ninfeo con radio en la base de 2,62 m. y en la parte superior de 3,32 m. y una altura máxima entre ambas de 2,11 m. En el interior del ninfeo dos peldaños tallados dan acceso a una estrecha plataforma que tuvo que servir para recoger agua.

A ambos lados se encuentran dos capillas cuadrangulares de 4 x 5 m. (regularizando las medidas de ambas). En el interior de cada una había seis pilastras en las paredes laterales que generaban el mismo número de nichos. Se conservan en la capilla norte dos de las pilastras en pie y los entalles de las demás. Las cubiertas eran de bóveda de canon de sillaría par alas habitaciones y de semicúpula de *opus caementicium* forrada de piedra para el ábside.

Esta cabecera daba a un pasillo de 2,46 m. de anchura que la separaba de la piscina y que en este tramo podría tener una cubierta de *caementicium*.

La piscina está completamente tallada en la roca, tanto el vaso como las gradas laterales de cinco peldaños.

La piscina está casi completamente tallada en la roca, tanto el vaso como las gradas laterales de cinco peldaños y el lateral que da a la cabecera, solo en el lado más alejado de la surgencia hubo que añadir bloques de 0,50 m. para cerrar la pared ya que no había piedra natural. Sus dimensiones son en la corona de 7,4 x 14,8 m., esto es, 5 x 10 pasos, tiene una profundidad media de



Figura 2: Vista aérea del edificio balneario de Fortuna

1,5m. Excepto en una parte mínima de los sillares añadidos, no hay huella alguna de recubrimiento hidráulico, siendo la roca natural de fondo mal alisada y las gradas laterales bien trabajadas el único piso que se conserva. El estado irregular del fondo sugiere que en su momento tuvo que existir algún tipo de recubrimiento. En el interior de la piscina existe un escalón que da a la cabecera que es irregular en altura y anchura. Con una altura que oscila entre 0,50 m. y 0,75 m. era impracticable para el acceso al agua, además tiene varios entalles cuya función de momento se escapa. Existe también en la unión de la diaclasa con la piscina, pero dentro de ésta una base para colocar un pedestal, tal vez para una escultura, pues en la posición en la que está no pertenece a ningún elemento estructural. Afrontado a éste se encuentra la salida de aguas, un canal de *opus quadratum* de 1,5 m. de altura y

0,36m. de anchura que se cerraba por una compuerta (tal vez de metal o piedra) que se deslizaba por unos entalles verticales que había en su comienzo. Para evitar mantener la compuerta con una apertura permanente, existían en la corona de la piscina, a ambos lados del canal de desagüe sendos aliviaderos que eliminaban las aguas sobrantes las dirigían directamente al exterior.

La piscina estaba porticada en sus cuatro partes, presentando en los lados largos tres arcadas sobre pilares y en los cortos una, con vanos en ambos casos de dos pasos y alturas estimadas de tres pasos. En realidad en los lados largos existían cinco arcos, pero dos de ellos quedaban embutidos dentro de los pasillos laterales de acceso a la cabecera, por lo que no formaban parte del resultado visual del peristilo. Se conservan en la misma línea de arcos los contrafuertes exteriores que contrarrestaban las tensiones, medio arco de pasillo, una basa doble de pilar de 0,94 x 1,42 m. y dos series de huellas de grapas para colocar basas. En uno de los lados cortos hay un arco completo caído a plomo.

Entre la piscina y el exterior del edificio hay un espacio semejante al ocupado por la cabecera tripartita en el que se encuentran dos habitaciones afrontadas reflejo de las capillas y un amplio vestíbulo abierto separado en dos partes por el canal de desagüe. La zona está muy arrasada ya que en la mitad septentrional se construyó el baño del siglo XVII desmontando todo cuanto había, mientras que la meridional fue el campo de actividades de un médico del balneario del siglo XIX

que ejercía de arqueólogo aficionado (7). No obstante una de las características del edificio es la simetría casi perfecta que tiene respecto a sus dos ejes, por lo que teniendo una parte, la que falta se puede restituir con su reflejo. En esta zona hubo que elevar la construcción para consuquir la cota del pasillo de la cabecera, lo que se consiguió con un relleno de *opus caementicium* forrado con sillares.

Desde los vestíbulos parte un pasillo deambulatorio que rodeando el peristilo permite el acceso al ninfeo las capillas así como a la piscina. En los laterales tiene dos pasos de anchura y estaba cubierto por grandes losas de piedra que a su vez estaban impermeabilizadas al exterior por una gruesa capa de *opus signinum*.

El edificio tiene un muro perimetral de un grosor que oscila entre los 0.50 m. en las hileras superiores, los 0,70 m. en las medias, los 0.50 m. en sillares bajos, aunque en este caso los bloques tienen con colas de milano en las uniones, y llegan a estrecharse hasta los 0,33 m. en los forros de *opus caementicium*. Algunos sillares llegan a los 2,5 m. de longitud, e incluso hay un bloque desplazado de su posición original que tiene 3 m. En el tramo interior conservado junto a la cabecera los sillares presentan el tratamiento del almohadillado, lo que indicaría una zona abierta o semiabierta, y sería otro indicio más para considerar la que la piscina estaba descubierta.

El conjunto lo cierra un estanque exterior de sillería que se nutre con las aguas de la piscina y que tuvo que servir como *castellum divisorium* para llevar el agua a otras instalaciones [12].

Junto al edificio, donde tenía que estar una de las rampas o escaleras de acceso se halló una habitación de mampostería con suelos de *signinum* y un banco corrido desde la que se accede a una piscina cubierta. Está fuera del recinto monumental del balneario de momento plantea problemas de interpretación y cronológicos.

2.2 Archena

Junto al río Segura y con un manantial que nace prácticamente a la misma cota que éste, plantea unos problemas específicos por su ubicación. El terreno que tienen las infraestructuras balnearias pasadas y presentes para instalarse es una franja de tierra dividida en dos terrazas que tiene unos 350 m. de longitud (solo 110 m. aguas abajo del nacimiento), con una anchura media de 50 m. que en algún punto llega a los 96 m. y en otros no pasa de 30 m. A un lado de esta franja se encuentra un río de régimen irregular que hasta su regulación merced a la construcción de presas provocaba dos desbordamientos anuales y riadas periódicas, al otro un monte, compuesto en su mayor parte de margas que está coronado por una inestable cresta de travertino [10]. No son, desde luego, las mejores condiciones para invertir en el lugar, y sin embargo se invirtió.

Se trata de un balneario en funcionamiento y con una actividad importante donde los restos arqueológicos se encuentran conviviendo con los baños actuales, por lo que el conocimiento que tenemos de algunas zonas es muy parcial. De los lugares en los que se ha podido

intervenir destaca la galería termal y la zona aguas arriba más alejada de la surgencia, donde la construcción de un aparcamiento subterráneo permitió excavar en extensión en un área de unos 4.500 m² de la que 1.300 m² corresponden a restos de construcciones.

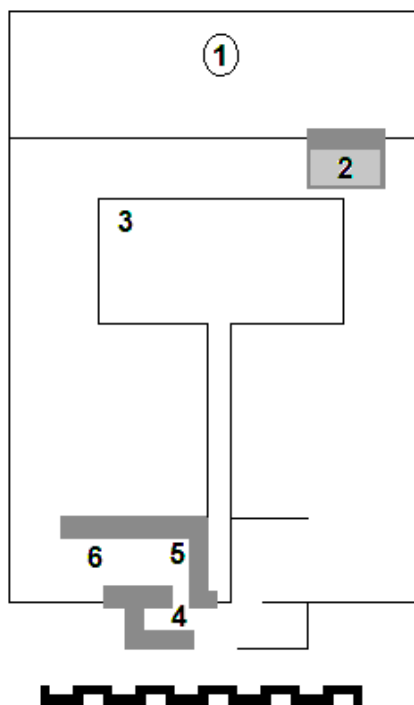


Figura 3: Esquema del balneario de Archena en función de los resultados de las excavaciones y de los datos del balneario de Fortuna. 1 Surgencia. 2 Pavimento de piedra, muro de mampostería y columna. 3 Columna caída en la piscina. 4 Puerta. 5 Basa. 6 Pasillo

En la galería termal [9] (Fig.1) se ha documentado una de las puertas del balneario romano en una pared de mampostería de buena calidad. El vano tiene 1,20 m. de ancho y llega hasta los 3 m. de altura, habiendo podido ser más en origen. Tiene la particularidad de que el umbral es un fragmento de columna de travertino. Este lugar, situado en la terraza

inferior recibió un importante aporte de materiales de la terraza superior, entre los que hay que destacar los elementos arquitectónicos: ladrillos, columnas de ladrillo, téglulas, estucos con pintura roja muy degradada por el agua y una basa de caliza negra y excelente calidad de orden toscano con plinto circular, toro, listel, caveto inverso y un incipiente arranque de fuste liso con claros paralelos en la arquitectura de *Carthago Nova* (Madrid). Tras la puerta y haciendo un codo también se descubrió parte del muro del pasillo construido igualmente de mampostería y que con una altura de 3 m. sirve de soporte a las modernas cabinas de masaje.

Las obras de acondicionamiento realizadas junto al acceso al manantial descubrieron antes de comenzar los trabajos científicos, una columna completa de orden toscano (sin basa si es que alguna vez la tuvo) de travertino pero con un segmento de fuste reparado en caliza y un pavimento de ladrillo. La columna tiene 3,375 m. y su diámetro es de la base de 0,55 m. y junto al capitel de 0,45 m. Tiempo después, igualmente inmediato al nacimiento se descubrió un pavimento de losas de caliza (algunas de 1 x 2 m.) con un trozo de fuste y un capitel toscano. Este suelo se asociaba a un muro de mampostería que lo separaba de la surgencia y a la piscina, lugar donde indudablemente había sido hallada la otra columna. Una noticia de principios del siglo XIX confirmaba la existencia de más fustes en la zona [1].

En la zona del aparcamiento se ocupó una pequeña loma entre dos vaguadas con una longitud máxima

de 46 m. y una anchura de 20 m. Es especialmente interesante porque muestra en una franja de tiempo corta (Augusto-Julio Claudios) tres usos diferentes. Primero se instalaron los hornos de teja y ladrillo y se usó el espacio como lugar de acopio de materiales para la construcción del balneario. También hay huellas de talleres de cantería, después con las termas construidas se dedicó el lugar a zona de servicios, aprovechándose sobras de cantería en las diferentes construcciones. A mediados del siglo I d. C., posiblemente en época de Claudio, una gran riada destruye todo y deja su huella también en los baños, recordemos la reparación de la columna y el umbral de la puerta. Coincidiendo con la inundación caen grandes bloques de travertino desde lo alto del monte. A continuación y de manera planificada se reorganiza todo el lugar construyendo un complejo en dos partes diferenciadas: una hospedería en la parte mas baja de la loma y un edificio público en la más alta y las nuevas edificaciones se protegen con un dique de 1 m. de grosor que intenta evitar el empuje destructivo de las aguas [9].

Todas las instalaciones nuevas son de mampostería, reservándose el uso de la piedra a algunos umbrales y a las bases de postes de madera del peristilo que rodeaba el patio de la hospedería. En la zona más alta hubo expolio de piedras en época medieval, pero en la hospedería, cubierta totalmente por las gravas y los limos de una gran riada producida entre los siglos III y IV d. C. se han conservado los alzados de más de 3 m. hasta la corona de los muros. Existía en ésta un segundo piso edificado en adobe

en cuyas paredes se desarrolló todo un programa pictórico y que delatan que el sector residencial de los baños instalado en la terraza superior, sobre las infraestructuras hidráulicas, tuvo que ampliarse a mediados del siglo I d. C. sin duda debido al número creciente de bañistas, Destaca entre otras la pintura de un barco mercante, de una *corvita*, con un paralelo exacto en Pompeya, en la casa de *Lesbianus* ubicada en la Regio I, 13. 9 [16]

Hay que destacar fuera del dique de protección la existencia de un pozo construido de mampostería de 2 m. de lado y cuatro de profundidad, donde se recogían las aguas drenadas entre la cubierta de tierra vegetal del monte y las margas impermeables y de dos lápidas funerarias con indicación de la origo: *Valentia* y *Consabura* [5].

2.3 Semejanzas y diferencias entre Archena y Fortuna

En cuanto a semejanzas se pueden citar las siguientes: 1) están a una distancia semejante de Carthago Nova, 2) se encuentran próximos a una vía principal, 3) se invierte una gran suma de dinero, 4) ambos articulan las dependencias termales alrededor de una piscina porticada, 5) dependen de una ciudad, 6) funcionan durante los siglos I y II d. C, y tienen una recuperación en el IV d. C. 7) reciben un gran número de visitantes y su fama llega lejos y 8) las aguas de ambos son hipertermales, con una diferencia de 10º mas en Archena que en Fortuna.

Las diferencias más notables son: 1) en Archena el agua es

clorurada, sódica, sulfurada y de mineralización fuerte y en Fortuna clorurada, sulfatada, sódica, radiactiva y de mineralización fuerte [8], 2) el entorno de Archena es mas rico desde el punto de vista agrícola y está más poblado que el de Fortuna, 3) en Archena el tipo de aparejo utilizado de forma masiva es la mampostería mientras que la construcción de Fortuna es en sillería, usándose solo la mampostería en reparaciones del siglo IV d. C., 4) el tipo de edificio balneario de Fortuna se integra en el paisaje, siendo una especie de prolongación natural de la ladera en la que se encuentra mientras que en Archena, con los datos obtenidos hasta el momento se trata de una construcción que en ningún caso pretende la integración con el medio en que se encuentra, 5) la construcción de Archena es más liviana y menos “monumental”, y sobre todo maciza, que la de Fortuna: las columnas de 0,55 m. de diámetro frente a los pilares de 0,94 x 1,42 m. o el empleo de la mampostería frente a sillares de dos y tres metros son un buen ejemplo de ello, 6) el empleo de teja y ladrillo se da en Archena y no en Fortuna y 7) la existencia en Fortuna de un santuario rupestre asociado al balneario no se ha podido constatar en Archena.

2.4 Significado de esas diferencias

Una cuestión es que los edificios de tratamientos termales en época romana tengan que adaptarse al lugar en el que está la surgencia y otra muy distinta es el aspecto que se les dé. ¿Por qué dos instalaciones que pre-

sumiblemente están conectadas con Carthago Nova emplean técnicas tan diferentes en la construcción?, ¿por qué su imagen es tan distinta? No es un problema baladí. Hay que pensar que la función de estos establecimientos es la curación y el medio las aguas con la intermediación de los dioses tutelares de las mismas, por lo que los usuarios enfermos y a la vez motivados con la posibilidad de sanar llegan a estos lugares con una disposición psicológica especial. La imagen del balneario, el impacto que esa imagen sea capaz de transmitir ha de formar parte sin duda del aderezo de prácticas y ritos destinados a restablecer la salud de los bañistas.

Es posible que también afecte el mayor o menor grado de ruralidad del entorno. Fortuna está más alejada de la vía principal pero sobre todo se encuentra en una comarca con escaso poblamiento.

El condicionamiento religioso podría ser otra variable a tener en cuenta. ¿Hasta qué punto pesa la tradición milenaria de la Cueva Negra [2] en la concepción del edificio de Fortuna? En éste para alterar lo mínimo posible la ladera rocosa en la que se ubica, en lugar de practicar rebajes de la misma para conseguir una superficie horizontal simplemente se alisa la roca quedando un plano inclinado que plantea mayores dificultades constructivas.

No se puede descartar el gusto, capricho o creencias de los constructores particulares. No se sabe quien puso el dinero para el balneario de Fortuna, pero en Archena fue un evergeta (CIL II 3542) que luego lo entregó a su ciudad, cuyos duunviros se encargaron de la reconstrucción

del balneario tras la riada que lo destruyó (CIL II 3541).

Por último cabe la posibilidad de que cada uno de los edificios surgidos al calor de las aguas termales tenga una ciudad matriz diferente: *Carthago Nova* para Archena e *Ilici* para Fortuna.

3 El presente

Las investigaciones en los dos balnearios y con independencia del interés científico se han podido realizar gracias a los fondos aportados por el Balneario de Archena S.A. y el Ayuntamiento de Fortuna. La empresa quería demostrar que sus aguas tenían un uso de 2.000 años, pero para demostrar eso, que sirve para atraer nuevos clientes o fidelizar a los existentes, además de excavar había que conservar lo encontrado y divulgarlo. Hay un museo de sitio proyectado y mientras tanto funciona una exposición permanente, se han realizado ciclos de conferencias y se ofertan otras actividades relacionadas con los restos. Es un buen ejemplo que a seguir por otros balnearios modernos.

Fortuna y los baños son una misma cosa lo mismo ocurre con la Cueva Negra, tal vez el signo de identidad más potente del municipio. Desde el punto de vista de la administración municipal balneario y cueva son dos importantes referentes turísticos que hay que explotar en conexión con la oferta del Balneario de Leana, es tal la implicación municipal que además de la promoción turística en función de la cual se han tenido muchas iniciativas y realizado las más diversas actividades, que el ayuntamiento ha

adoptado como imagen corporativa un diseño basado en el ninfeo y la piscina romana.

Desde el punto de vista social la mayor repercusión la tenemos en la creación de una fiesta histórica en la que se recrean los grupos de sodales que aparecen en la Cueva Negra con más de 500 participantes directos en un pueblo de 9.700 habitantes.

4 Conclusión

Este es uno de los casos en que interés científico e interés social han ido y van de la mano. Es posible que al tratarse restos fácilmente identificables por los profanos y de lugares con mucho arraigo entre la población esto haya resultado más sencillo, pero es un ejemplo claro de cómo la investigación histórica y arqueológica puede servir por una parte de elemento de cohesión social y por otra de motor de generación de riqueza.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado gracias al Proyecto de la Fundación Séneca 15387/PHCS/10: "Proyecto Balnearios: I. El tejido balneario durante la época romana y tardoantigua en Hispania: documentación y estudio de la epigrafía y la numismática de los balnearios y las fuentes minero-medicinales"

Referencias

- [1] Breix, J. *Disertación histórica, física, analítica, medicinal, moral y metódica, de las aguas termopotables de la Villa de Archena, Reyno de Murcia*. Manuel Muñiz y Gutiérrez, Cartagena, 1801.
- [2] Fernández Nieto, F.J. La función de la Cueva de Fortuna: el antro báquico-sabazio y sus antecedentes, *Antigüedad y Cristianismo* 20: 437-462, 2003.
- [3] Fletcher, D., San Valero, J. *Primera campaña de excavaciones en el Cabezo del Tío Pío (Archena)*. En Informes y Memorias de la Comisaría General de Excavaciones Arqueológicas 13. Comisaría General de Excavaciones Arqueológicas, Madrid, 1947.
- [4] González Blanco, A. La Cueva Negra, "lugar sagrado". En torno al concepto de "lugar sagrado" y a su papel en la religión clásica y en la conciencia europea. Consideraciones actuales. *Antigüedad y Cristianismo* 20: 17-43. 2003.
- [5] González, R., Matilla, G. Dos nuevas estelas funerarias con mención de origen procedentes del Balneario de Archena (Murcia). *Faventia*, 29/2: 21-37, 2007.
- [6] González, R., Matilla, G., Fernández, F. La recuperación arqueológica del Balneario Romano de Fortuna, *Antigüedad y Cristianismo* 13:179-220, 1996.
- [7] Lacort, A. *Ensayo monográfico razonado del agua minero-medicinal de Fortuna*, Establecimiento tipográfico de la Paz, Murcia, 1890.
- [8] Maraver, F., Armijo, F., *Vademecum II de aguas minero-medicinales españolas*. Universidad Complutense, Instituto de Salud Carlos III, Madrid, 2010.

- [9] Matilla Séiquer, G. El balneario romano de Archena, *IV Congreso Internacional Valle de Ricote*, pp. 217-223, Consorcio Turístico Mancomunidad “Valle de Ricote”, Abarán, 2007.
- [10] Matilla Séiquer, G., Adrados, R. Obras hidráulicas antiguas en Murcia, tipos y reiteraciones: la huella de “Carthago Nova” en el Balneario de Archena, *Revista Murciana de Antropología* 15: 53-80, 2008.
- [11] Matilla, G., Gallardo, J., Arias, L., Egea, A. La planificación arquitectónica en el balneario romano de Fortuna, La decoración arquitectónica en las ciudades romanas de occidente: *Actas del Congreso Internacional celebrado en Cartagena entre los días 8 y 10 de octubre de 2003*, Ramallo Asensio, S. R. (coord.), pp. 543-552, Murcia, 2004.
- [12] Matilla, G., Gallardo, J., Egea, A. El balneario romano de Fortuna – Estado de la cuestión y perspectivas de futuro, *Antigüedad y Cristianismo* XX: 79-182, 2003.
- [13] Matilla, G., Egea, A., El balneario suburbano romano de Fortuna: impacto, tipificación y problemas. *XVIII CIAC: Centro y periferia en el Mundo Clásico / Centre and periphery in the ancient World*, pp. 87-92, ICAC, Mérida, 2014,
- [14] Matilla, G., Molina, J.A., Egea, A., Arias, L. Roman baths in south-east hispania: historical, architectural, religious and social aspects. En *Spa-Sanitas per Aquam. Internationales Frontinus-Symposium zur Technk- und Kulturgeschichte der Antiken Thermen*, Aachen 18-22 März 2009, editado por Kreiner, Ralf y Letzner, Wolfram, pp. 253-258. Peeters, Leuven, 2012.
- [15] Matilla, G., Pelegrín, I. Contexto arqueológico de la Cueva Negra de Fortuna, *Antigüedad y Cristianismo* 4:109-132, 1987
- [16] Ranieri, M. *Pompeya. Historia, vida y arte de la ciudad sepultada*, Círculo de Lectores, Barcelona 2004.
- [17] Sillières, P. Une grande route romaine menant à Carthagène: La voie Saltigi-Carthago Nova, *Madridier Metteilungen* 23: 247-257, 1982
- [18] Stylow, A.U., Mayer, M. Los “Tituli” de la Cueva Negra. Lectura y comentarios literario y paleográfico, *Antigüedad y Cristianismo* 4: 191-235, 1987.
- [19] Velazquez, I., Antonio Espigares. Traducción al castellano de los textos de la Cueva Negra. *Antigüedad y Cristianismo* 13: 453-475, 1996.

THE WATER SUPPLY AND DRAINAGE SYSTEM OF THE ROMAN HEALING SPA OF CHAVES (AQUAE FLAVIAE)

S. Carneiro

Chaves Archaeological Unit, Chaves, Portugal.

Keywords: Roman Water Supply, Northwestern Hispania, Roman healing spas, Roman Archaeology.

Abstract

The Roman healing spa of Chaves is a monumental complex with two large pools; eight smaller individual ones; a large open yard and a *nymphaeum*. The complexity of the 3rd century water abstraction, supply and drainage system reveals great ingenuity and inventiveness in adapting to local needs, topography and water temperature

1 Introduction

Just like a living organism depends on a constant flow of blood through its circulatory system for its existence, a spa absolutely needs the water from a medicinal spring to be conveyed through a system of pipes and conduits in order to feed the different treatment areas at a constant and controlled temperature and flow rate. Pushing the metaphor further, a Spa has the equivalent to the venal and arterial systems: the water supply and drainage systems. Finally, the spring, reservoir and *castelum aquae*, function as a heart, with two chambers, both distributing thermal water to the different pools and allowing the diversion of the water by means of sluice gates, like the valves in a heart.

The excavations at Arrabalde square in Chaves, Portugal, carried out from 2006 to 2008 and 2012 to 2015, uncovered an extremely well preserved set of structures: the Roman healing spa that gave the city its roman name: Aquae Flaviae (Cf. Carneiro [1]).

The spa complex was built directly atop the hot mineral springs (73°C). Two main building phases were identified: one from the 1st century AD, of which only a few opus signinum pavements and the foundations of a wall destroyed by the second phase are extant; and the other, corresponding to a major renewal of the complex, ascribed to the late 2nd or early 3rd Century AD by the radiocarbon dating of the wooden formwork of an *opus caementicium* wall connecting pool A to the cloaca 1 (Beta - 391931: Cal AD 135 to 335 (2σ), and by the marble sculpture of a young girl with the hairstyle of Julia Mamaea found at the bottom of pool A. To this second phase of construction belong the building of the two large main pools (A and B), eight smaller secondary pools, a large palaestra and an intricate water flowing system comprising reservoirs, cloacae and several conduits connecting the pools to the springs.

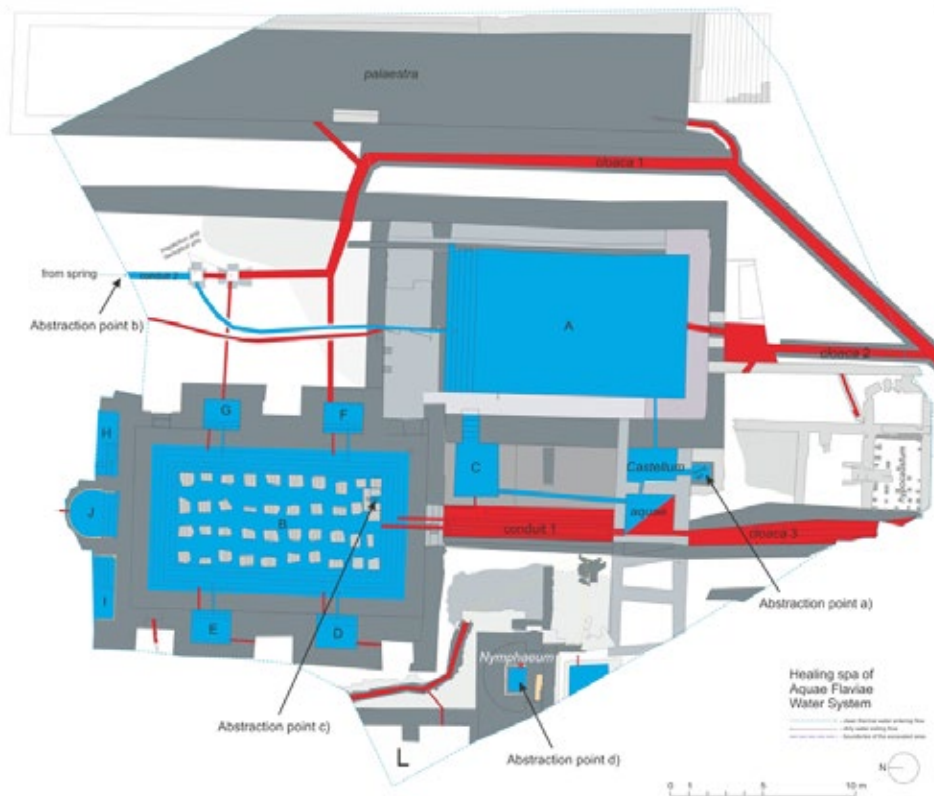


Figure 1: Plan of the water system.

Next to the bathing area, there is also a small exedra nymphaeum that was built in phase I and monumentalized in phase II.



Figure 2: General view.

2 The thermal-mineral water abstraction

Like in many other Roman healing spas, the water abstraction was done

directly in the bedrock by excavating all the area and building a thick layer of *opus caementicium* that guaranteed the insulation of the springs and prevented them from being contaminated with other waters.

This was also the case in Bourbon-l'Archambault [3], where an *opus caementicium* reservoir was built atop the spring; Vichy [4] [5], with an *opus caementicium* spring-well with wood at the bottom; Caldes de Montbui [6], where the pool presently under the Plaza de la Font del Lleó was built directly over the springs and the excavations under the old Hospital of St. Susagna revealed a series of conduits made of tegulae and *opus caementicium*; Nérís-les-Bains [7], with lead pipes

from the abstraction well in *opus caementicium*; Bagnères-de-Luchon [8] with the abstraction in *opus caementicium* and a wooden conduit, lead pipes and tile conduits; Dax [8] with *opus caementicium* over the spring and brick conduits; Fordongianus [10], where there's an *opus caementicium* abstraction; Royat [8]: *opus caementicium* abstraction. Spring-well lined with wooden beams and a lead pipe, canals that feed the pools and cloacae to carry the water to a nearby river; Le Mont-Dore [3]: *Opus caementicium* and wood abstraction; Evaux-les-Bains [8], with a thick 3,5 m *opus caementicium* layer, on which masonry abstraction wells and lead pipes were sunk; Saint-Honoré-les-Bains [8], where two small rivers were deviated and insulated from the springs, a layer and wall in *opus caementicium* assured further insulation and seven pools communicated between themselves through a canal lined in marble; Lugo [2]: *opus caementicium* abstraction with wooden conduit inside; Montbouy [10]: *opus caementicium* and stone conduits; Amélie-les-Bains [8] has hexagonal *opus caementicium* wells, possibly reservoirs, imbrex piping for the conveyance of the thermo-mineral water and a brick aqueduct that brought the water from the spring into the pools. Cold water was also conveyed by means of a conduit dug partially on the rock; Menthon-Saint-Bernard [8] had brick pipes embedded in the *opus caementicium*. Lead pipes and *opus caementicium cloacae* are also referred to; finally, in Plombières-les-Bains [8], large abstraction works were carried out, exposing the bedrock in a large area, a thick *opus*

caementicium layer was built with a three meters wide *opus caementicium* barrier to prevent the dispersion of the thermo-mineral waters, a six meters wide stone conduit conveyed the waters to the pools and large (11cm) bronze taps controlled the water flow.

In Chaves, this *opus signinum* substratum is prevalent all over the complex and is visible under the stone *opus quadratum* in many places.

Four thermal-mineral water entrance points were detected in the spa complex:

a) The spring-well, a 45 x 55 cm *opus quadratum* pit, 80 cm deep, by the southwestern corner of pool A that has a hole in the bottom, underneath which a wooden conduit conveys the water into a *castellum aquae*;

b) Conduit 2, a 55 cm. wide stone conduit that brings thermal-mineral water from a spring somewhere to the north of the excavated area;

c) A spring at the bottom of pool B;

d) An *opus caementicium* well in the middle of the *nymphaeum* with a hole in the bottom from hence thermal mineral water gushes.

Entrances a) to c) feed the pools, whereas d) is a closed well with only an overflow, and presumably served religious purposes and, eventually as a fountain-well for drinking the thermo-mineral water.

Points a) and d) are presumably direct abstractions on the bedrock, although this may not be ascertained without a doubt, for the water flows through holes on the bottom of the wells. The well in the centre of the *nymphaeum* is very similar to the

well in the Roman spa of Lugo, Spain, which, according to González Soutelo [2] serves as a collection point for the thermo-mineral water abstracted elsewhere.



Figure 3: Opus caementicium substratum visible in the castellum aquae.



Figure 4: Opus caementicium substratum visible at the bottom of the steps of pool D.



Figure 5: Opus caementicium substratum and wooden formwork visible under the masonry of cloaca 3.



Figure 6: The spring-well by the castellum aquae.



Figure 7: Inside of the Spring-well.

Point b) is the thermo-mineral water that arrives at conduit 2 from a spring somewhere to the north of the unexcavated area.

Besides producing a larger amount of water to feed pool A, this secondary conduction allows for the



Figure 8: The nymphaeum.



Figure 9: The nymphaeum's opus caementicium well.

water to cool, by travelling through a longer path before arriving at the pool. The flow control over both entering points (a and b), would make it possible to manage the bath temperature effectively as will be explained below.



Figure 10: Figure 10. Hot water entering conduit 2 from the north.

Finally, point c) is actually the bottom of pool B, since extremely hot water comes out of the spaces

between the slates, making it clear that this pool was built atop the spring itself. It is possible to identify a square stone structure from where most of the water originates, even though it emanates from several other points on the stone covered bottom.



Figure 11: Spring at the bottom of pool B.



Figure 12: Thermo-mineral water coming out of the spring at the bottom of pool B.

The thermo-mineral water conveyance

As was said above, thermo-mineral water is conveyed from the spring-well into the castellum aquae by means of a wooden conduit inside a hole in the opus caementicium wall that separates the two structures, similar to the one in the Roman spa of Lugo. This seems to have been a very common material used in

Roman spas all over the empire (see table 1) especially near the springs or water abstractions. The thermal insulation properties of wood could explain this preference, as well as the ease in working and availability of this material.



Figure 13: Wooden conduit that conveys the water into the castellum aquae.

From the castellum aquae, after being filtered by a layer of sand in the bottom, and upon reaching 1,25 m above its point of origin, the water flows into pool A through a hole in the western opus quadratum stone outside wall.



Figure 14: Hole in the wall from the castellum aquae into pool A.

The other entrance of water into pool A is assured by a brick conduit that connects the first of the inspection and derivation pits in conduit 1 with the third step on the northern side of the pool. Once again, there is a difference in elevation between the water level that comes from the spring and the brick conduit that

takes the water into pool A. This difference seems to have served cooling and decanting purposes and allowed for the derivation of the water flow, by means of a sluice gate: when the sluice gate was open, water would go to the river through cloaca 1, allowing for pool A to be emptied for cleaning or repairing purposes; when it was closed, water would flow into pool A through the above mentioned brick conduit into an opening in the third step of pool A.



Figure 15: Abstraction point b): Stone conduit that brings thermal-mineral water from a spring somewhere to the north of the excavated area.



Figure 16: Grooves for sluice gate and conduit into pool A.

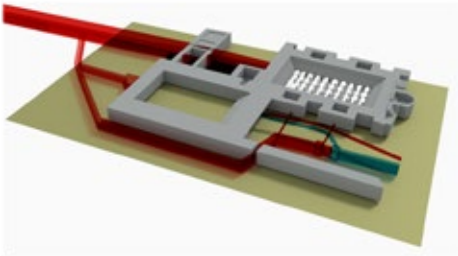


Figure 17: 3D model of the water supply and drainage system.

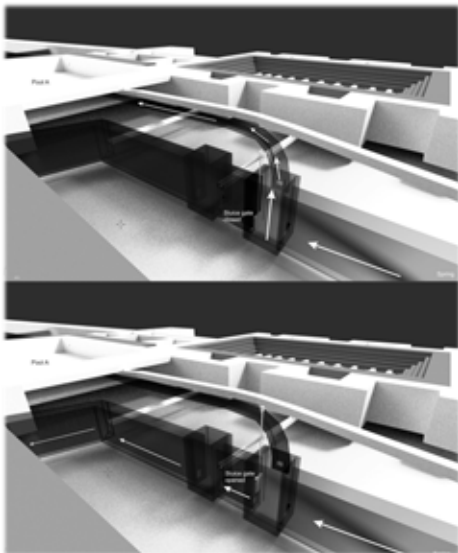


Figure 18: The two positions of the sluice gate: opened empties pool A; closed fills pool A.

The *castellum aquae* also conveys water directly to pool C, through a stone conduit at the bottom. As there is no other orifice in this small pool, one must assume that this stone conduit was also used for emptying the basin, which would be easy enough because the *castellum aquae* was divided allowing for the spring water to keep entering into pool A, but not go into pool C. Water would thus flow directly to *cloaca* 3 and into the river.

As was shown above, pool B doesn't require any water conveyance, since it was built directly atop

the thermo-mineral springs. Pools D to J, adjoining it, are supplied with water through holes and conduits carved in the stones of their steps.



Figure 19: Pool B and the subsidiary pools D to J.

The Choice of materials

The choice of materials for the conduits seems to be more related to the need to withstand heavy weights than to the function of the conduit. Whenever a conduit has to pass under the walls of the buildings, Stone masonry or *opus quadratum* seems to be the material and technique of choice; as the *cloacae* exit the building, conveying the surplus and dirty waters to the river, their built in bricks, a presumably cheaper and easier to obtain and use material for larger works.

Lead piping is only used in one instance: the *fistula* that serves for emptying pool A into *cloaca* 2.

Wood, although present in the formwork for the *opus caementicium* all over the complex, is only used for the conveying of water in the conduit from the abstraction point a) to the *castellum aquae*.

Brick was used in the *cloacae* 2 and 4 and in conduit 3.

Stone was employed for building conduit 2, *cloacae* 1 and 3 and the overflow 1.

Opus caementicium lined with stone masonry was used in conduit 1.



Figure 20: Lead fistula from pool A to cloaca 2.



Figure 24: Carved stone conduit. Overflow 1.



Figure 21: Stone masonry in cloaca 1.



Figure 22: Opus signinum lining. Southern end of cloaca 1.



Figure 23: Brickwork in cloaca 2.

Conclusions

The extraordinary conservation state of the Roman healing spa of Chaves allowed us to thoroughly understand its water circulation system, which is very complex and reveals the employment of sophisticated solutions to overcome the natural conditions of the site, namely the location of the springs and the high temperature of the water.

The comparison with Roman Spas from elsewhere in the Empire leads to the conclusion that, by the early 3rd century AD, there was a standard approach to the building of these complexes in terms of water abstraction and conveyance. The excavation of the infrastructures directly in the bedrock was replaced by the building of a thick layer of opus caementicium, as was done in Chaves.

Besides providing an excellent insulation of the thermal water from contamination, this substratum served as foundation for the building of the spa. The choice of material for the conduits was wide and responded to the specific needs of endurance and thermal behaviour.

Temperature and flow control were also among the main challenges Roman engineers had to address

and respond. The use of several abstraction points and the decanting of the water effectively solved these problems. Thermal-mineral water was a valuable and cherished natural resource. Its importance for healing purposes was well worth the enormous effort in building such expensive buildings as the spa of Chaves.

References

- [1] Carneiro, S. "As termas medicinais Romanas de Chaves". J. M. Arnaud, A. Martins and C. Neves, *Arqueologia em Portugal: 150 Anos*, Lisboa, 793-802, 2013.
- [2] González Soutelo, S. "El original sistema romano de captación y distribución de las aguas mine-romedicinales en el balneario de Lugo: nuevos datos". *Lucentum*, XXXIII, 191-200, 2014.
- [3] Audin, P. "Les eaux chez les Arvernes et les Bituriges (Les sanctuaires des eaux) - Chapitre I". *Revue archéologique du Centre de la France*, 22, fascicule 2, 83-108, 1983.
- [4] Corrocher, J. "Chapitre II : Les eaux ther-males de Vichy dans l'Antiquité". *Revue archéologique du Centre de la France*, 21, fascicule 2, 131-144. 1982.
- [5] Grenier, A. *Manuel d'archéologie gallo-romaine. Vol IV: Les monuments des eaux. Villes d'eau et sanctuaires de l'eau*. p 435-42. Paris, 1960.
- [6] Miró i Alaix, C. "La arquitectura termal medicinal de época romana en Catalunya. Las termas de Caldes de Montbui como ejemplo". *Espacio, Tiempo y Forma*, Serie II, Historia Antigua, V, 255-276. 1992.
- [7] Desnoyers, M. "Chapitre III : Nérises-Bains (Allier), ville thermale gallo-romaine". *Revue archéologique du Centre de la France*, 21, fascicule 2, 145-168. 1982.
- [8] Bonnard, L. & Percepied, É. *La Gaule thermale: sources et stations thermales et minérales de la Gaule à l'époque gallo-romaine*. Paris: Plon et Nourrit. p. 346. 1908.
- [9] Taramelli, A. *Scavi e scoperte 1903-1910*. 7-30 Sassari: Carlo Delfino. 1982.
- [10] Dupuis, F. *L'Aquis Segeste de la carte de Peutinger doit être placé a Montbouy, dans l'arrondissement de Montargis*. Orléans: Alex Jacob. 1852.
- [11] Frade, H. & Moreira, J.B. "A arquitectura das Termas romanas de S. Pedro do Sul". *Espacio, Tiempo y Forma*, Serie II, Historia Antigua, V, 515-544. 1992.
- [12] Medrano Marqués, M. & Díaz Sanz, M.A. "Reconstrucción del balneario romano de Fitero (Navarra)". *Saldvie*, 5, 177-189. 2005.
- [13] Dupré, N. "Sources médicinales et thermalisme dans le bassin de l'Ebre. Les problèmes de la documentation antique". *Espacio, Tiempo y Forma*, Serie II, Historia Antigua, V, 77-294. p p. 288. 1992.
- [14] Llinás i Pol, J., Merino i Serra, J. & Montalbán i Martínéz, C. "Les termes romanes de Sant Grau (Caldes de Malavella). Novetats arran de les excavacions de 2002". *Quaderns de la Selva*, 14, 69-89. 2004.

- [15] Gsell, S. *Les Monuments antiques de l'Algérie* (I). Paris: Albert Fontemoing. 1.236 39. 1901.
- [16] Vikić-Belančić, B. & Gorenć, M. "Arheološka istraživanja antiknog kupališta u Varaždinskim Toplicama od 1953.-1955. Godine". *Vjesnik arheološkog muzeja u zagrebu*. 1, n.º 1. 75-127. 1958.
- [17] Colini, A.M. Vicarello. *La sorgente termale nel tempo*, Roma 1979.
- [18] Bernabo Brea, L. "La source thermale de San Calogero". *L'eau, la santé et la maladie dans le monde grec*. 169-180. Athens, 1994.
- [19] Allen, T.J. *Roman Healing Spas in Italy: A Study in Design and Function*. Alberta, 1998.

Table 1: The choice of materials for the water abstraction and conduits of several Roman Healing spas throughout the Empire.

	Stone conduits	Lead pipes	Brick conduits / pottery pipes	Wooden conduits	Opus caementicium abstraction / conduits	Reservoir / Castellum aquae	Pools / abstraction directly atop the springs	Sluice gates
Chaves	x	x	x	x	x	x	x	x
S. Pedro do Sul [11]	x							
Fitero [12]	x		x		x	x		
Panticosa [13]				x				
Bouarbone les bains [8]		x						
Bourbon-l'Archambault [3]	x	x			x	x		
Vichy [4] and [5]	x			x	x		x	
Caldes de Montbui [6]			x		x		x	
Caldes de Malavella [14]				x				
Hammam Essalihine [15]		x						
Varaždinske Toplice [16]	x		x					
Néris-les-Bains [7]	x	x			x			
Bagnères-de-Luchon [8]		x	x	x	x			
Vicarello [17]						x		
San Calogero [18]						x		
Valchetta [19]						x		
Montegotto Terme [20]		x	x					
Bath [21]	x	x		x		x		x
Sasso di Furbara [22]	x							
Civitavecchia [23]		x	x					
Dax [8]			x		x			
Fortuna [24]	x						x	
Fordingianus [9]	x	x	x		x	x		
Djebel el-Oust [25]							x	
Hammam Berda [15]								x
Rovat [8]		x		x	x			
Le Mont-Dore [3]				x	x			
Caldas das Taipas [26]		x						
Evaux-les-Bains [8]	x	x			x			
Saint-Honoré-les-Bains [8]	x				x			
Saint-Laurent-les-Bains [8]		x	x		x			
San Calogero [19]	x							
Lugo [2]				x	x			
Montbouy [10]	x				x			
Amélie-les-Bains [8]	x		x		x			
Coren [8]				x			x	
Fumades [8]	x	x		x				
Maizières [8]	x		x				x	
Menthon-Saint-Bernard [8]		x	x		x			
Niederbronn-les-Bains [27]	x	x	x					
Plombières-les-Bains [8]	x				x			
Saint-Galmier [8]		x	x					
Uriage [8]		x		x				
Ydes [8]	x		x					

FUENTES Y BAÑOS EN OURENSE EN LA EDAD MEDIA

F.J. Pérez Rodríguez

M. B. Vaquero Díaz

Universidade de Vigo, Ourense, España.

Palabras clave: fuentes, baños, termas, edad media, Ourense.

Resumen

La ciudad medieval de Ourense contó con la ventaja de poseer en ella misma y sus alrededores hasta seis fuentes, lo que redundó en la comodidad de sus habitantes a la hora de abastecerse de agua, contando, a mayores, con el privilegio de un manantial de agua caliente que fue utilizado para los baños públicos de la ciudad.

1 Introducción

El agua es un elemento esencial para el desarrollo de la vida humana a todos los niveles y en cualquier época. Las sociedades desarrolladas actuales han olvidado el trabajo que supuso para sus antecesoras más o menos lejanas en el tiempo el abastecimiento de agua para sus más variados empleos, comenzando por la necesidad básica de agua potable para beber o cocinar.

En época medieval la necesidad de abastecimiento de agua se observa en todos los núcleos urbanos de la Europa occidental. Así, por ejemplo, París, atravesada y estructurada en torno a un río tan caudaloso como el Sena, tuvo que buscar en su subsuelo y en sus proximidades agua potable puesto que tanto el Sena como los arroyos que pasaban por la capital francesa estaban contaminados [1].

A mediados del siglo XIII, en Las Siete Partidas, Alfonso X establece la titularidad pública de las aguas de ríos y fuentes y, tanto en la Península como en otros lugares de Occidente, gestionar los acuíferos es tarea de las autoridades locales [2].

El fácil acceso al agua es, pues, un factor importante en el establecimiento de un núcleo urbano, tanto en época medieval como en cualquier otra. En este sentido, Ourense es una ciudad privilegiada gracias no sólo a un buen número de acuíferos sino que, además, goza de la indudable ventaja de poseer unas fuentes de agua caliente como las Burgas. La historiografía ha incidido en el protagonismo de estas aguas en el origen de Ourense en tiempos romanos, si bien su conformación como núcleo destacado de Gallaecia no tiene lugar hasta época sueva, cuando Ourense aparece como sede episcopal en el primer concilio de Braga, celebrado en 561 [3].

Como otras localidades del norte peninsular, la sede episcopal auriense y, por extensión, el núcleo en que se asentaba, desaparece durante los siglos VIII y IX. A finales de esta última centuria el obispado habría sido restaurado por Alfonso III, volviendo a desaparecer en el siglo XI hasta su restauración definitiva hacia 1071.

2 Ourense entre los siglos XII y XV

Aunque no existen datos al respecto, es de suponer que a partir de entonces Ourense comenzó a recibir pobladores al tiempo que se renovaba su catedral y los edificios episcopales. En 1122 doña Teresa de Portugal, a la sazón gobernadora del territorio, concede a la ciudad un mercado mensual, da seguro a quienes vengan a poblarla y, simultáneamente, la pone bajo señorío del obispo, quien a continuación confirmó el fuero, las costumbres, por las que se regía la población [4].

Ourense renace así en el siglo XI sobre lo que muy probablemente había sido el núcleo altomedieval. Su desarrollo a partir de 1071 es desconocido a causa de la falta de documentación, que empieza a aparecer a partir de finales del siglo XII. En esta época están ya diseñadas las líneas maestras de la evolución urbana del Ourense medieval [5]. En 1200 la ciudad cuenta con los que van a ser sus edificios señeros durante todo el antiguo régimen: la catedral, el palacio episcopal y la iglesia de la Trinidad. Los tres edificios se alinean de norte a sur, sobre los ejes de comunicación que atraviesan la ciudad y que conforman sus calles principales, todavía perfectamente visibles en el siglo XIX.

Como puede observarse en el plano (figura 1), la vía principal que viene del norte es la actual calle de Santo Domingo *-rúa da Corredoira medieval-*, que desemboca en la Plaza del Hierro *-Cruz dos Ferreiros-*. Desde ésta, la *rúa da Obra* conduce directamente a la catedral, mientras que otras dos la rodean por el este

-Fornos- y oeste *-Zapateiros-*. Sobre el antiguo cementerio catedralicio *-claustro de San Martiño-* y bordeando, también por el este, el palacio episcopal, la antigua *rúa de Penavixía* conduce hasta la *Fonte Arcada* *-hoy plaza de San Cosme-*, desde donde parten los caminos hacia Allariz y Castilla, bien por Santa Mariña do Monte, bien por Seixalbo. La otra vía, que rodea catedral y palacio episcopal por el oeste, parte de la *rúa dos Zapateiros* a la *praza do Campo* *-Maior-* y, por las calles de *A Barreira*, *A Fontaíña* y *O Vilar*, llega hasta la iglesia de la Santísima Trindade, abandonando Ourense por el sur hacia Celanova y Portugal o hacia Allariz y Castilla por San Cibrao das Viñas.

Ambos recorridos bordean el centro neurálgico de la ciudad, que es el comprendido entre la catedral y el palacio episcopal. Entre ambos se encuentra la Praza por antonomasia del Ourense medieval, en donde se celebra el mercado mensual y la feria anual, que tiene lugar en honor de san Martín con una duración de dos semanas en noviembre. Pero *A Praza* rebasa ampliamente el papel de corazón comercial de la urbe, pues en torno a ella se localizan dos de sus tres cementerios: el ya mencionado de la catedral, situado tras su ábside, y de Santa María Madre o de la Magdalena, pues desde él se accede a la iglesia y a la capilla de este nombre.

El crecimiento de la ciudad durante el siglo XIII hizo que el espacio, relativamente reducido, de *A Praza* fuese insuficiente para el desarrollo del comercio urbano. A principios del XIV la plaza o *cruz* que estaba sobre

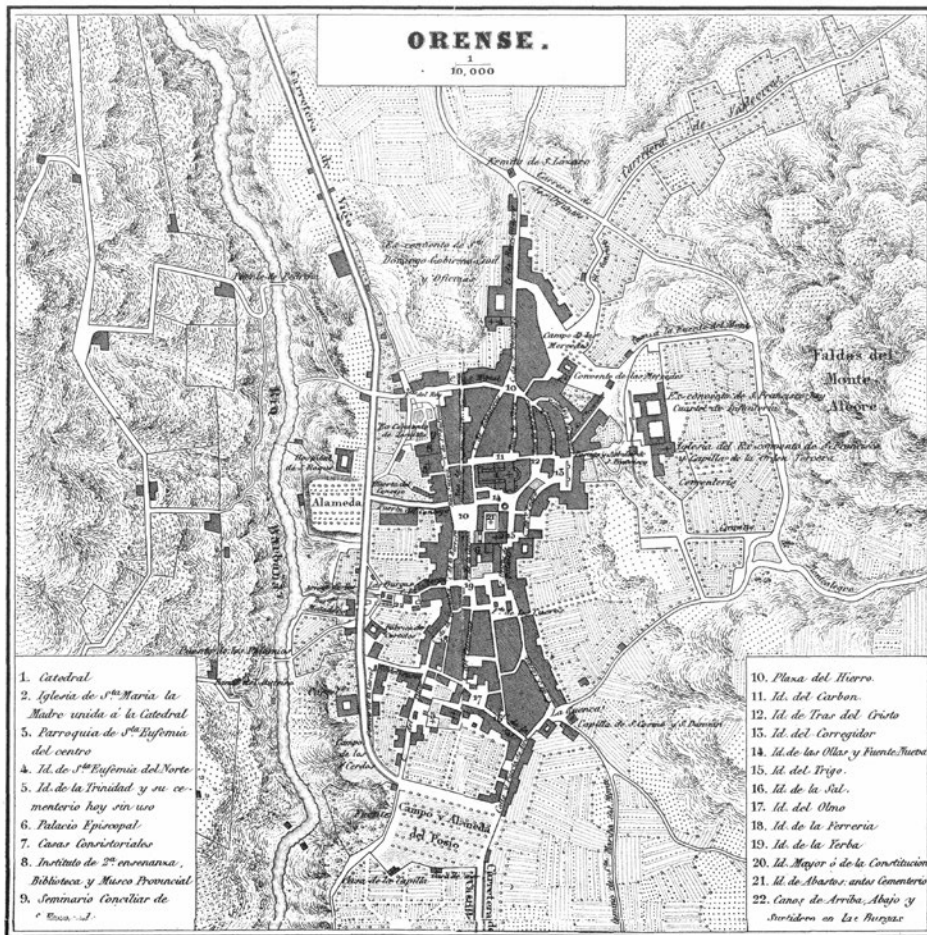


Figura 1: Ourense en el siglo XIX [6].

el cementerio de San Martiño pasa a denominarse *do Centeo*, mientras que entre A Praza y O Campo aparece la *rúa das Tendas*. A mediados del trescientos se documenta también la *Pixotaría*, que fue instalada entre la Cruz dos Ferreiros y las tres calles de Cimadevila.

A estas rutas principales norte-sur se añade otra paralela que, desde la actual Praza Maior, se dirige hacia al Puente Viejo sobre el Miño a través de las rúas llamadas *Nova* y *da Fonte do Bispo*. El nombre de la primera -*Nova*- indica que la formación posterior de este camino respecto a su paralelo

oriental ya indicado. Entre ambos se conforma a finales del siglo XII la *rúa dos Arcediagos*.

El plano de la ciudad y las calles mencionadas muestran como Ourense se orienta en una dirección norte-sur, adaptándose a la pendiente que desciende desde Monte Alegre hasta el río Barbaña. La orografía determina la estructura urbana, haciendo que las calles con orientación este-oeste sean en su mayoría simples callejones que relacionan entre sí las vías ya mencionadas. Su menor importancia se refleja en la carencia de nombres,

que solamente poseen dos: la *rúa do Pumar*, que limita por el sur el palacio episcopal, y la *Canicouva*, que refleja en sí mismo su mala condición.

3 Las fuentes del Ourense medieval

La breve relación que acaba de hacerse de las rúas aurienses del medievo es significativa de la importancia que tienen las fuentes en el conjunto urbano. Tres de las calles mencionadas toman de ellas su nombre: Fonte Arcada, A Fontaiña y Fonte do Bispo.

La Fonte Arcada es la primera en documentarse, pues se trata probablemente de la *fonte* citada en 1198, apareciendo como *Fonte Archato* en 1230. La diferencia en la denominación demostraría que, entre ambas fechas, se hicieron obras en ellas dotándola del arco o arcos que la distinguían. Situada en la parte alta de la ciudad, en la actual plaza de San Cosme, su importancia queda resaltada por situarse en una encrucijada clave de la red viaria auriense. Ante ella confluyen los ya mencionados caminos de Castilla, uno por Santa Mariña, el otro por Seixalbo, a los que se añade el de menor importancia hacia Montealegre y, por último, la calle que lleva hacia el centro de la ciudad.

El volumen de agua que manaba de la Fonte Arcada debía ser considerable, pues daba origen a un regato que servía para regar las huertas que ocupaban la pendiente que se extendía entre ella y la *rúa do Vilar*. Estas huertas, llamadas *chousas* en la documentación de la época, dieron nombre a una calle –la *rúa das*

Chousas– que se documenta desde 1224 y por la cual discurría el arroyo –*ultra regarium qui fluit per ipsum uicum* se dice en 1250– en dirección noroeste y que se dirigía hacia el Barbaña por la Fontaiña y la Burga.

Durante el siglo XIII la Fonte Arcada está todavía rodeada por *chousas* y viñas, aunque a lo largo de la centuria se iría edificando a su alrededor, documentándose la *rúa de Fonte Arcada* en 1340. Cuando en torno a 1300 Ourense se rodee de una muralla, esta fuente quedará dentro del recinto, dando nombre también a la puerta que se abría a su vera, defendida por al menos una torre que se documenta, también, en 1340 por primera vez.

La Fontaiña es la segunda fuente que quedó dentro de la cerca auriense del XIV. Indudablemente, es la más «urbana» de Ourense, plenamente imbricada en el entramado de la ciudad, dando nombre a una calle desde principios del siglo XIII. Aunque la documentación medieval nada dice al respecto, es de suponer que su manantial sería uno de las *quatro* o *cinco* fuentes de *agua callyente* que menciona el concejo en 1565 [7].

Fuera del núcleo propiamente urbano Ourense contaba con tres fuentes inmediatas a él: la *fonte do Bispo*, la Burga y la del Posío.

Como la Fonte Arcada, la del Obispo aparece en el siglo XIII – desde su primera mención en 1214– rodeada de campos y viñas. A mediados de la centuria empieza a construirse en el camino que va desde ella a la *rúa Nova*, documentándose en 1258 un vicum *Fonte Episcopi* que no se consolida hasta

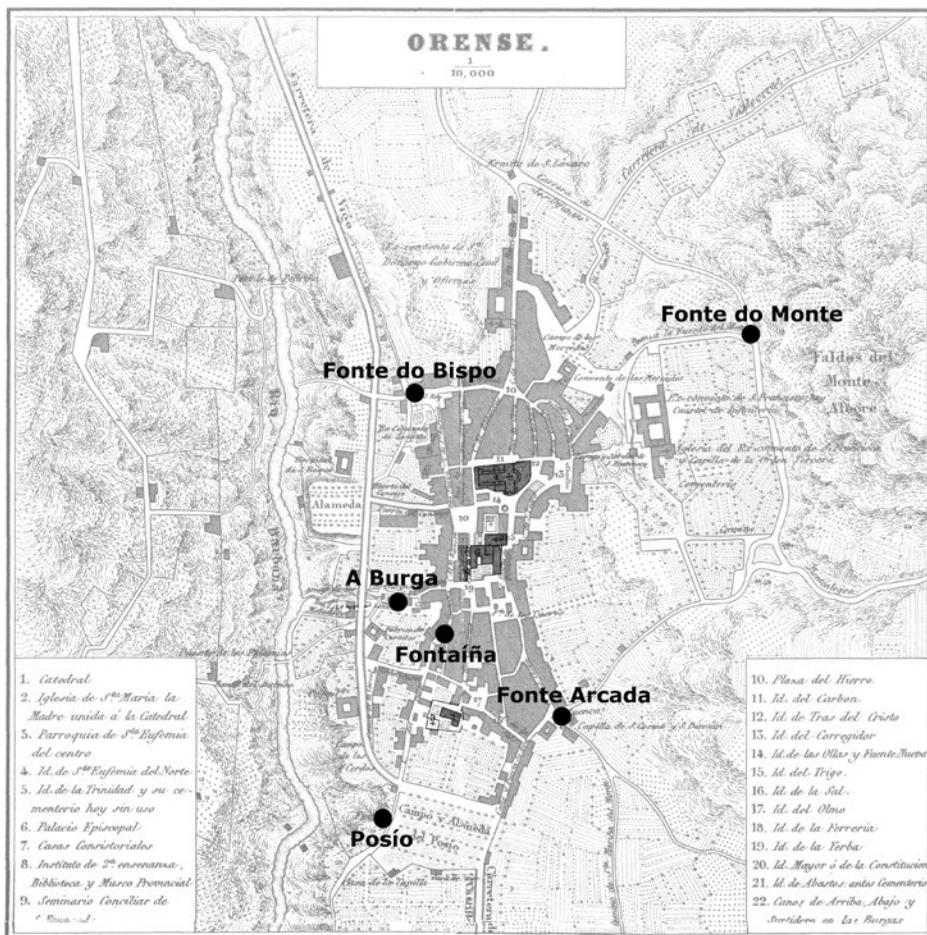


Figura 2: Las fuentes del Ourense medieval.

aproximadamente un siglo después. La cerca la dejó fuera del perímetro urbano, aunque la puerta más próxima recibió su nombre –*las casas que estan sobre la porta da Fonte do Bispo*, se dice en 1301–.

Por el volumen de agua y por manar a una alta temperatura, la Burga es indudablemente la más característica de las fuentes ourensanas. Su entorno actual aún refleja bastante bien su realidad medieval: la ciudad la evita, dejándola al margen. Malamente documentada en el XIII, en el XIV aparece rodeada de *chousas* y viñas. Es posible que

el caudal originado por las Burgas, unido al que, procedente de Fonte Arcada, recogía también el agua de A Fontaiña, tuviese un volumen suficiente como para que fuese preferible dejar a la fuente fuera del entramado urbano. Téngase, además, en cuenta, las fluctuaciones de caudal, cuyas crecidas destruyen en ocasiones las obras de la Burga, según alega el concejo en 1565 [8]. Por las razones que fueren, la Burga quedó también fuera de la cerca construida hacia 1300, dando nombre a la puerta que llevaba a ella. A finales de XIV

se documenta la *rúa da Burgaa* que, siguiendo la tónica comentada de las orientadas este-oeste, es corta, coincidiendo con la que actual de ese nombre.

Aunque próxima a la ciudad, la fuente del Posío parece haber tenido mucha menos importancia que las anteriores en la vida del Ourense medieval. Documentada desde 1205 raramente aparece después.

Aunque más lejana, el papel de la Fonte do Monte, en las faldas de Monte Alegre, parece haber sido más relevante. Probablemente no para surtir de agua potable, sino por servirse de su caudal para regar los campos del noreste de la ciudad, sobre la *rúa da Corredoira*. De su agua se abastecería también la *Pía da Casca*, situada en la actual praza de As Mercedes, fuera de muralla, que puede haber servido para alguna actividad relacionada con el curtido de pieles [9].

La documentación medieval no describe las fuentes, dando apenas algún detalle sobre ellas. La Fonte Arcada, por su nombre, permite suponerla con uno o más arcos, que cobijarían *a fonte e pilo* que cabildo y concejo ordenan reparar en 1434.

La Burga contaba también con, al menos, un *archus lapideus* citado en 1282, mencionándose en 1340 el *arca do cano da Burgaa*. Sus aguas, calientes a la par que abundantes, harían de esta fuente la principal de la ciudad, con una utilidad que rebasaría ampliamente la del resto de manantiales, aunque no existe testimonio de ello hasta la segunda mitad del siglo XVI, cuando el concejo dice de ellas *que sustentan al pueblo de agua calyente para*

amasar el pan y para labar ropas, baxilla, y azer lejas, y recozer tripas, pelar puercos, y otras cosas [10].

4 Los baños del Ourense medieval

Muy próximos a la Burga, hacia el sur, se sitúan los baños del Ourense medieval. Documentados desde 1224, en 1260 aparece un *uico de Balneis* que debe tratarse de la *rúa pública que uay para o banno* mencionada en 1329. Los datos sobre ellos son apenas menciones hasta el siglo XV: en 1437 se encontraban en pésimo estado, por lo que el concejo ordena repararlos y limpiarlos. Era un edificio de piedra cubierto con teja que se dividía al menos en dos salas, una para los hombres y otra para las mujeres. Para ellos se aprovechaba uno de los manantiales de agua caliente, que probablemente recaía en las bañeras para salir después del edificio, hacia el Barbaña. De los nacientes que, al parecer, había en el lugar, se selecciona uno de ellos, evitando que se mezcle con otros para que el agua que llegue a las piscinas lo haga lo más limpia posible [11]. Tanto los vecinos y vecinas de la ciudad como los y las no avencidados en Ourense podían hacer uso de ellos por un pago anual que, en 1437, se estipula en una blanca.

La ciudad contaba con otros baños a las afueras, en el Posío, documentados incluso antes que los anteriores, en 1208. Probablemente de agua fría, tendrían mucho menos éxito que los próximos a la Burga, que, como se ha visto, eran los baños por antonomasia de Ourense.

5 Conclusiones

Ourense aparece en la Edad Media como una ciudad privilegiada gracias a un número de fuentes que parecen más que suficientes para abastecer a su población de las necesidades básicas. A este importante número de acuíferos se añade la ventaja evidente de gozar de varios manantiales de agua caliente a una temperatura bastante elevada. Estas fuentes fueron, lógicamente, aprovechadas por los ciudadanos para el aseo personal en unos baños públicos que prolongan así durante el medievo el uso que habían tenido en épocas anteriores y que se estima estuvieron en el origen de la aglomeración humana que se asentó sobre ellas.

Notas

- [1] Lorent, P., Sandron, D. *Atlas de Paris au Moyen Âge*. Parigramme-Compagnie parisienne du livre. París, 2006: 217-219.
- [2] Sobre la reglamentación del agua en el reino castellanoleonés, *vide* María Isabel del Val Valdivieso. «Política urbana y percepción de los recursos hídricos en la Castilla bajomedieval», *Minus* 21, 2015, así como los numerosos trabajos de esta y otros autores sobre el agua en la ciudades castellanas citados en dicho trabajo.
- [3] Reboreda Morillo, S. «Historia Antiga». En *Historia de Ourense*, 99-115, Vía Láctea, Perillo, 1996. Sobre las excavaciones realizadas en Ourense, que modifican o perfilan teorías anteriores sobre época romana y medieval, Museo Arqueológico de Ourense (coord.). Ourense. *A cidade, da orixe ao século XVI*, 2010.
- [4] Durany Castrillo, M. «Ourense na Idade Media». In *Historia de Ourense*, 121-126, Vía Láctea, Perillo, 1996.
- [5] Lo establecido a continuación sobre el urbanismo, fuentes y baños del Ourense medieval se basa en la documentación editada en los siguientes trabajos: Jesús Ferro Couselo. *A vida e a fala dos devanceiros*, 2 tomos, Galaxia, Vigo, 1967 (Ed. facsimilar en 1 tomo, Galaxia, Vigo, 1996). Beatriz Vaquero Díaz, Francisco Javier Pérez Rodríguez. *Colección documental del Archivo de la Catedral de Ourense*, I (888-1230), Centro de Estudios e Investigación 'San Isidoro'-Caja España de Inversiones-Archivo Histórico Diocesano. León, 2010. Beatriz Vaquero Díaz, Francisco Javier Pérez Rodríguez. *Colección documental del Archivo de la Catedral de Ourense*, II (1230-1300), Centro de Estudios e Investigación 'San Isidoro'-Caja España de Inversiones-Archivo Histórico Diocesano. León, 2010. María Ascensión Enjo Babío. *Colección documental del Archivo de la Catedral de Ourense (siglo XIV)*. Tesis doctoral inédita. Ourense, 2014. Ana María Gordín Veleiro. *Minutarios notariais de Rodrigo Afonso, Gonzalo Oureiro e Pedro Sánchez de Baeza (Ourense, s. XV)*. Tesis doctoral inédita. Ourense, 2015. Amalia López Martínez. *Minuta-*

rios notariales de Estevo Pérez. Tesis doctoral inédita. Ourense, 2015. *Libro de notas de Juan de Ramuín (Ourense, s. XV).* Tesis doctoral inédita. Ourense, 2015.

- [6] Los planos de Ourense han sido tomados del *Atlas de España y sus posesiones de Ultramar* elaborado entre 1847 y 1876 por Francisco Coello, incluidos en el apéndice en DVD de la obra de Francisco Quirós Linares. *Las ciudades españolas en el siglo XIX.* Trea - Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras del Principado de Asturias. Gijón, 2009.
- [7] Gallego Domínguez, O. *A cidade de Ourense. Unha visión a través dos séculos.* Museo Arqueolóxico Provincial de Ourense. Ourense, 2001: 131.
- [8] *y d'estar junto a un arroyo que por ellas pasaba derriba y desaze y quebra la llebada del agua cada año* (Olga Gallego Domínguez. Op. cit.: 131). A la Burga iría también a parar el agua que, cuando lloviese, bajaría por la *rúa do Pumar*, es decir, la cuesta que bordea por el sur el palacio episcopal, desde la parte alta de la ciudad.
- [9] López Carreira, A. *A cidade de Ourense no século XV. Sociedade urbana na Galicia baixomedieval.* Deputación Provincial de Ourense. Ourense, 1998: 86.
- [10] Gallego Domínguez, O. Op. cit.: 131.
- [11] *...que faça a outra parede que sal contra as ortas, honde esta a fonte d'agoa quente ... que faça*

agoa que vay contra as ortas de mestre Fernando alto de pedra, en maneira que non pase por el a dita agoa, en maneira que non torne a suzidade aos ditos baños; et outrosi que abra o cano por que sal agoa dos ditos baños fasta en baixo, a su o arco da pedra, et alinpe et aposte e repare o dito cano por vya que a agoa dos ditos baños se saya libremente... (Jesús Ferro Couselo. *A vida e a fala dos devanceiros*, vol. II, doc. nº 119).

LA ESTACIÓN BALNEARIA DE TRILLO (GUADALAJARA). SECUENCIA CONSTRUCTIVA Y EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO

A. Batanero Nieto

Arqueólogo, Centro de Estudios de las Peñas de Alcalatén y su entorno (CEPAE), Trillo, Guadalajara, España.

Palabras clave: edificios, balneario, Trillo, documentación, excavación, arquitectura, secuencia, concepto.

Resumen

La actividad constructiva en la finca del Balneario de Carlos III comenzó con una serie de edificios de baños sobre los manantiales. Durante el siglo XIX, fueron realizándose descubrimientos de nuevas fuentes termales, a los que correspondieron ampliaciones de aquellos departamentos de baños y una serie de instalaciones para el hospedaje de los bañistas. El desarrollo arquitectónico surgió por necesidad, pero se llevó a cabo en equilibrio con el gran entorno ajardinado que poseía el paraje.

A pesar de que los edificios no tenían ornamentos elaborados, ni grandes calidades en los materiales, la relevancia histórica del sitio los hizo dignos de muchas menciones y dos premios, al mérito al trabajo y a la calidad de sus aguas. Tras la Guerra Civil, esa importancia histórica no fue suficiente para restaurar las instalaciones de los baños, adquiriendo más peso el mal estado en el que se encontraban, por lo que se demolieron la mayor parte de ellos. Desde 1944 se construyeron unas nuevas instalaciones termales, acomodadas para la Leprosaría Nacional que se instaló en este y otro paraje cercano. Hace una década se diseñaron algunos

proyectos para su recuperación, llevándose a la práctica parte de uno de ellos y reabriendo las instalaciones en verano del año 2005.

1 Introducción

La investigación previa para la redacción de la Carta Arqueológica del término municipal de Trillo y la desarrollada para la actuación arqueológica sobre la galería de baños del siglo XIX; dieron como resultado un gran cuerpo de documentación entre los que existe abundante bibliografía y documentación gráfica. Son fundamentales los datos que ofrecen los médicos directores en sus memorias anuales manuscritas, conservadas en la Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid. Asimismo también es una fuente primordial la obra de Martínez Reguera, que recopila decenas de notas sobre el balneario de Trillo [2].

En 2007 se acometió la excavación arqueológica de parte de la galería de baños, obteniéndose numerosos datos sobre la construcción del edificio termal y el funcionamiento de la fontanería. Al tratarse de una re-excavación, los contextos estaban revueltos, pero se pudieron docu-

mentar materiales arqueológicos que constaban de recubrimientos de suelos y paredes y restos de recipientes de los siglos XVIII y XIX. También se hallaron fragmentos de cronología romana y medieval islámica, que apuntan al uso de las aguas siglos atrás, si bien por el momento no se han hallado restos de estructuras de dichas épocas [1].



Figura 1: Vista general del antiguo balneario de Trillo

A este cuerpo de documentación hay que añadir otro que ha ido recopilando el que suscribe posteriormente por motivación propia, y que consta de artículos de hemerotecas de revistas, descripciones de viajeros, fotografías, postales, folletos publicitarios y piezas de vajilla. Objetos que complementan en gran medida la información existente para aquel centro hidrológico. También se cuenta con entrevistas de antiguos trabajadores y descendientes de uno de los médicos directores. Se trata de la parte más humana de la información que existe para el conocimiento de este balneario.

2 El balneario ilustrado del s. XVIII

Las aguas de Trillo emergían a lo largo de un estrecho valle dispuesto

en dirección norte-sur, en la orilla izquierda del río Tajo, en el término municipal de Trillo (Guadalajara). Es una finca de gran longitud que casi llega al kilómetro, en la que se formaban charcas donde tradicionalmente se curaba el cáñamo. Así lo documentaba el primer documento impreso sobre ellas, que se recoge en el libro *“Espejo cristalino de las aguas de España”* escrito por el Doctor Alfonso Limón Montero y publicado en el año 1697: *“Las aguas termales de la Villa de Trillo se pueden contar entre las más excelentes de España, aunque no están en la estimación general que otras...”* [2].

Fueron numerosos los casos clínicos estudiados por los médicos de la comarca, incluso antes de que se realizaran las primeras instalaciones; comprobándose su ayuda al tratamiento de la artrosis, procesos cutáneos, reumatismo, neurosis, anemia, catarrros, raquitismo y un largo etcétera [3]. El hecho de que algunos personajes notables hubieran hallado alivio en estas aguas, las hicieron tomar fama. En 1770, el Decano del Consejo y Cámara de Castilla D. Miguel María Nava Carreño, que también obtuvo la salud en ellas; influyó en el rey Carlos III para la fundación oficial de los Baños de Trillo. En 1772 se iniciaron estudios para un mejor aprovechamiento de estas aguas. D. Casimiro Gómez Ortega, profesor de botánica del Real Jardín Botánico de Madrid y Académico de la Historia, fue el encargado de estudiar su composición química y propiedades, realizando análisis comparativo entre los cuatro manantiales conocidos hasta entonces [4].

Se levantaron estructuras para el baño, se hicieron jardines con paseos y se arregló el acceso desde Madrid, formando el llamado *Camino Real*. Las instalaciones se inauguraron en 1777, y constaban de varias estructuras de las que cuatro fueron baños y la quinta, un hospital con hospedería. Los departamentos de baños se encontraban dispersos por la finca, separados por cientos de metros, y se denominaban: *Baño de la Princesa*, *Baño de Carlos III*, *Baño de la Condesa* y *Baño de la Piscina*. Hay que destacar que el denominado *Hospital*, fue construido fundamentalmente para la atención de los pobres, estando financiado desde sus orígenes de forma filantrópica y administrado por una junta de patronos desde el siglo XIX, en el nombre del *Hospital Hidrológico de Carlos III* [5].

2.1 Fisonomía de las primeras construcciones

No hemos localizado los planos originales de las obras previas a la fundación, aunque sabemos que existió un proyecto realizado por el arquitecto Ventura Rodríguez para estos baños, fechado en 1775. Según el trabajo realizado por Larumbe Martín, el destacado arquitecto debió diseñar el edificio del hospital, y dio trazas y condiciones para construir alguna de las casas de baños. Además recopila una cita en la que se menciona que un edificio cómodo para los enfermos que iban a tomar las aguas era de planta circular. La autora indicaba que seguramente el proyecto de Rodríguez no llegó a realizarse, y no había en la finca antes de la construcción del nuevo hotel

ninguna estructura de planta circular [6].

No obstante, en la Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid, existen varios planos interesantes sobre este primer periodo constructivo en la finca del Balneario de Trillo. Fueron localizados por Agapito Pérez Bodega y publicada su referencia en 1986 [7]. El equipo del que suscribe los consultó, fotografió y analizó pormenorizadamente en 2005, para la documentación previa a la excavación arqueológica de la galería de baños (Exp. Cultura 06.1745). En 2011 fueron publicados por Aurelio García López, en una investigación histórica paralela [8].

De todos ellos destacan los diseños de reforma y ampliación realizados por Miguel Matheo de Fandos en 29 de junio y en 23 de octubre de 1788. Aunque no fueron llevados a cabo, representan el estado de los mismos antes de las reformas. Estos edificios se localizaban justo donde emergía el manantial, realizando una sencilla captación a poca profundidad y conduciendo el agua mediante pozos de filtrado, canales de sillería y tuberías de cerámica hasta unas bañeras de piedra sillería que se encontraban más bajas que el piso, y a las que había que bajar por unos escalones. Aquellas primeras construcciones eran pequeños edificios al modo de sencillos pabellones de gusto neoclásico, con planta rectangular y decoración sobria, que simplemente constaba de cornisas molduradas y sillares trabajados en dinteles y esquinas. Los vanos eran igualmente sencillos, todos adintelados, destacando las portadas de

mayor luz, como la de la entrada principal al edificio del Hospital. En la excavación de la galería de baños hallamos una cornisa moldurada, aprovechada bajo una ducha del siglo XIX. Por su forma y tamaño, quizá se trate de un fragmento que se representa en los planos descritos de los primitivos edificios de la finca.

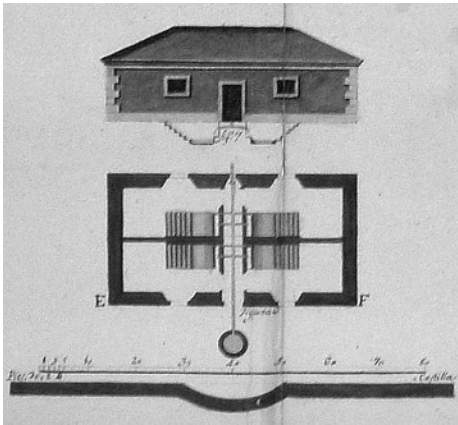


Figura 2: Plano del Baño del Rey en 1788.

Las circunstancias históricas del País, así como la mala gestión de los baños, hicieron que a principios de siglo XIX aún no se hubieran realizado las reformas proyectadas. Así encontramos en el fondo antiguo de la Biblioteca mencionada, otros planos que datan de 1819, pertenecientes al Informe Facultativo realizado por el arquitecto de la Real Academia de San Fernando, Pedro Alcántara de Zengotita Vengoa, sobre el estado en el que se encontraban los edificios de baños y nuevamente sobre las reformas necesarias en ellos y en el hospital. La idea aún se centraba en ampliaciones y reformas de fontanería, en aras de una mejora en la salubridad y calidad del agua, así como en el aumento de plazas para bañistas.

Todos los edificios de baños tenían

prácticamente las mismas características y planta, como si de un módulo repetido se tratara, poseyendo grabado el título y el año de construcción sobre el dintel monolítico de la portada principal. Aún se conserva el del edificio de la Piscina con fecha de 1778, aunque desplazado desde su emplazamiento original. En los que se situaban junto a la ladera del cerro, se había realizado un desmante y allanado para su construcción, realizando un muro de contención con forma de canapé, que enmarcaba el pozo de captación del agua minero-medicinal. Además existía y es aún visible un banco corrido de piedra sillería con moldura, donde descansaban los bañistas antes del turno de baño. El del Rey se distinguía por tener mayor caudal en su manantial, y poseía un gran pozo de filtrado hoy visible con tapadera circular de piedra caliza. Sobre la entrada del edificio había un busto a Carlos III y por dentro, la imagen de la Virgen de la Concepción, patrona de los baños [9].

Pero el edificio que destacaba por emplazamiento y por su sólida construcción, es el del *Baño de la Condesa*. Se halla cimentado sobre una roca que emerge del lecho del río Tajo, para aprovechar el agua mineromedicinal que manaba casi en la orilla del río. Para ello existían tallados en la base de la roca varios escalones que se introducían bajo el nivel freático del río. A este edificio se accedía por una extensa rampa que partía paralela a la ribera, salvando un gran desnivel y estando jalonada por dos muros con pretilos de piedra. Sobre este pabellón se construyó otra planta de tabicón de yeso en el

siglo XIX, pero hoy puede aún distinguirse la parte baja completa entre la maleza, así como su cornisa de piedra y sus gruesos muros de mampostería de cal. Esta construcción ha aguantado las fuertes embestidas de las crecidas estacionales del río Tajo, si bien en repetidas ocasiones el agua entraba por las ventanas del mismo. Lo que llama la atención desde el punto de vista arquitectónico es la ubicación, ya que desde este edificio se poseen unas magníficas vistas del río, que discurre en su tramo alto, por lo que hay que considerar también la percepción paisajística que se producía en el bañista que entraba a tomar aquellas aguas.

Las captaciones eran muy sencillas, y no tenían el interés de monumentalizar los manantiales. Tan solo quedaban a la vista pozos de filtrado y canales de sillería, ocultando en seguida los tramos mediante arquetas y tuberías cerámicas.

Todas las construcciones del siglo XVIII se asentaron sobre un refuerzo hecho a modo de pilotes formados con estacas de cuatro varas, que entraban a golpe en el lecho de turba del paraje. Sobre este se realizó un zampeado de "vigas tercias", y luego por encima una losa maciza de hormigón de cal y canto [10]. La sillería era de piedra caliza, obtenida en las inmediaciones de los baños, en la cima del hoy llamado Cerro de la Cruz. Durante la excavación arqueológica realizada en 2007 en el entorno del Baño del Rey, se comprobó la calidad de la cimentación de esta fase, así como de los tramos del sistema de fontanería conservado. Se observó el uso prioritario de mortero de cal de gran calidad, con mampostería y sillería caliza,

empleando el uso de grapas de hierro y plomo para algunas de las piezas.

2.2 El entorno

La otra parte fundamental del espacio lo constituía el entorno natural, que entonces se organizaba mediante paseos que conectaban estos edificios, jalonando los mismos con árboles y bancos de piedra. Se trataba sobre todo del efecto práctico añadido de producir sombra, para permitir el paseo agradable del agua. Pero era objetivo también la creación de una escena paisajística agradable, que coadyuvara en el tratamiento de los enfermos. En este sentido es destacable el trabajo de Casimiro Gómez Ortega, gran botánico de la Corte española, que desarrolló una gran labor de investigación y traducción de diversas obras, siendo imprescindible su papel en la formación del Real Jardín Botánico de Madrid. Fruto de la observación del entorno del balneario de Trillo, realizó un extenso listado de las plantas autóctonas de la zona, marcando aquellas con propiedades medicinales; e introdujo en la finca la especie *Robinia Pseudo-Acacia* o *falso aromo*, enviado desde dicho Jardín Botánico para su plantación junto a los edificios. Se trata de un árbol que produce una intensa y estética floración.

Es significativo un fragmento del texto que elabora en su descripción de la "Amenidad del sitio de los baños": *"La naturaleza conspira con el arte á amenizar este valle, las montañas que le rodean, y todo el camino desde Trillo hasta los Baños poblándole de arbustos, matas, y yerbas olorosas y medicinales, que recrean los sentidos,*

y *coadyuvan, administradas en caso necesario, á restablecer la salud*" [11].

En este sentido hay que considerar que la cura balnearia es el conjunto de valores terapéuticos que actúan sobre el individuo de forma integradas en un balneario. Concepto que estaba muy presente desde el principio en la ordenación del espacio del balneario de Trillo.

Diversos personajes destacados de la Corte pasearon por sus jardines en los años posteriores, como por ejemplo Gaspar Melchor de Jovellanos, tras su envenenamiento en el verano del año 1798: *"Jovellanos tolera bien el agua. Cada día hay discretos aumentos, hasta llegar a la dosis máxima de 5 vasos en ayunas. Después, como todos los agüistas, su paseo por las frondosas y frescas alamedas del Balneario -el clásico "pasear el agua"- y poder hacer el tiempo necesario para después tomar el desayuno de chocolate con leche*" [12]. Según apuntan algunos autores, el propio Jovellanos pensaba que los jardines no sólo servían para recrear la vista, sino también para *"interesar al corazón"* [13].

En definitiva, trataría de un profundo valle en la ribera del Tajo, en la que se hallaban edificios de una sola planta dispersos por la finca, y conectados por paseos y alamedas de origen silvestre y plantadas por el hombre. En general las infraestructuras creadas en nuestro País en esta época, no destacaban por su elaboración arquitectónica. Eran diseños alejados de la Academia, y ajustados a unos presupuestos que ofrecieran un mínimo de dignificación al sitio. Aún así, según Sánchez Ferre, los únicos balnearios que destacaban eran

Trillo, Caldas de Oviedo, Solán de Cabras y Archena [14]. Y en cualquier caso, el papel de la arquitectura era el de servir de manera funcional al binomio agua-entorno, que configuraba un balneario.

3 El balneario de Trillo en época liberal

Tras la regularización de la administración balnearia, establecida por el Real Decreto de 1816, varios médicos directores pasarían aún por los Baños de Trillo. Pero no fue hasta la llegada de D. Mariano José González y Crespo, médico director del balneario desde 1829 a 1868, cuando se realizarían las ampliaciones y mejoras que llevaron a mayor fama a este establecimiento. Además, la continua labor de investigación y publicación que realizó en tratamientos hidrológicos de diversas enfermedades, así como sus artículos de difusión sobre las mejoras en este balneario, fueron constantes a lo largo de su vida. Gracias a él la finca se convertiría en un gran complejo termal con más de 16 edificios, iglesia y hospital. Tal era la importancia del enclave, que el médico director trató de pedir que se decretara la erección de una nueva población que llevaría el nombre de "Santa Isabel" [15].

Es en esta fase cuando se produjo mayor aumento de los concurrentes. Pero el concepto fue cambiando desde la estricta idea hidrológica, para ir tomando un sentido cada vez más lúdico. En 1860, el proceso de desamortización hizo que la finca pasara a manos privadas. Sus primeros dueños fueron Francisco Morán y José Andrés Terreros, que contribuyeron

económicamente desde el principio al impulso y progreso de las instalaciones. Al año siguiente de la adquisición construyeron el primer hotel propiamente dicho del balneario, que se conocería más tarde con el nombre de Fonda Antigua. Según el médico director Marcial Taboada, en aquel edificio se proporcionaba *“habitación, mesa redonda, salones de descanso y de lectura, y vida, en fin, en común o vida de baños, permítaseme esta palabra, modo de asistencia desconocido en esta localidad en que todo el mundo vivía por su cuenta”* [16]. Y es que hasta entonces los bañistas se alojaban en casas de la localidad de Trillo o en apartamentos familiares que existían en la primera planta de la galería de baños. En el invierno de la siguiente temporada se ampliaría dicho edificio, añadiendo los salones de billar que aparecen en los folletos publicitarios, y los amplios comedores que había en la planta baja. Resultó una rápida construcción, en la que la calidad no era sobresaliente.

Aquel primer hotel, respondía mejor a la definición de fonda, tanto en los servicios como en las dimensiones. No poseía grandes ornamentos, y su estética se basaba en la misma que la del Antiguo Establecimiento. Se caracterizaba por poseer múltiples balcones que se orientaban hacia el paseo que iba paralelo a su fachada, y con vistas frente a la galería de baños y a sus jardines, que estaban en un escalón inferior, tras el muro de contención que se levantó en 1777.

Se trataba de construcciones de planta rectangular, realizadas con mampostería, sólo destacando como obra de sillería las esquinas, jambas y dinteles. Sabemos que las cornisas no

eran de sillería en algunos edificios, realizándose soluciones con mortero y enlucido de yeso; habiéndose comprobado que la piedra empleada era arenisca. En general en la descripción de los edificios presente en el anuncio del BOE relativo a la venta de la finca, se percibe que se había perdido calidad constructiva, respecto a la fase anterior. [17]

3.1 La galería de baños

El edificio principal se conocía como *Establecimiento Carlos III* o edificio central. La obra fue propuesta del citado médico director, González y Crespo, que deseaba ampliar las plazas de baño agrupando los edificios que se levantaban en torno al manantial del Rey.

Se sabe que uno de los diseños de unión, lo llevó a cabo el arquitecto Alejandro Álvarez en 1837, terminándose en 1849 [18]. La obra se realizó en diferentes fases y posteriormente se fueron uniendo departamentos de baños existentes, sumando varias plantas según especifica claramente el propio médico director en sus textos [19]. Así lo comprobamos en el análisis de las cimentaciones y las unidades estratigráficas que aparecieron en la excavación arqueológica de este lugar. Muchas de estas obras fueron llevadas a cabo por el albañil Manuel Martínez, pero no consta que hubiese un diseño arquitectónico para estas últimas uniones [20].

El resultado fue un edificio de tres plantas, que alojaba en la inferior distintos departamentos de baños de diferentes precios y comodidades. Desde el punto de vista arquitectónico, la factura de alguna de esas fases,



Figura 3: Grabado del Balneario de Trillo. Año 1879.

denota falta de calidad en las cimentaciones. En la intervención arqueológica se observan poco profundas y escasas de mortero, empleando además piedra de toba calcárea en algunos puntos. Esto unido a las características del basamento geológico en esta zona, serían la causa de ruina de este edificio en el futuro. De hecho en la memoria anual de 1903, el médico director Hermógenes Valentín Gutiérrez, apunta que dicho edificio se encontraba en mal estado por haber sido realizado “a retazos” y sufragado en los tiempos en que el Estado era quien financiaba las obras [21]. Asimismo en la citada memoria de valoración de los bienes del balneario ante su desamortización, se apunta a que tenía forma en planta de “cuadrilátero irregular, haciendo en la línea del testero un pequeño y casi insensible quebranto”. Esta deformidad se debe sin duda a su construcción en fases, la cual se aprecia en los muros perimetrales de la excavación arqueológica aunque sólo se ha intervenido en la mitad oriental del edificio.

De este inmueble existen varias fotografías y grabados, así como distintas plantas a nivel topográfico de toda la finca. Los únicos planos en detalle de la galería unificada son unos elaborados durante el proceso

de desamortización, por los arquitectos Francisco Castellanos Martín, y Cayetano Hermógenes Palacios. En general coincide con lo presente en la zona arqueológica, y de su lectura se observa cómo los pequeños edificios de baños de finales de s. XVIII y principios de s. XIX quedan incluidos en un solo inmueble de 15 metros de anchura y aproximadamente 55 de longitud. Esas dimensiones hicieron diseñar una serie de pequeños patios de luces que permitían alumbrar con luz natural todos los interiores del balneario, funcionando con unas claraboyas que se mencionan en obras de reparaciones. Quizá para dotar de mayor dignificación al edificio, se construyó en la mitad de su paramento sur, un cuerpo que sobresalía del tejado, donde se instaló un reloj con campana rematado por capitel y veleta. Existían en las fachadas varias inscripciones, siendo la más representativa la de las armas del obispo de Sigüenza, Inocencio Vejarano, que en 1804 construyó el baño de los pobres, más tarde Baño del Príncipe; así como una lápida inscrita y laureada que recordaba la dedicación hecha de estos baños a la humanidad. De todo esto existen muchas descripciones, pero las fotografías es difícil apreciar tal edificio entero por la gran arboleda que se desarrollaba delante de él. Es por ello que los grabados conservados dan mejor idea de su estampa.

Podría interpretarse que González y Crespo deseaba dotar al Carlos III, de una galería de baños al modo de otros complejos termales; si bien el edificio destacaba sobre todo por sus proporciones, más que por sus ornamentos y calidades.

3.2 Panorama hacia el cambio de siglo

A González y Crespo le sucedió Marcial Taboada de la Riba desde 1868, otro competente y versado médico director, que continuaría la labor del anterior con el mismo entusiasmo. En 1870 el balneario constituía ya un referente a nivel estatal e internacional, adquiriendo las medallas de cobre al trabajo en la exposición de Guadalajara de 1876 [22] y la medalla de plata a sus manantiales en la Exposición Universal de París de 1878 [23]. Continuaron las ampliaciones, construyéndose además la segunda fonda del balneario, la denominada “casa nueva”. Se levantó en 1872, en el descanso entre una temporada y otra, debido a la gran concurrencia del año anterior. La estética de este edificio era una prolongación de la fonda antigua, y se basaba en la misma apariencia. Otra construcción importante para esta época fue la de los baños del Hospital, terminados en 1871. Su relevancia no era arquitectónica, sino vinculada al servicio que prestaba para el baño de los pobres que acudían al citado Hospital Hidrológico de Carlos III. Ambas fueron construcciones muy rápidas, y sin apenas ornamentos. [24]

En general, podríamos tomar el análisis de la galería de baños, como la parte por el todo, ya que lo que se construye desde mediados de siglo XIX, se realiza en las mismas calidades y apariencia. Se percibe que lo importante no era el ornamento, sino alojar a la creciente concurrencia a las aguas. La verdadera importancia de este balneario eran sus diversas

fuentes, aplicables para múltiples dolencias en diversas técnicas.

En relación a lo anterior hay un interesante artículo publicado en la prensa de la época, que es muy ilustrativo de la situación existente en 1874. Está escrito por el periodista y escritor Ramón de Navarrete. Se trata de una denuncia de cómo en el fenómeno del turismo termal, era más importante para la burguesía acudir a sitios “de moda”, colmados de comodidades y belleza, que a lugares con aguas de calidad: *“¿Quién sabe que en este sitio se reúnen aguas alcalinas, arsenicales y sulfurosas? ¿Quién que las del Rey son tan buenas como las de Alhama; que las de la Piscina compiten con las de Plombières; que hay manantiales parecidos a los de Vichy; en fin, que se curan aquí el reuma, las herpes, la parálisis, los tumores blancos, las enfermedades más graves y dolorosas?”* [25].

El hecho revela el proceso de monumentalización al que se vieron sometidos numerosos balnearios a escala nacional e internacional. Era el periodo de la restauración monárquica en España, cuando la burguesía se consolida, y se realizan grandes inversiones en algunos balnearios, construyéndose los grandes hoteles [26]. Eso en Trillo no sucedió, los beneficios del balneario no daban como para sumarse a esa tendencia. No obstante el Balneario Carlos III fue manteniéndose en número de visitantes, a pesar de algunas rachas, y hasta 1936, fueron ampliándose las instalaciones para formar una auténtica localidad. En este periodo se sumaron la bodega, tiendas, chalets, y varios parques nuevos en sus jardines. En 1921 se contaba ya con alojamiento

para más de 350 personas [27]. En cuanto a su entorno, según cuentan los más mayores de la comarca, existían en la finca árboles de tal porte que no se veía el cielo desde los paseos. Entre ellos destacaban gran cantidad de olmos seculares, que sucumbieron a la grafiosis a mediados de siglo XX. Aquella frondosidad, unida a la higrómetros producida por los múltiples manantiales, hacían de los jardines del Balneario Carlos III, de los más frescos para época estival.

A finales de siglo XIX se fueron introduciendo nuevas variables en el proceso de la cura termal. Aspectos como el clima, que siempre se había tenido en cuenta, fueron más desarrollados. El balneario de Trillo se define y anuncia en 1911 como una *Estación Climatoterápica Estival, con clima intermedio de montaña: tónico estimulante* [28]. Para entonces, la mejora de las comunicaciones por carretera, proporcionaron una cierta recuperación de concurrencia.

Para conocer la fisonomía del complejo termal del siglo XX, una fuente primordial es el plano topográfico conservado en el Archivo del CNIG, y fechado en 1911. En él se representa a modo de bosquejo todas las construcciones, así como una detallada leyenda de edificios y paseos con apuntes de medidas topográficas. De la superposición de los distintos planos de la finca, se ha realizado una planimetría al final del texto, con el avance de la secuencia constructiva en la finca hasta la actualidad.

Conociendo la topografía de la zona, se aprecia además que la expansión urbana se realizó en longitud, a lo largo de la finca; pero también en altura. Se buscó construir

los siguientes edificios sobre la ladera que se orienta a poniente, como es el caso del Hotel de la Glorieta. Al final quedaron una serie de edificios enclavados a distintas alturas, de forma que la visibilidad desde sus atrios y ventanas, se elevaba sobre la ribera del Tajo y la espesa arboleda, con atención al paisaje existente a poniente.

4 Ruptura y reconversión tras la Guerra Civil

Durante la Guerra Civil el lugar fue tomado por militares, estableciéndose un hospital en el Balneario. Tras el conflicto las instalaciones quedaron muy deterioradas, y la administración franquista decidió demoler muchos de los edificios de baños, incluido el gran edificio del Establecimiento Carlos III. Sólo quedaron en pie la parte baja del Baño de la Condesa, El Pabellón de Santa Rita, El Hospital y Capilla, y las dos fondas del balneario. El interés histórico no prevaleció sobre el artístico, pero aunque así hubiera sido, la situación económica no permitía realizar rehabilitación en los edificios.

A partir de 1943 se aprovecharon algunas instalaciones para Sanatorio Leprológico Nacional. Al parecer la calidad de las aguas para tratamientos cutáneos era una de las razones, pero realmente en ese proceso de transformación, intervino la oportunidad de aprovechar algunas instalaciones. En la finca se construyeron nuevos muros de contención, un pequeño edificio de baños, así como cocheras y otras edificaciones menores. Las fondas del antiguo balneario se convirtieron en pabellones de residencia

de enfermas, donde permanecieron hasta que las obras en la cercana finca de El Soto avanzaron, siendo trasladadas allí posteriormente [29].

El balneario de la postguerra tenía forma de “T” invertida, y en la recepción del mismo se instalaron dos pilas de mármol en las que caía el agua termal. Existía un pequeño patio de luces que iluminaba dicha recepción. La captación estaba en el sótano, donde había unas grandes calderas que elevaban la temperatura del agua hasta las pequeñas salas donde se alojaban las bañeras. Estas se encontraban dispuestas a ambos lados respecto de un pasillo que atravesaba todo el edificio en sentido longitudinal. Una sencilla traza que se basaba en una estricta funcionalidad, pero en la que se cuidó de forma sencilla un espacio de recepción donde se le daba protagonismo al agua.

Pronto la farmacología avanzaría hacia la creación de productos con gran éxito en el tratamiento de la lepra, y las aguas del balneario se dejaron de usar a los pocos años de la instalación de la leprosería. Al traspasar las competencias, la finca quedó en manos de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, cuya administración y trabajadores cuidaron de los edificios y jardines durante décadas. Es por los años '80 cuando se realizó la primera excavación de la galería de baños, sin metodología arqueológica, pero con cuidado de recuperar las bañeras monolíticas de mármol que quedaron dentro del edificio al demolerse en 1943. De vez en cuando se alojaban campamentos de verano en la zona, y disfrutaban del parque histórico que resultó gracias a la exhumación

de algunas de las otras bañeras, las de sillería de mediados de s XIX, que quedaron expuestas e integradas en el jardín.

5 El proyecto de macro complejo hotelero

En agosto de 2005 se abrió al público el nuevo hotel balneario, tras años de intentos de rehabilitación de la finca, que desembocaron en un proyecto de nueva construcción y rehabilitación de las antiguas fondas [30]. Al final se llevó a cabo otro que apostaba por una mayor rapidez en la ejecución, y estaba diseñado para ofrecer una funcionalidad más acorde a exigencias hoteleras [31]. Una idea a llevar a cabo en varias fases, habiendo realizado en la primera, las instalaciones pertinentes para la los tratamientos termales, así como piscina activa y piscina infantil. El resto de actuaciones futuras estaban encaminadas hacia la explotación masiva de las aguas termales, mediante la instalación de diversos elementos que se acercan más al componente lúdico que hidroterápico.

Como ya indicó Eugenia Llanos de la Plaza, en el problema de la conservación y mejora del patrimonio edificado termal, no hay soluciones sencillas ni generalizables, hay que tener mucha información previa antes de tomar una decisión, y en cualquier caso exige el esfuerzo coordinado de muchos agentes. Por ello es muy difícil llevar a cabo una buena rehabilitación, y siempre habrá discrepancias sobre el “interés” histórico, artístico, etc; al que alude el artículo 1.2 de la Ley 16/1985 del Patrimonio Histórico Español, y que de manera

similar repiten las legislaciones autonómicas. Siguiendo a Llanos de la Plaza, califica a los balnearios como *establecimientos creadores de riqueza cultural, social y económica y dispensadores de salud y bienestar, albergados en edificios bellos y bien contruidos y generalmente en entornos naturales privilegiados* [32].

Los edificios que habían sobrevivido al tiempo en la finca del Balneario Carlos III, no destacaban solemnemente por su calidad constructiva, ni por sus ornamentos, ni siquiera por su cimentación, pero si cumplían el resto de condiciones. Quizá es por ello que, a ojos de algunos arquitectos, no mereciera la pena conservarlos. Según historiadores y arqueólogos, habría sido necesaria la recopilación de mayor información previa, al modo de un estudio histórico-arqueológico, que estableciera la secuencia constructiva y las zonas de susceptibilidad de restos, antes de tomar decisiones en uno u otro sentido [33].

Como apuntó Josep Sánchez Ferré, las instalaciones de nuestros balnearios han sido durante muchos años los escenarios de una forma de entender la vida, edificios en los que se hace historia y en los que se depositaban las esperanzas de curación de miles de personas [34]. Pero la importancia que les convierte en testimonio histórico, no fue suficiente para rehabilitar los pocos edificios que quedaban en Carlos III.

No obstante, ahora que en Castilla-La Mancha existe una renovada legislación de patrimonio cultural y un protocolo de actuación muy estricto, habría que poner sobre la mesa otra cuestión. Se trata del

sentido que se le está dando a la explotación termal en balnearios históricos como éste. El Balneario Carlos III es un complejo termal de fundación Real, de los que mayor documentación histórica existe y además de los que ha tenido aguas más reconocidas. Pero ni siquiera se contempló la creación de una sala de interpretación de su historia, ni existe una analítica reciente publicada de sus aguas. Además que las obras de restauración de los restos de la galería de baños, siempre se tuvieron en cuenta como algo complementario al nuevo hotel.

Por último, otro elemento de reflexión es cómo ni el manantial que ha quedado como sobrante posee una mínima dignificación. A pesar de que el balneario de Trillo no posea fuentes monumentales, como las que se desarrollaron en otros, la calidad de sus aguas se encuentra ampliamente documentada. Por ello otra vez el interés histórico debería bastar para que el manantial obtuviera mayor protagonismo que el de un canal de hormigón y un sencillo cartel. Al fin y al cabo, lo que define a un balneario, son sus aguas.

6 Conclusiones:

a) La historia constructiva del Balneario de Trillo es un modelo de ejemplo para lo que les sucedió a muchos de los balnearios minero-medicinales de interior. Este pasó del centro hidrosanitario del siglo XVIII, a la estación balneoterápica estival desde mediados de siglo XIX, y al macro-complejo hotelero donde los baños y los jardines suponen un anexo complementario.

b) La arquitectura era funcional, supeditada a dar servicio balneoterápico y alojamiento a pobres y a ricos, en todas las técnicas y comodidades posibles. Eso implicaba una estética edilicia no destacada, por lo tanto poco valor artístico. Y en la práctica el valor histórico queda siempre por debajo del arquitectónico.

c) El concepto actual en Europa es un elemento mixtificado, en el que el turismo, la belleza o el ocio son muy importantes. Pero el pasado de los balnearios históricos debería de considerarse siempre, no sólo desde la perspectiva del márketing. Al final lo que le concedía identidad a Trillo era su balneario histórico; pero de momento ni siquiera existe un espacio de interpretación de la historia, ni de sus jardines, ni un espacio digno para visitar el manantial remanente.

d) Quizá un título más adecuado hubiera sido “secuencia destructiva e involución del concepto”, ya que el 75% de las construcciones del antiguo balneario han desaparecido tras la Guerra Civil. Pero en el porcentaje restante existen aún ruinas y restos arqueológicos que podrían recuperarse en el futuro dentro de un plan integral (ver propuesta presentada en formato póster a este congreso: Proyecto Náyades), devolviendo al público la historia de aquel gran complejo balneario.

Agradecimientos:

Al Excmo. Ayto. de Trillo, por la confianza depositada para dirigir la excavación y restauración de la galería de baños. A los arqueólogos Israel Jacobo Alcón García y Daniel Pérez Moreno, por su inestimable

ayuda en la investigación. A Juan Antonio Valentín Gamazo, por sus testimonios, fotografías y la copia de la memoria de su abuelo, el médico director Hermógenes Valentín. Al matrimonio fallecido formado por Marcos Benito y Manuela Sacristán, trabajadores de los últimos tiempos del balneario, cuyos recuerdos ilustraron al detalle aquella estación balneoterápica. A Gregorio García Sancho, Marcos Benito Sacristán y Daniel Alcalde Manzano, por sus indicaciones in situ sobre el balneario y sanatorio.

Referencias:

- [1] Batanero Nieto, A., Batanero Nieto, J.C., Alcón García, I.J., *Las aguas mineromedicinales de Trillo y su contexto romano. De Villavieja al Balneario de Carlos III*. I Congreso Internacional de Balnearios Romanos, entre las ciudades y la red viaria. Balneario de Archena, 27 - 29 noviembre 2014, Fundación Séneca, CepoAt, Universidad de Murcia. En prensa
- [2] Limón Montero, A. *Espejo cristalino de las aguas de España*, pp.289-297, Alcalá de Henares, 1697.
- [3] Guarnerio y Allavena, L. *Reflexiones sobre el uso interno y externo de las aguas minerales de Trillo*, Madrid, 1791.
- [4] Gómez Ortega, C. *Tratado de las aguas termales de Trillo*, p.60,99-146, Madrid, 1778.
- [5] García Romo, M.E., García García, M.C., Batanero Hernán, T. *El Balneario de Carlos III en*

- Trillo, *Wad-Al-Hayara* 19, 1992, pp.341-354.
- [6] Larumbe Martín, M. *La época ilustrada en la provincia de Guadalajara*, *Wad-Al-Hayara* 26, 1999, pp. 239-289.
- [7] Pérez Bodega, A. *Guía y notas para una historia de Trillo*, Ayuntamiento de Trillo, 1986.
- [8] García López, Aurelio. *El Balneario Real de Carlos III*, Guadalajara, 2011.
- [9] Idem nota 4 pp. 29-34.
- [10] Idem nota 4, p. 28
- [11] Idem nota 4, p. 34-47
- [12] Conde Gargollo, E. *Diario de D. Gaspar Melchor de Jovellanos en el balneario de Carlos III, en la villa de Trillo*, *Boletín de la Sociedad Española de Hidrología Médica* 2: 2-10. 1963.
- [13] Cuenca, E., Del Olmo, M. *Jovellanos y Guadalajara. Su encuentro con Francisco de Goya y la Ilustración alcarreña*, p. 64, Guadalajara, 1991.
- [14] Sánchez Ferré, J., *Historia de los balnearios en España Arquitectura-patrimonio- sociedad*, en: *Panorama actual de las aguas minerales y mineromedicinales en España*. Madrid: Inst. Tecnol. Geominero de España, 2000, 213-230
- [15] Rubio, P.M. *Tratado completo de las fuentes minerales de España*, Madrid, 1853, p. 318.
- [16] Taboada de la Riva, M. *Primer centenario de los establecimientos balnearios de Carlos III en Trillo*, Guadalajara, 1878, p.36.
- [17] *Boletín Oficial del Estado*, nº 30, 19 de marzo de 1860, p. 3 - 4.
- [18] Castellanos de Losada, Basilio Sebastián. Trillo, *Manual del bañista*, p. 78, Madrid, 1851.
- [19] González y Crespo, M.J. *Noticia abreviada del Establecimiento de aguas y baños minero-medicinales de Trillo*, Madrid, (tras 1852).
- [20] Idem nota 8, pp.54-56.
- [21] Valentín Gutiérrez, H. *Memoria del establecimiento balneario de Carlos III*, p. 67, 1903.
- [22] *Guía Oficial de los Establecimientos Balnearios de Carlos III en Trillo*, Madrid, Imp. Tomás Pescador, 1880, p.54.
- [23] Lasheras Peña, A.B. *España en París. La imagen nacional en las exposiciones universales, 1855-1900*, pp. 437-441, Santander, 2009.
- [24] Idem nota 16, p. 35.
- [25] *La Ilustración Española y Americana*, nº XXVI, año 1874, pp. 410-411.
- [26] Idem nota 14, pp. 222-223.
- [27] Folleto: *Balneario de Trillo. Médico Director: Dr. D. Rafael Fraile y Herrera, Memorandum sobre las indicaciones clínico terapéuticas de las aguas minerales termales de Trillo*, Guadalajara, 1921.
- [28] *Manzaneque Montes, M. Los baños de Carlos III (Trillo) como Estación Climatoterápica Estival*, Madrid, 1911.
- [29] ABC 16 diciembre 1943, ed. mañana, p. 23.
- [30] *Revista Trillo Actual* nº 27, Junio 1999, p.6-12.

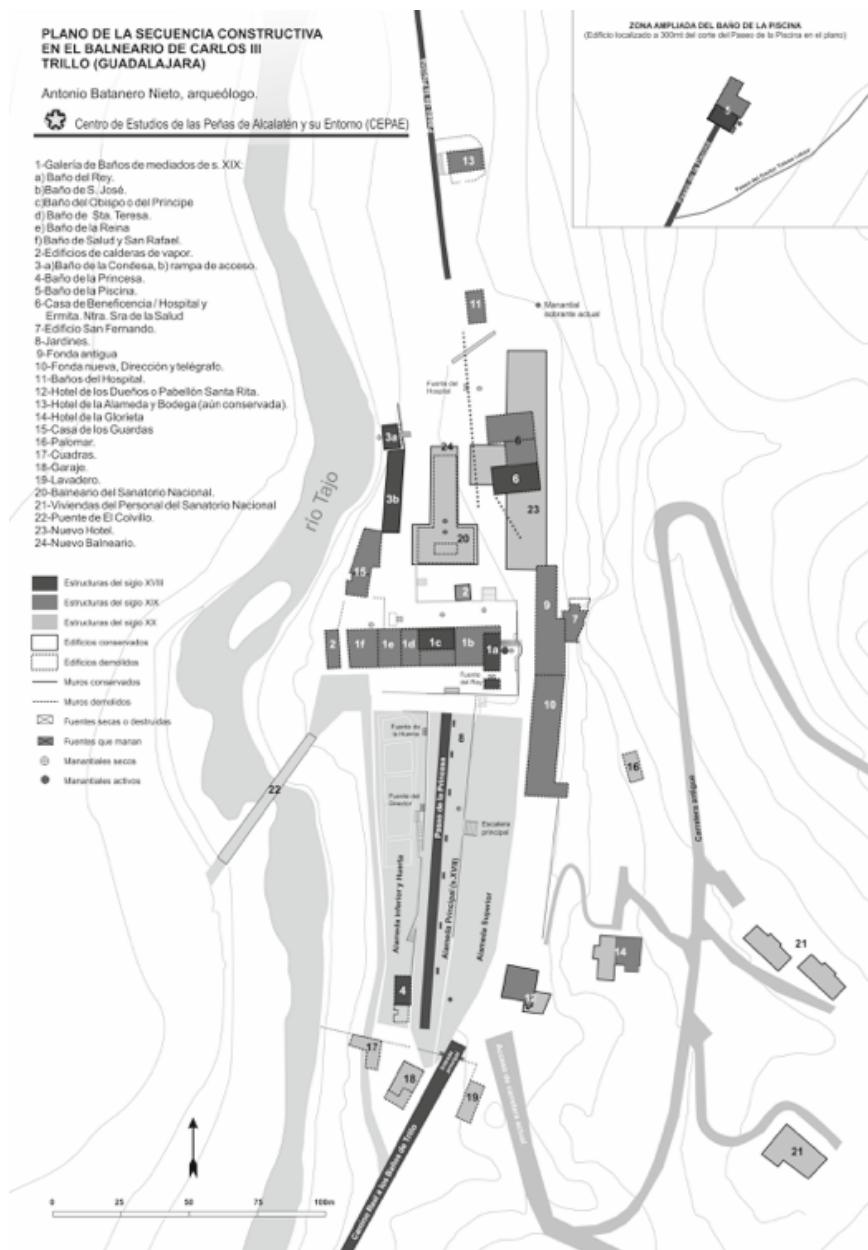
[31] <http://www.perelloarquitectos.com/verProyecto.php?id=451>

Inst. Tecnol. Geominero de España, 2000, p. 210.

[32] Llanos de la Plaza, E. *Arquitectura balnearia. Programa Institucional del Ministerio de Fomento. En: Panorama actual de las aguas minerales y minero-medicinales en España*. Madrid:

[33] Pradillo y Estéban, P.J, Guadalajara, *Historia de la fotografía, 1853-1956*. Guadalajara, 2000, p.162.

[34] Idem nota 14, p. 214.



INTEGRACIÓN DEL PATRIMONIO NATURAL EN EL ÁREA TERMAL DE OURENSE (GALICIA): IMPORTANCIA DE LAS FORMAS EROSIVAS FLUVIALES.

M. A. Álvarez-Vázquez

Grupo GEAAT, Universidade de Vigo, Campus de Ourense, España.

Instituto de Investigaciones Marinas (IIM-CSIC), Vigo, España.

E. de Uña-Álvarez

Grupo GEAAT, Universidade de Vigo, Campus de Ourense, España.

Palabras clave: patrimonio termal, río Miño, erosión, patrimonio geomorfológico, Ourense.

Resumen

Dentro del patrimonio geomorfológico asociado a los ríos encontramos formas esculpidas en las rocas por acción del agua que presentan una variada morfología que reflejan la historia natural del río. En este trabajo se presenta el estudio de las microformas de erosión fluvial en un tramo del río Miño a su paso por la ciudad de Ourense, se han clasificado y caracterizado, diferenciando dos grupos principales; marmitas y surcos. Además de valorar su importancia como bienes de interés cultural en una zona de gran importancia socio-económica relacionada con el turismo termal.

1 Introducción

El patrimonio posee esencialmente una condición de legado, reconocido o no en el ámbito normativo. En su marco conceptual integra todos los bienes de una colectividad, tangibles e intangibles, definidos por su valor científico, estético, educativo, recreativo, simbólico y cultural; considera también todos

aquellos definidos desde la perspectiva del bien común. El patrimonio incluye, por tanto, componentes de carácter muy diverso (por ejemplo: natural, histórico, artístico, etnográfico, documental) que las comunidades humanas utilizan como recursos de explotación económica; tal es el caso de los destinados a la actividad turística.

En los márgenes del cauce del río Miño, a su paso por la ciudad de Ourense, encontramos un amplio espectro de formas erosivas fluviales. Esculpidas en el sustrato granítico por la acción del agua, son elementos representativos de nuestro patrimonio geomorfológico. En el tramo urbano del río Miño, entre A Chavasqueira y Outariz, las formas erosivas se localizan a diferentes alturas en el perímetro del área termal. Aportan valor añadido al valor central del patrimonio termal: el uso y disfrute sostenible de los recursos con la finalidad de su preservación hacia el futuro.

Los objetivos de la investigación, estrechamente relacionada con los del Campus del Agua de Ourense (Universidad de Vigo) son hacer

visible este patrimonio en el contexto del área termal, distinguir su composición interna en categorías morfológicas y analizar su estado actual para poder plantear medidas de recuperación y revalorización.



Figura 1: Formas erosivas en el área termal de Ourense

El turismo termal es uno de los motores económicos de la ciudad de Ourense, un sector estratégico objeto de actuaciones institucionales. El Plan de Turismo Termal de Galicia (2014-2020) establece como principal objetivo “poner en valor turístico los recursos naturales y culturales de Ourense” haciendo mención a los recursos naturales, su preservación, recuperación y puesta en valor en base a criterios de sostenibilidad. Hemos realizado un muestreo de las formas erosivas fluviales en el área termal del río Miño (Chavasqueira, Tinteiro, Outariz-Fonte de Canedo). El análisis de la localización y las tipologías que presentan a lo largo de la ruta fluvial permite diferenciar componentes de distinto rango. La consideración de su estado avanza las necesidades para hacer visible y conservar activo este patrimonio.

2 Área de estudio

El área de trabajo (fig. 2) está situada en un tramo de 4,5 km en el río Miño; en la ciudad de Ourense. Está comprendida entre el antiguo puente romano ($42^{\circ}20'44''N$; $7^{\circ}52'08''W$) y las instalaciones termales de Outariz ($42^{\circ}20'47''N$; $7^{\circ}55'05''W$). Es un tramo muy modificado por la acción humana en la que destacan la construcción de puentes (hasta 4), la presencia de obstáculos (bloques de hormigón en el cauce) y que está limitado por embalses que regulan tanto el caudal como el nivel de base local: aguas arriba los embalses de Velle y Cachamuiña (éste último en el río Loña, afluente del Miño); aguas abajo el embalse de Castrelo de Miño.

La litología está compuesta por granitos y granodioritas, con algunas áreas de rocas metamórficas y depósitos cuaternarios dispuestos en terrazas a distintas alturas sobre el cauce. En el lecho del río predominan la erosión y la deposición de cantos y arenas en las zonas más abiertas que llegan a formar pequeñas islas que soportan vegetación arbórea permanente. En las márgenes del lecho alternan áreas de roca descubierta y zonas de acumulación de cantos, arenas y materiales limosos y arcillosos, los materiales más finos soportan vegetación permanente.

3 Material y métodos

En varias campañas de muestreo desde el año 2011 se realizó un muestreo lineal consecutivo en ambas márgenes del río, catalogando formas singulares (marmitas y surcos). En total se contabilizaron 221 microformas de erosión fluvial:

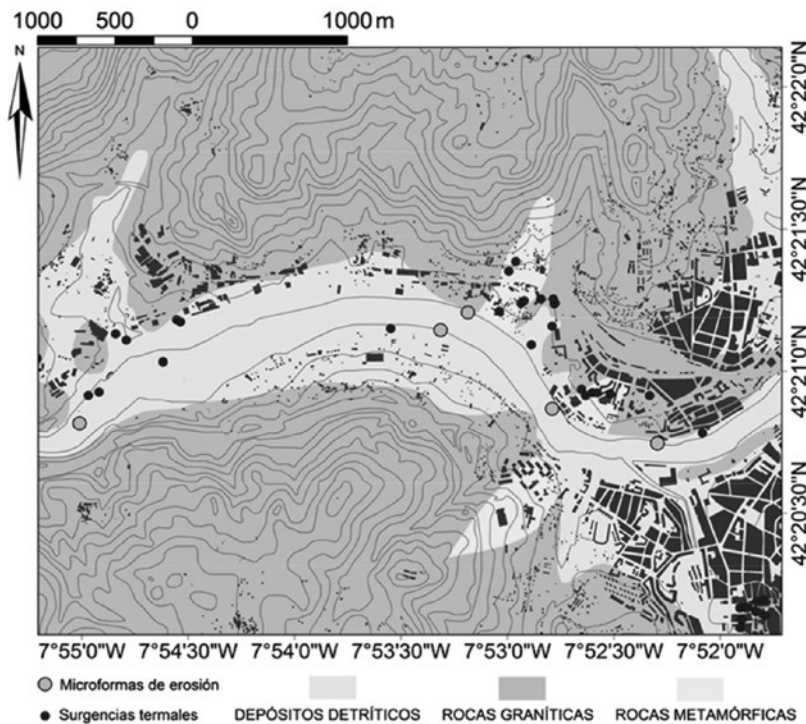


Figura 2: Mapa del área de estudio en el que se indica la litología, a partir de mapa geológico de Galicia (SITGA), las surgencias de aguas termales [1] y los afloramientos de microformas de erosión fluvial. Mapa base elaborado a partir de MTN25 (© Instituto Geográfico Nacional de España).

148 casos en la margen norte (Chavasqueira-Outariz) y 73 casos en la margen sur (Reza). De cada uno de estos casos se tomaron datos cuantitativos (i.e. profundidad máxima y ejes mayor y menor en superficie y en fondo), así como cualitativos (e.g. posición, orientación, depósitos, vegetación, altura sobre el cauce). Realizamos un registro fotográfico de las geformas catalogadas. A partir de los datos cuantitativos se calcularon los estadísticos de posición así como el índice de forma (definido como el cociente entre el eje mayor en superficie y el eje menor en superficie). Tanto las propiedades cualitativas como cuantitativas son la base del reconocimiento de las formas.

4 Resultados

4.1 Reconocimiento de las formas

Las geformas fluviales a las que en este trabajo nos referiremos como microformas de erosión fluvial, son un grupo con elevada diversidad morfológica, relacionadas siempre con la acción erosiva de las aguas fluviales [2]. Excavadas en roca, una vez que alcanzan cierto tamaño atrapan en su interior materiales de dimensión variable. Para su formación es necesario un gradiente de energía que actualmente no posee el río Miño.

Ortega Becerril [3] habla de 16 tipos morfológicos diferentes, mientras que Richardson y Carling [2] establecen una clasificación jerárquica con 6 categorías principales, 18 subcategorías y 66 tipos morfológicos. Teniendo en cuenta las formas presentes en el área de estudio y las dos clasificaciones a modo de reconocimiento podemos observar los siguientes tipos morfológicos:

- *Marmitas - potholes-* (fig. 3). Son formas cóncavas con aperturas circulares o elípticas, con sección transversal abierta o cerrada, con perfiles simples o con esculpidos secundarios, aisladas o conectadas. Con frecuencia están asociadas a surcos (fig. 3B) que vorman uno o varios canales secundarios de entrada y/o salida. Las marmitas compuestas presentan esculpidos secundarios (bordes escalonados o fondos sobreexcavados) indicadores de remolinos secundarios en la circulación del agua en el interior de la cavidad. Las marmitas abiertas (fig. 3C) han perdido alguna de sus paredes por acción intensa y continuada del proceso erosivo o por la rotura del bloque en el que la marmita se ha formado.
- *Surcos - furrows-* (fig. 4). Son hendiduras en la roca con sección transversal en V o en U, abiertas o cerradas y muy diversificadas morfológicamente en planta (sinuosas, rectilíneas...). Un tipo singular son las *flutes* (fig. 4A), alargadas en la forma con apertura parabólica, la profundidad va descendiendo en la dirección del flujo hídrico hasta ser casi indiferenciable de la

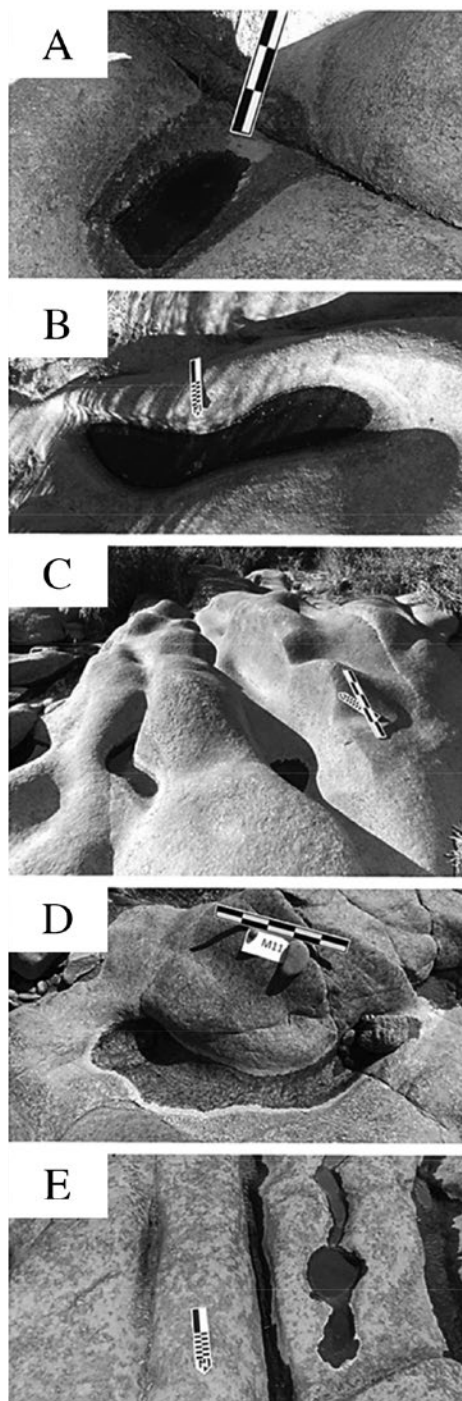


Figura 4: Surcos. (A) flute. (B) conjunto de dos pequeños surcos que se han fusionado. (C) Surco alargado oblicuo a la dirección del flujo del canal principal. (D) surco inverso. (E) surcos relacionados con las diaclisas.

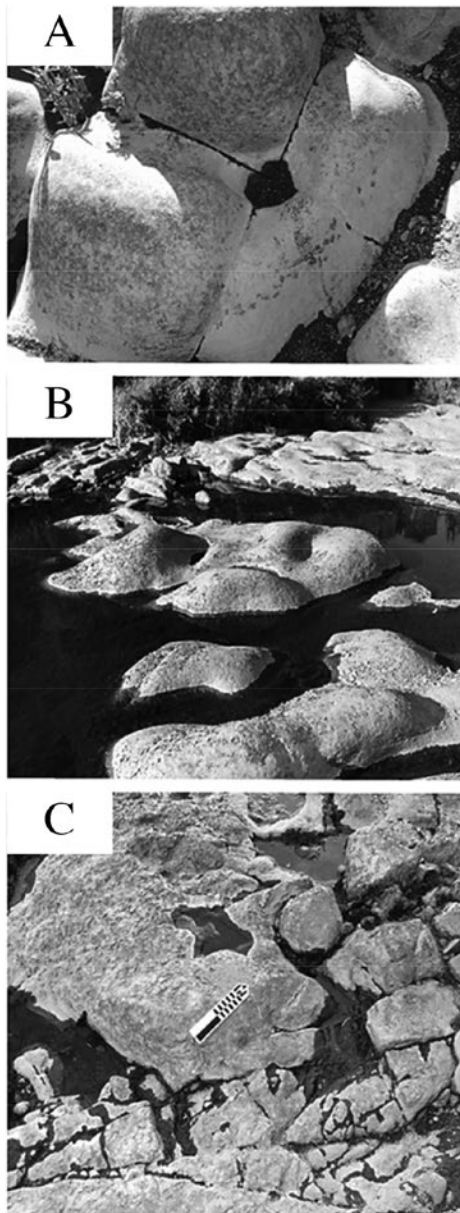


Figura 5: Otras formas. (A) marmita incipiente formándose en la intersección entre dos diaclasas. (B) formas convexas y ondulantes. (C) marca de obstáculo circular alrededor de un bloque.

superficie general de la roca. Los pequeños surcos (fig. 4B) tienen apertura elíptica y perfil cóncavo, normalmente poseen poca profundidad. A medida que

aumentan las dimensiones de los surcos, los vértices se hacen más abiertos, paralelos u oblicuos a la dirección del flujo hídrico (fig. 4C). Los surcos más complejos (fig. 4D) presentan plantas fuertemente curvadas (surcos inversos), bifurcados y/o convergentes. Es frecuente que formas en surco estén directamente relacionadas, en su orientación y morfología, con la dirección y disposición de la red de diaclasas (fig. 4E).

- *Otras formas* (fig. 5). Hay una otras formas que no son fáciles de clasificar en un grupo determinado. Especialmente las geoformas erosivas menos desarrolladas en dimensión (incipientes) que se corresponden con las etapas iniciales de formas más complejas (fig. 5A). Además podemos encontrar en las riberas del Miño las siguientes:

- *Formas cóncavas desplomadas*. Son formas de sobreexcavado de las orillas y del lecho rocoso, el resultado es una oquedad que marca una mayor intensidad del proceso erosivo cuando el cauce choca contra las paredes del canal.

- *Superficies convexas –ribs-* (fig. 4B). Pulidas por la acción del agua y de los materiales que transporta, superficies onduladas de topografía y pendiente suave.

- *Marcas de obstáculo* (fig 5C). Son el resultado de la acción de un flujo secundario por la presencia de un obstáculo (e.g. un bloque,

un canto, una zona más dura de la roca...) el resultado es un surco circular o elíptico bordeando el obstáculo.

Por último mencionar geoformas representativas de la transición fluvial-continental como son las *pías*, cavidades cóncavas cuyo principal mecanismo de crecimiento es la disolución (agua precipitada) aunque en aguas altas se encuentran afectadas por el flujo del río. Tienen una morfología muy variada, desde pequeñas depresiones elípticas hasta cavidades relativamente profundas de apertura perfectamente circular.

4.2 Caracterización de las formas

A la vista de los datos obtenidos durante los muestreos se han podido diferenciar los siguientes estados de las formas:

- *Formas incipientes*: se caracterizan por baja profundidad longitud y anchura. La apertura es circular (ejes mayor y menor en el plano de apertura similares) y cuentan con un perfil abierto. Son pequeñas cavidades en superficies rocosas horizontales, en áreas que se inundan esporádicamente.

- *Marmitas*: Son formas de apertura circular o ligeramente elíptica que presentan las mayores profundidades entre todas las formas estudiadas. Los parámetros analizados cambian en función de la etapa de crecimiento de la forma.

En los momentos más tempranos son formas de apertura circular (similares a las formas incipientes) con ejes en el plano de apertura de dimensión similar, de magnitud mayor que la profundidad y fondos planos. A partir de los 20 cm de profundidad, éste parámetro se iguala a los ejes en el plano de apertura y los fondos pasan a ser cóncavos. A partir de los 40 cm de profundidad la apertura empieza a ser elíptica, la profundidad es similar al eje mayor en el plano de apertura y aparecen fondos compuestos, estas formas empiezan a acumular depósitos con espesores de más de 10 cm. Cuando se alcanzan los ejes máximos de apertura (95-120 cm) aparecen perfiles escalonados y fondos sobreexcavados, reteniendo espesores de más de 20 cm de cantos y arenas; la profundidad es mayor que el eje mayor en el plano de apertura.

- *Surcos*: Son formas de apertura claramente elíptica, en las formas más evolucionadas el eje mayor en el plano de apertura es, al menos, dos veces mayor que el eje menor. Los fondos son cóncavos y presentan valores de profundidad relativamente bajos. Son las formas más comunes y aparecen paralelos u oblicuos a la dirección de la corriente del río.

5 Integración en el patrimonio cultural

Como patrimonio geomorfológico o "*recursos naturales no renovables de valor científico, cultural o educativo que permitan reconocer, estudiar o interpretar la configuración de la superficie de la Tierra y los*

procesos que la han modelado” [4], las formas de erosión presentes en las rocas de las riberas del Miño son parte importante del patrimonio natural. Conviene aquí introducir el término de georecurso cultural, aquellos lugares de interés geomorfológico con interés científico y/o didáctico, o bien *“que sean susceptibles de ser utilizados y gestionados como recurso con la finalidad de incrementar la capacidad de atracción global del territorio en el que se ubican y, en consecuencia, mejorar la calidad de vida de la población de su entorno”* [4].

Las formas esculpidas en los granitos del Miño tienen un indudable interés didáctico por su potencialidad como recurso educativo, válido para todos los niveles formativos si se acompaña con una oportuna adaptación de los procesos y conceptos implicados. En este sentido, las microformas de erosión fluvial son un registro a nivel micro y mesoescala (cm-m) de la dinámica y evolución del río a lo largo del tiempo. Son sistemas dinámicos en constante cambio cuya formación se prolonga durante cientos o miles de años, y cuya morfología da información sobre la historia natural del río.

Las formas más desarrolladas son formas heredadas que tienen su origen antes del cuaternario al tiempo que la tectónica alpina ocasiona el encajamiento de la red fluvial. En un tramo que está fuertemente modificado por la presión humana, sobre todo durante las últimas cinco décadas, con la construcción de embalses para aprovechamiento hidroeléctrico y el crecimiento urbano e industrial de la ciudad.

Las formas sinuosas y redondeadas que la erosión fluvial genera en las rocas posee también una gran belleza plástica; ésto les proporciona un valor escénico como integrantes del paisaje, inseparables de otros bienes patrimoniales de interés cultural como el antiguo puente romano, con rocas esculpidas presentes en su basamento y en su entorno más próximo. De la misma manera se han encontrado petroglifos (cazoletas o coviñas) asociadas con este tipo de formas en varios lugares de la zona de estudio.

Son un bien patrimonial inexplorado que podría aportar valor al complejo de las riberas del Miño, que junto a las instalaciones termales y al paseo fluvial, atrae a gran cantidad de visitantes, para quienes pasan desapercibidas debido a una accesibilidad dificultosa, falta total de señalización y desconocimiento general, sumados a un pobre estado de conservación.

El desarrollo de este valor añadido es coherente con el objetivo principal del Plan de Turismo Termal de Galicia (2014-2020): *“poner en valor turístico los recursos naturales y culturales de Ourense”* y con la tipificación de las riberas del Miño como espacio de especial interés paisajístico por parte del Plan General de Ordenación Municipal de Ourense.

6 Conclusión y perspectivas

La catalogación y caracterización morfológica de las formas erosivas conectadas al patrimonio termal indica la dinámica del río Miño. La singularidad del área termal de Ourense, en un tramo fluvial urbano,

requiere medidas de control de la calidad ambiental. Las formas poseen valores científicos, estéticos, culturales y recreativos todavía difíciles de percibir por los visitantes o la población local.

Todavía queda por determinar la componente antropológica de estas formas, así como la labor de visualización y sensibilización que aporte valor a un recurso inexplorado en un área de alto interés económico. En este sentido estamos desarrollando un proyecto de investigación que busca explorar su importancia científica, social y cultural.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido elaborado dentro del proyecto “Estado do patrimonio xeomorfolóxico no contorno termal da cidade de Ourense”, referencia INOU15- 02 G501 131H 64702.

Referencias

- [1] Araujo Nespereira, P.A., Cid Fernández, J.A., Delgado Outeiriño, I., Gúezmes Barriuso, A.L. Inventario y caracterización del yacimiento termal de Ourense ciudad (Galicia, España).2007. Recuperado en julio de 2015 de <http://xeoquis.com/>.
- [2] Richardson, K., Carling, P.A. A Typology of Sculptured Forms in Open Bedrock Channels. The Geological Society of America, special paper 392. 108 pp. 2005.
- [3] Ortega Becerril, J.A. Morfologías en los ríos en roca. Variaciones y tipologías. En Ortega, J.A., Durán, J.J. (Eds.) Patrimonio geológico: Los ríos en roca de la Península Ibérica. Geología y Geofísica No. 4. Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España. Pp. 55-77. 2010
- [4] Carcavilla Urquí, L., López Martínez, J., Durán Valsero, J.J. Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos. Cuadernos del Museo Geominero No. 7. Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, 360 pp. 2007.

EL SIGNIFICADO DEL AGUA EN EL ARTE RUPESTRE GALAICO. *THE MEANING OF WATER IN GALICIAN ROCK ART*

L. Castro, I. Barandela

Facultad de Historia, Universidade de Vigo, España.

Palabras clave: Water cult, rock art, spring-deer archetype, archaeology, prehistory, ancient and middle age.

Abstract

The present research speak about archaeology and indoeuropean religion systems, from a post-procesual point of view in the cognitive area, we offer a speech from a variety of interrelationated areas: archaeology, iconography, philology, historical fonts and ethnography. But most of all we insist in a narrative support that can be useful to understand the meaning of deer engravings in Galician rock art.

1 Introduction

Investigaciones recientes muestran un interés renovado en el estudio de las religiones de la Edad del Bronce en base a estudios comparativos sobre mitología indoeuropea con objeto de interpretar las escenas de arte rupestre y las iconografías de la prehistoria reciente como representativas de las narraciones mitológicas del repertorio indoeuropeo.

El arte rupestre participa de un complejo proceso comunicativo en el que las imágenes son inseparables del soporte oral y narrativo (Fredell 2013:187). En esta perspectiva se

inscribe el planteamiento central de la presente investigación, que además contempla el uso y contrastación de otras fuentes alternativa.

2 La cierva blanca

Hace ya bastantes años y de forma muy atinada, en uno de sus profundos sondeos etnográficos, Bouza Brey (1982: 247) destacó la importancia de la leyenda de la cierva del pie blanco para los estudios prehistóricos. Otros autores (Alonso del Real 1974-75) vieron resonancias muy arcaicas también en esta leyenda en la que un personaje humano se revela bajo forma animal.

El ciervo es un símbolo muy arraigado en la Península ibérica, de hecho, es el animal mejor representado en la secuencia de la prehistoria peninsular. Entre las menciones protohistóricas del culto al ciervo destacan los episodios sobre Sertorio narrados por varios autores antiguos: Apiano (Iber. 100), Aulio Gelio (15, 22), Fontino (1, 11, 13), Plutarco (Sert. 12) y Valerio Máximo (1, 2, 4). Según algunas de estas fuentes, Sertorio recibió como regalo de algún lusitano una cierva blanca, cierva que Sertorio fue divi-

nizando, como un don de Ártemis, que revelaba cosas ocultas, pues sabía bien que los bárbaros eran por naturaleza dados a la superstición, y que adoraban a una diosa que los romanos identificaban con Diana o Ártemis. Sartorio utilizaba esta cierva para infundir valor en sus tropas antes de un ataque y cuando recibía alguna noticia favorable escondía al mensajero y fingía que la cierva le había revelado la información. El carácter de este culto a una Ártemis indígena debió pervivir en zonas poco romanizadas de Lusitania, Celtiberia y Norte de la Península Ibérica. Diversos autores identifican a esta divinidad con Nabia, cuyo culto abarca precisamente este espacio occidental peninsular y cuyo ámbito parece indudable que se adscribe a los ríos y los montes, precisamente. También cabe aludir a la importancia de las tradiciones sobre la cierva blanca en otros ámbitos de la Europa céltica.

Entre la leyenda etnográfica de la cierva blanca recogida en Galicia y las noticias sobre la cierva de Sertorio podemos destacar, a lo largo de los siglos, otros testimonios relativos a la importancia simbólica de los cérvidos en la Península Ibérica. Pero queremos resaltar principalmente las cantigas de Pero Meogo (s. XIII) que espacialmente corresponden al mismo territorio que las imágenes de cérvidos del arte rupestre galaico.

3 Las cantigas medievales

Las cantigas de Amigo son una fuente de inestimable valor para acercarse a los esquemas míticos de las sociedades del Noroeste. Su

importancia radica en que, aunque fueron cultivadas por poetas cultos, los temas que tratan son de origen popular; ya que muchas de ellas están inspiradas en canciones que el pueblo cantaba en sus fiestas y romerías. Son poemas amorosos puestos en boca de una doncella enamorada que, habitualmente, se dirige a la Naturaleza – al mar, a la fuente, a los pinos, a los ciervos...– quejándose de la ausencia o infidelidad de su “amigo” (= amado).

Dentro de las numerosas cantigas cobra especial relevancia el ciclo de Pero Meogo por tratarse de cantigas de refrán, composiciones que están más cerca de la lírica popular autóctona que otras poesías con un registro más culto y “cortesano”. Lo denota la rima llana y asonante, sus continuas referencias al medio rural así como a temas comunes con la lírica popular castellana (López Castro 2001: 27) Veremos cómo Meogo reelabora poéticamente unas tradiciones que pertenecen a unos estratos muy arcaicos del canto protohistórico europeo, cuyas huellas, en un lapso de siete siglos, han sido detectadas únicamente en las zonas más periféricas y conservadoras del continente.

En la primera cantiga de Pero Meogo aparecen ya algunos de los elementos prototípicos de su ciclo: el agua, los ciervos y la fertilidad. En ella se nos relata como los dos amantes conciertan una cita en el lugar donde los ciervos van a beber, haciéndose patente el recelo de la madre por la integridad virginal de su hija. La fuente es el símbolo de la sexualidad como dadora de vida (Deyermond 1979), y a ella se unen una serie de elementos que

se relacionan con la pérdida de la virginidad. López Castro subraya que la cantiga nos habla de la unión simbólica de la fuente (fertilidad) con el ciervo (virilidad). El encuentro en la fuente es un tema que también encontramos en repetidas ocasiones en el ciclo artúrico, pero en éste, la fuente es un prelude para la entrada en el Más Allá. En la segunda cantiga, pese a la oposición de la madre, la amada acude a la fuente, pero es él, el amante, el que no se presenta, y por eso, en la tercera cantiga, la doncella dice sentirse como un ciervo herido, un asunto que entronca con el tema común a toda Europa del ciervo que va a morir al mar, un mar salado que se contrapone al agua dulce de la fuente de las dos primeras cantigas. Mendez Ferrín y Morales Blouin han relacionado el tema del ciervo herido en la cacería con un tópico muy común en la literatura europea, el de la cacería del ciervo blanco que lleva a su perseguidor hasta entrar en el Más Allá. En el tema de la caza amorosa a veces se cazan ciervos y a veces ciervas, mezclándose el género continuamente. Trubarak (2001) ve en esta cantiga la presencia de una divinidad indoeuropea similar a Artemis, la “matadora de ciervos”.

En la cuarta Cantiga aparecen de nuevo las ciervas, esta vez como consejeras ante una tardanza incierta y prolongada. Se ve que las súplicas de la doncella no han caído en saco roto, puesto que en la siguiente cantiga reaparece el amigo, esta vez en forma de ciervo que acude sediento a beber y enturbia el agua de la fuente donde la amada lava sus cabellos. Curiosamente este encuentro se produce al alba, el momento en el que los

ciervos realizan su berrea. Asimismo debemos recordar que el ciervo representa el sol, pero solamente el sol en ascenso, el sol de la mañana. Los encuentros al alba se encuentran presentes también en otros rituales anuales como el San Juan y los Mayos. Esta quinta cantiga ha sido comparada con la del Rey Dinis Levantou-s’a velida, solamente se ha sustituido el ciervo por el viento así como el objeto a lavar, que pasa a ser una camisa en vez de los cabellos. El agua que se enturbia es un tema muy común en Europa pero la asociación agua turbia-ciervos solo tiene paralelos en un texto servio y un zéjel español del XVII, convirtiéndose en una marca de autor de Meogo. La amada admira los ciervos y ciervas y se encamina a la fuente a lavar sus cabellos y recogerlos con lazos de oro. El acto sexual aún no se ha consumado, pero el lavado de cabellos ha sido interpretado como una purificación previa (Olinger 1985), también como una exposición de la virginidad a la poderosa fecundidad del agua (Morales Blouin 1985: 205). En esta cantiga la amada lava sus garcetas, es decir, sus trenzas, pero la otra acepción de garceta es literalmente “cada una de las puntas inferiores de las astas del venado”, tal vez Meogo jugara con el doble sentido de la palabra para crear de nuevo una confusión de género con un juego de palabras entre la trenza (femenina) y las astas del ciervo (masculino) (Trubarak 2001: 69)

En la séptima cantiga la amada confirma que acudirá a su nueva cita, y se pregunta si el amante se atreverá a hablarle delante de la madre. Parece que así ha sido, ya que en la

octava cantiga se indica la pérdida de la virginidad mediante el eufemismo del brial (el vestido) rasgado al bailar, una variante del motivo clásico del cántaro que se rompe al ir a la fuente como representación de la consumación del acto sexual y pérdida de la virginidad. En esta cantiga por fin la madre llama abiertamente ciervo al amado, desvelando el lenguaje oculto que se ha utilizado en los cánticos precedentes. La cantiga novena es la más interesante por los temas que trata. La madre pide explicaciones de por qué ha tardado tanto en la fuente, a lo que la joven responde con una falsa excusa lo que se ha llamado la “excusa transparente”: tardó porque cuando acudió a la fuente los ciervos han enturbiado el agua y debe esperar hasta que las aguas se despejen. En este punto la madre comprende y se hace cómplice de la mentira de la hija, que miente, pero lo hace por amor. La importancia de la falsa excusa transparente radica en que aparece recogida en tradiciones de zonas de Europa y Asia muy alejadas entre sí, sin una conexión directa. La falta de continuidad cronológica y espacial ha hecho pensar a Trubarak que todas ellas tienen un mismo origen común y que no cabe hablar de una difusión por contacto. Los textos localizados que utilizan explícitamente la “excusa transparente” serían los siguientes:

- Novena cantiga de Pero Meogo (s. XIII)
- Dos canciones francesas (s. XVI)
- Balada servia (s. XVIII)
- Balada servo-croata (s. XIX)
- Dos textos búlgaros (s. XIX)
- Texto lituano (s. XIX)
- Texto gascón (s. XIX)
- Texto bretón (s. XIX)

Mediante pruebas arqueológicas, etnográficas y otras halladas en la tradición oral balcánica, Trubarak comprueba que estos motivos probablemente provengan de la imagen de una antigua divinidad femenina cuya forma zoomorfa era una cierva, relacionada con el prototipo de una Ártemis arcaica del tipo de Inanna-Astarté. Esa divinidad lleva en sí la tensión entre la virginidad y la fertilidad. Por su parte, los dos motivos relacionados con el ciervo tienen sus raíces en el culto a dos divinidades uránicas masculinas: el dios del rayo y el dios-sol.

4 El ciervo, entre la antigüedad y el cristianismo

En el contexto del Cristianismo podemos apreciar la riqueza de sentidos que el ciervo alberga. Es el único animal empleado como imagen de Cristo, pero tal vez su acepción iconológica más importante es la de representar el alma del bautizado, acogiendo así los temas del agua y la renovación en la triple inmersión del bautismo, ritual en el que la gracia divina se transmite a través del agua. Además, sus cuernos pueden ser árbol de la vida, y en diversas iconografías hagiográficas (San Hubert, San Eustaquio, etc.) la cruz se revela entre su cornamenta, en muchas ocasiones sobredimensionada. También es alegoría de la agilidad, la timidez o la prudencia, pues siempre parece estar alerta. Por otra parte, Son muy frecuentes a lo largo de la Edad Media las escenas simbólicas de la caza del ciervo como metáfora de la vida cristiana, pero principalmente han sido dos de estas figuras

literarias las que han llegado hasta nosotros: el ciervo herido y el ciervo que acude a beber a la fuente

«Como el ciervo anhela las fuentes», dice el salmo de David, «así mi alma te anhela». El Fisiólogo transmite el arquetipo en el que se inscribe la contienda entre ciervo y serpiente, así, dice que el ciervo es muy sediento, y la razón de esta sed es que come serpientes. Pues la serpiente es un enemigo del ciervo. Cuando la serpiente se dirige a su orificio en la tierra, el ciervo busca el manantial y bebe una gran cantidad de agua; se llena la boca, la vomita en el orificio, hace salir a la serpiente y la mata.

Cérvidos y serpientes son los dos animales más representados en el grafismo funerario ibérico datable entre los milenios V y II cal BC (Bueno y Balbín 2006) y constituyen, junto con las figuras estelares y los antropomorfos armados, la mitología esencial de las sociedades metalúrgicas europeas de la prehistoria.

Los Bestiarios medievales, derivados del Fisiólogo (S. IV) siguen la misma fórmula en lo concerniente al ciervo y la serpiente: “Otro atributo tiene el ciervo, y es que se parece a la gacela salvaje; tiene cuernos con tres ramas después de cada tercera renovación. El ciervo vive cincuenta años, y al final de ese período corre a gran velocidad por los valles boscosos y los barrancos de las montañas, localiza por su olor las madrigueras de las serpientes, y de inmediato acerca sus narices a la entrada de aquéllas, conteniendo el aliento (Malexechevarría 1986). Entonces, la serpiente se precipita afuera y va a parar a la boca del ciervo, que se la traga; por

ello se le llama élafos, porque sacó a la serpiente de las profundidades. Luego, corre con la serpiente hacia el arroyo; si no bebe agua antes de tres horas, morirá; pero si encuentra agua, vivirá otros cincuenta años”.

Orígenes dice que el ciervo es enemigo y destructor de las serpientes (como Cristo es enemigo del mal). La serpiente es una criatura del agua y la tierra, el ciervo lo es del cielo y el fuego. El combate entre ambos animales representa el triunfo de la vida, la renovación, fertilidad, longevidad. La leyenda recogida en Asturias sobre la cervatina bendita recrea también el tema de la confrontación entre ciervos y serpientes. El simbolismo del ciervo está relacionado con el fenómeno del ciclo de regeneración y crecimiento de su cornamenta. Por eso es frecuente la representación de la triple cuerna en el extremo de su cornamenta, tanto en los grandes cérvidos del arte rupestre galaico como en la renombrada imagen de Cernunnos en el vaso de Gundestrup. Otro aspecto que llega a representar el ciervo en la iconografía medieval es la Lujuria, sobre todo cuando es asetaado por el centauro Quirón, atribución posiblemente derivada del comportamiento de los ciervos durante la época de celo.

5 San Paciano y las Kalendas de enero (*facere cervulum*)

En relación con esta identificación del ciervo y la lujuria cabe señalar que fue común a las ciudades más notables del Imperio celebrar el día primero del año la fiesta llamada *Hennula Cervula* (ceremonia del

ciervo), especie de bacanales en que hacían el principal papel los disfraces de ciervo y otros animales. San Paciano, que fue obispo de Barcelona desde cerca del año 360 al 390, dedicó a la extirpación de esta costumbre en su diócesis un libro o tratado con el título de *Cervulus*, que podríamos traducir por Cerviño, hoy perdido, y del cual hablan el mismo prelado y su amigo San Jerónimo.

De San Paciano tenemos noticia coetánea en las líneas que le dedicó San Jerónimo en el libro *De viris illustribus*, escrito hacia el año 392. El escrito perdido *Cervus* (o *Cervulus*, como decía San Paciano) era, según el propio Paciano refiere, una celosa diatriba contra los perversos e impúdicos desórdenes que se cometían, aun por algunos cristianos, en una especie de carnaval de primero de año, mala costumbre conocida ya por otros autores eclesiásticos y disposiciones de los concilios de aquella época. Para entregarse la gente más libremente y sin pudor a la maldad, se disfrazaba en figuras monstruosas de animales, las más ordinarias de ciervos, de cabras y de terneras (Ferreiro Alemparte 1990).

“Algunos en ese día, llevados de tan fanática costumbre, se ensuciaban con adivinaciones, saltaban y danzaban desafortadamente levantando grande estrépito, y, cosa aún más torpe y sacrílega, mostrábanse enlazados entre sí en promiscua turba de uno y otro sexo”

También San Cesareo de Arles (470-543) escribió sobre las ceremonias de las Kalendas de enero, la fiesta del Año Nuevo, y sobre aquellos quienes se disfrazaban como ciervos o con las pieles de ovejas o cabras,

otros incluso se disfrazaban con máscaras de animales, exultantes y regocijándose porque, asumida una apariencia de bestia, ellos no parecían ser hombres. Teodoro, arzobispo de Inglaterra (668-690), decía en su *Liber Poenitentialis*: “... aquellos que en tal guisa se transforman en la apariencia de un animal salvaje tienen pena de tres años, porque esto es diabólico”.

San Agustín comenta en su sermón sobre las Kalendas: ¿Hay locura mayor que la de cambiar, con un vestido deshonoroso, el sexo viril para adoptar la figura de una mujer? ¿Hay locura mayor que cantar con irrespetuoso deleite las excelencias de los vicios con ritmos lascivos y poesías groseras? ¿Mayor que vestirse con una piel de animal, semejarse a la cabra o al ciervo, de forma que el hombre, creado a imagen y semejanza de Dios, se parezca al demonio? San Martín de Braga (S. VI) postulaba que el año no debía comenzar con las licenciosas Kalendas de enero, sino el 25 de marzo, coincidiendo con el equinoccio de primavera, cuando los días son iguales a las noches, el primer día del Génesis, cuando Dios, al separar por partes iguales la luz y las tinieblas, llamó día a la luz, y a las tinieblas noche.

6 Simbolismo indoeuropeo de los cérvidos

Desde el punto de vista biológico puede decirse que el *Cervus Elaphus*, en su distribución, es una especie indoeuropea y que el simbolismo del ciervo tiene un claro protagonismo en la arqueología indoeuro-

pea. En este contexto, que podemos atisbar desde los estudios filológicos, de mitología comparada y también desde la arqueología, se hace patente como el ciervo adquiere connotaciones simbólicas homogéneas entre Europa y Asia: solar, asociado al oro, natural y sobrenatural, intermediario entre ambos mundos o símbolo de algún cambio de estado, psicopompo, vinculado al agua, la fertilidad, la longevidad y al árbol de la vida, además con frecuencia se asocia a cacerías rituales y se representa herido. En el ámbito de mitología y la iconografía desde la prehistoria reciente hay dos entidades divinas indoeuropeas que se asocian de forma directa con el simbolismo de los cérvidos: Cernunnos y Ártemis. Ambos comparten su parentesco indoeuropeo, su dominio sobre la naturaleza salvaje y la fecundidad, se asocian con cérvidos, a la vez que ambos persisten residualmente como mitemas en tradiciones europeas hasta la edad moderna.

Cernunnos cuenta con lejanos antecedentes indoeuropeos (Reboreda y Castro 2003-2004). Es el Despotas Theron, señor de las bestias, herencia de tradiciones chamánicas. En las representaciones conservadas del caldero de Gundestrup, el dios con la cornamenta de ciervo y vestido con la piel del mismo animal sujeta a la serpiente con la mano izquierda, al mismo tiempo que con la derecha sostiene un torques, el antídoto contra la serpiente, el rayo diamantino (dorje en tibetano) de los mitos orientales primordiales relacionados con el control del agua. La importancia del dios Cernunnos en las religiones de la Europa céltica no necesita confirmación. En el ciclo

de Osian, el hijo de Finn, el héroe irlandés, fue llamado Oisín (cervato). En el mito de Gargoris y Habis se nos dice que “Apareció una cierva que ofreció su ubre al niño”, a Habis (Justino XLIV, 3, 1 ss.)

A su vez Ártemis es la Potnia Theron, la diosa virgen de la naturaleza salvaje y cuyo animal emblemático era el ciervo y además su carro era tirado por cuatro ciervas con cuernos de oro. Es de destacar la importancia del ciervo en la iniciación de los guerreros a través de la caza salvaje. Además en relación con Ártemis, el dramático episodio de Acteón encierra los elementos rituales con los que juega Meogo en sus cantigas de amigo: agua, caza, virginidad, fertilidad e interdicción sexual.

No es preciso forzar los argumentos para establecer una conexión entre las ninfas de Ártemis y las tradiciones galaicas sobre mouras, como tampoco es desatinado comparar a Luparia con la propia Ártemis o Nabia. Al respecto, Ferreira de Almeida sostenía la idea de que las deidades pre-cristianas empezaron a ser sistemáticamente asociadas con los mouros en los siglos XVI y XVII, lo que coincide con el amplio proceso de sacralización de lugares naturales relacionado con cultos paganos reminiscentes. Las mouras realmente son los espíritus que habitan en lo alto de colinas, fuentes, ríos y penas; se asocian con los elementos y las fuerzas de la naturaleza, con rituales de curación y de fertilidad (Bacelar Alves 2001: 77). Las historias de mouras encantadas contienen recuerdos de las divinidades paganas que nunca dejaron de existir

en la imaginación de la población campesina (Ferreira de Almeida 1986: 118). Aún más, el cristianismo fracasó en el intento de erradicar su existencia y su carácter sobrenatural, consiguiendo únicamente cubrir sus atributos de un leve velo cristiano permaneciendo toda su estructura subyacente en el discurso oficial.

7 Cérvidos y petroglifos

Se han contabilizado más de seiscientas figuras de ciervos en el arte rupestre galaico, y estos suponen más del 90% de los animales identificados de forma meridiana segura (Vázquez Varela 1994: 123), repertorio que incluye también équidos y serpientes. Hemos visto que existe una antiquísima tradición en la que se entremezclan en un mismo relato el agua y los ciervos en un claro contexto de fertilidad, veamos si puede ser útil para la interpretación de los grabados galaicos. El intento de relacionar círculos concéntricos con el agua es un clásico en las interpretaciones desde el inicio de las investigaciones sobre grabados, pero estaba basado solamente en la intuición de los investigadores y en la vaga similitud formal de los círculos con las ondas que se crean en la superficie del agua en reposo al perturbarla con un objeto. El hecho de que existan este tipo de relatos en el sustrato indoeuropeo nos hace sospechar que tras la representación de algunas escenas gravadas se pueden rastrear estos temas. Evidentemente, el motivo que más trazas tiene de poder ser interpretado a la luz de las cantigas de Pero Meogo son los cérvidos, y por extensión

aquellos motivos asociados con ellos. Las escasas investigaciones estadísticas no dejan claro el nivel de asociación entre círculos y ciervos, ya que los resultados de varias investigaciones son opuestos (Cabaleiro 1976; Cancela Rey 1984; Vázquez Rozas 2006). El resultado negativo en la asociación estadística entre ambos motivos puede deberse a la excesiva compartimentación tipológica, que separa en grupos distintos motivos fácilmente asociables como representaciones de ciervos y huellas o por otro lado los círculos concéntricos y las espirales. Lo que sí parece cierto es que el tema de ciervos asociados a círculos es está particularmente bien representado en Galicia. En ocasiones da la impresión de que son escenas configuradas a través del tiempo, como palimpsestos (Laxe dos Carballos, Campo Lameiro) y otras, los ciervos y los círculos se insertan en una ejecución coetánea (Laxe dos Cebros, Cotobade, ver Figura 1)



Figura 1: Laxe dos Cebros, Cotobade (Pontevedra)

No estamos afirmando con rotundidad que se pueda revelar con seguridad el sentido de unas representaciones tan simbólicas y antiguas, lo que tratamos de poner de manifiesto es que los textos escritos ofrecen una información sobre el

imaginario tradicional galaico que no se debe despreciar. A la luz de los numerosos textos europeos quedan más claros aquellos motivos de las cantigas de Pero Meogo que se consideraban más misteriosos: el del ciervo que enturbia el agua, el ciervo que se dirige al mar para morir, el aseo del cabello o el apóstrofe incomprendible a los ciervos (masculinos) calificados a la vez como velidas (femeninos) en la misma cantiga.

El ciervo tiene a veces carácter solar, al menos desde el estudio publicado por Cabaleiro (1976) esa es la interpretación predominante en lo que concierne a las representaciones de cérvidos y équidos asociados a círculos en el Noroeste peninsular. Las insculturas de A Gurita (Porto do Son) posiblemente asocian cérvidos al simbolismo solar; no obstante, la mayor parte de las imágenes de ciervos en los petroglifos galaico están vinculadas a motivos circulares concéntricos con invaginaciones y canales que bien podrían corresponder a representaciones del agua, al arquetipo del ciervo que acude al agua, como una metáfora de amplia extensión y significado.

En Laxe dos Carballos (ver Figura 2) parece haber una gran distancia temporal entre el gran ciervo y los círculos que le acompañan. Posiblemente el rasgo más destacable de este gran macho sea la boca proporcionalmente grande, tal vez indicio del llamado signo de Flehmen (ver Figura 3) que se da durante el celo; rasgo de fertilidad y renovación que también se acusa en la triple terminación de la cornamenta. En el grabado de Rotea do Mendo, el gran macho astado parece diseñado en el acto de

berrear, insistiendo en la idea de fertilidad. La actitud de berrea es característica de otros grandes ciervos en el conjunto del arte rupestre galaico. En los petroglifos de ciervos, apenas media docena son grandes machos astados en los que hallamos rasgos definidos susceptibles de una lectura iconográfica. Rasgos que expresan su asociación con la berrea, el celo, la fertilidad, a veces heridos, ¿qué clase de flechas o heridas? Es probable que el sentido de tales imágenes se relacione con los dos tópicos mencionados: el ciervo y el agua, y el ciervo herido.



Figura 2: Gran ciervo de Laxe dos Carballos, Campo Lameiro (Pontevedra).

En Laxe das Ferraduras (Cotobade) quisiéramos destacar las huellas de cérvidos en lo alto de la roca que configuran una danza circular alrededor de la pía, estableciendo otra probable conexión entre cérvidos y agua (ver Figura 4). En A Boullosa (Santa Mariña da Fraga, Campo Lameiro) hallamos un escena con ciervos, serpiente y círculos; y una composición similar en los serpentiformes de Valga, cuya escena también incluye círculos, pero no ciervos. La oposición entre ciervos y ofidios se puede ver como

una lucha mítica primordial, remitiéndonos a un horizonte indoeuropeo de vasta difusión. En el marco de esta topología simbólica, donde la creación del mundo se relaciona con el origen de las comunidades locales, cabe señalar la importancia de topónimos, orónimos y sobre todo hidrónimos que en Galicia hacen referencia al sentido simbólico de los cérvidos, a un paisaje definido por hierofanías que sancionan los propios grabados rupestres.



Figura 3: Detalle del gran ciervo de Laxe dos Carballos, Campo Lameiro (Pontevedra).

8 Conclusiones

El contexto arqueológico abarca todos los elementos significativos del registro en el espacio y el tiempo. El contexto Patrimonial es material e inmaterial. No debemos despreciar fuentes tan cercanas y valiosas como las cantigas de Pero Meogo. Hacen falta palabras, textos, relatos, para acercarse al significado de las imágenes. Disponemos de evidencias e indicios discontinuos, pero coherentes a lo largo del tiempo, pues todas las fuentes textuales de que disponemos relacionan las fuentes y los ciervos. No debemos olvidar que pese a la solitaria condición actual,

los grabados rupestres están originalmente vinculados a un soporte oral, narrativo, y Meogo nos presenta un hilo argumental arquetípico en forma de poesía ritual en un escenario e imaginario agropastoril. Arquetipos míticos que debemos tener en cuenta; en esencia las escenas son reflejo de un sistema de creencias complejo, son referencias al marco de la ideología indoeuropea, retazos de un sistema mítico ampliamente extendido, que, con sus variaciones, que se mantuvo a través del tiempo.

No pretendemos hacer una transposición mecánica entre los textos aquí descritos y el significado de los grabados. Se trata de poner de relieve el hecho de que durante siglos años han pervivido en el imaginario de las sociedades europeas mitos y ritos que giran alrededor de la asociación ciervo-agua, por lo que es posible que estas estructuras arquetípicas puedan alumbrar nuestro conocimiento para la interpretación de los enigmáticos motivos gravados en el arte rupestre galaico.

Tradicionalmente los relatos folclóricos asociados a los yacimientos fueron recogidos como un patrimonio frágil y en desaparición, pero generalmente, no han sido utilizados para avanzar en la interpretación de los grabados ni en su funcionalidad. Algo similar sucede con los textos históricos, una fuente de información que debería ser de primer orden tanto por su cercanía geográfica como por tratarse de fuentes de información que se encuentran cronológicamente más cerca del objeto de estudio, en este caso, los grabados prehistóricos. Por el contrario, para interpretar los grabados, se ha hecho

un abuso de paralelismos lejanos con los presentes en otras zonas por el simple hecho de haber sido estudiadas estas de forma más sistemática, importando modelos externos sin tener en cuenta su origen o su escasa antigüedad. Estas líneas tratan de ser un simple sondeo en las posibilidades interpretativas de las fuentes escritas para la interpretación de los grabados prehistóricos, pero solamente las sucesivas investigaciones podrán certificar o anular esta línea hoy abierta.



Figura 4: Huellas de cérvidos en la Pedra das Ferraduras, Cotobade (Pontevedra).

9 Bibliografía

- [1] Alonso Del Real, C. "Más sobre el ciervo del pie blanco y sus conexiones", *Cuadernos de Estudios Gallegos* 29, fasc. 87-89: 219-244, 1974-1975
- [2] Bacelar Alves, L. "Rock art and enchanted moors: the significance of rock carvings in the folklore of north-west Iberia", en Wallis, R.J. and Lymer, K.: A permeability of boundaries?, New approaches of Art, Religion and Folklore, *British Archaeological Reports International Series*, Oxford: 71-78, 2001
- [3] Bouza-Brey, F. *Etnografía y folklore de Galicia (I)*, Xerais, Vigo, 1982
- [4] Bueno Ramírez, P. y Balbín Behrmann, R. de "Cervidés et serpents dans la mythologie funéraire du mégalithisme ibérique" *Anthropozoologica* 41 (2): 85-102, 2006
- [5] Cabaleiro, J. "Estudio estadístico de la asociación entre ciervos y círculos en el arte rupestre prehistórico de la provincia de Pontevedra" *Gallaecia* 2: 117-124, 1976
- [6] Cancela Rey, R.A., Carollo Limeres, M. C., Vázquez Varela, J.M. "Estudio de la agrupación y asociación entre petroglifos prehistóricos de la provincia de Pontevedra" *Cadernos de Estudos Galegos* T.XXXV, Nº 100: 23-30, 1984-5
- [7] Deyermond, A. "Pero Meogo's Stags and Fountains: Symbol and Anecdote in the Traditional Lyric" *Romance Philology* 33, 2: 265-283, 1979.
- [8] Ferreira de Almeida, C.A. "A parróquia e o seu territorio", *Cadernos do Noroeste*, 1: 113-130, 1986.
- [9] Ferreiro Alemparte, J. "Los "Cervos" como trasfondo del cancionero de amor, de Pero Meogo, en contraposición a los "Zevroes" del Cancionero de Escarnio, de D. Lopo Lias", *El Museo de Pontevedra*, 44: 497-513, 1990
- [10] Ferreiro Alemparte, J. "La poesía de Pero Meogo. Tenue hilo narrativo y lírica efusión",

- Cuaderno de Estudos Galegos*, T. XXXIX, fasc. 104: 367-391, 1991.
- [11] Fredell, Å. "Rock art and image analysis" en Criado-Boado, F., A. Martínez-Cortizas y M.V. García Quintela (eds.): *Petroglifos, paleoambiente y paisaje. Estudios interdisciplinarios del arte rupestre de Campo Lameiro (Pontevedra)*, TAPA 42: 187-195, 2013.
- [12] González-Serna Sánchez, J.M^a "Notas a una cantiga de Pero Meogo", *Revista de Aula de Letras, Humanidades y Enseñanza*, 1: 1-14, 2002.
- [13] López Castro, A. *De las jarchas a Gil Vicente*, Universidad de León, León, 2001.
- [14] Malaxechevarría, I. (ed.) *Bestiario Medieval*, Madrid, 1986.
- [15] Méndez Ferrín, X.L. *O cancionero de Pero Meogo*, Galaxia, Vigo, 1966.
- [16] Morales Blouin, E. *El ciervo y la fuente. Mito y folclore en la lírica tradicional*. José Porrúa Turranzas, Madrid, 1981.
- [17] Olinger, P. *Images of Transformation in Traditional Hispanic Poetry*. Delaware, Juan de la Cuesta, 1985.
- [18] Reboreda Morillo, S. y Castro Perez, L "Cernunnos y sus antecedentes orientales", *AnMurcia* 19-20: 143-156, 2003-2004.
- [19] Trubarak, D "La novena cantiga de Pero Meogo y los textos europeos con el motivo de la falsa excusa del agua enturbiada por un animal: análisis comparado", *AnMal Electrónica*, 28: 1-38, 2010. (<http://www.anmal.uma.es/numero28/Meogo.htm>).
- [20] Trubarak, D. *La falsa excusa del agua enturbiada por el ciervo: paralelismos ibéricos y balcánicos*. Memoria para optar al grado de doctor, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 2011.
- [21] Vázquez Rozas, R. "Aproximación estadística a los petroglifos gallegos" *Minius* 14: 349-364, 2006.
- [22] Vázquez Varela, J.M. *Ritos y creencias en la Prehistoria de Galicia*, Xuntanza Editorial, A Coruña, 1994.

VIDAGO: FROM TRADITIONAL AGRICULTURAL VILLAGE TO SERVICE ORIENTED SPA RESORT (1908-1968)

V. Joukes

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD) and Centro de Estudos Transdisciplinares para o Desenvolvimento (CETRAD), Vila Real, Portugal.

S. Pereira

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Vila Real, Portugal.

Keywords: Thermal tourism, spa tourism, history, 20th century, socio-economic development, Vidago.

Abstract

The present article seeks to highlight parts of the history of Vidago (parish of Chaves in North Portugal) between 1908 and 1968. The research focuses on the socio-economic development that occurred in this spa resort and the changes that resulted from the investments of not only the main Vidaguense mineral water company and owner of the luxurious Vidago Palace that opened in 1910 (see Figure 1), but also of dozens of small local entrepreneurs.

Sergio Pereira choose to study this reality for his Master Thesis in Tourism, a course he took at the Universidade do Alto Douro e Trás-os-Montes (UTAD). Supervised by Veronika Joukes, he elected the case study methodology, because he was confronted with a limited and bounded reality, and mainly used a literature review and semi-structured interviews as research techniques.

He concludes that the exploitation of the Vidaguense natural mineral waters by the concessionaire over several decades resulted mainly in bottling and marketing

activities, but also in tourism development with the purpose of attracting spa goers from all over Portugal. This triggered changes in the Vidaguense society. The growing importance of secondary and tertiary economic activities in this developing spa town forced the population of Vidago and neighbouring regions to learn new professions linked mainly to the tourism sector. He also found that tourism growth promoted agricultural production and trade, as demand for all kinds of agricultural products, consumables and durable goods was stimulated by the local upcoming hotel “industry” and spa guests. Indeed, the investments made by the company Vidago, Melgaço & Pedras Salgadas (VMPS) in the first decades of the twentieth century stirred local trade and tourism considerably and thus a growing percentage of the working population, including children, freed themselves from farm work to incorporate new professional skills on the job.

This socio-economic local stimulus provoked a micro-revolution at all levels in Vidago

between 1908 and 1968. The valley of Ribeira de Oura moved from an agrarian economy to a mixed exploitation of resources (agriculture versus services, supplemented by some industrial activity in bottling companies), turning Vidago into a local economic and commercial centre. Despite this outbreak of socioeconomic development, growth was not enough to keep up with the demographic boom, due to the seasonality of spa tourism. This meant that an ever growing share of the population had to emigrate from the 60s onwards.

This article focuses mainly on aspects related to tourism, thus recreating the transformation that local life underwent between 1908 and 1968 in order to conclude that here, as in other spa resorts, thermal tourism became a real agent of social change.



Figure 1: Vidago Palace. Source: [1].

1 Introduction

In this article we analyse infra-structural, behavioural and paradigmatic changes in the society of Chaves that occurred between 1908 and 1968, to understand if the use of mineral local waters made this

ruralized society change, or not, to a service society within this period.

In her PHD thesis, Veronika Joukes [2] makes it clear that thermal tourism in the region of Alto-Tâmega, - i.e. in the town centre of Chaves, Vidago (parish of Chaves), Pedras Salgadas (parish of Vila Pouca de Aguiar) and Carvalhelhos (parish of Boticas) - was the activity that best helped the population to grow economically and socially since the end of the 19th century. Surely, in Vidago, huge financial resources were invested for the use of the natural mineral water that exists there. The mentioned thesis contemplates an in-depth analysis of the exploitation by the Town Hall of Chaves of the municipality's natural mineral waters between 1882 and 1948, including in Vidago. We will only refer some details about the beginning of the history of thermalism in Vidago.

In 1863, Manuel de Sousa, a farmer born in Vidago was returning from one of his properties when he leaned over a small stream of water to drink. It flowed in a land called "Palheiros" that belonged to João das Fragas and Aurélia Rita. At that time, it was not even used for watering since its spring was insufficient. While drinking the water, Manuel de Sousa thought it was sparkling and it could ease the stomach discomfort that he had every day. He informed Miss Júlia de Vaz Araújo of his discovery and she informed the lawyer Domingos Vieira Ribeiro, who was living in Chaves and informed the Town Hall. It was still the year of 1863 when the Mayor of that time, Augusto César de Morais Campilho sent twelve

bottles of natural mineral water from the Vidago spring, specimens of rocks, soil and residues to Lisbon where they were analysed for the first time at the laboratory of the *Escola Politécnica* by Dr. Agostinho Lourenço, who concluded that these precious mineral waters were similar to the waters of the well-known spa of Vichy in France in terms of their chemical composition and that they deserved the upmost consideration for being the only waters of this kind in Portugal [3] [4].

From 1865 onwards, it was the Town Hall of Chaves that made the first investments in the construction of a fountain and a simple spa in Vidago, and that same year it also started bottling the Vidago water to sell it. Nevertheless, some private investors, namely counsellor José Pedro António Nogueira, commander Miguel Augusto de Carvalho, deputy Augusto César Falcão da Fonseca, António José Pereira Coelho and João Gualberto da Fonseca, i.e. one Lisbon, another from Vila Real and three from Chaves decided to work together to profit from these resources and created a company to obtain the concession of the exploitation of the Vidago natural mineral waters from the Town Hall of Chaves. They reached their goal in 1870. That was the beginning of *Águas de Vidago*, concessionaire of the springs in the parishes of Arcossó, Vidago, Vila Verde and Sabroso (Diário do Governo 1893 no. 200). It is this concessionaire, which became *Sociedade Vidago, Melgaço & Pedras Salgadas* (VM&PS) in 1934 that contributed substantially to the growth of Vidago because it was the company that

invested in the construction of the *Vidago Palace Hotel* and in the industrialization of the bottling line.

2 Methodology

Two methodological tools were fundamental for the research that took place before the writing of this article: the socio-historic approach and the case study approach. The idea is to, among other things, understand the origin of some of the local phenomena, their historic development until they reached their maturation and relate them with their context. In this case, we focused on the realities experienced in a small region called valley of Ribeira de Oura between 1908 and 1968.

We privileged the reading of primary and secondary sources and particularly valued the contributions of eleven persons who actively experienced the period in analysis, being that the majority of the persons interviewed had some kind of professional activity in Vidago during the period studied. Sérgio Pereira requested them to write down their testimony to three open questions. His field work also implied informal conversations with many inhabitants and people who had worked for VM&PS to supplement the information available. He also visited some hotels that underwent few refurbishments since their opening to understand the conditions offered to the guests.

3 Spatial and time coordinates

The springs in the valley of Ribeira de Oura are located in a very ruralized territory in the district of

Vila Real, former province of Trás-os-Montes, away from the urban centres and from the city life and hustle; a factor which, associated to the climatic and landscape conditions might have helped the investors to decide to invest on the exploitation of local hydro-mineral and tourist resources. We will focus on the area around these springs and, specifically, all the tourist activity at the said thermal spa resort of Vidago. (See Figure 2).



Figure 2: Localization of Vidago. Source: [5].

We initiated our analysis in 1908, the year in which the construction of the Palace Hotel started, a unique architectonic enterprise of exceptional conditions for that time. Since the beginning of its exploitation, Vidago underwent a massive development. We observed that it was in 1909 that the company *Águas de Vidago* definitively obtained the property of the concession by means of a licence of exploitation of the springs Vidago 1 and 2 and the purchase of the lands of spring Vidago 2 from Manuel de Sousa, after legal proceedings with the Town Hall of Chaves that reached the Higher Court due to several appeals [2].

The period analysed ends in 1968 with the opening of the guest house

Pensão Primavera, the last traditional hotel of the thermal spa resort to be built after the destruction of the *Hotel Salus/Hotel do Golfe* on March 19, 1967, due to a huge fire [6].

Another reason for our study of the socio-economic development of Vidago between 1908-1968 is that this period meets the maturation period of thermal tourism in Portugal. This being the repetition of a movement that had developed during the 19th century throughout Europe.

4 Proofs that Vidago grew thanks to its natural mineral waters

There is a series of elements that help us prove that Vidago slowly transformed since the discovery of the natural mineral water in its subsoil. In the following paragraphs we comment on some major areas of change: the opening of new hotels, the demographic evolution, the arrival of the railway, the increase of employability in different sectors and the introduction of new habits. Although all of this was happening at the same time, we will debate each theme separately.

4.1 The opening of new lodging units

At the end of the 19th century and up to 1910, the village of Vidago was a poorly developed thermal spa resort and it had hardly any services to offer to its (spa) guests. In fact the hotel capacity was no more than the *Grande Hotel* and the *Pequeno Hotel*, which belonged to the company *Águas de Vidago*, built in 1874, which

could respectively receive about 100 guests distributed in 54 rooms and 30 distributed in 16 rooms. It was at the Grande Hotel that king D. Luís I and Queen D. Amélia stayed in 1875, 1876 and 1877.

There were the *Hotel Aurélias*, and the *Hotel Simão*. Both operated in large homes that were transformed into guest houses by their owners. There were also a few eating houses (*casas de pasto*) [4: 123].

Most hotels appeared in the beginning of the 20th century. Some examples are the *Palace Hotel* built in 1910, the *Hotel Avenida* in 1911 and the *Hotel Salus* in 1918 [5]. There were also some guest houses with simpler rooms. Table 1 illustrates the rising number of hotel rooms in Vidago at the beginning of the 20th century.

Hotel	1910/11	1920	1930
Grande Hotel	54	54	54
Pequeno Hotel	16	16	Deactivated
Palace Hotel	160	160	160
Hotel Avenida	68	68	68
Pensão Avenida	16	16	16
Hotel Salus	Inexistent	85	85
Pensão Fco. Días	Inexistent	Inexistent	22
Pensão Moderno	Inexistent	Inexistent	15
Total of bedrooms	314	399	420
Source: [6]. Data processed by Sérgio Pereira.			

Table 1: Vidago hotel capacity 1910-1930 (no. of rooms)

While the previously mentioned hotels were kept open, from 1935 onwards, a new set of family guest houses opened, which had low risk financial investment. The *Pensão Termas*, the old and the new *Pensão Santos*, the new *Pensão da Avenida*, the *Hotel do Parque* and the *Pensão Primavera* offered more modest conditions and no important architectural styles. In the beginning they were the residence of the owners, who slowly adapted them by adding rooms and undertaking successive refurbishments in accordance to their financial possibilities to answer to the growing demand for cheaper rooms of the growing number of less wealthy spa tourists.

The loss of quality of the lodging facilities since the beginning of the 20th century up to 1968 shows that initially the wealthier people went to Vidago and only later the less wealthy ones.

There is no doubt that the *Palace Hotel Vidago* is the most impressive building. The opening of this luxury hotel in 1910 and the creation of the park around the springs with avenues surrounded by trees, well-designed gardens, artificial lakes and monumental architectural structures that protected the springs were used to implement in Vidago some of the luxurious life of the Portuguese Royal Court. The idea was to follow the model of the international spa resorts, changing the image of thermal tourism in the region forever. The revolutionary events and the implementation of the republican regime made this romantic and princely ideal that the investors wanted to give to this new

hotel fall down [7] [8]. Although the Portuguese monarchy did not have the privilege to enjoy the majestic and elegant hotel, throughout the 20th century, it was attended by the nations' most important personalities from different fields such as politics, culture and show business: Amélia Rey Colaço (1898-1990), theatre entrepreneur, Sequeira Costa (1930), musician and composer, Presidents of the Republic Marechal Carmona (1869-1951) and Américo Thomaz (1894-1987), Marcello Caetano (1906-1980), the last President of the Council of the Estado Novo dictatorial regime, Duarte Pacheco (1900-1943), minister of public works and Sá Carneiro (1934-1980), founder of the Social Democratic Party (PSD) [9: 130, 131 and 133].

During the period under analysis, the village grew in urbanistic terms due to the needs of the spa resort. All these lodging units promoted the creation of employment and fed the vision that thermal tourism could bring richness to the region that would persist in the future.

4.2 Population growth

In the censuses between 1864 and 1920 the people of Vidago still belong to the parish of Arcossó. The total population of the parish was of 857 people in 1864 and about 1,572 in 1920, i.e., there is a population increase higher than 80% $[(1,572-857)/857 = 0.834]$. (See Table 2).

After the creation of the parish of Vidago (next to the one of Arcossó) in 1925, and later in the census of 1930, the number of inhabitants of the parish of Arcossó

Table 2: Population residing in the parishes of the valley of Ribeira de Oura before the creation of the Vidago parish (1864-1920)

Parish	1864	1878	1890	1900	1911	1920
Anelhe	617	617	706	695	649	585
Arcossó/ Vidago	857	1010	1533	1223	1547	1572
Loivos	759	797	917	950	967	927
Oura	627	589	715	712	946	953
Selhariz	368	448	497	415	430	388
Vilarinho das Paranheiras	388	388	434	404	392	419
Vilas Boas	503	520	596	556	526	491

Source: [10]. Data processed by Sérgio Pereira.

decreases to 688, i.e., almost half of the number from ten years before. On the contrary, the total number of Vidagos' inhabitants in the census of 1930 was of 1,256 people. We can also analyse the available demographic data, using the population density as a parameter. It's clear that except for the urban nucleus of Chaves, the Vidago parish is the most populated area up to 1926. When the parish of Vidago is created, it immediately ranks second with between 200-300 inhabitants per km² in the municipality of Chaves, which is the result of a strong demographic attraction due to the development of its springs [11: Annex no. 31 and 32] [12: 145, 148]. The parishes nearest to Vidago, such as Oura and Loivos, also increased their population since the beginning of the century. They also have been influenced by the appearance of the springs and by the small economic revolution boosted by the presence of the spa tourists that stayed at different hotels of the resort (see Table 3).

Table 3: Population residing in the parishes of the valley of Ribeira de Oura after the creation of the Vidago parish (1930-1970)

Parish	1930	1940	1950	1960	1970
Anelhe	774	816	954	898	615
Arcossó	688	674	789	771	520
Vidago	1256	1372	1609	1712	1210
Loivos	1008	110	1169	1254	1045
Oura	1080	1186	1439	1132	875
Selhariz	452	515	593	585	450
Vilarinho das Paranhairas	464	575	540	426	345
Vilas Boas	513	526	616	520	380

Source: [10]. Data processed by Sérgio Pereira.

4.3 The railway

The managers of the company *Águas de Vidago* were well aware that the train would be a strategic element for the water business. The arrival of the railway in 1910, the year of the opening of Vidago Palace, allowed tourists to travel to the spa resort faster and in a more comfortable way. Since the majority arrived by train, this was clearly a fundamental factor for the growth of Vidago.

Using his political power, the manager António Teixeira de Sousa was able to relocate the Vidago station from the centre of the settlement as it was initially planned to a point that made it possible to draw a straight line between the station and the monumental entrance of the Palace. The newly created Avenue received his name: *Alameda de Teixeira de Sousa* [2: 356] [6].

But it was not only the transport of people that created opportunities, so did the transport of goods. With the trains of the Corgo line, the bottle trays started being transported to the

warehouses of Oporto and Lisbon to enter the commercial circuit. The wagons also brought numerous products to Vidago. An example is the fresh fish that arrived twice a week from the Vigo fishing port, which was served to the guests of the different hotels of the resort [13].

It is important to note that one of the factors that hindered the development and the full exploitation of the competitor springs in the centre of Chaves and Vilarelho da Raia is related to the late arrival of the railroad to the city of Chaves: a decade later, in 1921.

4.4 Increase of employability in different sectors

During the first half of the 20th century, the *Águas de Vidago* company promoted many changes in the village of Vidago, and it was responsible for the increase of the region's tourism. By exploiting the natural mineral waters' springs and building the first hotels, it promoted the arrival of tourists willing to spend their money in the village and the region. This situation created a wave of trade dynamism which led to the arrival of people from neighbouring lands and from farther away who saw the growth of the Vidago thermal spa resort as an opportunity for a better life. Employability increased highly in the hotel sector of the valley of Ribeira de Oura in jobs that needed a low level of training such as washerwomen, maids, doormen, kitchen helpers, butlers, messengers and in more complex positions with some requirements. In both cases, the managers chose experienced profes-

sionals who arrived from the capital's hotels or even from Spain. It was the case of cooks and waiters [14].

The arrival of the train in a village with hotels and guest houses spread over several streets triggered the creation of a new job: the *bellboy*. Every respectful hotel of Vidago had one; the bellboy would await the tourists arriving at the station of Vidago and take them to their place of lodging.

But the added-value in terms of employment was in the bottling of the springs' water, since this activity guaranteed a job to dozens of employees during the entire year. The majority of the employees that worked at the springs were women [7].

We highlight the contribution of another group associated to the Vidago natural mineral waters: every year a few minors started their active life working for VM&PS. A good example is the testimony of the Aguiar family. All the members of this family who were interviewed mentioned that their first job as a child at the Salus spring, was giving water to the spa tourists with reduced mobility because the spring emerged below the ground so it was necessary to go down and up 45 steps to collect the water in the measuring glasses. This was their duty when they started at the company, and they passed their know-how along to their siblings. It was a recurrent phenomenon: several members of the same family were working at VM&PS [13].

The knowledge accumulated while working for the tourists remained within the community of Ribeira de Oura and its surround-

ings. In fact, working at the local hotels was like completing a tourism vocational course. Many earned their skills on the job and the knowledge of the "métier" was transferred to the younger ones because there were no hotel training schools [13].

As previously mentioned, in 1920 the resort had four operating hotels that offered about 400 rooms for a rich and elitist class. Besides the hotels there were a few smaller guest houses that offered modest lodging conditions. All these hotels needed labour for different services and tasks. Although there was the need to recruit people from other locations, the local inhabitants seized the opportunity to get a job at the different hotels of the resort. This outbreak of tourism development also boosted the presence of many commercial houses in the village that needed employees to be at the counter. All these changes contributed to the displacement of employees that were previously working in farms to services that were provided mainly during the thermal season. The thermal resort of Vidago operated uninterruptedly during the period that we researched. This does not mean that tourism in Vidago employed more people than agriculture. Here is already one reason to explain this: tourism itself boosted the local agricultural production. In a time where commercial exchanges took place with some limitations - it was much more difficult for products to reach their destination than nowadays - many of the agricultural products served at the hotels were produced in the region, in lands owned by the hotel

entrepreneurs as it is the case of João Crisóstomo de Oliveira, owner of the *Hotel Avenida* [15]. Moreover, the active population could only work in tourism during the thermal season, from June to October. The remaining months, those people would be unemployed or would go back to their farm jobs. The seasonality of Vidago's spa tourism due to climate conditions did not enable the formation of an active professional class working full time in the service area. Based on our research, we concluded that although many families in Vidago received their main revenue from the agricultural activity, several of their members acquired some know-how about the hotel business which they shared with their kin, a habit that lasted throughout the 20th century. The population of the Valley of Ribeira da Oura saw in each thermal season a great opportunity that year after year would offer a temporary "job" to many unemployed people, mainly women and young people. Young people saw in the hotel work an opening to escape the much harder and less paid farm work. One of the aspects highlighted by the people with whom Sérgio Pereira talked was the fact that the work at the hotel during the three or four months of the thermal season allowed the families from Vidago to gather some savings that might help them to survive the remaining months of the year, being this an extra revenue used as a supplement (many times indispensable) to the family budget. However we noted that the growth of thermal tourism and the bottling industry throughout the 20th century couldn't

meet the increase of labour demand. Indeed, even in "flourishing" Vidago the population underwent the same difficulties and vicissitudes as the population from the rest of Trás-os-Montes. The migrating process that the population from the north of Portugal underwent throughout the 20th century caused the same effects on the population of the valley of Ribeira de Oura. At the end of the 19th century and beginning of the 20th century, many citizens from Vidago moved to Brazil and the USA. Some of these adventurers went back to Vidago to start their own business.

4.5 Change of habits

We reiterate that, since the beginning of its activity, the company *Águas de Vidago* chose to exploit the Vidago springs in two ways. On the one hand, it invested important financial resources in the tourism and leisure, supplementing it with therapeutic services, taking advantage of the medicinal benefits of the waters. On the other hand, it chose to bottle and sell the water from the springs. This second decision brought quicker revenues and was less expensive in terms of exploitation. Nevertheless, at the beginning of the 20th century, it was done manually due to the lack of technological means that would only show up from the 1950's onwards. Moreover, the consumption of bottled water was not yet generalized in the Portuguese society. To increase the sales volume, the company *Águas de Vidago* told the public that the Vidago waters contained a medicinal and therapeutic purpose even when consumed in

a family environment. Thus, it sold bottles of 0.25 centilitres with the waters of spring Vidago 1 in pharmacies spread over the country [16].

With the arrival of so many tourists, the inhabitants of Ribeira de Oura themselves were privileged with some “modernities”. Since the inauguration of the *Grande Hotel* in 1874, the Vidago residents had the possibility of taking advantage of services such as the post or the telegraph that operated only during the bathing season. The first post employee is said to have been João Crisóstomo de Oliveira. He became one of the most influent hotel entrepreneurs of the resort, in the first half of the 20th century. The telegraph, the most modern means of communication of that time was inaugurated in Vidago by the minister Rodrigo da Fonseca Magalhães, when he went for his bathing season in the year 1875 [6:22].

While specific public services started making their way into the spa tourist daily routine at the beginning of the 20th century, such as the provision of drinking water, health services, electricity, etc..., the inhabitants, inspired by these examples, started demanding and doing their best to achieve a higher standard of life. The (tourism) development of the thermal village led to the arrival of these modern elements in Vidago much sooner than in other places in the region.

The guests spent quite some of their time relaxing in a green environment. They also enjoyed themselves at the sports facilities of VM&PS, such as its tennis fields, firing range, automobile race track, artificial lake (for

rides on rowing boats), golf course, among others. The guests of the remaining hotels rested in their own friendly and familiar environment and enjoyed the famous dancing nights that were organized there. To ensure live music during the summer season, several bands were created. There were also the promenades near the river banks or to the local river beach, called “*burricadas*” in which the local donkeys were used as a means of transport, as you can see in Figure 3.



Figure 3: “*Burricada*” promenade.
Source: Postal card of Sérgio Pereira.

All these changes made Vidago leave behind a fully agricultural economy and evolve to a more diversified one as shown in this small excerpt [7: 78]:

“Nowadays, life in Vidago is very different than it was some years ago. Then, life was focused on half a dozen noble families to whom the people of Vidago obeyed. Everything was different from now; the Vidago village now has a diversified and evolved life. The development of tourism led the people of Vidago to change their activity. The presence of the waters and the hotel life made some become rich and others were able to save some money. Business has also grown and it favoured a few

fortunate ones. With regard to the people's daily routine, most of them are employees of the company *Águas de Vidago, Melgaço & Pedras Salgadas* that absorbs an important part of the population."

5 Conclusions

The study carried out showed a few realities of the Vidago spa resort between 1908 and 1968 that bear witness to a real social and economic growth as a result of the discovery of natural mineral water in that location. At the beginning of the 20th century, the Vidago settlement was in fact a small commonplace village in the province of Trás-os-Montes. What the Town Hall was not able to achieve in Vidago, namely the exploitation of the springs and the construction of a European-like resort was promoted by a company of private capital, the company *Águas de Vidago*. In 1908 the company met the financial conditions to project and execute a set of infra-structures such as hotels, spa centres (therapeutic use), leisure equipment and buildings with artistic architecture which nowadays belong to the thermal heritage of the Vidago spa resort.

In short, we can consider that between 1908 and 1920 there was a significant investment in the construction of the magnificent Vidago Palace which led to its inauguration and intensive use. The 1920s can be related to the administrative promotion of Vidago to parish due to its status of thermal resort (important tourism classification at national level). The 1930s gave way to many different relationships between

VM&PS (concessionaire of the resort) and the town living forces and resulted in the construction of a 9-hole golf course, a river beach and a new church. The decade of 1940 brought the highest frequency rate of spa tourists to Vidago with more than two thousand enrolments for treatments and the opening of many guest houses. Finally, in the 1950s and 1960s many personal relationships were established between the inhabitants and the guests. Moreover, there was a considerable cultural development mainly during the thermal season. All these events allowed a rural community to transform into a community, based on a mixture of economic activities mostly of the primary (agriculture) and tertiary (thermal tourism) sectors supplemented by the secondary sector (bottling).

This work is supported by national funds provided by the FCT – the Portuguese Foundation for Science and Technology, through its project UID/SOC/04011/2013.

References

- [1] Silva, J. Vidago Palace Hotel - 1910 - 2010. In Meu Vidago [Blog], 2010. Available: <http://vidagoimagens.blogspot.pt/2010/05/vidago-palace-hotel-1910-2010.html>. [Accessed: 17-May-2013].
- [2] Joukes, V. (before Lapa). *Águas, elites e desenvolvimento. A exploração das águas minerais naturais do concelho de Chaves pela Câmara Municipal (1892-1948)*. UTAD, 2009. PhD thesis.

- [3] Lourenço, A. Águas de Vidago. Newspaper O Intransigente (23-12-1900: 3). Also referred by [7: 14].
- [4] Diário de Lisboa. Vol. 2, n.o 115, 22-05-1865: 1305-1308.
- [5] Ribeiro, F.D.C. Vidago - Mapa. Flickr Fernando DC Ribeiro, 2010. Available: <https://www.flickr.com/photos/fer-ribeiro/5150491748>. [Accessed: 14-Jun-2015].
- [6] Virgílio Salvador, F, Memórias de Vidago. S.l.: S.n., 2004.
- [7] Pereira, M.J., Cem anos de história e progresso de um povo (Vidago): 1865-1965. S.l.: S.n., 1965.
- [8] Vidago. Newspaper O Intransigente. Different numbers of the year 1910.
- [9] Castro, M. & Ducout, F. Vidago Palace: 100 anos: 1910-2010 = Vidago Palace: 100 years: 1910-2010. [S.l.]: Ramiro Leão, 2011.
- [10] INE, Recenseamento geral da população. Lisboa: INE, 1900-2011.
- [11] Pereira, S. Vidago: de aldeia rural à vila termal (1908-1968). Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 2014. Master thesis.
- [12] Neves, F. O turismo termal no Norte de Portugal. Vidago e Pedras Salgadas: o desenvolvimento de duas estâncias termais. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2002. Master thesis.
- [13] Aguiar, H. [former employee of VM&PS], Interview on 13-09-2013.
- [14] Braz, M. [former employee of VM&PS], Interview on 10-07-2013.
- [15] Oliveira Cruz, J. Vidago: sua história, origem e formação. Régua: Imprensa da Régua, 1970.
- [16] Silva, J. Receita - 1912. Meu Vidago [Blog], 2011. Available: <http://vidagoimagens.blogspot.pt/2011/07/receita-1912.html>. [Accessed: 17-May-2013].

PROYECTO NÁYADES. UNA PROPUESTA DE MUSELIZACIÓN INTEGRAL DE LOS RESTOS DEL BALNEARIO CARLOS III EN TRILLO (GUADALAJARA)

A. Batanero Nieto

Arqueólogo, Centro de Estudios de las Peñas de Alcalatén y su Entorno (CEPAE), Trillo, Guadalajara, España.

Palabras clave: Diversificación, psicología ambiental, agua, historia, conjunto patrimonial, Trillo, identidad.

Resumen

Se trata de los resultados inéditos de un Trabajo Fin de Máster Universitario en Educación y Museos, Patrimonio, Identidad y Mediación Cultural (Universidad de Murcia), presentado en 2012 por el que suscribe, cuya tutora fue María Teresa Marín Torres y calificado con sobresaliente. Un proyecto de innovación sobre la creación de museos en las zonas rurales del interior de nuestro país, ante un panorama de instalaciones obsoletas que no responden a la actual definición de museo. El ejemplo de análisis e innovación fue el conjunto patrimonial que constituyen los pocos restos conservados de la Estación Balnearia de Trillo (Guadalajara), cuya secuencia constructiva se presenta en una comunicación a este congreso (*La estación balnearia de Trillo. Secuencia constructiva y evolución del concepto.*)

2 Método

El trabajo se basó en un estudio comparativo entre varios proyectos museológicos europeos y uno español:

Varusschlacht: La arquitectura al servicio de la historia en una exposición descentralizada.

Salz Welten: Parque de atracción histórica entre el interior y exterior de los Alpes.

Pfahlbau: Viaje en el tiempo mediante la percepción a través de reconstrucciones.

Glauberg: Un telescopio hacia el pasado y microscopio hacia la investigación.

De las conclusiones de cada uno se extrajeron varias ideas que nutren un concepto museográfico integral que extrapolar a un caso concreto mediante la adición de varias cuestiones: *Agua, historia, diversidad e identidad.*

Luego se pasó al análisis de todas las infraestructuras y restos patrimoniales de un área que pueda considerarse conjunto patrimonial. Sobre esos dos elementos se diseña un proyecto de innovación que resulta también una optimización de recursos. La actuación museográfica se organiza en forma horizontal o descentralizada, y no vertical o unitaria, como sucede en los grandes museos estatales. En el caso de los balnearios his-

tóricos, se trata de extender el concepto museográfico a todo un conjunto patrimonial y a instalaciones hoteleras y termales, para que sea el pasado del lugar el que le confiera cohesión al sitio. Además se desea que a través de los conceptos de la psicología ambiental, se establezcan pautas para conseguir que la experiencia del visitante de los museos sea gratificante y de calidad.

De este modo, equipos multidisciplinares, podrían elaborar Planes Directores encaminados a sentar las bases de los proyectos de investigación arqueológica y de desarrollo arquitectónico, que bien podrían convocarse por el método de concurso.

3 Definición: un producto cultural

Según Prats, existen dos formas de potenciar la viabilidad del patrimonio: *o estamos dispuestos a realizar grandes inversiones en atracciones turísticas (patrimoniales o no), o convertimos (a la escala que nos convenga) la propia infraestructura de alojamiento y restauración en el atractivo turístico principal, en el motivo de compra [4].*

En el caso que nos ocupa, lo que se desea convertir en el objeto de atención humana, es precisamente el patrimonio, no sólo las instalaciones complementarias.

En este caso lo más importante ya está presente en la comarca, en tanto que la historia fundamenta la calidad de ese "producto cultural". Se trata de ofrecer

diversidad de oferta, mediante pequeños escenarios conectados por recorridos cortos y variables. De este modo además se alargaría la estancia en la zona, dado que las visitas podrían fragmentarse en medias jornadas. También podrían relacionándose rutas diversas entre uno y otros conjuntos patrimoniales, ayudando a desarrollar el ámbito rural estudiado en el futuro [5].

En el campo de la arqueología sería una actuación similar a la de los Parques Arqueológicos, si bien en el Conjunto Patrimonial se pueden incluir elementos patrimoniales de diversos entornos, tipos, cronologías y estado de conservación. En España se han realizado intervenciones similares en la figura del *Plan de Dinamización del Producto Turístico*, si bien el enfoque en este caso es diferente, encaminándose hacia un sentido educativo y lúdico.

Náyades se refiere al ámbito rural de interior y se rige por varios principios:

- El atractivo del AGUA para el ser humano.
- Contenido histórico como producto turístico.
- Arquitectura: la función sobre la forma.
- La belleza como recurso turístico.
- Diversidad para combatir la apatía.

Así, podría definirse como un producto cultural, más que turístico; pero se apoya en el segundo concepto para conseguir ser sostenible económicamente.

3.1 Términos

a) Las náyades

Son las ninfas griegas de agua dulce. Seres mitológicos del sustrato indoeuropeo, que se relacionan con un concepto politeísta y omnipresente en la naturaleza. Seres bellos, sobrehumanos, inmortales, sanadores y que moran en los manantiales, lagos, ríos, fuentes y arroyos.

b) Conjunto Patrimonial

Grupo formado por varios elementos o bienes patrimoniales, y por un área que los delimita, el entorno patrimonial. El concepto de espacio incluye un ámbito abierto y otro cerrado o arquitectónico. En España los entornos patrimoniales han sido definidos: el espacio que rodea a un bien cultural legalmente protegido, sea este bien un edificio, un conjunto histórico-artístico, un centro histórico, un sitio arqueológico, etc., cuyo perímetro se fija en función de las necesidades de protección de ese bien [1].

c) Psicología Ambiental

La disciplina que se ocupa de analizar las relaciones que se establecen a nivel psicológico entre las personas y sus entornos. Se ubica dentro de las Ciencias Sociales y las disciplinas que estudian el medio ambiente natural o construido [2]. Parte de la concepción de un ambiente genérico que puede sustituirse por cualquier elemento perteneciente a otros campos como la Geografía, la Biología, la Arquitectura o el Urbanismo, entre otros [3].

d) Diversificación de espacios

El proyecto parte de la idea de que la diversificación de espacios

museísticos, permitirá ofrecer un producto cultural más atractivo. De la combinación de espacios abiertos y cerrados, con mucha y poca luz, con museografía tradicional y con técnicas innovadoras, etc, se generará una experiencia heterogénea y más enriquecedora. Es un modo de ofrecer lo contrario a lo que existe en la urbe, grandes museos de enormes colecciones con recorridos muy largos que provocan fatiga psicológica y cansancio físico. En un Museo Estatal todos los elementos están integrados en un solo inmueble, generando grandes recorridos y elevados costes de mantenimiento. Aquí se han descentralizado las instalaciones en un solo plano, repartiéndolas por un terreno común, pero en diferentes lugares dentro de un mismo espacio, de forma que dependiendo de la temporada, se pueden cerrar algunas de las instalaciones.

4 Propuesta de intervención

Al existir tanta información de este balneario, es posible rellenar una amplia oferta de espacios de baño, interacción, observación, consumición, estudio o descanso, basados en el concepto de termalismo desarrollado en los Baños de Carlos III desde su fundación.

Se plantean nuevos usos sobre algunos inmuebles abandonados y creación de sencillos proyectos de nueva planta, generando una red diversificada de pequeñas instalaciones y espacios abiertos. Diseños sencillos inspirados en los edificios desaparecidos en la finca, que se

presentarían bajo la imagen corporativa que tenía el complejo termal en el siglo XIX.

Dependiendo del estado de conservación y el grado de protección existente en cada caso, se actuaría de un modo u otro. En general los edificios deberán estudiarse previamente a su restauración, y bajo los de nueva planta deberá investigarse de forma arqueológica.

Concretamente se propone la creación de la siguiente red de instalaciones sobre los restos del Balneario de Carlos III:

4.1 Sobre los edificios:

a)-El Hotel de los Dueños o Pabellón de Santa Rita. Año 1897: *Centro de visitantes, sede de la Exposición Permanente, Biblioteca y Sala de Investigadores.*

b)-Cuarto de calderas antiguas: *Sala de exposición permanente del agua mineromedicinal.*

c)-Edificio del Baño de la Condesa 1777: Planta superior: *Un Café- tertulia.* Planta inferior: *Rehabilitación para el baño termal.*

d)-Edificio Hotel de la Glorieta: *Apartamento de lujo.*

4.2 Sobre los restos arqueológicos:

a)-Restos arqueológicos de El Antiguo Establecimiento. Años 1777-1868: *Parque público de día y Escenario para eventos por la noche.*

b)-Restos arqueológicos del Baño de la Princesa: Planta superior: *Tienda-exposición del jardín botánico.* Planta inferior: *Herbolario y salón de té.*

c)-Restos arqueológicos del Baño de la Piscina: *Sala de exposición temporal del Baño de la Piscina. Un espacio de expresión social.*

d)-Restos del Hotel de la Alameda: *Sala de exposición temporal del Hotel de la Alameda: Un lugar para el arte y la gastronomía.*

4.3 Sobre el jardín:

a)-Alameda superior del Jardín Histórico: *Un lugar para eventos gastronómicos.*

b)-Alameda principal del Jardín Histórico: *Un jardín botánico de especies autóctonas.*

c)-Alameda inferior del jardín histórico: *Huertaescuela-venta agricultura ecológica.*

d)-Paseo de la Piscina. *Un espacio abierto de exposición.*

No se expone la propuesta técnica expositiva ni la dinámica cultural diseñada para cada uno de los elementos, por falta de espacio, quedando pendiente para futuras contribuciones.

5 Objetivos

a) Que el contenido histórico y arqueológico de un área determinada, sea el marco de cohesión para todas las intervenciones en las instalaciones.

b) Restauración del patrimonio cultural para frenar el deterioro y recuperar la identidad local.

c) Que se cubran las necesidades socioculturales para los bañistas, en su entorno más cercano; generando una vinculación al sitio, de forma que se esta-

blezca una afluencia continuada como sucedía en el pasado.

6 Conclusión

Es necesaria la realización de proyectos multidisciplinares con un programa específico, aunque el patrimonio no esté declarado B.I.C. De ese modo no se perderá la esencia de los conjuntos patrimoniales, y se guardará el equilibrio entre patrimonio y producto turístico.

En el caso del patrimonio balneario de nuestro país, las intervenciones muchas veces no parten de la identidad patrimonial que conceden los manantiales y la historia de los mismos, primando criterios meramente hosteleros. Esta es una propuesta de intervención a largo plazo, que se basa en la vuelta a los valores protagonistas de los balnearios, entre los que el agua es imprescindible.

Referencias

- [1] Sánchez De Madariaga, I. La protección del patrimonio histórico y la gestión de su entorno. En: Urban 7, Universidad Politécnica de Madrid, 2002.
- [2] Valera Pertegás, S. Cognición, representación y apropiación del espacio. Psicología Ambiental; bases teóricas y epistemológicas. Publicacions Universitat de Barcelona: Barcelona, 1996, 1-14.
- [3] Fernández Ballesteros, P. El ambiente: Análisis psicológico. Madrid, 1988.
- [4] Prats, Ll. La viabilidad turística del patrimonio, En: Pasos: revista de turismo y patrimonio cultural. V. 9, 2, 2011, p. 249-264.
- [5] Hernández Ramírez, J. Los caminos del patrimonio. Rutas turísticas e itinerarios culturales. En. Pasos, Revista de turismo y patrimonio cultural, vol. 9, 2, 2011, pp. 225-236.

PROYECTO Náyades

Desarrollo de Espacios en el Balneario de Carlos III en Trillo (Guadalupe)

DESARROLLO ESQUEMATICO

SITUACIÓN ACTUAL DEL ANTIGUO BALNEARIO DE TRILLO

DEFINICIÓN

Proyecto cultural a desarrollar sobre Conjuntos Patrimoniales (3.1.b), donde el agua sea protagonista (3.1.a). Parte de la optimización de recursos, en los que prima el desarrollo museográfico en el que el contenido histórico del sitio se extiende a toda la zona:

- Yacimientos arqueológicos: Puesta en valor como "escenarios del pasado" (eventos, espectáculos, teatro, cine de verano, conciertos de música clásica, etc.)
- Patrimonio Inmueble: Rehabilitación para recuperar su uso primitivo adaptado a los tiempos: No perder el concepto del edificio.
- Instalaciones abandonadas: Nuevos usos museográficos u hosteleros.

AL TURISTA-BAÑISTA AHORA SE LE SUMARÍA EL VISITANTE

BALNEARIO COMO UN COMPLEJO SOCIOCULTURAL, LÚDICO-EDUCATIVO.

PRINCIPIOS:

- Náyades se refiere al ámbito rural de interior y se vive por varios privilegios:
- El atractivo del AGUA para el ser humano.
- Comerida histórica como producto turístico.
- Arquitectura: la función sobre la forma.
- La belleza como recurso turístico.
- Diversidad para combatir la soledad.

OBJETIVOS:

- Que el contenido histórico y arqueológico de un área determinada, sea el marco de cohesión para todas las intervenciones en las instalaciones.
- Restauración del patrimonio cultural para tener el destino y recuperar la identidad local.
- Que se cubran las necesidades socioeconómicas para los bañistas, en su entorno más cercano; generando una vinculación al sitio, de forma que se establezca una afición contrastada como ocurrió en el pasado.

INTERVENCIÓN PLANTEADA COMO PLAN DIRECTOR A DESARROLLAR EN FASES:

SOBRE LOS RESTOS ARQUEOLÓGICOS:

- Restos arqueológicos de El Antiguo Establecimiento. A.F.C. 1771-1800. Parque público de día y Estadero para eventos por la noche.
- Restos arqueológicos del Baño de la Procesión/Parte superior. Fondeo-exposición del jardín histórico. Parte inferior: Hotelero y sala de té.
- Restos arqueológicos del Baño de la Plaza. Sala de exposición temporal del Baño de la Plaza. Un espacio de exposición social.
- Restos del Hotel de la Alameda. Sala de exposición temporal del Hotel de la Alameda. Un lugar para el arte y la gastronomía.

RECONSTRUYENDO PLANIMETRÍAS DE LOS EDIFICIOS ANTIGUOS ENTRE LOS NUEVOS.

SOBRE LOS EDIFICIOS:

- Hotel de los Duques o Palacio de Santa Rita. Año 1807. Centro de visitantes, sede de la Exposición Permanente, Biblioteca y Sala de exposiciones.
- Cuarto de máquinas antiguo. Sala de exposición permanente del agua mineralizada.
- Edificio del Baño de la Graveda 1771. Parte superior: Café Jardín. Parte inferior: Restaurantes para el baño social.
- Céntrico Hotel de la Ciudad. Apartamentos de lujo.

PRECONCIERTO DE RECONSTRUCCIÓN, CON EL UNO DE LAS TIC.

SOBRE EL JARDIN:

- Alameda superior del Jardín Histórico: Un lugar para eventos patrimoniales.
- Alameda principal del Jardín Histórico: Un jardín botánico de especies autóctonas.
- Alameda inferior del Jardín Histórico: Huerto-escuela-venta agricultura ecológica.
- Paseo de la Plaza. Un espacio abierto de exposición.

RESTAURACIÓN TOTAL DEL JARDIN DEL S. XIX SEGUN PLAN DE DOCUMENTACIÓN CONSERVADA.

EL CONTENIDO HISTÓRICO COMO MARCO DE COHESIÓN: IMAGEN CORPORATIVA ANTIGUA

COLABORACIÓN INSTITUCIONAL Y EMPRESARIAL

MUSEO + PATRIMONIO + HISTORIA + IDENTIDAD CULTURAL + HERENCIA SOCIAL LOCAL
DIVERSIDAD DE CONTENIDOS ESPACIOS Y FORMAS MUSEOGRAFICAS + MAYOR INTERÉS DEL VISITANTE

CONCLUSIÓN 1:

Es necesaria la realización de proyectos multidisciplinarios con un programa específico, aunque el patrimonio no está declarado B.I.C. De ese modo no se perderá la esencia de los conjuntos patrimoniales, y se garantizará el equilibrio entre patrimonio y producto turístico.

CONCLUSIÓN 2:

En el caso del patrimonio balneario de nuestro país, las intervenciones muchas veces no parten de la identidad patrimonial que conforma los materiales y la historia de los mismos, generando cambios irreversibles. Esta es una propuesta de intervención a largo plazo, que se basa en la vuelta a los valores protagonistas de los balnearios, entre los que el agua es imprescindible.

Proyecto Náyades. Una propuesta de rehabilitación integral de los restos del Balneario Carlos III en Trillo (Guadalupe).

Antonio Bascos Vela, arquitecto.

360

ESTUDIO DEL POBLAMIENTO HISTÓRICO DE LA CUENCA BAJA DEL RÍO MIÑO

P. Valle Abad

Campus del Mar, Universidade de Vigo, España.

M. Díaz Rodríguez, A. A. Rodríguez Nóvoa, A. Vázquez Martínez

GEPN-Departamento de Historia I. Universidade de Santiago de Compostela, España.

A. Carballo Lomba

Grupo de Análise Territorial (ANTE - GI1871). Dpto. de Xeografía, Universidade de Santiago de Compostela, España.

M. Carrero Pazos

Arqueoloxía e Ecoloxía do Fenómeno Megalítico Galego. Universidade de Santiago de Compostela, España.

Palabras clave: Baixo Miño, Paleolítico, Edad del Hierro, Bronce, Romano, SIG, Río Miño, Poblamiento

Resumen

El presente estudio se centra en la relación que existe entre los asentamientos humanos y los cauces hídricos en la Comarca O Baixo Miño, a través de un trabajo interdisciplinar que abarca desde el paleolítico hasta época romana.

1 Introducción

El entorno del río Miño se caracteriza por su riqueza patrimonial, tanto de carácter natural como histórico. Las condiciones físicas del territorio han jugado un importante papel en la configuración del paisaje de la zona, especialmente en la distribución espacial de los asentamientos humanos a lo largo de los diferentes períodos históricos. Entre estas condiciones destaca la existencia de un elemento común, como eje vertebrador del territorio: el río Miño.

El río Miño, sus afluentes y la costa Atlántica convierten esta zona en un lugar estratégico, tanto para el control del territorio como a nivel económico y de explotación de recursos. Mediante este estudio, de carácter aproximativo, intentaremos cuantificar la magnitud de la influencia del río en la configuración del paisaje a lo largo de la historia, a partir de vestigios arqueológicos que abarcan desde el paleolítico hasta la antigüedad.

Es necesario señalar que el estudio cuenta con una serie de limitaciones, encabezadas por las variaciones físicas que pudiese presentar el territorio en las distintas épocas tratadas; así como las derivadas de la propia cronología, pues las diferentes etapas presentan diferentes tipos de restos, no siempre comparables. A esto debemos añadir la dispar prospección de restos arqueológicos efectuada en cada ayuntamiento,

lo que nos proporciona una distribución y número de yacimientos relativos, pudiendo modificarse el esquema final en relación a nuevos descubrimientos.



Figura 1: Situación de O Baixo Miño en Galicia

2 Método

Para la correcta consecución del estudio fue necesario configurar un grupo de carácter interdisciplinar, que cubriese varias épocas históricas, así como un geógrafo.

La información sobre los distintos yacimientos fue extraída, principalmente, del inventario de la Dirección Xeral de Patrimonio Cultural de la Xunta de Galicia (DXPC), a la que se sumaron datos recopilados previamente por cada uno de los componentes del grupo. Esta información arqueológica-cronológica se cruzó con otra de carácter orográfico e hidrológico, mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG). Esto permitió observar sobre el mapa las distintas casuísticas y extraer tablas de datos con las que hacer estudios estadísticos y establecer patrones.

3 El medio físico

La Comarca de O Baixo Miño se sitúa al suroeste de Galicia. Zona costera y fronteriza con Portugal, está conformada por los ayuntamientos de A Guarda, Oia, O Rosal, Tomiño y Tui.

En base a las condiciones actuales, es posible distinguir en este territorio tres unidades geomorfológicas:

A) La sierra de A Groba, altiplano que sirve de barrera entre la zona de costa y el interior, y que presenta una importante diferenciación en sus laderas, más abruptas hacia la costa y más suaves hacia el interior.

B) El valle del río Miño, zona estuarina y muy dinámica. Es un valle abierto, con dirección noreste-suroeste y con importantes deposiciones de materiales de diversos tamaños en terrazas cuaternarias.

C) La franja litoral, zona de costa muy rocosa caracterizada por la llanura litoral a los pies de las escarpadas laderas de la Groba; con importantes depósitos de cantos en terrazas marinas.

4 El poblamiento de O Baixo Miño

A continuación pasaremos a exponer brevemente la relación entre el poblamiento y la presencia de cauces de agua, en función de las diferentes épocas históricas.

Durante el **Paleolítico** se observa una concentración preferente de restos en las zonas con abundancia de recursos hídricos, circunstancia que de hecho puede observarse también en otros puntos de la Península Ibérica (López

Campuzano, 1993-1994). Se trata de emplazamientos en los que abundan las materias primas, tales como cantos rodados, y a los que acudían los animales para abastecerse de agua y alimento, brindando la disponibilidad de caza.

De los 84 sitios arqueológicos del período paleolítico que se localizan en O Baixo Miño, 71 son hallazgos y 13 yacimientos¹. Todos ellos se encuentran dentro de un área de 10 km, distancia que establece Renfrew como la zona por la que se movería una comunidad de cazadores reco-

lectores para captar materias primas y alimento (Renfrew y Bahn, 2007:235). Se ha decidido establecer un punto de referencia hipotético para cada yacimiento, ante la imposibilidad de distinguir los asentamientos del resto de lugares y poder establecer su localización precisa. El 100% de los yacimientos estudiados aquí tiene acceso en esta área de captación al menos a un río. Los yacimientos que se encuentran cercanos a la costa, en Oia y O Rosal, dispondrían también de los recursos que ofrece el mar.

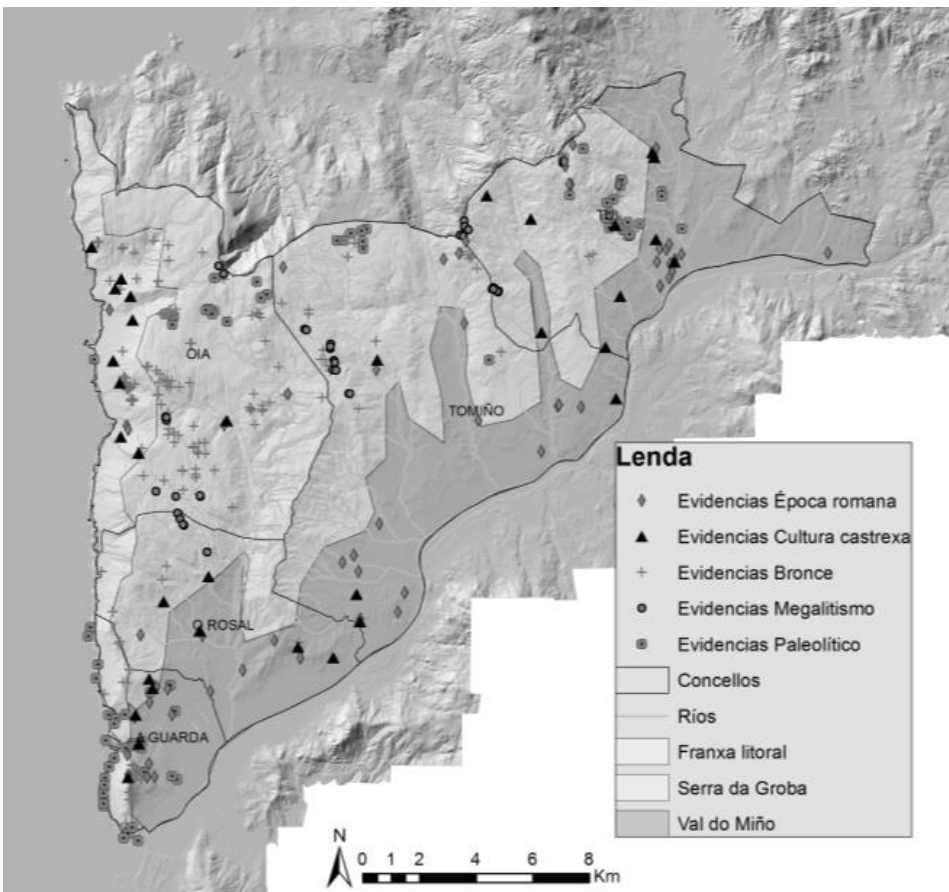


Figura 2: Distribución de los yacimientos de O Baixo Miño

¹ El inventario de la DXPC establece una diferencia entre hallazgos y yacimientos. Se consideran hallazgos aquellos descubrimientos materiales aislados y dispersos por el territorio; mientras que se denomina yacimientos a aquellos vestigios que se corresponderían a algún tipo de asentamiento o lugar de actividad humana.

En lo relativo al **Megalitismo**, parece existir, al igual que sucede en otras zonas de la Península, una relación directa entre los restos arqueológicos y las fuentes acuíferas (Moreno Gallo, 2004; López Romero, 2005). Por otra parte, observamos una preferencia en la localización de las sepulturas, normalmente organizadas en grupos o necrópolis, situándolas en las principales elevaciones de las estribaciones finales de la sierra de A Groba.

De los 77 yacimientos recogidos en la DXPC, solo se analizarán los 43 que han sido localizados y contrastados. De ellos, un 23% se localiza a menos de 100 m. del río más cercano, un 63% a menos de 400 m. y un 14% a más de 800 m. Se observa por lo tanto que existe una cercanía entre los recursos hídricos y la sepulturas megalíticas, pero sin que pueda defenderse una relación de casualidad.

En la **Edad de Bronce** el estudio se centrará en los grabados rupestres al aire libre, dado que la distribución de estos sobre el territorio parece responder a la propia distribución de las comunidades que los realizaban (Fábregas *et al.*, 1998). Se considera además que existe una vinculación entre las fuentes acuíferas y la localización de los petroglifos, tema tratado reiteradamente por la historiografía en relación a factores de tipo económico y/o social (Bradley, 1997).

La DXPC recoge un total de 278 grabados, de los que solamente se tratarán 185, pues son los que corresponden a época prehistórica. De ellos aproximadamente la mitad (53%) se encuentra a menos de 400 m. del río más cercano y el resto a

distancias algo mayores, sin superar nunca los 2.1 km.

A pesar de la desigual prospección por ayuntamientos, podemos afirmar que tanto en A Guarda como en O Rosal es donde se detectan las mayores distancias entre petroglifos y recursos hídricos. Así mismo, existe cierto control visual sobre el río Miño y la costa, eligiéndose principalmente zonas húmedas para la realización de los mismos, al igual que sucede en otras áreas de Galicia (Bradley *et al.*, 1994).

Respecto a la **Edad del Hierro**, de los 34 yacimientos que hemos tenido en cuenta para este estudio, un 88% tiene acceso a un río en su entorno inmediato (800 m.) y a uno o varios cauces de agua a media distancia (2 km.)². En el ayuntamiento de Oia, los castros están además orientados a la costa, aprovechando también sus recursos.

Un 44% de los yacimientos se encuentra en el área inundable del río Miño, aunque solo 4 acceden al mismo de manera directa, en su entorno inmediato o medio. Trasladando esta observación a otros ríos de menor caudal, puede afirmarse que un 88% de los asentamientos cumple con este patrón. Se observa por lo tanto una preferencia por los terrenos fértiles con cauces de agua cercanos.

El Miño actúa como vertebrador del territorio en los ayuntamientos de A Guarda, O Rosal, Tomiño y Tui. Aglutina entorno a sí mismo o su área de inundación a 19 de los 34 yacimientos (un 56% aproximadamente).

² Se han tomado como referencia, para el cálculo del del entorno inmediato y medio, las distancias utilizadas por César Parcerro (2000).

El resto de yacimientos se sitúan en las zonas del interior de la comarca, siempre cerca de los afluentes del Miño. Oia es la excepción, como ya se mencionó, debido a la orientación marítima de sus castros.

Finalmente, en **Época romana** contamos con 35 asentamientos o posibles asentamientos, descartando otro tipo de vestigios como explotaciones mineras, vías de comunicación y necrópolis. De ellos un 74% tiene fácil acceso a un curso de agua (500 m.) y un 86% se encuentra a una distancia aceptable de un río principal (800 m.)³. Solamente en 4 casos el trayecto es superior a 1 km⁴.

El 71% de los asentamientos se localiza en el valle del Miño, situándose 5 de ellos a menos de 400 m. del río, con control directo sobre el mismo. El 19% restante se reparten entre el ayuntamiento de Oia, orientados a la costa, y algunos sitios arqueológicos del interior.

Existe una tendencia a asentarse en las inmediaciones del Miño y sus afluentes, aprovechando el resguardo de las zonas de valle, los suelos fértiles y el control de los recursos y vías de comunicación que por allí discurrían. Caso aparte, como ya se comentó, es el del ayuntamiento de Oia, orientado posiblemente a la explotación y control de la costa.

5 Conclusiones

Una vez presentados los datos, podemos afirmar que la influencia de los recursos hídricos en la configuración del paisaje del curso bajo y la desembocadura del Miño, desde la prehistoria hasta la antigüedad tardía, es evidente. No obstante, debemos comprenderla en relación con otro tipo de condiciones físicas que presenta el terreno, así como factores humanos, que a lo largo de cada etapa han podido condicionar la localización de lo que hoy son los restos arqueológicos de O Baixo Miño.

El análisis de las distintas épocas nos permite observar una clara tendencia a establecerse en las inmediaciones de un cauce de agua o en emplazamientos de fácil acceso a los mismos. Se trata de zonas de abastecimiento de recursos, con tierras fértiles o posibilidades de navegación y control de las zonas de paso. A pesar de ello, no cometeremos el error de generalizar en nuestras conclusiones, pues tratamos con restos muy dispares y no siempre comparables. La influencia que la presencia de agua podía ejercer sobre la localización de un asentamiento, posiblemente difiera de la que ejercería sobre una necrópolis o un grabado rupestre.

Por otra parte, observamos que las diferentes épocas cumplen en gran medida los patrones que la historiografía establece para ellas en las relaciones entre recursos hídricos y vestigios arqueológicos. Demostrando así, que O Baixo Miño sigue las dinámicas que se observan en otras zonas de Galicia y de la Península Ibérica.

³ Se han tomado como referencia las distancias tomadas como adecuadas en el contexto gallego por Juan Carlos Sanchez Pardo (2008).

⁴ Debemos contar con la posibilidad de que existiesen infraestructuras para la recogida y/o canalización de agua, a pesar de la falta de vestigios al respecto (García, 1997).

Se percibe además cierta orientación de los diferentes restos hacia el río Miño y sus afluentes, excepto en el caso de Oia, donde se orientan hacia la costa. La casuística de esta disposición es diferente también en función de la etapa histórica que tratemos: en el Paleolítico parece deberse a una búsqueda de recursos y materias primas, en el Megalitismo las causas no están claras, en la Edad de Bronce a factores económicos y en la Edad de Hierro y en Época romana a la explotación de los recursos del territorio y el uso de las vías de comunicación.

Podemos afirmar pues, que, en todas las épocas históricas tratadas, el río Miño se articula como el eje vertebrador de la zona, en tanto en cuanto vía de comunicación y centro polarizador de recursos y materias primas.

Bibliografía

- [1] Bradley, R. *Rock Art and the Prehistory of Atlantic Europe*. Londres, Routledge, 1997.
- [2] Bradley, R., Criado Boado, F. y Fábregas Valcarce, R. Los petroglifos como forma de apropiación del espacio: algunos ejemplos gallegos. *Trabajos de prehistoria* 51, (2): 159-168, 1994. Centro de Estudios Históricos del CSIC.
- [3] Currás, B.X. *Transformaciones sociales y territoriales en la cuenca del Baixo Miño entre la Edad del Hierro y la integración en el Imperio Romano*. Tesis doctoral, Universidad de Santiago de Compostela, 2014.
- [4] García, M.L. *El poblamiento en época romana en Navarra: sistemas de distribución y modelos de asentamientos*. BIBLID, 8: 75-110, 1997.
- [5] Fábregas Valcarce, R., Carballo Arceo, X. y Villoch Vázquez, V. Petroglifos y asentamientos: el caso de Monte Penide (Redondela, Pontevedra). *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología*, T. LXIV: 91-116, 1998. Universidad de Valladolid.
- [6] López Campuzano, M. Yacimientos musterienses al aire libre en la región de Murcia y sur de Albacete: pautas de asentamiento, incidencia de la materia prima y variabilidad de la industria lítica. *AnMurcia* 9-10:9-22, 1993-1994.
- [7] López Romero, E. *Arqueología del paisaje y megalitismo en el centro-oeste peninsular: Evolución de las pautas de poblamiento en torno a la cuenca del río Sever (España-Portugal)*. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, 2005.
- [8] Moreno Gallo, M. Á. *Megalitismo y Geografía. Análisis de los factores de localización espacial de los dolmenes de la provincia de Burgos*. Valladolid: Diputación Provincial de Burgos, Universidad de Valladolid, 2004.
- [9] Parceró, C. *Tres para dos: las formas de poblamiento en la Edad del Hierro del Noroeste Ibérico*. *Trabajos de prehistoria*, 57 (1): 75-95, 2000.
- [10] Renfrew, Y. y Bahn, P. *Arqueología: Teoría, métodos y prácticas*. Akal, Madrid, 2007.

- [11] Sanchez, J.C. Territorio y poblamiento en Galicia entre la antigüedad y la plena Edad Media. Tesis doctoral, Univesidad de Santiago de Compostela, 2008.
- [12] Sousa, G. O Fenómeno tumular e megalítico na região galaico-portuguesa do Minho. Tese Doutoral, Universidade de Santiago de Compostela, 2012. <http://hdl.handle.net/10347/7510>

THE STUDY OF THERMALISM IN THE ROMAN AGE. CASE STUDIES FROM *GALLIA NARBONENSIS* AND *GERMANIA SUPERIOR*

M. Marcato

University of Padua, Padua, Italy.

C. Zanetti

University of Padua, Padua, Italy.

Keywords: thermalism, Roman age, Aix-les-Bains, Bad Niedernau, thermal baths, healing deities

Abstract

The article presents two case studies from the Roman provinces of *Gallia Narbonensis* and *Germania Superior*. The first is the site of Aix-les-Bains/ Aquae, where hot mineral waters were exploited in a bathing complex and two inscriptions dedicated to *Bormo/Borvo* demonstrate the existence of a cult to healing deities. The second, instead, is the site of Bad Niedernau, for which the analysis proved more problematic, due to the lack of Roman architectural remains; however, a numismatic finding inside the spring suggests its ancient utilization and maybe a votive offering connected to the water.

1 Introducción

In the previous article we explained the method and the aims of our PhD research, in this one we are going to presents two case studies exemplifying the different, qualitative and quantitative, level of information it is possible to collect about sites exploiting thermo-mineral water during the Roman age.

The studied area includes roughly the modern states of France, Germany and Switzerland. Only in the French area there are some hundred thermal spas, mainly scattered on the Alps, the Pyrenees, the Massif central and the Vosges (Roques [1]). About a hundred are the thermal resorts in Germany and Switzerland as well.

The great number of current spas has often encouraged to transpose this widespread phenomenon also in the Roman age. However, the keen analysis has revealed that in some cases the thermo-mineral aquifer is reached through deep well drilling, clearly impossible in the Roman time. In other cases, instead, the Roman use is stated on poor bases.

In regards to that, it is useful to remember that almost every site has been the object of archaeological excavations during the 19th century, if not earlier. The authors of the excavations were often local scholars or the same spring owners, whose main aim was retrieving valuable objects to sell. Furthermore, at the end of the excavations the construction of the modern thermal establishment often provoked the complete destruction

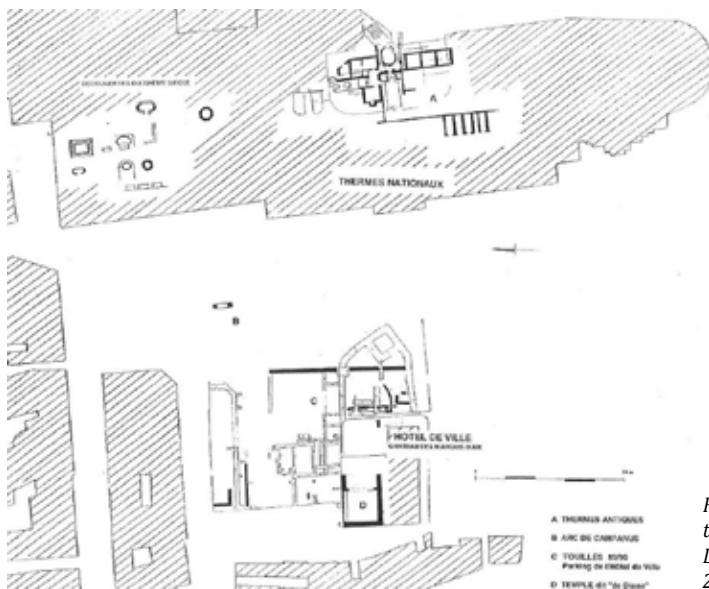


Figure 1: Aix-les-Bains, plan of the monumental centre (from Leveau, Rémy, Canal, Segard, fig. 2, p. 87).

of the ruins, without the proper documentation of drawings, plans etc.

Despite the quality of information, the extended research of thermo-mineral waters gave impulse to the first studies about thermalism in the area, such as the works of Greppo (Greppo [2]) and Bonnard (Bonnard [3]), which are even today fundamental to approach the theme.

This brief introduction is necessary to highlight the starting points of our research and its difficulties. The following case studies show two different models of sites connected with thermo-mineral springs.

2 Case studies

2.1 Aix-les-Bains

Aix-les-Bains, situated in the south-eastern area of France, Savoie department, is known especially as a fashionable spa during the Belle Époque, but the utilization of its

healing waters dates back to the Roman age at least.

The first fortuitous finds of the Roman bathing establishment took place in the 18th – 19th century. New archaeological excavations were carried out in the 1930s, during the construction of the modern spa, which still preserves some ruins. The documented Roman bath-house extends over an area of at least 40 m from north to south and 25 m from west to east (see Figure 1). The 19th century documentation reveals a large circular pool, 12 m in diameter traditionally called *Bain royal* or *Bain des chevaux*, and a series of small basins, organized in three rows, to the north. Other structures are probably covered by the modern spa. The building is composed of large and small pools, a *nymphaeum*, and rooms with hypocaust heating system. Fragments of marble statues, mosaics and marble slabs demonstrate the high level of decorations.

The thermal bath was fed by two springs, *Source d'alun* and *Source de soufre*, characterized by warm waters (40-45° C) rich in sulphur and other minerals. Its proposed date is between the 1st and the 4th century A.D. with restorations during the 2nd and probably at the beginning of the 4th century (Rémy, Ballet, Ferber [4], Bouet [5], Leveau, Rémy, Canal, Segard [6]).

The discovery of two inscriptions (CIL XII, 2443; CIL XII, 2444), reused in the bathing-establishment, demonstrates the presence of a cult to the healing deity Borvo/Bormo. Dedications to this god came from various other thermo-mineral sites in France (Aix-en-Provence, Bourbonne-les-Bains, Bourbon-Lancy), Portugal (Caldas de Vizella) and Italy (Acqui Terme) (Diez de Velasco [7], Buonopane Petracchia [8]).

Little is known about the surrounding Roman settlement, where only two other Roman buildings still exist: the *Campanus* arch and the so-called Diana Temple. The connection between these buildings and the thermal complex is difficult to define. The first traces of the settlement are dated to the second half of the 1st century B.C. The real development seems to have happened during the 1st century A.D. with its peak placed during the 2nd century A.D. In the moment of its prosperity the vicus seems to reach the surface of about twenty hectares. (Leveau, Rémy, Canal, Segard [6], Leveau [9]).

During the Roman Empire Aix, named *Aquae*, was included in the province of *Gallia Narbonensis*. Thanks to the numerous epigraphic evidences we know its administra-

tive statute: it was a vicus and had some autonomy in the management of local matters (Leveau, Rémy, Canal, Segard [6]).

Even though located in a mountainous area, the small centre was also well connected to the road network across the Alps (Rémy, Ballet, Ferber [4]).

Aix-les-Bains is a good case study because it possesses all the required parameters: water with recognizable thermo-mineral characteristics and healing properties, and antiquity indicators in the form of a vast thermal complex. The site has been the object of many modern in-depth studies, which enrich the available documentation and allow us to have a complete framework of the thermal vicus of *Aquae*.

2.2 Bad Niedernau

Completely different is the case study of Bad Niedernau. The site is situated in the south-western region of Germany, in the Baden-Württemberg State. The Bad Niedernau spring flows inside a forest and its cold waters are rich in carbon dioxide and sodium chloride. Due to its characteristics, today the water is used for bottling purposes.

In the 1836 researches within the source revealed the presence of Roman objects. The finds consist of a sandstone relief, representing Apollo naked standing with a mantle in the left arm and a lyre in a near pedestal (see Figure 2), and a lot of 300 Roman coins. Various other objects, such as rings, fibulae, beads and ceramic fragments are related in the documentation of that time,

but do not appear in later reports. The coin evidence and the relief date the Roman frequentation of the spring from the second half of the 1st century to the end of the 4th century A.D., with a peak in the 2nd century (Planck [10], Christ [11], Espérandieu [12]).



Figure 2: Bad-Niedernau, Apollo relief (from Espérandieu 1931, p. 399 n. 638).

The site should be interpreted as an outdoor sacred space where the natural elements were predominant, since no structure surrounds the source, even if only extended excavations in the vicinity could demonstrate this statement.

The case study presents all the parameters (water and antiquity indicators) but the different use of thermo-mineral water deeply influences the archaeological records and its identification and study.

3 Conclusion

The aim of these brief presentations of thermo-mineral sites is to show the great difference in the healing water use during the Roman

age. On the one hand the hot waters of Aix-les-Bains, in addition to other factors, gave birth to a small vicus with an imposing thermal complex, while on the other the cold effervescent source seems to have produced a small local place of worship with no structures at all.

For a complete study on thermalism it is necessary to take account of every aspect of the phenomenon such as minor sites, which are often understated, neither taken into consideration.

This is not a simple task due to incomplete archaeological excavation reports, historical and methodological misunderstanding, but we think that this is a valid and efficient method.

Acknowledgments

We would like to thank prof. F. Ghedini, our tutor at the University of Padua, and our co-tutors Dr. M. Bassani, prof. P. Basso, prof. A. Buonopane and prof. P. Zanovello.

References

- [1] Roques, C.F. Le thermalisme, la médecine que la Terre nous a donnée. *Géosciences. La revue du BRGM pour une Terre Durable*, 5: 74-79, 2007.
- [2] Greppo, J.G.H. *Études archéologiques sur les eaux thermales ou minérales de la Gaule à l'époque romaine*, Paris, 1846.
- [3] Bonnard, L. *Gaule thermale. Sources et stations thermales et minérales de la Gaule à l'époque gallo-romaine*. Paris, 1908.

- [4] Rémy, B., Ballet, F., Ferber, E. La Savoie, Carte Archéologique de la Gaule, 73. Paris, 1996.
- [5] Bouet, A. *Les thermes privés et publics en Gaule Narbonnaise, volume 2, Catalogue*. Collection de l'École française de Rome, 320, Rome, 2003.
- [6] Leveau, P., Rémy, B., Canal, A., Segard, M. Aix-les-Bains, vicus thermal et bourg rural. In *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 38-39: 85-103, 2005-2006.
- [7] Díez de Velasco, F. Termalismo y religión. La sacralización del agua termal en la Península Ibérica y el norte de Africa en el mundo antiguo. Madrid, 1998.
- [8] Buonopane, A., Petraccia, M.F. Termalismo e divinità. In Matteo Annibaletto, Maddalena Bassani, Francesca Ghedini, editors, Cura, preghiera e benessere. *Le stazioni curative termominerali nell'Italia romana*, Antenore Quaderni 31, pages 217-245, Padova, 2014.
- [9] Leveau, P. Aix-les-Bains et son tombeau-temple: «ruralité» et «urbanité» d'un vicus allobroge. *Gallia*, 64: 279-287, 2007.
- [10] Planck, D. Rottenburg-Bad Niedernau (TÜ). Römische Quelle. In Dieter Planck, editor, *Die Römer in Baden-Württemberg*, pages 289-290, Stuttgart, 2005.
- [11] Christ, K. Südwürttemberg Hohenzollern. In Karl Christ, editor, *Baden-Württemberg. In Die Fundmünzen der römischen Zeit in Deutschland*, volume 2.3, pages 213-221 n. 3313/14, Berlin, 1964.
- [12] Espérandieu, E. Recueil général des bas-reliefs, statues et bustes de la Germanie romaine. Paris and Brussel, 1931.

ESTUDIO, REHABILITACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE CAPTACIÓN DE LOS MANANTIALES DE A TOXA

G. Vázquez Herrero, V. Rivas García

CIMARQ, A Coruña, España.

Palabras clave: aguas termales, rehabilitación, modernización, instalaciones, proyecto integral.

Resumen

Los valiosos manantiales de la isla de A Toxa han sido objeto de un estudio detallado que ha permitido la rehabilitación integral de sus sistemas de captación y distribución. El proyecto ha englobado los diferentes aspectos relacionados con las aguas termales, desde el estudio de la hidrogeología del medio hasta la elección de los mejores medios de rehabilitación de las infraestructuras, rediseño de la distribución e implantación de un completo sistema de control e instrumentación.

1 Introducción

Los manantiales de la isla de A Toxa se encuentran en el municipio de O Grove, encontrándose su ubicación en la Hoja Geológica del MAGNA 184, a escala 1:50.000. El conocimiento de su existencia se retrotrae a la época de la Guerra de la Independencia.

Son famosos por las cualidades de sus aguas termales desde hace más de 180 años y sus instalaciones hoteleras han sido uno de los

máximos exponentes de la cultura balnearia, frecuentadas por personajes tan ilustres como Emilia Pardo Bazán o la Infanta Isabel II [1]. Con el tiempo, este “templo sagrado de la salud” (Severo Ochoa) ha ido modernizando progresivamente sus instalaciones y los servicios que presta.

Es evidente el alto valor medicinal y patrimonial de las instalaciones, por el cual cualquier actuación sobre los manantiales debe ser llevada a cabo con extremo cuidado, considerando sus especiales condicionantes: afecciones a la calidad y cantidad de las aguas y lodos, afecciones al patrimonio, etc.

El proyecto realizado se ha concebido desde una perspectiva global que integre todos estos aspectos, con un equipo científico-técnico altamente especializado. Realizando un proyecto “llave en mano” se ha optimizado la coordinación de medios y equipos en todas las fases de los trabajos realizados y se ha permitido la rehabilitación integral de las captaciones y sus instalaciones.

2 Caracterización de los manantiales

Los manantiales de la isla de A Toxa pertenecen al dominio hidro-mineral del macizo hercínico. Como consecuencia de esto, las aguas presentes en estos materiales circulan y están contenidas en un sistema de fracturas y fisuras de gran profundidad, que se ven reflejadas en la existencia de numerosos indicadores de circulación profunda: temperatura, flúor, sílice, hierro, manganeso y sulfatos, entre otros [2].

2.1 Hidrogeología

El sustrato geológico de la isla es un granito de dos micas, de grano medio y fino, compuesto de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa perfitica, biotita algo cloritizada, moscovita tardía y algún mineral accesorio como el apatito y el zircón. Aunque el material granítico sano se comporta con una permeabilidad muy baja, en las zonas donde existe una mayor fracturación la conectividad entre diaclasas determina la permeabilidad del medio, y el relleno de dichas fracturas con material alterado condiciona la circulación subterránea del agua. En el caso de A Toxa, el acuífero termal que nutre los manantiales está relacionado con un acuífero profundo cuyo foco de calentamiento puede situarse a varios kilómetros de profundidad, asociado a fracturas de dirección SSO-NNE coincidentes con la línea de costa [3].

Para estudiar la hidrogeología del medio y estimar sus parámetros hidrodinámicos se realizó un ensayo de bombeo previo al inicio de las obras. El estudio, realizado en el Pozo Patio Caliente, tenía entre

sus objetivos comprobar su interconexión con los pozos adyacentes, especialmente con el Pozo Mar, pues ambos están posicionados en una posible línea de fracturas dirección NO-SE. El ensayo también permitió comprobar que, a pesar de su cercanía, la conexión con el Pozo Patio Frío era nula, hecho previsto por la significativa diferencia de temperatura entre sus surgencias (de hasta 18-20 °C). Para la ejecución del ensayo de bombeo, realizado a caudal constante, se instalaron sensores CTDiver de medición en continuo de temperatura, conductividad y niveles en los pozos Patio Fría y Patio Caliente, y un sensor limnimétrico manual en el Pozo Mar. Durante el ensayo se midieron los descensos en el propio pozo y en los pozos Mar y Patio Fría, así como los niveles de recuperación del pozo, cuya evolución temporal se muestra en la figura 2.

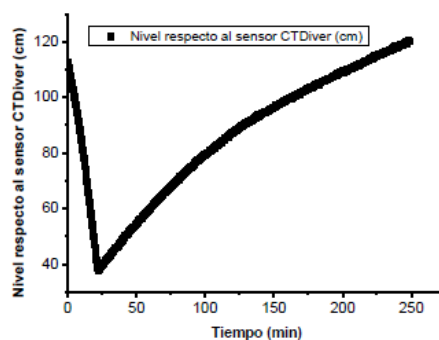


Figura 2: Evolución de niveles durante el ensayo de bombeo en el pozo Patio Caliente [4].

Con los resultados del ensayo se realizó la caracterización hidrodinámica del medio. Los parámetros obtenidos fueron:

- Transmisividad $T = 4.85 \text{ m}^2/\text{d}$

- Coeficiente de almacenamiento $S=0.013$.

La baja transmisividad del acuífero puede deberse a que la superficie de apertura de las diaclasas es pequeña, a que el relleno de las mismas es un limo de baja permeabilidad o a que el gradiente hidráulico es bajo.

todo caso, el coeficiente de almacenamiento se corresponde con el de un acuífero libre, lo que induce a pensar que, dado que la orografía continental donde se produce la recarga al acuífero es relativamente baja (supuestamente se produce en la zona continental), el desnivel piezométrico gravitatorio también lo es, ya que se halla condicionado topográficamente [4].

2.2 Mineralogía

Las aguas termales de los manantiales de la isla han sido clasificadas dentro de la facies hidroquímica de las aguas cloruradas sódicas. Son aguas originarias de flujos profundos muy evolucionados,

con un largo tiempo de residencia en el subsuelo que provoca su fuerte mineralización: la aparición de flúor es debida a la disolución de fluorita y los oligoelementos como litio y boro pueden proceder de la hidrólisis de las biotitas [5].

En los estudios realizados también se puede comprobar cómo la influencia marina dota a las aguas del sustrato granítico de su carácter cloruradosódico, con trazas de bromuro, hierro y estroncio. Las aguas mineromedicinales de A Toxa son también radioactivas, y de manera especial los lodos, que presentan también ligeras cantidades de feldespato y óxidos de hierro, causante de su coloración.

Los estudios realizados, que abarcaron un amplio espectro de analíticas físico-químicas, microbiológicas y de radioactividad, sirvieron además para establecer el punto de referencia del estado de las aguas previo al inicio de las obras.

En la Tabla 1 se presenta un extracto de todas las muestras analizadas.

Tabla 1: Resultado de los análisis realizados (extracto de [6]).

Muestra	Temperatura (°C)	pH	CE ₂₅ (µS/cm)	O ₂ disuelto (mg/l)	Li (µg/l)	Na (mg/l)	B (µg/l)
Capilla	33.40	5.82	43699	2.01	31192	8343	4533
Mar	40.58	5.45	43452	0.16	31552	8436	4560
Patio Int Fría	34.30	5.86	35764	2.81	26728	6756	3767
Patio Int Caliente	36.68	5.80	43554	1.81	33580	8296	4492
Puerta Lat Frío	34.10	5.68	38190	2.29	28469	7459	3934
Puerta Lat Caliente	40.21	5.61	41820	1.94	30921	7991	4372

3 Proyecto de Rehabilitación de las instalaciones de captación

Las obras de reforma de las captaciones tuvieron como objetivo primordial garantizar la integridad de los manantiales, asegurando su aislamiento del entorno y mejorando sus condiciones de acceso y control.

Las obras han sido complejas pues se ha procurado minimizar la afección a las captaciones, cuidando de forma exhaustiva que los trabajos (demoliciones, encofrado, hormigonado, etc.) no afectasen al fondo y paredes descubiertas de las captaciones.

Los trabajos que se desarrollaron durante la fase de obra civil fueron:

- Demolición de las losas de cubierta existentes y sus correspondientes registros.

- El vaciado de los pozos y su posterior limpieza con agua a presión (Figura 3). Se procedió a una inspección detallada de su interior, para localizar y evaluar todas las surgencias de agua mineral y registrar sus características (temperatura y caudal).



Figura 3: Detalle de las labores de vaciado y limpieza en el Pozo Mar.

- Limpieza cuidadosa de fracturas y retirada de materiales alterados.

En algunos casos se profundizaron determinadas zonas para conseguir mayores aportes de caudal o temperatura, y en otros se procedió a una ampliación del perímetro de los pozos para dar cabida en su interior a las nuevas surgencias detectadas.

- Ejecución de nuevos muros de hormigón armado, tratados con un recubrimiento aislante. La elección de este tratamiento se determinó tras un proceso de estudio exhaustivo de las diferentes alternativas, seleccionando el material que mejor cumpliera con los varios objetivos de proyecto: la protección de las superficies de hormigón, el sellado de eventuales fisuras, el aislamiento de los pozos del entorno y la impermeabilización de su vaso, así como la estabilidad química y nula reactividad en el ambiente corrosivo de las captaciones.



Figura 4: Preparación de cajado en zona de surgencia (Pozo Capilla).

- Tras la ejecución de los muros se procedió a la ejecución de las nuevas cubiertas. El correcto diseño de los detalles constructivos, para garantizar la estanqueidad de las estructuras en los muros y cubiertas, es un punto crítico de la rehabilitación para evitar la entrada de contaminantes en las captaciones.

- Finalmente se ejecutaron los nuevos registros de los pozos, aislados de la zona de captación de aguas, y se conectaron los sistemas de alivio, para evitar el desbordamiento de los pozos. También se garantiza el correcto drenaje de agua de lluvia en las cubiertas y registros.

3.2 Sistema de monitorización y control de las instalaciones

Los trabajos de remodelación también han comprendido labores de modernización de sus instalaciones de captación. Los trabajos se han encaminado a la mejora de su eficiencia y resiliencia, además de implementar un completo sistema de instrumentación que permite un seguimiento detallado del estado de los pozos en tiempo real.

Para mejorar la explotación de la infraestructura se han independizado las conducciones de cada pozo, centralizando en el Centro de Control la recepción de las tuberías de cada circuito termal (caliente y frío). En el caso del circuito caliente se han instalado conducciones independientes para la ida y el retorno de las aguas. Además, las captaciones se han equipado con un completo sistema de válvulas motorizadas que permita su accionamiento remoto, mejorando las posibilidades de control y actuación sobre el sistema.

La instrumentación implementada cuenta con medidores de temperatura, caudalímetros y sensores de presión, para controlar las variables de los pozos y ajustar el funcionamiento de las instalaciones a las demandas del momento (Figura 5).

La instalación dispone de una plataforma de control diseñada “ad hoc” que permite un acceso remoto en tiempo real desde cualquier puesto con conexión a internet.

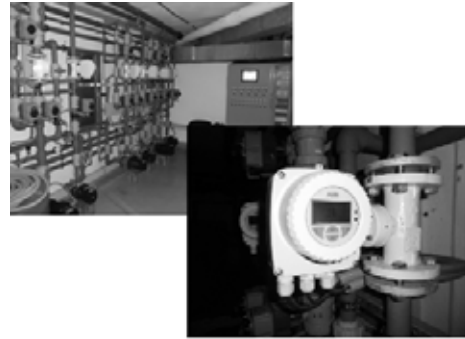


Figura 5: Vista de las instalaciones en el Centro de Control y detalle de uno de los caudalímetros.

4 Puesta en valor de los manantiales

Completado el proyecto, actualmente se está procediendo a la puesta en valor de los manantiales, con actuaciones que pretenden dar a conocer la riqueza y singularidad de las valiosísimas aguas termales de A Toxa.

5 Conclusiones y Agradecimientos

Las actuaciones, de alta especialización técnica y científica, han conseguido la rehabilitación y modernización de las instalaciones de captación existentes en los manantiales de la isla de A Toxa.

Las obras garantizan las condiciones de impermeabilización y aislamiento de los pozos, mejorando las condiciones de las captaciones termales, y modernizan las instalaciones y sus mecanismos de control.

Los trabajos se desarrollaron bajo el auspicio del Gran Hotel La Toja, al que los autores desean agradecer la confianza depositada.

Para la caracterización de los manantiales se ha contado con la colaboración del Prof. Dr. D. Ricardo Juncosa Rivera y del Prof. Dr. Jordi Delgado Martín, del GEAMA de la UDC.

Finalmente agradecer también la colaboración de Luis García Florido, jefe de la sección de minas de la Dirección Xeral de Industria en Pontevedra, de ESMIN Ingeniería y de Arcoponte S.L.

físico-química de las aguas subterráneas de La Toja. GEAMA, UDC, 2015.

6 Referencias

- [1] <http://www.elmundo.es/suplementos/magazine/2007/411/1186758705.html>
- [2] Corral Lledó, M.M., López Geta, J.A., Ontiveros Beltranena, C. Aspectos genéticos de las aguas minerales y termales españolas: relación entre sus características físico-químicas y la geología del entorno. IGME, Madrid, 2007.
- [3] Real Academia Nacional de Farmacia. Monografía XIX Balneario de La Toja. 1993.
- [4] Juncosa Rivera, R. Estudio hidrodinámico en el Balneario de La Toja a través de un ensayo de bombeo. GEAMA, UDC, 2015.
- [5] Corral Lledó, M.M., López Geta, J.A., Fernández Portal, J.M. Estudio de la relación entre los componentes físicoquímicos de las aguas minerales y las características geológicas de Galicia, 2ª Fase. IGME, Madrid, 2006.
- [6] Juncosa Rivera, R., Delgado Martín, J. Análisis de la calidad

THE STUDY OF THERMALISM IN THE ROMAN AGE. METHODOLOGICAL PROPOSAL

C. Zanetti

University of Padua, Padua, Italy.

M. Marcato

University of Padua, Padua, Italy.

Keywords: thermalism, baths and bathing culture, Roman spas, Roman age, methodology.

Abstract

Stemming from a project of the universities of Padua, Verona and Genoa, which was funded by the Ministry of University and Scientific Research and that in the past years studied the phenomenon of thermalism in Italy in the Roman age, our current researches aim to study and describe exploitation modes and ancient settling in connection with thermo-mineral springs. The investigated areas are the Roman provinces of *Raetia*, *Germania Superior* and *Inferior*, *Gallia Belgica* on the one hand, and *Gallia Lugdunensis* and *Narbonensis* and *Aquitania* on the other. In this contribute we present the interdisciplinary methodological approach, which brings together archaeology, epigraphy and the analysis of literary sources. The gathered data is collected on an online database that will be displayed.

1 Introduction

Exploitation of thermo-mineral water springs is an antique phenomenon and the importance that it played among Roman society is well known.

Bathing establishments, settlements and infrastructures were built by them not only in Italy, where an ample number of springs supported a usage that dates back to the pre-Roman age, but also in other provinces of the Roman Empire. The mark that this exploitation system left on territories is deep and sometimes still well visible, constituting the basis of modern thermo-mineral resorts.

In the past decades, a few studies investigated the subject of ancient thermalism: some of them focussing mostly on the description of architectural remains, some others on the in-depth portrayal of single sites.

In the years 2008-2012, the Universities of Padua, Verona and Genoa led a research project that investigated ancient thermalism in Italy in the Roman age; the Italian Ministry of Education, University and Scientific Research (MIUR) funded it. Its novelty lay into an interdisciplinary approach, which drew together archaeology, epigraphy and the study of literary passages for mapping and describing Roman thermal sites in Italy. The research focussed solely on sites with thermo-mineral water springs and in the end more than 140 sites were catalogued on an online

database (Aquae Patavinae 2011 [1], Aquae Patavinae 2012 [2], Aquae Salutiferae [3], Cura, preghiera e benessere [4]).

2 Developed methodology and evaluation parameters

Stemming from that research are two PhD projects, both currently carried on at the University of Padua by the writers. Their aim is to study and describe exploitation modes and ancient settling in connection with thermo-mineral springs; the investigated areas are the Roman provinces of *Raetia*, *Germania Superior* and *Inferior*, *Gallia Belgica* on the one hand, and *Gallia Lugdunensis* and *Narbonensis* and *Aquitania* on the other. The interdisciplinary methodology, which was implemented by the Italian research team, is carried out by both studies.

The following phases articulate both projects:

1. Initial census of all the possible sites: this first collection was mainly based on published bibliography and aimed at creating a list as comprehensive as possible. Because of that, the list also included modern thermal resorts. However, in this phase a solid basis was given by books that aimed to present all the thermal resorts of entire countries: they were written in the 19th century for touristic and medical purposes and answered the strong interest that thermalism and spas had in Europe in that period (Greppo [5], Meyer-Ahrens [6], Labat [7], Bonnard [8]).
2. Identification of sites with adequate features: the vast number of sites of the first list needed to be evaluated in the light of given parameters (see *infra*).
3. Sites filing on an online database: a new database was realized. Differently from the database created for the project about thermalism in Italy, the new one can contain data from potentially any country. At the moment it is hosted on a server of the Department of Cultural Heritage (University of Padua) and only registered users can log in. In it, single sites are described by a system of files (see Figure 1):
 - a. Name and position: it contains geographical information, notes about toponymy, archaeological excavations, current state (i.e. if the site is open to visitors) and a brief account on the water's chemical and medical qualities.
 - b. Archaeological file: it is split in two sections, one for describing the architectural structure of bathing establishments; the other for artefacts related to cult and religion.
 - c. Epigraphic file(s): they collect the inscriptions found in thermal resorts or that, for textual reasons, refer to the exploitation of their springs (i.e. dedications to the spring's deity).
 - d. Literary file(s): they collect passages of classical authors mentioning the investigated resort or springs. However, they

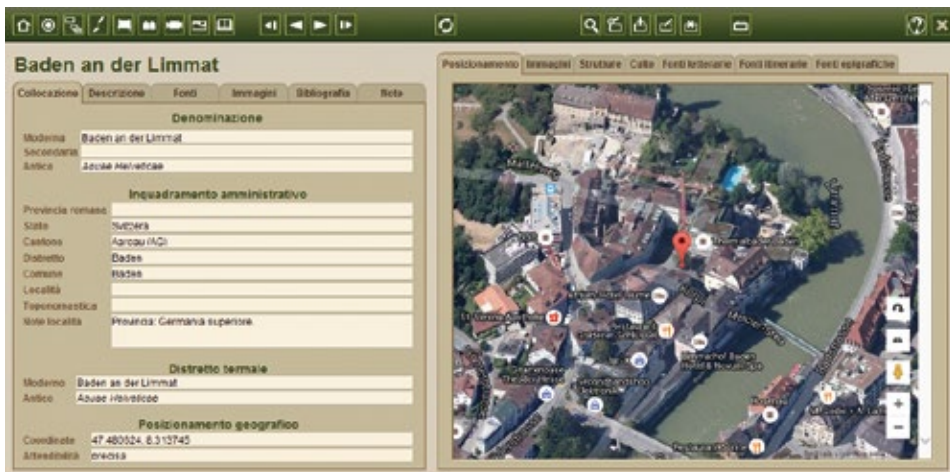


Figure 1: The aspect of a database entry: the site of Baden an der Limmat / Aquae Helveticae (Switzerland).

are often difficult to connect to specific sites documented by archaeological evidence. The mentions tend to be vague and even more so if they refer to areas with more than one water spring and adjoined Roman spa (on this subject, Zanetti [9]). As a result, literary sources are not always the most befitting indicator in this phase of the research.

- e. Itinerary file(s): the mention of the site on an antique itinerary is noted here.
 - f. Images: this section is for uploading plans, photos and other relevant iconographic data of the given site.
 - g. Bibliography: every site has a specific bibliography file; every entry adds to the general database bibliography.
4. Data processing.

In particular, the list of possible sites realized at the end of phase 1 consisted of more than 400 sites: a number too high to be realistically reliable. It was thus very important

to define clearly the evaluation parameters that we were to subject every site to during the in-depth analysis of phase 2.

These are the parameters that we take into consideration analysing the possible sites:

- Water: it is the most important feature. Our research is only focused on sites with water with specific qualities, in temperature or mineral composition, which make it different from “common water”. Therefore, the lack of thermo-mineral water automatically invalidates a site, even if there were archaeological signs of ancient presence.
- Antiquity indicator: it is the main parameter suggesting ancient presence in a site and it consists of the archaeological evidence, whether it be either architectural remains (i.e. water basins, bathing establishments) and/or artefacts (i.e. offerings to spring deities, inscriptions).

To be considered valid for our research purposes and thus be picked for the subsequent database filing, a site should match the first two parameters. Filed sites must have or have had thermo-mineral water springs and evidence of Roman presence, whether it be structures or artefacts, in connection with the thermal spring. That entails that certain sites, where the water does not seem to have special properties for the chemical point of view, are excluded from the list, even if they present relevant archaeological evidence.

3 Conclusion

The site evaluation and the filing is still underway for both the investigated areas, therefore results are not conclusive yet. However, some considerations can be drawn already.

First, the process of evaluating and filing has already underlined many difficulties. Such complex study requires many competences and eventually many cases remain of dubious interpretation. That is mainly due to the lack of adequate documentation regarding the sites whose antiquity indicator is rather poor (typically, smaller sites without traces of bathing establishments). Moreover, many sites were discovered and excavated in the 18th – 19th century, following the need to build new bathing stations, having thermalism become a popular attraction for the European upper class. Some of those sites are not visible anymore, covered-up or even destroyed, leaving only outdated documentation to posterity.

Secondly, the methodological approach that we borrowed from the prior study on thermalism in Italy can be applied to other geographical contexts with success. In fact, the results acquired at the end of our current researches will be compared with the Italian data set, which is the landmark for studies on thermalism in the Roman age. The comparison will enable to point out similarities and/or differences about architectural structures, forms of religious devotion, settling types that took place in connection with thermal springs between Roman provinces and Italy. Starting the analysis from the archaeological evidence, we expect to draw conclusions about the way that the systematic exploitation of thermal water, carried out by Romans, happened outside Italy and if that happened any differently because of the different cultural underlayer.

It is to be hoped that thermalism will be further investigated in the Roman Empire, resulting in a comprehensive knowledge of such an important phenomenon, which is not only connected with architectural and economical aspects, but also cultural.

Acknowledgments

We would like to thank prof. F. Ghedini, our tutor at the University of Padua, and our co-tutors Dr. M. Bassani, prof. P. Basso, prof. A. Buonopane and prof. P. Zanovello.

References

- [1] Bassani, M., Bressan, M., Ghedini, F. editors. *Aquae Patavinae. II*

- termalismo antico nel comprensorio euganeo e in Italia*. Atti del I Convegno Nazionale (Padova, 21-22 giugno 2010), *Antenor Quaderni* 21, Padova, 2011.
- [2] Bassani, M., Bressan, M., Ghedini, F. editors. *Aquae Patavinae. Montegrotto e il termalismo in Italia: aggiornamenti e nuove prospettive di valorizzazione*, Atti del II Convegno Nazionale (Padova, 14-15 giugno 2011), *Antenor Quaderni* 26, Padova, 2012.
- [3] Bassani, M., Bressan, M., Ghedini, F. editors. *Aquae Salutiferae. Il termalismo fra antico e contemporaneo*, Atti del Convegno Internazionale (Montegrotto Terme, 6-8 settembre 2012), *Antenor Quaderni* 29, Padova, 2013.
- [4] Annibaletto, M., Bassani, M., Ghedini, F. editors. *Cura, preghiera e benessere. Le stazioni curative termominerali nell'Italia romana*, *Antenor Quaderni* 31, Padova, 2014.
- [5] Greppo, J.G.H. *Études archéologiques sur les eaux thermales ou minérales de la Gaule a l'époque romaine*. Paris, 1846.
- [6] Meyer-Ahrens, K. *Die Heilquellen und Kurorte der Schweiz und einiger der Schweiz zunächst angrenzenden Gegenden der Nachbarstaaten*. Zürich, 1867.
- [7] Labat, A. *Climat et eaux minérales d'Allemagne*. Paris, 1902.
- [8] Bonnard, L. *La Gaule thermale: sources et stations thermales et minérales de la Gaule a l'époque gallo-romaine*. Paris, 1908.
- [9] Zanetti, C. *I siti termali d'Italia tra fonti letterarie e dati archeologici*. In M. Bassani, M. Bressan, F. Ghedini, editors, *Aquae Salutiferae. Il termalismo fra antico e contemporaneo*, Atti del Convegno Internazionale (Montegrotto Terme, 6-8 settembre 2012), *Antenor Quaderni* 29, pages 231-245, Padova, 2013.





**TURISMO EXPERIENCIAL
Y DE SALUD EN TERMALISMO**



COSMÉTICA TERMAL. APLICACIONES EN EL ÁMBITO DE LA SALUD Y LA BELLEZA

M. L. Mourelle

C. P. Gómez

Departamento de Física Aplicada, Facultad de Ciencias, Universidad de Vigo, Vigo, España.

Palabras clave: termal, dermatermal, aguas minero-medicinales

Resumen

Los cosméticos termales son productos para el cuidado de la piel elaborados a partir de las aguas minero-medicinales de los balnearios y manantiales de agua mineral natural. Su uso se ha extendido en los últimos años debido al incremento de las pieles intolerantes y a la necesidad de mejorar el bienestar cutáneo de alteraciones dermatológicas como la psoriasis, dermatitis, acné, etc.

Para poder recomendar estos productos y asesorar adecuadamente sobre sus usos, es importante conocer las bases de la formulación de estos cosméticos, así como los componentes de las aguas minero-medicinales que pueden tener efectos beneficiosos sobre la piel.

El balneario es el lugar idóneo para la venta y asesoramiento de estos productos, pero, al igual que ocurre con algunas de las más prestigiosas marcas francesas de cosmética termal, pueden trascender este espacio y comercializarse en farmacias, parafarmacias y centros de cosmética especializados. Los balnearios deben con-

templar esta posibilidad como un valor añadido a sus tratamientos de bienestar y sumarse a esta tendencia, promoviendo la elaboración de productos de calidad contrastada y bajo criterios científicos.

1 Introducción

Los cosméticos son productos que se aplican sobre la piel con funciones de limpieza, hidratación, protección y mejora de la apariencia de la piel, incluyendo diferentes formas cosméticas, como emulsiones, lociones, mascarillas, etc.

Los cosméticos se usan habitualmente para el cuidado de la piel sana y también como coadyuvantes en el tratamiento de pieles con alteraciones cutáneas leves. Asimismo, en algunos casos se pueden usar para la mejora del bienestar cutáneo en alteraciones crónicas como la psoriasis, la dermatitis atópica y seborreica, la ictiosis, etc, en las que la emoliencia e hidratación son necesarias.

La piel, dada su superficie, es la principal barrera de nuestro organismo con el exterior. Este concepto, desarrollado ya a principios del siglo XX, ha evolucionado de manera constante en paralelo a los

avances científicos. Actualmente se considera que alrededor del 90% de la función barrera de la piel reside en la capa más externa de la epidermis: la capa córnea. La estructura de esta capa, en la que se alternan células (corneocitos) con bicapas intercelulares de lípidos, es la principal responsable del intercambio de sustancias. Las propiedades mecánicas son debidas, principalmente, a las células córneas embebidas en la denominada envoltura cornificada, compuesta por diversas proteínas como loricina, involucrina y filagrina. La capa adyacente de lípidos es la responsable de la permeabilidad del agua y del intercambio de sustancias con el medio externo (Darlenski [1]).

La piel pierde agua de forma continua como parte del proceso de renovación de la epidermis; se denomina *Transepidermal water loss* (TEWL) o pérdida de agua transepidérmica al agua que se va liberando durante ese proceso; el estrato córneo es responsable de evitar una pérdida excesiva de agua, y también iones o proteínas séricas. Mediante diferentes determinaciones se sabe que el estrato córneo puede pasar de contener aproximadamente un 40% de agua en el límite entre el estrato granuloso y el córneo, habiendo un gradiente del 25% al 15% de la profundidad a la superficie de esta capa córnea (Caspers [2]).

Existen diversos mecanismos que intervienen en la homeostasis de la barrera cutánea; entre ellos es crucial la hidratación del estrato córneo, que está relacionada con el proceso de degradación de las uniones celulares (corneodesmosas) por acción de diversas enzimas que requieren agua

para su funcionamiento, de manera que el proceso de descamación está relacionado con el contenido del agua del estrato córneo. La descamación anormal que ocurre en ciertas alteraciones cutáneas como la ictiosis vulgar o la xerosis está relacionada con la reducción del contenido de agua del estrato córneo (Rawlings [3]). Además, la degradación enzimática de la filagrina es también dependiente del contenido de agua del estrato córneo. Cuando se reduce la hidratación en el estrato córneo, se activa la degradación de la filagrina para originar el factor de hidratación natural (*Natural Moisturizing Factor*, NMF), compuesto por aminoácidos y otras sustancias altamente higroscópicas, cuya función es retener agua en el estrato córneo. En la ictiosis vulgar se ha observado una reducción del NMF y una alteración en la barrera cutánea (Darlenski [1]).

Además, el estrato córneo elabora citocinas proinflamatorias; en condiciones de baja humedad ambiental se produce la liberación de mediadores proinflamatorios como la interleucina-1, lo que explicaría el agravamiento de ciertas alteraciones inflamatorias cutáneas en invierno en ambientes secos (Ashida [4]).

Otro de los mecanismos implicados en la homeostasis de la barrera cutánea es el gradiente de calcio en la epidermis. Se ha demostrado que la barrera cutánea puede recuperarse en un ambiente rico en Ca^{+2} ; además, el calcio es esencial para la diferenciación celular y la formación de las uniones intercelular de la epidermis (Elias [5]).

Por otra parte, también es preciso citar la importancia del pH de la super-

ficie de la piel en las funciones defensivas; el pH de la piel sana se sitúa entre 4,5 y 5,5 y su aumento puede provocar la predisposición a padecer infecciones bacterianas y fúngicas.

Todas estas consideraciones son importantes a la hora de elaborar y recomendar cosméticos, pero también es fundamental conocer la tipología cutánea según los caracteres secretorios, es decir, los tipos de piel habituales: normal, seca, grasa o mixta, ya que cada una tiene tendencia a padecer cambios en su fisiología que pueden conducir a alteraciones dermatológicas.

La piel normal se caracteriza por su equilibrio de sus procesos biológicos, con propiedades de suavidad, elasticidad y color. No suele presentar lesiones o sensación de disconfort, pero su equilibrio se puede alterar con la agresión de los agentes externos (y convertirse en una piel seca) o los efectos de la edad o la menopausia en mujeres (Mourelle [6]).

La piel grasa se caracteriza por un aumento en la secreción sebácea y espesor de la capa córnea, presentando aspecto brillante sobre todo en las zonas centrales de la cara (zona nasogeniana y frente). Las complicaciones más frecuentes de este tipo de piel son el acné y la dermatitis seborreica. También es frecuente que se asocie a cuero cabelludo grasoso.

La piel seca se presenta rugosa al tacto, descamante, con aspecto opaco y con sensación de tirantez. Está frecuentemente asociada al aumento de la pérdida de agua transepidermica (*Transepidermal water loss*, TEWL), de manera que la función barrera del estrato córneo está disminuida. La

piel seca suele ser de origen constitucional, pero las agresiones externas la favorecen (por ejemplo, una piel normal agredida o, menos frecuentemente, una piel grasa). Puede estar asociada a piel frágil o senil, y también se encuentra en la dermatitis atópica.

La piel mixta se puede considerar un estado constitucional en el que hay partes más grasas (zonas centrales del rostro) y otras más secas y a veces descamantes (laterales del rostro). Hay un tipo especial de piel, la grasa deshidratada, en aquellas personas con piel grasa en la que la composición de los lípidos cambia y no retienen agua. Suelen ser pieles irritables e intolerantes a los cosméticos (Mourelle [6]).

La piel sensible presenta características y condiciones muy variadas, con signos clínicos que van desde la presencia de eritema, xerosis y descamación fina, asociados frecuentemente a sensación de quemazón o picor. La etiopatogénesis no está totalmente dilucidada pero se cree que está relacionada con una respuesta neurosensorial aumentada, la barrera cutánea comprometida y una respuesta inmune alterada (Eun Ju Kim [7]).

Cada tipo de piel necesita unos cuidados cosméticos específicos; pero lo más importante es evitar reacciones adversas a los cosméticos, en especial en las pieles más sensibles, tales como irritación, dermatitis de contacto, fotosensibilización, cambios de pigmentación o reacciones retardadas de hipersensibilidad. Los cosméticos termales pueden aportar emolencia e hidratación, y las aguas termales son

adecuadas para la limpieza cutánea de todo tipo de pieles.

Así, las aguas minerales, y los cosméticos derivados de las mismas, pueden ser un buen recurso para tratar las pieles más intolerantes, pero también como cosméticos de uso diario, debido a sus componentes que pueden ejercer acciones beneficiosas sobre la piel.

Otros tipos de alteraciones cutáneas pueden beneficiarse de la aplicación de las aguas termales y sus derivados, como el acné, la rosácea y la dermatitis atópica.

El acné es una alteración inflamatoria del folículo pilosebáceo que se caracteriza por la presencia de lesiones inflamatorias y que asienta generalmente en las zonas seboreicas. Además de una limpieza adecuada, las lesiones inflamatorias pueden mejorar con la ayuda de aguas termales y la aplicación de fangos termales puede ejercer un efecto antibacteriano y antiinflamatorio.

La rosácea es una alteración crónica que se manifiesta con eritema en las mejillas y zonas centrales de la cara. Cursa con crisis de eritrosis (*flushing*) y, a medida que se cronifica, puede presentar pápulas y pústulas pequeñas y diseminadas. Esta alteración se beneficia de la aplicación de aguas termales en pulverización debido al frescor y alivio inmediato que proporcionan.

La dermatitis atópica es una forma de eccema con curso recidivante agudo, subagudo o crónico, que suele comenzar en el periodo de la lactancia durante el primer año de vida y con tendencia a desaparecer de manera espontánea en la pubertad. Se manifiesta con lesiones eritemato-

sas muy pruriginosas, exudantes, mal limitadas, con afectación en la cara, cuero cabelludo, manos y pliegues de flexión. Las aguas termales, por su acción antiinflamatoria, pueden ayudar a calmar la piel afectada por la dermatitis atópica (Mourelle [6]).

2 Aguas minero-medicinales y cosmética termal

Las aguas minero-medicinales se han usado en dermatología desde tiempos inmemoriales. De todas ellas, las que tienen aplicación en el tratamiento de las alteraciones cutáneas son las sulfuradas y cloruradas bromo-yódicas principalmente, pero también, en menor medida otras como las silíceas y oligometálicas ricas en elementos traza tales como selenio y zinc. Las alteraciones para las que están indicadas son la psoriasis y la dermatitis atópica, pero también el acné, la dermatitis seboreica, la ictiosis, la xerosis e incluso quemaduras o secuelas de cicatrices.

Han sido los balnerarios franceses los primeros en comercializar sus aguas minero-medicinales para uso cosmético; los productos más difundidos son las aguas minero-medicinales en spray (denominadas genéricamente "aguas termales"), a las que siguieron una gran variedad de cosméticos para la limpieza, hidratación, protección, etc., siempre elaborados con el agua minero-medicinal o alguno de sus componentes.

Otro tipo de productos usados en los balnerarios son los fangos termales, entre los que destacan los del Mar Muerto, a donde viajan miles de personas cada año a tratarse la psoriasis.

Las aguas minero-medicinales son muy variadas, dependiendo de su origen y de su temperatura, y la clasificación también varía de unos países a otros. El que las aguas minero-medicinales se usen en la elaboración de cosméticos está avalado por sus componentes: elementos mineralizantes y oligoelementos que han demostrado acciones sobre la piel, así como por estudios clínicos sobre diferentes alteraciones cutáneas. En la tabla 1 se resumen los elementos mineralizantes que tienen acciones sobre la piel.

3 Tipos de cosméticos termales

Existen tres tipos fundamentales de cosméticos termales: las denominadas aguas termales (aguas minero-medicinales envasadas para su uso en pulverización), los cosméticos derivados de estas aguas termales (cremas, lociones, protectores solares, etc.) y los fangos termales.

A nivel genérico, cuando se habla de cosméticos termales también se incluyen en ocasiones derivados marinos y productos de talasoterapia en general: algas para emplastos, exfoliantes de sales, etc., aunque no sean estrictamente productos elaborados con aguas termales. Son usados no sólo en los centros de talasoterapia, sino también en muchos balnearios, en los que frecuentemente se mezclan con el agua minero-medicinal antes de su aplicación.

3.1 Aguas termales

Son aguas minero-medicinales de balnearios de gran tradición termal que se comercializan en spray para

su aplicación mediante pulverización o impregnadas en compresas.

Las aguas termales se usan como coadyuvante terapéutico en numerosos estados inflamatorios o de sequedad cutánea, además de proporcionar una sensación de bienestar cutáneo.

Numerosos estudios han demostrado su eficacia en dermatitis atópica y seborreica, eccema de contacto, rosácea y pruritos. También, con menor frecuencia, en quemaduras y en cicatrices postquirúrgicas.

Además, su uso en pieles sensibles y reactivas se dependen de la concentración mineral, siendo mejores los resultados a menor mineralización de las aguas termales (Bacle [19]).

3.2 Cosméticos elaborados a partir de aguas minero-medicinales

Los cosméticos termales son productos elaborados a partir de agua minero-medicinales mediante formulaciones que incluyen el agua termal en diferentes proporciones.

El agua minero-mineral no puede ser recreada ni reproducida; los intentos para preparar aguas minerales artificiales han fracasado debido a las diferentes actividades biológicas asociadas a su dinamismo físico-químico (Ghersetich [20]). Por ello, es necesario estudiar cada agua detenidamente antes de proceder a la elaboración de un cosmético termal.

Según sea la mineralización del agua minero-medicinal se podrá usar el agua como excipiente en su totalidad o únicamente usar una pequeña proporción. El resto de los

componentes pueden ser lípidos, ésteres, alcoholes, etc., así como diferentes activos cosméticos que ejercen una acción complementaria a la del agua termal. Otras veces la cantidad de agua es tan escasa que la acción principal del cosmético se debe a esos otros activos que contiene, pero siempre con los beneficios que aportan los diferentes elementos mineralizantes del agua minero-medicinal.

En el mercado de la cosmética termal se pueden encontrar todo tipo de formulaciones: emulsiones (cremas faciales y leches corporales), geles (limpiadores o para el contorno de los ojos), productos de higiene facial y corporal (lociones, aguas micelares, champús y geles de baño), productos para el sol (protectores solares y after sun), e incluso cosméticos decorativos para disimular imperfecciones o alteraciones cutáneas como el vitíligo o cicatrices.

Existen pocos estudios que muestren la eficacia de estos productos. Entre ellos se puede citar un estudio llevado a cabo con una formulación dermocosmética elaborada con agua termal de Uriage frente a otra igual elaborada con agua destilada. Se compararon los efectos sobre la expresión de las proteínas implicadas en la función barrera sobre explantes de epidermis humana, observándose una mejor reparación de la barrera cutánea con el preparado formulado con el agua termal (Joly [21]).

Otro estudio realizado con un cosmético elaborado con agua termal de La Roche-Posay y un activo calmante ha mostrado que puede ser eficaz como tratamiento coadyu-

vante a la terapia con metronidazol en la rosácea tipo I y II, mejorando los signos clínicos y los síntomas de la enfermedad, y reduciendo la reactividad de la piel (Seite [22]).

Los cosméticos elaborados con aguas termales se aplican, al igual que otros cosméticos, sobre la piel limpia cuando son emulsiones, extendiendo el producto sobre la zona de tratamiento. Cuando son mascarillas se aplican en capa fina con ayuda de un pincel o espátula, se dejan actuar entre 15 y 20 minutos y se retiran con agua. Otros cosméticos limpiadores, como emulsiones fluidas o exfoliantes, se retiran con agua o una toallita después de su uso.

2.3 Peloides o fangos termales

Los peloides, también denominados genéricamente fangos termales, son agentes terapéuticos termoterápicos, constituidos por un componente sólido más o menos complejo y otro líquido, que puede ser agua minero-medicinal, de mar o de lago salado.

Según la definición aprobada en el *International Society of Medical Hydrology* en la VI Conferencia celebrada en Dax, Francia, en 1949, para que un sedimento, barro, fango o producto equivalente sea considerado peloide tiene que haber sufrido un proceso de maduración, homogenización y eutermización. Sin embargo, en el congreso celebrado en 2004 en Dax (Francia) sobre fangos termales se propone ampliar esta definición, de manera que se admita la maduración artificial de estos peloides, así como el término “peloide extemporáneo”

Elemento químico	Acciones sobre la piel
Calcio	Acción sobre las proteínas reguladoras de las divisiones celulares: la calmodulina y la CRAB (Cellular Retinoic Acid Binding protein) Acción catalizadora de las enzimas de diferenciación: transglutaminasa, proteasa y fosfolipasas Indispensable para la regulación de la permeabilidad de las membranas celulares Regulación de la proliferación y diferenciación de los queratinocitos
Azufre	Regenerador celular, queratolítico/queratoplástico (dependiendo de la dosis) Antibacteriano, antifúngico Regulador de secreciones en acné y seborrea Regulador de la respuesta inmune
Magnesio	En concentraciones de 5×10^{-4} inhibe la síntesis de algunas poliaminas que están involucradas en la patogénesis de la psoriasis, y su reducción por el magnesio mejora la enfermedad Antiinflamatorio, antiflogístico Reduce la proliferación excesiva de las células epidérmicas Inhibe la capacidad de las células de Langerhans para presentar antígenos (procesos inflamatorios)
Cloruro	Equilibrio hídrico de los tejidos
Sodio	Equilibrio hídrico de los tejidos
Potasio	Síntesis de ácidos nucleicos y proteínas; producción de energía
Fósforo	Actúa sobre el metabolismo de las membranas celulares
Yodo	Antiséptico
Selenio	A dosis pequeñas, promueve la síntesis de ADN y crecimiento celular Antioxidante, aumenta la actividad de la glutatión peroxidasa Antiinflamatorio; supresión de la liberación de citocinas inflamatorias (IL-1 y α -TNF) Protector frente a la radiación UVA y B Junto con el Zn, mejora las defensas
Aluminio	Favorece la cicatrización
Cobre	Antiinflamatorio, mantenimiento del sistema inmunológico
Cromo	Activador enzimático
Flúor	Aporte de energía en los queratinocitos
Manganeso	Modulador del sistema inmunitario Favorece la cicatrización de heridas Disminuye la inflamación en dermatitis seborreica
Níquel	Estimula el desarrollo celular de los tejidos
Zinc	Antioxidante; preventivo del envejecimiento Cicatrización y regeneración de los tejidos cutáneos Acelera la reepitelización y estimula la proliferación de queratinocitos y fibroblastos Modula la respuesta inflamatoria
Silicio	Interviene en la síntesis de colágeno y elastina y en el metabolismo celular Está presente en forma de sílice coloidal en muchas de las aguas minerales utilizadas en dermatología Tiene un efecto dermoabrasivo sobre las placas psoriásicas y efecto emoliente

Modificado y ampliado de: Meijide R y Mourelle ML, 2006. Afecciones dermatológicas y cosmética dermotermal. En: Hernández Torres, A. (Coord.). Técnicas y Tecnologías en Hidrología Médica e Hidroterapia. Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias. Instituto Carlos III, Madrid, 2006; pp 175-194.

para aquellos preparados a base de sedimentos que se mezclan con el agua minero-medicinal en el momento de su uso. Muchos de estos peloides se utilizan en cosmética dermatológica debido a las acciones derivados de los oligoelementos que contienen (cinc, selenio, magnesio, etc.) (Moysan [23]; Cadi [24]), pero también debidas a las composición de las arcillas que los integran (Novelli [25]).

Existen numerosos estudios que avalan el uso de los peloides en dermatología, utilizándose principalmente en psoriasis, dermatitis atópica y seborreica, ictiosis e incluso quemaduras. Los peloides más usados son, al igual que en las aguas minero-medicinales, los sulfurados y los clorurado-bromo-yódicos, entre los que destacan los fangos del mar Muerto (Mourelle [26]; Meijide & Mourelle [27]; Meijide [28]).

Sus efectos sobre la piel están relacionados con los elementos que contienen: arcillas, agua con gran variedad de concentraciones de minerales y oligoelementos, algas y cianobacterias, fosfolípidos, fitoesteros y terpenos, ácidos húmicos y fúlvicos (en las turbas) todos ellos responsables de sus efectos cosméticos y terapéuticos (Mourelle & Meijide [29]).

Las acciones de los peloides se relacionan con el incremento de la temperatura local, el intercambio de iones, la hidratación y la producción de citocinas que favorecerían el equilibrio del sistema inmune de la piel, derivadas de las acciones antiflogísticas y antiinflamatorias de las arcillas que los componen, de los fosfolípidos, terpenos y fitosteros producidos por la flora presente y debidos a la activación de los intercambios metabólicos (Mourelle & Meijide [29]).

El uso de los peloides en dermatocósmética y la elaboración de cosméticos a partir de peloides se apoyan en estas investigaciones. Así, actualmente se emplean los fangos termales para el cuidado de la piel en psoriasis, para mejorar descamación, el eritema y el prurito; en la dermatitis seborreica, para

disminuir al untuosidad cutánea y aportar mayor suavidad e hidratación a la piel; en el acné, para equilibrar las secreciones y disminuir la inflamación; y en queloides y quemaduras para favorecer la regeneración cutánea.

Para su uso dermatocósmético, los fangos termales se elaboran a partir de mezclas de arcillas o turbas, mezclándolas con las aguas minero-medicinales en diferentes proporciones según el uso para el que estén dirigidos.

En general se puede decir que las arcillas tipo esmectita poseen una mayor capacidad termoterápica, por eso se usan para peloides que se van a aplicar en caliente, y también tienen mayor capacidad de retención de agua, formando pastas con una textura que permite una fácil aplicación. Para las pieles más grasas, que necesitan normalizar las secreciones o para aquellas alteraciones que necesitan un mayor poder astringente, se usa el caolín, que tiene además gran capacidad de adsorción de toxinas. Las turbas son igualmente bases interesantes debido a su alto contenido en ácidos húmicos y fúlvicos que poseen acciones hidratantes y regeneradoras (Mourelle [26]).

En los últimos años se ha estudiado la microbiota especial de los fangos termales, como el caso del Blue Lagoon en Islandia (Grether-Beck [30]), a la que, junto con la sílice presente en el fango, se le atribuyen sus acciones terapéuticas. También se están desarrollando proyectos y estudios para elaborar peloides con microalgas, ya sean procedentes de las aguas termales o de origen marino, lo

que abre un interesante campo de investigación para su uso en dermocosmética (Mourelle [31]).

Los peloides se aplican en forma de emplastos o envolturas, localizadas o generales (denominadas también ilutaciones); menos frecuente en forma de baños por la cantidad de producto que se requiere, aunque se pueden utilizar como aditivo en el agua de baño.

Para su uso en dermocosmética, la aplicación más frecuente es en forma de compresas, envolturas o mascarillas.

En alteraciones que cursan con inflamación, se sumerge una gasa en el peloide (que debe poseer una textura fluida) para que se impregne en el producto, y esta compresa se aplica sobre la zona de tratamiento. La temperatura recomendada es alrededor de 20 °C.

Las envolturas consisten en aplicar el peloide sobre la superficie que se quiere tratar (todo el cuerpo, tronco, extremidades, etc.), generalmente con un pincel o directamente con la mano, y posteriormente se envuelve con una tela fina, dejando un tiempo de pose de al menos 20 minutos. La temperatura puede ser la corporal o ligeramente más caliente.

Las mascarillas se suelen emplear en la zona facial y no hay más que extender una capa fina con ayuda de un pincel o una espátula, dejando libre los ojos y la boca. El tiempo de pose también es de 15 o 20 minutos.

4 Conclusión

Los cosméticos termales pueden ser un interesante recurso terapéu-

tico complementario en el tratamiento de afecciones dermatológicas que causan disconfort cutáneo y que pueden mejorar con la aplicación de estos productos.

Para la elaboración de cosméticos termales es preciso conocer la composición de las aguas minero-medicinales que se utilizan como materia prima para poder elaborar productos de calidad y basados en la eficacia de los elementos mineralizantes y oligoelementos presentes en las aguas termales. Además, existen nuevas posibilidades con la formulación de peloides y productos derivados, que han mostrado ser eficaces en alteraciones cutáneas de tipo descamativo e inflamatorio, partiendo de arcillas o turbas de elevada pureza y calidad, mezcladas con el agua minero-medicinal, y también con microalgas de origen termal o marino.

Sería interesante desarrollar formulaciones básicas que comprendan los principales tipos de aguas minero-medicinales, lo que ayudaría a los balnearios a elaborar su propia cosmética termal basada en estudios con fórmulas contrastadas.

Referencias

- [1] Darlenski, R., J. Kazandjieva, J., Tsankov, N. Skin barrier function: morphological basis and regulatory mechanisms. *J Clin Med.* 2011; 4(1):36-45.
- [2] Caspers, P.J., Lucassen, G.W., Puppels, G.J. Combined in vivo confocal raman spectroscopy and confocal microscopy of human skin. *Biophys J.* 2003; 85:572-580.

- [3] Rawlings, A.V. Molecular basis for stratum corneum maturation and moisturization, *Br J Dermatol*, 2014; 171(3):19-28.
- [4] Ashida, Y., Ogo, M., Denda, M. Epidermal interleukin-1 alpha generation is amplified at low humidity: Implications for the pathogenesis of inflammatory dermatoses. *Br J Dermatol*. 2001; 144:238-243.
- [5] Elias, P.M., Crumrine, D., Rassner, U., Hachem, J.P., Menon, G.K., Man, W., Choy, M.H., Leypoldt, L., Feingold, K.R., Williams, M.L. Basis for abnormal desquamation and permeability barrier dysfunction in rxli. *J Invest Dermatol*. 2004; 122:314-319.
- [6] Mourelle, L. *Dermoestética*. Ed. Videocinco Comunicación, Madrid 2012.
- [7] Ju Kim, E., Hun Lee, D., Kyung Kim, Y., Chul Eun, H. and Ho Chung, J. Adiponectin deficiency contributes to sensitivity in human skin. *Journal of Investigative Dermatology*, 2015; 135:2331-2334.
- [8] Merial-Kieny, C., Castex-Rizzi, N., Selas, B., Mery, S., and Guerrero, D. Avène Thermal Spring Water: an active component with specific properties. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 2011; 25:2-5. doi: 10.1111/j.1468-3083.2010.03892.x
- [9] Castex-Rizzi, N., Charveron, M. and Merial-Kieny, C. Inhibition of TNF-alpha induced-adhesion molecules by Avène Thermal Spring Water in human endothelial cells. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 2011; 25:6-11. doi: 10.1111/j.1468-3083.2010.03893.x
- [10] Lehen'kyi, V., Vandenberghe, M., Belaubre, F., Julié, S., Castex-Rizzi, N., Skryma, R. and Prevarskaya, N. Acceleration of keratinocyte differentiation by transient receptor potential vanilloid (TRPV6) channel activation. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 2011; 25:12-8. doi: 10.1111/j.1468-3083.2010.03894.x

ACTIVIDADES EN MEDIO ACUÁTICO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD

I. Da Cuña Carrera

Y. González González

Universidade de Vigo, Facultade de Fisioterapia de Pontevedra, España.

Palabras clave: ejercicio acuático, termalismo, discapacidad.

Resumen

Es bien conocido que el agua tiene múltiples beneficios para la salud. Las aplicaciones del agua con fines terapéuticos constituyen uno de los más viejos procedimientos curativos de los que ha dispuesto la humanidad desde sus orígenes. Para conseguir aliviar los síntomas de una enfermedad en concreto se deben conjugar tres pilares fundamentales, el ser conocedor de la fisiopatología de la enfermedad y síntomas que ésta puede desencadenar; Tener conocimientos de los principios fundamentales de las propiedades tanto físicas como mecánicas del agua, para sacar el mayor rendimiento al medio acuático, y finalmente, ser experto en el diseño, programación y puesta en marcha de programas de ejercicio acuático para poder adaptar la actividad al grupo poblacional en cuestión.

1 Introducción

Es bien conocido que el agua tiene múltiples beneficios para la salud. Las aplicaciones del agua con fines terapéuticos constituyen uno de los más viejos procedimientos curativos de los que ha dispuesto la

humanidad desde sus orígenes (1).

Hipócrates ya consideraba la hidroterapia como un método terapéutico de primer orden, recomendando el empleo de agua fría para combatir dolores articulares resultantes de procesos inflamatorios o de contracturas musculares (2). También en la cultura romana los baños gozaron de amplia aceptación, y fue en esta época donde la hidroterapia adquirió tal importancia que fue el remedio soberano durante más de 600 años (3).

En la Edad Media, la hidroterapia se relega al olvido ya que en la Europa cristiana la dimensión física o corporal sufre una notable involución (4). Ya en Renacimiento, el agua comienza a ser utilizada por médicos y curanderos, destacando el español Vicente Pérez, conocido como médico de agua (5).

A principios del siglo XX, Hirschberg (1903) propone un tratamiento de la hemiplejía y la poliomielitis impulsando la gimnasia en el agua y en 1924 Lowman le da el nombre de hidrogimnasia (4). En los años 80-90 se abrieron para la balneoterapia nuevas puertas. El cambio en el estilo de vida en estos años conllevó al aumento de la oferta estándar de las estancias terapéu-

ticas, incluyendo nuevas formas de descanso, regeneración, estética y antiestrés (6).

Tal y como se ha demostrado con el anterior recuerdo histórico el agua posee propiedades magníficas para aliviar las dolencias de diferentes enfermedades. En general el agua produce una disminución de la sensibilidad nociceptiva, favoreciendo la relajación muscular por su efecto analgésico y aumenta la elasticidad del tejido periarticular incrementando la amplitud de los movimientos (7). Además mejora la percepción de posición de las diferentes partes corporales debido al estímulo de la presión hidrostática sobre la piel.

Las actividades realizadas en el medio acuático favorecen una relajación a nivel general; y si estas se hacen en grupo tienen un efecto socializante muy interesante, produciendo todo ello una mejora en el estado anímico de la personas (7).

Las aplicaciones terapéuticas del agua están influenciadas por los principios mecánicos (factores hidrostáticos, hidrodinámicos e hidrocinéticos) y térmicos del agua (aplicaciones frías o calientes), por lo que debemos tener en cuenta ambos aspectos.

2 Indicaciones de las actividades acuáticas

Las propiedades mecánicas del agua así como las condiciones térmicas de la misma van a provocar efectos en el organismo. A continuación se resumen algunos de efectos que se producen en los diferentes grupos de patologías en los cuales la actividad acuática está indicada:

Afectaciones neurológicas: estas enfermedades afectan al sistema nervioso repercutiendo en la función de los músculos y ocasionando problemas motores. Entre las más comunes destacamos la esclerosis múltiple, parkinson, ictus, parálisis cerebral infantil y lesiones medulares.

Las personas con problemas motores ven facilitadas sus capacidades y destrezas para poder realizar cualquier tipo de actividad o movimiento que “en seco” les resultaría muy difícil o prácticamente imposible. La fuerza de empuje o flotación depende del nivel de inmersión pudiendo alcanzarse reducciones de hasta el 90 % del peso corporal si la inmersión es hasta el cuello; por ello, la introducción en baño o piscina puede devolver la capacidad de movimiento perdida, al reducirse el peso del segmento que se trata. Esto es especialmente interesante en aquellos pacientes que, por debilidad grave de las extremidades inferiores o por déficit de equilibrio, tienen graves dificultades para la marcha, pues en la piscina se posibilita una marcha terapéutica que facilitará y preparará al paciente para la posterior marcha “en seco”(8).

La inmersión también mejora la propiocepción, el equilibrio y la coordinación. Esto es, porque la presión hidrostática, la resistencia hidrodinámica y la viscosidad son fuente de estímulos sensoriales (9).

Por todo lo anterior, el sujeto se siente con una mayor seguridad en el movimiento y con una mayor movilidad con menos dolor; y esto repercute en el estado psicológico y emocional del sujeto.

También es de destacar la resistencia que genera el trabajo en el medio acuático, ya que esta propiedad el agua se utiliza para tonificar y fortalecer la musculatura debilidad (8).

Afectaciones respiratorias: en la mayoría de enfermedades respiratorias el sujeto posee una mala mecánica respiratoria afectando a la eficacia de la respiratoria, es decir habitualmente los pacientes realizan un esfuerzo mayor al que deberían y produciéndose una ventilación menor. Para la reeducación de los músculos respiratorios el agua nos puede ayudar pues la presión hidrostática fortalece la musculatura inspiratoria.

Afectaciones osteo-articulares: Cursan con un estado de desajuste general tan to físico como psicológico que aparece como respuesta a los síndromes de dolor. Generalmente se asocia a la inactividad y afecta a la función muscular, articular, cardiovascular y propioceptiva. Entre estas afectaciones podemos destacar la fibromialgia, artrosis, osteoporosis, síndromes traumatológicos o postoperatorios y sedentarismo.

Al igual que se explicó en el apartado de afecciones neurológicas la inmersión en el agua va a facilitar el movimiento y aporta una mayor estimulación sensitiva, disminuyendo la sensación nociceptiva. Además si se generan turbulencia alrededor del sujeto o se aplica agua a presión, se produce un efecto masaje, el cual será más eficaz cuanto a mayor profundidad se aplique.

Con respecto a la osteoporosis decir aunque que aunque se benefi-

cios de la actividad física en el agua se debe combinar con ejercicios en seco donde se obtienen mayores ventajas debido al impacto terrestre que favorece la fijación del calcio en los huesos.

Afectaciones cardiovasculares: para aquellos pacientes con patologías cardiovasculares el ejercicio físico controlado es una indicación. En las patologías cardiacas (por no funcionar correctamente los mecanismos termorreguladores), o en las patologías vasculares periféricas (donde la velocidad sanguínea disminuye implicando una concentración de sangre a nivel de los miembros inferiores) debemos tener en cuenta que con el aumento de la temperatura corporal con la realización de los ejercicios acuáticos podría empeorar el cuadro clínico. Según aumenta la temperatura de la superficie corporal se produce una vasoconstricción interna y una disminución de la tensión arterial que puede afectar a la homeostasis del cuerpo.

Afectaciones psíquicas:

Las personas con discapacidad intelectual por lo general muestran niveles menos saludables en cualquiera de las variables de la condición física por ejemplo la capacidad cardiorrespiratoria. El ejercicio y la actividad física han demostrado tener efectos positivos sobre gran cantidad de variables de salud en personas con discapacidad intelectual entre los que se incluyen equilibrio, fuerza muscular, capacidad aeróbica y peso corporal (10,11). La práctica diaria puede favorecer la mejora de factores como la autoestima, socialización, ansiedad y diferentes indicadores de calidad de vida (10).

Grupos poblacionales de riesgo (tercera edad, pre-postparto...): se corresponden con aquellos estados orgánicos que no se pueden considerar enfermedades pero pueden conllevar alteraciones sistémicas.

- Tercera edad: en esta etapa del ciclo vital se presenta un declive de todas aquellas estructuras que se habían desarrollado en las etapas anteriores con lo que se dan cambios a nivel físico, cognitivo, emocional y social. El envejecimiento activo, es cada vez más importante ya que con la realización de actividad física se logra romper con la rutina, con el sedentarismo y con el aislamiento del que pueden ser parte.

- Pre-post parto: el embarazo ocasiona cambios fisiológicos y metabólicos en el organismo de la mujer por lo que el ejercicio controlado puede mejorar la calidad de vida de las mujeres evitando la aparición de patologías asociadas a este proceso y al mismo tiempo preparando el cuerpo para el momento del parto. Además después del parto la actividad física especializada favorece la vuelta a las condiciones previas al embarazo.

3. Programas de actividades acuáticas terapéuticas

3.1 Material necesario

Para la realización de las actividades acuáticas contamos con una serie de accesorios que van a ayudar o dificultarle al paciente la realización de las mismas (12).

- Accesorios estabilizadores:

Permiten o ayudan al paciente a mantener la posición que debe adoptar para realizar los ejerci-

cios; así tenemos, por ejemplo, los asientos fijos surmegibles, regulables en altura según el paciente y la inmersión deseada; las camillas verticalizadoras sumergibles sobre una plataforma sumergible y regulable, las barandillas fijadas al perímetro de la piscina, las amarras o cuerdas flexibles que permiten fijar al paciente en posición suspendida, cinturones de plomo, etc.

- Accesorios que aumentan la flotabilidad:

Existen una serie de accesorios cuya finalidad es aumentarla, entre los cuales se incluyen los manguitos, las boyas, las tablas de natación, los flotadores cervicales, etc. Aunque es la dirección del movimiento la que va a determinar si éste se verá ayudado o si generará resistencia.

Accesorios que generan resistencia por su flotabilidad:

Además de lo mencionado anteriormente, en su mayoría aumentan la resistencia al movimiento variando la forma o volumen del miembro que se desplaza, aunque también los hay que lo hacen generando una turbulencia adicional, como, por ejemplo, las aletas, los guantes de natación, las paletas de mano, las campanas, pesas, etc.

3.2. Desarrollo de una sesión

Es imprescindible hacer referencia a la etapa de familiarización de todo individuo con el medio acuático en las primeras sesiones. En algunos casos las primeras semanas solo tendremos como objetivo esta familiarización con el medio acuático para que el paciente se sienta seguro y confíe en el terapeuta que le

acompaña. Esta etapa cobra mayor importancia cuanto mayor afectación psíquica y motora tenga el paciente. El individuo como todos nosotros está acostumbrado a la fuerza de la gravedad con lo que debe aprender a adaptarse a la experiencia de flotabilidad o impulso del agua. Además los primeros días el paciente tiene que adquirir nuevos hábitos como desvestirse en un ambiente extraño como son los vestuario o experimentar un contacto físico cercano con personas que extrañas en el agua. También se tiene que acostumbrar a los ruidos y ecos que se crean en una piscina haciendo que la comunicación sea más difícil (13).

Respecto a la organización de la toda sesión debe incluir tres partes: el calentamiento, la parte principal y la vuelta a la calma.

En el calentamiento el objetivo es elevar la temperatura y el ritmo cardíaco, para poner en disposición el organismo para la actividad física. Tendrá una duración aproximada de 5-10 minutos. Para el comienzo de la sesión siempre incluiremos estiramientos que se pueden realizar de forma activa, activo-asistida o pasiva dependiendo de las características del individuo. Además para predisponer el organismo para el resto de la sesión se realizan movimientos articulares tales como círculos con los tobillos, elevación de rodillas de forma alterna, círculos con los hombros, flexión-extensión de brazos, etc. En esta primera parte también podemos incidir en el control respiratorio haciendo el que el individuo sea consciente de su respiración y combinando la misma con la realización de los ejercicios.

Si fuese posible podríamos introducir algún ejercicio sencillo basado en marchas como caminar en la piscina apoyándose o no en el bordillo y con la ayuda del terapeuta si fuese necesario.

En la Parte Principal desarrollaremos el objetivo principal de la sesión. Tendrá una duración aproximada de 20-25 minutos. Así como el calentamiento será similar aunque siempre adaptado para cada paciente, la parte principal variará más dependiendo de las características del individuo. Lo ideal es que un fisioterapeuta realice siempre una valoración previa estableciendo las necesidades de cada individuo y proponiendo unos objetivos a cumplir en el desarrollo de las sesiones acuáticas. Además la parte principal variará de un día para otro, ya que en una sesión el objetivo principal podría ser trabajar la propiocepción y el equilibrio mientras que en la siguiente sería la fuerza muscular. A continuación se proponen algunos ejemplos de ejercicios para diferentes variables a trabajar:

Ejercicios de fuerza: estos ejercicios ayudan a mantener la masa muscular y la función de ésta, contribuyendo a mantener un buen alineamiento del sistema musculoesquelético, previniendo dolores de espalda y facilitando el soporte necesario para una buena postura. Nos ayudaremos de la resistencia del agua para la realización de estos ejercicios

- Estabilizadores de la cintura escapular: se extienden ambos brazos en cruz con las palmas hacia delante. El ejercicio consiste aproximar los brazos hasta llevarlos a la línea media; una vez aquí se

cambia la orientación de las palmas hacia atrás y se vuelve a la posición inicial. El paciente tiene que tener las piernas flexionadas, estar sentado en el agua o sobre algún elemento de flotación para que los hombros estén sumergidos debajo del agua.

- Brazos: Elevación de los brazos hacia la superficie de forma alterna y también hacia atrás, es decir flexión y extensión. Se puede hacer el ejercicio con los codos estirados o trabajar más específicamente bíceps y tríceps realizando flexo-extensión de codo.

- Piernas: elevación de rodillas de forma alterna, separación y aproximación de pierna, patadas hacia delante y hacia atrás, círculos con las piernas (si fuese necesario el paciente en todos los casos puede sujetarse en el bordillo o tener de apoyo al terapeuta para garantizar la seguridad del mismo).

- Abdominales: el paciente ayudado por el terapeuta estará en posición horizontal pudiendo ayudarse de elementos de flotabilidad. El ejercicio consistirá en la aproximación de las piernas hacia el tronco o para dificultarlo la aproximación del tronco hacia las piernas.

Ejercicios aeróbicos: son aquellos que nos ayudan a aumentar la resistencia cardiovascular aportando beneficios en las actividades de la vida diaria. Con ellos se conseguirán que los pacientes se cansen menos con la realización de diferentes actividades. La realización de ejercicios de marcha variando la dificultad de la misma es ideal para conseguir un trabajo aeróbico realizando un ejercicio global de todo el organismo. Así se podría hacer marcha con elevación de rodillas o

talones, marcha lateral, aumentar la velocidad de la marcha y todas las variantes que se nos ocurran. Si el paciente no tiene control postural para llevar a cabo estos ejercicios se podrían realizar movimientos repetitivos de brazos y de piernas, por ejemplo pataleo de las piernas, simulación de pedaleo tanto con piernas o con brazos siempre con la ayuda del terapeuta para el control postural.

Ejercicios respiratorios: El agua como hemos dichos anteriormente va a ayudar al individuo a que perciba más fácilmente los movimientos respiratorios, ya que va tener que superar la resistencia del agua para inflar el balón abdominal y conseguir una respiración diafragmática que es la que buscamos siempre por ser más eficaz. Lo ideal es combinar la respiración con el resto de ejercicios asegurándonos el control de la misma durante toda la sesión. Específicamente para favorecer la expansión del tórax combinaremos abducción de brazos con la inspiración; y para ayudar al vaciado del tórax combinaremos la espiración con el movimiento contrario.

Equilibrio y propiocepción: Los beneficios de trabajar el equilibrio en el medio acuático son que el paciente pierde el miedo de caerse y hacerse daño sintiéndose de este modo más seguro. Podemos hacer ejercicios en apoyo monopodal como mover los brazos o el tronco, también con apoyo monopodal o bipodal, en este caso, el terapeuta puede desestabilizar al sujeto moviéndolo a través del tronco y por último podríamos ayudarnos de una pelota de forma que el paciente tuviera que cogerla (el terapeuta se

la tiraría) y adaptar así su posición continuamente.

Para la Vuelta a la Calma, donde se empezará a rebajar pulsaciones, se pueden realizar los mismos ejercicios que en el calentamiento reduciendo la intensidad y debemos incluir ejercicios de estiramiento. En esta fase podemos aprovechar para realizar técnicas de relajación ayudándonos de elementos de flotación tales como colchonetas o rulos para que el paciente se siente cómodo. Por sí misma la sensación de flotación y las turbulencias provocadas por el agua suelen aportar sensación de bienestar y relax al individuo.

4 Conclusion

Está demostrado que el agua posee propiedades magníficas para aliviar las dolencias de diferentes enfermedades. Para conseguir aliviar los síntomas de una enfermedad en concreto se deben conjugar tres pilares fundamentales, el ser conocedor de la fisiopatología de la enfermedad y síntomas que ésta puede desencadenar; Tener conocimientos de los principios fundamentales de las propiedades tanto físicas como mecánicas del agua, para sacar el mayor rendimiento al medio acuático, y finalmente, ser experto en el diseño, programación y puesta en marcha de programas de ejercicio acuático para poder adaptar la actividad al grupo poblacional en cuestión.

Cumpliendo estos aspectos, garantizaremos un programa de actividad acuática encaminado al bienestar físico y social en un marco de seguridad.

Bibliografía

- [1] Fernández M.R.P. Castro BN. Historia del agua como agente terapéutico. *Fisioterapia*. 2002;24(2):3-13.
- [2] Viñas, F. La curación por el agua. *Hidroterapia*. 4.a ed. Barcelona: Los libros de integral; 1994.
- [3] Segura, S. Cuenca, M. El ocio en la Roma Antigua. Bilbao: Publicaciones de la Universidad de Deusto; 2008.
- [4] Gallego, T. Bases Teóricas y Fundamentos de la Fisioterapia. Madrid: Paramericana; 2007.
- [5] Aramburu, C. Muñoz, E., Igual, C. *Electroterapia, termoterapia e hidroterapia*. Madrid: Síntesis S.A., 2003.
- [6] Arango, C. *Hidrología médica y terapias complementarias*. Sevilla: Secretariado de publicaciones de la Universidad de Sevilla; 2001.
- [7] Principios de hidroterapia y balneoterapia [Internet]. McGraw-Hill Interamericana de España; 2005 [citado 15 de septiembre de 2015]. Recuperado a partir de: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=258329>
- [8] Sánchez Pous, S., Loyola Sanmillán, G., Janer Cabo, M., Fábregas Xaudaró, D., Santoyo Medina, C. Actividad acuática adaptada en el tratamiento rehabilitador interdisciplinario de la esclerosis múltiple. *Rev Iberoam Fisioter Kinesiol*. enero de 2008;11(1):3-10.
- [9] Fuentes, G.R., Santos, R.I. Bases físicas de la hidroterapia. *Fisioterapia*. 2002;24(2):14-21.

- [10] Alfaro-Acha, A., Snih, S.A., Raji, M.A., Kuo, Y.F., Markides, K.S., Ottenbacher, K.J. Handgrip strength and cognitive decline in older Mexican Americans. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. agosto de 2006;61(8):859-65.
- [11] Raji, M.A., Kuo, Y.F., Snih, S.A., Markides, K.S., Peek, M.K., Ottenbacher, K.J. Cognitive status, muscle strength, and subsequent disability in older Mexican Americans. *J Am Geriatr Soc*. septiembre de 2005;53(9):1462-8.
- [12] Rosales, J.M.P. Represas AG. Técnicas de hidroterapia: hidrocinesiterapia. *Fisioterapia*. 2002;24(2):34-42.
- [13] García-Giralda Bueno, M.L. El concepto Halliwick como base de la hidroterapia infantil. *Fisioterapia*. 1 de julio de 2002;24(03):160-4.

UNA APROXIMACIÓN A LA GESTIÓN LAS AGUAS TERMALES TRANSFRONTERIZAS DESDE EL DERECHO INTERNACIONAL

L. Movilla Pateiro

Universidade de Vigo, España.

Palabras clave: aguas termales, acuíferos transfronterizos, Derecho Internacional Público.

Resumen

Las aguas termales que se extienden bajo zonas fronterizas necesitan de una regulación que tenga en cuenta sus particularidades. En este trabajo haremos un acercamiento a su gestión desde el todavía incipiente régimen jurídico internacional de los acuíferos transfronterizos, en el que la cooperación y, en especial, el intercambio de datos e información, juegan un papel fundamental.

1 Introducción

Las aguas subterráneas suponen alrededor del 97% del agua dulce disponible del planeta [1] y, aunque han sido explotadas desde la Antigüedad, han sido tradicionalmente las grandes olvidadas en la gestión y regulación del agua, sobre todo en contextos transfronterizos. En este sentido, numerosos acuíferos se extienden bajo el territorio por dos o más Estados. En concreto, la última actualización de su inventario, llevado a cabo por el Centro Internacional de Evaluación de las Aguas Subterráneas (IGRAC), cifra en 592 el número de acuíferos y masas de agua subterráneas transfronterizas [2], lo cual contrasta con la escasa atención que han recibido hasta épocas muy recientes por el Derecho Interna-

cional Público, especialmente si se compara con la extensa regulación de las aguas superficiales.

Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre con los ríos y lagos internacionales, el carácter transfronterizo de los acuíferos no resulta apreciable a simple vista y su determinación exige técnicas más sofisticadas.

Además, son hidrogeológicamente más complejos, de modo que sus implicaciones transfronterizas no deben buscarse sólo en la ubicación geográfica de las masas de aguas subterráneas o en la formación geológica que las contiene, sino también en otros de sus componentes esenciales, como sus zonas de recarga y descarga [3].

En la última década se ha hecho un esfuerzo muy importante para identificar los acuíferos transfronterizos del planeta, principalmente a nivel global desde la UNESCO y su Programa Hidrológico Internacional (PHI), el Programa para la Gestión Internacional de los Recursos Acuíferos Compartidos (ISARM) y el citado IGRAC, así como desde organizaciones de ámbito regional como la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) [4] o la Comisión Económica y Social de las Naciones Unidas para Asia Occidental (CESPAO) [5]. A pesar de ello, la

información disponible sobre este recurso, tan diverso y complejo, es todavía limitada, sobre todo en algunas regiones.

Los acuíferos transfronterizos pueden contener aguas termales, es decir, aguas que brotan a una temperatura superior a la temperatura media anual del lugar en el que están localizadas [6]. Sus usos principales son dos: la producción de energía geotérmica y para fines terapéuticos o de descanso en instalaciones balnearias, sobre todo cuando presentan un alto grado de mineralización y en los que nos vamos a centrar. En el escenario mundial de las aguas subterráneas, este último uso puede considerarse de importancia secundaria, limitado habitualmente a pequeñas cantidades y con frecuencia no incluido en las estadísticas nacionales sobre los usos del agua. No obstante, puede ser muy importante para la economía local y su importancia está creciendo en muchos países [7].

A grandes rasgos, los principales problemas que presentan cualquier tipo de masa de agua subterránea que se extiende bajo la superficie de dos o más Estados tienen que ver con el hecho de que se trata de un recurso fluido y que las acciones llevadas a cabo a un lado de la frontera pueden tener repercusiones al otro lado de la misma, repercutiendo en la cantidad o la calidad de esas aguas y siendo habituales los conflictos entre usos, tanto presentes como futuros –las denominadas “medidas proyectadas”, o los derivados de situaciones de emergencia. Además, los acuíferos no renovables o fósiles, presentan especiales retos para su gobernanza

conjunta, ya que su explotación continuada conduce a su agotamiento y en caso de contaminación, su limpieza resulta muy compleja.

En el caso de las aguas termales debe tenerse en cuenta, además, que la calidad es la característica central de su aprovechamiento, que ellas mismas pueden constituir un factor de contaminación tanto de carácter térmico como químico para los recursos hídricos y ecosistemas que las rodean, así como que plantean otros desafíos como su reutilización. Por ello, se hace necesaria una regulación de las mismas que tenga en cuenta sus especiales características.

2 Marco jurídico internacional relativo a los acuíferos transfronterizos

Como adelantábamos, las aguas subterráneas transfronterizas han recibido escasa atención hasta hace muy poco por el Derecho Internacional Público, debido sobre todo a su falta de visibilidad y al tradicional desconocimiento sobre su localización, extensión, características y funcionamiento. No obstante, a medida que ha aumentado la información disponible sobre ellas, así como su explotación, han empezado a ser objeto de atención desde el punto de vista jurídico, tanto en el ámbito doctrinal, como en el de la codificación oficial, en los sistemas legales regionales, o, en menor medida, a través de acuerdos entre Estados que comparten un acuífero específico.

En el ordenamiento jurídico interno español las aguas termales son consideradas recursos minerales, de modo que el grueso de su régimen

jurídico se encuentra en la Ley de Minas [8]. Sin embargo, el régimen jurídico de las aguas subterráneas transfronterizas no puede asimilarse al de los recursos minerales sólidos transfronterizos. Los recursos minerales líquidos transfronterizos, fluidos -como el petróleo- o gaseosos -como el gas natural- y las aguas subterráneas, no pueden ser divididos en unidades independientes y pueden ser extraídos, total o parcialmente, desde el otro lado de la frontera. Asimismo, cualquier actividad sobre ellos llevada a cabo en un Estado, pueden reflejarse en el otro Estado [9]. Pero además, las aguas subterráneas presentan particulares características -entre las que destaca su carácter vital e insustituible, tanto para la Humanidad como para el conjunto del planeta-, que las diferencian de los recursos minerales líquidos y que ha propiciado el desarrollo de un incipiente régimen jurídico aplicado a ellas, distinto del de aquellos y que sigue las pautas generales de la regulación de las aguas superficiales transfronterizas.

De este modo, el instrumento de carácter universal de referencia en la regulación del agua dulce lo constituye la Convención sobre el Derecho de los usos de los cursos de agua internacionales para fines distintos de la navegación, hecha en Nueva York en 1997 y en vigor desde el pasado 17 de agosto de 2014. Es el resultado del proceso de codificación y desarrollo progresivo de las normas que rigen esta materia, cuya elaboración en el seno de la Comisión de Derecho Internacional (CDI) y posterior proceso de ratificación se han dilatado bastante en el tiempo,

sobre todo, debido al particularismo que presenta cada curso de agua internacional, que dificulta el establecimiento de normas generales.

Su articulado define a un curso de agua como el sistema de aguas de superficie y subterráneas que, en virtud de su relación física, constituyen un conjunto unitario y normalmente fluyen a una desembocadura común, el cual será internacional cuando alguna de sus partes se encuentre en Estados distintos. Por lo tanto, se encuentran comprendidas en su ámbito de aplicación las aguas subterráneas que cumplen esas características. Establece como principios básicos la utilización equitativa y razonable de esos cursos de agua internacionales, la prohibición de causar daños sensibles, la obligación general de cooperar y el intercambio regular de datos e información entre los Estados que los comparten, y recoge también otras normas relativas a su protección, preservación y gestión. Sin embargo, más allá de en su ámbito de aplicación, no contiene normas que tengan en cuenta las especiales características de las aguas subterráneas, tampoco de las termales.

Por su parte, el *Proyecto de artículos sobre el derecho de los acuíferos transfronterizos*, elaborado también por la CDI en 2008, constituye el primer instrumento internacional oficial que codifica y desarrolla normas destinadas específicamente a la regulación de los acuíferos transfronterizos. Su ámbito de aplicación abarca, a grandes rasgos, a toda clase de acuíferos transfronterizos y no sólo a las aguas subterráneas conectadas con otras superficiales.

Recoge básicamente las mismas normas fundamentales que la Convención de Nueva York de 1997- utilización equitativa y razonable, prohibición de causar daños sensibles, intercambio de datos e información, celebración de acuerdos y arreglos y pautas para su protección, preservación y gestión-, ajustándolas a las características particulares de los acuíferos. Sin embargo, la decisión sobre su forma final y su relación con la Convención de Nueva York de 1997 se encuentra todavía pendiente y se ha ido posponiendo su consideración, de momento, hasta el 68º período de sesiones de la Asamblea General. Mientras, se anima a los Estados a celebrar acuerdos bilaterales y regionales sobre los acuíferos que comparten teniendo en cuenta sus disposiciones. Las dos utilidades básicas de las aguas termales -terapéutico y energético- se encuentran cubiertas por este texto, que se refiere en sentido amplio a la “utilización de los acuíferos”, incluyendo “la extracción de agua, calor, minerales y el almacenamiento y la eliminación de cualquier sustancia”, pero no se profundiza en ellas.

Pero además, desde 2013 existe otra convención reguladora de los recursos hídricos compartidos con vocación de universalidad: el *Convenio sobre la protección y utilización de los cursos de agua transfronterizos y de los lagos internacionales*. Este Convenio había sido aprobado en Helsinki en 1992 en el marco de la CEPE. Su finalidad es la adopción de las medidas necesarias para prevenir, controlar y reducir cualquier impacto transfronterizo en relación con todas las aguas transfronterizas,

tanto superficiales como subterráneas, sin imponer más requisitos a estas últimas. Dado el éxito que ha tenido este convenio en este ámbito regional, sus Estados parte decidieron en 2003 adoptar enmiendas que permitiesen la entrada de países de fuera de la región CEPE. Esta modificación entró en vigor el 6 de febrero de 2013, aunque no se ha adherido todavía ningún Estado.

Este Convenio de Helsinki cuenta además con un *Protocolo sobre agua y salud*, aprobado en junio de 1999 y en vigor desde agosto de 2005. Su objetivo es promover, tanto a escala nacional como en un contexto transfronterizo e internacional, la protección de la salud y del bienestar humanos en el marco de un desarrollo sostenible mejorando la gestión del agua, incluida la protección de los ecosistemas acuáticos, y esforzándose por prevenir, controlar y reducir las enfermedades vinculadas con el agua (art. 1). Y, entre las cuestiones que las Partes deben garantizar se encuentra “una protección suficiente de la salud humana contra las enfermedades vinculadas con el agua debidas al uso de agua con fines recreativos” (art. 4.2. d).

En 2012, la Reunión de las Partes del Convenio de Helsinki adoptó unas *Disposiciones modelo sobre aguas subterráneas transfronterizas* que parten del Proyecto de artículos de la CDI, pretenden proporcionar una guía para la aplicación del Convenio a las aguas subterráneas e invitan a todos los Estados, sean o no parte del mismo, a utilizarlas cuando concluyan o revisen acuerdos o arreglos bilaterales o multilaterales en esta materia. Tampoco contienen

disposiciones especialmente dedicadas a las aguas termales.

Finalmente, algunos acuerdos bilaterales o multilaterales celebrados entre los Estados que comparten cursos de aguas internacionales mencionan a las aguas subterráneas en su ámbito de aplicación –por ejemplo, el *Convenio sobre cooperación para la protección y el aprovechamiento sostenible de las aguas de las cuencas hidrográficas hispano-portuguesas*, hecho “ad referendum” en Albufeira, el 30 de noviembre de 1998- pero en la mayoría de los casos se trata de menciones secundarias y accesorias y el resto del articulado no contiene disposiciones que tengan en cuenta las especificidades de estas aguas [10].

A su vez, si queremos contabilizar el número de acuerdos existentes destinados a la gestión y/o protección sobre un acuíferos transfronterizo en particular, nos encontramos con que su número es todavía extremadamente bajo en comparación, tanto con los cientos de tratados existentes sobre ríos compartidos, como con el número de acuíferos transfronterizos del que se tiene constancia hasta el momento, así como muy heterogéneos en cuanto a su estatus jurídico. Apenas podemos mencionar: la convención para la protección, utilización y recarga del Acuífero de Ginebra, celebrado entre el Cantón suizo de Ginebra y el Departamento francés de la Alta Saboya, de 1977 y renovado en 2007 [11]; el acuerdo por el que se constituyó en 1992 una autoridad conjunta para el estudio y desarrollo del Sistema Acuífero de Piedra Arenisca Nubio [12], que

se extiende por territorio egipcio, libio, sudanés y chadiano, y un acuerdo informal para el intercambio de información sobre el mismo celebrado en el año 2000 [13]; otros dos acuerdos informales para el establecimiento de un mecanismo para el intercambio de información sobre al Sistema Acuífero del Noroeste del Sáhara, compartido por Argelia, Túnez y Libia, en 2002 [14]; un memorando de entendimiento de un mecanismo consultivo sobre el Sistema Acuífero Iullemeden, de 2009, ampliado en 2014 de modo que abarca ahora también el sistema acuífero Iullemedem-Taoudeni/Tanezrouft, que se extiende por territorio de Argelia, Benín, Burkina Faso, Mali, Mauritania, Níger y Nigeria [15]; el Tratado sobre el Acuífero Guaraní, de 2010, celebrado entre Argentina, Brasil, Uruguay y Paraguay, que todavía no han entrado en vigor; y, más recientemente, el acuerdo entre Jordania y Arabia Saudí para la gestión y utilización de las aguas subterráneas del Acuífero Disi, firmado en abril 2015 [16]. Existen además, acuerdos entre entidades locales en algunos contextos transfronterizos en los que se comparten aguas subterráneas como la frontera entre Estados Unidos y México y Estados y Canadá [17].

Por lo tanto, esta regulación internacional de los acuíferos transfronterizos resulta todavía muy incipiente y la práctica estatal en la gestión conjunta de los mismos es todavía muy limitada, por los que resulta difícil hablar sobre normas consuetudinarias en este ámbito y esta costumbre se encontraría, en

todo caso todavía en un estado muy incipiente. Además, la variedad de acuíferos, atendiendo sobre todo a la composición y estructura del subsuelo, hace que sea difícil el establecimiento de unas normas aplicables universalmente [18]. Tampoco encontramos en los escasos instrumentos jurídicos referidos disposiciones que tengan en cuenta las necesidades específicas de las aguas termales, si bien, al no estar excluidas, les resulta de aplicación, igual y evidentemente, esa incipiente regulación general.

Lo que sí es constatable es que el mínimo común denominador esa regulación lo constituye la cooperación a través del establecimiento de mecanismos de intercambio de datos e información, pues todavía existe en la mayoría de los casos un escaso conocimiento sobre las características de los acuíferos, como la cantidad de agua que contienen, su calidad, extensión, flujo, etc. Por otra parte, ese intercambio constituye el primer paso y la base para una cooperación más estrecha e, incluso, la gestión conjunta, de un recurso que todavía presenta muchas incógnitas [19].

3 Cooperación en torno a las aguas subterráneas transfronterizas termales

La cooperación es consustancial a la historia de la regulación de los recursos hídricos compartidos y se deriva de su propio carácter compartido, que genera relaciones de interdependencia que incentiva medidas conjuntas o, al menos, coordinadas, para su gestión y protección.

Supone además un contrapunto a la soberanía de los Estados sobre los recursos hídricos que se encuentran en su territorio y coexiste con relaciones de carácter conflictivo entre los Estados ribereños.

Desde el punto de vista jurídico, la obligación de cooperar entre los Estados que comparten un curso de agua internacional se configura en la actualidad como una norma consuetudinaria que constituye el núcleo básico del Derecho Internacional del Agua en sentido amplio –junto con otros principios como los relativos a la utilización equitativa y razonable, la prohibición de causar daños sensibles y el desarrollo sostenible que se puede manifestar de distintas formas. Por ejemplo, en el simple intercambio de datos e información sobre el mismo, la notificación de medidas proyectadas, el establecimiento de proyectos de cooperación o para su protección, la celebración de un tratado internacional que regule cualquier aspecto relacionado con él, o, de forma más intensa, en la creación de mecanismos institucionales para la cooperación y/o gestión conjunta.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la cooperación sobre los acuíferos transfronterizos resulta más compleja y delicada que la que se puede dar sobre las aguas superficiales compartidas, debido a varias razones. Entre ellas: la falta de percepción a simple vista de su carácter transfronterizo; la carencia de datos precisos sobre sus características compartidos por todos los países involucrados; la ausencia en los Estados del acuífero de un marco normativo específico claro para estas

aguas y de una institución nacional que sea expresamente responsables de su gestión y que cuente con los medios necesarios, situación que puede complicarse todavía más si en los distintos Estados implicados resultan competentes sobre esas aguas distintos niveles de gobierno; en muchos casos, la falta de una voluntad política para la implantación de una gestión a largo plazo; un ordenamiento jurídico internacional todavía embrionario en este ámbito; así como la necesidad de financiación para el desarrollo y ejecución de estudios científicos y para el establecimiento de una normativa y un marco institucional apropiados [20].

No obstante, en relación con las aguas subterráneas termales transfronterizas esta cooperación cuenta con un importante incentivo, especialmente para las poblaciones locales implicadas, derivado de su potencial turístico y económico. De hecho, podemos encontrar ya algunos ejemplos de cooperación transfronteriza en torno a aguas termales de distinta naturaleza, estatus jurídico, objetivos y alcance y a diferentes niveles de gobernanza, pero que parten de la misma idea de aumentar la información sobre las aguas termales transfronterizas y su intercambio, de cara a una explotación y protección sostenible de las mismas.

Podemos citar así, en primer lugar, una muestra de cooperación entre Alemania y Austria sobre estas aguas en el marco de la gestión integrada de aguas superficiales y subterráneas. Ambos países cuentan con una Comisión Permanente sobre el Agua, creada por tratado bilateral

de 1987 sobre la cooperación y la gestión de los recursos hídricos en la cuenca del Danubio (“Tratado Regensburg”), en vigor desde 2001 [21]. Bajo el paraguas de dicha comisión se creó en 2002 un grupo de expertos en aguas subterráneas termales transfronterizas. Por medio de él, ambos países llegaron a un acuerdo para adoptar un enfoque de modelización, un programa de monitoreo e intercambiar información antes de autorizar licencias de abstracción de aguas termales [22].

Un segundo ejemplo, encaminado también al aumento de información sobre las aguas termales que se comparten e intercambio de la misma, pero de naturaleza menos institucional, lo perdemos encontrar en el Proyecto “TRANSENERGY- Transboundary Geothermal Energy Resources of Slovenia, Austria, Hungary and Slovakia”, financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) e implementado por su Programa de Centroeuropa, que se desarrolló entre los años 2010 y 2013. Su objetivo principal fue promover un sistema de información geotermal en esos cuatro países de Centroeuropa, con el propósito de alcanzar una utilización transfronteriza sostenible de esos recursos energéticos geotermales. Y, aunque se refiere principalmente a la utilización de aguas termales como fuente de energía geotérmica, el principal uso de estas aguas en esta región es para fines terapéuticos y turísticos en instalaciones balnearias. En este sentido, en el marco de este proyecto se analizó su explotación actual y sus posibilidades de futuro

y se realizaron recomendaciones encaminadas a su utilización sostenible y eficiente [23].

En tercer lugar, podemos destacar el “Proyecto para la protección medioambiental y el desarrollo sostenible del Sistema Acuífero Guaraní”, desarrollado entre 2003 y 2009 sobre este inmenso acuífero y tras cuya conclusión los cuatro Estados que lo comparten –Brasil, Argentina, Paraguay, y Uruguay, decidieron firmar el ya mencionado Tratado sobre el Acuífero Guaraní, de 2 de agosto de 2010, que todavía no se encuentra en vigor. El proyecto fue desarrollado por los cuatro Estados del acuífero en colaboración con el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), el Banco Mundial como agencia de implementación y la Organización de los Estados Americanos (OEA) como agencia de ejecución. Sus resultados se recogen en el documento “Programa Estratégico de Acción” (PEA), que incluye también propuestas a corto y largo plazo. Uno de los cuatro centros de atención de ese proyecto lo constituyó, precisamente, el aprovechamiento turístico de sus recursos termales en la zona fronteriza Concordia-Salto, entre Argentina y Uruguay. Tras su estudio, sus conclusiones se recogieron en el citado Plan Estratégico, que incluyó recomendaciones para los dos Estados encaminadas a mejorar el aprovechamiento económico eficiente y ambientalmente adecuado de esas aguas: a) ampliar el conocimiento de nuevos usos en las zonas donde el uso termal ya es una realidad y mejorar las capacidades nacionales y locales para realizar una gestión sostenible

de las extracciones y pozos termales; b) fomentar e implantar alternativas concretas de reutilización del agua termal, c) buscar soluciones técnicas ambientalmente aceptables para el destino final de los efluentes; y d) realizar prospección hidrotermal en zonas con potencial a ser comprobado[24].

Por último, no podemos dejar de hacer referencia a las aguas termales existentes en la zona fronteriza entre Galicia y el Norte de Portugal, una de las regiones de mayor riqueza termal de Europa. En ella, el pasado mes de marzo de 2015 se ha lanzado el proyecto de cooperación transfronteriza “A raia termal”, impulsado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente español –a través de la Confederación Hidrográfica del Miño-Sil- y la entidad local Diputación Provincial de Ourense. Su objetivo, a falta de ver cual serán sus realizaciones concretas, es “fomentar el turismo termal nacional e internacional de calidad, favoreciendo así la actividad económica de las poblaciones limítrofes del Ourense y del norte de Portugal”, y a través del cual se planea desarrollar distintas actividades encaminadas a “la protección y conservación de los espacios naturales fronterizos del Miño y del Sil, así como a la mejora de la calidad ambiental del agua en tramos transfronterizos de las cuencas del Limia y Miño, mediante el empleo de tecnologías innovadoras” [25].

4 Conclusión

La regulación internacional de los acuíferos transfronterizos se encuentra todavía en un estado

embrionario y necesita un mayor perfeccionamiento. Dentro de ella, la de las aguas termales es prácticamente inexistente. Por ello, se hace necesario un desarrollo de la misma que tenga en cuenta sus problemáticas particulares, como su sobreexplotación, contaminación o reutilización.

Al mismo tiempo, le resultan aplicables a estas aguas los principios generales del Derecho Internacional del Agua, entre los que destaca el de cooperación y que, en el caso de las aguas subterráneas -termales y no termales- se hace indispensable, especialmente en su modalidad básica de intercambio de datos e información, dado la todavía escasa información que existe en muchos casos sobre ellas. Este intercambio constituye, además, el primer paso hacia una cooperación más estrecha para su protección y gestión. De hecho, podemos encontrar ya varios ejemplos de cooperación transfronteriza de distinta naturaleza en este sentido.

Referencias

- [1] World Water Assessment Programme. Water, a shared responsibility. The United Nations world water development report, UNESCO and Berghahn Books, 2006, pág. 121.
- [2] IGRAC. Transboundary Aquifers of the World Map. Update 2015. Special Edition for the 7th World Water Forum 2015, Scale 1: 50 000 000, disponible en <http://www.un-igrac.org/>.
- [3] Eckstein, G. and Eckstein, Y. Transboundary Aquifers: Conceptual Models for Development of International Law. *Ground Water*, 43(5): 679-690, 2005.
- [4] UNECE. Second assessment of Transboundary Rivers, lakes and groundwaters, United Nations, New York and Geneva, 2011. Al menos seis de las masas de aguas subterráneas que recoge cuentan con aguas termales que están siendo actualmente utilizadas en balnearios: el acuífero Chu/Shu, compartido por Kazajistán y Kirguistán; el acuífero Dobrudja/Dobrogea Upper Jurassic-Lower Cretaceous, por Bulgaria y Rumanía; el acuífero Mur - Zala basin/Radgona- Vaš, por Eslovenia, Austria y Hungría; el acuífero Stara Planina/Salasha Montana, por Serbia y Bulgaria; el acuífero Orvilos-Agistros/Gotze Delchev, por Bulgaria y Grecia; y el acuífero Korab/Bistr -Stogovo, por Albania y la Antigua República Democrática de Macedonia.
- [5] ESCWA and BGR. Inventory of shared water resources in Western Asia, United Nations, 2013.
- [6] OMM/UNESCO. Glosario Hidrológico Internacional, OMM-Nº 385, 2012, pág. 346.
- [7] Margat, J. and van der Gun, J. Groundwater around the world. A geographic synopsis, CRC Press, London, 2013, págs. 144-145.
- [8] Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas.
- [9] Lagoni, R. Oil and Gas Deposits across National Frontiers. The

- American Journal of International Law, 73(2):215-243, 1979.
- [10] Matsumoto, K. Treaties with groundwater provisions. In Jerome Delli Priscoli and Aaron T. Wolf, *Managing and transforming water conflicts*, pages 266-273, 2009, Cambridge University Press.
- [11] *Arrangement relatif a la Protection, a l'Utilization et a la Realimentation de la Nappe souterraine franco-suisse du Genevois, 1977; y Convention relative a la protection, a l'utilisation, a la realimentation et au suivi de la Nappe Souterraine Franco-Suisse du Genevois*, 2007.
- [12] *Constitution of the Joint Authority for the Study and Development of the Nubian Sandstone Aquifer Waters*, 1992.
- [13] *Terms of Reference for the Monitoring and Exchange of Groundwater Information of the Nubian Sandstone Aquifer System*, Tripoli, 5 October 2000.
- [14] *Establishment of a Consultation Mechanism for the Northwestern Sahara Aquifer System (SASS)*, Rome, 19-20 December; endorsed 6 January 2003 (Algeria), 15 February 2003 (Tunisia), 23 February 2003 (Libya).
- [15] *Memorandum of understanding relating to the setting up of a consultative mechanism for the management of the Iullemedem Aquifer System, 2009; y Memorandum of Understanding for the Establishment of a Consultation Mechanism for the Integrated Management of the Water Resources of the Iullemeden, Taoudeni/Tanezrouft Aquifer Systems (ITAS)*, 2nd Council of Ministers GICRESAIT Project, Abuja, Nigeria, Friday 28TH Marth, 2014.
- [16] *Agreement between the Government of the Hashemite Kingdom of Jordan and the Government of the Kingdom of Saudi Arabia for the Management and Utilization of the Ground Waters in the Al-Sag/Al-Disi Layer*, signed in Ri-yadh on 30 April 2015. Traducción no oficial en inglés disponible en <http://www.internationalwaterlaw.org/>.
- [17] En detalle sobre este incipiente régimen jurídico de los acuíferos transfronterizos: Laura Movilla Pateiro. *El Derecho Internacional del Agua: los acuíferos transfronterizos*, Bosch Editor, Barcelona, 2014.
- [18] Pueden distinguirse: acuíferos de arena y grava, acuíferos de piedra arenisca, acuíferos kársticos, acuíferos volcánicos y acuíferos de basamento. Op. cit., nota 7, págs. 47-61.
- [19] *Memorandum of agreement related to referral of water right applications between the State of Washington as represented by the Department of Ecology, and the Province of British Columbia as represented by the Minister of Environment, Lands and Parks*, de 10 de octubre de 1996, referido al acuífero transfronterizo AbbotsFord-Sumas; y Convenio de colaboración que suscriben por una parte, la Juna Municipal de Agua y Sanea-

- miento de Juárez, Chihuahua (JMAS) y por la otra, el Consejo de Servicios Públicos (PSB) de la Ciudad de El Paso, Texas, de 6 de diciembre de 1999.
- [20] Machard de Gramont, H. *et al.* Toward a Joint Management of Transboundary Aquifer Systems: Methodological Guidebook, A Savoir N° 3, 2011, pág. 33.
- [21] *Agreement Between the Federal Republic of Germany and the EEC, on the one hand, and the Republic of Austria, on the other, on Cooperation and Management of Water Resources in the Danube Basin*, Regensburg, 1 December 1987, Official Journal of the European Union L 90, 5.4.1990, pág. 20.
- [22] UNECE. Model Provisions on Transboundary Groundwaters, United Nations, New York and Geneva, 2014, pág. 15.
- [23] Véase el documento “Strategy paper on sustainable cross-border geothermal utilization”, disponible en <http://transenergy-eu.geologie.ac.at/>
- [24] OEA/OAS. Acuífero Guaraní: programa estratégico de ação = Acuífero Guaraní: programa estratégico de acción. Brazil, Argentina, Paraguay, Uruguay, Organizaçao dos Estados Americanos (OEA), Enero 2009, disponible en <http://iwlearn.net>, págs. 301-303.
- [25] Noticiarecogidaen:<http://www.magrama.gob.es/es/prensa/noticias/el-ministerio-de-agricultura-alimentaci%C3%B3n-y-medio-ambiente-y-la-diputaci%C3%B3n-de-ourense-impulsan-el-proyecto-termal-transfronterizo-a-raia-termal/tcm7-368309-16>. Se prevé presentar este proyecto al nuevo programa de cooperación tranfronteriza INTERREG V-A España–Porgugal 2014–2020. Con anterioridad, se desarrolló el proyecto “Euro-región Termal y del Agua”, dentro del Programa Operativo de Cooperación Transfronteriza España-Portugal 2007-2013. Tuvo como objetivos consolidar una estrategia transfronteriza común para el desarrollado coordinado de la formación e investigación del sector del turismo termal y del agua en la Euro-Región Galicia-Norte de Portugal, como polo de referencia del a oferta termal de alta calidad de Europa. Su socios fueron la Diputación Provincial de Ourense, la Secretaría General para el Turismo de la Xunta de Galicia, el Ayuntamiento de Verín, la Cámara Municipal de Chaves, Turismo do Porto e Norte de Portugal, la Sociedad Portuguesa de Hidrología Médica y la Asociación de Termas de Portugal.Véase: <http://www.euroregiontermal.eu>.

ANÁLISIS DE LA ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN EN LOS BALNEARIOS. ESTUDIO DE CASO DEL GRUPO CALDARIA, HOTELES Y BALNEARIOS

N. Araújo Vila y J. A. Fraiz Brea

Universidad de Vigo, Ourense, España.

Keywords: termalismo, balneario, comunicación, Caldaria.

Resumen

Galicia, y en especial la provincia de Ourense, destacan por su riqueza termal. La existencia del recurso termal es imprescindible para la explotación de un establecimiento termal, pero no suficiente para que éste se convierta en exitoso. Factores como una correcta y óptima gestión o estrategia de comunicación juegan un papel clave en su supervivencia. En la provincia de Ourense se sitúan siete balnearios, cifra sólo superada por Pontevedra con ocho, según datos de la Asociación de Balnearios de Galicia [1]. Dentro de estos siete, tres pertenecen al mismo grupo, Caldaria: Laias, Lobios y Arnoia. Se trata por tanto de un grupo con peso en la provincia, por lo que se convierte en objeto de estudio del presente trabajo, concretamente la estrategia de comunicación del mismo como referente termal de la provincia.

1 Introducción

El territorio gallego es conocido por su gran riqueza termal, con más de 300 captaciones catalogadas [2]. A pesar de ello, son 21 los balnearios existentes en Galicia. Dicha cifra refleja que la riqueza en aguas

mineromedicinales no es suficiente para la puesta en marcha de un establecimiento termal, el éxito de éste o una notable afluencia de turistas/termalistas. Aun así, no se debe obviar que Galicia es referente mundial en el sector termal, precisamente por la calidad de dichas aguas y por las modernas instalaciones y personal cualificado con el que cuentan sus balnearios [3]. Sus 21 balnearios representan aproximadamente el 20% de los establecimientos de este tipo nacionales, ofertan más de 3.000 plazas hoteleras y reciben a 150.000 usuarios cada año [4]. Una de las claves para alcanzar dicho éxito es llegar al público objetivo y atraer así a un gran número de turistas. Es por ello que una adecuada y eficaz estrategia de comunicación es imprescindible.

Como estudio de caso se analiza en el presente trabajo un grupo referente en termalismo en la provincia de Ourense: Caldaria. Dicho grupo cuenta con tres establecimientos: Lobios (4 estrellas y 85 habitaciones), Laias (4 estrellas y 98 habitaciones) y Arnoia (3 estrellas y 50 habitaciones). Como grupo sigue una estrategia de comunicación única; muestra de ello es el

mismo dominio web para el grupo con accesos específicos a cada uno de los balnearios. Las herramientas de las que se puede beneficiar para una buena promoción van desde radio y prensa, ferias, catálogos o televisión, entre otras, a sobre todo, en el actual panorama, las herramientas 2.0; indispensable la web, primer contacto con el cliente y escaparate de sus productos y servicios, y otras muy en boga como redes sociales o blogs.

2 La comunicación 2.0

La comunicación es una herramienta clave para hacer llegar la información de los productos y servicios al consumidor. Además, las empresas deben adaptarse a las nuevas tendencias del consumidor, inmerso en el mundo de Internet y de las nuevas tecnologías. Aparece así el concepto de comunicación 2.0 y las herramientas que integran dicho término: páginas webs, redes sociales, banners... Al hablar del concepto de comunicación, se hace inevitable mencionar las 5 grandes herramientas que la integran: la publicidad, con carácter masivo, las ventas personales o fuerza de ventas, las relaciones públicas, el marketing directo o comunicación directa con los consumidores de modo individual y la promoción de ventas, incentivos que fomentan la compra a corto plazo [5]. Aunque a través de Internet gran parte de estas herramientas también operan, especialmente la publicidad, el marketing directo y la promoción de ventas, la web 2.0 ha transformado la forma con que el anunciante busca relacionarse con

su público objetivo [6]. La empresa no sólo emite un mensaje, sino que es generadora de contenidos. Ésta debe estar preparada para recibir cualquier tipo de opinión o comentario, sea positivo o negativo, buscando el modo de gestionarlo sin hacer uso de la censura. Es más, el cliente empieza a percibir la publicidad denominada online como la habitual, pasando otras técnicas hasta ahora utilizadas a convertirse en obsoletas. El actual cliente, exigente, informado y con experiencia, espera controlar los medios digitales, aprovechando las TICs para acceder a la información que necesita y poder posteriormente compartirla [7].

Resumiendo, se observa que la aparición de Internet incorporó notables cambios a las estrategias del marketing mix utilizadas hasta el momento, brindando nuevas oportunidades y sobre todo acercando cada vez más a las empresas a sus clientes o potenciales clientes. Por tanto, la presencia en Internet es imprescindible, a través de una web corporativa, catálogo electrónico, atención al cliente, correo electrónico, programas de fidelización... herramientas del nuevo modelo de comunicación 2.0.

Como ya se adelantó, la comunicación ha evolucionado y se ha adaptado al nuevo marco sociotecnológico. Partiendo del modelo de las 5 herramientas de la comunicación, se proponen adaptaciones a este panorama y formatos que se están usando en la actualidad. Internet consiguió en los últimos años gran importancia como medio publicitario. A través de Internet toda empresa u organismo se puede hacer notar y

llegar a miles de usuarios, a través de un simple banner, de envío de correos electrónicos (cada vez más personalizados según el perfil del usuario), de la difusión de su página web o colgando vídeos en diferentes redes sociales.

Actualmente son muchas las herramientas 2.0 usadas en la comunicación. A continuación se exponen algunas de las más usadas:

- Website y dominio: el primer paso esperable para que una empresa esté presente en Internet es la creación de su página web. No es ninguna técnica novedosa, pero es el requisito mínimo o previo para desarrollar la estrategia de comunicación. Se debe tener claro el tipo de web a construir, una web que sólo busca estar presente e informar, mejorar la imagen de la empresa o algo más elaborado con catálogo de productos, soporte técnico, nuevos servicios, venta directa y creación de comunidad de usuarios. Una vez claro el objetivo de la web, se tendrá que plantear el diseño de la misma y la programación que requiere. Para esto harán falta expertos en el tema y un servidor web en Internet, que puede ser propio o subcontratarlo a través de hosting. Ya hecha la web, se pasará a promocionar, fase fundamental para que llegue al público objetivo. En último lugar habrá que medir si la creación de esta página fue eficaz (medición del control de audiencia) y mantenerla y actualizarla constantemente, para que no quede en una información estática y el usuario deje de consultarla. La web tiene que proporcionar al usuario a información más

actualizada y novedosa que está buscando [8]. También es esencial la elección del dominio (.com, .org...) y el nombre, para el cual se aconseja prescindir de acentos, longitud entre 2 y 67 caracteres (si es .com), que sea un nombre corto y sencillo, relacionado con lo que se ofrece y fácilmente tecleable en el ordenador.

- Banners: suelen ser formatos de gran tamaño y forma rectangular que se insertan en páginas web con el fin de captar la atención del usuario para que haga "click" encima de ellos y se desvíe al servidor del anunciante [9]. Esto permite conseguir una respuesta directa de la campaña, y se puede cuantificar perfectamente su impacto (número de visitas a través del banner).

- Redes sociales: en internet se pueden encontrar multitud de redes sociales o servicios OSN (Online Social Networking), variando su relevancia segundo la zona geográfica y los grupos sociales. Su objetivo es mantener el contacto con los amigos y la sensación de pertenencia al grupo. En ellas se busca distracción, entretenimiento y diversión. En España el uso de redes sociales es del 79% de la población y dentro de las más conocidas está Facebook (99%), Twitter (92%) y Youtube (88%) [10]. Viendo el éxito conseguido por este nuevo medio de comunicación, muchas fueron las empresas y marcas que intentaron sacar beneficio. Uno de los grandes atractivos que muestran estas redes es que los usuarios siguen marcas a través de ellas, principalmente de

Facebook (93%). La información que se busca al respecto además de ofertas de trabajo y becas, son los descuentos (77%), información del producto (72%) y atención al cliente (70%) [11]. Teniendo esto presente es obvio que la comunicación de marcas se debe dar en este nuevo entorno digital. La integración en el contenido, la aportación de utilidad y entender que el consumidor es la plataforma de comunicación, serán las 3 claves del marketing innovador por lo que las marcas deben apostar en este terreno [12].

- Boletines electrónicos o newsletters: Boletín temático o informativo que se envía periódicamente a las direcciones de email registradas. Suelen ser atractivos y en ellos se incluyen eslóganes que el cliente puede recordar con facilidad y asociarlos a ciertas marcas y/o productos [13].

- Google Maps y Earth: Dichas herramientas de Google fueron lanzadas en 2005 y 2008 respectivamente, permitiendo al usuario ver imágenes con vista de satélite y en tres dimensiones. La vinculación de esta herramienta con la publicidad tiene una doble vía: 1) permite al usuario conocer la localización de una empresa y 2) se convierten en soporte publicitario directo permitiendo insertar información de la empresa y anuncios procedentes de Google Adwords [14].

- Programas de fidelización a través de Internet: Actualmente las grandes empresas están utilizando Internet para desarrollar una estrategia de marketing relacional, buscando integrar a sus

clientes o potenciales clientes en una comunidad virtual. Busca la participación de los visitantes de su web a raíz de proporcionar información gratuita o diversas promociones y concursos. El objetivo es crear un punto de encuentro en la web para que los usuarios con intereses comunes puedan hablar, participar en debates, compartir información o participar en juegos y concursos. Todo esto con el fin de entretener y sobre todo comunicar, de tal manera que el usuario pase un ratón agradable en un entorno alrededor de un producto o marca. Las claves para que una web tenga éxito y consiga fidelizar a sus usuarios, podrían ser [15] [16]:

- Crear información que resulte interesante y sobre todo útil, con enlaces a otras webs relacionadas.
- Mantener la información totalmente actualizada, sino el usuario dejará de consultarla.
- Ofrecer información y servicios gratuitos que supongan un valor importante para el visitante.
- Crear listas de correo para avisar a los usuarios de las novedades.
- Ofrecer foros de discusión, mensajes a móviles.
- Buscar la participación de los usuarios, intentando que se sientan involucrados.

3 La estrategia comunicativa de Caldaria

Como toda empresa de servicios, el grupo Caldaria presenta una gran orientación al cliente, ya sea a colectivos o empresas, como a clientes particulares. Además, el grupo oferta

campañas de termalismo social, tal y como se refleja en su web. Todo ello con el fin de luchar contra una amenaza propia del sector turístico, la estacionalización. Dicha lucha forma parte de su estrategia de comercialización, junto con captar segmentos con mayores posibilidades en el actual entorno de crisis: el ya mencionado termalismo social, eventos de empresa e incluso bodas y banquetes, principales submenús de su web. El público al que se dirige el grupo es muy variado, de ahí que su estrategia comunicativa también lo sea, buscando a personas que simplemente quieran añadir el termalismo a sus vidas. Es por ello que su comunicación combina herramientas tradicionales con herramientas online citadas en el epígrafe anterior. En lo que respecta a la comunicación más tradicional o habitual, son diversas las técnicas usadas:

- Prensa escrita: periódicos como La Voz de Galicia o Faro de Vigo.
- Cuñas publicitarias en radio.
- Catálogos impresos.
- *Publicity* en televisión (publicidad no pagada): en noticias de carácter termal o programas vinculados con el turismo de salud, principalmente en cadenas autonómicas y locales.
- Presencia en ferias como Termatalia.
- Publicidad en partes traseras de autobuses.

En cuanto a su estrategia comunicativa online o 2.0, en primer lugar se encuentra su página web, que como ya se explicó en el epígrafe anterior es el punto de partida para dar a conocer la empresa. El dominio es sencillo,



Figura 1: Página web del Grupo Caldaria

corto, fácil de recordar y perfectamente acorde al nombre del grupo: www.caldaria.es. Se trata de una web accesible, sencilla, con colores claros y diseño atractivo (Figura 1). En su página de inicio se observa por una parte el acceso a los 3 balnearios que forman parte del grupo, y por otra se hace hincapié en 6 menús: ofertas, programas de balneario, estancias de salud, Ourense provincia termal, las tarifas y los bonos regalo. Dichos menús conforman los puntos más destacados del grupo, entre ellos la vinculación con la provincia y las ofertas de las que dispone. Actualmente son 9 las propuestas, las cuales combinan el termalismo con la estación del verano, la cultura castrexa, el tren balnearios y la gastronomía (Figura 3). El segundo eje de su comunicación 2.0 son las herramientas 2.0, cuyos enlaces están disponibles en la propia página web: facebook, twitter, google+ y youtube. Facebook cuenta con más de 4.700



Figura 3: Ofertas actuales del Grupo Caldaria



Figura 2: Página de Facebook de Grupo Caldaria

seguidores y la actualización de contenidos es prácticamente diaria, lo que muestra interés por parte de la gestión en que esta herramienta sea verdaderamente efectiva (Figura 2). A los menús habituales (información, biografía y fotos), se añade uno menos habitual: regalos y promos, aunque actualmente no hay ninguna promoción activa. El grupo cuenta con presencia en esta red desde el año 2011 y el número de fotografías subidas desde entonces es considerable, con más de 650. Twitter tiene más de 500 seguidores y 1.800 tweets publicados. La frecuencia de publicación es también muy activa, prácticamente diaria. En cuanto a google+ son sólo 94 los seguidores y más de 150.000 las vistas recibidas. Se debe tener presente que google+ no ha llegado a posicionarse en el mundo de las redes sociales como sí lo ha hecho Facebook, de ahí su menor interacción. Finalmente, en cuanto a youtube, Caldaria cuenta con su canal, a través del cual ha subido un total de 19 vídeos. 4 Conclusiones El éxito de un establecimiento termal no radica exclusivamente en la existencia de agua mineromedicinal, recurso clave para su puesta en marcha. Influyen otras variables como la gestión o la estrategia comunicativa llevada a cabo, ya que el poner en valor el recurso termal y hacerlo llegar a oídos del

potencial cliente es imprescindible para su captación. Ejemplo de ello es el caso de Caldaria, que a través de una extensa estrategia comunicativa busca el llegar a un amplio público objetivo, de diversas edades y preferencias, cuyo factor común será el termalismo, ya sea en su vertiente lúdica o de salud. Por un lado apuesta por herramientas más tradicionales de la promoción, como pueden ser anuncios en prensa, radio o incluso partes traseras de autobuses. Pero en el actual mundo 2.0 no se puede obviar el papel que Internet juega en la sociedad, por lo que Caldaria, consciente de ello, apuesta por una página web sencilla y clara, complementada con el uso activo de redes sociales, especialmente Facebook y twitter. Aunque ésta es una primera fase en el mundo 2.0, son todavía muchas las herramientas de las que el grupo puede beneficiarse, haciendo especial hincapié en aquellas que busquen la fidelización del cliente.

Referencias

- [1] <http://www.balneariosdegalicia.gal/>
- [2] Aeitegal, Asociación Empresarial Innovadora Termal de Galicia. <http://www.turgalicia.es/docs/mdaw/mtuz/~edisp/turga153271.pdf>. 2014
- [3] Revista Balnearios de España, 2011
- [4] <http://www.balneariosdegalicia.gal/>
- [5] Kotler, P. y Armstrong, G. Marketing. Edición adaptada a Latinoamérica. 2001

- [6] Fumero, A. y Roca, G. Web 2.0. Madrid: Fundación Orange. 2007.
- [7] Muela, C. La publicidad en Internet: situación actual y tendencias en la comunicación con el consumidor. Zer, 13-24: 183-201. 2008
- [8] Nieto, A. y Rouhiainen, L. La web de empresa 2.0. Guía práctica para atraer visitas y conseguir clientes. Madrid: Global Marketing Strategies. 2010
- [9] Maqueira, J.M. y Bruque, S. Marketing 2.0. El nuevo marketing en la web de las redes sociales. Madrid: Ra-Ma Ediciones. 2009
- [10] IAB Estudios. V Estudio Anual de Redes Sociales. Abril 2014.
- [11] IAB Estudios. V Estudio Anual de Redes Sociales. Abril 2014.
- [12] ZenithOptimedia. Estudio El fenómeno de las redes sociales: percepción, usos y publicidad. 2013.
- [13] Seoane, E. La nueva era del comercio: el comercio electrónico. Vigo: IdeasPropias. 2005.
- [14] Maqueira y Bruque, 2009.
- [15] Bia, A. En la frontera entre el marketing y la innovación tecnológica: posicionamiento y fidelización web. Trabajos I+D. Centro de Investigación Operativa, 1-8. 2005.
- [16] Alcaide, J.C. Fidelización de clientes. Madrid: ESIC. 2010.

TERMAS DE CATAMARCA 2024: UNA APUESTA AL DESARROLLO LOCAL

M. T. Van Strate

Buenos Aires, Argentina.

Palabras clave: Termas, destino emergente, motor, desarrollo socioeconómico, trabajo, salud, calidad de vida.

Resumen

Fiambalá, Tinogasta, Hualfín, Villa Vil, Lavalle y San Martín son comunidades de la provincia de Catamarca, al noroeste de la República Argentina, con diferentes grados de desarrollo socioeconómico, cultural y de puesta en valor de sus recursos termales. Tienen en común el enorme potencial que significan sus aguas minerales y mine-romedicinales. Creando el “Plan de estímulo para el desarrollo termal de la provincia de Catamarca” se pretende brindar las herramientas para convertir a la actividad termal en el eje del desarrollo local de cada comunidad; ayudando a transformar sus economías que hoy, en algunos casos, son solo de subsistencia, para obtener resultados tan satisfactorios tal como sucede en destinos Termales como el de la ciudad de Federación en Entre Ríos, tomada en esta ocasión como referente válido.

Introducción

Elaborar un “Plan de Estímulo para el Desarrollo Termal de la Provincia de Catamarca”, de ahora en adelante “el Plan”, significa que desde la Secretaría de Turismo provincial, impulsora de este proyecto, se tiene la plena confianza en que

la calidad de los recursos naturales termales de la Provincia, sumada a la calidez de los habitantes de las poblaciones anfitrionas y a los bellos paisajes en que están insertos, pueden ser un motor para provocar el cambio en estas comunidades que en su mayoría tienen una realidad económica muy básica sustentada en la producción primaria de bienes y servicios de manera muy elemental.

La provincia de Catamarca en el Noroeste de la República Argentina, a los pies de la cordillera de los Andes, es un compendio de bellos y diversificados paisajes, con profundos cielos azules, aire puro y una población sumamente cálida y hospitalaria.

Sus habitantes, en gran parte descendientes de los pueblos originarios, saben por sus propias experiencias y la de sus ancestros, sobre las bondades de las “milagrosas aguas calientes”, que surgen espontáneamente en numerosos lugares del territorio, pero poco conocen de las oportunidades que el adecuado uso de estas aguas le pueden brindar para mejorar su realidad socioeconómica de destinos emergentes, su salud y la de quienes los visiten, en definitiva, de mejorar su calidad de vida.

Por ello, se comenzó con la nada sencilla, pero muy interesante tarea de elaborar este Plan, fundamentado en uno de los enunciados del Plan Estratégico Turístico Sustentable 2014–2024 (PETS 2014–2024) que habla del Termalismo como factor de desarrollo local.

Para convalidar los alcances del Plan, en esta primera instancia, sin perjuicio que a futuro se vaya sumando otras, se eligieron seis comunidades de disímiles características socioeconómicas y de ubicación geográfica, cuyas poblaciones van desde los 300 a los 22.700 habitantes, con desiguales grados de desarrollo en la puesta en valor de los recursos naturales, de las infraestructuras y equipamientos tanto de los complejos termales como de las instalaciones hoteleras y complementarias.

Poner en valor termas hasta hoy casi vírgenes, y convertirlas en fuentes genuinas de trabajo como motor del crecimiento socioeconómico local, es el objetivo primordial, al que se le suman los de crear un sistema de protección de los recursos termales, incentivar la inversión de capitales para generar la infraestructura necesaria, capacitar a la población para brindar los servicios correspondientes, y finalmente incorporar a las Termas de Catamarca al mercado nacional de Turismo de Salud y Bienestar, articulando esta oferta con otros segmentos turísticos de la región ya posicionados, a nivel nacional e internacional como son: la Ruta del Adobe, El Shinkal, el Qhapaq Ñan, el Turismo Religioso, la gastronomía con identidad, y

otros segmentos en vías de desarrollo como lo son el Enoturismo, el Oleoturismo, el Turismo de Aventura, el Turismo Deportivo etc.



Ilustración 1: Termas de Fiambalá

Objetivos

Partiendo del objetivo primordial de convertir las Termas de la provincia de Catamarca en motores para el desarrollo local, los objetivos que se enumeran a continuación, propuestos para el desarrollo del Plan por TVS Asesorías Técnicas, no son excluyentes de otros que puedan surgir durante la implementación del mismo, y dada su complejidad se procurará alcanzarlos mediante diferentes etapas, las que estarán condicionadas a las situaciones socio-económicas, políticas y medioambientales por las que atraviese la provincia en general y las comunidades en particular.

1. Realizar un relevamiento de datos que permitan elaborar un diagnóstico a partir del cual llevar a cabo el Plan de desarrollo, de manera interdisciplinaria, contando con la participación de los municipios y de las entidades intervinientes.

2. Coordinar el estudio de los recursos naturales existentes, mediante el análisis de los mismos en laboratorios especializados, a fin de conocer profundamente sus propiedades, de manera de poder establecer parámetros y dimensiones de usos y aplicaciones.
3. Determinar el perfil de los productos turísticos e industriales (agua de bebida, cosméticos, etc.) que se proyectan conseguir para establecer las pautas de inversión y de inserción en el mercado.
4. Potenciar el interés de posibles inversores para el desarrollo de Complejos turísticos, infraestructura hotelera y para-hotelera y otros servicios que se sustenten en la construcción de modernas instalaciones, con equipamientos de última generación y recursos humanos capacitados que garanticen la óptima calidad de los bienes y servicios.
5. Propiciar la interacción con otros centros Termales y de Turismo Salud de la región como así también de otros motivadores turísticos afines (Rural, Ecológico, de Aventuras, Minero, etc.)
6. Facilitar los medios para estrechar lazos con organismos nacionales e internacionales, y con instituciones públicas y privadas que tengan relación con el Turismo de Salud y Bienestar.
7. Capacitar al personal que trabajará en los Complejos desde su diseño, construcción, implementación y puesta en marcha. Proponer nombres de capacitadores o equipos de profesionales que puedan completar dicha tarea.
8. Lograr el posicionamiento de los centros dentro de las ofertas de Turismo Termal y de Salud tanto en el país como en el exterior.
9. Propiciar el desarrollo de productos derivados de la utilización del agua termal, tales como productos cosméticos, parafarmacéuticos y otros que resultarán de aprovechar las propiedades fisicoquímicas de los recursos naturales del lugar.
10. Brindar las herramientas para que se elabore, de manera interdisciplinaria, un protocolo de procedimientos para el personal actuante en los diferentes complejos.
11. Difundir propuestas que procuren elevar la calidad de vida de los habitantes de la región en particular y de la provincia en general, referente a los beneficios que produce la utilización de estos recursos naturales fundamentalmente en lo que se refiere a prevención de la salud.
12. Diseñar programas de relax y de turismo salud que ayuden a cambiar hábitos erróneos de vida, en pos de una forma de vida más sana y natural, y por otro lado, para convertir esta actividad en una nueva unidad de negocios o en un motivo extra para prolongar la estadía promedio de los turistas que visiten la provincia.

Dando los primeros pasos...

Consensuados los objetivos y metas a alcanzar y planteadas las estrategias para llegar a ellos con la Secretaría de Turismo de la Provincia de Catamarca, se dio comienzo a las visitas de campo y a las entrevistas con los representantes de distintos

organismos e instituciones públicas y privadas consideradas a priori como actores necesarios de esta actividad.

A partir de estas reuniones, dando cumplimiento al Objetivo N° 1, se pudieron identificar los ítems que cada sector considera como prioritarios y en función de ellos se les otorgó preponderancia, partiendo de las necesidades inmediatas y de los intereses de ambos sectores.

Ante la pregunta de cómo harían ellos para alcanzar los objetivos y metas propuestas, coincidieron en que el camino es la elaboración de estrategias que conduzcan a la PLANIFICACIÓN de los destinos, el incremento de las INVERSIONES, la mayor CAPACITACIÓN de los recursos humanos y el aumento de la PROMOCIÓN de sus atractivos turísticos en general y del Termalismo en particular.

El *sector público* constituido por la Secretaría de Turismo de la Provincia de Catamarca y las Municipalidades involucradas de Fiambalá, Tinogasta, Hualfín, Villa Vil, Lavalle y San Martín, por su parte, plantearon como principales necesidades las de *Incentivar el desarrollo local, Aumentar la calidad de vida de los pobladores y Posicionar sus complejos termales en el mercado nacional de Turismo de Salud y Bienestar.*

En tanto que el sector privado representado por el *Sector Termal*, refiriéndose a él como los prestadores directos de servicios (Hoteleros, Gastronómicos, Spas, Terapeutas, etc.) y los *Sectores complementarios* conformados por los prestadores de servicios complementarios (Transporte, artesanías, otros tipos de programas turísticos como los

culturales, religiosos, deportivos, de aventura, etc.) proyectan como sus necesidades primordiales las de *Aumentar la infraestructura, Aumentar la calidad de los servicios y Obtener mayor rentabilidad.*

Paralelamente a esta actividad de sondeo de opinión, para cumplir con el Objetivo N° 2, se les brindaron a los profesionales de la Dirección de Laboratorio de la Secretaría de Recursos Hídricos de la provincia, los parámetros de análisis requeridos para las aguas minerales y mine-romedicinales, según la metodología seguida en el Vademecum de Aguas de España, con la intensión que se fije en el ámbito provincial un protocolo de estudio para que puedan repetirse sistemática y temporalmente dichos análisis y de esta manera poder establecer el comportamiento de los recursos termales según las diferentes estaciones del año y a lo largo del tiempo.

Se comenzó con la toma de muestras de aguas de cada una de las surgentes y pozos termales de las comunidades antes mencionadas y el posterior análisis de las mismas para determinar sus propiedades fisicoquímicas y poder caracterizarlas a fin de ampliar el espectro de uso de dichas aguas, hasta ahora sólo empleadas para balneoterapia en piscinas recreativas. Cabe mencionar que estudios similares no se realizaban desde hacía más de 10 años.

También la Dirección de Hidrología y Evaluación de Recursos Hídricos hizo lo propio con los aforos y relevamientos de los manantiales de Fiambalá, Tinogasta y San Martín quedando pendientes los de Hualfín, Villa Vil y Lavalle, considerando que

información será imprescindible a la hora de comprometer el uso de estas aguas en obras de infraestructura que se licitarán a futuro.

En las diferentes visitas que se fueron realizando a las poblaciones seleccionadas, y para cumplir con lo establecido en los Objetivos N° 7 y 11, se dictaron seminarios de Introducción al Termalismo y al Turismo de Salud y Bienestar, en los cuales con palabras sencillas y abundante material gráfico se trató de llegar a las comunidades, sobre todo a aquellas que aún no tienen desarrollado el producto termal, procurando hacerles percibir la importancia que el mismo puede adquirir si lo adoptan como un camino sólido hacia un futuro prometedor.

No obstante, esta tarea es aún muy incipiente y requerirá de un trabajo de campo sostenido en el tiempo, para que se pueda ganar la confianza de los pobladores y la adhesión plena a la propuesta. En las comunidades más pequeñas como las de Villa Vil, Lavalle y San Martín, esto les parece hoy una utopía muy difícil de alcanzar y demandará de una tarea ardua de consolidación de la propuesta.

Con el respaldo de la labor interdisciplinaria que se fue fortaleciendo a través de las visitas de campo a las comunidades, y de las reuniones que se mantuvieron en la ciudad Capital de Catamarca con los diferentes organismo participantes, se brindó apoyo a la USI Turismo (Unidad Sectorial de Inversiones) para definir los fundamentos, en lo atinente a obras termales, que forman parte del pedido de financiamiento de obras para turismo, que se solicitó al CAF

- Banco de Desarrollo para América Latina. Dentro de los 23 millones de dólares solicitados para la reconversión del turismo de la provincia de Catamarca, se prevé que un fondo de 600.000 dólares, sea asignado para contribuir a la atención de trabajos considerados actualmente como prioritarios para mejorar la infraestructura termal de cada comunidad.

Cumpliendo con el Objetivo N° 12 de establecer programas turísticos acordes se recomendó crear tres circuitos saludables según la ubicación geográfica de las comunidades y las rutas que conducen a cada una de ellas. A saber:



Ilustración 2: Circuitos Termales de la Provincia de Catamarca

Circuito Termas de la RUTA 60: Integrado por las *Termas de Fiambalá* y de *La Aguadita*, en el departamento Tinogasta, son en la actualidad las que tienen mayor desarrollo tanto en los complejos termales como en las ciudades que los contienen, por lo tanto

se las considera como referentes de Turismo de Salud y Bienestar catamarqueño. Complementos: Turismo gastronómico, deportivo, de aventura, histórico y religioso en el marco de la Ruta del Adobe.

Circuito Termas de la Ruta 40 en Catamarca: Compuesto por *Hualfin* con sus tres surgentes: *La Quebrada*, *Los Nacimiento* y *La Colpa*; y a las que se le suma la pequeña población de Termas de Villa Vil.

Cultura y tradición, vides y olivares, gastronomía y artesanías complementan la oferta de estos pintorescos pueblos a la vera de la legendaria e internacionalmente conocida Ruta 40.

Circuito Termas del Valle Central: Muy próximas a la Ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca, capital de la provincia, Las Termas de San Martín y las Termas de Lavalle, son una promesa de relax para los habitantes de la ciudad que acudirán a ellas en busca de sus salutíferas aguas.

Los turistas que llegan fundamentalmente por motivos religiosos para venerar a Ntra. Sra. Del Valle de Catamarca tendrán oportunidad de poder visitarlas en un paseo de un día.

Recomendaciones generales

Luego de visitar las comunidades elegidas, de poder apreciar su situación actual y de mantener reuniones con los actores locales tanto de la actividad pública como privada, se formularon en el Plan, las siguientes recomendaciones generales comunes a los 6 destinos

termales, cuyos tiempos para llevarlas a cabo se consensuarán entre la Secretaría de Turismo provincial y la autoridades municipales según las realidades y necesidades de cada una de ellas, estableciéndose períodos de corto, mediano y largo plazo:

1. Análisis y caracterización de las aguas,
2. Monitoreo y protección de los manantiales.
3. Asegurar el consumo del agua termal.
4. Cálculos de consumo del Agua Termal
5. Evaluación de peligros geológicos, asociados a procesos endógenos y exógenos, para la construcción y accesos a algunos sitios termales.
6. Mejoras en la infraestructura de los complejos termales
7. Estudios de impacto ambiental
8. Consumo de agua potable, electricidad y residuos sólidos.
9. Capacitación sobre Turismo de Salud y Bienestar especialmente orientados al termalismo y los Spa, de los recursos humanos actuantes y de la población en general.
10. Posicionamiento de la marca "Termas de Catamarca" y de las comunidades integrantes del plan en particular.

Recomendaciones particulares

Analizando las situaciones particulares de cada destino y sus necesidades más inminentes, pretendiendo comenzar con la implementación del plan en forma inmediata se hacen las siguientes recomendaciones para ser llevadas a cabo a corto, mediano y largo plazo según las posibilidades:

Termas de la Ruta 60

Termas de Fiambalá (Fiambalá - Dpto. Tinogasta): Se encuentran a una altura de 1930 m.s.n.m, a 14 Km. del centro de la ciudad de Fiambalá y 342 km. de la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca, en un bello paisaje de la ladera occidental de la Sierra de Fiambalá. Su población actual es de 4.693 habitantes.

Con aguas sulfatadas cloruradas sódicas de débil mineralización y que surgen a 56-57°C, cuenta en la actualidad con 14 piscinas naturales que se distribuyen en la quebrada que les da el nombre, instalaciones sanitarias, 2 cabañas, un restaurante, servicios de enfermería, un camping y una pequeña hostería. Se pueden realizar visitas diarias o pernoctar en las instalaciones aunque dada las pocas plazas disponibles hay que hacer reservas con mucho tiempo de anticipación.

Según las sugerencias efectuadas por profesionales que evaluaron los peligros geológicos, asociados a procesos endógenos y exógenos que la amenazan, y con el fin de evitar accidentes personales o reiteradas pérdidas económicas que se producen luego de los aludes se recomienda:

- Acentuar las medidas de prevención y construir defensas para minimizar posibles riesgos de aludes o deslizamientos.

- Mejorar la infraestructura actual implementando mayores medidas de Seguridad e Higiene.

- Reconvertir el complejo termal utilizando las actuales cabañas como área de spa para visitantes.

- Construir un portal de ingreso con oficinas administrativas y sani-

tarios, amplio estacionamiento para vehículos particulares y ómnibus a fin de agilizar el acceso al complejo, sobre todo cuando llegan grupos de turistas.

- Ampliar la hostería existente.

- Aprovechar las instalaciones aledañas a la hostería para la construcción de un Spa y de un Centro de Rehabilitación y puesta en forma para deportistas de alto rendimientos.

- Reorganizar la captación y distribución del agua termal para establecer nuevas áreas de servicios (Hotel 5*, Spa, Centro de alto rendimiento deportivo, etc.)

Termas de la Aguadita (Tinogasta-Dpto. Tinogasta): Situadas a 15 Km. de la ciudad de Tinogasta, a 279 Kilómetros de la capital provincial, a 1.500 m.s.n.m., a la vera del río Abaucán y con una fantástica vista al "Gigante Dormido". El agua, caracterizada como sulfatada clorurada bicarbonatada sódica de mineralización media, surge a 30 - 30,2°C. Este complejo consta de 4 piscinas, cuatro módulos de bungalows, parrillas, vestuarios y sanitarios, que permiten pernoctar en el complejo o realizar visitas de un día. Se recomienda:

- Apoyar la concreción del proyecto de construcción del Complejo Termal y sistema de climatización termo-electrosolar hoy en ejecución, que posibilite brindar los servicios durante todo el año.

- Construir el Portal de Ingreso para organizar el cobro de entradas, recepción de grupos, áreas administrativas y de servicios.

- Mejorar la estética del lugar y sus condiciones de Seguridad e Higiene.

- Mejorar la señalética desde la ciudad de Tinogasta y dentro del complejo mismo.

Termas de la Ruta 40 en Catamarca

Termas de Hualfin (Hualfín - Dpto. Belén): A 353,9 Km. de la ciudad capital de la provincia y a 1.845 m.s.n.m., en medio de viñedos y de una importante vegetación producto del microclima que aquí se crea, su arquitectura colonial de adobe refleja el pasado histórico de esta villa que se remonta a la época de la independencia argentina. Próximas a Hualfin existen tres surgentes termales que evidencian un enorme potencial económico si se logra desarrollar las mismas y ponerlas en valor.

Termas de La Quebrada (Hualfín - Dpto. Belén): En una precaria infraestructura se brindan servicios de baños termales, asadores y proveeduría. Para este complejo se recomienda:

- Crear la infraestructura sanitaria y recreativa necesaria, hoy deficiente.

- Detener la constante erosión de los terrenos, mediante la parquización y construcción de terrazas de piedras y vegetación autóctona.

- Completar la infraestructura del portal de ingreso, camping, asadores, restaurante y alojamiento para permitir la permanencia en el complejo.

- Establecer la señalética necesaria dentro del complejo y sobre la ruta de acceso para identificar como llegar a él.

Termas de Los Nacimientos (Hualfín - Dpto. Belén): En un marco de excepcional belleza no posee actualmente infraestructura, por ello se recomienda:

- Mejorar los caminos, puentes y señalética de acceso tanto al complejo como al camping.

- Dotar al complejo de la infraestructura sanitaria y recreativa necesaria, hoy inexistente, para que se realicen visitas de un día sin pernocte.

- Construir, acondicionar y equipar del camping municipal ubicado en un terreno cercano a las surgentes, dándole estructura de glamping para poder cobrar un importe alto por el derecho al acceso para evitar carga masiva de público que ponga en peligro el delicado equilibrio del ecosistema local.

Aguas de La Colpa (Hualfín - Dpto. Belén): Son las más cercanas a Hualfin y a la Ruta 40, surgen a 26°C, son Bicarbonatadas silicatadas sódicas, cuentan con mínima infraestructura recreativa y una surgente de agua mineral naturalmente gasificadas que, luego del tratamiento adecuado, podrían ser envasadas para venderse como agua de bebida. Recomendaciones:

- Proteger el manantial con miras a un futuro tratamiento de sus aguas que permita el envasado de las mismas.

- Completar la infraestructura de la piscina recreativa actualmente en construcción con una batería de instalaciones sanitarias.

- Equipar las instalaciones para convertirlas en un recreo de uso diario.

Termas de Villa Vil (Villa Vil - Dpto. Belén): El pequeño pueblo de Villa Vil se encuentra a 365 km de la capital provincial, a 2165 m.s.n.m., inserto en un singular paisaje de jasis

multicolores, estas son formaciones de areniscas de gran belleza. Tiene 2 surgentes identificadas, una a la vera del río que las llaman Termas chicas y otras a 6 hs de difícil caminata por la montaña que se denominan Termas Grandes y que surgen a 60 a 80 °C. Se hacen las siguientes recomendaciones particulares:

- Trasladar el agua termal que surge a 80 °C en las Termas Grandes hacia un sitio de fácil acceso, donde se pueda planificar y construir el nuevo complejo termal.

- Maximizar el uso de estas aguas creando un sistema de aprovechamiento geotérmico para la calefacción de los hogares y otros establecimientos de Villa Vil.

- Reconducir el cauce del río para evitar inundaciones en las Termas conocidas como Agua de Vichy Argentina y luego dotarlas de instalaciones sanitarias y de relax, hoy inexistentes.

Termas del Valle Central

Hostería Termal de San Martín (San Martín – Dpto. Capayán): Por su ubicación estratégica, a sólo 90,7 km de la ciudad capital de Catamarca, por la Ruta provincial 33, y también de la ciudad capital de La Rioja, a la que se llega por la ruta 5, tienen un promisorio futuro si se logra llevar a cabo el proyecto de construcción de una hostería con Spa, que lleva varios años esperando para su ejecución. Sus aguas son altamente mineralizadas, cloruradas sódicas de alta mineralización, que emergen mediante un pozo de captación a 30,6 °C de temperatura. Sin dudas la construcción de la hostería y su posterior explo-

tación constituiría una fuente de trabajo genuina para esta población tan pequeña y donde el trabajo no abunda por lo que se recomienda:

- Levantar un cerco perimetral que posibilite el uso controlado de las instalaciones hoy existentes y sin uso.

- Dotar al predio de instalaciones sanitarias apropiadas.

- Finalizar las obras de la Hostería Termal sumándoles un Spa y piscinas complementarias.

- Paralelamente a la construcción del proyecto capacitar al personal que trabajará posteriormente en él.

Termas de Lavalle (Lavalle - Bañados de Ovanta – Dpto. Santa Rosa): En el límite con la provincia de Santiago del Estero, a 109 km de la ciudad de Catamarca, se encuentra el pequeño parque termal con un pozo de captación del que surge 34 – 35 °C agua clorurada sódica de alta mineralizada que es aprovechada en dos piscinas municipales de uso libre, las que puestas en valor serían una gran atracción para turistas provenientes tanto de Catamarca como de Santiago del Estero y Córdoba. Recomendaciones:

- Dotar al predio de un cerco perimetral que permita el uso controlado de las instalaciones.

- Acondicionar el edificio municipal existente y en desuso convirtiéndolo en instalaciones para cobro de entradas, ventas de servicios y actividades administrativas del complejo.

- Ampliar las instalaciones sanitarias y recreativas existentes, para garantizar el uso de las mismas por un mayor caudal de visitantes.

Recomendaciones para actividades complementarias

Articulando las acciones a llevar a cabo en estos complejos bajo la supervisión de la Secretaría de Turismo de la Provincia de Catamarca y encarando acciones conjuntas con otros sectores del gobierno provincial y nacional se recomienda:

- Implementar un Plan de Turismo Social entre el Ministerio de Desarrollo Social de la Provincia y los Complejos Termales cuando estos hayan sido puestos en valor, a través del cual la Dirección de Adultos Mayores, dependiente de este Ministerio, adquirirá entradas para facilitar que las personas de la tercera edad puedan disfrutar de las termas y a su vez esto constituirá un importante aporte económico para los Complejos Termales que ayudará a su mantenimiento.

- Promover un Plan de Identidad Gastronómica, que valore los cultivos regionales, se estimulará a los restaurantes a que ofrezcan como bienvenida y de manera gratuita aceitunas al comenzar la comida y pasas de uvas o de higo después del postre. Es posible que esta pequeña degustación motive al turista a compra de estos productos para llevar a su lugar de origen, luego de haber podido comprobar su excelente calidad.

- Confeccionar una carta gastronómica con comidas y vinos regionales.

- Capacitar a los pobladores en el diseño y producción de artesanías relacionadas con las termas, los spa y la gastronomía, utilizando materia prima local como arcillas, maderas de olivo, de chañar y

algarrobo, semillas, aceites aromáticos entre otros.

- Implementar un Pasaporte o cuponera de atractivos que pueda ser vendido por las Agencias de Viajes antes de que el turista llegue a la provincia y que contemple por Ej. visitas a las Termas; a las bodegas y fábricas de aceite de oliva con cata y degustación de productos, Turismo Aventura, visita al Centro Arqueológico del Shinkal y otros atractivos según el Circuito Termal elegido.

- Impulsar la realización del I Encuentro del Agua y del Vino, donde especialistas de ambos sectores puedan volcar sus conocimientos e intercambiar experiencias en estas disciplinas que sin dudas tendrá una gran incidencia en el futuro turístico de la provincia.

- Articular un Plan de Marketing específico que se base en las estrategias de Marketing establecidas en el PETS, para lograr el posicionamiento de la marca "Termas de Catamarca" o "Catamarca Termal" a nivel local, regional, nacional e internacional a la que se le puede sumar el slogan "*saludables por naturaleza*", y ser difundidas en workshops, ferias y congresos turísticos y especializados en Turismo de Salud y Bienestar.

- Elaborar un sistema de encuestas que serían llevado a cabo por estudiantes de turismo de Universidad J. F. Kennedy, en el marco del convenio de cooperación firmado entre la Secretaría de Turismo de la provincia y los directivos de dicha institución, que permita conocer el grado de penetración actual que tienen las termas de Catamarca en el mayor centro emisor de turistas que es la Ciudad Autónoma de

Buenos Aires, a fin de instrumentar las campañas de marketing en forma adecuada.

Siguiendo el Modelo de Federación (Entre Ríos)

Para demostrar que los complejos termales pueden ser una herramienta válida para impulsar el desarrollo económico local, se toma como referencia la experiencia vivida por la ciudad argentina de Federación en la provincia de Entre Ríos, situada en el límite este del país, frente a las costas de la República Oriental del Uruguay, casi en las antípodas de la provincia de Catamarca. La primer ciudad con recursos termales del litoral argentino, logró reconvertir su deteriorada economía agroindustrial de los años '90, yendo a contramano del modelo neoliberal de entonces que impulsaba a privatizar todas las obras y los servicios públicos, pues el gobierno municipal comprometió sus ingresos público para garantizar el préstamos que obtuvo de una financiera privada que le permitió construir un pozo de 1238 m de profundidad, excavado hasta alcanzar al acuífero Guaraní. Gracias al surgimiento en 1994 de sus aguas minero-medicinales, bicarbonatadas cloruradas sódicas de débil mineralización, que emergieron a 42,5 °C, calientes por gradiente térmico, comenzó un nuevo capítulo en la historia de esta joven ciudad.

Se planificó el complejo en un predio de 9 ha, aunque para comenzar se construyeron solo 6 piscinas, en un área de 2,5 ha, complementadas por instalaciones para el acceso del público y sanitarios.

Con una dotación de 30 empleados se inauguró el 03.01.1997 el primer Complejo termal de la provincia, con el único soporte de 252 camas para recibir a los turistas en los 2 establecimientos inaugurados para la ocasión.

La elaboración y posterior seguimiento del Plan Estratégico de Desarrollo Turístico Ambiental (PEDTA) y la intensa tarea educativa y de concienciación llevada adelante por los sucesivos gobiernos y por las diferentes fuerzas vivas de la ciudad, llevaron a que Federación hoy muestre una realidad próspera y digna de ser imitada.

Su población creció considerablemente después de la inauguración del Complejo Termal, muchas personas dejaron las grandes ciudades, especialmente Buenos Aires, Rosario o Córdoba para establecerse allí y realizar inversiones en el campo del turismo, sobre todo en alojamientos y gastronomía. Estas variaciones se ven reflejadas en el siguiente cuadro:

Tabla 1: Población de la ciudad de Federación (ER)

1970	1980	1991	2001	2010
6.612	8.845	10.428	14.000	17.547

Siendo el Departamento de Federación el segundo en crecimiento entre 2001 y 2010, los analistas adjudican al desarrollo turístico de la ciudad y sus alrededores el motivo de este crecimiento.

Otros indicadores que denotan el movimiento económico que el complejo termal produce como eje de desarrollo local son las ventas de entradas y la evolución de las plazas hoteleras en el transcurso del tiempo como se puede apreciar en las tablas 2 y 3.

El notorio amesetamiento de los años 2000 y 2001 se corresponden con los años de crisis política, institucional y económica que vivió la Argentina, y que afectaron a todos los órdenes de la economía, por lo demás, se puede observar el constante crecimiento de las inversiones y el aumento de las ventas de entradas que van de la mano de nueva infraestructura que se suma año a año a la oferta de servicios, culminando en el 2015 con la inauguración de un gran Parque Acuático, destinado a entretener a todos los miembros de la familia, siguiendo los cánones de los parques termolúdicos, que en este caso incluye toboganes gigantes y una piscina con olas.

Conclusiones

El Plan de Estímulo para el Desarrollo Termal de la Provincia de Catamarca es el resultante de un intenso trabajo interdisciplinario, que incluye haber recorrido más de 7400 km dentro de la provincia; coordinando conjuntamente con la Secretaría de Turismo y la Unidad Sectorial de Inversiones Turísticas dependiente de la misma, una ardua tarea de interacción entre autoridades y habitantes de las comunidades de Fiambalá, Tinogasta, Hualfín, Villa Vil, Lavalle y San Martín, con otras reparticiones públicas y organizaciones privadas que constituyen el sector termal propiamente dicho o que brindan servicios complementarios.

Entre las acciones llevadas a cabo se comenzó con el análisis y caracterización de las aguas, el resguardo de las surgentes mediante un perímetro de protección; se están impartiendo

capacitaciones y recomendaciones para que los sitios termales elegidos puedan ponerse en valor y auto sustentarse a la brevedad.

Se comenzó con la difusión por distintos medios de prensa de las acciones que se están llevando a cabo y se invitó a la Sra. Teresa Pacheco Osa, Directora de la revista española especializada Tribuna Termal, a visitar los diferentes sitios para que luego escribiera un reportaje que salió publicado en el N° 32 de la mencionada revista.

Representantes de las comunidades participaron de ferias y eventos tan importantes como la FIT 2014, en Buenos Aires, los workshops de Turismo de Salud y Termalismo y en la edición 2014 de Termatalia, Feria Internacional de Termalismo, Talasoterapia y Spa de Ourense (ES) que se llevó a cabo en la ciudad argentina de Las Termas de Río Hondo, provincia de Santiago del Estero.

Se interesó al Laboratorio Oliver Rodhes de Barcelona (ES) para que realice análisis preliminares de muestras de aguas para beber, a fin de proyectar a futuro su tratamiento y posterior envasado como aguas de bebida.

Es de destacar el amplio apoyo al proyecto recibido por parte de quienes paulatinamente se fueron involucrando con el mismo. Resulta conmovedor ver como las personas más sencillas de las pequeñas comunidades, cifran sus esperanzas de progreso en los alcances del Plan y ofrecen lo mejor de sí, en post de conseguir los resultados esperados. No obstante se les trata de explicar que este es un proceso que llevará su tiempo por lo que deben ser

pacientes y procurar mejorar día a días los servicios brindados.

Sin dudas la provincia de Catamarca, guarda en sus entrañas una enorme riqueza de minerales y sus aguas naturales y mineromedici-

nales no son la excepción, en su uso correcto y mejor aprovechamiento se cifran las esperanzas de muchas personas que esperan que el desarrollo local les llegue de la mano del termalismo y del Turismo de Bienestar.

Tabla 2: Entradas vendidas en Parque Termal de Federación expresadas en miles por año.

Año	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
	79	172	183	208	190	190	296

Tabla 3: Evolución de la oferta hotelera según plazas homologada de acuerdo a la ley de Alojamientos Turísticos de ER

Año	1981	1985	1991	1996	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012
	24	56	120	252	636	1047	1481	2348	2915	3355	3525	6200

Agradecimientos a:

Mlga. María Natalia Ponferrada, Secretaria de Turismo de la Provincia de Catamarca.

Sra. Graciela A. Racedo, Secretaria de Turismo de la ciudad de Federación (ER)

Lic. Álvaro Barrionuevo, Director de la USI Turismo y al Sr. Eduardo Navarro, Responsable del programa de Turismo Termal de la misma repartición conjuntamente con el equipo de trabajo que los acompañan.

Equipo de colaboradores de TVS Asesorías Técnicas, Dr. José A. Sabatté, Lic. Noelia Carrizo, Lic. Luis Segura, Sr. Guido Petrovich y Sr. Eduardo Martínez

Lic. Teresa Pacheco Presidente de la AITB y directora de Tribuna Termal que me acompañó.

Mis hijos que comprendieron mis ausencias y me apoyaron

A todos los que aportaron su granito de arena para que este proyecto se vaya convirtiendo en una realidad.

Referencias

- [1] *Plan de Estímulo Para el Desarrollo Termal de la Provincia de Catamarca 2014 - 2024*, 2015
- [2] *Plan Estratégico de Turismo Sustentable de Catamarca. Construyendo juntos una Provincia Turística 2014 - 2024*
- [3] Asociación de Termalismo de Catamarca. *Aguas Termales de la Provincia de Catamarca*, 1998. Universidad Nacional de Catamarca.
- [4] Bolonini, L. y Capece, G.R. *Federación. Misión Posible*. Ladevi Ediciones, 2002.
- [5] Martinez, E. *El Agua Termal en Federación*. La mejor historio. Editorial El Escriba, Segunda Edición, 2013.

TERMALISMO SÉNIOR EN ESPAÑA

N. Losada Sánchez, E. Alén González y T. Domínguez Vila

Universidad de Vigo, Ourense, España.

Palabras clave: turismo de salud, envejecimiento demográfico, termalismo sénior, ACM.

Resumen

El turismo de salud va a ser uno de los grandes beneficiados por el proceso de envejecimiento demográfico que se está experimentando a nivel mundial. En España, el termalismo sénior, una de las tipologías más importantes dentro del denominado turismo de salud ha sido durante años una importante fuente de ingresos para el estado y, a su vez, ha contribuido a la mejora de la calidad de vida de la población mayor de nuestro país. Con todo, esta oferta necesita ser actualizada dada la heterogeneidad del segmento sénior en nuestro país. El objeto de este estudio consiste en obtener un perfil de los séniors que viajan por motivos de salud en nuestro país mediante los viajes de termalismo social del IMSERSO. Para ello se llevó a cabo un Análisis de Correspondencias Múltiples del que se obtuvo que los séniors que utilizan esta tipología de viajes subvencionados por el sector público son mujeres, pertenecientes a la Generación silenciosa, jubiladas, con rentas modestas y ninguna o poca experiencia de viaje. La principal implicación de este estudio radica en la necesidad de la actualización de este tipo de programas dado el potencial de los séniors para esta tipología de turismo en las próximas décadas.

1 Introducción

La población a nivel mundial envejece, y en el viejo continente lo hace a un ritmo vertiginoso, experimentando España el mayor envejecimiento demográfico de Europa, de tal manera que para el año 2050 una de cada dos personas en nuestro país tendrá, al menos, 55 años (United Nations [1]). Se trata de un cambio en la estructura por edades de la población, provocado principalmente por la reducción en la tasa de natalidad y mortalidad, así como por el incremento de la esperanza de vida, sobre todo en los países más desarrollados (Pérez [2]).

Este cambio en las pirámides de población a nivel mundial, donde los mayores van ganando peso con respecto a la población más joven, está siendo objeto de estudio de numerosas disciplinas desde hace ya algunos años por sus implicaciones en diversos ámbitos de la economía y de la sociedad (INC [3]; Pérez [4]; Valles [5]). No obstante, son básicamente estudios centrados en los costes y consecuencias económicas asociadas al proceso de envejecimiento demográfico (Sánchez [6]) y sus implicaciones políticas (OECD [7]). Se ignora, sin embargo, el enorme potencial de la población mayor como consumidor en una gran cantidad de mercados, siendo

el sector turístico uno de los mayores beneficiarios del envejecimiento de la población, según vaticina la OMT (Patterson [8]).

Concretamente, se apunta a la generación del baby boom –que se corresponde con los nacidos entre 1946 y 1964–, con un estilo de vida más orientado al ocio y disfrute del tiempo libre, mayor poder adquisitivo y mejores condiciones de salud que las generaciones anteriores, como aquella que hará crecer el volumen global del turismo (Cooper *et al.* [9]). Con todo, se trata de una generación muy formada, con mayor experiencia de viaje y por tanto, más exigente en su faceta de consumidor turístico (Borja *et al.* [10]). Sin embargo, la oferta específica en materia turística dirigida a este segmento de población pone en evidencia el poco conocimiento existente acerca de este amplio segmento; considerándolo como un grupo homogéneo al que se dirigen ofertas generalizadas y poco especializadas, basadas en estereotipos caducos que distan mucho del perfil del consumidor turístico mayor en la actualidad.

La inmensa mayoría de las investigaciones en viaje de los séniors, plasmadas en revistas académicas de viaje y ocio, gerontología y ciencias del ocio, se han centrado en las motivaciones y comportamiento de aquellos séniors que viajan por placer y otros propósitos -excepto negocios-, así como en conocer las barreras que impiden que éstos viajen (Zimmer *et al.* [11]).

Con todo, la OMT (UNWTO [12]). apunta al turismo de salud como uno de los grandes beneficiados

por el proceso de envejecimiento demográfico que se está experimentando a nivel mundial. El turismo de salud, que comprende los viajes de los individuos por razones de salud -aunando criterios terapéuticos y turísticos- (Lopes *et al.* [13]), está intrínsecamente relacionado con el turismo médico (Saiprasert [14]), haciéndose complicado establecer una delimitación entre ambos conceptos.

El termalismo sénior, una de las tipologías más importantes dentro del denominado turismo de salud, cuenta con una gran tradición y éxito en nuestro país. Y es que, los programas de Termalismo social del IMSERSO contribuyen al bienestar y calidad de vida de la población mayor, son una importante fuente de ingresos para el estado y, además, ejercen una importante labor en la desestacionalización del sector turístico. Sin embargo, tal y como indican Chen y Shoemaker [15], las generaciones de séniors más jóvenes han ido perdiendo interés por esta tipología de viajes que se han quedado obsoletos para satisfacer a una demanda con más experiencia de viaje y más exigente que las generaciones anteriores. Por este motivo, se hace necesaria una actualización de los mismos.

El objetivo de este estudio consiste en obtener un perfil de los seniors que viajan por motivos de salud, así como identificar a aquellos que optan por otro tipo de viajes en función de la cohorte generacional de pertenencia, sexo, situación laboral, nivel de ingresos, nivel educativo y experiencia de viaje previa.

2 Marco teórico

Tradicionalmente, la oferta de turismo de salud dirigida a la población sénior en nuestro país ha estado promovida por el sector público a través del IMSERSO (Instituto de Mayores y Servicios Sociales), formando parte de los programas de Turismo Social en el marco de las políticas sociales de envejecimiento activo. Este programa, denominado Termalismo Social, se configura en España como un servicio complementario a las prestaciones del Sistema de la Seguridad Social que tiene por objeto facilitar la asistencia, que en los balnearios se presta, a las personas mayores que la precisen y está dirigido a proporcionar el bienestar en el ámbito de la salud y la calidad de vida a las personas mayores, principalmente mayores de 65 años o pensionistas –de los que además se pueden beneficiar otros colectivos como viudos, discapacitados o acompañantes, según los casos–. Además, éste se caracteriza por estar subvencionado en parte haciéndolo económicamente más accesible para los clientes.

Con todo, este programa, además de permitir el acceso al turismo a mayores con rentas modestas, supone una fuente de creación de empleo y desestacionalización de la demanda de gran relevancia para la industria turística, además de una importante fuente de ingresos para el estado a través de la generación de impuestos tales como: IVA, IS e IBI (PriceWaterhouse *et al.* [16]).

Se trata, en definitiva, de iniciativas promovidas desde organismos

públicos formando parte de políticas de envejecimiento activo, siendo casi inexistente la oferta privada para el colectivo de mayores de forma específica. La oferta existente para este segmento por parte del sector privado es de tipo generalista, sin ningún tipo de diferenciación con respecto al resto de colectivos, reduciéndose prácticamente a ofertas de fin de semana en balnearios.

Sin embargo, a medida que la población ha ido envejeciendo se ha hecho mucho más heterogénea en lo que respecta a su nivel educativo, poder adquisitivo, estado de salud, etc., (Wallace [17]), manifestándose esta heterogeneidad en las pautas de consumo de los séniors en el sector turístico (Javalgi *et al.* [18]; Le Serre y Chevalier [19]; Ryan y Trauer [20]; Schröder y Widmann [21]; Van den Berg *et al.* [22]; Wu [23]).

En este sentido, tal y como indican Le Serre y Chevalier [24], se necesitan nuevos estudios para caracterizar a un segmento tan heterogéneo como el de los seniors en el sector turístico.

Las variables más frecuentemente utilizadas para explicar el comportamiento de viaje de los seniors son la edad cronológica y la situación laboral del individuo. Con todo, varios autores (Chen [25]; Norman *et al.* [26]; Walker [27]) consideran un error tratar de explicar el comportamiento de viaje en base a estas dos variables.

Cooper *et al.* [28] aseguran que el consumo de ocio y turismo tiende a estar directamente relacionado con la renta disponible que depende, entre otras cosas, del estadio del ciclo de vida en el que se encuentre el individuo.

Y es que, tal y como exponen Collins y Tisdell [29] y Cooper *et al.* [30], el comportamiento de viaje guarda una estrecha relación con la etapa del ciclo de vida en la que se encuentra el individuo, dando lugar a distintos patrones de comportamiento en el sector turístico en función de la edad, situación laboral, etc. Además, éste también va a estar condicionado por ciertas variables socioculturales que originan las diferencias entre las distintas cohortes generacionales como son: el nivel educativo y la experiencia de viaje previa (Huang y Tsai [31]; Wang [32]).

3 Metodología

Para alcanzar el objetivo fijado en esta investigación se optó por un análisis de tipo cuantitativo utilizando como método de recogida de datos la encuesta telefónica realizada a los mayores de 55 años residentes en España.

La edad de corte se decidió, fundamentalmente, en base a que, por un lado, es la edad media utilizada en los estudios que versan sobre mayores y turismo, repasados con anterioridad y, por otro, tal y como argumentan Cooper *et al.* [33], será la generación del baby boom, que a día de hoy en España ronda los 55 años de edad, la que va a introducir profundos cambios en la composición del mercado turístico, entre otros.

En España los mayores de 55 años en el año 2010 suponían el 27,6 % de la población, 12.990.731 personas (INE [34]) y, de éstos, un 44,19 % realizó al menos un viaje con pernoctación en el destino durante ese mismo año (IET [35]).

Con la finalidad de conseguir los datos necesarios para la contrastación de las hipótesis de la investigación se optó por un muestreo probabilístico en dos etapas. En una primera etapa se dividió a la población objetivo en subpoblaciones –conglomerados– en función del área geográfica de residencia, concretamente por provincias. A partir del número de mayores de 55 años por provincias y el total de viajeros mayores de 55 años por CCAA se calculó el número de viajeros por provincias. Posteriormente, se procedió a calcular el tamaño muestral por provincias proporcional al número de viajeros. El tiempo empleado en la realización de cada encuesta fue de unos 10 minutos. Los datos fueron recogidos durante un período de tres meses, entre Marzo y Mayo del 2012. Finalmente, se obtuvieron un total de 358 cuestionarios válidos del total de provincias españolas (50 en total), que fueron los utilizados para el análisis estadístico.

La técnica de análisis utilizada para dar respuesta al objetivo de la investigación fue el Análisis de Correspondencias Múltiple (ACM), que nos permite obtener un mapa perceptual visualmente interpretable en el que se muestra el grado de asociación entre las variables propuestas.

4 Resultados y discusión

De los 358 individuos que viajaron, solamente un 4,5% lo hizo por motivos de salud. Tal y como se refleja en la Tabla 1, un 60,9% de los entrevistados pertenecen a la Generación del baby boom y un 56,7% son mujeres. Más de la mitad de los

individuos están jubilados (63,1%) y el nivel de ingresos predominante es de menos de 12.000 €/año (42,1%), si bien, un alto porcentaje de los séniors entrevistados tiene ingresos superiores a los 20.000 €/año (33,2%). Con respecto al nivel educativo, el 86,3% de la muestra tiene algún tipo de estudios, fundamentalmente estudios de educación primaria y secundaria (61,5%). Finalmente, destacar que la mayor parte de los mayores entrevistados declara tener mucha experiencia de viaje (80,7%).

Tabla 1: Características sociodemográficas de la muestra.

Variable		%
Motivación viaje	Viaje salud	4,5%
	Otros motivos	95,5%
Generación	Baby boom	60,9%
	Silenciosa	39,1%
Sexo	Hombre	43,3%
	Mujer	56,7%
Sit. Laboral	Jubilado/a	63,1%
	Activo/a	36,9%
Nivel de ingresos (€/año)	<12.000	42,1%
	12.000-20.000	24,7%
	>20.000	33,2%
Nivel educativo	Sin estudios	13,7%
	Primaria	32,3%
	Secundaria	29,2%
	Tít. Universitario	24,8%
Experiencia de viaje	Ninguna o poca	19,3%
	Mucha	80,7%

De los resultados del Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM) se extrae que, en efecto, son los séniors más mayores, aquellos pertenecientes a la Generación silenciosa – nacidos antes de 1945–, con rentas modestas (<12.000 €/año), ninguna o poca experiencia de viaje y fundamentalmente mujeres y jubiladas las que viajan por motivos de salud; mientras que los séniors más jóvenes, Generación del Baby boom,

hombres y con mucha experiencia de viaje se sienten atraídos por otro tipo de viajes distintos a los viajes por motivos de salud, entre los que cabría destacar viajes vacacionales o visita a familiares y/o amigos (Figura 1).

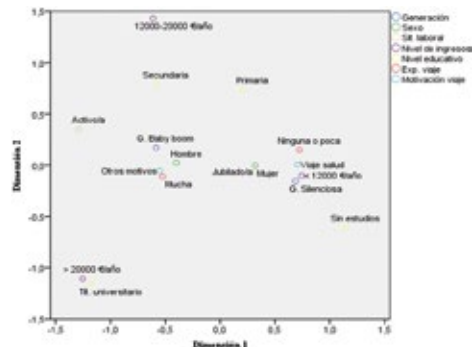


Figura 1: Demanda. viajes salud sénior españoles.

De este modo, se corrobora la hipótesis de que los séniors que en la actualidad viajan por motivos de salud en nuestro país mediante los viajes de Termalismo Social subvencionados por el IMSERSO son los séniors más mayores, con menos experiencia de viaje y por tanto menos exigentes en su faceta de consumidores en el sector turístico. Sin embargo, los individuos pertenecientes a las generaciones de adultos más jóvenes y más experimentados, muestran un menor interés por esta tipología de viajes, tal y como apuntan Chen y Shoemaker [36].

Por tanto, se considera oportuna una actualización de esta tipología de viajes por parte del sector, dado el enorme potencial de las nuevas generaciones de séniors para esta tipología de turismo, el turismo de salud, conforme a lo argumentado por la OMT (UNWTO [37]). Y es que, esta tipología de viajes no solo

contribuye a aumentar el bienestar y la calidad de vida de los séniors en nuestro país, sino que además, tal y como se extrae del estudio llevado a cabo por PriceWaterhouse *et al.* [38], este tipo de programas suponen una importante fuente de ingresos para el estado, desestacionalizan la demanda turística y permiten un ahorro farmacéutico considerable.

5 Conclusión

Dado el perfil de los séniors que viajan por motivos de salud mediante el Programa de Termalismo Social del IMSERSO en España, se considera oportuno que el sector público siga facilitando el acceso a esta tipología de viajes a jubilados con rentas más modestas. Con todo, resulta necesaria una actualización de la oferta, con el objeto de atraer a los séniors más jóvenes por su potencial para la industria turística en general y para el turismo de salud en particular.

La principal limitación de este estudio es de origen metodológico y se deriva del marco de muestreo utilizado para la obtención de los individuos a entrevistar. Y es que, a pesar de que la utilización de las bases de datos de teléfonos supone un método rápido y eficaz de cara a la identificación de la población meta, ésta también conlleva la desventaja de que no representa al 100% del público objetivo. Y es que, no todos los mayores de 55 años ó más residentes en España disponen de teléfono fijo y, entre los que sí que disponen de éste, no todos constan en la base de datos utilizada.

Se propone como línea de investigación futura profundizar en los motivos por los cuáles los séniors más jóvenes y con mayor experiencia de viaje no se muestran atraídos por los viajes por motivos de salud. De este modo se podrá elaborar una oferta diferenciada para los distintos segmentos de mayores existentes en la actualidad.

Referencias

- [1] United Nations. World population ageing: 1950-2050. Population Division, 2002. Disponible en: <http://www.un.org/esa/population/publications/worldageing19502050/>
- [2] Pérez, J.. Demografía y envejecimiento, nº 51. Madrid: Portal Mayores, 2006. Lecciones de gerontología.
- [3] INC. La Tercera edad y el consumo: funciones y repercusiones que tiene el consumo de las personas mayores, Instituto Nacional de Consumo, 2000. Madrid
- [4] Pérez, L. Las necesidades de las personas mayores en España: vejez, economía y sociedad. Instituto de Migraciones y Servicios sociales, 3ª edición, 1997. Madrid.
- [5] Valles, M.S. El papel presente y futuro de las personas mayores en la economía y la sociedad española. En Seniors Españoles para la Cooperación técnica, (Eds.), Las actividades económicas de las personas mayores, páginas 565-574, 1995. Madrid.

- [6] Sánchez, P. Sociología de la vejez versus economía de la vejez. *Papers: revista de sociología*, 61:39-88, 2000. Universidad Autónoma de Barcelona.
- [7] OECD. Policy Challenges and Actions. En *Financial Market Trends: Ageing and Pension System Reform: Implications for Financial Markets and Economics Policies*, 3:55-79, november, 2005. OECD Publishing.
- [8] Patterson, I.R.. *Growing older. Tourism and leisure behaviour of older adults*. Cambridge. Cabi, 2006.
- [9] Cooper, C., Fletcher, J., Fyall, A., Gilbert, D. y Wanhill, S. *El turismo: teoría y práctica, Síntesis*, 2007. Madrid
- [10] de Borja, L., Casanovas, J.A. y Bosch, R. *El consumidor turístico*. ESIC. Pozuelo de Alarcón, 2002. Madrid.
- [11] Zimmer, Z., Brayley, R.E. y Searle, M.S. Whether to go and where to go: identification of important influences on seniors' decisions to travel. *Journal of Travel Research*, 33(3):3-10, 1995.
- [12] UNWTO. *Demographic change and tourism*. OMT, 2010.
- [13] Lopes, P., Henn, M., Alén, E., Gonçalves, J.M. *El turismo de salud y el uso terapéutico del agua. Estudios y Perspectivas en Turismo*. 20(2):462-477, 2011.
- [14] Saiprasert, W. *An examination of the medical tourists motivational behavior and perception: a structural model*, 2011. Tesis doctoral. Oklahoma City University.
- [15] Chen, S.C. y Shoemaker, S. Age and cohort effects: the american senior tourist market. *Annals of Tourism Research*, 48:58-75, 2014.
- [16] PriceWaterhouse, Mundo Social, AECA, ZONTUR, ANET, EMER-GFK, IMSERSO. *Incidencia socioeconómica de los programas de vacaciones para mayores y termalismo social del IMSERSO*. Madrid: Instituto de Migraciones y Servicios Sociales, 1997.
- [17] Wallace, P. *El seísmo demográfico*. Madrid: Siglo XXI de España, 2000.
- [18] Javalgi, R.G., Thomas, E.G. y Rao, S.R. Consumer behavior in the U.S. pleasure travel marketplace: an analysis of senior and nonsenior travelers. *Journal of Travel Research*, 31(2):14-19, 1992.
- [19] Le Serre, D. y Chevalier, C. Marketing travel services to seniors consumers. *Journal of Consumer Marketing*, 29(4):262-270, 2012.
- [20] Ryan, R. y Trauer, B. Aging populations: trends and the emergence of the nomad tourist. En W.F. Theobald (Ed.), *Global tourism*, 3ª Edición, páginas 510-528, Butterworth-Heinemann, 2005. Boston.
- [21] Schröder, A. y Widmann, T. Demographic change and its impact on the tourism industry: oldies-nothing but goldies? En R. Conrady y M. Buck (Eds.), *Trends and issues in global tourism*, páginas, 3-17, Springer, 2007. Berlin.

- [22] Van den Berg, P., Arentze, T. y Timmermans, H. Estimating social travel demand of senior citizens in the Netherlands. *Journal of Transport Geography*, 19:323-331, 2011.
- [23] Chi-Mei E. Wu. An exploratory study of taiwanese seniors' travel motivations and travel behavior, 2003. Tesis doctoral. Kansas State University.
- [24] Le Serre, D. y Chevalier, C., ref. 19 arriba.
- [25] Chen, H.W.J. Baby Boomers' and seniors' domestic travel motivations: an examination of citizens in Tainan, Taiwan, 2009. Máster tesis. University of Waterloo. Canadá.
- [26] Norman, W.C., Daniels, M.J., McGuire, F. y Norman, C.A. Wither the mature market: an empirical examination of the travel motivations of neo-mature and veteran-mature markets. *Journal of Hospitality & Leisure Marketing*, 8(3/4):113-130, 2001.
- [27] Walker, M.C. Marketing to seniors. 1ª edición. Books library, 2004, Bloomington.
- [28] Cooper, C., Fletcher, J., Fyall, A., Gilbert, D. y Wanhill, S. ref. 9 arriba.
- [29] Collins, D. y Tisdell, C.. Age-related lifecycles: purpose variations. *Annals of Tourism Research*, 29(3):801-818, 2002.
- [30] Cooper, C., Fletcher, J., Fyall, A., Gilbert, D. y Wanhill, S. ref. 9 arriba.
- [31] Huang, L. y Tsai, H.T. The study of senior traveler behavior in Taiwan. *Tourism Management*, 24(5):561-574, 2003.
- [32] Wang, Y. An exploratory study of travel constructs in mature tourism, 2005. Tesis doctoral. Clemson University. South Carolina. United States.
- [33] Cooper, C., Fletcher, J., Fyall, A., Gilbert, D. y Wanhill, S., ref. 9 arriba.
- [34] INE. INEbase. Demografía y población. Padrón. Población por municipios, 2010. Disponible en: <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&file=pcaxis&path=%2Ft20%2Fe245%2Fp04%2F%2Fa2010>
- [35] IET. Instituto de Estudios Turísticos. Encuesta de los Movimiento Turísticos de los Españoles (FAMILITUR). Disponible en: <http://www.iet.tourspain.es/es-ES/estadisticas/familitur/Anuales/Informe%20anual%20de%20Familitur.%20A%C3%B1o%202010.pdf>
- [36] Chen, S.C. y Shoemaker, S. ref. 15 arriba.
- [37] UNWTO, ref. 12 arriba.
- [38] PriceWaterhouse *et al.*, ref. 16 arriba.

MEDICAL TOURISM, AN OPPORTUNITY FOR THE CENTRO HOSPITALAR TRÁS-OS-MONTES AND ALTO DOURO, LOCATED IN A PRIVILEGED REGION OF NATURAL MINERAL WATER

V. Joukes

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD) and Centro de Estudos Transdisciplinares para o Desenvolvimento (CETRAD), Vila Real, Portugal.

E. Ribeiro

Centro Hospitalar de Trás-os-Montes e Alto Douro (CHTMAD), Vila Real, Portugal.

Keywords: Thermal Tourism, Spa Tourism, Health Tourism, Medical Tourism, Portugal, Innovation.

Abstract

In the current context of great socio-economic difficulty, tourism has a truly strategic importance for the Portuguese economy thanks to its ability to create wealth and employment. After observing the international popularity of medical tourism and also - more recently - a growing interest for this niche market nationwide, Emanuel Ribeiro, employee of the Centro Hospitalar Trás-os-Montes and Alto Douro of (CHTMAD) considered it appropriate to carry out an exploratory study in order to understand whether it was possible to implement the “medical tourism” product in his region (North of Portugal). He wondered if his employer would be interested in following this trend, that is, to invest in medical tourism; in this particular case their own medical expertise could be articulated with the know-how of local spas, using both therapeutic and / or well-be-

ing treatments, and overnight stays in hotels or in rural tourism units.

He worked on this hypothesis at UTAD during his Master in Applied Foreign Languages, with a specialization in Trade and International Relations during his traineeship, which equalled a total of nine hundred hours of work at the CHTMAD Communication and Image Office of. He conceived a network between CHTMAD – composed by 5 units, each one in another city, local spas and local quality lodging accommodation. With the help of his promoter, Veronika Joukes, he focused on qualitative research methods: after a review of the literature, he proceeded to carry out semi-structured in-depth interviews with reputable health care professionals. He also participated in conferences about his research, where he had the opportunity to get to know the opinion of even more experts in the field, such as Fernando Antelo

[1].whose master's thesis was the starting point for this article, on its turn inspired by Emanuel Ribeiro master's degree internship report [2].

This article is divided into three paragraphs: the first outlines a brief background of the study object, medical tourism, as well as of CHTMAD and the region where it operates. In the second paragraph the steps taken to deepen this case study are explained, namely the possibility of CHTMAD being the driving force behind the implementation of medical tourism in the region. The third paragraph lines up the conclusions, that is, the answer to the initial question, as well as some critical reflections on this research.

We conclude that the necessary potential, know-how and quality for the implementation of the medical tourism product in Trás-os-Montes and Alto Douro are available at CHTMAD. However, the highest level of the organization lacks, the political will to implement medical tourism at this moment, as a result of the current economic situation that causes budget constraints.

1 Medical tourism is an upward trend in Portugal

According to Carrera and Bridges [3] "medical tourism" is equivalent to «an planned journey outside one's local environment intended for the preservation, improvement or renewal of the wellbeing of one's mind and body». The concepts of health and tourism are present in this definition when referring to wellbeing in a broad sense and

travels to destinations that appeal to tourists who leave their homes for health reasons.

Medical tourism is becoming globalized not only in the field but also as a study area. Since medical tourism is a subsystem of health and wellness tourism, it operates in combination with other complementing activities such as thermal, aesthetic, spa tourism and thalassotherapy [4].

In the current context of serious socio-economic difficulties, tourism has a truly strategic importance for the Portuguese economy due to its ability to create wealth and employment. To substantiate this statement, we state the Secretary of State for tourism, Adolfo Mesquita Nunes: «[In 2014,] tourism contributed 10% to the creation of employment, it represented 50% of the exports of Portuguese services, 20% of the country's exports and over 10% of the GDP» [5].

To complete what was previously said, in the last decade there has been an increase in the number of travels for medical treatment outside the tourist's country. This type of journeys in which patients travel to another country with the intent of accessing a medical treatment is usually called and referred to as medical tourism. Its catalysers are changes related to globalization, the population ageing, the general population's concern towards its health, the growing purchase power of an important part of the population, technological and surgical progress, the growing offer of cheaper flights and easy communication via internet, which allows people to book services in another country by themselves [4: 126-128].

Nevertheless, medical tourism is barely known in Portugal. To illustrate this lack of knowledge, it's suffice to say it is not even expressed in the original version of the 2007 [Portuguese] National Strategic Plan for Tourism (PENT), although the version shows health and wellness tourism as one of the ten strategic products [6]. In the Plan's update, published in 2013, its potential was recognized: «The country has a public and private hospital offer of quality medical services, which makes it possible to transform the country into a destination of excellence for the treatment of specific pathologies. On the other hand, the country also has unique natural conditions in terms of thermal waters, sea water and wellness services which allow an increase in health tourism offer [5: 68].»

The knowledge that we have is provided by the countries in which this kind of tourism is already in a more advanced phase and these foreign success examples inspire Portuguese entrepreneurs to exploit this market. Since 2010, ever more Master's Thesis have been dedicated to this topic in Portugal, such as: Ferreira [8], Bacalhau [9], Silva [10], Rodrigues [11], Novo [12], Pereira [13], Bento & Almeida [14] and Freitas [15].

The huge economic difficulties still present in Portugal have cross-cutting repercussions and the health sector has been particularly affected by this tough scenario. Moreover, today we are all aware of the sustainability issue, is specifically the health sector. Thus, health authorities, mainly from the public

sector, given the nature of their funding, are redefining their organizational, management and aid model to improve results. It is well-known that these opportunities for adjusting and adapting to new realities are taken in times of crisis. Thus, in this time of structural readjustment, it is fundamental that the Portuguese National Health Service (SNS - which incorporates all the services and public entities that provide health care, namely hospital facilities, regardless of their designation and the local health care units) finds new funding alternatives but also that each private/public health care unit innovates. This context helps us understand why the Ministry of Health has accepted to be part of a solid investment on medical tourism in the PENT revised text: «in partnership with the Ministry of Health [...] medical tourism can be a differentiating factor of the Destiny Portugal, supplemented by thermalism and wellness services and enriched with other tourist services» [5: 68]. With this higher formal support, the agents in the field, particularly public and private hospitals will find it easier to invest on this new business opportunity.

2 Presentation of the case study

In this general context, the specific question asked in this article is: Should the *Centro Hospitalar de Trás-os-Montes e Alto Douro* (CHTMAD) invest on the opportunity created by the growth of medical tourism and promote the implementation of this activity?

This Hospital Centre was created under the Decree-Law no. 50-A/2007 of 28th February [16]. It emerges from the fusion of *Hospital de S. Pedro* in Vila Real, where the seat is located, *Hospital Luiz I* in Peso da Régua, the hospital unit of Chaves and the hospital unit of Lamego. In 2008, a fifth unit was added: the convalescence and palliative care unit of Vila Pouca de Aguiar. These five units form a Corporate Public Entity [EPE in Portuguese], thus the abbreviation CHTMAD is being followed by “EPE” as it is the case in the logo of the mentioned unit as shown in Figure 1.

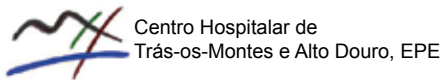


Figure 1: CHTMAD logo

As a Public Institution integrated in the National Health Service, it offers a highly differentiated and diversified set of valences and services, resulting from the need to daily promote and ensure health care to the population.

CHTMAD is located in the heart of the Douro. This region has been greatly promoted as a tourist destination since it was classified as world heritage within the category of cultural landscape by UNESCO in 2001 and as a result the number of visitors has cautiously increased [19: 51]. Looking at Table 1 (at the end), we can observe that the lodging sector’s demand mainly results from the national market, which has been representing an average of 74% of the entire demand (overnight stays) between 2001 and 2003. It is the domination of the national market that hinders the results: severely

affected by the world economic crisis, the Portuguese chose to travel less from 2008 onwards. On average, between 2001 and 2013, the number of overnight stays and the number of guests in hotels showed an increase of 2.04% and 2.15%, respectively. However, if we look at the average number of overnight stays and guests between 2001 and 2012, there was a decrease during this period of about -1.6% and -1.1%, respectively, which shows the importance of the growth that occurred in the last statistical year with respect to these two indicators. The average stay has remained on the threshold of 1.5 nights, and the net occupancy rate of 28% in 2001 and 27.07% in 2013 reflect the slow economic performance [18].

In the Douro Demarcated Region of wine growing lands, there are some thermal spa resorts (west/east orientation): Caldas de Moledo in Peso da Régua in the bank of the Douro River, Caldas de Carlão in Candedo (Murça) in the left bank of the Tinhela River, 1 km from where this river meets the Tua River, and Caldas de São Lourenço in Carrazeda de Ansiães [19]. Unfortunately, in 2015, the thermal spa resort of Moledo is still closed to the general population; Caldas de São Lourenço and Caldas de Carlão are open, although the first operates in a modest prefab building and the latter in old-fashioned facilities with limited capacity. Away from the Douro River towards the Northeast, stands the only thermal spa (see Figure 2) with some impact in the district of Vila Real, namely in the region of Alto Tâmega, i.e. Chaves, Vidago (parish of Chaves), Pedras Salgadas (parish of Vila Pouca de

Aguiar) and Carvalhelhos (parish of Boticas) [23: 3]. In all these places, the natural mineral water is one of the main tourist attractions and, if you want to, all the thermal spas treatment are still applied under medical prescription, i.e. we here deal with a variation of medical tourism.



Figure 2: Thermal Spa Resorts under the area of influence of CHTMAD (Vidago, Pedras Salgadas and Chaves). Source: www.termasdeportugal.pt

Emanuel Ribeiro believes that if the administration of CHTMAD is in favour of the implementation of the concept of medical tourism, it is possible to create partnerships, on the one hand with hotel units and rural tourism entities and on the other hand with thermal spas. Figure 3 (at the end) shows that there are thermal spas near the CHTMAD units.

What Emanuel Ribeiro tries to do is apply the general PENT guidelines to a specific case study in the region where he lives because PENT clearly states which is the line of action of medical tourism in the North of Portugal (NUTS level II): «In the scope medical tourism there is the need to make a global diagnosis of the

coordination between medical and tourism services, as well as analyse the national competitive position and define the business model that best favours tourism services [5: 32]».

3 Formulation of the working hypothesis and methodology

The main purpose of this research is to validate the hypothesis, the possibility to implement the “medical tourism” product in the Douro region, being CHTMAD the starting point. In these terms and considering the nature of the information to be collected and analysed, we chose qualitative technics and methods.

In the study’s first phase we reviewed printed and online literature in order to outline the study. Simultaneously, it was possible to be present in three conferences about the theme; Managers’ meeting - Health in Portugal: Strategy for a Sustainable Development on October 21st, 2013 in Cova da Beira; Cycle of Conferences - Health and Wellness Tourism. Can we put Portugal on the world map of Health and Wellness Tourism on November 18th, 2013 in Oporto; Conference - Health as the Motor for Economic and Social Development: National Strategy for Health Tourism on April 3rd, 2014 in Leça da Palmeira. At these conferences Emanuel Ribeiro took the opportunity to take note of the testimonies of several nationally and internationally recognized personalities from the education, marketing, tourism and health sectors. One of them was Fernando Romero Antelo. He presented his master’s dissertation at the Hotel Infante Sagres (Oporto)

[1]. The methods and techniques that he used served as inspiration for the present case study.

Three senior managers of different institutions were interviewed: representing the private sector - Dr. João Martins, CEO of the Lusíadas Saúde group; representing the public sector - the Chairman of the Board, Dr. José Martins Nunes, from the Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra; a second representative of the public sector - the Chairman of the Board of the CHTMAD, Dr. Carlos Cadavez. (See their *curricula vitae* in Ribeiro, 2015: 79-81.) With regard to these three semi-structured interviews, the taping method was preferred, always with the consent of the person interviewed. The data were collected through a face-to-face interview, then were fully transcribed in order to preserve all the details but also to ensure the existence of a record for further analysis and/or underlying studies [1: 57]. Some freedom was given to the person interviewed so that they were able to speak spontaneously with their wordings and to respond to the questions in the order they chose. Nevertheless, in some situations, due to error or intentionally, no answer was given.

4 Main results obtained

Since CHTMAD was already presented in the introduction, we shall only briefly present the other two entities of which the managers were interviewed: *Lusíadas Saúde* and the *Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra*.

Founded in 1998, *Lusíadas Saúde* (at the time called *Hospitais Privados de Portugal*) integrates five hospitals (*Hospital Lusíadas Porto, Hospital Lusíadas Lisboa, Hospital Lusíadas Albufeira, Hospital Lusíadas Faro and Hospital de Cascais*) and four clinics (*Clínica Lusíadas Gaia, Clínica Lusíadas Almada, Clínica Lusíadas Fórum Algarve and Clínica Lusíadas Parque das Nações*). In 2013, new blood was pumped into the group as it was purchased by the Amil Group (that integrates the United Health Group) and from then on it was able to implement a well tested business model [21].

The *Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra* (CHUC) was created under the Decree-Law no. 30/2011 of March 2nd [22], and is the result of the fusion and simultaneous extinction of *Hospitais da Universidade de Coimbra, E.P.E.* of the *Centro Hospitalar de Coimbra, E.P.E.* and of the *Centro Hospitalar Psiquiátrico de Coimbra*. The mission of CHUC is to provide high quality and diversified health care in a context of training, education, research, scientific knowledge and innovation, being a national and international benchmark in areas seen as centres of excellence. In the Portuguese hospital structure, the CHUC occupies a top level and is a good practise example in terms of specialties such as transplants, cardiothoracic surgery, burns unit, bones bank, ophthalmology, reproduction medicine and medical genetics among others. The CHUC also provides aid to patients from Portuguese Speaking African Countries, within the scope of protocols and

agreements signed for that purpose, and from other countries, namely European countries [25: 7-9].

Both managers were approached because they lead groups that already operate within medical tourism and could thus inspire the executive director of CHTMAD. Hereinafter is the essence of their answers as well as of those of the Chairman of the CHTMAD Board.

The first differences in the answers show up as soon as the concept of “medical tourism” is approached: the private sector’s vision frames medical tourism in a broader area, the public sector diminishes the spectrum and only delimits it via the opportunity created by health internationalization, mentioning that the tourism component does not apply to that institution.

With regard to its main customers, they are individuals with health insurances and who seek these services for two reasons: the first one is the price of the interventions and the second one is the accessibility to the treatments, namely when the countries of residence have long waiting lists for specific pathologies. With regard to the need to work as a network, there is a consensus. Even the CHTMAD, which does not operate in this sector has been analysing a probable collaboration with the thermal spa resorts of Chaves, hence strengthening the idea of added value in partnerships.

Through a SWOT analysis of medical tourism, we identified as strengths the installed capacity and the international accreditation of several health institutions. With regard to the weaknesses, the fact

that the promotion is not been done in specific countries that already operate in the sector as well as the tight legislation and the mistrust from the Portuguese people were mentioned. With regard to the opportunities, the money that the sector already operates, the ageing of the population, the Portuguese Speaking Countries (PALOP) and the possibility of the involvement of additional sectors as lodging and thermal spa resorts must be considered. The threats considered were the competition risk and bureaucracy, among others. The person in charge of CHTMAD raises serious doubts with regard to the sector’s internationalization and mentioned the specific example of the Eurocity of Chaves-Verin. The plan is for the people of the city of Chaves to have access not only to the hospital of Vila Real but in the first place to the one of the neighbouring city Verin, located in Spain. So far this project is still in its early stages.

Lastly, all of them believe that medical tourism is a promising niche that evolves slowly and requires perseverance and belief in the quality of health in Portugal.

5 Debate of the results and conclusions of the study

The Program of the current XIX Constitutional Government promotes tourism as a «priority sector for the country’s development strategy» and is investing, among other things, on asserting Portugal as an international benchmark destination within the health and wellness tourism niche. In the most recent version of the

National Strategic Plan for Tourism, special attention is given to the potential of medical tourism and particularly to the Northern region. This aim meets the sustainable growth of the international market of medical tourism and potentiates the recognized installed capacity in the area of health and the area of tourism in Portugal which together allow having a diversified offer of high quality that will make the country highly competitive within this tourism product.

First of all, it is important to mention that the three persons interviewed are in complete agreement on the fact that medical tourism can be a good opportunity for the institutions. With regard to competition law, there is a dichotomy as the private sector states that this law is not met by the public sector, thus creating an inequality between the institutions when they approach the market. In the public sector, they invest in differentiation, and certainly in specialties in which they excel, as is the case of CHUC that identified seven specialisation areas that allow transforming its services in "tourism products". Within the international context, this hospital is in direct competition with the best university hospitals such as Kings College in London, Charité in Berlin and Johns Hopkins in Baltimore. The Chairman of the Board, Dr. José Martins Nunes, believes that this kind of hospitals, being highly differentiated, are the backbone of the private sector, namely for transplants, heart surgery or interventional cardiology, among others. These past years, the private sector has been decreasing the difference

with regard to hospital equipment when compared to the public sector. Still, there are not many private hospitals that possess a trauma centre capable of prompt answer, so there are two different realities with regard to medical tourism. On the one hand, the private sector faces tourism in its essence. I.e. in a market perspective: they see the opportunity to bet on a tourism niche that is growing fast and has a potential market of 14 million visitors. On the other hand, the public sector sees this sector as an internationalization opportunity and bets on its differentiation capacity, aiming to be a benchmark in specific specialties or pathologies, which can be very useful in a rapidly growing international market. Budget constraints and the Portuguese health system dynamics restrain the institutions that wish to bet on this promising niche.

Although PENT horizonte 2013-2015 states which are the minimum bases of a concerted national strategy for medical tourism, for now the sector is mainly characterized by individual efforts from some organizations that do not wish to miss the opportunity to gain additional income. There is a slowly growing movement to boost medical tourism: the aim of several stakeholders (Health Cluster Portugal, Associação Empresarial de Portugal, Health and Leisure Portugal, etc.) is the development of this area after the implementation of the European standard for cross-border health care [24].

To convince medical tourists to come, the use of international quality seals recognized by the sector - as for

example the ones granted by the Joint Commission International (JCI) are indispensable [25]. Even being a fundamental pull factor [26], from the point of view of a manager, it is hard to justify investing in that quality seal instead of investing in other items that are indispensable to health care provision when we are facing serious budget constraints, as is the case of Portugal at the moment.

The issue of the cross-border health care community directive has raised doubts on the issue of equity, since the expenses are paid by the user and only later are they refunded, which limits the access of users who do not have the needed purchasing power. Other issues, namely technical and clinical obstacles are also present: if a Portuguese wishes to be treated abroad, he needs a previous authorization: within the period of 15 days since the reception of the clinical assessment report, all requests about surgical procedures that require hospitalization of at least one night and health care that requires the use of highly expensive and specialized medical infrastructures or equipment, must be granted. So what is really happening is an adulteration of the spirit of the community directive on the part of the Portuguese State, limiting the choice of the users [27].

The starting point of the exploratory study developed was the analysis of the potential of medical tourism in the North of Portugal, more specifically in the CHTMAD's area of influence. The literature review, along with a qualitative analysis of lectures and interviews, allowed us to find an answer for the

initial problem, even if an empirical one.

As a result of this study, we were able to distinguish two visions on the issue in Portugal: the vision of the public sector and the vision of the private sector. While the private sector wants to be in the spotlight in terms of medical tourism, taking advantage of the competition laws, the public sector believes that investing in medical tourism must be done jointly, in a spirit of complementarity between all stakeholders. Table 2 (at the end) shows the main differences.

In the case of the *Centro Hospitalar de Trás-os-Montes e Alto Douro*, in accordance to guidelines from the managers there are no plans to develop this market niche. Nevertheless it was said that there is a possibility within the kidney dialysis field, since the Hospital is well reputed within this area and as many tourists with this kind of pathology do not go on holidays because they do not know of any institution that can ensure this type of treatment during their stay. In this case, renal patients who need dialysis can choose the Douro as their tourist destination, because the *Centro Hospitalar de Trás-os-Montes e Alto Douro* ensures all the necessary treatments for this type of pathology.

The issues that complicate the implementation of medical tourism in the CHTMAD are of financial and political nature: low autonomy given to the management and little cooperation between the public/private spheres in the region. As an example, the renewal of the accreditation of the CHTMAD by the JCI

was suspended for financial reasons, which represents as much as a death sentence, as the medical sector lives of its notoriety, reputation and accreditation.

Despite the immediately negative answers given by the Chairman of the Board of CHTMAD, Dr. Carlos Cadavez, it is important to insist on the added value that can be created by studying and developing medical tourism products in a medium/long term perspective, collaborating with other stakeholders - including thermal spa resorts. Thus the region, where the CHTMAD (Douro and Alto Tâmega) is located, with rich and diverse tourist attractions, might welcome medical tourism as a multi-variable product of excellence.

We can conclude that there is potential and quality, but there is a lack of political will, conditioned by the current conjuncture that causes budget constraints with implications at management level.

6 Study limitations and recommendations for future research

Financial limitations prompted Eduardo Ribeiro to focus on the Region of Douro and Alto Tâmega in the North of Portugal. Using the research method of Fernando Antelo, he focused his study on the perspective of a person in charge from the private health sector and two hospital managers from the public sector among whom an executive of the institution working in the chosen geographic micro-region.

The lack of experience of the interviewer when leading the semi-structured interviews occasionally led to

the fact that the person interviewed was able to avoid answering all the questions, i.e., the

Since the investment on medical tourism is relatively recent, this sector easily motivates researchers to address the topic. For future researchers it would be important to deepen the political and legal issue in order to find out what exactly within the Portuguese National Health Service embroils potential initiatives in the area of medical tourism, especially in the entrepreneurial public sector.

It is also important to obtain information on potential stakeholders that would supplement the health area within the geographic area of influence of the CHTMAD, namely hotels, spas, thermal spa resorts and local governments so that we can better understand the point of view of these entities on a possible institutional collaboration. More in particular, the kind of cooperation that is possible between the CHTMAD and the different thermal spa resorts of the regions of Douro and Alto Tâmega should be analysed in order to find out how medical treatments and spa cures can supplement and/or complement one another, maximizing the potentialities of all the parties involved, all in the best interest of the patient.

We advise you to read the master's dissertation "Medical tourism: an opportunity for the Centro Hospitalar de Trás-os-Montes e Alto Douro" by Emanuel José Gomes Ribeiro [2] that is at the root of this article for those who wish to deepen the study that he undertook within the scope

of his Master's curricular training in UTAD's Master in Applied Foreign Languages.

This work is supported by national funds provided by the FCT – the Portuguese Foundation for Science and Technology, through its project UID/SOC/04011/2013.

References

- [1] Antelo, F.R. Turismo médico: uma oportunidade para o Norte de Portugal, 2013. Master thesis.
- [2] Ribeiro, E.J.G. Turismo médico: uma oportunidade para o centro hospitalar de Trás-os-Montes e Alto Douro, UTAD, 2015. Master thesis.
- [3] Carrera, P.M. and Bridges, J.F.P. Globalization and healthcare: understanding health and medical tourism, vol. 6, no. 4, pp. 447–454, 2006.
- [4] S.n. APTSBE – Reunião de direção. S.l., 2013.
- [5] S.n. O turismo dá 28 milhões por dia a Portugal, Visitar o futuro, 2014. Available: <http://www.visitarofuturo.pt/2014/12/12/o-turismo-da-28-milhoes-por-dia-a-portugal/>. [Accessed: 08-Jun-2015].
- [6] Turismo de Portugal. Plano Estratégico Nacional do Turismo para o Desenvolvimento do Turismo em Portugal. Lisboa, 2007.
- [7] MEE. Plano Estratégico Nacional do Turismo. PENT. Horizonte 2013-2015. Lisboa: Gabinete do Ministro da Economia e do Emprego, 2013.
- [8] Ferreira, R. Turismo de saúde em Portugal: turismo médico e turismo de bem-estar, ISCTE, 2011. Master thesis.
- [9] Bacalhau, J.M.L. Promoção do Turismo Médico no Algarve, Universidade do Algarve, 2014. Master thesis.
- [10] da Silva, D.R. Contributos para a avaliação e desenvolvimento do turismo medicalizado, uma análise exploratória á região do Algarve, Universidade de Coimbra, 2013. Master thesis.
- [11] Rodrigues, M.A.O. Turismo de Saúde na Região de Fátima: Contributos à Clusterização, enquanto Modelo de Desenvolvimento, Instituto Politécnico de Tomar, 2013. Master thesis.
- [12] Novo, A.C.F. Internacionalização na Saúde – O cluster do Turismo Médico em Portugal, Universidade do Minho, 2014. Master thesis.
- [13] Pereira, J.S.B. Análise de viabilidade do desenvolvimento de um operador turístico especializado em turismo médico em Portugal, Universidade Lusíada de Lisboa, 2014. Master thesis.
- [14] Bento, L. & Almeida, P. Turismo médico em Portugal: Oportunidade vs desafio, *Tour. Hosp. Int. J.*, vol. 4, no. 1, pp. 126–149, 2015.
- [15] de Freitas, H.M.T. Turismo Médico: A Globalização da Saúde, Universidade do Porto, 2010. Master thesis.
- [16] S.n. Decreto-Lei no 50-A/2007, de 28 de fevereiro, *Diário da República*, vol. 1.a série, no. n.o 42, pp. 1414–(26–29), 2007.

- [17] de Sousa, C.A.F. Impacto no Turismo da Região Demarcada do Alto Douro Vinhateiro, após a classificação de Património Mundial da Humanidade pela UNESCO, Instituto Politécnico de Bragança, 2013.
- [18] Guedes, A. & Joukes, V. Hotel Ships on the Douro River and their Relationship with the Terroir. In Wine and Tourism. A Strategic Segment for Sustainable Economic Development, M. Peris-Ortiz, M. de la C. del Río Rama, and C. Rueda-Armengot, Eds. S.l.: Springer International Publishing, 2015.
- [19] Joukes, V. Turismo de saúde e bem-estar combinado com enoturismo na região demarcada do Douro Vinhateiro, um elixir poderoso. In I congresso internacional. Vinhas e vinhos. Actas. A. B. Cardoso and S. Trilho, Eds. Viana do Castelo: Câmara Municipal de Viana do Castelo, 2012, pp. 625–632.
- [20] Joukes, V. (before Lapa). Águas, elites e desenvolvimento. A exploração das águas minerais naturais do concelho de Chaves pela Câmara Municipal (1892-1948), UTAD, 2009.
- [21] Lusíadas. Lusíadas, 2015. Available: <https://www.lusíadas.pt/pt/sobrelusíadas/Paginas/quemsomos.aspx>. [Accessed: 02-Jul-2015].
- [22] S.n. Decreto-Lei no 30/2011, de 2 de março, Diário da República, vol. 1.a série, no. n.o 43, pp. 1274–1277, 2011.
- [23] CHUC. Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra. Ano 2013. Relatório e contas. Coimbra: CHUC, 2014.
- [24] Armindo, J., Coelho, R., Freitas, R.P., Neves, S., & Ribeiro, S. O potencial português no mercado do turismo médico. S.l.: AEP and HCP, 2014.
- [25] JCI. Quem é a JCI, Joint Commission International, 2015. Available: <http://pt.joint-commissioninternational.org/about-jci/who-is-jci/>. [Accessed: 02-Jul-2015].
- [26] Hsu, C.H.C. & Huang, S. Travel motivation: A critical review of the concept's development. In Tourism management: Analysis, behaviour and strategy. A. G. Woodside and D. Martin, Eds. CABI Publishing Series, 2008, pp. 14–27.
- [27] Gomes, C. Directiva de acesso a cuidados de saúde transfronteiriços poderá beneficiar apenas os mais favorecidos, Público, 2014. Available: <http://www.publico.pt/sociedade/noticia/directiva-de-acesso-a-cuidados-de-saude-transfronteiricos-podera-beneficiar-apenas-os-mais-favorecidos-1668333>. [Accessed: 24-Oct-2015].
- [28] INE – Instituto Nacional de Estatística, Anuário Estatístico da Região Norte. 2001 – 2013. Lisboa: INE, 2014.

Interviews

- [1] Martins, J. [CEO of the group Lusíadas Saúde]. Interview. 03-04-2014. Transcript in: <http://www.youblisher.com/p/945618-Entrevista-Dr-Joao-Martins>.
- [2] Martins Nunes, J. [President of the Board of Administration of Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra]. 15-05-2014. Transcript in: Interview. <http://www.youblisher.com/p/945614-Entrevista-Dr-Jose-Martins-Nunes>
- [3] Cadavez, C. [President of the Board of Administration of Centro Hospitalar de Trás-os-Montes e Alto Douro]. Interview. 07-06-2014. Transcript in: <http://www.youblisher.com/p/945619-Entrevista-Dr-Carlos-Jose-Cadavez>

MAGIA, RELIGIÓN Y VIDA. APUNTES DE LA LITERATURA ETNOGRÁFICA SOBRE EL AGUA TERMAL EN GALICIA

F. Braña Rey

Universidade de Vigo, Ourense, Estado Español.

Palabras clave: etnografía, agua termal, ritos, sanación, religión y magia.

Resumen

Este trabajo presenta una aproximación al uso de las aguas termales a partir del análisis de la literatura etnográfica. Descubrimos que esta literatura centra su atención en el ámbito ideográfico explicando prácticas y creencias relacionadas con el agua dentro del ámbito de los conceptos de magia y religión. Por su parte nos acercamos a la literatura hidrológica y costumbrista para intentar perfilar las ideas relacionadas con las fuentes termales en Ourense.

1 Introduction

Esta comunicación pretende ser un acercamiento a la realidad cultural del agua en Ourense desde la etnografía gallega.

Siguiendo la tradición de los trabajos etnográficos realizados a partir de finales del siglo XIX, vamos a establecer, en la comunicación presentada, una línea de interés en relación con el agua que cura. Como punto de partida entendemos que la cultura termal en Galicia no se limita a una práctica sino que incluye un rico mundo ideológico en relación con el concepto agua, repleto de significación y simbolismo en la que algunos autores

encuentran determinadas huellas o elementos mágico-religiosos de culturas ya extinguidas.

Un primer paso debe ser la exploración de la literatura etnográfica y costumbrista con el fin de entender aquellas categorías y elementos culturales que se han relacionado en textos anteriores con el agua para verificar si desde la etnografía se aportan datos concretos acerca de la práctica termal.

La literatura etnográfica gallega se fragua en el siglo XIX con el ideario romántico heredero del Rexurdimento que dio pie al nacionalismo gallego. Lo que dio lugar a que en Galicia tuviera mayor desarrollo la línea de trabajo folclórica derivada del ideario romántico, que dio paso, hasta bien entrado el siglo XX, a la llamada etnografía clásica gallega ([1], [2]). El paradigma evolucionista inspiró los trabajos científicos lo que supuso la primera academización de la etnografía en las instituciones parauniversitarias que se preocupaban de acercar la ciencia a las necesidades locales. La institución que formó a los etnógrafos gallegos será el Seminario de Estudos Galegos creado en Santiago de Compostela en 1923 y que vio dramáticamente truncada su actividad a partir del año 1936. En el Seminario

trabajaron, entre otros, Bouza-Brey, Vicente Riesco, Xaquín Lorenzo y Antonio Fraguas. Podemos resumir los trabajos de estos autores como análisis de carácter descriptivo de visión enciclopédica en base a un ideario evolucionista. Estas fuentes son de interés para revisar en que medida esta primeras etnografías gallegas atendieron al fenómeno termal.

2 Método

El método utilizado para realizar este trabajo ha sido, por un lado, la exploración bibliográfica de los autores de referencia del Seminario de Estudios galegos. De estos textos hemos recogido dos tipos de datos: aquellos que se derivan de estudios de la etnografía y otros testimonios de carácter costumbrista en los que se recogen diferentes usos y la identificación de la ciudad de Ourense con sus manantiales. Durante la búsqueda y análisis de esta bibliografía hemos tenido acceso a otros autores, distintos a aquellos vinculados al Seminario y que hemos incluido por entender que su aporte puede ser significativo al objetivo de caracterizar el antiguo uso del agua termal. Finalmente, con el fin de completar la información obtenida de fuentes anteriores, hemos recogido bibliografía sobre hidrología y balnearios de forma que podemos contrastar tres perspectivas diferentes acerca del significado y prácticas culturales entrono al agua y específicamente al agua termal. Veremos pues el dato etnográfico y los aportes de la hidrología junto con los testimonios de la vida en la ciudad de Ourense.

2 Religión, magia y agua.

Definimos religión como un marco de significación en el que se da sentido de forma global a la vida humana en la que cabe algún tipo de grupo que promueve una ortodoxia de prácticas e ideas. La religión informa sobre lo que se debe hacer, pero también sobre la naturaleza del universo y la posición del ser humano.

La religiosidad popular no es una realidad opuesta a la religiosidad oficial, sino un fenómeno de adaptación o sincrético de las cuestiones prácticas de cada grupo con una ortodoxia canónica. La religiosidad popular gallega presenta una interpretación dual: por una parte la religión se entiende como trascendencia y espiritualidad y proporciona un sentido a la vida pero, por otra, la religiosidad es un instrumento para actuar directamente sobre los problemas cotidianos [3]. Esta dualidad tiene su sentido en que la religión se forma a partir de creencias y prácticas. Ambas cuestiones dan lugar a diferentes explicaciones sobre los fenómenos de carácter espiritual en diferentes sociedades. Así, atendemos a la distinción entre magia y religión. En la línea evolucionista de autores como Tylor [4] y Frazer [5] la religión supone un estado más avanzado del sistema espiritual de una sociedad que la práctica mágica. Sin embargo, la practicidad de la religión popular que menciona Herrero [3] para el caso gallego ha sido considerada, a nivel teórico por Malinowski [6], como una característica de la magia. Es decir, magia se distingue de la

religión por su carácter práctico e inmediato, pero en el caso gallego ambas parecen confluir.

Una característica de la religión apuntada por Mauss [7] es que tiende a la pureza y a la espiritualidad más que ninguna otra institución cultural pero se apoya en manifestaciones rituales que agrupan materialidad y espiritualidad. Así la religión supone un vínculo entre el individuo y lo colectivo a través de la iglesia. Los fenómenos mágico-religiosos se definen por la noción de lo sagrado. Para Mauss, la magia sería de carácter individual frente a la necesaria colectividad implicada en el fenómeno religioso –en este sentido coincide con Durkheim [8] y Tylor [4] para quienes la magia es una acción individual de carácter práctico–. Las descripciones de los textos etnográficos que analizamos relacionan el agua tanto con las propiedades atribuidas a la religión popular, como a la magia.

Hemos de resaltar que las prácticas y creencias relacionadas con el agua en Galicia fueron desacreditadas como supersticiones y sin razón por diferentes eruditos; entre otros por el Padre Feijoo [9]. De igual forma fueron tachadas de prácticas ignorantes por los médicos mientras que la etnografía del Seminario nos indica cierta racionalidad popular en la que estarían basadas estas prácticas, y así no serían supersticiones sino supervivencias en el sentido evolucionista del término. Es decir, elementos de culturas pasadas que pervivían en el siglo XX.

La necesaria diferenciación de lo gallego o el hecho diferencial de ideario romántico del que beben los autores, se basaba, en este contexto,

en el término de supervivencias del paradigma evolucionista, que se atribuyó a elementos de la cultura celta y romana que estarían aún presentes en la cultura gallega de principios del siglo XX. Estas supervivencias explican que sean tenidas como bárbaras y atrasadas diferentes prácticas culturales pues son elementos “atrasados”. Los autores del *Seminario* presentaron estas supervivencias como antecedentes animistas de la religiosidad popular de la que fueron contemporáneos. Religiosidad popular, que, para estos autores, a su vez se deriva de la obligada cristianización, a partir del siglo IV, de prácticas mágicas y religiosas diversas.

El tercer elemento que juega un papel fundamental en los valores atribuidos al agua termal en los textos etnográficos es su carácter profiláctico. En el ámbito etnográfico esta funcionalidad se vincula a la medicina popular ([10], [11]) o bien a un modelo natural sobre el uso del agua [12]. En cualquiera de estos usos el agua tiene una significación purificadora y también curativa que puede ser explicada en términos empíricos o científicos, pero también en relación a la intervención de fuerzas sobrenaturales y sagradas contenidas en el agua.

3 Etnografía del agua

La etnografía se puede entender como producto, texto descriptivo y como metodología. En este trabajo vamos a hablar de los datos que se han recogido en las monografías de etnografía clásica y como estos se organizan. En los autores analizados

la división entre cultura material y cultura espiritual ordena la recogida de datos y así, los datos recogidos en cuanto a usos y significados de los elementos culturales se encuadran dentro de estas dos categorías.

Los datos que hemos encontrado sobre el agua están en gran medida enfocados a la utilización como recurso productivo, energético o alimentario, más que en la práctica curativa o higiénica. De esta forma el agua aparece en el ámbito descriptivo de los usos productivos y las construcciones del agua; es decir en el ámbito de la cultura material.

En este tipo de datos destaca la obra de Xaquín Lorenzo [13]. En ella, como es bien sabido, se encuentra una descripción de construcciones para el agua, así como las formas y aparejos para la pesca de mar y de río. En el ámbito doméstico nos señala recipientes y materiales para su recogida o almacenaje a través de recipientes como ollas, jarras, etc. Nos ha llamado la atención el hecho de no haber encontrado en la literatura etnográfica, referida a la producción y reproducción, ninguna referencia concreta al uso de aguas termales o minero-medicinales. Una posibilidad es que este campo haya sido estudiado en otros ámbitos, o bien haya sido excluido de las descripciones etnográficas de la cultura gallega por entender que no eran prácticas populares, sino de la clase alta.

Los datos encontrados sobre los usos del agua termal están incluidos en el sistema ideológico o el campo de la espiritualidad, es decir, en el campo de la cultura inmaterial [14].

En este apartado los diferentes usos se vinculan con creencias y prácticas mágico-religiosas entorno al ámbito de la salud. “A auga en sí tén virtudes de meiciña e de feitizo (sic)” [14]. Sobre esta base el trabajo de Vicente Risco nos describe el agua en la cultura gallega en dos sentidos: en relación con las creencias de acuerdo a una línea temporal (supervivencias) y en la visión dual de creencia y seres sobrenaturales. Para este autor, en la cultura popular gallega “as fontes teñen relación cos tesouros encantados, cos espíritos das augas e coas razas míticas” [14]. De esta forma las antiguas razas célticas y romanas prestan sentido a las acciones y usos que Risco registra en sus monografías.

Este tipo de análisis no es novedoso pues, tanto las creencias y la asociación del agua con seres sobrenaturales, como el simbolismo de estas, encuentran un antecedente en el texto de Murguía [15], quien señala que tanto la necesidad como la abundancia de agua son la base del rico simbolismo de esta en la cultura gallega. Para Murguía [15] la primera condición del agua es la atribución de ser creadora y luego purificadora y explica la prácticas contemporáneas a partir del proceso de cristianización de creencias y rituales paganos como dominio de la fuerza natural del agua –a partir de siglo IV en Galicia–.

Fermín Bouza-Brey [16] también nos presenta una obra de gran interés para nuestros objetivos debido a que describe y ordena en categorías una gran cantidad de formas de uso, creencias y rituales relacionados con el agua en Galicia.

En este sentido, podemos encuadrar los datos que aporta la obra *Etnografía y Folklore de Galicia* [16] en la preocupación del autor por señalar la historicidad de los fenómenos culturales del agua con elementos pasados y presentes. En este sentido, señala dos espacios temporales: prácticas y creencias pasadas y abandonadas y, aquellas que tienen supervivencia en la actualidad y que se confunden con la religiosidad popular.

En la obra de Bouza-Brey, encontramos que la religión actuaría como elemento espiritual de actualidad, un estadio evolutivo más avanzado pero que en la cultura popular se convierte en un sincretismo entre animismo pasado y pagano y cristianismo –o religión– en concordancia con el paradigma evolucionista de la Antropología social de finales del siglo XIX. En este sentido Bouza-Brey señala las fuentes santas en las que se celebran ritos mágicos para la purificación y profilaxis a través del agua y la intercesión del santo de la capilla, parroquia o iglesia que da cobijo a la fuente. En estos casos, como es de suponer, las cualidades del agua son de carácter simpático, y no químico. Es decir, la cualidad de purificar y/o curar se establece a través de la proximidad con la figura de un santo o santa y no por la composición mineral y temperatura del agua de la fuente. Esto no implica que en algunos casos el agua tenga una composición mineromedicinal o termal específica. Fraguas [17] nos proporciona detalles sobre Nuestra Señora de Reza a quien se le otorgó el carácter milagroso por su intercesión en la erradicación

de las epidemias de peste del siglo XVI en Ourense. Como sabemos la fuente de Reza es uno de los enclaves termales de la ciudad. El autor documenta que se saca esta Virgen en épocas de sequía en culto similar al descrito por Bouza-Brey en el trato de los sacra con el fin de obtener beneficios, en este caso para la comunidad. Así como veíamos en el apartado anterior lo individual y colectivo sobre lo sagrado y sobrenatural toman un mismo sentido en los datos de la etnografía gallega.

“Para la imaginación popular el agua es un ser que guarda vida y que la otorga: los ríos y las fuentes son seres dotados de una fuerza maravillosa que expande vitalidad y el mar es un ser creador que esconde en su seno vida poderosa.” [16]

Esta cita es una muestra de lo que comentamos en el epígrafe anterior; el autor se distancia de la cultura que estudia y, al mismo tiempo, restringe autoridad a lo popular en cuanto que le atribuye la cualidad de supervivencia, es decir, de elemento cultural que se ha conservado de sociedades anteriores. En el mismo texto vemos también el carácter humanizador de los elementos naturales –explicación que, por otra parte, ya aparece en la obra de Murguía– que se refiere a la interpretación de creencias preanimistas y animistas en la cultura popular gallega que permiten vincular las aguas con seres míticos o sobrenaturales del paganismo céltico, tan próximo al animismo o culto directo a los fenómenos acuáticos.

Bouza-Brey [16] recoge seres sobrenaturales en el río Miño como los *encantos*, las *feiticeiras*, los *xacios*, los *homes-peces* y las *lavandeiras*. Estos seres también serán citados por outros autores como Taboada Chivite [18] o Fraguas [17].

A parte de su recopilación de seres mágicos Bouza-Brey [16] también distingue tres tipologías de ritos de culto acuático: “profilácticos y de fecundidade, adivinatorios y oraculares y pluviales”. Los primeros no están relacionados con aguas mineromedicinales y/o termales simplemente son aquellos que pretenden la curación o la purificación; los segundos tratan de la posibilidad de entender acontecimientos futuros; y los pluviales se refiere a el uso profiláctico del agua de lluvia y también a su invocación. Todos estos rituales los vincula, el autor, con la magia, entendida esta, de acuerdo con la idea de que lo mágico se relaciona con espíritus no integrados en un corpus sagrado de acuerdo con Mauss [7]. Igualmente Bouza-Brey se refiere a prácticas cotidianas que aportan soluciones a retos para los que son invocados seres sobrenaturales lo que concuerda con la definición de magia dada por Malinowski [6].

Así pues, la literatura etnográfica revisada nos aporta datos acerca de la carga simbólica del agua en sus diferentes manifestaciones y como este simbolismo está vinculado al mundo de las creencias. Hemos también comentado que estas creencias tienen relación con el uso terapéutico del agua. Con escasas referencias encontradas en las monografías etnográficas sobre el uso del agua

termal nos adentramos entonces en la bibliografía hidrológica y costumbrista para recoger datos sobre los usos populares de este tipo de aguas.

4 Usos del agua termal en Ourense

Como hemos podido comprobar, las referencias a las aguas termales por parte de textos etnográficos son bastante escasas, por lo que parece pertinente recurrir a los diferentes trabajos de hidrología y termalismo con la esperanza de encontrar datos sobre los usos y prácticas termales del siglo XX.

Realizando un pequeño repaso a la extensa bibliografía existente podemos encontrar catálogos de manantiales en los que se indican características y propiedades de las aguas termales, así como recomendaciones de carácter biomédico sobre el uso adecuado que de cada fuente debe hacerse ([19], [20], [21]). En estos catálogos de hidrología médica, así como en las memorias de los médicos destinados a balnearios -a partir de la creación del Cuerpo de médicos- directores de balnearios bajo el reinado de Fernando VII-, constituyen una fuente de datos de gran interés pero responden, en su mayor parte a datos de interés para la medicina y menos para entender el uso popular de las fuentes termales.

Como antecedente, encontramos, el libro de Limón Montero [22] quien sitúa el desarrollo del termalismo en Galicia en la Desamortización; ésta habría hecho posible la privatización de los manantiales o la gestión pública. Señala también como las casas de baños para pobres fueron

patrocinadas por las Sociedades económicas de amigos del País, algo de interés pues la Sociedad económica de Amigos del País de Santiago tuvo una intensa relación con el Seminario de Estudios galegos.

Nos interesa también recoger el testimonio de Miguel Gil y Casares [23], quien señala que son las comunidades las que conocen las aguas y su beneficio y a partir del uso popular llegan a conocerse o aportarse a la hidrología médica. Esta declaración entraría en contradicción con lo que comentábamos con anterioridad, el uso de las aguas termales no era de clase alta, sino un uso popular.

Por otro lado, el afán proteccionista sobre el recurso termal queda explícito en la obra de Bedoya [24] así como de la idea de que las aguas termales tiene un uso balneario.

Por su parte, Nicolás Taboada Leal [25], explica que la finalidad de su trabajo fue divulgar las diferentes propiedades de las aguas termales, pues entendía que las personas no las usaban de forma adecuada y para las dolencias específicas sobre las que podían actuar en cada caso. Es interesante lo que este autor nos comenta en relación al uso del agua termal para las clases populares: el uso se asocia a la curación de enfermedades mientras que personas de “clase más rica y aristocrática” [25] utilizan los baños tanto de mar como termales como una moda, una vacación de sus quehaceres y prefieren ir al extranjero. En este sentido, el autor declara que su obra también tiene la intención de difundir la riqueza termal gallega con el fin de que se aproveche esta, también por parte de las clases “altas”. Taboada Leal no se

detiene en la explicación más pragmática, sino que también recoge la vinculación del agua con la sanación a través de la encomienda a un santo benefactor o propiciatorio, en el sentido que aparecen en los trabajos etnográficos analizados.

Taboada Leal [25] describe, además la importancia de los tres manantiales de las burgas: arriba (caños de piedra), abajo (estanque espacioso) y surtidero (pilón). El pilón llamado “de las tripas” lleva el agua al matadero y lavadero general. Comenta que el agua de las burgas no se utiliza “como medicación” y no entiende la razón de semejante desperdicio, pero estima que “es evidente la gran utilidad que los habitantes de la ciudad sacan de sus burgas, pues economizan mucho combustible, y esa utilidad, común a todos, es mayor para las clases menos acomodadas, porque además de servirse de ellas para desplumar aves y pelar patas con una mera inmersión, se emplean para amasar, cocer manjares, fregar, tomar baños en casa ó pediluvios y otros usos de gran importancia.” [25].

Aunque las Burgas no se usan para el baño, indica que, al haber tantos manantiales en Ourense, alguno si se utiliza para cura a través del baño o por ingesta. También resulta de interés en esta obra el hecho de que reclame el adecentamiento de las diferentes fuentes, pues ve que muchas de ellas, las menos conocidas, no reúnen condiciones apropiadas para su aprovechamiento.

Obras más recientes, en este ámbito de trabajo, recogen la diversidad de fuentes termales en Ourense,

así como sus propiedades y recorrido histórico. La obra de Luis Rodríguez Míguez [20] nos indica el uso de las burgas como lavadero y de la casa de baño para la “cura de artrosis, reumatismo y heridas solía tomarse diez sesiones o quince siendo mejor administrarlas alternativamente”. También este autor nos indica las quejas de la mala gestión y deficientes instalaciones en las fuentes termales orensanas.

Nuestro primer interés en este trabajo era ubicar el uso y desarrollo termal en Ourense y así hemos hecho un pequeño recorrido por los distintos elementos culturales que se vinculan con el agua. Como hemos visto, han sido pocos los datos que hemos podido recoger sobre el uso y significado cultural de las aguas termales desde la etnografía, encontrando más datos en los textos de hidrología. Pasamos ahora a ampliar nuestra selección bibliográfica para recoger testimonios sobre la vida en Ourense con la intención de que nos puedan proporcionar más detalles del uso popular de las aguas termales.

De acuerdo a la propiedad de curar Risco nombra las fuentes de Ourense con propiedades salutíferas o usos profilácticos. Así el agua de las Burgas, “en la misma ciudad, se aplican lavados en los caños para librarse de andancios y pestes y bebidas tres días seguidos en ayunas, contra constipados y dolencias del pecho” [11]

Para ilustrar el uso específico de las aguas de Ourense, Otero Pedrayo [26] es un autor que nos presta testimonio de su importancia:

“el color y la composición de este lugar en el que no falta la devota

imagen de la Virgen del Carmen en su hornacina en un muro y el recuerdo de las lápidas votivas a las ninfas [...] forman uno de los aspectos típicos de Ourense. En los días nebulosos del invierno, los vapores de las fuentes ahuyentan la helada. Anima el lugar la proximidad de hornos y lavaderos. Las fuentes [...] son propiedad del pueblo, que las disfruta íntegramente, transportando sus aguas para usos domésticos, de calefacción y culinarios. En dos minutos se pela un gallo sumergido en esta agua, en la que se componen los callos característicos de la cocina orensana de los fogones. El ir y venir de las mujeres aguadoras no cesa en todo el día. [...] Las gentes dicen que su origen está bajo los pies de la imagen de Santo Cristo a gran profundidad, y relaciona As Burgas con un volcán que estallará cualquier día.” [26].

Las Burgas además de un lugar popular de uso doméstico, también fueron un recurso para manufacturas como indican Risco y Corbal [27]:

“La Burga de arriba. La burga vieja, el mentidero de antaño, recodia, humeante y abigada, para acoger a las comadres, a las criadas y alas “mandaderas” que iban allí por una olla de agua caliente, indispensable en las casas, y volvía con una carta de noticias de verdades y mentiras, de chismes, de comentarios, de dichos y oídos al calor del agua que sale hirviendo.”

Por un lado están las crónicas en las que las Burgas fueron un elemento esencial en la higiene y cocina así como en las epidemias de la peste [28], al tiempo que dieron servicio al matadero y luego fueron la base para la instalación de panade-

rías. Si a ello añadimos la ya conocida crónica de Lamas Carvajal sobre los “Graxos das Burgas” [29] quienes pusieron en marcha el denominado “casino” como sede de actividades ilícitas en la ciudad, comprobamos que el área de las Burgas no ha tenido en la historia Moderna y Contemporánea un ideario de salud y bienestar sino más bien de lo contrario. Podemos confirmar que el uso del agua de las Burgas ha sido popular y extractivo pero solo hace unos años se ha utilizado para uso balneario con la construcción del área termal de As Burgas.

Por otra parte, y casi en oposición a este imaginario de lumpen asociado a las Burgas también encontramos la exaltación de estas fuentes como imagen de la ciudad de Ourense. Vicente Risco al igual que lo hace Otero Pedrayo, señala las Burgas como estandarte de la ciudad de Ourense, como la estampa reconocible:

“La gran maravilla del chorro ardiente, una de las tres cosas por las que ha entrado Orense en el pregón de la fama. No quedan ya las pilas que hicieron los romanos y a las que alude el nombre de Burgas, del bajo latín burca.” [27].

“El viajero irá primero al mercado y “bajará a las Burgas a cumplir el rito de las aguas termales y a comprobar la maravilla lustral que la canción convirtió en tópico”. [30].

Las Burgas parece pues que aparecen en un ideario diverso entre la asociación a lo cotidiano, banal e incluso ilegal y, al tiempo se construye como la imagen representativa de la ciudad, un recurso codiciado y apreciado.

5 Conclusiones

El título de esta comunicación se refiere al universo ideológico que se describe en diferentes textos etnográficos con prácticas culturales relacionadas con las aguas. Así, el agua tiene su vinculación con el mundo de la religión, de la magia y de la vida. La vida como expresión de salud, de intención de supervivencia, de cotidianidad.

Antes de realizar esta exploración bibliográfica, partíamos de la base de que el agua ha sido objeto de estudio por etnógrafos y entendíamos que encontraríamos testimonios en esta literatura que nos proporcionaría datos sobre prácticas y significados del agua que cura. Tras este trabajo nos encontramos con que hay muy pocas referencias explícitas en la etnografía clásica gallega sobre agua termal; De encontrarlas aparecen en el ámbito de la tradición sanadora o de medicina tradicional y como elemento mágico para solicitar lluvia o como elemento curativo. Pero sobre todo lo que nos han proporcionado estos trabajos son testimonios del agua como elemento para la vida y el trabajo, principio purificador y vital. Así, encontramos referencias sobre los pozos, lavaderos y fuentes como elementos comunales de encuentro entre las personas de la comunidad.

En el ámbito de la religión nos encontramos con las prácticas mágico religiosas que han sido interpretadas como parte de la teoría evolucionista del pensamiento mágico y religioso establecidas básicamente por Tylor pero que podemos ver explícitamente en la obra de Frazer. Ambos autores eran conocidos por

nuestros etnógrafos. Así en el ámbito de la cultura inmaterial encontramos referencias al poder del agua a través de la magia, ritos y creencias: agua bendita como protección de campos, casa, ganado; uso de agua en fechas señaladas para purificar o curar como San Juan; fuentes de santuarios relacionando los santos con determinadas dolencias, etcétera.

Finalmente descubrimos que los textos de hidrología médica son fuentes de datos sobre usos populares de las fuentes termales.

Concretando nuestro ámbito de estudio reducimos nuestra búsqueda de datos a la ciudad de Ourense y encontramos diferentes descripciones que nos llevan a la paradoja del uso popular de las fuentes al tiempo que son objeto de la creación de dos imágenes contrapuestas: idea lumpen e imagen representativa casi patrimonial de la ciudad.

Referencias

- [1] Prat i Carós, J. El estado de las antropologías: antropologías, folclores y nacionalismos en el Estado español, *Antropología. Revista de pensamiento antropológico y estudios etnográficos* (3), 35-61,1992.
- [2] Braña Rey, F. O patrimonio cultural e a construción das diferenzas: sexo/xénero e museos etnográficos. Museos: construíndo a comunidade. Santiago de Compostela: Consello Galego de Museos: 87-101, 2003.
- [3] Herrero, N. Relixiosidade popular. Medicina, bruxería e curanderismo. En X.M. González Reboredo (Cord.) *Antropoloxia*, Tomo XXVII. A Coruña: Hercules. P21-65, 1997.
- [4] Tylor, E.B. *Cultura primitiva*. Madrid: Editorial Ayuso, 1977.
- [5] Frazer, J.G. *La rama dorada*. México: FCE, 1998.
- [6] Malinowski, B. *Magia, ciencia y religión*. Barcelona: Planeta-Agostini, 1985.
- [7] Mauss, M. *Introducción a la etnografía*. Madrid: Istmo, 1967.
- [8] Durkheim, E. *Las formas elementales de la vida religiosa*. Madrid: Alianza Editorial, 1993.
- [9] Jerónimo Feijoo, B. y Montenegro Puga Obras (selección), Madrid: ed. de I. McClelland, Taurus, 1985.
- [10] Mariño Ferro, X.R. *Medicina popular*. En X.M. González Reboredo (Cord.) *Antropoloxia*, Tomo XXVII. A Coruña: Hercules, 113- 168, 1997.
- [11] Risco, V. *Etnografía. Cultura espiritual*. En R. Otero Pedrayo, dir., *Historia de Galicia*. Buenos Aires: Nós, Vol.1. 1962.
- [12] Fidalgo Santamariña, X.A. *Hacia una integración de los sistemas médicos: utilización del agua en las prácticas de medicina tradicional y medicina natura*. En Cuaderno de Estudios gallegos, (106): 405-438, 1995.
- [13] Lorenzo, X. *Etnografía material*. En Ramón Otero Pedrayo, *Historia de Galiza Vol. 2*. Madrid: Akal, 1979.
- [14] Risco, V. *En memoria de Florentino López Cuevillas*. *Boletín de la Real Academia Gallega*. nº 333-338, 127-133, 1959.

- [15] Murgía, M. Galicia. Santiago de Compostela: Sálvora. 1888. Edición de 1985.
- [16] Bouza-Brey, F. Etnografía y Folklore de Galicia. Vol 1. Vigo: Xerais, 1982.
- [17] Fraguas Fraguas, A. Romería y santuarios de Galicia. Vigo: Galaxia, 1988.
- [18] Taboada Chivite, X. Etnografía galega. Cultura espiritual. Galaxia: Vigo, 1972.
- [19] Murillo, F. Memoria descriptiva e indicaciones terapéuticas de las Nuevas aguas Minero-medicinales de Verín, manantial Cabreiroá. Madrid: Imprenta alemana, 1910.
- [20] Rodríguez Muíñez, L. Ayer y Hoy del termalismo, Ourense: Deputación Provincial de Ourense, 1999.
- [21] Rodríguez Míguez, L. Hidrología médica, balneoterapia y termalismo en el siglo XX. En: Evolución de la medicina en el siglo XX. Vigo: Caixanova, 179-194, 2002.
- [22] Limón Montero, A. Espejo cristalino de las aguas de España... Alcalá: por Francisco Garcia Fernandez, 1697.
- [23] Gil y Casares, M. El clima de las costas gallegas como recurso terapéutico especialmente el de la Toja. 1913.
- [24] Gómez de Bedoya, P. Historia universal de las fuentes minerales de España sitios en que se hallan, principios de que constan, analyses, y virtudes de sus aguas... Santiago: Imprenta de Ignacio Aguayo, 1765.
- [25] Taboada Leal, N. Hidrología médica de Galicia. Madrid: Establecimiento tipográfico de Pedro Núñez. 1877.
- [26] Otero Pedrayo, R. Guía de Galicia. Vigo: Galaxia. 1991.
- [27] Risco, V. y Conde Corbal, X. El Ourense perdurable. Ourense: Deputación de Ourense. 1981.
- [28] Gallego Domínguez, O. La peste en Ourense desde el siglo XIV al XIX. Boletín Auriense, 3: 15-55. 1973.
- [29] Lamas Carvajal, V. Gallegada. Tradición, costumbres, tipos e contos d'a terriña. Tomo I, Imprenta d'O Eco d'Ourense. 1887.
- [30] Otero Pedrayo, R. y Quesada, J. Ourense. Vigo: Caja de Ahorros Provincial de Ourense, 1966.

ANÁLISIS DE LOS MODELOS DE GESTIÓN DE TURISMO TERMAL DE GALICIA, NORTE DE PORTUGAL Y ECUADOR, EN LOS MEDIOS SOCIALES

V. A. Martínez-Fernández

E. Sánchez-Amboage

Universidad de A Coruña, A Coruña, España.

M. D. Mahauad-Burneo

V. Altamirano-Benítez

Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador.

Palabras clave: Turismo Termal, Medios Sociales, Galicia, Norte Portugal, Ecuador.

Resumen

El agua es un elemento necesario para la vida del ser humano cuya dependencia ha cambiado con el paso del tiempo; así de ser fuente indispensable para su subsistencia ha pasado a ser también utilizada como “materia prima” del ocio, del bienestar y contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas a través de la actividad balnearia.

La historia del Turismo de Salud ha sido diferente en cada continente, cuyas diferencias se han forjado mediante creencias, conocimientos, tradiciones y culturas de cada país o región.

En Europa, en el caso concreto de la Península Ibérica, la riqueza de agua mineromedicinal que encontramos repartida en este territorio es una pieza fundamental para alcanzar la oferta termal que existe en la actualidad tanto en España como en Portugal.

Dentro de esta área, Galicia y el Norte de Portugal eran, según la civilización romana, las regiones

que, debido a la calidad de sus aguas, concentraban un mayor número de “Ciudades Aquae”; es decir, enclaves de los que manaban aguas con propiedades mineromedicinales. Ese valor heredado de la época romana, continúa actualmente con el reconocimiento de Galicia y el Norte de Portugal como referentes en Turismo Termal a nivel europeo.

Por otro lado, en el continente Americano, en el caso concreto de Ecuador, el elevado número de volcanes con los que cuenta este país contribuye a la riqueza y al número de aguas mineromedicinales, empleadas desde tiempos inmemoriales por la cultura Inca. La importancia que atribuye el país ecuatoriano al Turismo de Salud puede verse reflejada, fundamentalmente, en el Plan de Turismo “PLANDETUR 2020”.

En ambos casos, los balnearios han sido una pieza clave para el desarrollo social y económico, centrado principalmente en zonas rurales. En el sector del Turismo

Termal actual, inmerso en un escenario de constante cambio y evolución, las Tecnologías de la Información y Comunicación son relevantes para optimizar y mejorar la gestión y comercialización de la actividad turística.

Por todo ello, se considera de interés realizar una comparativa entre la promoción de los balnearios más representativos de Galicia, del Norte de Portugal y de Ecuador en los Medios Sociales, con una visión *crosscultural* apoyándose para ello en la herramienta de análisis *online*, *Fanpage Karma*.

1 Introducción

El presente trabajo fue patrocinado por el Proyecto Prometeo de la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación de la República de Ecuador.

Igualmente fue desarrollado como parte de las actividades de la Red Internacional de Investigación de Gestión de la Comunicación (R2014/026 XESCOM), apoyada por la Consellería de Cultura, Educación y Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia, en la cual están integrados los grupos de investigación iMARKA de la Universidad de A Coruña y el de Innovación y Nueva Empresa de la Universidad Técnica Particular de Loja y a los cuales pertenecen los autores.

Comienza el estudio con un breve análisis de la historia del Turismo Termal de Ecuador, Galicia y Norte de Portugal, para posteriormente centrarse en el objetivo general y la metodología que dará lugar a los pertinentes resultados y conclusiones.

1.1 El Turismo Termal en Ecuador

En Ecuador la importancia del agua y su influencia en la salud están ligadas a los conocimientos en medicina ancestral desarrollados por los diferentes pueblos y nacionalidades indígenas. Los antepasados proclamaban que todo lo que existe en la naturaleza tiene y comunica vida entre sí. Esta sabiduría, permitió que los individuos con su experiencia espiritual desarrollaran grandes conocimientos. Uno de estos es el Sistema de Salud Ancestral, conforme al cual el organismo del ser humano está compuesto por elementos de la "Sagrada Naturaleza": tierra, fuego, agua y aire, y que para gozar de buena salud era necesario estar bien espiritual, mental, física y psicológicamente. De esta manera, el agua, los vegetales y los minerales, que constituyen su entorno, son una fuente de salud y felicidad, en la medida que cada uno de ellos es un elemento más que les provee la naturaleza para desarrollar sus actividades, entre ellas las prácticas de sanación. [1]

Estas creencias, se extienden también a las propiedades energéticas y curativas del agua a través de los baños realizados en lagos, cascadas, ríos, termas, entre otros, en los cuales los curanderos o chamanes practicaban los rituales de sanación. En este período, también se identifican varias vertientes de "agua milagrosa", a las que los ancestros les atribuían poderes medicinales para la sanación del cuerpo y el alma e incluso algunas son visitadas en la actualidad.

Entre mitos, leyendas y sabiduría ancestral, las aguas termales en Ecuador adquieren reconocimiento por sus propiedades curativas, que se relacionan con la características volcánicas del territorio, la exuberante y variada vegetación y, por lo tanto, los compuestos minerales que arrastra el agua. Estas termas, se encuentran distribuidas a lo largo del territorio nacional y una de las principales característica es el entorno natural y ambiental en el que surgen, lo cual complementa la experiencia del turismo de salud, de bienestar y natural.

A pesar de la importancia y el conocimiento popular de los beneficios de las aguas termales para la salud, existen pocas investigaciones y bibliografía entorno al desarrollo del termalismo y el turismo de salud en este país. Sin embargo, debido a la relación con el turismo cultural, ancestral y natural, se puede considerar que se inician de forma paralela.

El turismo en el Ecuador, tal y como actualmente se entiende, surge en 1948, cuando el Gobierno Nacional, una vez reconocida la importancia de la actividad para el desarrollo económico del país, instaura las primeras caravanas de promoción turística en Estados Unidos de Norteamérica. Posteriormente, la empresa pública y privada centran sus esfuerzos en el fortalecimiento de la actividad y con ello crear las condiciones adecuadas para convertirse en un destino turístico [2]. Se invierte en infraestructura y capacitación para consolidarse como un destino de naturaleza, debido al atractivo de las

islas Galápagos. Sin embargo, posteriormente se identifica al turismo cultural y ancestral como una ventaja competitiva al descubrir la curiosidad de los extranjeros por conocer la cultura y tradición indígena.

Hacia fines de 1950, en Ecuador, en el marco de políticas modernizantes promovidas por el Gobierno de Galo Plaza, se propone al turismo internacional como un instrumento para el desarrollo del país y para lo cual se establece una oficina adscrita a la Presidencia del República. En este sentido, la llamada “misión cultural indígena”, presidida por Rosa Lema, marca un hito relevante orientado a publicitar el país, especialmente a la zona de Otavalo, en el mercado norteamericano. [3]

En la actualidad, el Gobierno Nacional incluye al Turismo de Salud en su Plan Estratégico de Desarrollo de Turismo Sostenible para Ecuador, PLANDETUR 2020, en el que promociona el termalismo, la medicina ancestral, los SPA's, entre otros, con la finalidad de promover y preservar la salud y el bienestar físico y mental de los turistas en un ambiente adecuado. Para lo cual cuenta con la infraestructura y una oferta amplia. De acuerdo con el Catastro Turístico del 2014, en el Ministerio de Turismo se han registrado 184 termas o balnearios que promueven el turismo de salud. No obstante, el turismo de salud y bienestar aún es incipiente en el país, de ahí que se deba fortalecer para aprovechar de manera sostenible los beneficios que ofrecen las termas, los balnearios y la naturaleza.

1.2 El Turismo Termal en Galicia y en el Norte de Portugal

Tal y como considera Hoz [4], la historia del Turismo de Salud, dentro del cual se encuentra el Turismo Termal, ha sido diferente en cada continente, cuyas desigualdades se han forjado a causa de creencias, conocimientos, tradiciones y culturas de cada país o región. En Europa, la práctica del Turismo de Salud ha girado en torno a los establecimientos termales y tratamientos con agua de mar, principalmente por el amplio número de fuentes termales, minerales y de costas que posee.

En relación a este continente, cabe nombrar especialmente, en cuanto a infraestructuras y a cultura termal se refiere, el papel fundamental que se ha desarrollado durante la época romana en los diversos territorios del imperio. Apuntan Ares y Vila [5] que durante el imperio romano, la hidroterapia alcanzó tal importancia que llegó a convertirse en el remedio soberano durante más de seiscientos años e incluso llegó a condicionar la localización de los medios urbanos y del trazado de las grandes vías de comercialización. Por aquel entonces se dota, a los países pertenecientes al imperio, de termas públicas, que servían tanto de lugares de encuentro para conversar sobre asuntos públicos y privados, como para curar determinadas dolencias.

Cabe precisar que dentro de la Península Ibérica, Galicia y el Norte de Portugal eran las regiones que, debido a la calidad de sus aguas, concentraban un mayor número de “Ciudades Aquae”, es decir, enclaves

de los que manaban aguas mine-romedicinales. En este caso, las ciudades reconocidas por aquel entonces, según Casal y González [6] eran: Aquae Celenae (Caldas de Reis), Aquae Querquennae (Baños de Bande), Aquae Originis (Riocaldo, Lobios) y Aquae Flavianaes (Chaves, Portugal).

En la época romana los balnearios estaban considerados como un lugar de reunión y de vida social, hecho que no ha quedado relegado únicamente a este período, sino que se ha extendido a lo largo del tiempo. Del mismo modo, esta práctica se vería influenciada por la situación política y social de cada momento.

Sin embargo, esta “edad de oro” del termalismo antiguo entra en declive en la Edad Media, donde la religión cristiana intenta erradicar la práctica balnearia por considerarla antimoral y relacionarla con rituales paganos [6]. El resurgir de la hidroterapia aparece en el siglo XVIII con la Ilustración y sus ideas científicas que se verá acentuado en el siglo XIX y XX, donde Marever y Corvillo [7] explican que la importancia económica de los balnearios, junto con el progresivo perfeccionamiento de los medios de transporte y los conocimientos médico-terapéuticos, provocaron el interés de la gran burguesía del siglo XIX en la construcción y explotación de los balnearios.

En la segunda mitad del S.XIX, tal y como afirma Rodríguez [8], surgen atractivas edificaciones, en zonas balnearias que se configuran en torno a grandes núcleos de población en los que vive la nueva burguesía industrial, además de en los lugares que cuentan con una parada de ferrocarril.

Finalmente cabe explicar que, a partir de 1990 hasta la actualidad, los balnearios se han reinventado, al ofrecer no sólo un sitio donde curar dolencias, sino un lugar de culto al cuerpo y relajación. A todo esto debe sumarse las importantes renovaciones e inversiones que han realizado los establecimientos en los últimos años, sobre todo en cuanto a acondicionamiento, tecnología y promoción se refiere. [9]

2 Objetivos y metodología

Después de la revisión bibliográfica pertinente se marca como objetivo general para esta comunicación, analizar la situación de los balnearios de Galicia, Norte de Portugal y Ecuador más representativos en el Medio Social Facebook, según el número de fans, con el fin de detectar posibles similitudes y diferencias entre ellos.

La selección de Facebook, en lugar de otras Redes Sociales, se debe principalmente a que se trata del Medio Social con mayor número de usuarios a nivel mundial y el más utilizado por los establecimientos termales de las regiones mencionadas.

Para efectuar el análisis *online* se emplea la herramienta de monitorización de Medios Sociales, Fanpage Karma, con el propósito de agilizar la recogida de datos en la Red Social Facebook.

El estudio que aquí se presenta tiene carácter exploratorio, descrito por Babbie [10] como aquellos que están indicados para casos en los cuales el problema está en fase preliminar, la temática en cuestión es nueva y los datos son difíciles de obtener.

Los balnearios seleccionados para el estudio, son los siguientes:

- Galicia: Balneario de Mondariz y Caldaria Balnearios.
- Norte de Portugal: Vidago Palace Hotel y Pedras Salgadas Spa & Nature Park.
- Ecuador: Termas de Papallacta y Monte Selva Hotel del Bienestar.

Es necesario aclarar que Caldaria Balnearios está integrado por tres establecimientos termales de la provincia de Ourense, los balnearios de Lobios, Laias y Arnoia, que realizan una promoción conjunta en Facebook a través de la página "Caldaria".

Se trata, por tanto, de un estudio comparativo de seis casos específicos y donde el análisis documental realizado a lo largo de las distintas páginas oficiales de Facebook de los balnearios seleccionados, ha sido la técnica elegida para la recogida de información.

Según Internet República [11], para analizar la página de un Medio Social es necesario que este análisis se efectúe, como mínimo durante 3 meses, para que los datos sean significativos. En este caso, la recogida de información ha tenido lugar entre los meses de febrero, marzo y abril de 2015.

Al tomar como base la propuesta de análisis de estudio de Fanpage Karma elaborada por Huertas, Setó y Míguez [12], se decide establecer un modelo de análisis propio y centrarse únicamente en las características particulares de cada balneario, así como el número de fans y *engagement* en Facebook.

Según Brodie, Ilic, Juric y Hollebeek [13] el *engagement* en la comunidad virtual de una marca,

recoge la interacción de experiencias entre consumidores y la marca y otros miembros de la comunidad. Para su cálculo, Cvijikj y Michahelles [14], Huertas, Setó y Míguez [12], Valerio, Herrera, Herrera y Rodríguez [15] emplean la siguiente fórmula:

$$\text{engagement} = \frac{[\text{likes} + \text{comentarios} + \text{post compartidos} / \text{N}^\circ \text{ fans}] \times 100}{1}$$

Explican Leung y Bai [16] que el hecho de involucrar a los fans de una página de Facebook o Twitter hace que vuelvan con más facilidad a la página de Redes Sociales del establecimiento, por lo que, presentar un elevado *engagement* indicará que la actividad en el Medio Social se desarrolla de forma adecuada, al involucrar a los miembros de la comunidad *online*. La finalidad de este indicador consiste en dar información sobre la interacción que una página mantiene con sus fans; es decir, representar el número de personas que comentan, indican que les gusta o comparten una de las publicaciones o eventos de la página.

En determinadas ocasiones existe una desviación importante entre el número de fans y el *engagement*, lo cual muestra una inadecuada gestión de la página, al entender que sus publicaciones no consiguen motivar la participación de la mayoría de sus fans.

Además, al incluir los datos relacionados con el *engagement* se alude tanto a la parte de actividad desarrollada por el balneario en los Medios Sociales, como a la Reputación *Online* que el establecimiento en cuestión posee precisamente en el medio *online*. Por eso, se estima que cuanto

mayor es la actividad de una empresa en las Redes Sociales mayor es la probabilidad de que su comunidad *online* interactúe y de este modo la reputación y el *engagement* puedan ser mayores.

3 Conclusiones

Conforme a los resultados aportados por Fanpage Karma se elabora el siguiente cuadro resumen con los datos de cada balneario.

Tabla 1: Resumen datos Facebook de los balnearios

Balnearios	Nº Fans	Engagement
Balneario de Mondariz	9.375	94,26
Caldaria Balnearios	4.729	56,96
Vidago Palace Hotel	20.719	34,39
Pedras Salgadas	10.738	11,51
Spa & Nature Park		
Termas de Papallacta	64.325	96,66
Monte Selva Hotel del Bienestar	11.722	28,160

Para comenzar con las conclusiones de este sucinto estudio exploratorio se comenta, en primer lugar, las similitudes y diferencias entre el turismo termal europeo, con los casos de los balnearios de Galicia y del Norte de Portugal, y por otro de América del Sur con los establecimientos termales de Ecuador.

En relación a las características de los balnearios en funcionamiento en el año 2015 de Galicia y del Norte de Portugal, se pueden establecer cuatro modelos de negocio termal: “establecimientos termales de la Belle Époque”, “establecimientos de termalismo clásico”, “establecimien-

tos termales actuales” y “establecimientos termales tradicionales”.

Los balnearios incluidos en el grupo de la “Belle Époque”, son aquellos balnearios históricos que han sido renovados en los últimos años, gestionados de forma privada, integrados bajo la figura de hotel-balneario y que cuentan con un perfil de termalista que posee un nivel adquisitivo medio/medio-alto interesado fundamentalmente en servicios de termalismo de bienestar. Estarían incluidos en este modelo los balnearios de Mondariz, Vidago Palace Hotel y Pedras Salgadas Spa & Nature Park.

Por otro lado, los “establecimientos de termalismo clásico” son balnearios históricos que no han realizado una remodelación muy significativa y que no poseen alojamiento propio, están destinados fundamentalmente a servicios de termalismo clásico y a personas de la zona en la que se ubica el establecimiento.

Finalmente se alude a las características de los “establecimientos termales actuales y los tradicionales”. Ambos guardan características similares, diferenciándose principalmente en que los primeros son empresas de nueva creación, edificados a partir de 1990 y más encaminados a la parte de servicios de belleza y bienestar. Sin embargo, los establecimientos tradicionales son balnearios histórico-renovados destinados principalmente a los servicios de termalismo clásico. Los balnearios de Caldaria estarían incluidos dentro de los “establecimientos termales actuales”.

Centrándose ahora en el caso ecuatoriano a priori puede indicarse

que, salvo casos excepcionales de empresas privadas como las seleccionadas para este estudio, en general el modelo de Turismo Termal de Ecuador se concreta en balnearios/termas públicas, que emplean alojamientos de la zona. Por establecer una similitud con casos específicos de Galicia, puede compararse el modelo de Ecuador con las Termas da Chavasqueira o de Outariz, situadas en la provincia de Ourense, cuya actividad no está regularizada como balneario, sino simplemente como las conocidas “pozas termales”.

Una vez destacadas, a nivel general, las peculiaridades termales de cada zona analizada conviene focalizarse en la situación particular de los balnearios seleccionados en Facebook.

En un primer análisis, al observar la tabla I, puede apreciarse como Termas de Papallacta, en Ecuador, es el establecimiento termal con más fans en el Medio Social Facebook, con un total de 64.325, una cifra muy elevada si se compara con el resto de balnearios. Como dato curioso y para visualizar la magnitud de personas que siguen a la página de Termas de Papallacta, se puede añadir que si se sumaran todos los fans de los balnearios de Galicia y del Norte de Portugal que se encuentran en funcionamiento en el año 2015, se obtendría un total de 88.749 personas, cifra que no dista mucho de lo alcanzado por el establecimiento ecuatoriano, de forma individual.

En segunda posición, aunque con un recuento mucho menor, se encuentra el balneario de la Belle

Época de termalismo portugués, Vidago Palace Hotel, con un total de 20.719 personas, seguido de Monte Selva Hotel del Bienestar y Pedras Salgadas Spa & Nature Park con 11.722 y 10.738 fans respectivamente.

En última posición están los balnearios de Galicia que, a pesar de ser los más representativos en esta Red Social de toda la Comunidad Autónoma, obtienen poca representatividad si se compara con el resto de establecimientos, con 9.375 fans el balneario de Mondariz y 4.729 Caldaria Balnearios.

Ahora bien, como se puntualizaba en el apartado de metodología, el número de fans puede no ser tan importante si la página no se gestiona de forma adecuada y no se busca la participación de la comunidad *online*.

El caso más llamativo se encuentra en el balneario portugués de Pedras Salgadas Spa & Nature Park, que con casi 11.000 fans es, de los establecimientos analizados, el que presenta una cifra de engagement más baja, lo cual indica que no se aprovechan al máximo todas las oportunidades que ofrece el Medio Social. Lo mismo ocurre con Monte Selva Hotel del Bienestar y Vidago Palace Hotel.

Sin embargo, en el caso de los balnearios gallegos, a pesar de ser los que cuentan con menos seguidores en Facebook, son los que alcanzan unas de las mejores cifras de *engagement*, sobre todo el Balneario de Mondariz.

Por último faltaría por destacar Termas de Papallacta que cuenta con el número más elevado tanto

de fans como de compromiso con su comunidad *online*, aunque se trate de una cifra más baja de lo esperado, al tener en cuenta su elevado número de seguidores.

Cabe concluir este estudio con la mención de que, a pesar de ser los Medios Sociales un canal reciente en materia de promoción turística, y más concretamente de Turismo Termal, existen balnearios, como los indicados, que cuentan con una gran repercusión en este medio y ello les permite alcanzar un número elevado de personas, a las que posiblemente no pudieran llegar por otros medios. No obstante, la actividad y situación en general que realizan los balnearios en los Medios Sociales puede mejorarse; por ejemplo, con medidas como la actualización del canal de forma habitual, el uso de información variada en las publicaciones, o la atención constante a su comunidad *online*.

4 Futuras líneas de investigación

Como se ha destacado en el apartado metodológico éste es un estudio exploratorio que da la posibilidad de avanzar en la situación de los establecimientos termales en los Medios Sociales. Las combinaciones que pueden realizarse en un estudio de esta temática, son muy variadas.

Como ejemplos de los estudios que podrían realizarse estaría el análisis de la situación de distintos destinos turísticos termales en los Medios Sociales. En este caso, Ourense como provincia termal o más concretamente la eurociudad de Galicia y Norte de Portugal,

Chaves-Verín, podrían ser comparadas con otras ciudades europeas históricas de renombre en el ámbito termal como Bath en Reino Unido, Baden-Baden en Alemania o Vichy en Francia; así como con otras zonas de la cordillera andina.

Por otro lado, si se cuenta con el apoyo de los establecimientos termales, podría ser interesante estudiar el perfil de los fans de Facebook o Twitter de los balnearios, para poder ser contrastados con su público real y establecer medidas para captar, a través de estos canales, distintos perfiles de clientes con el propósito de diversificar la clientela de los balnearios.

Referencias Bibliográficas

- [1] Altamirano, V. & Túñez, M. Contenidos digitales para la promoción y difusión turística de Iberoamérica. En *Contenidos innovadores en la universidad actual*, 61 – 72. Mc Graw Hill. España, 2014.
- [2] Armijos, T. & Armijos, Z. Macro Proyecto de Investigación: “Recuperación histórica del patrimonio cultural de salud en la región sur del Ecuador y el norte de Perú” (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad Nacional de Loja. Disponible en: <http://goo.gl/nUs9X5>.
- [3] Prieto, M. Los estudios sobre turismo en Ecuador. Espacios en disputa: el turismo en Ecuador, 9 – 28. Flacso. Ecuador, 2011.
- [4] Hoz, A. Entendiendo el turismo de salud: un análisis socio-demográfico. Escenarios: Empresa y Territorio, 2, pp. 37-54, 2013.
- [5] Ares, T. & Vila, M. *Guía de Balnearios e Fontes de Galicia*. Vigo: Galaxia, 1997.
- [6] Casal, R. & González, S. *Os Balnearios de Galicia. Orixe e desenvolvemento*. Santiago de Compostela: Servizo de Publicacións e Intercambio Científico Campus Vida, 2010.
- [7] Marever, F. & Corvillo, I. *Historia de la Sociedad Española de Hidrología Médica. Siglo XIX*. Publicaciones Universidad Complutense de Madrid, (2), 2006.
- [8] Rodríguez, J. Agua que aún mueve molino: aproximación a la historia balnearia. *Anales de Hidrología Médica*, 2, pp. 9-26, 2007.
- [9] Henn, M., Lopes, P., Gonçalves, J. & Fraiz, J. Turismo termal: Cambios conceptuales y Mercadológicos de los balnearios en España. *Turismo. Revista científica do programa de Pós-Graduação em Administração e Turismo*, 10 (3), pp. 415-434, 2008.
- [10] Babie, E. *The practice of social research*. USA: Thomson Wadsworth, 2007.
- [11] Internet República, *Estudio la Banca a Examen en las Redes Sociales*, 2012.
- [12] Huertas, A., Setó, D. & Miguez, M.I. Comunicación de Destinos Turísticos a través de las Redes Sociales. *Revista El Profesional de la Información*, vol 24 (1), pp.15-21, 2014.

- [13] Brodie, R., Ilic, A., Juric, B. & Hollebeek, L. Consumer engagement in a virtual brand community: An exploratory analysis. *Journal of Business Research*, vol 66 (1), pp. 105-114, 2011.
- [14] Cvijikj, I & Michahelles, F. Online Engagemet factors on Facebook Brand pages. *Springer Link*, vol 3, pp. 843-861, 2013.
- [15] Valerio, G., Herrera, N., Herrera, D. & Rodríguez, M. En Facebook el tamaño si importa. Engagement y el impacto de la longitud del mensaje en las fanpages de las universidades mexicanas. *Universidad Nacional Autónoma de México*, vol 15 (2), 2014.
- [16] Leung, X. & Bai, B. How Motivation, Opportunity, and Ability Impact Travelers' Social Media Involvement and Revisit Intention, *Journal of Travel & Tourism Marketing*, vol 30 (1-2), pp.58-77, 2013.

THE NATURAL MINERAL WATER OF UNHAIS DA SERRA AS COMPLEMENTARY THERAPY FOR LUMBAR SPONDYLARTHROSIS

M. I. Ferreira

Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal

A. J. Silva

Comissão de avaliação técnica no âmbito do termalismo da DGS, Covilhã, Portugal.

A. Almeida

Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal

Keywords: natural mineral water, lumbar spondylarthrosis.

Abstract

Introduction: Lumbar spondylarthrosis represents an important factor in disabling chronic pain and poor quality of life in the adult population and a devastating problem of Public Health for his remarkable social and medical costs. Balneotherapy with sulphurous water shows up as a complementary therapy, less toxic and traumatic. The number of studies assessing the effect of natural mineral waters in the treatment of chronic low back pain is relatively small and this type of treatment is still viewed with some scepticism by the scientific community.

Objective: Determine whether treatments with Unhais da Serra natural mineral water are effective in low back pain for spondylarthrosis.

Methodology: A descriptive, longitudinal, observational, uncontrolled prospective study was conducted. The 51 study par-

ticipants underwent 14 days of treatment with Unhais da Serra natural mineral water. Assessment criteria were: pain intensity (Visual Analogue Scale), quality of life (SF36v2), disability (ODIv2), absenteeism, acute outbreak, drug consumption. The evaluation was conducted in four distinct stages: the first day before, 14 days, 3 and 6 months after the spa treatment.

Results: The mean age of the sample was 60.53 years, 60.8% were female. The duration of illness was, on average, 7.35 years. There was a statistically significant improvement ($p < 0.05$) in pain intensity, quality of life, disability, absenteeism and drug consumption, 14 days, 3 and 6 months after treatment compared to baseline. There was no effect on the number of acute outbreak.

Conclusion: Treatment with natural mineral water of Unhais da Serra Spa, proved to be effective in selected patients with lumbar spondylarthrosis to short and medium term.

1 Introduction

1.1 Hidrotherapy

Hydrotherapy is one of the basic methods of treatment widely used in the system of natural medicine, which is also called as water therapy, aquatic therapy, pool therapy, and balneotherapy. Use of water in various forms and in various temperatures can produce different effects on different system of the body [1]. Balneotherapy has been defined recently as the use of natural mineral waters, natural peloids and mud, and natural sources of different gases for medical purposes such as prevention, treatment, and rehabilitation [2]. It can be administered at spas with a special resort environment and atmosphere or elsewhere [3]. It is an ancient, traditional treatment modality used in Europe and in other parts of the world [4, 5] for musculoskeletal [6], and many other disorders, usually chronic and often disabling, in addition to the usual pharmacological treatment. During the last 30 years, a number of controlled trials have demonstrated the efficacy of balneotherapy in treating certain diseases. The number of studies evaluating the effect of natural mineral water in the treatment of chronic low back pain is relatively small. However, the results are consistent and demonstrate its effectiveness, pointing to an improvement in the health status of patients [7-14]. Although the mechanism of the action of balneotherapy is still unclear, its efficacy appears confirmed by recent reviews [15, 16].

1.2 Spa in Portugal and Unhais da Serra

Portugal is rich in natural mineral water throughout the country, with highest incidence in the north and center. The earliest records of activity in Portugal date back to the city of Braga and the history of development of spa and the use of mineral water is associated with the Roman culture [17]. Unhais da Serra is a portuguese parish of the county Covilhã in the countryside (figure 1). The use of natural mineral water of Unhais da Serra for therapeutic purposes dates back to the century XVII. This is a very deep water circulation, originating in the highest mountain in Portugal, Serra da Estrela, classified as “weakly mineralized water, sweet, with alkaline reaction and from the point of view ionic, sodium bicarbonated, carbonated, fluoridated, with a “structure type” of sulphurous waters.” [18]. The therapeutic indications attributed to Unhais da Serra mineral water are: rheumatic and musculoskeletal, respiratory, circulatory and digestive system. [18]. Unhais da Serra Spa is open all year and is integrated into a hotel, the H2otel.



Figure 1: Localization of Unhais da Serra in Portugal

1.3 Lumbar Spondylarthrosis

Lumbar spondylarthrosis is a type of degenerative disease of the spine whose prevalence is around 80% in the general population [19]. Usually originates from a lesion, presenting as an acute episode, of which 70-90% of cases resolve within 2-4 weeks, followed by pain and various factors that lead to chronic state.

Chronic low back pain has a remarkable social and economic impact with very high direct and indirect costs [19, 20]. Reaching a part of the working-age population, chronic low back pain appears as one of the leading causes of absenteeism and significant productivity break, especially in industrialized countries [19]. In Portugal is 20-25% of consultations in general practice [22].

The quality of live (QoL) of an individual with chronic low back pain can be seriously affected [19]. One study found that 80% of all patients with osteoarthritis have shown limitations in their daily activities in the small tasks of daily routine, laser activities and work. [21].

Conservative treatment is based on the adapted regular exercise, postural advice, acquisition of ideal weight and drugs. They are used primarily analgesics and nonsteroidal anti-inflammatory drug (NSAID) and long-term muscle relaxants in case of muscular contracture [19, 23].

Thus, lumbar spondylarthrosis is an important factor in disabling chronic pain and lower QoL in the adult population, and a devastating public health problem for its remarkable social impact and medical costs.

The balneotherapy with sulphurous water shows up as a complementary therapy less toxic and traumatic that improves the clinical condition of the patient.

The main purpose of this investigation is to determine whether treatment with natural mineral water of Unhais da Serra is effective in lumbar spondylarthrosis.

2 Methodology

2.1 Patients

This study was carried out in the Spa of Unhais da Serra, Portugal. It was a descriptive, longitudinal, observational, uncontrolled prospective study. Population was the patients who attended Unhais da Serra Spa in 2010 and the data collection was done from January to July of the same year.

Adult patients were included in both sexes and any age, with lumbar osteoarthritis diagnosed by x-rays, with localized pain in the lower back region with or without sciatica, with at least 3 months of evolution. Exclusion criteria were: contraindication (immune deficiency, evolving cardiovascular conditions, cancer, infection) or intolerance to any aspect of spa treatment; spa treatment within the previous 6 months and those who do not accept participate in the study. A total of 51 patients complete the study, outpatients or hosted.

2.2 Intervention

It was requested collaboration of physicians working on Spa towards the identification of patients for the

study and accessed the clinical files of patients.

Daily treatment included: mineral hydrojet sessions at 37°C for 15 minutes, jet shower (unless in a crisis) at 39°C for 4 minutes or vicky massage shower at 39°C for 15 minutes and bertolhet's technique at 42°C for 12 minutes, daily. Assessments were carried out in four occasions: at the beginning (evaluation 0) and at the end of the treatment (evaluation 1), and 3 (evaluation 2) and 6 months (evaluation 3) after the treatment.

Assessment criteria were:

- Pain intensity: by Visual Analogue Scale (VAS) [24] where 0 means complete absence of pain and 10 the maximum tolerable level of pain.

- Quality of life: by Medical Outcomes Study 36 - Item Short Form v2 (SF36v2). The SF36 is a generic tool developed by Ware et al [25], built as a generic indicator of health status. It allows to evaluate the state QoL in general, not specifically focusing on an age group, disease or treatment. It is a questionnaire easy to administer and understand, self-report type. This questionnaire consists of 36 items grouped into 8 subscales or dimensions that assess different areas of health. It was used the Portuguese version of the scale [26, 27]. Higher values represent better QoL.

- Disability: by Disability Assessment by Oswestry Disability Index (ODIv2), developed to measure disability in people with back pain. It is a self-administered questionnaire, taking about 5 minutes to complete. It includes 10 sections that evaluate

various daily activities and the patient should answer the question in relation to the same day ("today"). Higher values represent worst function.

- Labor Absenteeism: was asked which the number of days that broke their labor activity or daily routine activity (eg. home or student) for reasons associated with the disease under study.

- Numbers of acute outbreaks: was defined as acute attack the need for doctor visits.

- Drug consumption: participants were asked about the number of units taken per week, on average, of the following drug classes: analgesics, NSAIDs, muscle relaxants. There has been no restriction on taking drugs during treatment or during follow-up period. Relatively to absenteeism, acute outbreaks and drug consumption, at the first evaluation it was asked about the period of 6 months before, and in follow up period about preliminary assessment.

2.3 Follow-up and data collection

At each visit, the patients filled in self-assessment. Before and after the treatment, tolerance and proper performance of the various treatments were checked by an independent physician. At 3 and 6 months these forms were completed at home and returned to the Spa by post.

2.4 Statistical methods

A descriptive and inferential analysis was performed. We use parametric tests when the normal condi-

tions and homogeneity of variances have occurred. To evaluate the effect of spa treatment at different times we appealed to the Student t parametric test for paired samples. Alternatively, we used non-parametric Wilcoxon test. For all tests concludes by rejecting the null hypothesis when the significance probability is less than or equal to 0.05. The missing values corresponded to <20% of the data and were replaced by the mean of the variable.

The whole procedure of data was performed using the 18.0 version of SPSS (Statistical Package for Social Sciences).

This study took account of the ethical principles relating to voluntary participation, anonymity and confidentiality of responses. All participants completed the free and informed consent.

3 Results

3.1 Statistical Sample characterization

Of participants, 31 were female and 20 male. Age was between 41 and 79 years and the mean age was 60.5 years with a standard deviation of 9.88. Predominated individuals of the 5th and 6th decades of life corresponding to 64.7% of the population. Disease duration ranged from 1 to 22 years and the average duration of 7.35.

3.2 Pain intensity

Table 1 presents statistics of scale assessment of pain intensity in the different stages of evaluation. Immediately before the treatment, participants had a mean pain intensity of

6, with standard deviation of 1.81. It is noted that the intensity of pain perceived by patients decreased significantly ($p < 0.05$) after the treatment, keeping for 6 months (the greatest decrease was observed at this point).

Table 1: Visual Analogue Scale

Evaluation	Mean	SD	Δ	P value
0	6	1,81		
1	4,78	1,78	-1,22	0,00#
2	4,63	1,68	-1,37	0,00#
3	4,39	1,4	-1,61	0,00#
# Wilcoxon test, Δ - varying means				

3.3 Quality of Life

The health status perceived by patients varied in the different moments of evaluation. For the analysis of table 2, there was an improvement in QoL over time. In fact, it is found that the patients had at the first evaluation an average of QoL 43.15 and 55.49 of evaluation 3. The change was positive at all times and higher gain QoL was found after 6 months (+12.34) of treatment. The results suggest that the in-crease in QoL perceived by patients is statistically significant when compared evaluation 0 with 1, 2 and 3 (for $p < 0.05$).

Table 2: Quality of Life

Evaluation	Mean	SD	Δ	P value
0	43,15	17,55		
1	52,06	13,85	+8,91	0,00#
2	53,72	13,48	+10,69	0,00#
3	55,49	12,00	+12,34	0,00#
# Student t test for paired samples, Δ - varying means				

3.4 Oswestry Disability Index

According to table 3, there was a statistically significant reduction in disability after the treatment keeping for 6 months. The greatest reduction was observed after 3 months of treatment.

Table 3: Oswestry Disability Index

Evaluation	Mean	SD	Δ	P value
0	41,59	19,58		
1	29,51	18,90	-12,08	0,00#
2	28,24	18,34	-13,35	0,00#
3	28,93	18,71	-12,66	0,00#
# Wilcoxon test, Δ - varying means				

3.5 Absenteeism Labor and acute outbreaks

In the 6 months before the treatment, patients missed an average of 4.22 days to their professional activities, and the maximum recorded was 15 days. There was a statistically significant decrease (p <0.05) within 6 months after the treatment (table 4).

For acute outbreaks, there is a slight non-significant increase (p = 0.74) after treatment (table 5).

Table 4: Absenteeism

Evaluation	Mean	SD	Δ	P value
-6 months	4,22	3,78		
+6 months	3,46	3,41	-0,76	0,02#
# Wilcoxon test, Δ - varying means				

Table 5: Acute outbreaks

Evaluation	Mean	SD	Δ	P value
-6 months	1,53	1,25		
+6 months	1,59	1,66	0,06	0,74#
# Wilcoxon test, Δ - varying means				

3.5 Drug consumption

The class of drugs most consumed among patients was NSAIDs followed by analgesics. The weekly consumption of the three classes of drugs studied decreased significantly (p <0.05) when comparing the evaluation 1, 2, 3 with evaluation 0. Therefore, this decrease continued until 6 months after treatment (table 6). The greatest reduction occurred up to 14 days for analgesics and at 3 months to NSAIDs and muscle relaxants.

Table 6. Analgesics weekly consumption

Evaluation	Mean	SD	Δ	P value
0	4,34	2,90		
1	2,10	1,69	-2,24	0,00#
2	2,14	1,77	-2,20	0,00#
3	2,41	1,63	-1,93	0,00#
# Wilcoxon test, Δ - varying means				

Table 7. NSAIDs weekly consumption

Evaluation	Mean	SD	Δ	P value
0	4,69	3,35		
1	1,96	1,93	-2,73	0,00#
2	1,90	1,91	-2,79	0,00#
3	2,29	2,05	-2,40	0,00#
# Wilcoxon test, Δ - varying means				

Table 8. Muscle relaxants weekly consumption

Evaluation	Mean	SD	Δ	P value
0	2,98	2,25		
1	1,62	1,43	-1,46	0,00#
2	1,47	1,27	-1,51	0,00#
3	1,53	1,46	-1,45	0,00#
# Wilcoxon test, Δ - varying means				

4 Conclusion

In carrying out this research we are faced with some limitations. The sample was obtained for reasons of convenience and economic constraints of time and the questionnaire proved to be a bit long. The existence of a control group would have been ideal and perhaps this has been the main limitation of this investigation, together with the sample size.

This investigation showed that 14 days of treatment with the natural mineral water of Unhais da Serra reduced the pain, disability and drug consumption, improved QOL, not influencing the number of acute episodes presented by patients with. All the beneficial effects observed in the short and medium term (6 months). Thus, treatment with this mineral water appeared to be an effective additional therapeutic modality in lumbar spondylarthrosis patients. By the huge socio-economic impact of the disease under study and other musculoskeletal disorders, acquaint patients and their physicians with this treatment seems justified and useful. Additionally the spa is the ideal place to allow the patient position yourself as coactor of his health. This preventive approach calls for therapeutic patient education, practice going to be defended in modern times. This was another modest contribution showing some of the potential of mineral water of Unhais da Serra Spa.

Acknowledgments

We would like to thank the professionals of the Serra Unhais Spa,

for their help and availability and all patients who participated in the study, without which the realization of this research would not have been possible.

References

- [1] Fleming, S.A., Gutknecht, N.C. Gutknecht. Naturopathy and the Primary Care Practice. *Prim Care*.2010;37:119-36.
- [2] Gutenbrunner, C., Bender, T., Cantista, P., Karagülle, Z. A proposal for a worldwide definition of health resort medicine, balneology, medical hydrology and climatology. *Int J Biometeorol*. 2010 Sep; 54(5):495-507.
- [3] Bender, T., Karagülle, Z., Bálint, G.P., Gutenbrunner, C., Bálint, P.V., Sukenik, S. Hydrotherapy, balneotherapy, and spa treatment in pain management. *Rheumatol Int*. 2005 Apr; 25(3):220-4. [4] Bálint, G., Bender, T., Szabó, E. Spa treatment in arthritis. *J Rheumatol*. 1993 Sep; 20(9):1623-5. [5] Konrad K.The way forward for balneotherapy. *Br J Rheumatol*. 1994 Mar; 33(3):301
- [6] Kamioka, H., Tsutani, K.Okuizumi, H., Mutoh, Y., Ohta, M., Handa, S., Okada, S., Kitayuguchi, J., Kamada, M., Shiozawa, N., Honda, T. Effectiveness of aquatic exercise and balneotherapy: a summary of systematic reviews based on randomized controlled trials of

- water immersion therapies. *J Epidemiol.* 2010; 20(1):2-12
- [7] Pittler, M.H., Karagulle, M.Z., Karagulle M., Ernst E. Spa therapy and balneotherapy for treating low back pain: meta-analysis of randomized trials. *Rheum* 2006 Jan;45(7):880-4.
- [8] Gaal, J., Varga, J., Szekanecz, Z. *et al.* Balneotherapy in elderly patients: effect on pain from degenerative knee and spine conditions and on quality of life. *Isr Med Assoc J* 2008;10(5):365-9.
- [9] Konrad, K., Tatrai, T., Hunka, A., Vereckei, E., Korondi, I. Controlled trial of balneotherapy in treatment of low back pain. *Ann Rheum Dis* 1992;51(6):820-2.
- [10] Guillemin, F., Constant, F., Collin, J.F., Boulanger, M. Short and long-term effect of spa therapy in chronic low back pain. *Br J Rheumatol* 1994;33:148-52.
- [11] Constant, F., Collin, J.F., Guillemin, F., Boulange, M. Effectiveness of spa therapy in chronic low back pain: a randomized clinical trial. *J Rheumatol* 1995;22:1315-20.
- [12] Constant, F., Guillemin, F., Collin, J.F., Boulange, M. Use of spa therapy to improve the quality of life of chronic low back pain patients. *Med Care* 1998;36:1309-1314.
- [13] Balogh, Z., Ördögh, J., Gász, A., Németh, L., Bender, T. Effectiveness of balneotherapy in chronic low back pain – a randomized single blind controlled follow-up study. *Forsch Komplementarmed und Klass Naturheilkd* 2005;12:196-201.
- [14] Fioravanti, A., Valenti, M., Altobelli, E., Di Orio, F., Nappi, G., Crisanti, A. *et al.* Clinical efficacy and cost-effectiveness evidence of spa therapy in osteoarthritis. The results of the “Naiade” Italian Project. *Panminerva Med* 2003;45:211-17.
- [15] Harzy, T., Ghani, N., Akasbi, N., Bono, W., Nejjari, C. Short- and long-term therapeutic effects of thermal mineral waters in knee osteoarthritis: a systematic review of randomized controlled trials. *Clin Rheumatol.* 2009 May; 28(5):501-7.
- [16] Falagas, M.E., Zarkadoulia, E., Rafailidis, P.I. The therapeutic effect of balneotherapy: evaluation of the evidence from randomised controlled trials. *Int J Clin Pract.* 2009 Jul; 63(7):1068-84.
- [17] Quintela, M.M. Banhos que curam: práticas termais em Portugal e no Brasil. *Etnografia* 2003;1:171-185.
- [18] Associação Termas de Portugal. 2011. Available on: URL: <http://www.termasdeportugal.pt/>
- [19] Direcção-Geral da Saúde. Programa Nacional Contra as Doenças Reumáticas. Circular normativa nº12. 2004. Available on: URL:<http://www.dgs.pt/upload/membro.id/ficheiros/i006345.pdf>.

- [20] Buckwalter, J.A., Saltzman, C., Brown T. The impact of osteoarthritis: implications for research. *Clin Orthop Relat Res* 2004;427:S6-15.
- [21] Fautrel, B., Hilliquin, P., Rozenberg, S., Allaert, F.A., Coste, P., Leclere, A., *et al.* Impact of osteoarthritis: results of nationwide survey of 10,000 patients consulting for OA. *Joint Bone Spine* 2005;72:235-40
- [22] Coelho, P.C., Matos, M.L. Doenças reumáticas nos cuidados de saúde primários. Qual a sua importância? *Acta Reuma Port* 1997;22:9.
- [23] Chou, R., Huffman, L.H. Nonpharmacologic therapies for acute and chronic low back pain: a review of the evidence for an american pain society/american college of physicians clinical practice guideline. *Ann Intern Med* 2007;147:492-504.
- [24] Huskisson, E.C. Measurement of pain. *The Lancet* 1974;9(2):1127-1131
- [25] Ware, J.E., Snow, K.K., Kosinski, M., Gandek B. SF-36® Health survey manual and interpretation guide. Boston: New England Medical Center, The health institute; 1993.
- [26] Ferreira, P. Criação da versão portuguesa do MOS SF-36, parte I - adaptação cultural e linguística. *Acta Med Port* 2000;13:55-66.
- [27] Ferreira, P. Criação da versão portuguesa do MOS SF-36, parte II - testes de validação. *Acta Med Port* 2000;13:119-127.

DERMATOLOGICAL POTENTIAL OF THERMO-MINERAL WATERS FROM BEIRA INTERIOR REGION, PORTUGAL

P. Coutinho, M. P. Ribeiro, A. R.T.S. Araujo

Health School of Institute Polytechnic of Guarda / Unit for the Inland Development (UDI/IPG), Guarda, Portugal.

Keywords: skin, thermo-mineral water, chemical composition, Beira Interior, Portugal.

Abstract

Hydrothermal features in Portugal have been used since ancient times for therapeutic purposes that are mainly distributed in north and central region, being Beira Interior, located in central region, is characterized by eight spas. As for Portuguese thermo-mineral waters there are scarce studies about the characterization of its relation with the beneficial effects on human health. In last decade there is a renewing interest about thermalism and innovation, mainly on the evidence practice based in this area.

One of the most important factors that support the therapeutic effect of mineral medicinal waters is the physico-chemical composition. A physico-chemical categorization of these eight thermal waters was carried out in order to undertake an statistical analysis of the correlation of the physico-chemical classification and its therapeutic indication. According to this, data from these eight thermal waters were collected and submitted to Principal Component Analysis (PCA) and partial least squared (PLS) that clustered the selected thermal

waters in 4 groups, regarding to their chemical composition, and correlated with the therapeutic indication.

1 Introduction

Portugal is one of the richest European countries in terms of thermal waters [1], where thermal spa treatment comprises the use of natural mineral water and other complementary means in therapy, rehabilitation and prevention of a number of diseases as well as in the promotion of well-being (Decreto-Lei nº142/2004). The use of these waters for therapeutic purposes, also known as mineral-medicinal water, is based on the physico-chemical composition of these waters. Most Portuguese thermal waters are described as weakly mineralized, sulphurous, bicarbonate or chlorinate and sodium-type waters, and are mainly distributed in northern and central region. In the region of the Beira Interior of Portugal, eight thermal spas offer distinct therapeutic indications approved by the national health authority (Direção Geral da Saúde), but were not totally characterized [2].

2 Material and methods

A physico-chemical categorization of these eight thermal waters was carried out in order to undertake an analysis of the correlation of the physico-chemical classification and the therapeutic indication.

The role of dominant components in those waters was carefully assessed and putative correlations to specific therapeutic orientations were investigated by multivariate analysis. Principal Component Analysis (PCA) [3] and Clusters Analysis [4] were performed in order to evaluate the similitudes and differences between the physico-chemical composition as previously described for monitoring of water properties and interpretation of hydrogeochemical data [5] and then submitted to cluster analysis.

3 Results and Discussion

Our analysis highlighted that some of the studied waters have compositional and physico-chemical properties that partially explain their therapeutic qualities for dermatological applications, such as in the Termas do Cró and Monfortinho Spa.

Monfortinho thermal water is an oligomineral water whose main components are bicarbonate, sodium and silica, which together represent more than 50% of their total mineralization and confer the potential for dermatologic effect. The Cró thermal water is a medium mineral water, containing several mineral salts that give this water its peculiar chemical composition. Analysing the physico-chemical composition of these thermal waters

in detail, a relationship between its composition and the dermatological therapeutic effect can be established since they are sulphurous waters, rich in silica and in certain cations with important functions for the skin (K⁺, Na⁺ and Ca²⁺) (Figure 1).

Table 1 describes some effects of the chemical elements present in thermal waters, namely sulfur, silica, sodium, calcium and potassium, on the skin.

Table 1: Effects on the skin of some chemical elements present in thermal waters (adapted from [6]).

Chemical element	Skin effects
Sulfur	Cellular regenerator. Keratoplastic or keratolytic (depending on the dose). Antioxidant. Antibacterial. Antifungal.
Silica	Involved in the synthesis of collagen and elastin. Participates in cellular metabolism. Abrasive in psoriatic plaques. Emollient effect.
Sodium	Participates in the fluid balance of tissues.
Calcium	Regulates cell division, acting on the calmodulin and on the binding protein of retinoic acid. Catalyzes the activity of enzymes of differentiation: transglutaminase, phospholipase and protease. Regulates the permeability of cell membranes. Regulates the proliferation and differentiation of keratinocytes.
Potassium	Involved in the synthesis of nucleic acids and proteins. Participates in cellular energy production.

Results from PCA, in compliance with cluster analysis shows that the dermatologic therapeutic indications invoked by the presence of sulfur, silica and different cations, such as sodium, calcium and potassium are partially justified. Also, from this analysis, is highlighted that thermal waters of the Beira Interior region of Portugal have its own physico-chemical behavior, which significantly influences the therapeutic vocations attributed to them.

peloids maturation. Environmental Earth Sciences, 73(6), 2843-2862.

- [6] Faílde, R. M., & Mosqueira, L. M. (2006). Afecciones dermatológicas y cosmética dermo-termal. TÉCNICAS Y TECNOLOGÍAS EN HIDROLOGÍA MÉDICA E HIDROTERAPIA, 175-179.

MEJORA DE CALIDAD DE VIDA EN PACIENTES CON PATOLOGÍA VENOSA, TRATADOS PROTOCOLIZADAMENTE CON PELOIDES NATURALES ANTIOXIDANTES COMO COADYUVANTES VASCULARES

A. Hernández Torres

Fundación para la Investigación e Innovación en Hidrología Médica y Balneoterapia "BÍLBILIS". Calatayud (Zaragoza) – Madrid, España.

M. P. García-Pellicer

Centro Clínico "Punto Vital". (Zaragoza). Fundación "BÍLBILIS" para la Investigación e Innovación en Hidrología Médica y Balneoterapia. Calatayud (Zaragoza) - Madrid, España.

F. Modrego Aznar

Fundación "BÍLBILIS" para la Investigación e Innovación en Hidrología Médica y Balneoterapia. Calatayud (Zaragoza) - Madrid, España.

Palabras clave: Insuficiencia venosa, peloterapia, Agua Mineromedicinal sulfurada, calidad de vida

Keywords: Veins pathology, pelotherapy, Sulphurous Mineral Water, life quality

Resumen

Introducción: La insuficiencia venosa crónica (IVC), por su cronicidad y baja respuesta al tratamiento precisa la atención de diversas especialidades médicas. Pacientes demandan mejora Calidad de Vida (CdV), que disminuya síntomas y desaparición de signos antiestéticos vasculares.

La Aplicación protocolizada de Peloides Naturales Antioxidantes-(PNA), traslada las ventajas terapéuticas de las Aguas Mineromedicinales Sulfuradas ricas en H₂S (AMmS) a consulta médica con igual eficacia y efectividad, que utilizándose originalmente, evitando desplazamientos.

Objetivo: Valorar la eficacia-efectividad y CdV en pacientes afectas de IVC, tratadas mediante Peloterapia.

Material-Método: Estudio prospectivo en pacientes con sintomatología de IVC, clasificadas clínicamente según CEAP, (severidad - enfermedad) (Venous Severity - Scoring - System - VSSS) (Venous - Clinical - Severity-Score - VCSS), tratadas exclusivamente con 4 sesiones/20'/2 semanas de Peloides Naturales Antioxidantes macerados con AMmS (Peloides Naturales®), previos criterios de inclusión. Tratadas anteriormente con flebotónicos, medias de compresión etc. Aplicación del cuestionario internacional CIVIQ (calidad-de-vida-

CVRS) específico para personas con IVC. Recogida previa al tratamiento de datos epidemiológicos y antropométricos (peso-talla), antecedentes familiares, factores de riesgo. Encuesta sobre signos o síntomas de enfermedad.-Examen físico, clasificación clínica CEAP.

Resultados:

12 mujeres, edad media 53 años (30-75). 63% sobrepeso-obesidad (IMC>25),-con antecedentes familiares de EVC (menos una). 63% embarazos. 45% siguieron tratamiento hormonal (anticonceptivo o terapia hormonal sustitutiva, tras menopausia).55% sin estreñimiento. Ninguna usa faja o prendas apretadas habitualmente. Bipedestación diaria: 60%. Síntomas más frecuentes: dolor, pesadez, cansancio, hinchazón, calor, piel seca, venitas tobillo, varices. CEAP independiente para cada pierna, Escala de gravedad clínica (VCSS) de 6 (rango 4-9). Cuestionario CIVIQ (20 preguntas), previo tratamiento de 70.34. Menor puntuación en Dolor (48,36) mayor en Psicológica (80.30). Dimensiones física/social tienen puntuaciones similares (69.89/69.70). Tras tratamiento peloideo, puntuación global de CdV es de 86.48 (diferencia de 16.14 puntos), Dolor postratamiento (79.55), (diferencia de 30.38). Dimensión psicológica varía menos (8.33) (puntuación final 88.64). Existe mejora del aspecto y aclaramiento de la extremidad con atenuación de telangiectasias, (no desaparecen). Disminuye edema. Todas refieren mejora sintomática, siendo más intensa en las de

mayor severidad sintomatológica. Sin efectos adversos salvo en un caso con múltiples antecedentes alérgicos.

Conclusiones:

1º Peloterapia Antioxidante es una herramienta terapéutica efectiva y eficiente para el tratamiento de la IVC, con mejoría clínica, estética y calidad de vida (dolor).

2º Su utilización en la consulta de Geriatria supone un valor añadido a la aplicación de otros tratamientos relacionados.

3º Aplicación monoterápica con síntomas relacionados limitantes y coadyuvante en afectación estética.

4º Para observar modificaciones en el trofismo de la piel y despigmentación cutánea, necesario ampliar el tiempo de aplicación 6 meses.

5º La educación del paciente, en relación a su enfermedad es esencial para obtener mejores resultados.

Introducción

Existen patologías que por sus características de cronicidad y de baja respuesta al tratamiento precisan la atención de diversas especialidades médicas. Éste es el caso de la insuficiencia venosa crónica en la que los pacientes demandan del médico, además de una mejora de la Calidad de Vida a través de una disminución de sus síntomas, la desaparición de los signos antiestéticos que, manifestándose en la piel, son objeto de demanda en el ámbito de la Medicina Estética.

La Hidrología Médica ofrece a la Medicina Estética un producto, el Peloide, con el cual es capaz de trasladar las ventajas terapéuticas de las aguas mineromedicinales a la consulta del médico estético, sin tener que desplazar al paciente a la estación termal para la aplicación del tratamiento.

El estudio quiere demostrar que con la aplicación de peloides de forma protocolizada en una clínica de medicina estética, se pueden mejorar tanto la Calidad de Vida, como las alteraciones estéticas.

Epidemiología de la enfermedad

La Insuficiencia Venosa Crónica (IVC) es una enfermedad que presenta una elevada prevalencia y a la que se destinan importantes recursos asistenciales en nuestro país. Es considerada la más frecuente de las enfermedades vasculares de las extremidades inferiores, pudiendo afectar al sistema venoso profundo, al sistema venoso superficial o ambos.

Los Registros de Actividad de la Sociedad Española de Angiología y Cirugía Vascular indican un progresivo incremento interanual en las intervenciones quirúrgicas sobre las varices en España: en el año 2004 se intervinieron 12.639 pacientes y en el 2007, 23.637, lo que significa un incremento del 87% en los últimos 3 años (1)

La insuficiencia venosa superficial, por su etiología, se clasifica en primaria y secundaria (esta última posterior a trombosis venosa profunda). La primera es responsable del 80% de las várices y se caracteriza por cambios estructurales en las venas superficiales de las extremidades inferiores; radicando su potencial gravedad en las complicaciones que puede generar durante su evolución como dermatitis, úlceras, trombosis de repetición, infecciones de la piel, etc. (2)

En relación a la etiopatogenia, en el 70 % de los casos existe una predisposición familiar. El sexo femenino por la carga hormonal, el embarazo y la contracepción hormonal presenta una mayor predisposición a padecer la enfermedad. La edad es un factor de riesgo independiente. (3)

Otros factores a tener en cuenta son la obesidad, las características del puesto de trabajo o las condiciones climáticas.(4)

Existe una importante variabilidad en relación a la percepción del paciente de la enfermedad, lo que dificulta el tratamiento. Un paciente con una patología grave puede estar asintomático aunque presente signos clínicos de severidad y a la inversa. Además la demanda social no sólo se dirige hacia la curación sino también

a mejorar las cotas de confortabilidad, o dicho de otra forma, incrementar los niveles de calidad de vida.

Clasificación de la patología venosa y de la severidad.

Se han utilizado diferentes clasificaciones de la patología venosa debido a su amplio espectro de presentación clínica. La clasificación de Widmer (1957) fue la primera que cubría todos los trastornos venosos crónicos y ha sido utilizada ampliamente. Clasificaba las varices en telangiectasias, varices reticulares y varices tronculares y la insuficiencia venosa crónica en 3 clases atendiendo a las varices y las alteraciones cutáneas. En 1994 el American Venous Forum realizó un documento de consenso (CEAP) para la clasificación y graduación de la insuficiencia venosa crónica basado en las manifestaciones clínicas (C), factores etiológicos (E), anatómicos (A) y fisiopatológicos (P).⁽⁵⁾ Ha sido objeto de varias revisiones ⁽⁶⁾ y actualmente es la más usada y la recomendada por la Sociedad Española de Angiología y Cirugía Vasculat (7).

A pesar de estar validada en varios países presenta limitaciones y resulta compleja en su versión elaborada debido a los diferentes subgrupos existentes. Además obliga, al menos, a realizar doppler puesto que se debe localizar la vena afectada y definir si existe reflujo, obstrucción o ambos.

En la revisión de 2004 se aconseja utilizar además escalas de gravedad clínica sobre todo para evaluar los resultados del tratamiento. La más utilizada es el Venous Severity Scoring que ha demostrado

una buena reproductibilidad y correlación clínica con el parámetro C de la CEAP. ⁽⁸⁾

Sin embargo, estas escalas resultan menos útiles en los casos de menor gravedad (C0-C2), por lo que algunos autores aconsejan crear escalas que valoren el perjuicio estético y una cuantificación subjetiva de los signos y síntomas, incorporando herramientas de medición de calidad de vida ⁽⁹⁾.

Justificación

El tratamiento de la Insuficiencia venosa periférica, tanto por su cronicidad como por su resistencia a tratamientos convencionales interesa a varias disciplinas, entre las que se encuentran la Medicina Estética y la Hidrología Médica.

La peloterapia (utilización terapéutica de aguas minero medicinales sulfuradas maceradas y controladas durante un determinado período de tiempo) es una técnica de la Hidrología que no exige el tratamiento en el balneario y puede ser utilizada en la Medicina Estética dada la enorme eficiencia que ha demostrado en patologías susceptibles de tratamiento en esta disciplina.

La aplicación de peloides y en general de técnicas de hidroterapia en patologías del sistema venoso periférico es común en países como Francia, Italia y Alemania, con amplia cultura de utilización de la balneoterapia. Existen estudios que demuestran que la utilización de la balneoterapia mejora de forma significativa tanto los signos clínicos (mejora de las lesiones cutáneas debido a trastornos tróficos de la piel) como

los parámetros relacionados con la calidad de vida y la sintomatología de los pacientes afectos de Insuficiencia venosa crónica. (10)

Se han realizado estudios de eficacia y de efectividad en balneoterapia, pero no existe ninguno que relacione la utilización de peloides en medicina estética con la mejora de la calidad de vida y con resultados estéticos.

Objetivo Principal

Demostrar que la Peloterapia en general, y en particular la realizada con Peloides Naturales Antioxidantes, es efectiva en la mejora clínica, estética y de la calidad de vida de los pacientes afectos de insuficiencia venosa crónica.

Materiales y Método

Nuestro equipo ha desarrollado un estudio prospectivo, en pacientes con sintomatología de trastorno venoso crónico, catalogados clínicamente según la CEAP, a los que se les ha aplicado este tipo de tratamiento

Pacientes. Criterios de inclusión

1.- Pacientes que acuden al Centro Médico Punto Vital para realizar algún tipo de tratamiento y presentan síntomas de patología venosa de los miembros inferiores

2.- Pacientes que no presentan soluciones de continuidad en el área de aplicación, en el momento de la aplicación del peloides

Muestra Poblacional:

Se seleccionó un grupo de 12 pacientes, con edades comprendidas entre los 30 y los 75 años siendo todos ellos de sexo femenino

Todos los pacientes, en algún momento de su vida, habían seguido tratamiento con flebotónicos, medias de compresión u otros, pero, durante el tiempo de intervención del estudio, no recibieron ningún otro tipo de tratamiento.

Los pacientes recibieron 4 sesiones de 20 minutos de peloterapia en un plazo de 2 semanas con Peloides naturales antioxidantes menta/verde macerados con agua mineral medicinal del manantial Platea, en Calatayud (Zaragoza).

Materiales:

1.- 75 a 150 mg de peloides antioxidante natural, de tres meses de maceración mínima.

2.- Escala CEAP. Es un excelente esquema de clasificación, particularmente sus clases clínicas nominadas C1-C6, para representar la variación en la severidad de la enfermedad venosa. Sin embargo, el carácter estático de sus componentes la invalida o no la hace la más adecuada como herramienta de medida para comparar la efectividad de los tratamientos aplicados sobre todo aquellos menos intervencionistas. (11) Para ello, los expertos en la materia, han desarrollado el venous severity scoring system (VSSS) basado en la CEAP.

3.- Como escala de gravedad clínica se utilizaron 2 de las partes del VSS (Venous Severity Scoring): El VCSS (Venous Clinical Severity Score) gradúa 9 características clínicas entre 0 (ausente) y 3 (grave), con unos criterios concretos de inclusión en cada una de las clases. Valora el dolor, las venas varicosas, el edema,

la pigmentación cutánea, la inflamación, la induración las úlceras y su duración y el tratamiento compresivo.

El VDS (Venous Disability Score) gradúa la incapacidad funcional en 0 (asintomático), 1 (sintomático pero puede dedicarse a las actividades habituales sin tratamiento compresivo), 2 (puede dedicarse a las actividades habituales pero con tratamiento compresivo y/o elevación de los miembros) y 3 (incapaz de dedicarse a sus actividades habituales a pesar del tratamiento compresivo y/o elevación de los miembros inferiores). (12)(13)(14)

3.-CIVIQ: Es el primer cuestionario internacional de medición de calidad de vida (CVRS) específico para personas con enfermedad venosa crónica (EVC). Diseñado en 1996 por Launois y cols (Paris,Francia). En 2001 se tradujo a 11 idiomas y se ha validado en 18 países mediante un estudio multicéntrico internacional con un total de 4.048 pacientes adultos. La evaluación psicométrica demostró que el CIVIQ es una escala sensible, válida, confiable y estable. Está validada al Español. (15)

Este cuestionario es autoadministrado. El tiempo para responder a este instrumento es de unos 5 minutos. Consta de 20 preguntas que valoran 4 dimensiones: dolor, social, física y psicológica y la respuesta a cada una de ellas se gradúa de 1 a 5.(16)

Método

Antes de iniciar el tratamiento, se recogieron datos antropométricos (peso y talla), antecedentes

familiares de enfermedad venosa y antecedentes personales de factores de riesgo (tratamientos hormonales, embarazo, traumatismos, estreñimiento, uso de fajas, tiempo de permanencia en bipedestación en el trabajo, tabaquismo)

Se les preguntó por 22 signos o síntomas de enfermedad venosa (dolor, ardor, pesadez, cansancio, tirantez, prurito, hinchazón, vasitos, alteración de la pigmentación, varicorragia, varices, ulcera, tensión, calor, quemazón, hormigueo, calambres, eritema, piel seca, descamación, venitas en el tobillo, tromboflebitis y entumecimiento) debiendo valorar la intensidad de cada uno de ellos durante las 4 semanas previas entre 1 (nunca) y 5 (siempre) para cada una de las extremidades.

En el examen físico se registraron 10 variables: Telangiectasias, varices reticulares, varices, edema, lipodermatoesclerosis, corona flebectásica, dermatitis ocre, atrofia blanca, eccema, ulcera, tromboflebitis e hipodermatitis.

En base ello se les clasificó según la escala C (clínica) de la clasificación CEAP:

C0: sin signo visible o palpable de enfermedad venosa

C1: telangiectasias o venas reticulares

C2: venas varicosas (diámetro mayor o igual a 3 mm.)

C3: edema

C4: alteraciones cutáneas o de tejido celular subcutáneo

C4a: pigmentación y/o edema venoso

C4b: celulitis indurada y/o atrofia blanca

C5: úlcera cicatrizada
C6: úlcera no cicatrizada

Se aplicó el VSC para clasificarlos según la gravedad

La Calidad de Vida se ha ponderado mediante la administración del cuestionario CIVIQ, que se ha realizado en dos momentos del estudio, una al inicio del mismo y otra tras finalizar el tratamiento.

Resultados

Todos los pacientes estudiados son mujeres, con una media de edad de 53 años (siendo el rango 30-75). La mayoría de ellas (63%) con sobrepeso u obesidad (IMC>25).

Todas menos una tienen antecedentes familiares de enfermedad venosa crónica al menos en la madre y en otros familiares, casi siempre mujeres (hermanas, abuelas o tías).

El 63% han tenido embarazos y el 45% han seguido tratamiento hormonal como anticonceptivo o como terapia hormonal sustitutiva tras la menopausia.

La mitad de ellas 55% refieren no sufrir estreñimiento nunca o casi nunca. Y ninguna de ellas dice haber usado fajas u otras prendas apretadas de manera habitual.

La media del tiempo que permanecen en bipedestación a lo largo del día es casi el 60%.

Los síntomas referidos como más frecuentes por las pacientes son: dolor, pesadez, cansancio, hinchazón, calor y piel seca. (Gráfica 1). Todas ellas dicen tener vasitos y venitas en el tobillo y varices.

La clasificación clínica de la CEAP se ha realizado de manera independiente para cada pierna, tomando

el valor mayor en cada paciente. Así 3 pacientes corresponderían a una clase C1, 2 pacientes a una clase C2, 3 pacientes a una clase C3 y 3 pacientes a clase C4a. Todas ellas sintomáticas.

La escala de gravedad clínica (VCSS) da una puntuación media de 6 con un rango entre 4 y 9.

La valoración de la calidad de vida mediante cuestionario CIVIQ de 20 preguntas antes de iniciar el tratamiento da una puntuación global de 70.34. La menor puntuación corresponde a la dimensión Dolor (48,36) y la mayor a la Psicológica (80,30). La dimensión física y la social tienen puntuaciones muy similares (69,89 y 69,70 respectivamente). (gráfica 2)

Tras el tratamiento con peloides la puntuación global de calidad de vida es de 86,48 (diferencia de 16,14 puntos), siendo la dimensión que más varía el dolor (puntuación tras tratamiento de 79,55, siendo la diferencia de 30,38). La dimensión psicológica es la que menos ha variado (8,33) siendo la puntuación final de 88,64. (gráfica 3, tabla 1) En relación con la escala CEAP, no existen diferencias significativas tras el tratamiento. Si existe una mejora en el aspecto de la extremidad debido a un aclaramiento de la misma y la atenuación de las telangiectasias que no desaparecen. Disminuye el edema, aunque no existe una desaparición del mismo por lo que no cambia el estadio de la clasificación. Todas refieren mejora sintomática, siendo ésta más intensa en las que tenían mayor severidad en los síntomas. Efectos adversos

Sólo en un caso tuvo que suspender el tratamiento por presentar unas horas después de la segunda aplicación de peloides una

reacción eritematosa muy pruriginosa en las extremidades que precisó tratamiento con antihistamínicos. Se trata de una paciente con antecedente de múltiples “alergias” sin filiar.

Discusión

La prevalencia de la IVC se cifra entre el 10 y el 40% según diferentes estudios. En España el estudio Detect-IV pretendía conocer cuál era el grado de incidencia en la asistencia de la IVC en AP para lo que se llevó a cabo un estudio epidemiológico, longitudinal, realizado en los Centros de Salud, en el que participaron 1.068 médicos de AP en 16 Comunidades Autónomas, coordinados por 20 especialistas en Angiología y Cirugía Vascolar, mediante un cuestionario con anamnesis espontánea y dirigida, exploración física e indicaciones terapéuticas. Para ello, sin ninguna selección previa o tipo de filtro, se estudiaron a 20 pacientes consecutivos que acudieron a la consulta del médico de AP, por cualquier causa, en unos días determinados. Se recogieron 21.566 pacientes y se objetivó que el 34% de ellos acudieron al médico por signos o síntomas compatibles con insuficiencia venosa crónica. Otro 34%, en anamnesis dirigida para IVC, presentaban, asimismo, síntomas o signos compatibles. Es decir, un 68% de todos los pacientes que acuden al médico de AP presentan algún grado de IVC. (17)

Es, pues, un síndrome que tiene una gran repercusión asistencial en Atención Primaria y que presupone, por estas cifras, una enfermedad de alta prevalencia.

Depende de factores ambientales y de factores intrínsecos al paciente (hormonales, anatómicos, etc)

La enfermedad venosa crónica se manifiesta con un amplio abanico de signos y síntomas (hormigueo, quemazón, prurito, dolor, calambre, sensación de hinchazón, pesadez, piernas inquietas, fatiga...).

Es llamativo que no siempre existe concordancia entre la intensidad de la sintomateología referida por el paciente y la severidad de la insuficiencia venosa.(18) Pacientes con una percepción subjetiva de enfermedad importante pueden manifestar a las exploración únicamente telangiectasias y otras clases clínicas con signos de mayor gravedad pueden ser mejor tolerados por el paciente. En nuestro estudio hemos comprobado que no siempre coincide la intensidad de la sintomatología referida por las pacientes con los signos exploratorios.

Un tratamiento eficaz es muy complejo y siempre la tendencia fundamental es a disminuir los síntomas y los signos de la enfermedad con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los pacientes.

Existe un instrumento, la Escala CEAP que, en el momento actual, es la más aceptada y difundida siendo la referencia en todas las comunicaciones sobre patología venosa. Permite la clasificación de los pacientes afectos de patología venosa crónica atendiendo a 4 parámetros (19) (20). Cubre todo el espectro de signos y síntomas asociados a la EVC pero no permite valorar cambios de intensidad en ellos en respuesta al tratamiento. Por ello se pusieron en marcha las Escalas de Gravedad que

graduaban los signos y síntomas y permitían valorar mejor el impacto de la intervención sobre la patología.

Existe un instrumento validado para medir la gravedad de la afectación venosa que es la Venous Severity Scoring (VSS) que permite cuantificar las variaciones en la severidad de las lesiones tras la aplicación de diferentes tratamientos. (21)(22)(23)

En el caso de la Enfermedad Venosa Crónica, en la que suele existir discrepancia entre la sintomatología referida por el paciente y la severidad clínica sobre todo en las clases más bajas, que son las más frecuentes, se hace necesario, además, valorar específicamente la percepción del paciente mediante escalas de calidad de vida.

Existe un cuestionario, el CIVIQ, para medir la calidad de vida en personas con enfermedad venosa crónica. Es un instrumento de 20 ítems que valora 4 dimensiones: psicológica, dolor, física y social. Ha sido ampliamente validado y traducido y empleado en múltiples países. Sin embargo la validación internacional ha detectado una inestabilidad de la estructura factorial referente a la dimensión social sugiriéndose que el impacto de la enfermedad en la vida social del paciente puede variar en las diferentes culturas. Recientemente se ha desarrollado el cuestionario CIVIQ-14, reduciendo las preguntas de 20 a 14 y combinando las dimensiones física y social (24)(25)(26). En nuestro estudio, las puntuaciones conseguidas en ambas dimensiones son superponibles.

En la patología venosa crónica, dada la dificultad que entraña la curación de la misma, el médico

estético “aumenta su valor” si además de ofrecer a sus pacientes resultados en salud, les ofrece mejora de la calidad de vida.

Aunque inicialmente nuestro estudio se diseñó repitiendo la exploración después de la aplicación del tratamiento con peloides para valorar los cambios físicos experimentados, finalmente no se exponen los resultados porque no observamos cambios suficientes en el limitado tiempo de duración del presente estudio. La enfermedad venosa es crónica y progresiva. Las dilataciones vasculares suponen una alteración de la estructura venosa y las alteraciones dermoepidérmicas, no son fácilmente reversibles.

Hemos observado una mejora evidente en el aspecto de la extremidad: se produce un aclaramiento de la epidermis y una atenuación de las telangiectasias que, al permanecer visibles, no permiten modificar la gradación de la clasificación CEAP, hecho que confirma la rigidez de la misma. En cuanto a signos clínicos, si es muy evidente la mejora del edema en cuanto a intensidad. Pero la presencia de edema incluye al paciente en clase C3, independientemente de la intensidad del mismo. La VCSS si diferencia entre diferentes grados pero resultan groseros para valorar el cambio. El edema venoso se puntúa como 0 si está ausente, como 1 si aparece al final del día y queda confinado a la zona del tobillo, como 2 si aparece después de mediodía y rebasa el tobillo y como 3 si está presente ya desde la mañana.

Las pacientes si aprecian cambios en la coloración y textura de la piel muy llamativos (recorde-

mos que la mayoría de ellas se queja de sequedad de piel habitualmente aunque no haya lesiones epidérmicas a la exploración).

La valoración subjetiva del resultado del tratamiento por parte del paciente es muy buena, y así se refleja en la mejora en la calidad de vida medida a través del cuestionario CIVIQ. La disminución del dolor es muy importante en todos los casos, mejorando la puntuación un 30%. Las pacientes enseguida refieren una sensación de piernas más ligeras, menos hinchadas, menor cansancio y mayor bienestar general. Disminuye el edema vespertino y refieren menos molestias en la cama.

Hemos observado también que la mejoría es proporcional a la intensidad de los síntomas. Las pacientes que aquejaban más molestias son las que más han mejorado.

El periodo de estudio ha sido de solo 2 semanas, que es el tiempo en que se ha aplicado el peloide. Creemos que, dada la cronicidad de la patología, debería hacerse un estudio a más largo plazo.

La escala de calidad de vida en sus dimensiones psicológica y social representa comportamientos o sentimientos de lenta instauración que se van reforzando con el tiempo. Es necesaria una valoración a largo plazo para comprobar cambios en la forma de relacionarse o de sentir (27).

Como se comentó en la Justificación, éste es el primer estudio que se realiza en Europa, relacionando el tratamiento con Peloides en la insuficiencia venosa crónica y sus consecuencias en la calidad de vida de los pacientes que acuden a una clínica de Medicina Estética.

La Hidrología Médica ofrece a la Medicina Estética una herramienta que, sin salir del balneario, pueda mejorar tanto la calidad de vida de los pacientes como los signos y síntomas clínicos. Existe evidencia científica que justifica la utilización de la balneoterapia en general y en particular en la realizada con aguas sulfuradas en los pacientes afectos de insuficiencia venosa crónica, en los que se ha demostrado una mejora tanto a nivel sintomático (disminución del edema, dolor, calambres), de la calidad de vida, como a nivel objetivo, demostrada por la medición de los reflejos veno arteriales que mejoran de forma objetiva en los pacientes tratados con balneoterapia (28)

En la Patología venosa, el médico estético, si quiere obtener buenos resultados, no debe iniciar una terapia aislada. Además de utilizar las técnicas que tiene a su disposición, debe iniciar una educación del paciente con este tipo de patología, concienciando de su cronicidad, de la necesidad de utilización de medidas higiénicas de forma constante y de las modificaciones de los hábitos de vida que estime oportunos.

Los peloides antioxidantes se presentan como una terapéutica eficaz por las propiedades generales y particulares de los mismos como agentes antiinflamatorios y normalizadores de las condiciones basales de la piel. Se han cuantificado modificaciones en la microcirculación cutánea tras la aplicación de peloterapia que no son sólo justificados por la vasodilatación secundaria a la elevación de la temperatura local. (29) Los peloides antioxidantes que se han aplicado en los pacientes

seleccionados, presentan una serie de ventajas en relación a los "peloides convencionales", fundamentalmente la presencia comprobada de sulfuro de hidrógeno en su composición. El sulfuro, procedente del agua mineromedicinal con la que es elaborado, penetra en la estructura cristalina de la bentonita sódica durante el período de maduración del mismo, manteniéndose en la misma, hasta que, tras la rotura de las vacuolas que lo contienen, por la aplicación mediante masaje y tras su calentamiento, éste queda en la interfase peloide-piel y es absorbido por la misma, a través de las aquaporinas presentes en la piel, que sirven de canales de comunicación (Peter Agree) (30,31,32)

El sulfuro tiene propiedades antiinflamatorias y antimicrobianas propias, que se suman a las proporcionadas por la fase sólida del peloide así como a las del resto de sustancias que forman parte de su composición. (33)

Conclusiones:

- 1 La Peloterapia Antioxidante es una herramienta terapéutica efectiva y eficiente para el tratamiento de la insuficiencia venosa crónica.
- 2 La aplicación de Peloides Antioxidantes mejora la calidad de vida, sobre todo en la dimensión del dolor.
- 3 Su utilización en la consulta de Medicina Estética supone un valor añadido a la aplicación de otros tratamientos relacionados.
- 4 La Peloterapia Antioxidante puede aplicarse en monoterapia cuando los síntomas relacionados a la enfermedad venosa sean lo más limitante.
- 5 La Peloterapia Antioxidante puede aplicarse como tratamiento coadyuvante en el grupo de pacientes en los que la afectación estética sea lo más limitante.
- 6 Para observar modificaciones en el trofismo de la piel y que se produzca despigmentación cutánea, el equipo investigador, basándose en los estudios que se han realizado en esta misma patología con balneoterapia, cree necesario ampliar el tiempo de aplicación al menos a 6 meses
- 7 Es imprescindible que, junto a cualquier intervención terapéutica en el ámbito de la Medicina Estética, a los pacientes afectos de Insuficiencia Venosa Crónica se les eduque en relación a su enfermedad, lo que garantizaría mejores resultados tanto a nivel clínico como en Calidad de Vida.

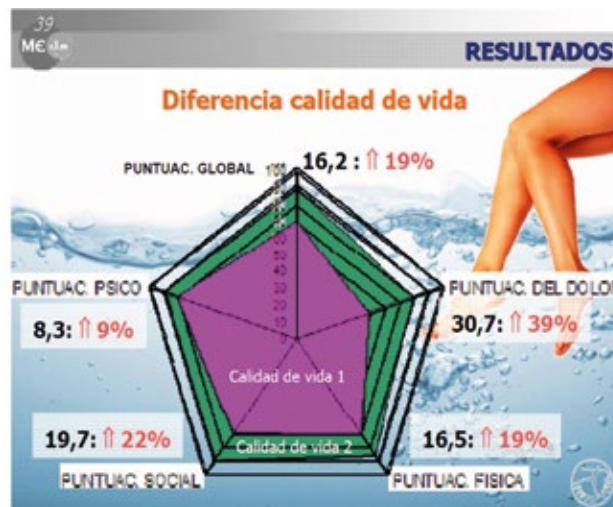
Referencias Bibliográficas

- [1] Marinel, J., Carreño, P., Alós, J., López Palencia JA, Davins M ¿Están justificadas las listas de espera quirúrgica en las varices? Anales de Patología Vascular 2009; 3(3):162-166
- [2] Arango, M.G. Insuficiencia Venosa. <http://www.facmed.unam.mx/deptos/familiar/atfm85/insuficiencia-venosa.html>
- [3] Toquero, F., Zarco, J. Guía de buena práctica clínica en patología venosa. Atención Primaria de Calidad. Ministerio de Sanidad y Consumo. Organización Médica Colegial. 2004

- [4] Fowkes, F.G. *et al.* Prevalence and risk factors of chronic venous insufficiency. *Angiology* 2001 Aug 01;52(S1):5-15S.
- [5] Perrin, M. Clasificación clínica, etiológica, anatómica y fisiopatológica (CEAP) y escalas de gravedad de los trastornos venosos crónicos. EMC (Elsevier SAS, Paris), 43-159, 2005
- [6] Moneta, G.L. Regarding the "C" of refinements: an International Union of Phlebology Conference of experts. *J Vasc Surg* 2003;37(1):224-25.
- [7] Lapiedra, O. Clasificación CEAP. Criterios para la selección de prioridades. Insuficiencia Venosa Crónica. Conceptos actuales. *Anales de cirugía Cardíaca y Vasculár* 2004; 10(2):93-143.
- [8] Rutherford, R.B., Padberg, F.T. Jr, Comerota, A.J., Kistner, R.L., Meissner, M.H., Moneta, G.L.; American venous forum's Ad Hoc Committee on venous outcomes assessment. Venous severity scoring; an adjunct to venous outcome assessment. *J Vasc Surg.* 2000; 31:1307-1312
- [9] Perrin, M., Ramelet, A.A. Tratamiento farmacológico de la enfermedad venosa crónica primaria: fundamentos, resultados y preguntas pendientes de respuesta. *European journal of vascular and endovascular surgery* 2010
- [10] Carpentier, P.H., Satger, B. Randomized trial of balneotherapy associated with patients education in patients with advanced chronic venous insufficiency. *J Vasc Surg.* 2009 Jan; 49(1):163-70. Epub 2008 Oct 1.
- [11] Rutherford, R.B., Padberg, F.T., Comerota, A.J. Venous severity scoring: An adjunct to venous outcome assessment. *Journal of vascular surgery* 31;6 (1307-1312) jun 2000.
- [12] Arnoul, B., Jantet, G., Marquis, P., Aussage, P., Launois, R. International Psychometric Validation of the CIVIQ, a specific Quality of Life Questionnaire in Patients suffering from Chronic Venous Insufficiency: results of the RELIEF study, a Large International Quality of Life Investigation. ART-2538/02.
- [13] Launois, R., Reboul-Marty, J., Henry, B., Construction and validation of a quality-of-life questionnaires in chronic lower limb venous insufficiency (CIVIQ). *Qual Life Res.* 1996; 5; 539-554.)
- [14] Vasquez, M.A., Wang, J., Mahathanaruk, M., Buczkowski, G., Sprehe, E., Dosluoglu, H.H. The utility of the venous clinical severity score in 682 limbs treated by radiofrequency saphenous vein ablation. *J Vasc Surg.* 2007; 45:1008-1015.
- [15] Ricci, M.A., Emmerich, J., Callas, P.W. Evaluating chronic venous disease with a new venous severity scoring system. *J Vasc Surg.* 2003; 38:909-915.
- [16] Smith, J.J., Guest, M.G., Greenhalgh, R.M., Davies, A.H. Measuring the quality of life in patients with venous ulcers. *J Vasc Surg.* 2000; 31; 642-649.

- [17] Gesto R, Grupo detect-IVC, García, J.J. Encuesta epidemiológica realizada en España sobre la prevalencia asistencial de la IVC en Atención Primaria. *Estudio Detect-IVC. Angiología* 2001; 53: 249-60
- [18] Lozano, F., Jiménez-Cosío, J.A., Ulloa, J., Grupo RELIEF. La insuficiencia venosa crónica en España. *Estudio epidemiológico RELIEF. Angiología* 2001; 53 (1): 5-16.
- [19] Eklof, B., Perrin, M., Delis, K., Rutherford, R. Updated terminology of chronic venous disorders: the vein term. *Transatlantic Interdisciplinary consensus document. J Vasc Surg* 2009; 49:498-501.
- [20] Eklof, B., Rutherford, R.B., Bergan, J.J., Carpentier, P.H., Gloviczki, P., Kistner, R.L. Revision of the CEAP classification for chronic venous disorders; consensus statement. *J Vasc Surg* 2004; 40:1248-52.
- [21] Ricci, M.A., Emmerich, J., Callas, P.W. Evaluating chronic venous disease with a new venous severity scoring system. *J Vasc Surg.* 2003; 38:909-915.
- [22] Perrin, M., Dedieu, F., Jessent, W., Blanc, M.P. Evaluation of the new severity scoring system in chronic venous disease of the lower limbs: an observational study conducted by French angiologists. *Phlebology*. 2006; 13; 6-16.
- [23] Meissner, M.H., Natiellos, C., Nicholls, S.C. Performance characteristics of the venous clinical severity score. *J Vasc Surg.* 2002; 36:889-895.
- [24] Launois, R. Construction and validation of a specific health-related quality-of-life questionnaire in chronic venous insufficiency. *Qual Life Res* 1995;4:572-3.
- [25] Launois, R., Le Moine, J.G., Lozano F.S., Mansilla, A. Construction and international validation of CIVIQ-14 (a short form of CIVIC-20), a new questionnaire with a stable factorial structure. *Qual life Res* DOI 10.1007/s11136-011-0008-3. 25 Sept 2011.)
- [26] Launois, R., Payet, S., Lozano, F.S., Mansilha, A. Construction and international validation of the CIVIQ-14 (a sub-questionnaire of the CIVIQ-20), a new questionnaire with a stable factorial structure. *Phlebology* 2010 27.- Vasquez MA, Munschauer CE. Venous clinical severity score and quality-of-life assessment tools; application to vein practice. *Phlebology* 2008; 23; 259-275.) 28.- Mancini, S.R., Piccinetti, A., Nappi, G., Mancini, S., Caniato, A., Coccheri, S. Clinical, functional and Quality of life changes after balneokinesis with sulphurous water in patients with varicous veins. *I. Vasa.* 2003 Feb; 32 (1): 26-30) 29.- Poesin, D., Carpentier, P.H., Fechoz, C., Gasparini, S. Effects of mud pack treatment on skin microcirculation. *Joint Bone Spine.* 2003 Sep; 70 (5): 367-70
- [30] Baschini, M., Impiccini, A., Giaveno, A. y Lombarda, B. Determinación de Área Superficial y Capacidad de Intercambio Catiónico de Bentonitas de la República Argentina, *Información Tecnológica. Revista de Información Tecnológica (CIT)* 1998; 9 (5): 165 – 170

- [31] Carretero, M.I., Pozo, M., Martín-Rubí, J.A., Pozo, E., Mobility of elements in interaction between artificial sweat and peloid used in Spanish Spas. Applied Clay Science 2010; 48: 506-515.
- [32] Hernandez Torres, A. Niveles Urinarios de los productos de peroxidación lipídica: acción antioxidante en el organismo humano del tratamiento crenoterápico con aguas sulfuradas y peloides. Universidad Complutense de Madrid. Tesis Doctoral. Facultad de Medicina 1997
- [33]VR 1.0 Rinaldi, L., Gobbi, G., Pambianco, M., Micheloni, C., Mirandola, P., Vitale, M. Hydrogen sulfide prevents apoptosis of human PMN via inhibition of p38 and caspase 3"



Gráfica 1



AQUACERT CERTIFICATION: TRUE STRUCTURING TOOL FOR THE MANAGEMENT OF THE SANITARY QUALITY OF WATER AND HEALTH PROCESS

W. Terry, C. Robin and Y. Dubaquié

Aquacert International, Dax, France.

Keywords: AQUACERT, water quality, water safety, management, international certification, health.

Abstract

The Aquacert certification was developed in 2003 in response to the proliferation of regulations and control points within services based on water and intended for consumption or to human health.

This certification has been officially developed by focusing on the process control products and derivatives based on thermal water, implemented as part of health care.

Entrusted to specialist-expert auditors, this certification scheme is already developing very rapidly in the French medical spa sector (Avène, La Roche-Posay, Vichy, Dax, Balaruc-Les-Bains, La Bourboule, Chaudes-Aigues, Vittel...). In the international landscape, it unifies the health risks of management systems of institutions delivering products or services based on water and intended for consumption or for human health. Thus, it helps make them more readable commitments and recognition by consumers.



Figure 1: Aquacert certification generic logo

AQUACERT Genesis

The Aquacert certification was developed in 2003 in response to the proliferation of regulations and control points within the water and health sectors. The growing concern of regulators and consumers, in terms of safety, required, in fact, a professional approach and easily recognizable for monitoring the quality of institutions delivering products or services based on water and intended for consumption or to human health.

Professionals of these sectors had to deal with food safety standards (ISO standards) or medical practices standards (v2010 HAS) that are

not dedicated to their process and their culture, and not consistent with Water Safety Plans of WHO. Moreover, private certification bodies use to employ quality or food safety auditors who are not experts of the water and health sector. More than that, it can have for consequence to certify unsafe organisms.

Furthermore, certifications that are used are only known on the B to B markets, and not by the consumers.

Thus, the Aquacert certification has initially been developed by a group of experts, scientists and professionals of the thermal waters, accompanied by representatives of consumers and the French Ministry of Health. This certification has been developed by focusing on the process control products and derivatives based on thermal water, implemented as part of health care.

The certification scheme elaboration took more than 5 years to be completed and recognized by every stakeholders. In France AQUACERT HACCP *thermalisme* (AQUACERT certification dedicated to medical thermal spa) is now included in the French regulation and is took into account by national and local control authorities.

Aquacert international

Under the impetus of various interested parties, Aquacert today becomes an international NGO, real interested multiparty collaboration platform for the development and regulation of water and health certifications. Aquacert, multistakeholder approach by his party, is a solution to ensure fairness and transparency for

water quality for users / consumers worldwide. In line with international and national standards bodies, accreditation bodies or recognition of the sector's professional skills, this NGO is currently initiating pilot development work worldwide. (figure 2)

Aquacert International is in charge to lead the elaboration of the certification schemes in each country. Most of the work is done using dematerialized internet platforms that are deployed for each project of standard.

The certifications schemes, once validated, are operated by private certification bodies (CB). These certification bodies that want to lead Aquacert audits have to be accredited and licensed by Aquacert International. It can be done by a real assessment of the CB, by Aquacert International staff.

Furthermore, it is clear that most of the certification audits are made by subcontractor's auditors (Freelance auditors in most of cases). Thus, it seems really important to manage the qualification procedures and qualifying training procedures. This is one of the objectives of Aquacert International.

How to be Aquacert certified

First of all, the organism that want to be certified have to select the adapted standard. For example, a leisure spa will not be assessed the same way as a medical thermal or seawater spa. The standards are also different for bottlers or drinking water suppliers.

It is really important so that final consumers can understand quickly what these organisms are certified for.

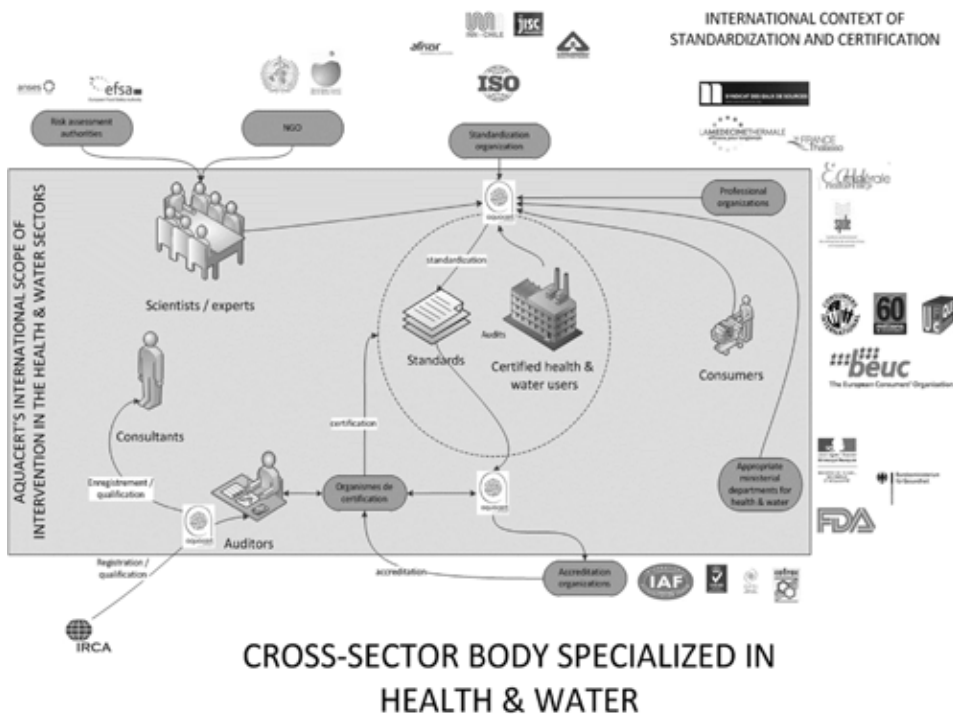


Figure 2: Aquacert international scope of intervention¹

More than the standard that must be selected, the organism has to specify the type of water it uses and the different water treatment devices implemented.

There is an international standard that is completed by certification guidelines which introduce parameters for water quality and best process operating practices that should be applied.

If the local regulations are at least as strict as the guidelines' requirements, the organism will be assessed regarding to these local regulations. On the other hand, if there is no regulation concerning water quality or water control or whether the local rules are not as

preventive, the certification audit will be led regarding certification guidelines' requirements.

Furthermore, national approaches can be developed to elaborate specific certification schemes with different stakeholders. For example, in France, French Health ministry, consumer' associations' representatives, professionals' representative recognized the national certification scheme. Thus, the French regulations take into account Aquacert certification to adapt the official control pressure. For instance, certified medical spas are in charge of 2/3 of the total microbiological water control plan.

¹ This figure shows examples of national or international organizations that can be considered to understand Aquacert International positioning. It is not necessarily organisms that have been working with Aquacert international.



To be certified, the establishment have to dedicate a team to quality and water safety management system. The members of this team have to be trained to HACCP and water safety methodologies.

Aquacert standards make emerge the concept of “Management of the Water Safety System” applicable the process “Water and Health”, particularly with significant microbiological risk.

The establishment have to assess risks for consumers safety (using HACCP methodology) for every step of the water process, and other derivate products (cosmetics, muds, thermal gases. Control measures for each step have to be determined and validated. All staff have to be trained to apply compliant procedures.

The most important measures have to be monitored and corrections have to be anticipated in case of non-compliance detection.

The establishment have also to manage purchase and supply chain activities.

Customers reception and care practices have to be raised to a high level and demonstrated efficiency.

Work have to be done to demonstrate competence of each staff involved in the water quality management. Skills and knowledge management methodologies have to be implemented.

Furthermore, procedures must be implemented to ensure continuous improvement of quality and water safety management system, including internal audit, corrective actions management, compliance and performance measurement.

If there is an internal microbiological and/or chemical laboratory, specific requirements have to be satisfied.

Compilation of water quality results compilation have to be regularly communicated to the certification body.

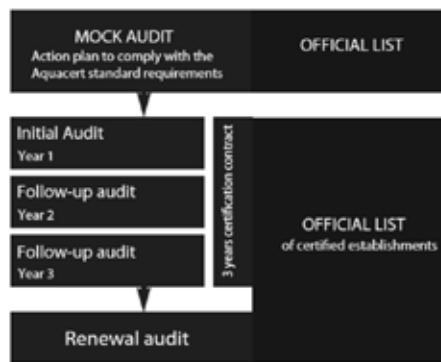


Figure 3: Certification cycle

This certification is already developing very rapidly in the French medical spa sector (Avène, La Roche-Posay, Vichy, Dax, Balaruc-Les-Bains,

La Bourboule, Chaudes-Aigues, Vittel, etc.). In the international landscape, it unifies the health risks of management systems of institutions delivering products or services based on water and intended for consumption or for human health. Thus, it helps make them more readable commitments and recognition by consumers.

Aquacert now concerns the drinking water producers, bottlers, thalassotherapy, spa professionals and spa hospital. True risk management approach this certification is a guarantee of security for customers, consumers and patients.

Specialized in the fields of water (hydrotherapy, drinking water, hospital therapy, bottling and laboratory microbiological analysis of water, etc.) the authors of this abstract are at the origin of the Aquacert certification (www.aquacert-certification.fr)

ESTUDIO DEL COMPONENTE BIOLÓGICO DE LAS AGUAS MINEROMEDICINALES Y TERMALES DE OURENSE: BURGAS Y OUTARIZ

R. Meijide-Fáilde

Grupo de Terapia Celular y Medicina Regenerativa. Dep. de Medicina. Universidade de A Coruña (UDC). INIBIC. CHUAC. A Coruña, Spain.

M. Leira¹, J. E. Torres Vaamonde², M. C. López Rodríguez³, R. Carballeira³

1. Departamento de Geología, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Portugal 2. Grupo de Microbiología, Departamento Biología Celular y Molecular, Universidade da Coruña, A Coruña Spain. 3. Departamento de Botánica, Facultad de Biología, Universidad de Santiago de Compostela, España.

Palabras Clave: Biofilm, cianobacteria, diatomea, fuentes termales, Ourense.

Resumen

En este trabajo se exponen los resultados obtenidos de la caracterización y análisis de microalgas y cianobacterias del "biofilm" obtenido en dos Manantiales de la ciudad de Ourense (NO España): As Burgas, Outariz 2 o Burga de Canedo que tienen un rango de temperatura entre 60 °C y 67 °C y un predominio de bicarbonato sódico en su composición química. En las muestras de As Burgas, el contenido algal se encuentra dominado por especies de cianobacterias de los géneros *Phormidium* y *Synechococcus*, acompañadas por algunas diatomeas del género *Rhopalodia*. Las muestras de Outariz 2 se caracterizan por la gran abundancia de cianobacterias de los géneros *Komvophoron jovis*, *Oscillatoria* y *Lyngbia* y en menor medida de diatomeas aunque en mayor proporción que en las Burgas.

1 Introducción

Las aguas termales han recibido una enorme atención en los últimos años, particularmente en lo relativo a los organismos microbianos. Son sistemas en donde se ha obtenido información interesante y muy útil para un conjunto diverso de usos académicos y aplicados (Arnheim et al, 1990; Watson et al, 1992). Las aguas termales han sido uno de los primeros sitios donde se descubrió un tercer dominio de la vida, el *Archaea* (Barns et al., 1994, 1996). Los ambientes extremos, como algunas fuentes termales, se han vuelto aún más interesantes, no sólo para aquellos que están tratando de descubrir la vida en lugares distintos a la Tierra, sino también por las posibles aplicaciones terapéuticas y cosméticas. Así, algunas microalgas y cianobacterias encontradas en estos ecosistemas han desarrollado meca-

nismos que les permiten producir una serie de moléculas orgánicas como son: pigmentos naturales (ficcianina, ficoeritrina, carotenoides liposolubles, clorofilas, β carotenos, cantoxantina y astaxantina); antioxidantes naturales: vitaminas C, E y superoxidismutasa; ácidos grasos polinsaturados: EPA, DHA; proteínas: aminoácidos, proteínas selénicas; vitaminas, oligoelementos y alcaloides y terpenos, entre otras. Muchas de estas sustancias se emplean en la industria farmacéutica y cosmética, por sus propiedades antiinflamatorias, cicatrizantes, desinfectantes, antifúngicas, antioxidantes, protectoras solares, antivirales, nutritivas y antiestrés. (Harvey, 2000).

Las aguas termales se han localizado en todos los continentes, excepto la antártica, y el estudio de su flora, aunque el número de estudios es por ahora limitado, ya se ha logrado en muchas de las regiones del mundo. Aunque es ampliamente conocida la existencia de fuentes termales en el NO de la Península Ibérica, los estudios de su componente algal son escasos. En la actualidad, aunque hay algunas publicaciones que detallan los resultados de las investigaciones del componente algal de aguas termales los estudios sobre la diversidad de especies de algas en estos ambientes hidrotermales son todavía preliminares. De hecho la poca información existente es de Noguerol (1984, 1990, 1991) que describe 71 taxa de las termas de 'As Burgas', 'Lovios', 'Baños de Molgas' y 'Caldas de Partovia' siendo Cyanophyceae (53 taxa), la mayoría de los taxa identificados en estos estudios, dividiéndose los restantes

en *Bacillaryophyceae* (11 taxa) y *Chlorophyceae* (7 taxa).

En base a esto, consideramos importante ahondar en el estudio del componente algal de estos biotopos.

2 Material y métodos

En el curso de este trabajo se han recolectado diversas muestras de cada uno de los dos manantiales correspondientes con las termas denominadas As Burgas y Outariz 2 en Ourense. Las zonas muestreadas presentan una diversidad de condiciones ambientales con temperaturas del agua que oscilan entre 39 y 65 °C. Las muestras se recolectaron por duplicado en distintos puntos de las fuentes en junio de 2012. Una de las muestras se fijó con formol al 4%, mientras que la segunda se conservó para su examen en vivo y posterior cultivo. Las muestras de diatomeas se observaron después de la eliminación de los compuestos orgánicos con H₂O₂ y HCl. Los frústulos ya limpios se montaron en Naphrax, antes del examen con un microscopio óptico. Las identificaciones se basan en Hoffmann *et al.* 2011, Komárek y Anagnostidis 2005.

3 Resultados y discusión

La flora algal de las aguas hipertermales de Ourense es muy rica presentando un número importante de especies de cianobacterias y microalgas que se desarrollan activamente formando, incluso, masas de gran tamaño.

El componente algal de estas aguas termales y los cursos de agua formadas por ellas está dominada por taxa (especies, variedades y formas)

de 4 clases: *Cyanophyceae*, *Coscino-discophyceae*, *Fragilariophyceae* y *Bacillariophyceae*. En la estructura taxonómica de la flora, los géneros mejores representados incluyen *Achnanthes*, *Rhopalodia* y *Navicula* con diversas especies y variedades.

As Burgas

El biofilm desarrollado sobre la piedra de las fuentes de As Burgas está dominado por *Cyanophyceae* de los géneros *Phormidium*, *Aphanocapsa* y *Synechococcus*. *Aphanocapsa termalis* y *Synechococcus bigranulatus* que son frecuentes en estas muestras. *Aphanocapsa* y *Synechococcus* forman biopelículas en superficies en contacto con el agua



Figura 1: A: Fuente de As Burgas, Ourense. B: Primer plano de la zona de mayor temperatura dominada por *Cyanophyceae*. C: Fotografía de células de *Aphanocapsa*. D: Filamentos de *Phormidium* sp. (E) Zona de salpicadura. (F) Micrografías de *Rhopalodia acuminata* presente en la zona de salpicadura. (G) Micrografía de una célula de *Rhopalodia acuminata* al MEB. (H-J) Otras diatomeas: (H) *Achnanthes exigua*. (I) *Craticula buderi*. (J) *Nitzschia* sp. Las barras de escala son 10 μ m, excepto (C) y (G) donde es 9 y 30 μ m, respectivamente.

que puede alcanzar una temperatura de hasta 70 °C. *Phormidium* ocupa la zona con una temperatura del agua de 30 a 60 °C, y forman extensos tapetes bacterianos de diferentes morfologías entre los cuales aparecen diatomeas. La composición de las diatomeas de estas aguas termales es extremadamente pobre y está representada por 6 taxa intraespecíficos de la clase *Bacillariophyceae* entre los que destacan *Rhopalodia acuminata*, *Achnanthes exigua*, *Nitzschia palea* y *Craticula buderi*. La frecuencia de las diatomeas es insignificante, desde solitarias a no raras, y sólo el género *Rhopalodia* puede ser considerado como frecuente, presentando un desarrollo en masa.

Outariz

El componente algal de las aguas termales de Outariz tiene composición florística similar a la anterior. Las cianobacterias también dominan en las muestras, caracterizadas por su diversidad y gran abundancia. *Komvophoron jovis* típica de fuentes termales alcalinas pero también ácidas con temperatura entre 31-71 °C y pH 5.6-9 (óptimo 50 °C, pH 7.5) aparece frecuentemente con *Mastigocladus laminosus* (Komárek y Anagnostidis 2005). Son también frecuentes diversos representantes de los géneros *Oscillatoria* y *Lyngbia*. Sin embargo, existe mayor cantidad de diatomeas que en As Burgas. Las zonas más próximas a la fuente se caracterizan por la presencia de *Achnanthes exigua*, mientras que *Achnantheidium minutissimum*, *Encyonema minutum*, *Gomphonema parvulum* y *Fragilaria capucina* son

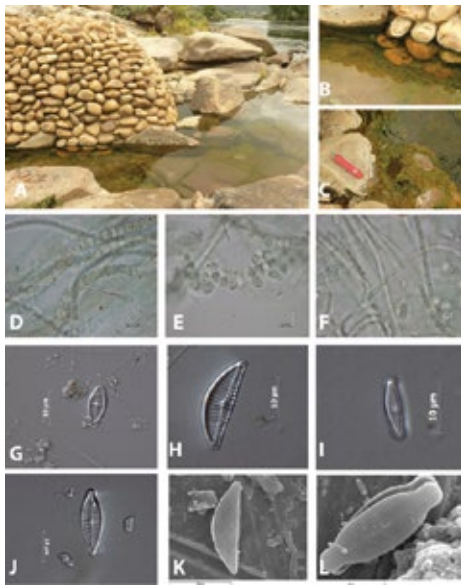


Figura 2: (A): Fuente de Outariz, Ourense. (B): Primer plano de la zona de surgencia. (C): Primer plano del curso de agua por donde discurre el canal de desagüe. (D): Filamentos de *Komvophoron jovis*. (E) Células de *Mastigocladus laminosus*. (F) Filamentos de *Phormidium* sp. (G) *Achnanthes exigua*. (H) *Encyonema minutum*. (I) *Achnanthidium minutissimum*. (J) *Gomphonema parvulum*. (K) Micrografía de una célula de *Encyonema minutum* al MEB. (L) Micrografía de una célula de *Achnanthes exigua* al MEB

abundantes en los cursos de agua que drenan estas fuentes y con una menor temperatura. Las especies *Fallacia subhamulata*, *Navicula lanceolata*, *Navicula gregaria*, *Achnanthidium subhudsonis*, *A. subatomus*, *Luticola goeppertiana*, *Stauroneis* sp. y *Nitzschia dissipata* var. *media* se encuentran también con abundancias relativamente altas.

Los resultados de la investigación indican que con el aumento de la temperatura del agua por encima de 60 °C, la composición de especies se empobrece, produciéndose la desaparición de la mayoría de las especies de diatomeas. Sin embargo, algunas especies permanecen aún a elevadas temperaturas (>60 °C) e incluso se

desarrollan activamente y forman masas. Básicamente, la vegetación de estas aguas termales consta de algas de aguas frías que se han adaptado a altas temperaturas (Seckbach y Kociolek 2011).

La mayoría de las algas presentes son bentónicas, junto con algunos ejemplares ticoplanctónicos. Los datos sobre las preferencias de salinidad se conocen para la mayoría de estos taxa, siendo las algas indiferentes a los cambios de salinidad y halófilas los grupos más numerosos. En cuanto a las preferencias de pH, entre las especies, variedades y formas de algas registradas aquí, predominan las especies alcalífilas (Van Dam et al 1994). Los grupos oligosaprobios y beta-mesosaprobios son los más abundantes de los taxa presentes. Por lo que respecta a su distribución geográfica, la gran proporción de taxa presenta una amplia distribución o pueden ser consideradas cosmopolitas (Hoffmann et al. 2011, Whitton y Potts 2002).

4 Conclusiones

La flora algal de las aguas hipertermales de Ourense es muy rica presentando un número importante de especies de cianobacterias y microalgas que se desarrollan activamente formando, incluso, masas de gran tamaño. La flora de las aguas termales de Ourense se caracteriza por la predominancia de algas bentónicas, indiferentes a la salinidad, y beta-mesosaprobias. En las muestras de As Burgas, el contenido algal se encuentra dominado por especies de cianobacterias de los géneros *Phormidium* y *Synechococcus*, acom-

pañadas por algunas diatomeas del género *Rhopalodia*. Las cianobacterias también constituyen una población abundante en las muestras de Outariz 2, aunque existe mayor cantidad de diatomeas que en las Burgas. Estas muestras se caracterizan por la gran abundancia de cianobacterias de los géneros *Komvophon jovis*, *Oscillatoria* y *Lyngbia*, y en menor medida de diatomeas.

Agradecimientos

Queremos agradecer a la Concejalía de Termalismo del Ayuntamiento de Ourense por la información y las facilidades en el muestreo de las fuentes

Esta investigación ha sido financiada por el proyecto de I+D+i de la Xunta de Galicia (10 PXIB 310153 PR)

Referencias

- [1] Arnheim, N., White, T. y Rainey, W. (1990) Application of PCR: organismal and population biology. *BioScience* 4: 174-182.
- [2] Barns, S.M., Fundyga, R.E., Jeffries, M.W. y Pace, N.R. (1994) Remarkable archaeal diversity detected in a Yellowstone National Park hot spring environment. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 91(5): 1609-1613.
- [3] Barns, S. M., Delwiche, C.F., Palmer, J.D. y Pace, N.R. (1996) Perspectives on archaeal diversity, thermophily and monophyly from environmental rRNA sequences. *Proc Natl Acad Sci USA* 93: 9188-9193.
- [4] Harvey, A. (2000) Strategies for discovering drugs from previously unexplored natural products. *Drug Discovery Today*. 5:294-300.
- [5] Hofmann, G., Werum, M. y Lange-Bertalot, H. (2011): Diatomeen im Süßwasser - Benthos von Mitteleuropa. Bestimmungsflora Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. 3522 Fig. auf 133 Tafeln. 908 S. Ganter, Rugell.
- [6] Komárek, J. y Anagnostidis, K. (2005) *Cyanoprokaryota* 2. Teil/ 2nd Part: Oscillatoriales. - En: Büdel B., Krienitz L., Gärtner G. & Schagerl M. (Eds): *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 19/2, Elsevier/ Spektrum, Heidelberg, 759 pp.
- [7] Noguero Seoane, A. -1984- Cianofíceas termófilas de «As Burgas» (Ourense). *Anales Biol. Univ. Murcia*. 2 (Secc. esp. 2):127-133.
- [8] Noguero Seoane, A. (1990). Estudio fitoecológico de la fuente termal de Torneiros (Lovios, Orense, España). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 47(2): 295-300.
- [9] Noguero Seoane, A. (1991). Algas de fuentes termales del NW de España: Baños de Molgas y Caldas de Partovia *Acta Botánica Malacitana* 16(1): 27-30
- [10] Seckbach, J. y Kociolek, J.P. (2011) *The Diatom World*, Cellular Origin, Life in Extreme Habitats and Astrobiology 19, 333-363

- [11] van Dam, H., Mertens, A., y Sinkeldam, J. (1994) A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, 28, 117-133.
- [12] Watson, J.D., Gilman, M., Witkowski, J. y Zoller, M. (1992) *Recombinant DNA*. Scientific American Books, New York.
- [13] Whitton B.A. y Potts M. (2002) *The Ecology of Cyanobacteria: Their Diversity in Time and Space*. Kluwer Academic Publishers, New York, 669 pp

ENTRE EL OCIO Y LA SALUD: ESPACIOS TERMALES DE RECREO EN LA PROVINCIA DE OURENSE

F. Braña Rey

Universidade de Vigo, Ourense, Estado Español.

1 Introducción

Ocio y salud son dos conceptos fundamentales para entender el fenómeno termal en la actualidad. Ambos se pueden ligar al concepto de bienestar, más amplio pero, adecuado para abarcar las múltiples facetas de la práctica termal como actuación individual y social.

En la misma línea del concepto integral de bienestar, entendemos que la “salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades” [1]. Si el cuidado de nuestra humanidad, es decir nuestro bienestar y sociabilidad, es un elemento a tener en cuenta para la salud, así los espacios de relación en tiempo de ocio pueden ser entendidos como áreas que fomentan la salud. Espacios naturales y áreas de recreo, en este sentido, también contribuyen a nuestro bienestar y por tanto, se pueden entender como saludables.

La provincia de Ourense es afortunada pues cuenta con once espacios naturales reconocidos como lugares de interés comunitario. A ellos se añade la presencia de caudales termales que han dado lugar a una serie de equipamientos muy diversos en los que salud, ocio y bienestar son conceptos que se complementan y en los que es posible articular una oferta turística

segmentada, en la que se encuentran estaciones termales con características y servicios diversos. Por ejemplo en la provincia de Ourense encontramos balnearios dedicados a los servicios individuales de corte más tradicional si se quiere, hasta otros con oferta de salud, bienestar y belleza que cuentan con piscinas cubiertas además de bañeras.

Un primer acercamiento a la realidad termal de Ourense nos acerca a una bibliografía en la que destacan los estudios sobre los balnearios. Los balnearios son considerados establecimientos sanitarios destinados a fines terapéuticos y preventivos para la salud según Decreto 402/1996, en el que se aprueba el Reglamento de aprovechamiento de aguas mineromedicinales, termales y de los establecimientos balnearios de la Comunidad Autónoma de Galicia [2].

Sin embargo, existen otras formas de aprovechamiento público para el baño del caudal termal que han sido objeto de gestión pública y privada de forma reciente y que presentan, a priori, un carácter más popular y cotidiano que los balnearios. Estas son los aprovechamientos en charcas o termas. En este tipo de aprovechamiento destaca la provincia de Ourense quizás por tener una gran cantidad de sur-

gencias y un número importante en el núcleo urbano de la capital provincial.

Estas termas son emergencias alrededor de las cuales se han construido espacios de baño dotándolas de servicios similares a las áreas de recreo, son las denominadas *áreas termales, termas* o *charcas*. Espacios en los que se aglutina el ideario de las áreas de recreo destinadas al ocio y la funcionalidad termal relacionada con el tratamiento y prevención de dolencias o promoción de hábitos saludables propios del uso del agua termal que han sido, en nuestro entorno, hasta hace pocos años exclusivos de los balnearios.

2 Objetivos

En esta comunicación presentamos una aproximación a estas áreas termales como espacios a medio camino entre el concepto de área de recreo y el beneficio de salud que implica la habilitación de espacios abiertos al baño con agua termal y de forma gratuita. Para ello nos parece necesario enfocar el trabajo desde dos perspectivas diferentes, por un lado es necesario atender a las características e infraestructuras habilitadas de acuerdo con dos parámetros: los servicios de las áreas recreativas (parque infantil, agua potable, servicios, duchas...) y los requisitos de una estación termal (agua minero-medicinal, servicio médico...).

Es necesario, para comenzar a categorizar estos espacios entender que implican los conceptos estación termal y área recreativa.

3 Definición y selección de casos

Las áreas de recreo son lugares accesibles con equipamiento para que el público disfrute de los espacios naturales en tiempo de ocio [3]. Así mismo, debido a sus características se entienden como espacios de ocio útiles como recursos para una segmentación y fidelización de la oferta turística [4] de ámbito rural o local.

En cuanto a los establecimientos termales estos se definen a partir de la concepción biomédica y del tratamiento prescrito por facultativos. Hablamos de balnearios o estaciones termales cuando los establecimientos usan el agua Minero-medicinal declarada de Utilidad Pública ofertan servicios médicos y poseen las instalaciones adecuadas para realizar los tratamientos prescritos.

Sin embargo la idea de charca remite a un depósito artificial de agua, en este caso termal, dedicado al baño y al aire libre. En la actualidad las personas usuarias se encuentran con multitud de denominaciones y en nuestro caso encontramos los términos de *charcas* y *termas*. En este sentido la denominación de *terma* es popular aunque se denominen de esta forma en cartelera y publicidad de las entidades públicas pues debemos hacer mención a que el término *terma* se vincula en la Ley de Turismo de Galicia, artículo 60 [5], al Hotel balneario entendido este como establecimiento sanitario y únicamente se autoriza el uso de este término ligado a establecimientos de este tipo.

En la actualidad contamos en la provincia de Ourense con cuatro focos principales de termalismo

basado en el baño sin pago al aire libre en charcas. Estas están localizadas en los Ayuntamientos de Bande, Cenlle, Lobios y Ourense.

Quizás debido a su configuración como espacios abiertos no constan datos sobre los equipamientos, características, usuarios, etcétera por lo que apenas podemos estimar el número de visitantes en cada área termal. A través de personas informadas en los respectivos ayuntamientos pudimos estimar que el total anual de visitas a estas infraestructuras es de unas 300.000 personas en la ciudad de Ourense y alrededor de 4.000 para Bande. En el caso de Lobios no contamos con estimaciones, al igual que de las instalaciones termales de Cenlle que ha sido inaugurada recientemente y son las únicas charcas hipo termal de una temperatura que limita su uso a los meses más cálidos.

4 Obtención de datos

Dado que nuestro interés era conocer las características de estas áreas, nos hemos desplazado a todas ellas previa indagación de sus características. La información ha sido obtenida por entrevistas informales y a partir de fuentes bibliográficas.

En un primer momento hemos buscado los servicios y elementos que delimitan el poder llamar a un espacio área recreativa y a unos establecimientos áreas termales, termas y balnearios. Una vez obtenidos estos datos hemos procedido a entrevistar y recoger datos de cada una de los espacios termales abiertos de la Provincia de Ourense para luego visitarlos y comprobar estos datos y

si poseían los servicios y elementos asociados a cada definición.

Las áreas recreativas se caracterizan por ofrecer una serie de servicios relacionados con el acceso, recreo y naturaleza, mientras que los establecimientos termales tienen tres requisitos básicos. Ver Tabla 1.

Tabla 1: Servicios y características de áreas recreativas y estaciones termales.

Servicios propios de área recreativa	Aparcamiento Acceso minusválidos Agua potable Barbacoa/cocina Servicios/duchas Bar/cafetería Basura y papeleras Merendero Equipamiento de educación y divulgación ambiental Juegos infantiles Deporte mayores Entorno natural
Servicios de estación termal	Agua Minero-medicinal Médico Tratamiento
Otros	Patrimonio cultural

Además añadimos un elemento que se repite con cierta frecuencia y que nos parece de importancia para entender el ocio y el disfrute en la actualidad: el patrimonio cultural. Este elemento es fundamental para completar el contenido representacional de determinados recursos turísticos así como el patrimonio natural es fundamental en las áreas recreativas. En este documento hemos preferido hablar de entorno natural que de patrimonio natural por entender que la patrimonialización de lo natural deviene en elementos similares a la patrimonialización cultural y considerar que la definición de las diferentes denominaciones, patrimonio cultur-natural, cultu-natural y sus matices, exceden las posibilidades de este breve texto.

Una vez caracterizados los elementos que definen un área recreativa y una estación termal procedimos, como ya se ha apuntado, a la vista y observación de las áreas termales a fin de comprobar cuales de los servicios y características cumplen cada una de estas áreas. Los datos se han recogido de la observación y de entrevistas con personas usuarias. Este tipo de información nos ha permitido considerar que el tratamiento no sólo se refiere a la prescripción facultativa, sino a la percepción de las personas usuarias de estar realizando un tratamiento para sus dolencias o para la prevención de estas.

Obviamente la asistencia facultativa y la aplicación de pautas de tratamiento no son habituales en las charcas pero consideramos de gran interés tener en cuenta que las personas usuarias valoran los beneficios que aporta el baño en agua termal para la salud como un elemento determinante para desplazarse hasta los espacios termales.

5 Resultados

Los datos recogidos aparecen en la Figura 1. Un análisis de estos resultados nos indica que hay diversidad de servicios y características en todas las áreas observadas. Esto nos hace pensar que la gestión de estos espacios no responde a una unicidad de criterios, pero sí parece que la gestión se enfoque hacia el aprovechamiento de las fuentes termales para usos recreativos de ámbito local más que hacia la proyección en el sector turístico. Se puede comprobar cómo las áreas termales tienen ins-

talaciones similares a las que se encuentran en las áreas recreativas como a los balnearios. Sin embargo, no podemos decir que se encuentren dentro de la segunda categoría pues no cuentan como mínimo con servicios médicos y otras muchas diferencias como pueden ser los propios de un establecimiento hotelero.



Figura 1: Características de las charcas de la provincia de Ourense.

Vistos los resultados comprobamos que dos elementos están ausentes de nuestras charcas: la asistencia médica y las barbacoas o cocinas. El primero es obvio pues se trata de espacios abiertos y gratuitos sin instalaciones permanentes que, de momento, permitan este servicio. Sin embargo, es fundamental tener en cuenta para analizar su uso que se trata de aguas minero-medicinales en casi todos los casos y las que no están declaradas de Utilidad pública están en proceso de ser reconocidas como tal [6,7]. En cuanto a las barbacoas y cocinas, se ha prohibido su uso en los meses estivales como prevención de incendios forestales en la Comunidad autónoma de Galicia [8] hecho que pensamos ha supuesto

su progresiva desaparición en la mayoría de las áreas de recreo.

Otros dos datos llaman nuestra atención. Por un lado, la casi total ausencia de espacios dedicados al juego infantil y la dificultad de acceso a estas instalaciones a personas con distintas capacidades. El que no haya parques infantiles nos muestra una diferencia importante con el ideario de uso de las áreas recreativas pero que las instalaciones no tengan accesos para personas con distintas capacidades parecen contradecir el ideario de ocio y salud en condiciones de equidad que nos parece fundamental teniendo en cuenta que la mayor parte de las personas que entrevistamos en estas áreas eran adultas de edad avanzada.

En la relación positiva entre las características y la denominación de estación termal o área recreativa apreciamos que los entornos naturales son importantes en la ubicación de las charcas y también el patrimonio cultural, aunque este en menor medida. Tenemos que tener en cuenta que una de estas termas está ubicada en pleno centro de la ciudad de Ourense, rodeada por el Centro de interpretación de las Burgas que incluye las termas romanas. La necesaria vinculación entre el entorno natural, patrimonio cultural y termalismo es, desde nuestro punto de vista, un dato que no podemos pasar por alto, pues nos permite combinar unos elementos del imaginario de bienestar dentro de los espacios termales que sin duda serían de ayuda para su promoción como espacios de sociabilidad.

6 Reflexión

Las investigaciones precedentes que hemos revisado analizan el uso de los balnearios, la distribución de las aguas termales, su calidad y su uso, etcétera pero, hasta el momento, no hemos encontrado bibliografía que se ocupe de entender los espacios abiertos termales de uso gratuito como espacios de sociabilidad en los que se concentran elementos de ocio y salud.

Es claro que las características de estos espacios, que sean abiertos, de uso gratuito, non dispongan de horarios, etcétera, dificulta la recogida de datos pero pensamos que es imprescindible que comencemos a investigar sobre estos usos y espacios para obtener datos que nos permitan su difusión.

Conclusiones

Después de la revisión de los servicios que ofrecen las diferentes áreas termales se comprueba que estos son diversos y que esta diversidad responde a las características del entorno y la diferente gestión de cada una de ellas.

Otra de las conclusiones que se extraen de esta exploración es que se da una relación directa entre las áreas termales y los espacios naturales y aunque se aprecia una vinculación con el patrimonio cultural no es tan frecuente.

Queda también comprobado que no se cumplen todos los requisitos para poder entender estas áreas como establecimientos termales. Finalmente se ha comprobado que, de forma unánime, se considera terapéutico el uso del agua termal.

Agradecimientos

Agradezco la disponibilidad y colaboración de las distintas personas responsables de los Ayuntamientos de Bande, Cenlle, Lobios y Ourense.

Mi agradecimiento también para aquellas personas “agüistas” que nos brindan su conocimiento y práctica termal.

Referencias

- [1] Preámbulo de la Constitución de la Organización Mundial de la Salud, que entró en vigor el 7 de abril de 1948.
- [2] Decreto 402/1996, de 31 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de aprovechamiento de aguas mineromedicinales, termales y de los establecimientos balnearios de la Comunidad Autónoma de Galicia.
- [3] AUREN. Turismo de salud en España. Madrid: Ministerio de Industria, energía y turismo. 2013. http://www.minetur.gob.es/turismo/es-ES/PNIT/Eje3/Documents/turismo_salud_espana.pdf
- [4] Vera Rebollo, J.F. & Baños Castiñeira, C.J. Renovación y reestructuración de los destinos turísticos consolidados del litoral: las prácticas recreativas en la evolución del espacio turístico. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles 53:329-350, 2010.
- [5] Ley 7/2011, de 27 de octubre, del turismo de Galicia, en DOG núm. 216 de 11 de Noviembre de 2011 y BOE núm. 291 de 03 de Diciembre de 2011. Artículo 60.
- [6] Ramírez, J., Rial, M.E., Ramírez, J.A. Las aguas minero-medicinales de Galicia: un patrimonio geológico singular. Re Metallica 8, 49-64, 2007.
- [7] Estatuto de Explotación de Manantiales de Aguas Minero-medicinales, aprobado por el Real Decreto Ley de 25 de abril de 1928. BOE núm. 117, de 26 de abril de 1928, 474- 483.
- [8] Artículo 9 de la Ley 3/2007, de 9 de abril, de prevención y defensa contra los incendios forestales de Galicia, modificada por la Ley 7/2012, de 28 de junio, de montes de Galicia.

Universidade de Vigo



Edita:

Vicerreitoría do
Campus de Ourense

Universidade de Vigo

Colaboran:

