Historia y evolución científica y técnica del conocimiento de las aguas minerales de

Galicia

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN
Instituto Geológico y Minero de España

XUNTA DE GALICIA

Galicia

Historia y evolución científica y técnica del conocimiento de las aguas minerales

EDITORES

María del Mar Corral Lledó
Juan Antonio López-Geta
José Miguel Fernández Portal
María José Mijares Coto

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN
Instituto Geológico y Minero de España

XUNTA DE GALICIA

Editores: María del Mar Corral Lledó
Juan Antonio López-Geta
José Miguel Fernández Portal
María José Mijares Coto

GALICIA: Historia y evolución científica y técnica del conocimiento de las aguas minerales / Mª.M. Corral Lledó, J.A. López-Geta, J.M. Fernández Portal, Mª.J. Mijares Coto, eds.- Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2010.

234 pgs; ils; 21 cm.

ISBN 978-84-7840-848-1
NIPO 474-09-040-3

1. Agua mineral 2. Recursos agua 3.Historia 4. Galicia. I. Instituto Geológico y Minero de España, ed. II. Corral Lledó, Mª M., ed.III. Lopez-Geta, J.A., ed. IV. Frenández Portal, J.M., ed. V. Mijares Coto, Mª.J., ed.

556.3(460.11)

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación en esta obra sin contar con la autorización de los titulares de propiedad intelectual y de los editores. La infracción de los derechos mencionados pueden ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual.

© INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA
Ministerio de Ciencia e Innovación
C/ Ríos Rosas, 23-28003 Madrid
Teléfono: 91 349 57 00 – Fax: 91 442 62 16
Web: http://www.igme.es

NIPO: 474-09-040-3
Depósito Legal:
ISBN: 978-84-7840-848-1

Maquetación e impresión: TIASA

Ruinas de un campamento militar denominado "*Aquis Querquennis*", inundado por el embalse de las Conchas.

Presentación

El Instituto Geológico y Minero de España es un Organismo Público de Investigación adscrito al Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España cuya misión es proporcionar conocimiento e información precisa en relación con las Ciencias y Tecnologías de la Tierra. Entre sus diferentes campos de actuación en el ámbito de los recursos minerales mantiene una larga tradición en el estudio de uno de los más importantes: las aguas minerales y termales, cuyos beneficios son conocidos desde la antigüedad y cuyo desarrollo fue especialmente relevante en las civilizaciones romana y árabe. Los orígenes de la investigación del IGME en esta materia se remontan, al igual que los del propio Instituto, al siglo XIX.

El papel en investigación y protección de este recurso, se vio reforzado por la responsabilidad que se otorga a este Organismo en la legislación minera y especialmente en la Ley 22/1973, de 21 de Julio, de Minas y el Real Decreto 2857/1978, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento General para el Régimen de la Minería. En esta normativa se le atribuye entre otras competencias las relacionadas con los recursos hidrominerales, entre las cuales se incluyen los informes preceptivos para la declaración de aguas minerales y los correspondientes a los trámites de la concesión de autorizaciones de aprovechamiento, todos ellos necesarios para la correcta protección cuantitativa y cualitativa de este recurso hidromineral.

En las últimas décadas la labor investigadora del Organismo se ha centrado en avanzar en el conocimiento de la génesis y mineralización de estos recursos, a través del estudio de su origen y su relación con las formaciones geológicas en las que son captadas. Ello ha permitido definir diecinueve dominios hidrominerales en España, en los que se han identificado las aguas minerales singulares que se caracterizan por sus condiciones geoquímicas distintas del resto de las aguas de su entorno reflejo de una circulación profunda. Con estos antecedentes y tomando como punto de partida dicho proyecto, la Xunta de Galicia y el IGME, establecieron un convenio de colaboración, al objeto de continuar profundizando en las singularidades de las aguas minerales gallegas.

Este libro, de marcado carácter científico-técnico, viene a completar las publicaciones realizadas en otras comunidades autónomas o provinciales, recoge los resultados del proyecto e intenta explicar en sus diversos capítulos, no solo la importancia que las aguas minerales y termales han tenido y tienen en la actualidad, mediante la recopilación de documentos históricos que hace referencia a más de 140 manantiales, sino también, a través de estudios de detalle, conocer las estructuras geológicas que albergan los sistemas de flujo subterráneo y los diferentes tipos de aguas minerales, para entender mejor su proceso de mineralización, así como la viabilidad económica para potenciar e incentivar la puesta en marcha de nuevas industrias relacionadas con el sector.

Para finalizar quiero destacar la importancia de la colaboración mantenida con otras instituciones tanto de investigación como encargadas de la gestión de este recurso, en cuanto que supone potenciar la labor investigadora como resultado de la suma de esfuerzos colectivos tanto intelectuales como económicos.

La Directora del Instituto Geológico y Minero de España
Rosa de Vidania Muñoz

Presentación

Galicia es una región privilegiada por la riqueza y diversidad de sus aguas minerales y termales, donde el uso de este recurso hidromineral tiene una amplia tradición, como prueban los numerosos vestigios existentes de aprovechamientos que se remontan hasta la época de los romanos. De hecho, desde el primer tratado del que se tiene constancia, en 1697, hasta la actualidad existen numerosos documentos históricos en los que se mencionan la existencia y el aprovechamiento de aguas minerales en Galicia, pero no fue hasta 1947, cuando se aborda por primera vez el termalismo, lo que supuso un cambio de visión en el estudio de las aguas minerales.

La ininterrumpida utilización de estas aguas ha vivido sin embargo, diversas épocas de esplendor y decadencia, una de las cuales se produjo en el primer tercio del siglo XX, coincidiendo con el auge de la farmacología, lo cual desencadenó un declive en el aprovechamiento del recurso. Durante los últimos años del pasado siglo y sobre todo en los primeros años del actual siglo XXI, se está produciendo una paulatina recuperación del sector debido sobre todo al auge del turismo de salud, a la creación de nuevas instalaciones termales, y a la recuperación de antiguos balnearios, motivada por la demanda en la modernización y actualización de las instalaciones balneaoterápicas.

La repercusión económica y social del sector de las aguas minerales y termales tiene una gran importancia en la Comunidad Autónoma de Galicia, ya que además de los aprovechamientos actuales, existen posibilidades de nuevas instalaciones dado el alto potencial de recursos, que unido a su larga tradición, permite predecir para los próximos años un mayor desarrollo de estas industrias. Por esta razón, se hacia imprescindible estudios que abarcaran aspectos tanto científicos como técnicos de las mismas, en un territorio donde la geología se encuentra íntimamente relacionada con la presencia, localización, composición y facies hidroquímica de los manantiales hidrominerales.

Por tanto, el proyecto de colaboración entre la Xunta de Galicia a través de su Consellería de Economía e Industria, y el IGME, ha supuesto, un avance en el conocimiento de las aguas minerales y termales, en el cual se ha definido dentro del Dominio Hidromineral del Macizo Hercínico en el que se encuentra incluida la comunidad gallega, 10 Subdominios Hidrominerales, de muy diferentes dimensiones, origen geológico y características hidroquímica, permitiendo dar un nuevo impulso a un sector que genera cada vez más interés socio-económico.

El Director Xeral de Industria, Enerxía e Minas
Ángel Bernardo Tahoces

La presente publicación ha sido realizada por el Instituto Geológico de España y la Xunta de Galicia en el marco del convenio de colaboración existente entre ambas Instituciones.

Dirección y Coordinación

María del Mar Corral Lledó (IGME)
Juan Antonio López-Geta (IGME)
José Miguel Fernández Portal (IGME)
María José Mijares Coto (Xunta de Galícia)

Equipo de trabajo

María del Mar Corral Lledó (IGME)
Susana Covelo López (Xunta de Galícia)
José Miguel Fernández Portal (IGME)
Ángel Ferrero Arias (IGME)
Luis Ángel González Fernández (IDRENA S.A.U.)
Juan Antonio López-Geta (IGME)
Maria José Mijares Coto (Xunta de Galícia)
Isabel Muñoz Pascual (IDRENA S.A.U.)
Carlos Ontivero Beltranena (IGME)
José Antonio Zuazo Osinaga (CRN, S.A.)

Colaboradores

Jorge Fernández Suarez (IGME)
Elena Molina Urrutia (CRN, S.A.)
Tomás Egido Herraez (CRN, S.A.)
Juan León Coullaut Sanz de Sicilia (CRN, S.A.)
José Armengot De Pedro (CRN, S.A.)
Manuel Espejo Bueno (CRN, S.A.)

Agradecimientos

El equipo de dirección y coordinación de esta publicación quieren agradecer a Dña. Juana Baeza Rodríguez-Caro y a D. Miguel Abolafia de Llanos, recientemente fallecido, su intensa labor y dedicación al estudio de las aguas minerales y termales, y la contribución a su difusión durante su larga trayectoria como técnicos del Instituto Geológico y Minero de España. Resaltar igualmente su tesón para continuar con el reto de la investigación de esta ciencia iniciada en este Instituto desde su creación en el año 1849.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. **LAS AGUAS MINERALES DE GALICIA A TRAVÉS DE SU HISTORIA** 16

CAPÍTULO 2. **DOMINIOS HIDROMINERALES EN ESPAÑA** 75

Dominio del Macizo Hercínico 64
Dominio de Asturias Central y Picos de Europa 65
Dominio Costero Mesozoico Asturiano 66
Dominio de Cantabria 66
Dominio de la Cordillera Cantábrica Oriental 71
Dominio Pirenaico 68
Dominio de la Meseta Norte 70
Dominio del Terciario del Ebro 71
Dominio Costero-Catalán 68
Dominio Ibérico 68
Dominio de la Meseta Sur 70
Dominio de la Sierra de Alcaraz y Campo de Montiel 68
Dominio Volcánico de Ciudad Real 67
Dominio de las Depresiones Terciarias de Andalucía 71
Dominio de la Cordillera Subbética Occidental 67
Dominio de la Cordillera Subbética Oriental 67
Dominio Mediterráneo Suroriental 67
Dominio de la Sierra Norte de Mallorca 69
Dominio Volcánico de las Islas Canarias 69

CAPÍTULO 3. **CARACTERIZACIÓN DE LOS RECURSOS HIDROMINERALES DE GALICIA: SUBDOMINIOS** 87

Geología Regional. 73
Hidrogeología Regional. 100
Hidroquímicas de las aguas minerales. 110
Subdominios Hidrominerales 139

CAPÍTULO 4. **LAS AGUAS EN LOS SUBDOMINIOS HIDROMINERALES** 165

Subdominio Granítico Noroeste 166
Subdominio Granítico Lugo-Sarria 168
Subdominio Granítico A Toxa-Caldas de Reis 172
Subdominio Granítico Sur. 177
Subdominio Granítico Sudeste 196
Subdominio Granítico Nordeste 198
Subdominio Granítico Central. 199
Subdominio Granítico Occidental. 206
Subdominio Metamórfico Oriental 212
Subdominio Metamórfico Occidental 220

CAPÍTULO 5. **PROPUESTAS DE NUEVOS APROVECHAMIENTOS DE AGUAS MINERALES EN GALICIA** 215

Viabilidad de nuevas industrias de aguas envasadas 225
Viabilidad de nuevos establecimientos balnearios. 235

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 231

Créditos fotográficos

José Miguel Ferández Portal: 16, 18, 21, 33, 35, 48, 55, 60, 61, 66, 71, 74, 77, 86, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97 (izda.), 101, 102, 103 (izda.), 104, 105, 107 (izda.), 108, 109, 110, 114, 143, 145 (sup.), 147 (izda.), 148, 151, 154, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 164, 166, 168, 171, 172, 173, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 190, 191, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 201, 202, 203, 205, 208, 209, 211, 214, 227, 230

Jorge Fernández Suárez: 24, 97 (dcha.), 100 (dcha.), 107 (dcha.)

Juan Antonio López-Geta: 78

Carlos Ontiveros: 81, 83

Ángel Ferrero Arias: 98, 100 (izda.), 141 (dcha.), 142 (sup.), 144, 145 (inf.), 146, 147 (dcha.), 150, 152, 153, 160 (izda.)

Aguas de Sousa: 189

José Antonio Zuazo Osinaga: 192

Hotel Balneario de Compostela: 199

Historia y evolución científica y técnica del conocimiento de las aguas minerales de

Galicia

1. LAS AGUAS MINERALES DE GALICIA A TRAVÉS DE SU HISTORIA

Ruinas de un campamento militar denominado "*Aquis Querquennis*", inundado por el embalse de las Conchas.

Galicia es una de las regiones españolas con mayor riqueza en aguas minerales y termales y, en consecuencia, con más dilatada tradición en su uso y aplicación balneoterápica. Ya en la época de la dominación romana se aprovechaban algunas de las surgencias termales, como muestran los importantes vestigios existentes en el Balneario de Lugo. A partir de esas fechas, se produce una historia muy rica, compuesta de una serie de hechos, cuya cronología pone en evidencia el interés por las aguas minerales y termales en esta Región.

Al territorio gallego corresponden cuatro de las primitivas 31 plazas (de dirección facultativa) de baños y aguas minerales creadas por Real Decreto del 29 de junio de 1816, publicado en la Gaceta de Madrid del 28 de septiembre de 1816. Dichas plazas se asignaron a los establecimientos de Caldelas, Cortejada, Caldas de Cuntis y Caldas de Reis.

Posteriormente, en la Gaceta de Madrid del 16 de abril de 1869 se publicó una "Nota de las temporadas en que están abiertos los establecimientos de baños y aguas minerales que han obtenido la declaración de utilidad pública...", de la Dirección General de Beneficencia, Sanidad y Establecimientos Penales. Se citan en total 10 establecimientos: dos en A Coruña (Arteixo y Carballo), uno en Lugo (Lugo), tres en Ourense (Carballino y Partovia, Cortejada y Sousa y Caldeliñas) y cuatro en Pontevedra (Caldelas de Tui, Caldelas de Cuntis, Caldas de Reis y Lonjo o A Toxa).

El 25 de abril de 1928 se aprueba por Real Decreto-Ley (nº 743, publicado en la Gaceta de Madrid nº 117, de 26 de abril de 1928) el "Estatuto sobre la explotación de manantiales de aguas minero-medicinales", en cuyo anexo se relacionan los establecimientos balnearios divididos en dos grupos, según estén atendidos o no por Médicos del Cuerpo de Baños. Se citan los siguientes establecimientos:

- Arteixo, Caldas de Cuntis, Caldas de Reis, Caldelas de Tui, Carballino, Carballo, Cortejada, Incio, A Toxa, Lugo, Molgas y Verín, entre los que cuentan con dirección facultativa.

- Cabreiroa, Caldas de Ourense, Catoira, Fuente Nueva de Verín, Fuente del Val, Nuestra Señora de los Ángeles y Partovia, entre los que carecen de médico oficial.

Existen innumerables documentos históricos en los que se mencionan la existencia y el aprovechamiento de aguas minerales en Galicia, su ubicación, propiedades mineromedicinales, características físico-químicas, etc., desde el primer tratado del que se tiene constancia, en 1697, hasta la actualidad. Los primeros tratados fueron elaborados por médicos (con la excepción del químico Antonio Casares), que en su mayor parte ejercían como directores de establecimientos de aguas minerales, y enfocaban su estudio por el uso práctico medicinal de las aguas, esto es, como guías y manuales tanto para los profesionales de la medicina como para los pacientes potenciales. No es hasta 1947, cuando el geólogo Hernández Pacheco, en el "1er Congreso Luso-Espanhol de Hidrología", aborda por primera vez el termalismo de las aguas minerales; esta Reunión supone un punto de inflexión en el análisis de las aguas minerales, cuyo interés resulta netamente científico y no exclusivamente terapéutico, tal como dan cuenta los estudios

Fonte do Muiño (Lugo).

desarrollados desde entonces por el Instituto Geológico y Minero de España, y por otras instituciones. En las monografias de las que se ha dispuesto se hace mención a muchos manantiales, algunos de ellos siguen funcionando como instalaciones balneoterápicas o como industrias de aguas envasadas, cuyas referencias principales para cada manantial de forma alfabética, se comentan a continuación y reflejan el valor histórico y patrimonial de estos manantiales naturales.

A Cañiza

Los únicos textos encontrados que mencionan a las Aguas de A Cañiza son del siglo XX: "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España" (1908), "Las aguas minerales y las enfermedades" (1912), "Guía del turismo y balnearios de España" (1912), "Riqueza hidrológica y climatológica de España" (1913), "Breve resumen de las aguas minero-medicinales de España" (1915), "Hidrología médica" (1945), "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968). En gran parte de los textos enumerados se caracterizan estas aguas como ferruginosas y con cierto contenido de CO_2.

Acuña

Este balneario se nombra como establecimiento independientemente de Caldas de Reis (Dávila) en el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850), del que se comenta *"Caldas de Reis. ... Tiene dos casas de baños cerca del puente grande la ferrería, sobre el río Humia: Casa de baños de Dávila y Casa de baños de Acuña... La segunda tiene dos fuentes, una fuera de la casa, cuya agua se usa en bebida, y otra dentro que sirve para llenar unos baños pequeños y otros dos grandes, y de la que también se bebe subiendo el agua por medio de una bomba... Esta agua no tiene color, son diáfanas, inodora la de la fuente de fuera de Acuña, con un ligero olor a huevos podridos la dentro de la misma casa... la temperatura... en la fuente de fuera de Acuña 30º, y en la dentro 35º¼, cuyas temperaturas son constantes en todas las estaciones... están mineralizadas por el cloruro de sodio o sal común, sulfato de cal y una corta cantidad de una sustancia orgánica..."*.

Ya en el siglo XX el balneario de Acuña vuelve a citarse en varios textos: "Reseña de los principales balnearios de España" (1903), "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España" (1908), "Riqueza hidrológica y climatológica de España (1913), "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968), "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986) y "Las aguas minerales de España. Visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización" (2001).

Agua Sana

El manantial y la planta de envasado de Agua Sana aparecen por primera vez referenciados en el libro "Las aguas minerales de España. Visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización" (2001).

Alqueidón

La primera referencia a sus aguas se encuentra en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), que las define como *"minerales ferruginosas carbonatadas"*. También son citadas en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913), con el nombre de *"Alquaidón"*. La última referencia relativa a las mismas se encuentra en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasada existentes en España" (1986), en el que de nuevo la denominación utilizada es *"Alquaidón"*.

Arnoia

Estos baños figuran en el libro "Las aguas minerales de España. Visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización" (2001), entre los establecimientos balnearios en activo.

Arteixo

La Fuente de Arteixo es mencionada por primera vez en el libro "Noticia de las aguas minerales más principales de España" (1840), describiéndose su localización y propiedades, *"Arteixo. Hállase este pueblo y su fuente mineral a legua y media de la Coruña... Las aguas son claras, saben a lejía, y exhalan un tufo desagradable, el cual pierden a poca distancia del manantial. Hay tres baños, cuyas temperaturas son 18, 20 y 30º"*.

Una década más tarde, vuelve a ser citada en el "Ensayo práctico sobre la acción terapéutica de las aguas minerales" (1850), en el que sus aguas se encuentran referenciadas entre las hidro-sulfurosas de Galicia, *"Arteixo... hay una fuente, que se divide en tres ramales y surte otros tantos baños cuyas temperaturas son 18º, 20 y 30"*. En ese mismo año figura en el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850), dentro del capítulo de Aguas salinas, *"Arteixo. ... a legua y media de la Coruña, cuatro de Betanzos y ocho de Santiago... Las aguas brotan en un pequeño valle por tres distintos puntos, en los que se han formado otros tantos baños con sus edificios. Además hay un manantial al lado de uno de ellos, de 24º, y le usan de bebida... Las aguas minerales son claras, transparentes; tienen sabor alcalino y despiden un olor desagradable, que pierden a poca distancia del manantial. Hay tres baños cuyas temperaturas son de 26, 28 y 31º. Se dice que estas aguas contienen hidroclorato de sosa, hidroclorato de magnesia, ácido hidrosulfúrico y una materia gelatinosa animal..."*.

Estas aguas se mencionan como *"Baños de Arteixo"* en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), dentro de los balnearios que cuentan con dirección facultativa oficial, al igual que sucede en textos posteriores: el "Tratado de aguas minero-medicinales" (1859) y el "Tratado práctico de las aguas minerales y potables" (1866).

En el "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869) se incluyen entre los *"establecimientos, con las noticias que más interesan saber a los bañistas"*. Vuelven a ser citados en la Gaceta de Madrid del 16 de abril de 1869, en la cual se publicó una "Nota de las temporadas en que están abiertos los establecimientos de baños y aguas minerales que han obtenido la declaración de utilidad pública".

A partir de este año se encuentran numerosos textos en los que se aporta todo tipo de información sobre Arteixo: "Anuario de la hidrología médica española" (1870), "Guía-manual de baños y aguas minerales" (1873), "Anuario oficial de las aguas minerales de España" (1878), "Compendio de hidrología médica balneoterapia e hidroterapia" (1884), "Elementos de hidrología médica" (1887), "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), "Guía de los establecimientos balnearios de España" (1890), "Resumen estadístico oficial de las aguas minerales de España" (1890), "Guía ilustrada de las aguas minerales y balnearios de España" (1896), "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España" (1908), "Las aguas minerales y las enfermedades" (1912), "Guía del turismo y balnearios de España" (1912) "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913), "Riqueza hidrológica y climatológica de España" (1913), "Biblioteca de terapéutica" (1915), "Breve resumen de las aguas minero-medicinales de España" (1915), "Guía de los establecimientos balnearios de aguas minero-medicinales en España" (1943), "Hidrología médica" (1945), "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968), "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986) y por último "Las aguas minerales de España. Visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización" (2001).

Finalmente, se debe destacar su presencia en el *"Estatuto sobre la explotación de manantiales de aguas minero-medicinales"* (1928), en cuyo anexo se cita al Balneario de entre los establecimientos atendidos por Médicos del Cuerpo de Baños.

Asneito

La Fuente de Asneito figura en la obra "Historia universal de las fuentes minerales de España" (1765): *"sobre un mediano río del mismo apellido; caminando con su corriente, a la orilla, y cubierta con las aguas de dicho río, hay una fuente de bien poco caudal llamada Asneito, la cual es caliente,... va quedando de unos a otros que aquellos baños curan todas las enfermedades"*.

A Toxa

Las aguas de la isla de A Toxa son descritas en el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850), en su capítulo de Aguas salinas señala *"Isla de Loujo, Toga o Toja Grande. Así se llama una islita en la provincia de Pontevedra, próxima a Cambados... El agua brota de la superficie de la tierra; es transparente, sin color ni olor, de sabor amargo; su temperatura es de 33 a 36º en el pozo Burga y 20 a 28º en los demás... Según análisis de D. Antonio Casares, mil partes de agua contienen ácido carbónico, cloruro de sodio, cloruro de calcio y cloruro de magnesio, cloruro de potasio, sulfato de cal, carbonato de cal, carbonato de magnesio, carbonato de hierro, sílice y ioduro alcalino..."*.

Tres años más tarde, A Toxa es descrita como fuente que cuenta con dirección facultativa oficial en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853). Posteriormente, en la Gaceta de Madrid del 16 de abril de 1869 se publica una "Nota de las temporadas en que están abiertos los establecimientos de baños y aguas minerales que han obtenido la declaración de utilidad pública...", la cual incluye al balneario entre los cuatro citados de Pontevedra bajo el nombre de *"Lonjo"* o *"A Toxa"*. Por otra parte, en el "Estatuto sobre la explotación de manantiales de aguas minero-medicinales" (1928), figura como uno de los atendidos por Médicos del Cuerpo de Baños.

Las Aguas de A Toxa aparecen además en un gran número de textos, a menudo con distintos nombres y con mención al carácter clorurado sódico de estas aguas y a su elevada temperatura: "Tratado de aguas minero-medicinales" (1859), "Tratado práctico de análisis químico de las aguas minerales y potables" (1866), "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), "Anuario de la hidrología médica española" (1870), "Guía-manual de baños y aguas minerales" (1873), "Anuario oficial de las aguas minerales de España" (1878), "Elementos de hidrología médica" (1887), "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), "Guía de los establecimientos balnearios de España" (1890), "Resumen estadístico oficial de las aguas minerales de España correspondiente a la temporada balnearia de 1890" (1891), "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892), "Guía ilustrada de las aguas minerales y balnearios de España" (1896), "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España" (1908),

Inscripción sobre una de las fuentes del histórico balneario, situado en el privilegiado entorno de la ría de Arousa.

"Las aguas minerales y las enfermedades" (1912), "Guía del turismo y balnearios de España" (1912), "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913), "Riqueza hidrológica y climatológica de España" (1913), "Manual de hidrología médica" (1914), "Biblioteca de terapéutica" (1915), "Breve resumen de las aguas minero-medicinales de España" (1915), "Hidrología médica" (1945), "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968), "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986) y "Las aguas minerales de España. Visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización" (2001).

Bande

Sobre este manantial, la primera referencia se encuentra en el libro "Historia universal de las fuentes minerales de España" (1765), en el que aparece situada en localidad de Bande y se describen las virtudes medicinales de sus aguas.

Décadas más tarde Bande es citado en el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850) dentro del capítulo de Aguas sulfurosas: *"Bande. Pueblo en la feligresía y lugar de Baños, provincia de Ourense. En el centro del pueblo hay un edificio antiguo y medio arruinado, donde se halla el manantial... El agua es clara, transparente, inodora e insípida; su temperatura es elevada. Se dice que son sulfurosas, pero no han sido analizadas..."*. La caracterización de Bande como aguas sulfurosas también se da en el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889).

En el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853) destaca entre las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial. Por otro lado en el "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869) Bande se nombra entre los *"establecimientos balnearios y aguas minerales no declarados de utilidad pública, pero adonde acuden algunos enfermos"*.

Otros textos que citan a estas aguas son: "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892), "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y por último "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Bañino

Sus aguas se mencionan en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Bar

En el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850) figuran las aguas de *"Bar. A corta distancia de Santiago nace una fuente ferruginosa, mineralizada por el crenato de hierro... Estas aguas se mineralizan en el punto donde se presentan... Esta agua al atravesar los puntos en que hay sustancias vegetales en descomposición, se apoderan de algún ácido orgánico, que acaso sea el ácido úlmico, que se precipita con el hierro al peroxidarse, y el cual Berzelius dio el nombre de ácido crénico, y forma un compuesto soluble que forma el agua ferruginosa..."*. Tres años más tarde se vuelve a destacar su carácter ferruginoso en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853). Esta misma descripción aparece en el "Compendio de hidrología médica balneoterapia e hidroterapia" (1884). A pesar de esto, en "Elementos de hidrología médica" (1887) figura como agua clorurada, al igual que en el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), *"Bar (Prov. de la Coruña). Clorurado sódica, débil. T. 8 ºC. Sales.- 0,207=lit"*.

HISTORIA
UNIVERSAL
DE LAS FUENTES MINERALES DE ESPAÑA,
sitios en que se hallan, principios de que constan, analyses, y virtudes de sus aguas, modo de administrarlas, y de ocurrir a los accidentes que suelen nacer de su abuso: todo deducido de la observacion, y experiencia: descripcion de los Lugares de su situacion, con una buena parte de la Historia natural del terreno de cada Pueblo, y explicacion de las curiosidades que contiene.
TOMO PRIMERO
QUE COMPREHENDE LAS LETRAS
A, Y B.
SU AUTOR
D. PEDRO GOMEZ DE BEDOYA Y PAREDES,
Doctor en Medicina, Medico de numero de Familia de el Rey nuestro Señor, Proprietario de sus Reales Hospitales General, y Pasion de la Corte, Ex-Examinador de el Real Proto-Medicato, Director, Secretario perpetuo, y primitivo Fundador de la Sociedad Medica de la Real Congregacion de nuestra Señora de la Esperanza, y al presente primer Medico del Ilmo. Señor Dean, y Cabildo de la Santa Metropolitana Iglesia de Señor Santiago, y Catedratico de Cirugia, y Anatomia de su Insigne Universidad, &c.
CON LAS LICENCIAS NECESSARIAS
En Santiago: en la Imprenta de Ignacio Aguayo.
587
R.-1600
BIBLIOTECA

El libro Historia Universal de las fuentes minerales de España de 1765, escrito por el médico D. Pedro Gómez de Bezoya y Paredes recoge la descripción de los lugares donde nacen los manantiales y alude a las características y propiedades medicinales de sus aguas.

En el "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869) destaca entre los *"establecimientos balnearios y aguas minerales no declarados de utilidad pública, pero adonde acuden algunos enfermos"*. Por último, se encuentran referencias a esta fuente en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Barrio

Las Aguas de Barrio son descritas en la obra "Elementos de hidrología médica" (1887), *"Relacionados con el Sil, principal afluente del Miño, están los manantiales de...Barrio..."*. Poco después en el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), se citan de nuevo con su nombre completo: *"Barrio (San Juan de) (Prov. de Ourense). Ferruginosas"*. Además figuran en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913).

Bembibre

Aparece referenciado en el capítulo VII de "Elementos de hidrología médica" (1887), en el que se menciona *"Relacionados con el Sil, principal afluente del Miño, están los manantiales de Bembibre,..."*.

Berán

Los manantiales de Berán son mencionados en la obra "Historia universal de las fuentes minerales de España" (1765): *"En la provincia de Tui, en donde manan cinco manantiales de agua mineral, con olor a azufre, y propiedades curativas de la piel y fiebres intestinales..."*. Sin embargo, la primera referencia como Balneario de Berán se encuentra en la "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España" (1908). Años después figurará bajo el nombre de *"El Baño de Berán"* en el "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968).

Las demás referencias aparecen en el manual "Hidrología médica" (1945), que las incluyen dentro del grupo de las aguas sulfuradas-sódicas, y ya en las últimas décadas en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986) y en "Las aguas minerales de España. Visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización" (2001).

Manantial de Valmayor en Paderne, Serra de Courel (Lugo).

Juan Manuel López de Azcona

Destacado ingeniero autor del "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968). Nació en La Coruña en 1907. Obtuvo el título de Ingeniero de Minas por la escuela de Madrid junto al Premio Gullón a la mejor memoria de fin de carrera en 1929. Un año después ingresó en el Instituto Geológico y Minero de España, donde trascurrió su larga vida profesional, durante la cual ocupo diferentes cargos de jefatura y amplió su formación universitaria, alcanzado los títulos de Ingeniero Sanitario en 1934, Licenciado en Ciencias Físicas en 1936 y Doctor en Ciencias Físico-Matemáticas en 1941. Su labor científica y docente abarcó diversos campos: geología, exploración geofísica, hidrogeología y espectroscopía en relación a la caracterización química y estructural de materiales. Su carrera profesional fue ampliamente reconocida con numerosos premios, condecoraciones y distinciones otorgadas por diversos organismos. El hecho de jubilarse en 1977 no le impidió mantener su vinculación al Instituto Geológico y Minero de España, como prueban sus continuas colaboraciones en el "Boletín Geológico y Minero" hasta su fallecimiento en 1995.

Bertúa

Las Aguas de Bertúa son citadas en la obra "Historia universal de las fuentes minerales de España" (1765), en la que se describe su ubicación y propiedades, *"a seis leguas de la Ciudad de la Coruña... en la feligresía de San Juan de Carballo. El agua es olor hediondo a azufre, ingrato el sabor, clara, aunque azulada, y su temple no muy caliente"*. En el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850) aparecen en el capítulo de Aguas sulfurosas: *"Bertúa. Pueblo situado a seis leguas de la Coruña. Los dos manantiales nacen a medio cuarto de legua de la población, cerca de la ermita de San Miguel, y el uno es más copioso que el otro. El más caudaloso es el que se usa. El agua es transparente, aunque de color azulado; de olor sulfuroso; de sabor ingrato al paladar. No se conoce su temperatura ni su densidad..."*.

Estas aguas figuran con una denominación distinta en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853): *"Aguas minerales sulfurosas termales de Baños de Santa María de Bertoa"*. A pesar de esto el nombre de *"Bertúa"* reaparece en el "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), que las incluye entre los *"establecimientos balnearios y aguas minerales no declarados de utilidad pública, pero adonde acuden algunos enfermos"*.

De nuevo el nombre de *"Bertoa"* aparece en relación a estas aguas en "Elementos de hidrología médica" (1887), al igual que en el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), que lo describe brevemente *"Bertoa (Baños de Sta. María de) (Prov. de la Coruña). Clorurado sódica sulfhídrica. T. 35 ºC. Ciática, parálisis, reumatismo, hipocondria. Baños"*. En la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) estas aguas figuran con el nombre de *"Baños de Santa María de Bertoa"* así como en "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Brea

Los Baños de Brea son descritos con gran detalle en "Las aguas minerales de España. Visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización" (2001).

Brejo

Las Aguas de Brejo figuran en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1953) entre las aguas y baños minerales sin dirección facultativa

oficial como *"Aguas minerales ferruginosas carbonatadas"*. La siguiente mención aparece en el "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), dentro de los *"establecimientos balnearios y aguas minerales no declarados de utilidad pública, pero adonde acuden algunos enfermos"*.

En el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889) se mencionan de modo sucinto estas aguas, *"Brejo (Prov. de la Coruña). Ferruginosa, fría"*. Por último se citan en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Brués

Sus aguas aparecen en la "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892) bajo el nombre de *"Puente Brués"*, mientras que la obra "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986) se refiere a las mismas como *"San Pedro de Brués"*.

Bucarin

Las Aguas de Bucarin son descritas brevemente en el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), de las que se menciona *"Bucarin (Prov. de Lugo). Salinas, débiles"*.

Bugarín

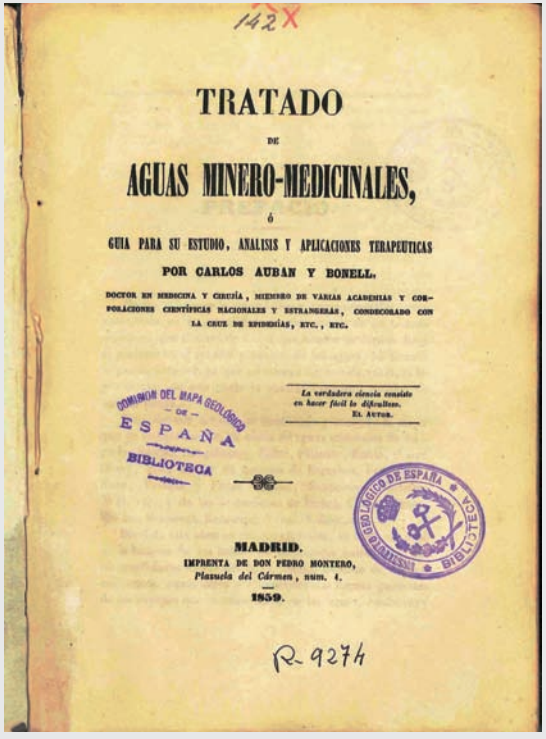
Figura en la obra "Historia universal de las fuentes minerales de España" (1765), en el que se menciona que *"se halla en los términos del Obispado de Tui, en la Feligresía de Santa Christina de Bugarín, inmediata a la Villa de Puente Areas..."*.

De nuevo aparece junto a su localización en el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850), donde se cita en el capítulo de Aguas salinas, *"Bugarín (Santa Cristina de). Feligresía de la provincia de Pontevedra. A cinco leguas de la capital y tres de Tui, se halla una fuente de agua mineral salina, útil en las enfermedades de los órganos urinarios"*. Otros textos también describen el carácter salino de sus aguas: el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853) y el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), que destaca dos manantiales: *"Bugarín (Prov. de Pontevedra). 1º Salina. 2º Ferruginosa bicarbonatada. Litiasis. Bebida"*.

En el "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869) se sitúa a Bugarín entre los *"establecimientos balnearios y aguas minerales no declarados de utilidad pública, pero adonde acuden algunos enfermos"*. Otras referencias se encuentran en el texto "Elementos de hidrología médica" (1887), en la "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892) y por último en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913).

Burga de Tremor

Los Baños de la Burga de Tremor se citan en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), junto a las demás aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial. Años después el "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869) los incluye entre los no declarados de utilidad pública.



La monografía "Tratado de aguas minero-medicinales (1859)" de D. Carlos Auban y Bonell, describe los manantiales analizando su composición química y aplicaciones terapeúticas.

Más adelante se menciona brevemente en el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), *"Burga del Tremor (Prov. de la Coruña). Sulfurosa. Dermatosis. Baños balsa"*. Sus aguas aparecen también en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Burgas de Ourense

El primer tratado en el que aparecen estas aguas es "Espejo Cristalino de las Aguas de España" (1697), que ubica en la ciudad de Ourense *"tres fuentes, que llaman Burgas. La una de ellas es de agua muy cálida... Las otras dos fuentes son de aguas más templadas... Aquel calor la reciben del azufre, o betún, y juntamente por ellos virtud medicinal"*. Las altas temperaturas de las Burgas también se ponen de manifiesto en la "Historia universal de las fuentes minerales de España" (1765), que advierte de las aguas termales de las *"Burgas de Ourense en el Reino de Galicia, que nadie puede tolerar su ardor, sin dexarlas templar un rato antes de tocarlas..."*.

En el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850) se encuentra una descripción bastante completa de estos manantiales, en su capítulo de Aguas aciduladas dice *"Ourense. Se llaman Burgas de Ourense a tres copiosos manantiales de agua caliente.... El agua es diáfana, sin olor... no tiene color, su sabor es poco perceptible, pero se diferencia del sabor del agua potable; la temperatura de la burga de arriba es de 66,5º cent., el de la burga 67º, y la del pilón es de 68,5º. El agua de los tres manantiales contiene sílice, cloruro de sodio y carbonato de sosa. El gas que se desprende del fondo del pilón se compone de ácido carbónico y ázoe. Además de los manantiales enumerados hay otras muchas fuentes de agua más o menos caliente alrededor de Ourense,... No se han usado en medicina pero se emplean como bebida ordinaria, para lavar, fregar, cocer, etc."*

Las Burgas aparecen además en diversos textos: "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1870), "Anuario de la hidrología médica española" (1870), "Elementos de hidrología médica" (1887), "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892), "Contribución al estudio de las aguas juveniles, y a la hidrogeología de la Península Hispánica" (1947) y el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Burgo

Las Aguas de Burgo figuran en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853) en el capitulo segundo, el cual comprende la descripción de las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial y las define como sulfurosas frías, al igual que el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889). El Burgo aparece además en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913).

Cabreiroá

El Balneario de Cabreiroá es citado en varias guías a lo largo del siglo XX: la "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España" (1908), la "Guía del turismo y balnearios de España" (1912) y la "Guía de los establecimientos-balnearios de aguas minero-medicinales en España" (1943).

Estos baños figuran además en "Las aguas minerales y las enfermedades" (1912), "Hidrología médica" (1945), "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986) y ya en el siglo XXI en "Las aguas minerales de España. Visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización" (2001).

En el "Estatuto sobre la explotación de manantiales de aguas minero-medicinales" (1928) se cita al Balneario de Cabreiroá entre los establecimientos no atendidos por Médicos del Cuerpo de Baños, mientras que en relación a su situación geográfica, ésta queda reflejada en el "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968), en el que se establece una temperatura media de 16 ºC y se destaca su alto contenido en CO_2.

Caldas de Cuntis

Las fuentes que forman las Caldas de Cuntis son citadas por primera vez en el libro "Espejo Cristalino de las Aguas de España" (1697), *"... distan de la Ciudad de Santiago, como cinco leguas... Son tres fuentes... Nace la primera fuente hacia el oriente, y es caliente en grado excesivo,... sirve para pelar aves, y otros animales, y para lavar la ropa... El olor, y el sabor de dichas aguas es a azufre"*. Mención especial hace a la Fuente segunda de los baños de Caldas de Cuntis, porque en ella *"participan de tres minerales que son azufre, betún, y sal"*.

En la "Historia universal de las fuentes minerales de España" (1765) se describe la localización y beneficios medicinales de estas aguas, *"distante de Santiago cinco leguas, y de la de Caldas de Reis una y media,... se sitúa la Casa del Baño al principio de una plazuela,... y el agua va a parar a un riachuelo por una huerta, que tiene la Casa a sus espaldas. La referida agua*

D. Santiago Ramón y Cajal, Premio Nobel de medicina en el año 1906.

la tributan dos manantiales, que están en los dos ángulos, y parte alta de la plazuela, y en frente de la Casa del Baño... la una al Norte, y la otra al Sur... Es cristalina, de olor intenso a azufre, y de sabor a huevos podridos".

La presencia de azufre se pone de manifiesto de nuevo en la "Noticia de las aguas minerales más principales de España" (1840), *"Caldas de Cuntis. Las aguas sulfurosas de los pozos de esta villa... en nada se diferencian de las de Caldas de Reis, sino en la temperatura, que en un pozo es de 46º, en otro de 44, en otro de 39, en dos de 27 y en uno de 26".*

Una década más tarde se encuentra otra descripción en el "Ensayo práctico sobre la acción terapéutica de las aguas minerales" (1850), *"Tiene varias fuentes de aguas termales cuya temperatura varía de 30 a 44º. El agua mana a borbotones, es cristalina y de un olor fétido a huevos podridos que se percibe a gran distancia...".*

En el mismo año el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850) distingue varias casas de baños: *"Caldas de Cuntis. Villa de la provincia de Pontevedra... En la margen izquierda de un pequeño río, están las casas de baños llamadas Era Vieja y Era Nueva, Santa María, Horno y Castro, cuyas aguas son termales y sulfurosas,...hay aguas de varias temperaturas; así llaman fría a la de 35º, templada a la de 36º, picada a la de 40º, y caliente a la de 50º cent. ... El agua no tiene color, es diáfana, con olor a huevos podridos y de sabor repugnante a huevos podridos... Todos los manantiales presentan la misma composición, pero solo se ha analizado la del baño templado de la Era; se han encontrado sulfuro de sodio, cloruro de sodio, sulfato de sosa, sílice y una materia orgánica nitrogenada...".* Esta distinción también aparece en el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889): *"Caldas de Cuntis (Prov. de Pontevedra). Altitud 164 m. Sulfatado sódica cloruradas. Varios manantiales. Termales.- T. 30º a 57 ºC. Fríos.- T. 5º a 10 ºC. Manantial Era Nueva.- T. 34 ºC. Sales.- 1,200= lit. Reumatismo, herpes, gota, afecciones catarrales. Bebida, baños. Direc. facult.".* En la "Guía del turismo y balnearios de España" (1912) bajo la denominación de Termas de Cuntis se distinguen los balnearios de *"La Virgen"* y del *"Castro"*. Por último, los manantiales de *"Era Vieja"*, *"Era Nueva"* y *"Castro"* son citados por separado en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Las Caldas de Cuntis obtuvieron una de las 31 plazas de baños y aguas minerales creadas por "Real Decreto del 29 de junio de 1816". Posteriormente, Las Caldas aparecen en la Gaceta de Madrid del 16 de abril de 1869 donde se publicó una "Nota de las temporadas en que están abiertos los establecimientos de baños y aguas minerales que han obtenido la declaración de utilidad pública...". Ya en el siglo XX Caldas de Cuntis figura en el "Estatuto sobre la explotación de manantiales de aguas minero-medicinales" (1928) entre los establecimientos atendidos por Médicos del Cuerpo de Baños.

El "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853) menciona a las Caldas de Cuntis entre las aguas y baños minerales que tienen dirección facultativa oficial, mientras que la declaración de utilidad pública por parte de Las Caldas figura de nuevo en el "Anuario de la hidrología médica española" (1870) y en la "Guía-manual de baños y aguas minerales" (1873).

Además, son citadas en numerosas guías, tratados y otros escritos: "Tratado de aguas minero-medicinales" (1859), "Tratado práctico de análisis químico de las aguas minerales y potables" (1866), "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), "Anuario oficial de las aguas minerales de España" (1878), "Compendio de hidrología médica balneoterapia e hidroterapia" (1884), "Elementos de hidrología médica" (1887), "Guía de los establecimientos balnearios de España" (1890), "Resumen estadístico oficial de las aguas minerales de España" (1891), "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892), "Guía ilustrada de las aguas minerales y balnearios de España" (1896), "Guía de verano para el año 1899 de viajes particulares a establecimientos de aguas minerales y baños marítimos" (1899), "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España" (1908), "Las aguas minerales y las enfermedades" (1912), "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913), "Riqueza hidrológica y climatológica de España" (1913), "Manual de hidrología médica" (1914), "Biblioteca de terapéutica" (1915), "Breve resumen de las aguas minero-medicinales de España" (1915), "Guía de los establecimientos-balnearios de aguas minero-medicinales en España" (1943), "Hidrología médica" (1945), "Mapa de las aguas mi-

nerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968), y "Las aguas minerales de España. Visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización" (2001).

Caldas de Ourense

Aparece en numerosos escritos a lo largo del siglo XX, entre los que cabe destacar el "Tratado de aguas minero-medicinales" (1859) y el "Estatuto sobre la explotación de manantiales de aguas minero-medicinales" (1928), que lo incluyen entre los establecimientos que carecen de médico oficial. Los demás textos que lo describen en mayor o menor medida son: "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España" (1908), "Las aguas minerales y las enfermedades" (1912), "Guía del turismo y balnearios de España" (1912), "Riqueza hidrológica y climatológica de España" (1913), "Biblioteca de terapéutica" (1915), "Breve resumen de las aguas minero-medicinales de España" (1915), "Guía de los establecimientos-balnearios de aguas minero-medicinales en España" (1943), "Hidrología médica" (1945), "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968), y el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Caldas de Reis

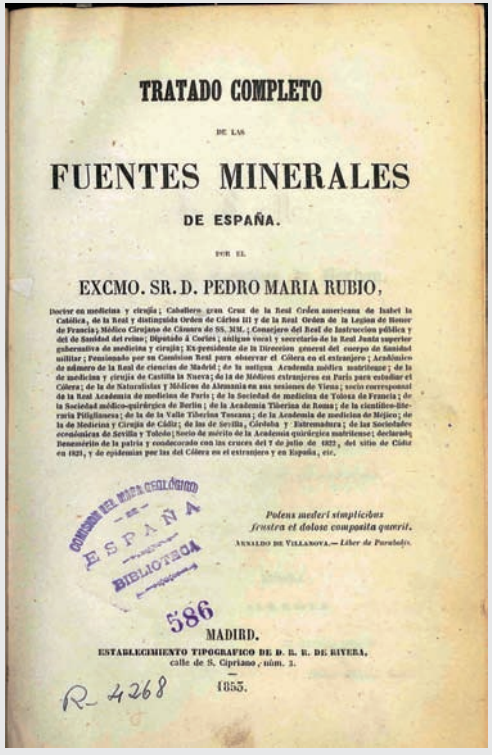
Desde finales del siglo XVII han aparecido numerosos textos que se refieren a las aguas de Caldas de Reis, algunos de ellos las citan con el nombre de Dávila, que da nombre a una de sus fuentes y al establecimiento balneario que la contiene. El primero de estos textos es "Espejo Cristalino de las Aguas de España" (1697), según el cual *"nacen de una fuente, que está en un llano en medio de dicha Villa... Es tradición, que en tiempo de algunos Reyes de Galicia, y León venían a los baños, estando enfermos a bañarse, y de aquí les provino el llamarse Caldas de Reis... El olor a azufre es bastante intenso."*

En la "Historia universal de las fuentes minerales de España" (1765) figura la descripción de Caldas de Reis en sus páginas 22 y 39: *"dista de la Ciudad de Santiago siete leguas, y tres de la Villa de Pontevedra...Hay en Caldas de Reis junto a la Iglesia Parroquial dos fuentes, una fría y otra caliente, y ambas tan contiguas, que solo pisan dos pasos una de otra; pero las dos minerales. La fría, y más inmediata a dicha iglesia... abastece al Pueblo..., y viene cargada de bastante sal... A la segunda fuente tienen por tradición los Vecinos de Caldas llamarle Caldas de Reis, pues es por lo común, que era a los Reyes antiguamente venir a experimentar en sus dolencias las grandes virtudes del agua... cristalina, de mal olor, y el sabor a huevos podridos, caliente... "*. Son numerosos los casos descritos de curación y tratamiento de enfermos con esta agua, tanto en bebida como en baños.

Ya en el siglo XIX se publica la "Noticia de las aguas minerales más principales de España" (1840), en la que se menciona a *"Caldas de Reis. ... manantial también llamado fuente de Dávila, cuya temperatura es 30º y su olor de huevos podridos. Contiene mucho ácido hidrosulfúrico, hidroclorato de magnesia y sulfato de la misma base. Parece que en la casa de baños a donde va a parar esta agua, hay otras dos fuentes que solo se diferencian de la anterior en la temperatura; pues la que está al norte del edificio tiene 30º, y la que está al sur 28"*.

Una década más tarde el "Ensayo práctico sobre la acción terapéutica de las aguas minerales" (1850) cita a: *"Caldas de Reis. ... junto a su iglesia parroquial hay dos fuentes minerales separadas por un trecho de 20 pasos, de las cuales una es fría y la otra caliente: de la primera se surte el pueblo: la segunda llamada fuente de Dávila tienen un estanque labrado de piedra de cantería. La temperatura de estas aguas es de 39º. En las inmediaciones del edificio hay otros dos manantiales; el de la parte norte tiene 30º y el del sur 28... están mineralizadas por el cloruro de sodio y el sulfato de cal."*.

En el mismo año el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850) diferencia por primera vez al Balneario de Acuña del Balneario Dávila: *"Caldas de Reis. ... Tiene dos casas de baños cerca del puente grande la ferrería, sobre el río Humia: Casa de baños de Dávila y Casa de baños de Acuña. La primera tiene dos baños generales, uno para hombres y otro para mujeres, en que se pone el agua a 28º. Paralelos a estos caños*



TRATADO COMPLETO

DE LAS

FUENTES MINERALES

DE ESPAÑA.

POR EL

EXCMO. SR. D. PEDRO MARIA RUBIO,

Doctor en medicina y cirujía; Caballero gran Cruz de la Real Orden americana de Isabel la Católica, de la Real y distinguida Orden de Cárlos III y de la Real Orden de la Legion de Honor de Francia; Médico Cirujano de Cámara de SS. MM.; Consejero del Real de Instruccion pública y del de Sanidad del reino; Diputado á Cortes; antiguo vocal y secretario de la Real Junta superior gubernativa de medicina y cirujía; Ex-presidente de la Direccion general del cuerpo de Sanidad militar; Pensionado por su Comision Real para observar el Cólera en el estranjero; Académico de número de la Real de ciencias de Madrid; de la antigua Academia médico matritense; de la de medicina y cirujía de Castilla la Nueva; de la de Médicos estranjeros en Paris para estudiar el Cólera; de la de Naturalistas y Médicos de Alemania en sus sesiones de Viena; socio correspondiente de la Real Academia de medicina de Paris; de la Sociedad de medicina de Tolosa de Francia; de la Sociedad médico-quirúrgica de Berlin; de la Academia Tiberina de Roma; de la científico-literaria Filigilanesa; de la de la Valle Tiberina Toscana; de la Academia de medicina de Méjico; de la de Medicina y Cirujía de Cádiz; de las de Sevilla, Córdoba y Estremadura; de las Sociedades económicas de Sevilla y Toledo; Socio de mérito de la Academia quirúrgica matritense; declarado Benemérito de la patria y condecorado con las cruces del 7 de julio de 1822, del sitio de Cádiz en 1823, y de epidemias por las del Cólera en el estranjero y en España, etc.

Potens mederi simplicibus frustra et dolose composita quærit.

ARNALDO DE VILLANOVA.— *Liber de Parabolis.*

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA BIBLIOTECA 586

MADIRD.

ESTABLECIMIENTO TIPOGRAFICO DE D. E. E. DE RIVERA,
calle de S. Cipriano, núm. 3.

1853.

R-4268

Tratado completo de las fuentes aguas minerales de España de 1853, escrito por D. Pedro María Rubio recoge tanto las fuentes y baños con dirección facultativa como aquellos de uso tradicional sin director médico, reflejando las propiedades de sus aguas.

Pedro María Rubio

Doctor en Medicina y Cirugía que ejerció su profesión como cirujano de la Cámara de S. M. M. los Reyes de España. Fue además Consejero de Instrucción Pública y de Sanidad del Reino y Académico de la Real de Ciencias de Madrid y de la de Medicina. Falleció en Madrid en el año 1868.

existen otros más pequeños, en uno de los cuales se pone el agua a 32º, y en el otro a 36º. Hay además el baño público, destinado a baños de piedra... la temperatura en la arqueta de Dávila es 46º½, en el baño público de 42º½, en la fuente de fuera de Acuña 30º, y en la dentro 35º¼, cuyas temperaturas son constantes en todas las estaciones... están mineralizadas por el cloruro de sodio o sal común, sulfato de cal y una corta cantidad de una sustancia orgánica...".

Esta diferenciación entre los dos balnearios aparece también en la "Reseña de los principales balnearios de España" (1903), en la "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España" (1942), en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986) y en "Las aguas minerales de España. Visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización" (2001).

El Balneario de Caldas de Reis (Dávila) cuenta con una de las cuatro primitivas plazas de dirección facultativa de baños y aguas minerales creadas por "Real Decreto del 29 de junio de 1816", publicado en la Gaceta de Madrid del 28 de septiembre de 1816. En el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853) Caldas de Reis figura entre las aguas y baños minerales que tienen dirección facultativa oficial, al igual que en el "Tratado de aguas minero-medicinales" (1859). De nuevo en la Gaceta de Madrid se publicó una "Nota de las temporadas en que están abiertos los establecimientos de baños y aguas minerales que han obtenido la declaración de utilidad pública..." (1869) incluyendo a Caldas de Reis. Esta declaración también se le reconoce en el "Anuario de la hidrología médica española" (1870) y en la "Guía-manual de baños y aguas minerales" (1873). La última aparición de Caldas de Reis en la Gaceta de Madrid se produce con la publicación del "Estatuto sobre la explotación de manantiales de aguas minero-medicinales" (1928), que clasifica a este establecimiento entre los atendidos por Médicos del Cuerpo de Baños.

Además de todos los mencionados, Caldas de Reis figura en los siguientes textos: "Tratado práctico de las aguas minerales y potables" (1866), "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), "Anuario oficial de las aguas minerales de España" (1878), "Compendio de hidrología médica balneoterapia e hidroterapia" (1884), "Elementos de hidrología médica" (1887), "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), "Guía de los establecimientos balnearios de España" (1890), "Resumen estadístico oficial de las aguas minerales de España correspondiente a la temporada balnearia de 1890" (1891), "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892), "Guía ilustrada de las aguas minerales y balnearios de España" (1896), "Las aguas minerales y las enfermedades" (1912), "Guía del turismo y balnearios de España" (1912), "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales

de España" (1913), "Riqueza hidrológica y climatológica de España" (1913), "Biblioteca de terapéutica" (1915), "Breve resumen de las aguas minero-medicinales de España" (1915), "Guía de los establecimientos-balnearios de aguas minero-medicinales en España" (1943), "Hidrología médica" (1945) y "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968).

Caldelas de Tui

Las aguas de Caldelas de Tui se mencionan por primera vez en el libro "Historia universal de las fuentes minerales de España" (1765), el cual describe su situación y propiedades medicinales, *"A una legua de la Ciudad de Tui... a orillas del río Miño está la fuente de Caldelas, y hacia la parte del Levante... Su agua es de suave calor al tacto, pues, tiene poco más, que el que adquiere la natural, expuesta al sol en verano"*.

A este balneario corresponde una de las cuatro plazas de baños y aguas minerales de Galicia creadas por "Real Decreto del 29 de junio de 1816", publicado en la Gaceta de Madrid.

En la "Noticia de las aguas minerales más principales de España" (1840) se encuentra una descripción más detallada de *"Caldelas. ... Estas aguas son claras, de olor a cieno, sabor picante nauseabundo, cuya temperatura es de 37º y medio con alguna ligera variación. Contiene ácido hidrosulfúrico, ácido carbónico, hidroclorato de sosa, carbonato de sosa, sílice y acaso carbonato de hierro"*.

Una década después el "Ensayo práctico sobre la acción terapéutica de las aguas minerales" (1850) destaca estas aguas entre las hidro-sulfurosas, *"Caldas de Tui... El manantial de aguas claras y abundantes, brota a medio cuarto de legua del citado pueblo: su temperatura es de 37º, y contienen ácido sulfúrico y carbónico, cloruro y carbonato sódico y sílice..."*, a pesar de esto, en el mismo año el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850) las cita en el capítulo de aguas salinas, *"Caldelas de Tui (o San Martín de Caldelas).... A media legua de Tui y a medio cuarto de legua del pueblo se halla el manantial de sus aguas... Estas aguas son perfectamente cristalinas, de olor y sabor marcado a huevos podridos; su temperatura es de 37º, pero dejándola enfriar pierde su mal sabor y se reduce a 15º... se dice que contienen ácido hidrosulfúrico, ácido carbónico, hidroclorato de sosa, carbonato de sosa, sílice y acaso carbonato de hierro..."*.

El "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), cita a Caldelas de Tui como baños minerales que tiene dirección facultativa oficial, al igual que el "Tratado de aguas minero-medicinales" (1859), el "Anuario de la hidrología médica española" (1870) y la "Guía-manual de baños y aguas minerales" (1873).

En la Nota de las temporadas en que están abiertos los establecimientos de baños y aguas minerales que han obtenido la declaración de utilidad pública" (1869) publicada en la Gaceta de Madrid figura Caldelas de Tui. De nuevo aparece en la Gaceta de Madrid con la publicación del "Estatuto sobre la explotación de manantiales de aguas minero-medicinales" (1928), en el que se encuentra entre los establecimientos con dirección facultativa.

Caldelas de Tui se menciona con distinto grado detalle en muchos otros textos que se enumeran a continuación: "Tratado práctico de las aguas minerales y potables" (1866), "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), "Anuario oficial de las aguas minerales de España" (1878), "Compendio de hidrología médica balneoterapia e hidroterapia" (1884), "Elementos de hidrología médica" (1887), "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), "Guía de los establecimientos balnearios de España" (1890), "Resumen estadístico oficial de las aguas minerales de España" (1891), "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892), "Guía ilustrada de las aguas minerales y balnearios de España" (1896), "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España" (1908), "Las aguas minerales y las enfermedades" (1912), "Guía del turismo y balnearios de España" (1912), "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913), "Riqueza hidrológica y climatológica de España" (1913), "Biblioteca de terapéutica" (1915), "Breve resumen de las aguas minero-medicinales de España" (1915), "Guía de los establecimientos-balnearios de aguas minero-medicinales en España" (1943), "Hidrología médica" (1945), "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias"

Antonio Casares

El autor del "Tratado práctico de análisis químico de las aguas minerales y potables" (1866,) fue un químico gallego nacido en Monforte de Lemos el 28 de abril de 1812. Tuvo el honor de ser la primera persona en obtener la Cátedra de Química en la Universidad de Santiago tras su creación en el plan de estudios de 1845. Su actividad investigadora abarcó industria, agricultura, medicina y técnicas analíticas, siendo uno de los pioneros de la espectroscopía en España. Falleció el 12 de abril de 1888.

Fuente de Caldelas de Vilariño, situada en Agolada (Pontevedra).

(1968), "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986) y "Las aguas minerales de España. Visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización" (2001). Algunos de estos textos se refieren a estas aguas como Caldas en lugar de Caldelas, por otro lado la gran mayoría clasifica sus aguas como cloruradas sódicas.

Caldelas de Vilariño

En el "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968), están situadas las Caldelas de Vilariño, de las que se destaca su alto contenido en sulfhídrico.

Caldeliñas

El manantial de Caldeliñas aparece en el "Tratado de aguas minero-medicinales" (1859) entre los establecimientos y baños minero-medicinales sin Directores facultativos, sin embargo en la Gaceta de Madrid del 16 de abril de 1869 figura en la "Nota de las temporadas en que están abiertos los establecimientos de baños y aguas minerales que han obtenido la declaración de utilidad pública", que incluye a *"Sousas y Caldeliñas"* junto a otros dos establecimientos de Ourense. Es preciso destacar que a pesar de ser fuentes distintas, Sousas y Caldeliñas aparecen juntos en un gran número de textos en relación a las aguas minerales. En el "Anuario de la hidrología médica española" (1870)

también se menciona a Caldeliñas entre los establecimientos balnearios declarados de utilidad pública, al igual que en la "Guía-manual de baños y aguas minerales" (1873).

Los demás textos que citan a estas aguas son: "Tratado práctico de las aguas minerales y potables" (1866), "Anuario oficial de las aguas minerales de España" (1878), "Compendio de hidrología médica balneoterapia e hidroterapia" (1884), "Elementos de hidrología médica" (1887), "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), "Resumen estadístico oficial de las aguas minerales de España" (1891), "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892), "Guía ilustrada de las aguas minerales y balnearios de España" (1896), "Reseña de los principales balnearios de España" (1903), "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España" (1908), "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913), "Riqueza hidrológica y climatológica de España" (1913), "Manual de hidrología médica" (1914), "Breve resumen de las aguas minero-medicinales de España" (1915), "Hidrología médica" (1945) y el "Mapa de las Aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968).

Camondes

Las Aguas de Camones se citan en la "Historia universal de las fuentes minerales de España" (1765) y en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Campo

El manantial Campo es descrito en el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850), que en su capítulo de aguas sulfurosas señala: *"Campo. Partido de Caldas de Reis, provincia de Pontevedra. Existen en esta población aguas y baños sulfurosos, de olor fétido a huevos podridos, que contiene hidrógeno sulfurado, magnesia y otras varias sustancias salinas..."*. Por otro lado el "Tratado de hidrología médica, con *la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869) incluye sus aguas entre los "establecimientos balnearios y aguas minerales no declarados de utilidad pública, pero adonde acuden algunos enfermos"*.

Décadas más tarde, el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), menciona al manantial destacando su contenido en azufre y las enfermedades a tratar con sus aguas: *"Campo (Prov. de Pontevedra). Sulfurosas. Bronquitis crónica, ulceras rebeldes"*.

Cantoira

Estas aguas son descritas en el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850), dentro del capítulo de Aguas sulfurosas, en el que se comenta *"Cantoira. Pueblo de la provincia de Pontevedra. Tiene un manantial de agua mineral sulfurosa, de igual temperatura que el agua común"*.

Se menciona entre los establecimientos y baños minero-medicinales sin Directores facultativos, en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), en el "Tratado de aguas minero-medicinales" (1859) y por último en la "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892). En el primero de estos textos se nombran estas aguas como *"Catoira"*, al igual que en varios escritos posteriores: "Elementos de hidrología médica" (1887), "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913), "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España" (1927), "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968) y "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Cantoira figura también en el "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), entre los *"establecimientos balnearios y aguas minerales no declarados de utilidad pública, pero adonde acuden algunos enfermos"* y años más tarde en el "Estatuto sobre la explotación de manantiales de aguas minero-medicinales" (1928), entre los establecimientos no atendidos por los Médicos del Cuerpo de Baños.

Carballiño

La primera referencia conocida a las Aguas de Carballino aparece en el texto "Historia universal de las fuentes minerales de España" (1765), que señala, *"lugar que dista doce leguas de Santiago y media de Partovia. A un tiro de fusil de este lugar, nace, mirando al Poniente, una fuente mineral... que va a parar a un riachuelo... Sale de entre unas peñas tibia, cristalina, con olor de azufre, color un poco aplomado, y gusto displicente"*.

En el "Ensayo práctico sobre la acción terapéutica de las aguas minerales" (1850), se cita a Carballino junto a Partovía como un único establecimiento al igual que muchos textos posteriores, clasificando sus aguas como hidro-sulfurosas: *"Carballino y Partovia... temperatura 22º. Estas aguas contienen sulfhidrato y carbonato sódico y cloruro magnésico: la primera tiene además ácido carbónico..."*. En el mismo año Carballino se vuelve a citar como agua sulfurosa en el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850), *"Carballino. Población pequeña a media legua de Partovia, provincia de Ourense... El agua mana de dos hermosos caños, y se recibe en un pilón que desagua en el río inmediato. Estas aguas minerales son claras, algo opacas, de sabor desagradable, de olor hepático y su temperatura es de 22º; desprenden algunas ampollas gaseosas... Dejan por donde pasan unas concreciones calizas con puntos rojizos. No existe un análisis exacto de esta agua, y solo se sabe que contiene hidrosulfato de sosa, hidroclorato de magnesio y ácido carbónico..."*.

En el "Tratado de aguas minero-medicinales" (1859), figura entre los establecimientos y baños minero-medicinales con Dirección facultativa oficial, al igual que sucede en el "Tratado práctico de análisis químico de las aguas minerales y potables" (1866) y en el "Estatuto sobre la explotación de manantiales de aguas minero-medicinales" (1928). Por otro lado Carballino cuenta con declaración de utilidad pública de acuerdo a la "Nota de las temporadas en que están abiertos los establecimientos de baños y aguas minerales que han obtenido la declaración de utilidad pública" (1869), al "Anuario de la hidrología médica española" (1870) y a la "Guía-manual de baños y aguas minerales" (1873).

En el "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968), figuran con su temperatura y contenido en gases: *"Carballino (30 ºC y SH_2)"*.

Fuente del Balneario de Carballiño, que recibe su nombre del término municipal de Ourense, en el cual se sitúa.

Finalmente, se encuentran referencias en diversos textos durante los siglos XIX y XX: "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), "Anuario oficial de las aguas minerales de España" (1878), "Compendio de hidrología médica balneoterapia e hidroterapia" (1884), "Elementos de hidrología médica" (1887), "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), "Guía de los establecimientos balnearios de España" (1890), "Resumen estadístico oficial de las aguas minerales de España" (1891), "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892), "Guía ilustrada de las aguas minerales y balnearios de España" (1896), "Guía de verano para el año 1899 de viajes particulares a establecimientos de aguas minerales y baños marítimos" (1899), "Reseña de los principales balnearios de España" (1903), "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España" (1908), "Guía del turismo y balnearios de España" (1912), "Las aguas minerales y las enfermedades" (1912), "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913), "Riqueza hidrológica y climatológica de España" (1913), "Manual de hidrología médica" (1914), "Biblioteca de terapéutica" (1915), "Breve resumen de las aguas minero-medicinales de España" (1915), "Guía de los establecimientos-balnearios de aguas minero-medicinales en España" (1943), "Hidrología médica" (1945), "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986) y "Las aguas minerales de España. Visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización" (2001).

Carballo

Desde los primeros escritos que citan a las Aguas de Carballo se menciona su característico olor a azufre. El libro "Noticia de las aguas minerales más principales de España" (1840), las describe de la siguiente manera, *"Carballo. ... las aguas de cuatro pozos son claras, de olor hediondo y sabor a huevos podridos; la temperatura del uno es de 30º, la del otro de 29, la del otro de 25, y la del otro de 24, con la diferencia de un grado más o menos, según el estado de la atmósfera."*. De nuevo se habla de su olor en el "Ensayo práctico sobre la acción terapéutica de las aguas minerales" (1850), *"hay cuatro pozos a 24, 25, 29 y 30º... están mineralizadas por... los ácidos sulfhídrico y carbónico, sulfato y carbonato cálcico..."*. En el mismo año figura en el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850), dentro del capítulo de Aguas sulfurosas se señala *"Carballo. ... a cinco leguas de la Coruña, seis de Santiago, en una alquería llamada Brazal, se encuentra una casa de baños sulfurosos... Se distribuye el manantial mineral en cuatro pozos de cantería: el primero tiene 29º, el segundo 25º o baño de la arqueta, el tercero 23º. El agua es clara y diáfana...; tiene olor a azufre y sabor nauseabundo a huevos podridos, muy fuerte, penetrante y tenaz; su peso específico es de 1,0002. Contiene gas ácido hidrosulfúrico y gas ácido carbónico, que brota en la superficie en ampollas, sulfuro de calcio y sulfuro de magnesio. Se presume que tiene ázoe (nitrógeno)..."*.

Hay un gran número de escritos de los Siglos XIX y XX que se refieren al Balneario de Carballo, desde guías para bañistas hasta tratados de hidrología: "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), "Tratado de aguas minero-medicinales" (1859), "Tratado práctico de análisis químico de las aguas minerales y potables" (1866), "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), Nota de las temporadas en que están abiertos los establecimientos de baños y aguas minerales que han obtenido la declaración de utilidad pública..." (1869), "Anuario de la hidrología médica española" (1870), "Anuario oficial de las aguas minerales de España" (1878), "Compendio de hidrología médica balneoterapia e hidroterapia" (1884), "Elementos de hidrología médica" (1887), "Guía de los establecimientos balnearios de España" (1890), "Resumen estadístico oficial de las aguas minerales de España" (1891), "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892), "Guía ilustrada de las aguas minerales y balnearios de España" (1896), "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España" (1908), "Las aguas minerales y las enfermedades" (1912), "Guía del turismo y balnearios de España" (1912), "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913), "Riqueza hidrológica y climatológica de España" (1913), "Biblioteca de terapéutica" (1915), "Breve resumen de las aguas minero-medicinales de España" (1915), "Guía de los establecimientos-balnearios de aguas minero-medicinales en España" (1943) y por último "Hidrología médica" (1945).

En la "Guía-manual de baños y aguas minerales" (1873), figuran entre los balnearios declarados de utilidad pública mientras que en el "Estatuto sobre la explotación de manantiales de aguas minero-medicinales", aprobado el 25 de abril de 1928 por Real Decreto-Ley nº 743 y publicado en la Gaceta de Madrid nº 117, de 26 de abril de 1928, estos baños se encuentran entre los atendidos por los Médicos del Cuerpo de Baños.

Se debe destacar el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), ya que distingue los *"Baños Viejos"* de los *"Baños Nuevos"*, en relación a Carballo expone *"Carballo (Prov. de la Coruña). Sulfurado sódica. Varios manantiales. Baños viejos.- T. 23º a 36 ºC. Sales.- 0,853= lit. Baños nuevos.- T. 20º a 24 ºC. Sales.- 0,337= lit. Dermatosis y reumatismo. Bebida, baños. Direc. facult."*. Esta distinción también se aprecia en la "Reseña de los principales balnearios de España" (1903), en la "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España" (1942), en el "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968), en "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986) y en "Las aguas minerales de España. Visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización" (2001).

Cardenillo

En la obra "Espejo Cristalino de las Aguas de España" (1697), se describen las *"Fuentes que participan Cardenillo"*, de las cuales se destaca su *"facultad detergente"*.

Castrelo de Miño

Las aguas de Castrelo de Miño aparecen en la "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892).

Celanova

Estas aguas se nombran en la "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892).

Céltigos

La única referencia anterior a 1900 hallada sobre las Aguas de Céltigos se encuentra en el libro "Elementos de hidrología médica" (1887). Ya en el siglo XX aparecen en textos de diversa índole: "Las aguas minerales y las enfermedades" (1912), "Guía del turismo y balnearios de España" (1912), "Riqueza hidrológica y climatológica de España" (1913), "Biblioteca de terapéutica" (1915), "Breve resumen de las aguas minero-medicinales de España" (1915), "Guía de los establecimientos-balnearios de aguas minero-medicinales en España" (1943), "Hidrología médica" (1945), "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968) y "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Céltigos, figura también en la edición de 1908 de la "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España", sin embargo en la edición de 1927 no se cita este establecimiento, el cual vuelve a aparecer en la edición de 1942 y en las posteriores.

Cesuris

Este manantial figura en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), dentro del capítulo segundo, que comprende la descripción de las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial. El tratado clasifica a Cesuris como aguas minerales ferruginosas carbonatadas. Sus aguas también se definen como ferruginosas en el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889).

Ya en el siglo XX es citado en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913), y en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Cimaus

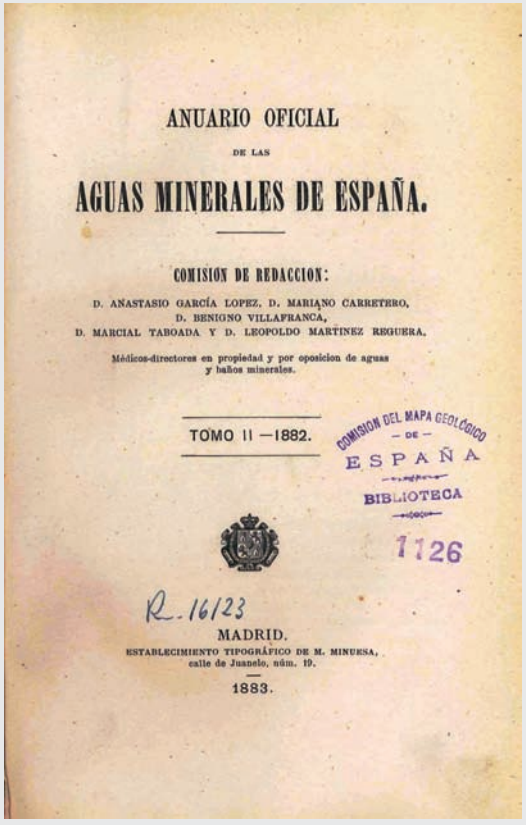
Se menciona en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), entre las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial. Años después el "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), cita a Cimaus entre los *"establecimientos balnearios y aguas minerales no declarados de utilidad pública, pero adonde acuden algunos enfermos"*.

En el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), se destaca el carácter sulfuroso de estas aguas que por último aparecen en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913).

Cortegada

La mayor parte de los textos se refieren a Cortegada como un conjunto de fuentes, entre ellos la "Historia universal de las fuentes minerales de España" (1765), que describe Cortegada como un lugar al que se llega *"Caminando de la Ciudad de Ourense hacia Poniente, a cinco leguas y media de distancia... Saliendo del lugar está un arroyo llamado La Carrota, con cuyas aguas se riega el término hasta el río Miño... Pasado éste está una fuente, cuyo nombre es Pozalonga, de buena y dulce agua; más adelante se encuentra otra fuente, llamada de los Bañandos... A distancia de un largo tiro de piedra de ésta está la primera fuente mineral, a quien antiguamente llamaban de La Sarna, y al presente de la Piedra... El agua de ella es clara, con olor, y sabor de azufre... Por la parte Norte y a distancia de 95 pasos de ella, está la que llaman Baño del Campo. Inmediato, y más arriba de ésta hay una fuentecita, cuya agua es naturalmente fría... A 30 pasos distantes de este Baño, está la fuente llamada de los Ojos;... es fría su agua. La fuente del Hierro está desviada del Baño del Campo, como a un tiro de bala, al Mediodía, y a orillas del río Miño... La fuente, o Baño del Monte, tiene este nombre por estar encima de él, y en un hoyo que allí hace... después del terremoto que acaeció en 1755 sale más caliente, que ninguna de las otras fuentes referidas..."*.

También menciona individualmente sus fuentes la "Noticia de las aguas minerales más principales de España" (1840), *"Cortegada. ... hay varios manantiales: a la distancia de unos 240 pasos del pueblo, y a unos treinta del río está el baño llamado de la piedra, cuyas aguas son transparentes, de olor hediondo, sabor desagradable, y cuya temperatura es de 20 y a veces de 24º. Contienen ácido hidrosulfúrico, sulfato de sosa y carbonato de cal.*


ANUARIO OFICIAL

DE LAS

AGUAS MINERALES DE ESPAÑA.

COMISION DE REDACCION:

D. ANASTASIO GARCÍA LOPEZ, D. MARIANO CARRETERO,
D. BENIGNO VILLAFRANCA,
D. MARCIAL TABOADA Y D. LEOPOLDO MARTINEZ REGUERA.

Médicos-directores en propiedad y por oposicion de aguas y baños minerales.

TOMO II —1882.

COMISION DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA BIBLIOTECA 1126

R. 16123

MADRID.
ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE M. MINUESA,
calle de Juanelo, núm. 19.

1883.

La primera edición del "Anuario oficial de las aguas minerales de España" se editó en 1878. Se publicaron ediciones actualizadas en sucesivos años, que ofrecían diversa información relativa a los balnearios nacionales: situación geográfica, yacimiento, temperatura del agua, caudal, temporada oficial, médico-Director y propietario.

Raimundo de Monasterio y Correa

Autor del "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850). Nació en Madrid en 1819. Tras terminar las prácticas reglamentarias obtuvo el título de Ingeniero de Minas en 1844. Los inicios de su vida profesional transcurrieron en Murcia, donde fue secretario de la inspección de la Sierra de Almagreda, Ayudante segundo y luego primero del Cuerpo de Minas. En esta etapa laboral colaboró con la Comisión del Mapa Geológico. A lo largo de su carrera trabajó en distintos destinos nacionales y en el extranjero (Inglaterra, Sajonia y Bélgica), alternando la docencia con la jefatura en distintos puestos. Esta labor le fue ampliamente reconocida, obteniendo la Gran Cruz de la Orden Civil de María Victoria y siendo declarado Oficial de Leopoldo de Bélgica y Oficial de la Rosa de Brasil. Su fallecimiento se produjo en 1874.

En el campo espacioso que hay desde el baño de piedra hasta el monte, se halla otro llamado del campo, cuyas aguas tienen las mismas propiedades que el de la piedra, con la diferencia de ser su temperatura de 24 a 30º... También se encuentra otro manantial llamado baño del monte y antiguamente del castaño, cuya agua es lo mismo que las anteriores, pero su temperatura es de 26º... A diez o doce pasos del baño de la piedra, de que hemos hablado en las aguas sulfurosas, se encuentra una fuentecilla, y a la distancia de unos noventa pasos se encuentra otra, pero ferruginosa, de temperatura 18 a 20º, transparentes, de olor y sabor desagradables. Contienen carbonatos de hierro y de cal, y acaso algo de ácido hidrosulfúrico y sulfato de cal".

En el "Ensayo práctico sobre la acción terapéutica de las aguas minerales" (1850), se encuentran referencias a cada una de las fuentes de Cortegada, *"hay varias aguas medicinales, pero no se hace uso más que de tres, que son las del baño de la Piedra (de 20 a 24º), las del baño del Campo (24º) y las del baño del Monte (de 26º). Antes de 1755, estás últimas eran menos que tibias, pero después del terremoto que acaeció en dicha época, salen más calientes que las otras dos. Están mineralizadas por el ácido sulfhídrico, sulfato sódico y carbonato cálcico..."*.

El "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850) describe sus fuentes en el capítulo Aguas Sulfurosas, *"Cortegada. Se halla esta población a cinco leguas de Ourense... En su término nacen aguas sulfurosas y aguas ferruginosas. En las primeras se cuentan los baños de la Piedra, los del Campo y los del Monte, y las segundas, de 18 a 20º de temperatura, mana en distintos puntos del terreno; contienen hierro disuelto...Hay cinco manantiales, pero los principales son el de Piedra, el del Campo y el del Monte, llamado antiguamente del Castaño... Estos últimos se usan en bebida y el primero en baños... El agua es clara, transparente, de olor a huevos podridos, y de sabor análogo e ingrato; deja por donde pasa incrustaciones blanquizas con vetas amarillas. No hay análisis exacto de estas aguas, y se dice que contiene ácido hidrosulfúrico, sulfato de sosa y carbonato de cal..."*.

Ya en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853) este balneario figura entre los que cuentan con dirección facultativa oficial, como baños de aguas sulfurosas termales. Menciona además a Cortegada entre las aguas minerales ferruginosas crenatadas, lo que pone de manifiesto la existencia de una o varias fuentes en Cortegada al margen del balneario y de composición química distinta, al igual que sucede en textos posteriores. En el "Compendio de hidrología médica balneoterapia e hidroterapia" (1884) se cita a estos baños entre los establecimientos con aguas sulfurosas sódicas, aunque entre las aguas ferruginosas crenatadas aparece un manantial de

Cortegada. Esta diversidad en la composición química de las fuentes de Cortegada se observa también en el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), que cita dos fuentes: *"Cortegada (Prov. de Ourense). Altitud 80 m. 1º Sulfurado sódica.- T. 28º, 30º, 32 ºC. 2º Ferruginosa.- T. 19º a 20 ºC. Histerismo, infartos uterinos, escrofulides. Bebida, baños. Direc. facult."*.

El Balneario de Cortegada cuenta con una de las primitivas 31 plazas de dirección facultativa de baños y aguas minerales creadas por "Real Decreto del 29 de junio de 1816". En la Gaceta de Madrid del 16 de abril de 1869 se publicó una "Nota de las temporadas en que están abiertos los establecimientos de baños y aguas minerales que han obtenido la declaración de utilidad pública...", en ella se menciona el Balneario de Cortegada junto a otros nueve de Galicia. En el "Anuario de la hidrología médica española" (1870) y en la "Guía-manual de baños y aguas minerales" (1873), se encuentra entre los declarados de utilidad pública. Cortegada aparece de nuevo en la Gaceta de Madrid en la publicación del "Estatuto sobre la explotación de manantiales de aguas minero-medicinales" (1928), que cita al balneario entre los atendidos por Médicos del Cuerpo de Baños.

Otros textos en los que figuran estas aguas son: "Tratado de aguas minero-medicinales" (1859), "Tratado práctico de análisis químico de las aguas minerales y potables" (1866), "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), "Anuario oficial de las aguas minerales de España" (1878), "Elementos de hidrología médica" (1887), "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892), "Guía ilustrada de las aguas minerales y balnearios de España" (1896), "Guía de verano para el año 1899 de viajes particulares a establecimientos de aguas minerales y baños marítimos" (1899), "Resumen estadístico oficial de las aguas minerales de España" (1900), "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España" (1908), "Las aguas minerales y las enfermedades" (1912), "Guía del turismo y balnearios de España" (1912), "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913), "Riqueza hidrológica y climatológica de España" (1913), "Biblioteca de terapéutica" (1915), "Breve resumen de las aguas minero-medicinales de España" (1915), "Guía de los establecimientos-balnearios de aguas minero-medicinales en España" (1943), "Hidrología médica" (1945), "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968), y "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986). La mayor parte de estos textos citan explícitamente el carácter sulfuroso de las aguas de Cortegada.

Crestelle

Crestelle se cita en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), entre las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial. En el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), se describe esta fuente como sulfurosa.

En el siglo XX se encuentran referencias a Crestelle en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Figueroa

En el libro "Historia universal de las fuentes minerales de España" (1765) aparece una breve mención a dos fuentes minerales en Figueroa: *"En un dilatado Valle que hay por encima de los cerros que rodean a la Ciudad de Ourense, y hacia la parte Oriental, no hace muchos años, que se descubrieron dos fuentes minerales: una es la que está inmediata al lugar llamado Figueroa,... el agua de ella es caliente, y azufrosa, muy a propósito para tomar baños."*.

Figueroa se menciona de nuevo en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), junto a las demás aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial. La única referencia a estas aguas en el siglo XX se encuentra en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913).

Fontecelta

Las Aguas de Fontecelta y su planta de envasado figuran en el libro "Las aguas minerales de España. Visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización" (2001).

Fontenova

La primera referencia conocida de las aguas de Fontenova se encuentra en el "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968), que las sitúa en Verín y las asigna una temperatura media de 17 grados además de destacar su alto contenido en CO2. También figuran en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986) y en "Las aguas minerales de España. Visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización" (2001).

Fonteval

Sus aguas se citan en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Fontiña

Estas aguas aparecen en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Fontoira

La planta de envasado de Fontoira se describe en "Las aguas minerales de España. Visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización" (2001).

Frádegas

El Balneario de Frádegas es mencionado en la "Biblioteca de terapéutica" (1915).

Fraga

Las Aguas de Fraga son citadas en el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850), que las describe dentro del capítulo de aguas sulfurosas, *"Fraga. Partido de Caldas de Reis, provincia de Pontevedra. Se encuentran en esta población aguas sulfurosas, de olor fétido a huevos podridos, que contiene hidrógeno sulfurado, magnesia y otras varias sustancias salinas..."*.

Se mencionan de nuevo en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), que las describe entre las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial bajo el nombre de "*Santa María de Fragas*". A su vez, el "Tratado de hidrología médica con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), incluye a Fraga entre los *"establecimientos balnearios y aguas minerales no declarados de utilidad pública, pero adonde acuden algunos enfermos"*.

Por último, se encuentran otras referencias en la "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892), en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Fronteriza

Esta fuente figura en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Fuensanta

La Fuensanta aparece en "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986), que la ubica en La Coruña. Esta fuente es distinta de la Fuente del Melón, que está situada en Ourense, a la cual en ocasiones también se la ha nombrado como *"Fuen-santa"*.

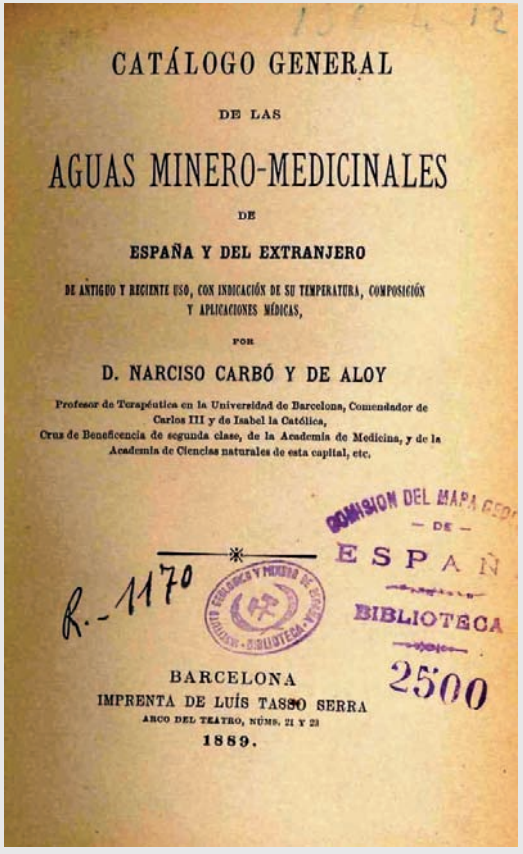
García Rodríguez

Esta fuente aparece en la "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892).

Guitiriz

El Balneario de Guitiriz se describe en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), como baños minerales sin dirección facultativa oficial. En "Elementos de hidrología médica" (1887) sus aguas se definen como sulfurosas. Dos años más tarde estas aguas figuran en el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), que también destaca su contenido en azufre, *"Guitiriz (Prov. de Lugo). Salina sulfhídrica. T. 19 ºC. Dermatosis. Bebida, baños."*.

Posteriormente se encuentran numerosos textos que citan a las aguas de Guitiriz, muchos de los cuales destacan su contenido en azufre y sus propiedades medicinales: "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892), "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España" (1908), "Las aguas minerales y las enfermedades" (1912), "Guía del turismo y balnearios de España" (1912), "Relación por provincias de las aguas


CATÁLOGO GENERAL

DE LAS

AGUAS MINERO-MEDICINALES

DE

ESPAÑA Y DEL EXTRANJERO

DE ANTIGUO Y RECIENTE USO, CON INDICACIÓN DE SU TEMPERATURA, COMPOSICIÓN Y APLICACIONES MÉDICAS,

POR

D. NARCISO CARBÓ Y DE ALOY

Profesor de Terapéutica en la Universidad de Barcelona, Comendador de Carlos III y de Isabel la Católica, Cruz de Beneficencia de segunda clase, de la Academia de Medicina, y de la Academia de Ciencias naturales de esta capital, etc.

COMISION DEL MAPA GEOL. DE ESPAÑA

R.-1170

BIBLIOTECA

2500

BARCELONA

IMPRENTA DE LUÍS TASSO SERRA

ARCO DEL TEATRO, NÚMS. 21 Y 23

1889.

El "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" fue elaborado en 1889 por D. Narciso Carbú y de Aloy. En él se describe sucintamente y por orden alfabético un elevado número de aguas minerales de todo el mundo, con su localización en cada país.

minero-medicinales de España" (1913), "Riqueza hidrológica y climatológica de España" (1913), "Biblioteca de terapéutica" (1915), "Breve resumen de las aguas minero-medicinales de España" (1915), "Guía de los establecimientos-balnearios de aguas minero-medicinales en España" (1943), "Hidrología médica" (1945), "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968), "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986) y "Las aguas minerales de España. Visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización" (2001).

La Estrella

Esta fuente figura en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Laiño

La fuente de Laiño se describe en la obra "Historia universal de las fuentes minerales de España" (1765), que la sitúa a *"cinco leguas distante de la Ciudad de Santiago, y con corta diferencia, una de la Villa de Padrón, está el Lugar de Bejo... Es más conocida la fuente por el nombre de Laiño..."*.

La Virgen

El manantial de La Virgen esta incluido en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Lérez

El Balneario de Lérez figura en la "Guía del turismo y balnearios de España" (1912), enfocada a orientar a los agüistas. Las aguas se citan desde un punto de vista más técnico en la "Biblioteca de terapéutica" (1915) y en "Hidrología médica" (1945).

Lugo

Los baños de la Ciudad de Lugo son descritos por primera vez en la obra "Espejo Cristalino de las Aguas de España" (1697), *"...están en las riveras del río Miño, en un estanque descubierto de piedra labrada... y nace el agua brotando hacia arriba."*.

No se vuelve a encontrar ninguna referencia hasta que a mediados del siglo XIX se publica el "Ensayo práctico sobre la acción terapéutica de las aguas minerales" (1850), que clasifica a estas aguas como salinas, *"Lugo. A unos mil pasos de esta ciudad, hay un manantial de aguas minerales cuya temperatura es de 30º, y las sustancias que demuestra en ellas el análisis, son un poco ácido carbónico y cloruros sódico y magnésico..."*. Sin embargo, en el mismo año se publica el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850), el cual las incluye en el capítulo de aguas sulfurosas, *"Lugo. En la margen izquierda del Miño, al sur de la ciudad de Lugo, y cerca de cien pasos de la capital, en el arrabal del puente, se halla el baño termal sulfuroso, y fuera del edificio se halla otro manantial sulfuroso y algunos otros... El agua es cristalina, pero en algunas ocasiones se vuelve turbia y como lechosa; su temperatura es 30º, de sabor fastidioso y nauseabundo a huevos podridos... Mestre ha clasificado esta agua entre las salinas. Contiene gas hidrógeno sulfurado y dejan depositar por donde van un sedimento limoso y blanquecino. No han sido analizadas..."*. Por otro lado el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), menciona a los Baños de Lugo entre las aguas salinas pero también entre las sulfurosas. Algo similar sucede en la mayoría de los textos posteriores en los que aparecen estas aguas.

En el "Tratado de aguas minero-medicinales" (1859), se puede encontrar a los Baños de Lugo entre los establecimientos y baños minero-medicinales con Dirección facultativa. Más adelante, en la Gaceta de Madrid del 16 de abril de 1869, se publicó una "Nota de las temporadas en que están abiertos los establecimientos de baños y aguas minerales que han obtenido la declaración de utilidad pública" en la que aparecen estos baños, los cuales también figuran entre los declarados de utilidad pública en el "Anuario de la hidrología médica española" (1870) y en la "Guía-manual de baños y aguas minerales" (1873). Ya en el siglo XX, Lugo vuelve a aparecer en la Gaceta de Madrid con la publicación del "Estatuto sobre la explotación de manantiales de aguas minero-medicinales" (1928), que le cita entre los atendidos por Médicos del Cuerpo de Baños.

La mayoría de los escritos que mencionan estas aguas se refieren tan solo a Lugo, a pesar de esto algunos textos tienen en cuenta su diversidad de manantiales, como sucede en el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), *"Lugo (Arrabal de) (Prov. de Lugo). Altitud 463 m. Sulfurado sódica. T. 30º, 34º, 44 ºC. Sales.- 0,314= lit. Varios manantiales. Laringitis y bronquitis crónica, herpetismo, exostosis sifilíticas, reumatismo muscular y articular. Bebida, baños, duchas. Direc. facult."*. A su vez, el "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968), incluye por separado a *"Lugo (12 ºC)"* y a las *"Caldas de Lugo (44 ºC y SH_2)"*, mientras que en el libro de "Las aguas minerales de España. Visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización" (2001), aparecen por separado el Balneario y las Burgas de Lugo.

Existen muchos otros textos de diversa naturaleza que mencionan a las aguas de Lugo: "Tratado práctico de análisis químico de las aguas minerales y potables" (1866), "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), "Anuario oficial de las aguas minerales de España" (1878), "Compendio de hidrología médica balneoterapia e hidroterapia" (1884), "Elementos de hidrología médica" (1887), "Resumen estadístico oficial de las aguas minerales de España" (1891), "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892), "Guía ilustrada de las aguas minerales y balnearios de España" (1896), "Guía de verano para el año 1899 de viajes particulares a establecimientos de aguas minerales y baños marítimos" (1899), "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España" (1908), "Las aguas minerales y las enfermedades" (1912), "Guía del turismo y balnearios de España" (1912), "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913), "Riqueza hidrológica y climatológica de España" (1913), "Manual de hidrología médica" (1914), "Biblioteca de terapéutica" (1915), "Breve resumen de las aguas minero-medicinales de España" (1915), "Guía de los establecimientos-balnearios de aguas minero-medicinales en España" (1943), "Hidrología médica" (1945) y "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Meira

Estas aguas se describen en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), entre las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial. Más tarde aparecen en otros libros: "Elementos de hidrología médica" (1887), "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Melón

La Fuente de Melón se menciona por primera vez en la obra "Espejo Cristalino de las Aguas de España" (1697), en su Libro 1, capítulo XV, que diferencia dos apartados; en el primero escribe acerca *"De la fuente de Melón en el Reyno de Galicia llamada de la Merced, y de otras fuentes de dicho Reyno, y sus medicinas."* Dicha fuente, tal como aclara el autor, también se conoce como *"la Fuen-Santa"*. Cuya ubicación se describe con precisión: *"distante media legua corta del Monasterio de Melón de la Sagrada Religión del Melifluo S. Bernardo, junto al camino de Tui apartada de él, como cosa de quinientos pasos, en lo alto de la cuesta, que le sube saliendo de dicho monasterio para dicha Ciudad, y en lo último de su jurisdicción con la parte que confina con la de Creciente... Es fuente copiosa, y muy fría."* Añade como efectos medicinales para la salud, *"muy medicinal para los que padecen achaque de piedra de riñones, o vejiga... para todos los achaques que proceden de cólera... aunque puede ser muy*

En 2001, el Instituto Geológico y Minero de España publica "Las Aguas Minerales de España. Visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización", que supone un exhaustivo estudio de los recursos hidrominerales nacionales, considerando aspectos tanto técnicos como administrativos, cuyos editores son: Juana Baeza Rodríguez-Caro, Juan Antonio López Geta y Antonio Ramírez Ortega.

dañosa para los achaques de flema". La obra termina describiendo su *"color pálido, como de azufre,... como una cerca de la Ciudad de Santiago... en una ermita que llaman Santa Marina"*.

Esta fuente figura de nuevo en el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850), en su capítulo de Aguas Salinas, *"Melón. Pueblo en la provincia de Ourense, a seis leguas de la capital... En las inmediaciones y en la cumbre de una montaña se halla la Fuente Santa. El agua sale por entre rocas graníticas, es muy diáfana, y no tiene olor ni sabor. Según los análisis solo contiene un poco de cloruro de sodio... Se la clasificó antes entre las aciduladas"*.

El "Tratado de aguas minero-medicinales" (1859), cita a la Fuente del Melón entre los establecimientos y baños minero-medicinales sin Directores facultativos. Por otro lado, el "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), sitúa a esta fuente entre los *"establecimientos balnearios y aguas minerales no declarados de utilidad pública, pero adonde acuden algunos enfermos"*.

Aparece además en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), en el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), en la "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892), en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y en "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986) de nuevo bajo el nombre de *"Fuente Santa"*.

Mende

Las aguas de Mende se describen en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), en concreto en su capítulo primero, describiéndolas como aquellas que tienen dirección facultativa oficial. Seis años más tarde, Mende se cita en el "Tratado de aguas minero-medicinales" (1859), entre los establecimientos y baños minero-medicinales sin Directores facultativos. En el "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), figuran como *"establecimientos balnearios y aguas minerales no declarados de utilidad pública, pero adonde acuden algunos enfermos"*.

El "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), incluye a Mende junto a las demás fuentes minerales no oficiales distinguiendo dos manatiales, *"Mende (Prov. de Ourense). 1º Bicarbonatado sódica.- T. 36,7 ºC. Baños. 2º Acidulado carbónica.- T. 38,5 ºC"*.

Por último, se encuentran referencias en el "Anuario de la hidrología médica española" (1870), en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913), y en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Misarelas

Las Aguas de Misarelas son mencionadas en el capítulo segundo del "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), que comprende la descripción de las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial, mientras que desde un punto de vista técnico el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), las define como sulfurosas y frías.

En el siglo XX, se cita a Misarelas en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

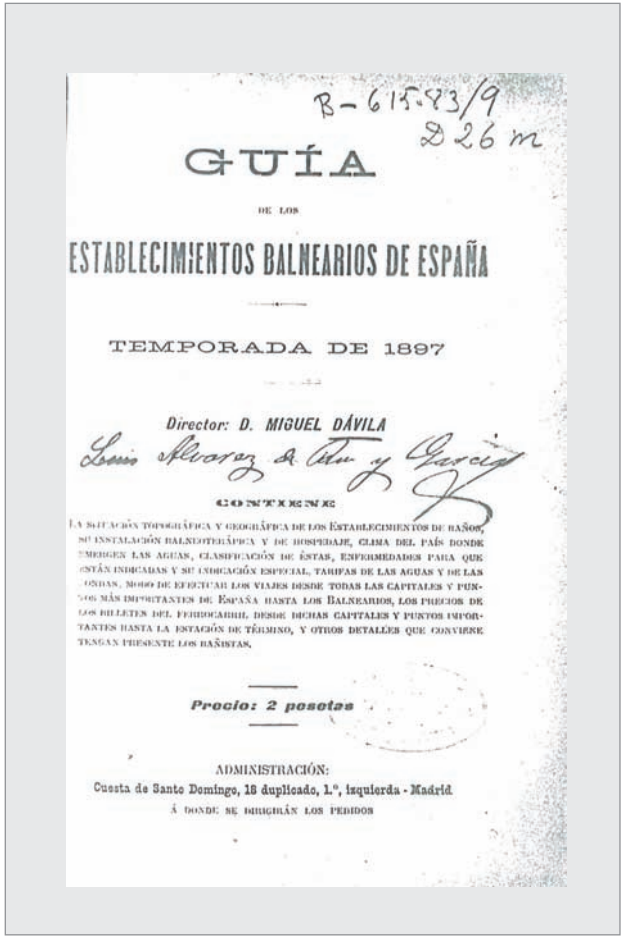
Molgas

La primera referencia escrita que se conoce de Molgas se encuentra en el libro "Espejo Cristalino de las Aguas de España" (1697), que explica *"son las Molgas, baños que servían para muchas enfermedades especialmente frías, con mucha utilidad, y provecho"*.

La siguiente se encuentra siglo y medio más tarde, en el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850), en el que figura dentro del capítulo de Aguas Salinas, *"Molgas. Villa a tres leguas de Ourense y dos de Allariz. Tiene tres fuentes de aguas termales... El agua tiene 23º; el manantial es muy escaso... A la izquierda del río existe otro baño cuadrado, en cuyo fondo brotan los manantiales de agua caliente...; su temperatura es de 37º. A seis varas de distancia del baño anterior, se halla la fuente... y arroja también agua caliente, y cuya temperatura es de 37º...Todas estas aguas son muy diáfanas, sin sabor ni olor perceptibles; no se han analizado..."*.

En el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), los Baños de Molgas se encuentran entre aquellos que cuentan con dirección facultativa oficial. Sin embargo, seis años más tarde, el "Tratado de aguas minero-medicinales" (1859) cita al balneario entre los establecimientos y baños minero-medicinales sin Directores facultativos. A su vez, el "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), los define como *"establecimientos balnearios y aguas minerales no declarados de utilidad pública, pero adonde acuden algunos enfermos"*. Finalmente, el "Estatuto sobre la explotación de manantiales de aguas minero-medicinales" (1928), nombra Molgas entre los establecimientos atendidos por Médicos del Cuerpo de Baños.

Existen muchos otros textos de todo tipo que citan a las aguas de Molgas, la mayoría de ellos destacan el alto contenido en bicarbonatos de las mismas: "Anuario oficial de las aguas minerales de España" (1878), "Compendio de hidrología médica balneroterapia e hidroterapia" (1884), "Elementos de hidrología médica" (1887), "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), "Guía de los establecimientos balnearios de España" (1890), "Resumen estadístico oficial de las aguas minerales de España" (1891), "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892), "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España" (1908), "Guía del turismo y balnearios de España" (1912), "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913), "Riqueza hidrológica y climatológica de España" (1913), "Manual de hidrología médica" (1914), "Biblioteca de terapéutica" (1915), "Breve resumen de las aguas minero-medicinales de España" (1915), "Guía de los establecimientos-balnearios de aguas minero-medicinales en España" (1943), "Hidrología médica" (1945), "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968), "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986) y "Las aguas minerales de España. Visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización" (2001).



B-615.83/9
D 26 m

GUÍA

DE LOS

ESTABLECIMIENTOS BALNEARIOS DE ESPAÑA

TEMPORADA DE 1897

Director: D. MIGUEL DÁVILA

CONTIENE

LA SITUACIÓN TOPOGRÁFICA Y GEOGRÁFICA DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE BAÑOS, SU INSTALACIÓN BALNEOTERÁPICA Y DE HOSPEDAJE, CLIMA DEL PAÍS DONDE EMERGEN LAS AGUAS, CLASIFICACIÓN DE ÉSTAS, ENFERMEDADES PARA QUE ESTÁN INDICADAS Y SU INDICACIÓN ESPECIAL, TARIFAS DE LAS AGUAS Y DE LAS ONDAS, MODO DE EFECTUAR LOS VIAJES DESDE TODAS LAS CAPITALES Y PUNTOS MÁS IMPORTANTES DE ESPAÑA HASTA LOS BALNEARIOS, LOS PRECIOS DE LOS BILLETES DEL FERROCARRIL DESDE DICHAS CAPITALES Y PUNTOS IMPORTANTES HASTA LA ESTACIÓN DE TÉRMINO, Y OTROS DETALLES QUE CONVIENE TENGAN PRESENTE LOS BAÑISTAS.

Precio: 2 pesetas

ADMINISTRACIÓN:
Cuesta de Santo Domingo, 18 duplicado, 1.º, izquierda - Madrid
Á DONDE SE DIRIGIRÁN LOS PEDIDOS

En 1890, D. Miguel Dávila elabora la "Guía de los establecimientos balnearios de España", la cual se edita de nuevo en 1897 con la información contenida actualizada. En ella cabe destacar la presencia de detalles prácticos como el modo de desplazarse desde las capitales de provincia más importantes hasta los distintos establecimientos.

Mondariz

El primer texto que menciona a Mondariz es el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), que las clasifica entre las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial y las define como *"ferruginosas carbonatadas"*, refiriéndose a sus aguas con el nombre de *"Santa Eulalia de Mondariz"*.

El "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), no mencionaba inicialmente a Mondariz, sin embargo en una segunda edición de 1870, lo incluye entre los establecimientos declarados de utilidad pública, al igual que sucede ese mismo año en el "Anuario de la hidrología médica española" (1870).

Figura en otros muchos textos, la mayoría de los cuales definen sus aguas como bicarbonatadas sódicas, a pesar de que algunos destacan su carácter ferruginoso: "Anuario oficial de las aguas minerales de España" (1878), "Compendio de hidrología médica balneoterapia e hidroterapia" (1884), "Elementos de hidrología médica" (1887), "Guía de los establecimientos balnearios de España" (1890), "Resumen estadístico oficial de las aguas minerales de España" (1891), "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892), "Guía ilustrada de las aguas minerales y balnearios de España" (1896), "Guía de verano para el año 1899 de viajes particulares a establecimientos de aguas minerales y baños marítimos" (1899), "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España" (1908), "Las aguas minerales y las enfermedades" (1912), "Guía del turismo y balnearios de España" (1912), "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913), "Riqueza hidrológica y climatológica de España" (1913), "Manual de hidrología médica" (1914), "Biblioteca de terapéutica" (1915), "Breve resumen de las aguas minero-medicinales de España" (1915), "Guía de los establecimientos-balnearios de aguas minero-medicinales en España" (1943), "Hidrología médica" (1945) y "Las aguas minerales de España. Visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización" (2001). Esta última obra diferencia al Balneario de Mondariz de la planta de envasado del mismo nombre.

Se deben destacar varias obras que nombran a dos fuentes relacionándolas con Mondariz. Estas dos fuentes reciben el nombre de *"Gándara"* y *"Troncoso"*, las cuales aparecen en la "Reseña de los principales balnearios de España" (1903), en el "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968) y por último en "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986). Por el contrario, el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), nombra tan solo la fuente de Gándara.

Espectacular paisaje, fruto de la erosión, sobre la playa de As Catedrais, perteneciente a Ribadeo (Lugo).

Mondas

Las Aguas de Mondas son citadas en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Mondón

El "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853) menciona a las aguas de Mondón en su capítulo segundo, el cual comprende la descripción de las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial.

Otros escritos en que aparece son: "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Monforte de Lemos

Las Aguas de Monforte de Lemos se describen en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), entre las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial, al igual que ocurre en el "Tratado de aguas minero-medicinales" (1859).

También se encuentran otras referencias entre finales del siglo XIX y el XX en varios textos: "Elementos de hidrología médica" (1887), "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913), "Riqueza hidrológica y climatológica de España" (1913) y "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Mourente

Estas aguas figuran en el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850), que las describe en el capítulo de Aguas Ferruginosas, *"Mourente. Se halla a media legua de Pontevedra, parroquia de Marcón, lugar de la Ría... Existe un manantial de agua ferruginosa, de sabor de caparrosa o a tinta, que deja por donde corre el agua una porción de óxido de hierro o azafrán de Marte; al contacto del aire se cubre de una película irisada..."*.

El "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), cita a Mourente en el capítulo sobre las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial, mientras que el "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), menciona a *"Mourente o Sequelo"* entre los *"establecimientos balnearios y aguas minerales no declarados de utilidad pública, pero adonde acuden algunos enfermos"*.

También aparecen en la "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892), así como en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Nuestra Señora de Are

La localización de esta fuente se menciona brevemente en el libro "Espejo Cristalino de las Aguas de España" (1697), *"...N. Señora de Are a dos leguas del Convento de Sobrado..."*.

O Inicio

Las Aguas de O Inicio se citan por primera vez en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), en el cual figuran entre las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial, aunque posteriormente en el "Anuario de la hidrología médica española" (1870) aparece como establecimiento balneario declarado de utilidad pública. Más tarde se menciona en el "Estatuto sobre la explotación de manantiales de aguas mineromedicinales" (1928), en el apartado de establecimientos atendidos por Médicos del Cuerpo de Baños.

Existen muchos otros escritos de diversa naturaleza que nombran a las Aguas de O Inicio: "Elementos de hidrología médica" (1887), "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), "Guía ilustrada de las aguas minerales y balnearios de España" (1896), "Guía de verano para el año 1899 de viajes particulares a establecimientos de aguas minerales y baños marítimos" (1899), "Reseña de los principales balnearios de España" (1903), "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España" (1908), "Las aguas minerales y las enfermedades" (1912), "Guía del turismo y balnearios de España" (1912), "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913), "Riqueza hidrológica y climatológica de España" (1913), "Manual de hidrología médica" (1914), "Biblioteca de terapéutica" (1915), "Breve resumen de las aguas minero-medicinales de España" (1915), "Guía de los establecimientos-balnearios de aguas minero-medicinales en España" (1943), "Hidrología médica" (1945), "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968), "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986) y "Las aguas minerales de España. Visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización" (2001).

Oleico

El manantial de Oleiro figura en la "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892).

Ourense

Existen dos textos que hacen referencia a las *"Aguas de Ourense"*, sin especificar el nombre de la fuente o balneario, el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853) y la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913).

Oza

Las Aguas de Oza se mencionan en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913), así como en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España".

Parada de las Achas

Este balneario se describe en el "Tratado de aguas minero-medicinales" (1859), que lo destaca entre los establecimientos y baños minero-medicinales sin Directores facultativos. Diez años más tarde, en el "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), se nombra en el capítulo VI de la "Guía del Bañista", como uno de los *"establecimientos balnearios y aguas minerales no declarados de utilidad pública, pero adonde acuden algunos enfermos"*.

Aparece de nuevo en el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), donde figura de modo sucinto, *"Parada de las Achas (Prov. de Pontevedra). Bicarbonatado cálcica sulfhídrica. T. 25 ºC"*. Estas aguas también figuran en la "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892) y en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913).

Parada de las Aguas

Sus aguas son definidas como sulfurosas termales en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), que las cita en el capítulo segundo, entre las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial.

Pardiñas

En el "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968), aparece la Fuente de Pardiñas, de la cual se destaca su alto contenido de sulfhídrico. La fuente también figura en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986) y en "Las aguas minerales de España. Visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización" (2001).

Partovia

En el "Ensayo práctico sobre la acción terapéutica de las aguas minerales" (1850), se cita al manantial de Partovia junto al de Carballino debido a su cercanía, *"Carballino y Partovia. ... temperatura 22º. Estas aguas contienen sulfhidrato y carbonato sódico y cloruro magnésico: la primera tiene además ácido carbónico, y la segunda ácido sulfhídrico."*. Esta asociación entre las dos fuentes se produce en la mayoría de los textos hasta comienzos del siglo XX, cuando en la "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España" (1908), Partovia figura como balneario independiente de Carballino. En la edición de 1942 de la guía la denominación utilizada es "Caldas de Partovia".

El "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850), describe la situación de sus aguas dentro del capítulo de Aguas Sulfurosas, *"Partovia (Santiago de). Feligresía en la provincia de Ourense... En la Aldea de Caldas existen unos baños termales llamados comúnmente de Partovia...El agua fluye del centro de una poza y sale con mucha abundancia. Las aguas son claras, algo opacas, de sabor ligeramente salado y su temperatura es de 27º bajando hasta 22º dentro de la misma poza, a medida que se aleja del punto donde nace. No se tiene un análisis exacto de estas aguas, y se sabe que contiene sulfuro de sodio, carbonato de sosa, cloruro de magnesio e hidrógeno sulfurado. Se usa principalmente en baños..."*.

Partovia se cita entre los establecimientos que cuentan con dirección facultativa oficial tanto en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853) como en el "Tratado de aguas minero-medicinales" (1859). Posteriormente se publica una "Nota de las temporadas en que están abiertos los establecimientos de baños y aguas minerales que han obtenido la declaración de utilidad pública..." (1869), que menciona a este balneario. En el "Anuario de la hidrología médica española" (1870) y en la "Guía-manual de baños y aguas minerales" (1873), también figura como baños con declaración de utilidad pública. Por último, en el "Estatuto sobre la explotación de manantiales de aguas minero-medicinales" (1928), aparece entre los baños que carecen de médico oficial.

Existen numerosos catálogos, guías, manuales y demás escritos en los que figuran las aguas de Partovia: "Tratado práctico de análisis químico de las aguas minerales y potables" (1866),"Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), "Anuario oficial de las aguas minerales de España" (1878), "Compendio de hidrología médica balneoterapia e hidroterapia" (1884), "Elementos de hidrología médica" (1887), "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), "Guía de los establecimientos balnearios de España" (1890), "Resumen estadístico oficial de las aguas minerales de España" (1891), "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892), "Guía ilustrada de las aguas minerales y balnearios de España" (1896), "Guía de verano para el año 1899 de viajes particulares a establecimientos de aguas minerales y baños marítimos" (1899), "Las aguas minerales y las enfermedades" (1912), "Guía del turismo y balnearios de España" (1912), "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913), "Riqueza hidrológica y climatológica de España" (1913), "Biblioteca de terapéutica" (1915), "Hidrología médica" (1945), "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968), "Las

aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986) y "Las aguas minerales de España. Visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización" (2001).

Peinador

Las Aguas de Peinador tan sólo aparecen en la "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España" en su edición de 1944, que las diferencia de las Aguas de Mondariz, que es la localidad en la que están situadas.

Piñeira

Piñeira figura en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Poio

Las Aguas de Poio se mencionan en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), que las describe en su capítulo segundo, junto a las demás aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial.

Más tarde el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), incide sobre el carácter ferruginoso de estas aguas. Por último, Poio es citado en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Poldras

En el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853) se hace referencia a las Aguas de Poldras en su capítulo segundo, que comprende la descripción de las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial. Por otra parte, el "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), sitúa sus aguas entre los *"establecimientos balnearios y aguas minerales no declarados de utilidad pública, pero adonde acuden algunos enfermos".*

Ya en el siglo XX aparecen en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913), y en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Ponte Caldelas

El manantial de Ponte Caldelas se describe en el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850), en el capítulo de Aguas Sulfurosas, *"Ponte Caldelas. Lugar de la provincia de Pontevedra... Cerca del puente del río Caldelas o Verdugo brota una fuente de agua termal sulfurosa, muy eficaz en el tratamiento de las enfermedades hepáticas".*

Tres años más tarde, se publica el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), que describe los Baños entre aquellos que carecen de dirección facultativa oficial. A su vez, el "Tratado de aguas minero-medicinales" (1859), menciona a Ponte Caldelas como establecimiento sin Director facultativo. Por último, figura entre los *"establecimientos balnearios y aguas minerales no declarados de utilidad pública, pero adonde acuden algunos enfermos"* en el "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869).

Las Aguas de Ponte Caldelas se mencionan en otros tratados, catálogos, guías y demás publicaciones: "Elementos de hidrología médica" (1887), "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892), "Guía de verano para el año 1899 de viajes particulares a establecimientos de aguas minerales y baños marítimos" (1899), "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España" (1908), "Las aguas minerales y las enfermedades" (1912), "Guía del turismo y balnearios de España" (1912), "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913), "Riqueza hidrológica y climatológica de España" (1913), "Biblioteca de terapéutica" (1915), "Breve resumen de las aguas minero-medicinales de España" (1915), "Hidrología médica" (1945), "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968) y "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Prexiguero

La primera referencia hallada se encuentra en la obra "Espejo Cristalino de las Aguas de España" (1697), en el capítulo XV del libro figura el apartado *"De los baños de Prexiguero, llamados por otro nombre baños de Cerves, y de sus facultades, y medicinas"*. Esta agua, que toma su nombre del río Cerves está *"distante de dichos baños como dos tiros de mosquete hacia la parte de poniente"*. La obra distingue dos baños según la temperatura, el primer baño más caliente, en el que había *"hasta ocho, o nueve fuentes de las aguas termales,... que sólo sirven para lavar la ropa de los enfermos... Es dicha agua muy clara, y cristalina, algo tirando a color plateado..."*. Del segundo se dice que su temperatura es inferior y "*está en parte más alta que el primero inmediato a él... De color blanquecino y sulfúreo"*.

La descripción de sus aguas también se encuentra en la "Noticia de las aguas minerales más principales de España" (1840), *"Prexiguero. ... cerca del pueblo nacen varias fuentes de aguas termales, de las que se forman baños: unas salen más altas que otras, y también son más calientes que otras: son claras y de buen sabor; pero pueden soportarse poco los baños por su temperatura y olor, pues el calor no se puede sufrir por su intensidad. Se infiere que contienen azufre y otras sustancias salinas"*.

Una década más tarde, se hace otra descripción de sus manantiales en el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850), dentro del capítulo de Aguas Sulfurosas, *"Pregiguero. Pueblo de Galicia situado a la falda de una cuesta e inmediato al río Cerves. A medio cuarto de legua de él nacen varios manantiales, de los que seis están casi obstruidos y solo se utilizan dos... Con cada uno se forma una balsa, a cuya superficie suben muchas ampollitas. Las aguas termales son claras, sin olor, de sabor agradable, de color como plateado y no dejan sedimentos en los vasos. Su temperatura es diferente en cada baño: la del primero es muy subida...; la del segundo es más moderada, sin duda porque participa del agua del río... No han sido analizadas y se dice que contienen azufre y algunas sustancias salinas, por lo que se les considera como sulfurosas..."*.

El "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), se refiere a estas aguas como *"Prixigueiro"* en su capítulo segundo, que comprende la descripción de las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial. A su vez, el "Tratado de aguas minero-medicinales" (1859), las cita también bajo el nombre de *"Prixigueiro"* entre los establecimientos y baños minero-medicinales sin Directores facultativos. Todos los textos posteriores utilizan esta denominación, como sucede en el "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), que cita a estas aguas entre los *"establecimientos balnearios y aguas minerales no declarados de utilidad pública, pero adonde acuden algunos enfermos"*.

Se encuentran referencias a las Aguas de Prixigueiro en muchos otros textos posteriores: Elementos de hidrología médica" (1887), "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892), "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913), y "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Quiroga

El manantial Quiroga aparece en la obra "Elementos de hidrología médica" (1887), entre las distintas fuentes asociadas al río Sil.

Rañoa

Las Aguas de Rañoa se citan en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Sálcidos

Figura en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), entre las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial, asimismo en el "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), sus aguas se nombran entre los *"establecimientos balnearios y aguas minerales no declarados de utilidad pública, pero adonde acuden algunos enfermos"*.

También se encuentran menciones a estas aguas en el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Salgueiriño

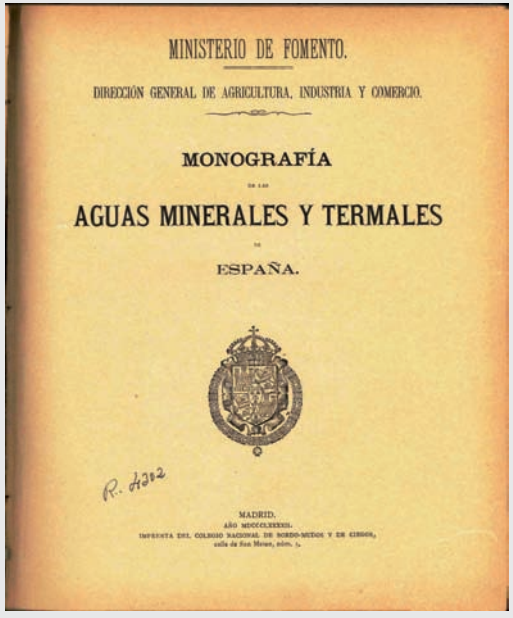
Sus aguas aparecen en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

San Andrés de Membibre

Este manantial aparece en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

San Cosme de Barreiros

Estas aguas, también llamadas de San Estevo, se describen en el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850), que señala *"Barreiros (San Cosme de). En la feligresía de Barreiro, provincia de Lugo, a doce*


MINISTERIO DE FOMENTO.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGRICULTURA, INDUSTRIA Y COMERCIO.

MONOGRAFÍA

DE LAS

AGUAS MINERALES Y TERMALES

DE

ESPAÑA.

R. 4202

MADRID.

La "Monografía de las aguas minerales y termales" fue publicada en 1892 por el Ministerio de Fomento. En ella se muestra una relación por provincias de las aguas minerales y termales con el nombre de los baños o fuentes, su situación, partido judicial, altitud en metros y número de manantiales entre otros datos de interés.

Fonte do Cubo, manantial Kárstico de Fogoso do Courel (Lugo).

leguas de la capital y tres de Mondoñedo, se hallan las aguas minerales ferruginosas llamadas de San Estevo, porque brotan entre unos peñascos situados cerca de la ermita de este Santo. No han sido analizadas, y producen buenos efectos en los casos en que se recomiendan las aguas ferruginosas".

También figuran en el "Tratado de aguas minero-medicinales" (1859), que cita a Barreiro entre los establecimientos y baños minero-medicinales sin Directores facultativos. Por otro lado el "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), clasifica a sus aguas en el grupo de los *"establecimientos balnearios y aguas minerales no declarados de utilidad pública, pero adonde acuden algunos enfermos"*. La siguiente referencia aparece en el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), *"Barreiros (San Cosme de) (Prov. de Lugo). Ferruginosa. T. 17,5 ºC".*

Otros textos que nombran estas aguas son la "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892), la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

San Estevo de Lagartones

Las Aguas de San Estevo de Lagartones son descritas en la "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892), junto a las demás aguas de Pontevedra.

San Estevo de la Rúa

Este manantial de Ourense figura en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), entre las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial. También se cita en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913), y en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

San Juan de Baños

La "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913), así como el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986), mencionan las Aguas de San Juan de Baños.

San Juan de Coba

Las Aguas de San Juan de Coba se citan en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853) como aguas minerales ferruginosas sulfatadas que cuentan con dirección facultativa oficial. En el "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), sus aguas figuran entre los "establecimientos balnearios y aguas minerales no declarados de utilidad pública, pero adonde acuden algunos enfermos". Años más tarde, el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), las describe de nuevo como ferruginosas sulfatadas.

Se pueden encontrar referencias en otros textos como: "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892), "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913), "Breve resumen de las aguas minero-medicinales de España" (1915) y "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

San Mamede de Moldes

En el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850), aparecen brevemente estas aguas, dentro del capítulo de Aguas Sulfurosas, *"Moldes (S. Mamed). Feligresía en la provincia de Ourense... Tiene un manantial sulfuroso"*.

Posteriormente, en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), las nombra entre las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial. Asimismo, el "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), las describe dentro de los *"establecimientos balnearios y aguas minerales no declarados de utilidad pública, pero adonde acuden algunos enfermos"*.

Finalmente, figuran en el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), en la "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892) y en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913).

San Mamede de Sabajanes

Las aguas de este manantial son citadas en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), que las incluye en el capítulo segundo, el cual comprende la descripción de las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial. En el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), se encuentra una escueta referencia a estas aguas, *"Sabajanes (Prov. de Pontevedra). Sulfurosa, fría. Dermatosis, leucorrea. Baños"*.

Sabajanes aparece además, en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y en informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

San Martín de Armental

El "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853) clasifica las Aguas de San Martín de Armental dentro del grupo de las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial. El libro "Elementos de hidrología médica" (1887), las encuadra dentro de las aguas cloruradas, sin embargo dos años más tarde se publica el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), que las define como sulfurosas.

También se encuentran referencias a estas aguas en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

San Martín de Callobre

La primera mención a estas aguas se encuentra en el *"Tratado completo de las fuentes minerales de España"* (1853), que las incluye en su capítulo segundo, entre las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial. Décadas más tarde, San Martín de Callobre se describe de modo escueto en el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), *"Callobre (Prov. de Pontevedra). Sulfurosa"*. Por último, figura en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

San Martín de Corbelle

El "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), clasifica estas aguas como ferruginosas carbonatadas, y las sitúa en el grupo de las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial, al igual que el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889). La última referencia hallada de las Aguas de San Martín de Corbelle se encuentra en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913).

San Martín de Gudín

Las Aguas de San Martín de Gudín se mencionan en el segundo capítulo del "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), en las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial describibiéndolas como ferruginosas carbonatadas, de manera análoga que en el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889).

Se citan de nuevo en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

San Martín de Pantón

San Martín de Pantón figura en el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850), que se refiere a ellas brevemente en el capítulo de Aguas Sulfurosas, *"Pantón (S. Martín de). En el centro de esta feligresía... en la provincia de Lugo, existen unos baños sulfurosos termales... en la actualidad abandonados..."*.

En el "Tratado de aguas minero-medicinales" (1859), se encuentra entre los establecimientos y baños minero-medicinales sin Directores facultativos. Aparecen también en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y en "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

La "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892), es el único texto hallado que denomina al agua por *"San Martín de Pautón"*, por otro lado se citan bajo el nombre de *"San Martín de Pantoro"* en el "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), así como en el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), que destaca su contenido en azufre y la enfermedad que estas aguas alivian, *"Pantoro (San Martín de) (Prov. de Lugo). Sulfurosas, termales. Dermatosis. Baños"*.

San Miguel de Jagoaza

Las Aguas de San Miguel de Jagoaza aparecen en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), entre las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial. Posteriormente el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), las clasifica como ferruginosas.

También se citan en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

San Miguel do Campo

Esta fuente es descrita en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), que en su capítulo segundo la incluye junto a las demás aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial. Respecto al siglo XX, figura en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

San Pedro de Romean

En el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), San Pedro de Romean se encuentra entre las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial. Figuran además, en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

San Salvador de Arroya

El manantial de San Salvador de Arroya se incluye en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

San Salvador de Francos

El "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), hace referencia a San Salvador de Francos entre las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial. Años más tarde, el "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), menciona a sus aguas entre los *"establecimientos balnearios y aguas minerales no declarados de utilidad pública, pero adonde acuden algunos enfermos"*.

También se citan estas aguas en el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), al igual que en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

San Verísimo de Verán

Esta fuente aparece en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), entre las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial, al igual que en el "Tratado de aguas minero-medicinales" (1859). Diez años después, se publica el "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), encontrándose dentro de los *"establecimientos balnearios y aguas minerales no declarados de utilidad pública, pero adonde acuden algunos enfermos"*.

El "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889) describe brevemente sus aguas: *"Verán-San Verísimo (Prov. de Ourense). Sulfhídrica. T. 27 ºC. Se cree profiláctica de estados febriles. Bebida"*. Respecto al siglo XX estas aguas aparecen en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913).

San Xines

La planta de envasado de San Xines figura en "Las aguas minerales de España. Visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización" (2001).

San Xurxo de la Tonza

Este manantial aparece en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

San Xurxo de Piquín

El "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), cita estas aguas en su capítulo segundo, que comprende la descripción de las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial. Años después, el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), se refiere brevemente a San Xurxo de Piquín describiendo sus aguas como ferruginosas bicarbonatadas.

Se incluyen además, en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913), y en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

San Xurxo de Sacos

En el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850), se incluye en el capítulo de Aguas Sulfurosas, *"San Xurxo de Sacos. Provincia de Pontevedra. En su término nace la fuente de San Justo, cuya agua sulfurosa, de olor fétido a huevos podridos, contiene hidrógeno sulfurado, magnesia y otras varias sustancias salinas..."*.

Las Aguas de San Xurxo de Sacos figuran en el "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), en el apartado referente a *"establecimientos balnearios y aguas minerales no declarados de utilidad pública, pero adonde acuden algunos enfermos"*. El

"Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), describe de modo abreviado las afecciones que estas aguas alivian, *"San Xurxo de Sacos (Prov. de Pontevedra). Sulfhídrica. Bronquitis crónica, histerismo, dermatosis. Bebida, lociones"*.

Santa Christina de Barro

La fuente de Santa Christina aparece en la obra "Espejo Cristalino de las Aguas de España" (1697), en concreto en su capítulo XXVIII, *"En el qual se trata de algunas Fuentes de las quales les atribuyen determinadas virtudes y varios efectos"* comenta, entre otras, la noticia de la *"Fuente de Santa Christina en Galicia"*, en *"Christina de Barro junto a Páramos... cerca de una ermita de Santa Marina, la qual aunque esté mucho tiempo a calentar, nunca se calienta"*. Parece curar los dolores de oídos, y de estómago, si bien señala que no le consta *"fundamento alguno para atribuir este efecto de resistir al fuego, y de calor de dichas aguas..."*.

Santa Christina de Bea

El "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), cita a Santa Christina entre las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial y las clasifica como sulfurosas frías. Más tarde, el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), pone de manifiesto el alto contenido en azufre de estas aguas, *"Bea (Sta. Cristina de) (Prov. de Pontevedra). Clorurado sódica sulfurosa. Cloruro sódico y sulfato sódico.- 0,034. Bebida"*.

Durante el siglo XX se encuentran referencias a esta fuente en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Santa Columba de Piedra Furada

Los Baños de Santa Columba de Piedra Furada se describen en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), junto a los demás baños minerales sin dirección facultativa oficial. Seis años después, figuran en el "Tratado de aguas minero-medicinales" (1859), de nuevo entre los establecimientos y baños minero-medicinales sin Directores facultativos.

El "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), contiene una breve mención a sus aguas, *"Santa Columba de Piedra Furada (Prov. de Pontevedra). Sulfurosa. T. 21,2 ºC."*. En el siglo XX, son citadas en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Fuente de la iglesia de Santa Columba, situada en Bande (Ourense).

Santa Eulalia de Villagarcía o Arealonga

La primera referencia de la que se tiene constancia de la fuente de Santa Eulalia de Villagarcía o Arealonga es en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), dentro del capítulo segundo, el cual comprende la descripción de las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial.

El "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), pone énfasis en la facies hidroquímica de sus aguas, *"Villagarcía o Arealonga (Sta. Eulalia de) (Prov. de Pontevedra). Ferruginosa bicarbonatada."*. Otros escritos que mencionan estas aguas son la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Santa María de Arcos Peibás

Estas aguas aparecen en el segundo capítulo del "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), junto a las demás aguas y baños minerales que carecen de dirección facultativa oficial, y en "Elementos de hidrología médica" (1887).

El "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889) menciona, *"Arcos de Peibas, Sta. María de (Prov. de Lugo). Sulfurosas. Varios manantiales. Bebida."*. También se encuentran en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Santa María de Carboeiro

Las Aguas de Santa María de Carboeiro son descritas en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), que las incluye entre las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial y las define como sulfurosas frías, por otro lado el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), también destaca su contenido en azufre: *"Carboeiro (Prov. de Pontevedra). Sulfurosas."*.

Curso fluvial, ubicado en el término municipal de Carboeiro (Pontevedra).

Otros textos que recogen información sobre las mismas son la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Santa María de Laias

Estas aguas figuran en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), que las define como sulfurosas termales en su capítulo segundo, junto a las demás aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial. Asimismo, el "Tratado de aguas minero-medicinales" (1859), menciona a Santa María de Laias entre los establecimientos y baños minero-medicinales sin Directores facultativos.

Décadas después, el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), pone énfasis en su origen romano, *"Santa María de Laias (Prov. de Ourense). Sulfurosas. T. 62 ºC. Restos de antiguas termas romanas."*. Santa María de Laias aparece además en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986), que distingue entre *"Santa María de Laias"* y el *"Balneario de Laias"*.

Santa María de Loimil

El "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), cita a María de Loimil entre las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial y las clasifica como ferruginosas carbonatadas. El alto contenido en hierro de sus aguas vuelve a destacarse en el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), *"Loimil (Sta. María de) (Prov. de Pontevedra). Ferruginosa"*. Años después, sus aguas son descritas en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y por último en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Santa María de los Ángeles

Estas aguas figuran en el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850), que las describe en el capítulo de Aguas Sulfurosas: *"Ángeles (Santa María de los Ángeles). Se halla a catorce leguas de la Coruña, dos de Santiago, y dos y media de Negreira, provincia de la Coruña. El agua nace en un sitio bastante pintoresco, en terreno granítico, y se distribuyen en dos baños colocados al raso, es transparente, de olor y sulfuroso no muy fuerte; su temperatura es de 17º cent. Según D. Antonio Casares contiene en mil partes de agua 0,0164 de cloruro de sodio"*.

El "Tratado de aguas minero-medicinales" (1859), nombra a Santa María de los Ángeles entre los establecimientos y baños minero-medicinales sin Directores facultativos, mientras que en el "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), hace referencia a las mismas junto a los demás *"establecimientos balnearios y aguas minerales no declarados de utilidad pública, pero adonde acuden algunos enfermos"*. Santa María de los Ángeles también es mencionada en el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), en la "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892) y en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913).

En la "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España" (1927), este balneario modifica su denominación, que pasa a ser *"Nuestra Señora de los Ángeles"*, al igual que en los textos posteriores. Un año más tarde, este balneario figura en el "Estatuto sobre la explotación de manantiales de aguas minero-medicinales" (1928), entre aquellos que carecen de médico oficial. Los demás documentos que citan

a las aguas con el nombre de *"Nuestra Señora de los Ángeles"* son: "Guía de los establecimientos-balnearios de aguas minero-medicinales en España" (1943), "Hidrología médica" (1945) y el "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968). El informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986) cita sus aguas bajo la denominación de *"Ángeles"*.

Santa María de San Saturnino

Se tiene constancia de su existencia a partir de la publicación del "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), que en su capítulo segundo las incluye entre las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial.

Otros textos que citan a las aguas de Santa María de San Saturnino son el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Santiago de Caldas

Las Aguas de Santiago de Caldas figuran en el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850), que nombra en concreto a la *"Fuente del Obispo"*, señalando *"Caldas (Santiago de). Feligresía a un cuarto de legua de Ourense, y a otro cuarto de legua de Cancedo, provincia de Ourense. Más abajo de la iglesia, siguiendo la orilla del río, se encuentran diversos manantiales de aguas sulfurosas, de varias temperaturas, que se recogen en un baño público y descubierto, y existe una fuente llamada del Obispo, cuya agua se usa en bebida..."*. Esta fuente no vuelve a aparecer en textos posteriores, en los que sin embargo hay otras referencias a las Aguas de Santiago de Caldas, que aparecen en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), junto a los baños que carecen de dirección facultativa oficial, a su vez el "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869) sitúa a estas aguas entre los "establecimientos balnearios y aguas minerales no declarados de utilidad pública, pero adonde acuden algunos enfermos".

Se describen además, en el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), en la "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892), en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y por último en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Santo Tomé de Maside

Este manantial es citado en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Sobrado

El "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), incluye a las Aguas de Sobrado entre las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial.

Aparecen en otros textos, como "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913), "Riqueza hidrológica y climatológica de España" (1913) y "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Sousas

Las Aguas de Sousas se mencionan por primera vez en el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850), que las sitúa en la localidad de *"Verín (Santa María de). Villa en la provincia de Ourense, a diez leguas de la capital. Entre esta villa y la parroquia de Abedes se encuentran los baños minerales llamados de Sousas, de agua acidulada... No han sido analizadas y contienen mucha sosa y ácido carbónico..."*.

El "Tratado de aguas minero-medicinales" (1859), cita a Sousas entre los establecimientos y baños minero-medicinales sin Directores facultativos. Sin embargo, años más tarde en la Gaceta de Madrid del 16 de abril de 1869, se publica una "Nota de las temporadas en que están abiertos los establecimientos de baños y aguas minerales que han obtenido la declaración de utilidad pública" (1869), en la que *"Sousas y Caldeliñas"* figura como uno de los tres establecimientos situados en Ourense. En relación a esta nota se debe destacar que la asociación entre Sousas y Caldeliñas se produce en muchos otros textos, a pesar de tratarse de fuentes distintas. El "Anuario de la hidrología médica española" (1870) y la "Guía-manual de baños y aguas minerales" (1873), también incluyen a Sousas entre los establecimientos que cuentan con declaración de utilidad pública.

Los demás textos que mencionan a las Aguas de Sousas son: "Tratado práctico de análisis químico de las aguas minerales y potables" (1866), "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), "Anuario oficial de las aguas minerales de España" (1878), "Compendio de hidrología médica balneroterapia e hidroterapia" (1884), "Elementos de hidrología médica" (1887), "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), "Resumen estadístico oficial de las aguas minerales de España" (1891), "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892), "Guía ilustrada de las aguas minerales y balnearios de España" (1896), "Reseña de los principales balnearios de España" (1903), "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España" (1908), "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913), "Riqueza hidrológica

En 1908, los Inspectores de Sanidad D. Emilio de Miguel y Paredes y D. Fernando Martínez Carrillo redactaron la "Guía oficial de las aguas minero-medicinales y establecimientos balnearios de España", de la cual se publicaron numerosas ediciones durante la primera mitad del siglo XX. Esta guía presenta entre otros datos la relación entre cada patología y el agua indicada para su tratamiento.

Eduardo Hernández Pacheco

Nació en Madrid en el año 1872. Tras estudiar el Bachillerato en Badajoz obtuvo el título de Licenciado en Ciencias Naturales por la Universidad Central de Madrid, así como el Premio Extraordinario de Licenciatura. El 1896 defendió la tesis doctoral "Estudio Geológico de la Sierra de Montánchez" y comenzó su actividad docente como profesor del instituto de bachillerato de Cáceres. Tras ejercer como profesor adjunto en la Universidad de Valladolid, en 1899 obtuvo una cátedra del Instituto de Segunda Enseñanza en Córdoba y fue nombrado miembro numerario de la Academia de Ciencias, Letras y Artes de Córdoba. En 1910 adquirió la cátedra de Geología de la Universidad Central de Madrid, lo que llevaba aparejada la jefatura de la Sección de Geología y Paleontología estratigráfica del Museo de Ciencias Naturales. A partir de entonces vivió en Madrid, donde desempeñó la mayor parte de su labor profesional, que incluye numerosos estudios, publicaciones y una notable influencia en la elaboración de las primeras leyes españolas sobre protección de espacios naturales. Falleció en el año 1965 en Alcuéscar (Cáceres), el mismo lugar donde transcurrió su infancia. Entre sus artículos figura "Contribución al estudio de las aguas juveniles, y a la hidrogeología de la Península Hispánica", que fue presentado en el primer Congreso Luso-Español de Hidrología.

y climatológica de España" (1913), "Manual de hidrología médica" (1914), "Hidrología médica" (1945), "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968), "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986) y "Las aguas minerales de España. Visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización" (2001).

Surtidero de Ourense

Esta fuente se cita en la "Contribución al estudio de las aguas juveniles, y a la hidrogeología de la Península Hispánica" (1947), entre los manantiales de aguas sódicas de Ourense.

Taboada Deza

La única referencia hallada sobre la fuente de Taboada Deza se encuentra en la obra "Historia universal de las fuentes minerales de España" (1765), que la sitúa en la localidad de Foxo Deza: *"a siete leguas distante de la Ciudad de Santiago... A media legua de éste hay una fuente, llamada de Taboada Deza, sobre un mediano río del mismo apellido..."*.

Tenorio

La fuente de Tenorio se describe en el "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850), con el nombre de *"Carada"* en el capítulo de Aguas Sulfurosas, *"Tenorio. Provincia de Pontevedra. En su término se encuentra la fuente de la Carada, de agua sulfurosa, de olor fétido a huevos podridos, y contiene hidrógeno sulfurado, magnesia y otras varias sustancias salinas..."*.

Las Aguas de Tenorio se mencionan además en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), que las incluye en el capítulo segundo junto a otras aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial. A su vez, en el "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869), aparecen entre los *"establecimientos balnearios y aguas minerales no declarados de utilidad pública, pero adonde acuden algunos enfermos"*.

La "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892), se refiere a estas aguas bajo el nombre de *"San Pedro Tenorio"*. Otros textos que

las citan son "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Tremo

Estos baños aparecen en el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), que los clasifica entre los baños minerales sin dirección facultativa oficial. Por otro lado, el "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869) incluye a los Baños de Tremo entre los *"establecimientos balnearios y aguas minerales no declarados de utilidad pública, pero adonde acuden algunos enfermos"*.

En el "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), el autor añade a pie de página su inseguridad sobre si las Aguas de Tremo y la Burga de Tremor son las mismas, pero en cualquier caso define a las Aguas de Tremo independientemente de la Burga, *"Tremo (Prov. de la Coruña). Sulfurosa, fría. Dermatosis, elefanciasis de los Griegos. Bebida, baños."*.

Se debe destacar que existen otros textos que se refieren a Tremo y también citan a la Burga de Tremor de modo independiente, entre ellos están la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Val

No se han encontrado escritos en relación a la Fuente del Val anteriores al siglo XX. El primer documento que la menciona es "Las aguas minerales y las enfermedades" (1912). Otros textos de comienzos de siglo que citan a esta fuente son: "Guía del turismo y balnearios de España" (1912), "Riqueza hidrológica y climatológica de España" (1913), "Biblioteca de terapéutica" (1915) y "Breve resumen de las aguas minero-medicinales de España" (1915). En el "Estatuto sobre la explotación de manantiales de aguas minero-medicinales" (1928), publicado en la Gaceta de Madrid, la Fuente del Val figura entre los establecimientos balnearios no atendidos por Médicos del Cuerpo de Baños.

A lo largo del Siglo XX, hay muchas referencias a la Fuente del Val: "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España" (1927), "Hidrología médica" (1945), "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968), "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986) y "Las aguas minerales de España. Visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización" (2001).

Verín

Las Aguas de Verín figuran en numerosos escritos a partir de la segunda mitad del siglo XIX, sin embargo en este apartado no se han considerado aquellos que citan a las aguas minerales situadas en Verín, pero que poseen un nombre propio diferenciado, como es el caso de Sousas, Caldeliñas y la Fuente Nueva de Verín. El primero de estos textos es el "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), que define a las Aguas de Verín como alcalinas frías.

Años después, en el "Tratado de aguas minero-medicinales" (1859), los Baños de Verín aparecen entre los establecimientos y baños minero-medicinales sin Directores facultativos, aunque más adelante, se mencionan entre los atendidos por Médicos del Cuerpo de Baños en el "Estatuto sobre la explotación de manantiales de aguas minero-medicinales" (1928).

Fonte da Cova (Lugo). Entorno de gran valor natural, situado en Carballeda de Valdeorras, en la confluencia entre Galicia y Castilla y León.

Existen otros documentos que en mayor o menor medida describen a las Aguas de Verín, gran parte de ellos coincidiendo en definirlas como bicarbonatadas sódicas: "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889), "Guía de los establecimientos balnearios de España" (1890), "Guía ilustrada de las aguas minerales y balnearios de España" (1896), "Guía de verano para el año 1899 de viajes particulares a establecimientos de aguas minerales y baños marítimos" (1899), "Las aguas minerales y las enfermedades" (1912), "Guía del turismo y balnearios de España" (1912), "Biblioteca de terapéutica" (1915), "Breve resumen de las aguas minero-medicinales de España" (1915), "Hidrología médica" (1945), "Contribución al estudio de las aguas juveniles, y a la hidrogeología de la Península Hispánica" (1947) y "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968).

Verín - Fuente Nueva

La Fuente Nueva de Verín se menciona en varios textos de la primera mitad del siglo XX: "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España" (1908), "Las aguas minerales y las enfermedades" (1912), "Guía del turismo y balnearios de España" (1912), "Riqueza hidrológica y climatológica de España" (1913), "Guía de los establecimientos-balnearios de aguas minero-medicinales en España" (1943) e "Hidrología médica" (1945). En el "Estatuto sobre la explotación de manantiales de aguas minero-medicinales" (1928) estas aguas aparecen entre las no atendidas por Médicos del Cuerpo de Baños.

Viana del Voilo

La obra "Espejo Cristalino de las Aguas de España" (1697), en su capítulo XXVII, señala acerca de este manantial *"Fuente de Viana del Voilo, y sus medicinas... casi en la raya del Reyno de Galicia, que divide al de León, junto a la Puebla de Sanabria... en el lugar de Bembibre en cuyo término*

está dicha fuente,... metida dentro de un edificio a modo de arca de aqueducto basto, y ya medio desbaratado, en cuyo hueco cobran dos personas... El agua aunque es poca nunca falta, y es muy cristalina, el olor es muy malo como de azufre".

Villacriste

Villacriste se encuentra entre las aguas y baños minerales sin dirección facultativa oficial de acuerdo al "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853), que las clasifica como aguas minerales sulfurosas frías. Esta fuente se cita además en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913) y en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

Villambrán

Las Aguas de Villambrán se describen desde un punto de vista técnico en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913), y en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

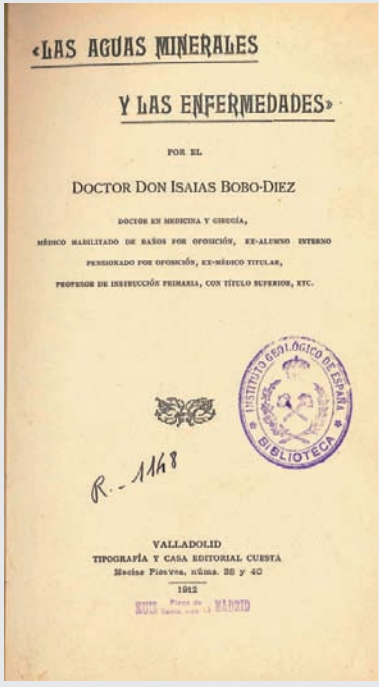
Villanueva

"Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986), es la única referencia que se ha podido encontrar en relación con las Aguas de Villanueva.

Villaza

Esta fuente figura en la "Guía del turismo y balnearios de España" (1912), que también la denomina como *"Fuente de Requejo"*, al igual que sucede en la obra "Riqueza hidrológica y climatológica de España" (1913).

El manual "Hidrología médica" (1945), clasifica sus aguas como bicarbonatadas sódicas, mientras que en el "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968), se destaca su alto contenido de CO2. Por último, las Aguas de Villaza aparecen en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986), de nuevo con el nombre de "Requejo".


«LAS AGUAS MINERALES

Y LAS ENFERMEDADES»

POR EL

DOCTOR DON ISAIAS BOBO-DIEZ

DOCTOR EN MEDICINA Y CIRUGÍA,

MÉDICO HABILITADO DE BAÑOS POR OPOSICIÓN, EX-ALUMNO INTERNO

PENSIONADO POR OPOSICIÓN, EX-MÉDICO TITULAR,

PROFESOR DE INSTRUCCIÓN PRIMARIA, CON TÍTULO SUPERIOR, ETC.

INSTITUTO GEOLÓGICO DE ESPAÑA
BIBLIOTECA
R.-1148

VALLADOLID
TIPOGRAFÍA Y CASA EDITORIAL CUESTA
Macías Picavea, núms. 38 y 40
1912

MADRID

La Guía del turismo y balnearios de España fue elaborada en 1912 por el Jefe de la Armada D. José Fernández-Caro. La guía describe por orden alfabético los establecimientos más importantes, entre los que destaca una relación de casas recomendadas.

DOCUMENTOS HISTÓRICOS, EN ORDEN CRONOLÓGICO, DE LAS AGUAS MINERALES DE GALICIA

SIGLO XVII

Alfonso Limón Montero. "Espejo Cristalino de las Aguas de España" (1697).

SIGLO XVIII

Pedro Gómez de Bedoya y Paredes. "Historia universal de las fuentes minerales de España" (1765).

SIGLO XIX

"Real Decreto de 29 de junio de 1816". Publicado en la Gaceta de Madrid de 28 de septiembre de 1816.

Juan Bautista Foix y Gual. "Noticia de las aguas minerales más principales de España. Apéndice al curso de materia médica o farmacológica" (1840).

Raimundo de Monasterio y Correa. "Ensayo práctico sobre la acción terapéutica de las aguas minerales" (1850).

Francisco Álvarez Alcalá. "Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero" (1850).

Francisco Jorge Torres Villegas. "Mapa balneario de España" (1852). Figura en el Tomo Segundo de la "Cartografía Hispano-Científica".

Pedro María Burgos. "Tratado completo de las fuentes minerales de España" (1853).

Carlos Aubán y Bonell. "Tratado de aguas minero-medicinales" (1859).

Antonio Casares. "Tratado práctico de análisis químico de las aguas minerales y potables" (1866).

Anastasio García López. "Tratado de hidrología médica, con la guía del bañista y el mapa balneario de España" (1869). En 1870 se publica una segunda edición de la Guía del Bañista y en 1889 del tratado completo.

Dirección General de Beneficencia, Sanidad y Establecimientos Penales. "Nota de las temporadas en que están abiertos los establecimientos de baños y aguas minerales que han obtenido la declaración de utilidad pública...". Publicada en la Gaceta de Madrid de 16 de abril de 1869.

Marcial Taboada "Anuario de la hidrología médica española" (1870). En los años 1878/79 y 1880/81 se editan sucesivas ediciones.

Secretaría General de Gobernación. "Guía-manual de baños y aguas minerales" (1873).

Mariano Carretero y Muriel. "Censo general de las aguas minerales de España" (1876).

"Anuario oficial de las aguas minerales de España" (1878). Se editan sucesivas ediciones en 1883, 1887, 1888, 1889 y 1890.

Alfredo Nadal. "Compendio de hidrología médica balneoterapia e hidroterapia" (1884).

Enrique Doz Gómez y Arturo Builla Alegre. "Elementos de hidrología médica" (1887).

Narciso Carbú y de Aloy. "Catálogo general de las aguas minero-medicinales de España y del extranjero" (1889).

Miguel Dávila. "Guía de los establecimientos balnearios de España" (1890). En 1897 se publica una nueva edición.

Marcial Tabeada y Mariano Carretero. "Resumen estadístico oficial de las aguas minerales de España correspondiente a la temporada balnearia de 1890" (1891). En 1892 y 1900 se publican nuevas ediciones.

Ministerio de Fomento. "Monografía de las aguas minerales y termales de España" (1892).

Ricardo de la Puerta y Escolar. "Guía ilustrada de las aguas minerales y balnearios de España" (1896).

López Robert "Guía de verano para el año 1899 de viajes particulares a establecimientos de aguas minerales y baños marítimos" (1899).

SIGLO XX

Francisco Atienza y Cobos. "Mapa y consultor estadístico hidrominero-medicinal de la Península Ibérica" (1903).

Joaquín M. Aleixandre y Arturo Pérez y Fábregas. "Reseña de los principales balnearios de España" (1903).

Emilio de Miguel y Paredes y Fernando Martínez Carrillo. "Legislación de baños y aguas minero-medicinales" (1904).

Emilio de Miguel y Paredes y Fernando Martínez Carrillo. "Guía oficial de las aguas mineromedicinales y establecimientos balnearios de España" (1908). Se publican nuevas ediciones en 1911, 1927, 1942, 1944, 1946, 1948 y 1950.

Isaías Bobo-Díez. "Las aguas minerales y las enfermedades" (1912).

José Fernández-Caro. "Guía del turismo y balnearios de España" (1912).

Instituto Geológico. "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" (1913).

Rosendo Castells y Ballespí. "Riqueza hidrológica y climatológica de España" (1913).

X. Arnozan y H. Lamarque. "Manual de hidrología médica" (1914).

A. Gilbert y P. Carnot. "Biblioteca de terapéutica. Tomo VIII Bis: Crenoterapia española, alemana, austriaca, inglesa, americana, etc." (1915).

Pedro Manaus. "Breve resumen de las aguas minero-medicinales de España" (1915).

"Real Decreto-Ley nº 743 de 25 de abril de 1928: Estatuto sobre la explotación de manantiales de aguas minero-medicinales". Publicado en la Gaceta de Madrid nº 117, de 26 de abril de 1928.

Luís Marty-Herráez. "Guía de los establecimientos-balnearios de aguas minero-medicinales en España" (1943).

José de San Román y Rouyer. "Hidrología médica" (1945).

Eduardo Hernández Pacheco. "Contribución al estudio de las aguas juveniles, y a la hidrogeología de la Península Hispánica" (1947). Artículo presentado en el "1.er Congreso luso-espanhol de hidrología".

Juan Manuel López de Azcona. "Mapa de las aguas minerales declaradas de utilidad pública o en tramitación de España peninsular, balear y Canarias" (1968).

Instituto Geológico y Minero de España. "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" (1986).

SIGLO XXI

Instituto Geológico y Minero de España. Ed. Juana Baeza Rodríguez-Caro, Juan Antonio López-Geta, Antonio Ramírez Ortega. "Las aguas minerales de España. Visión histórica, contexto hidrogeológico y perspectiva de utilización" (2001).

Historia y evolución científica y técnica del conocimiento de las aguas minerales de *Galicia*

2. DOMINIOS HIDROMINERALES EN ESPAÑA

Caño perteneciente a una de las fuentes de los manantiales de "*As Burgas*", situado en el casco histórico de la ciudad de Ourense.

Las aguas minerales presentan una composición físico-química representativa de su larga permanencia en el terreno, durante la cual han estado sometidas a procesos físicos y químicos de interacción con la roca acuífera en condiciones especiales de pH y potencial redox, de manera que se favorece el intercambio de materia con el medio sólido. Se caracterizan por su pureza original, dado su origen subterráneo del agua y la protección del acuifero contra todo riesgo de contaminación.

El conocimiento de la génesis de dichas aguas, implica analizar y obtener la relación existente entre la composición físico-química de las aguas minerales y termales y la geología de su entorno, definiendo diferentes ámbitos con características hidroquímicas similares, en función de las condiciones litológicas, estructurales e hidrogeológicas del lugar.

Las facies predominantes de estas aguas se agrupan en tres grandes familias: bicarbonatadas, cloruradas y sulfatadas (denominación asociada al predominio de los aniones bicarbonato, cloruro y sulfato respectivamente), correspondiendo el 67% de las aguas minerales al primero de estos grupos, el 17,7% al segundo y el 15,3% al tercero (López Geta *et al.*, 2006). En cada una de estas familias, a su vez se distinguen diferentes subgrupos, definidos en función de la existencia de un segundo anión predominante y/o de la abundancia de los diferentes cationes. Este criterio ha permitido definir hasta 78 subgrupos o facies hidroquímicas, de los cuáles 28 pertenecen a la familia de aguas bicarbonatadas, 26 a las sulfatadas y 24 a las cloruradas. siendo su representatividad muy variable, como lo demuestra el hecho de que sólo 16 de estos subgrupos concentran el 81% de los puntos considerados. La figura 1 muestra los diez tipos diferentes de facies hidroquímicas, cuyo porcentaje en el conjunto del territorio nacional supera el 98,5%.

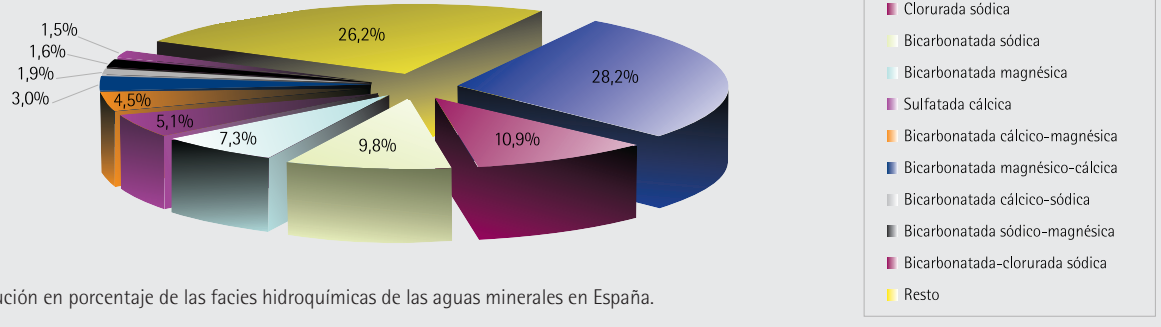


Figura 1 • Distribución en porcentaje de las facies hidroquímicas de las aguas minerales en España.

Siguiendo la definición de dominio hidromineral (Corral *et al.*, 2008), como aquel conjunto de formaciones geológicas relacionadas geográfica y estratigráficamente entre sí, que engloba materiales cuya litología y estructura permiten el almacenamiento y circulación de aguas subterráneas con características físico-químicas comunes, se han definido un total de 19 dominios hidrominerales (Fig.2), cuya génesis geológica y características hidrogeoquímicas resultan claramente diferenciadas.

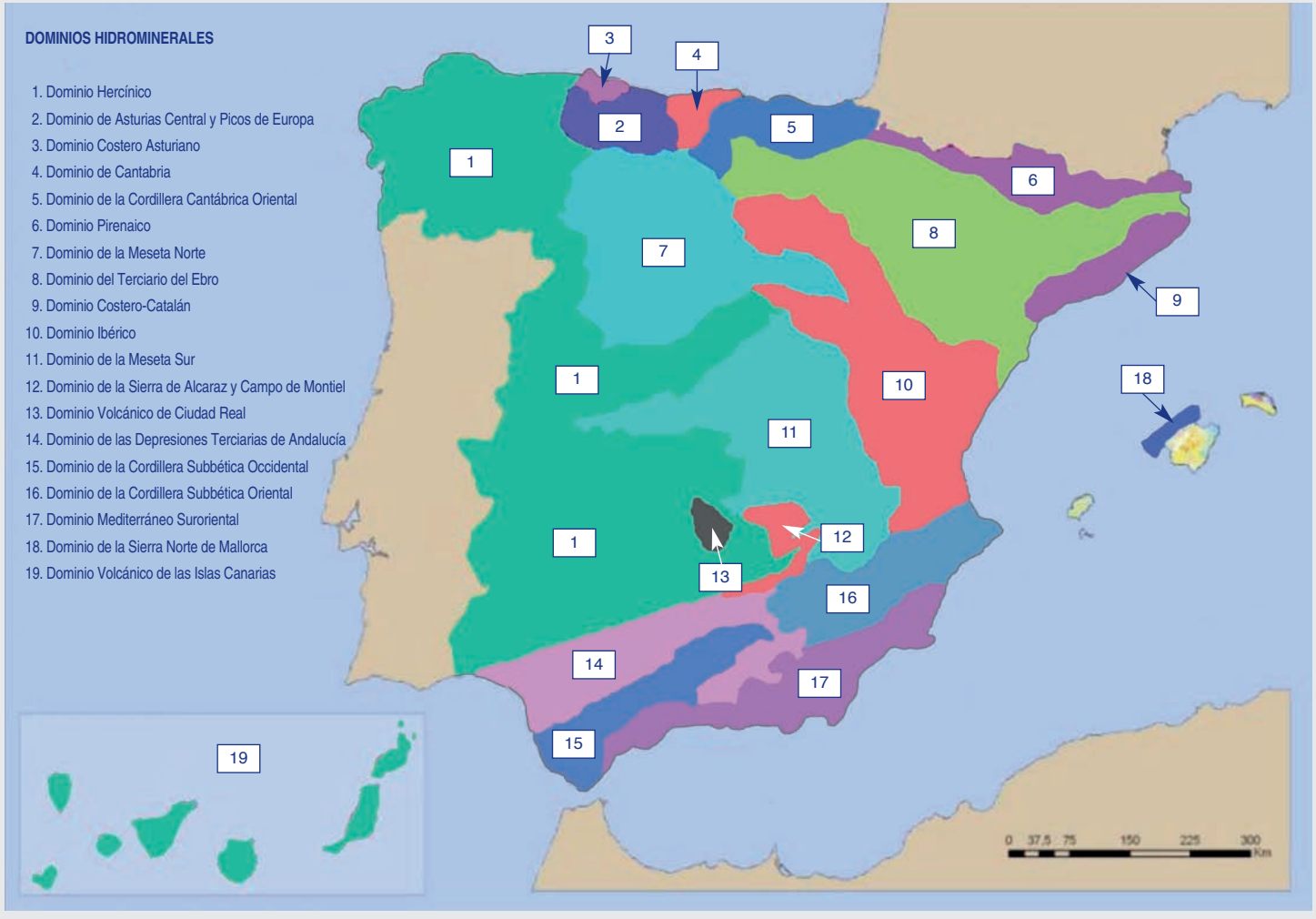


Fig. 2 • Mapa de dominios hidrominerales de España.

DOMINIO DEL MACIZO HERCÍNICO

Se trata de un dominio extenso y uniforme, que ocupa la mayor parte de la mitad occidental de la Península Ibérica: Galicia, la zona occidental de la cuenca del Duero –provincias de Zamora y Salamanca–, Extremadura, Sistema Central, Montes de Toledo, Sierra Morena y la provincia de Huelva (Corral *et al.*, 2008; IGME, 1982; Fernández Portal *et al.*, 2006). Está constituido por una gran variedad de materiales geológicos pertenecientes al Paleozoico metamorfizado por la orogenia hercínica o masas de rocas ígneas, fundamentalmente granitoides. Las aguas minerales presentes en estos materiales circulan y se almacenan en el sistema de fracturas y fisuras, algunas de gran profundidad, característicos de estos materiales, lo que determina que la facies hidroquímica más común sea la bicarbonatada sódica. A esta circunstancia se une un elevado número de anomalías asociadas a indicadores de circulación profunda: temperatura, flúor, sílice, hierro, manganeso, arsénico y sulfuros. No obstante, aunque en menor medida también se observa la presencia de aguas bicarbonatadas magnésicas y cloruradas sódicas.

Vista del Parque Natural Baixa-Limia- Serra do Xurés en el municipio de Lobios (Ourense), donde se puede observar la presencia de formaciones graníticas características de este Dominio.

DOMINIO DE ASTURIAS CENTRAL Y PICOS DE EUROPA

Se extiende por los materiales paleozoicos no metamorfizados o con escaso grado de metamorfismo que ocupan la zona central y oriental de Asturias y, en menor medida, norte de Castilla-León y área occidental de Cantabria. Los materiales que constituyen son areniscas, conglomerados y carbonatos, especialmente la conocida Caliza de Montaña. Las aguas minerales se caracterizan por una circulación que, salvo excepciones, es en general somera por lo que durante la misma no son sometidas a cambios químicos importantes (Corral y Abolafia, 2006; López-Geta *et al.*, 2006; Corral *et al.*, 2008). La facies predominante es la bicarbonatada cálcica, con la presencia, especialmente en su periferia, de aguas bicarbonatadas magnésicas. Presentan algunas anomalías de hierro y arsénico.

Panorámica de los Picos de Europa, con la formaciones carbonáticas que dan lugar a las facies típicas de este Dominio.

DOMINIO COSTERO MESOZOICO ASTURIANO

Abarca la zona costera asturiana entre Avilés y Ribadesella, que se caracteriza por los materiales depositados sobre el basamento hercínico de la cuenca mesozoica cantábrica, en los que se incluye una gran variedad de litologías que se extienden desde el Permotrías hasta el Cretácico: conglomerados, yesos, margas, areniscas, masas salinas y carbonatos (ITGE, 1992). Esta variedad de materiales se traduce en un amplio abanico de facies hidroquímicas, entre las que se incluyen aguas minerales bicarbonatadas cálcicas, cloruradas sódicas y sulfatadas cálcicas. No se ha constatado en esta unidad la presencia de anomalías indicativas de circulación profunda.

DOMINIO DE CANTABRIA

Ocupa la práctica totalidad del territorio de esta Comunidad Autónoma, con una amplia diversidad de materiales mesozoicos –triásicos a cretácicos– entre los que se incluyen areniscas, conglomerados, yesos, sales y carbonatos. El agua circula a través de los poros de los materiales detríticos o bien por fisuras y fracturas en el caso de los carbonatados, y en ocasiones entra también en contacto con los materiales evaporíticos tan abundantes en esta zona, dando lugar a procesos de disolución y enriquecimiento de sales. Las facies hidroquímicas características de este dominio son la bicarbonatada cálcica y la clorurada sódica, sin evidencias de circulación profunda al menos en los puntos considerados.

DOMINIO DE LA CORDILLERA CANTÁBRICA ORIENTAL

Engloba áreas de las provincias de Cantabria, Burgos, norte de Navarra y todo el País Vasco. Los materiales son de muy diferente naturaleza encontrándose carbonatos, yesos, areniscas, conglomerados y arcillas pertenecientes sobretodo al Mesozoico de la cordillera que le da nombre. La facies hidroquímica más común es la bicarbonatada cálcica existiendo algunas aguas sulfatadas cálcicas y cloruradas sódicas, asimismo se han encontrado aguas anómalas por su temperatura y su contenido en flúor.

Vista general de la Comarca de Urgell en Lleida,
que se enmarca en lo que se conoce como Pirineo Catalán.

DOMINIO PIRENAICO

Geográficamente comprende la zona más septentrional de la Cordillera Pirenaica desde el norte de la provincia de Huesca al norte de la provincia de Gerona y geológicamente se identifica con el eje y sustrato ígneo-metamórfico del Paleozoico. Por su relación con las aguas minerales y termales, los materiales más característicos son las masas graníticas, aunque también existen materiales metamórficos muy fracturados que permiten la circulación profunda de agua de infiltración con la consiguiente evolución hacia facies características. Las facies hidroquímicas resultantes son las bicarbonatadas cálcicas, bicarbonatadas sódicas y cloruradas sódicas, a menudo asociadas con anomalías geoquímicas de temperatura, flúor, arsénico y sulfuros, testimonio de la citada circulación profunda.

DOMINIO DE LA MESETA NORTE

Abarca geográficamente una gran parte de las nueve provincias de la Comunidad Autónoma de Castilla y León. Los materiales son principalmente de naturaleza detrítica, correspondientes al relleno aluvial y fluvial de la fosa tectónica terciaria, pudiendo encontrarse sedimentos de origen químico (margas, yesos y calizas lagunares). La facies hidroquímica más común es la bicarbonatada cálcica, aunque también se presentan del tipo clorurado sódico y bicarbonatado sódico. Se han identificado en este dominio algunas aguas termales así como otras con evidencias de circulación profunda.

DOMINIO DEL TERCIARIO DEL EBRO

Comprende la totalidad de la depresión del Ebro, desde La Rioja hasta el delta del citado río, entre la Cordillera Pirenaica y el Sistema Ibérico, ocupando áreas de La Rioja, Navarra, Aragón y Cataluña. Los materiales son principalmente de naturaleza detrítica, pertenecientes al relleno neógeno de la gran depresión terciaria: yesos, areniscas, conglomerados, arcillas y carbonatos. Las facies hidroquímicas asociadas más comunes son la bicarbonatada cálcica y la sulfatada cálcica, características de aguas de circulación relativamente somera.

DOMINIO COSTERO-CATALÁN

Desde la provincia de Tarragona al sur hasta una amplia zona de la provincia de Gerona, se identifica geológicamente con el sistema o cordillera Costero-Catalana, formada por un conjunto tectosedimentario de elevaciones y depresiones internas originadas durante la fase distensiva terciaria posterior a la orogenia alpina, que comprende desde las formaciones ígneas y metamórficas del Paleozoico hasta las evaporitas y carbonatos del Mesozoico (ITGE y Generalitat de Catalunya, 1990). Este dominio hidromineral sirve de asiento a una variada representación de aguas minerales y termales, entre las que predominan las facies bicarbonatadas cálcicas, magnésicas y sódicas así como las cloruradas sódicas asociadas a materiales ígneos con fracturación muy profunda. Son particularmente frecuentes las anomalías de temperatura, sílice, flúor, arsénico, litio, hierro, manganeso y sulfuros.

DOMINIO IBÉRICO

Engloba la amplia extensión geográfica del ámbito de la Cordillera Ibérica, desde el sur de La Rioja hasta la provincia de Castellón, por el nordeste y el contacto con las estribaciones orientales de las Cordilleras Béticas en Alicante. Esta extensión geográfica es también sinónimo de una gran diversidad litoestratigráfica en su ámbito geológico, que se extiende desde los afloramientos paleozoicos presentes en su núcleo, hasta los materiales neógenos que rellenan sus depresiones internas. Las principales facies hidroquímicas, que pueden encontrarse son las bicarbonatadas cálcicas y magnésicas, cloruradas sódicas y sulfatadas cálcicas. Asimismo, son frecuentes las anomalías de temperatura, sílice, flúor y arsénico, testimonio de la circulación profunda de las aguas en las que se manifiestan.

DOMINIO DE LA MESETA SUR

Ocupa amplias zonas de Castilla-La Mancha pertenecientes a las cuencas de los ríos Tajo y Guadiana. Comprende una gran variedad de materiales presentes en el relleno neógeno de dichas cuencas: areniscas, conglomerados, arcillas, yesos y carbonatos del Terciario y del Mesozoico. Esta variedad litológica determina la existencia de aguas bicarbonatadas cálcicas –las más abundantes–, sulfatadas cálcicas y cloruradas sódicas. La presencia de indicadores de circulación profunda es escasa, limitándose a algunos puntos con anomalías de hierro, manganeso y arsénico.

DOMINIO DE LA SIERRA DE ALCARAZ Y CAMPO DE MONTIEL

Comprende las zonas limítrofes de las provincias de Ciudad Real, Albacete y Jaén. Se identifica geológicamente con las formaciones triásicas existentes en la base del Jurásico carbonatado del Sureste de la meseta castellano-manchega. Areniscas, yesos y carbonatos son las litologías predominantes en este dominio hidromineral. Las facies hidroquímicas dominantes son las bicarbonatadas cálcicas y las sulfatadas cálcicas, como consecuencia de la interacción del agua de infiltración con los citados materiales, no apreciándose indicios de anomalías químicas indicadoras de circulación profunda.

DOMINIO VOLCÁNICO DE CIUDAD REAL

Se localiza al sur de la provincia de Ciudad Real, cuya representación más característica es el Campo de Calatrava. Se trata de un conjunto de grandes masas de materiales lávicos y piroclásticos de composición fundamentalmente basáltica, generado por una importante actividad volcánica durante el Cuaternario. El flujo ascendente de dióxido de carbono de origen endógeno que se produce a través de estos materiales así como la propia naturaleza de estos últimos, genera una serie de intercambios geoquímicos agua-roca en profundidad que se traduce en una abundante presencia de aguas minerales, e incluso termales en algunos casos. Las facies hidroquímicas dominantes son las bicarbonatadas magnésicas y sódicas, en ocasiones con anomalías de temperatura y arsénico cuyo origen se encuentra en la evolución geoquímica de aguas de infiltración de carácter bicarbonatado cálcico.

DOMINIO DE LAS DEPRESIONES TERCIARIAS DE ANDALUCÍA

Se extiende sobre los valles y depresiones internas de Andalucia: Guadalquivir, Guadiana Menor, Granada, Guadix, etc. Los materiales son principalmente los de naturaleza detrítica pertenecientes al relleno neógeno de las depresiones. Predominan las areniscas, conglomerados, yesos y margas del Terciario, que dan lugar a facies bicarbonatadas cálcicas, sulfatadas cálcicas y cloruradas sódicas. Los indicadores de circulación profunda más abundantes son sílice, litio, hierro, manganeso y arsénico.

DOMINIO DE LA CORDILLERA SUBBÉTICA OCCIDENTAL

Incluye zonas de 6 provincias de Andalucía: una parte importante de Cádiz, sureste de Sevilla, noroeste de Málaga, sur de Córdoba, Jaén y noreste de Granada, abarcando todo el frente de contacto entre el erógeno bético y el límite sur de la depresión del río Guadalquivir. En esta extensa zona se presentan materiales mesozoicos, desde triásicos hasta cretácicos, entre los que cabe destacar areniscas, yesos, sales, margas y carbonatos (ITGE y Junta de Andalucía, 1991). Las facies hidroquímicas predominantes son las bicarbonatadas cálcicas, cloruradas sódicas y sulfatadas cálcicas. Se presentan anomalías de flúor, hierro y temperatura.

DOMINIO DE LA CORDILLERA SUBBÉTICA ORIENTAL

Se corresponde con las estribaciones más orientales de la Cordillera Bética –dominios geológicos externos del Subbético y Prebético– situadas en las provincias de Jaén, Almería, Albacete, Murcia y Alicante. La deformación del orógeno es, en este caso, menos acusada que en el dominio Mediterráneo Suroriental antes descrito (Baeza *et al*,. 2003). Desde el punto de vista litológico se caracteriza por una gran diversidad de materiales: areniscas, margas, arcillas, yesos, masas salinas y extensas formaciones carbonatadas mesozoicas y terciarias, fuente de una amplia variedad de facies hidroquímicas: bicarbonatadas cálcicas y magnésicas, cloruradas sódicas y sulfatadas cálcicas, frecuentemente asociadas a indicadores de circulación profunda (temperatura, flúor, hierro y litio).

DOMINIO MEDITERRÁNEO SURORIENTAL

Geográfica y geológicamente se identifica con lo que se conoce como dominio interno de la Cordillera Bética o Bético Interno. Abarca una parte importante de las provincias de Málaga, Granada, Almería y Murcia. Está integrado por un conjunto de formaciones geológicas, sometidas a la mayor deformación dentro del conjunto de las Cordilleras Béticas, situadas en mantos superpuestos con un fuerte plegamiento y por lo tanto con abundante fracturación que en ocasiones alcanza grandes dimensiones, tanto en vertical como en horizontal. (IGME, 1978). Estos mantos, Nevado-Filabrides, Alpujárrides y Maláguides incluyen materiales básicamente metamórficos y carbonatados, aunque también se presentan en menor proporción formaciones yesíferas.

Las facies hidroquímicas dominantes son las bicarbonatadas cálcicas, bicarbonatadas magnésicas y sulfatadas cálcicas. Estas últimas como consecuencia de la gran profundidad de circulación de las aguas y su contacto con los yesos mencionados. Excepcionalmente se presentan aguas cloruradas sódicas con una elevada salinidad y algunas aguas bicarbonatadas sódicas en relación con materiales carbonatados metamofizados (mármoles). Es generalizada la presencia de anomalías indicativas de circulación profunda, especialmente temperatura, flúor y hierro.

DOMINIO DE LA SIERRA NORTE DE MALLORCA

Como su nombre indica, se corresponde geográficamente con la zona montañosa que caracteriza toda el área nordeste de la isla de Mallorca. Litológicamente no presenta gran variedad, limitándose su representación a los carbonatos mesozoicos. La facies hidroquímica dominante es la bicarbonatada cálcica y no existe información de presencia de anomalías geoquímicas, lo que induce a pensar en una circulación relativamente somera de las aguas.

DOMINIO VOLCÁNICO DE LAS ISLAS CANARIAS

El carácter volcánico de la formación del archipiélago canario da lugar a la presencia de materiales de diversa composición: basaltos, fonolitas, traquibasaltos, etc., tanto en formaciones lávicas como piroclásticas. La interacción del agua de infiltración con esta variedad de materiales tiene una gran repercusión en la composición físico-química de las aguas subterráneas en general, y de las aguas consideradas como minerales en particular. Existe un gran número de aguas consideradas como minerales, en las que las facies hidroquímicas dominantes son las bicarbonatadas sódicas y las bicarbonatadas magnésicas. También es notable la presencia de aguas cloruradas sódicas. Las anomalías químicas más habituales, relacionadas sin duda con la composición de los materiales volcánicos, son las de flúor y sílice.

Barranco de las Rosadas en el término municipal de Teror, al norte de Gran Canaria, carácterizándose por las litologías propias de esta Isla.

Historia y evolución científica y técnica del conocimiento de las aguas minerales de

Galicia

3. CARACTERIZACIÓN DE LOS RECURSOS HIDROMINERALES DE GALICIA: DEFINICIÓN DE SUBDOMINIOS

Playa de As Catedrais, que forma parte del Subdominio Metamórfico Oriental.

GEOLOGÍA REGIONAL

La geología del territorio está estrechamente relacionada con la presencia, localización e hidroquímica de las aguas minerales y termales, es por tanto de gran importancia comprender las relaciones entre los hechos geológicos, sobre todo litología y fracturación, con este tipo de aguas que tienen un gran interés socieconómico en Galicia.

Galicia, en el borde NO de la Península Ibérica, se ubica (Figura 3) en el borde occidental del denominado Arco Ibero-Armoricano, originado en un ambiente geotectónico esencialmente compresivo (colisión de los continentes Gondwana y Laurentia-Báltica) durante el Devónico medio - Carbonífero superior, como parte de la Cadena Varisca. El período tardi-varisco, fundamentalmente distensivo, se desarrolló durante el Pérmico y hasta el Triásico Inferior. Con posterioridad, durante el Jurásico y Cretácico Inferior, se produjo la separación entre las placas Ibérica y Norteamericana en un régimen distensivo. De nuevo son los esfuerzos compresivos los que generan las principales estructuras que configuran la Cordillera Pirenaica-Cantábrica originada por la Orogenia Alpina durante el Terciario, resultado del empuje de la placa Africana hacia el norte sobre la placa Ibérica, esfuerzos que continúan actualmente.

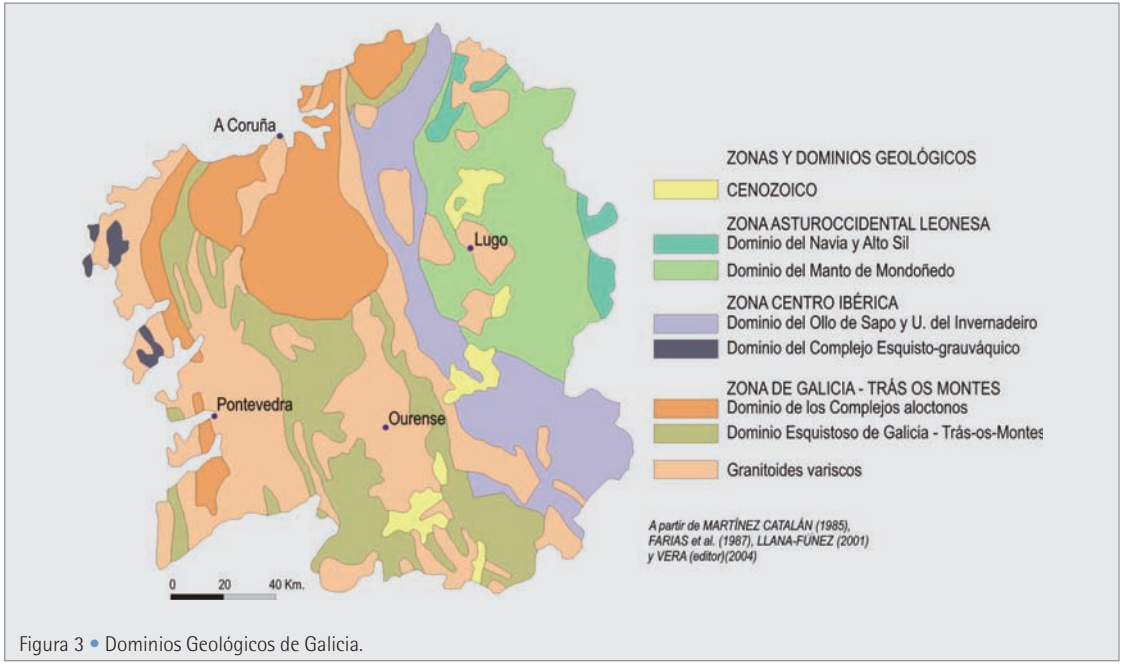


Figura 3 • Dominios Geológicos de Galicia.

Laderas dominadas por tramos carbonatados intercalados entre pizarras, que provocan resaltes en el paisaje cercano a la Fonte da Cova en la Serra do Courel (Lugo).

Los materiales geológicos presentes en la parte emergida de Galicia corresponden a los ámbitos geotectónicos variscos y alpinos. Afloran materiales desde el Precámbrico al Devónico-Carbonífero Inferior; falta en la parte emergida el Mesozoico (en la plataforma continental existen materiales mesozoicos) y está representado el Terciario en pequeñas cuencas, así como materiales del Cuaternario en las cuencas fluviales actuales.

Sobre la base de criterios estratigráficos, estructurales, metamórficos y magmáticos varios autores han diferenciado en el Macizo Ibérico distintas zonas y dominios geológicos que responden a la zonación del Orógeno Varisco transversalmente a su estructura. Galicia queda incluida en varias zonas que de este a oeste, sentido en el que aumenta la intensidad de la deformación y metamorfismo varisco, así como la presencia de magmatismo, son las siguientes (Julivert *et al.*, 1972; Martínez Catalán, 1985; Farias *et al.*, 1987; Arenas *et al.*, 1988; Llana Fúnez, 2001; Marcos y Llana Fúnez, 2002; Vera (editor), 2004): Zona Asturoccidental-Leonesa (ZAOL), Zona Centro-Ibérica (ZCI) y Zona de Galicia – Trás-os-Montes (ZGTM). En estas zonas se han diferenciado, basándose sobre todo en criterios estratigráficos y estructurales, distintos dominios geológicos.

La Zona Asturoccidental-Leonesa (ZAOL) está constituida por un gran espesor de sedimentos siliciclásticos del Paleozoico Inferior (Cámbrico y Ordovícico, con escasa representación de materiales silúricos y devónicos), sobre un sustrato esquistoso del Precámbrico. El límite oriental se sitúa en un gran cabalgamiento (Cabalgamiento de la Espina) en el núcleo del Antiforme del Narcea, ya fuera de Galicia. Por el oeste el límite lo constituye en la parte septentrional la Falla de Viveiro y hacia el sur los sinclinales de O Courel y de Peñalba. En esta zona está bien representada la deformación varisca con las tres fases principales que se describen más adelante, siendo el metamorfismo de grado bajo a medio.

La Zona Centro-Ibérica (ZCI) ocupa la parte central del Orógeno Varisco en Galicia y su límite oriental es el definido con la ZAOL y en su parte occidental queda por debajo del cabalgamiento basal del Dominio Esquistoso de Galicia – Trás-os-Montes. Está constituido por un dominio caracterizado por la existencia de extensos afloramientos de gneises glandulares (Formación Ollo de Sapo), granitos sincinemáticos y materiales metamórficos de alto grado regional, afectados estos materiales por pliegues vergentes al E y NE. Un segundo dominio, que aparece de forma restringida en la parte occidental de Galicia, se caracteriza por la existencia de pizarras y grauvacas preordovícicas, granitoides tardi-variscos y un metamorfismo de grado bajo o bajo-medio en las áreas alejadas de los batolitos graníticos donde se originan grandes complejos migmatíticos. El plegamiento no presenta aquí una vergencia definida.

La Zona de Galicia - Trás-os-Montes ocupa la parte centroccidental y occidental de Galicia, constituye un conjunto alóctono, de procedencia peri-gondwánica, que cabalga sobre la Zona Centro-Ibérica. Incluye rocas de muy diversas procedencias y composiciones (básicas y ultrabásicas, a ácidas e intermedias) que han sufrido complejas evoluciones tectono-metamórficas (grados bajo a muy alto grado). Estructuralmente es un conjunto de láminas alóctonas que cabalgan sobre los materiales de la Zona Centro-Ibérica.

La intensidad de la deformación aumenta desde el Este al Oeste, admitiéndose la existencia de tres fases generalizadas principales de deformación de edad varisca mejor representadas en la parte oriental de Galicia (ZAOL) y, localmente, algunas estructuras tardivariscas, así como la existencia de estructuras asignables a los movimientos alpinos. Las dos primeras fases de deformación variscas se produjeron en un régimen de esfuerzos tangenciales que en la 1ª Fase (D1) originaron pliegues apretados con vergencia al Este, con una foliación generalizada de plano axial asociada. En la 2ª Fase (D2) se produjeron cabalgamientos hacia el Este, a los que se asocia localmente, en la proximidad de sus frentes, una foliación que, en ocasiones, llega

Gneises de la Formación Ollo de Sapo en contacto con granitos (Lugo).

a obliterar a la foliación D1, apareciendo como la foliación principal en áreas extensas en algunos sectores. La 3ª Fase de deformación (D3) produjo un plegamiento que verticalizó estructuras anteriores y lleva asociada localmente una foliación de crenulación. También el metamorfismo aumenta en intensidad hacia el Oeste, y es de forma general polifásico, plurifacial y prograd, existiendo en algunos sectores un importante metamorfismo retrógrado o retrometamorfismo.

Los trabajos relativos a los recursos hidrominerales de Galicia relacionan la existencia de termalismo con grandes fracturas regionales tardi-postvariscas, a las que se asocian sistemas de diaclasas. De estos sistemas de fracturas que afectan al Macizo Hespérico en Galicia el más importante es el de fracturas conjugadas NO-SE y NE-SO (y su asociado NNE-SSO), de edad tardi-varisca y que han tenido actividad posterior durante el Mesozoico y Cenozoico. Estos sistemas corresponden a fracturas con desplazamientos esencialmente horizontales, siendo también importantes los sistemas E-O y N-S con movimientos verticales (Parga, 1969).

Zona intensamente plegada en el Dominio de los Complejos Alóctonos de la Zona de Galicia-Trás-os Montes..

La falta de materiales mesozoicos en la parte emergida de Galicia parece indicar un extenso periodo de emersión y una intensa erosión de la Cordillera Varisca en este sector. Durante el Cenozoico se formaron algunas cuencas que en algún caso (As Pontes, Meirama, etc.), son de origen morfotectónico y en las que se depositaron grandes espesores de sedimentos del Terciario. Durante el Cuaternario los cursos fluviales más importantes evolucionan en cuencas (las más importantes ya establecidas en el Terciario) someras con escasos espesores de sedimentos (arenas, gravas y limos). Los depósitos de ladera tienen en general, un escaso desarrollo.

Zona Asturoccidental-Leonesa

Esta zona ocupa la parte más oriental de Galicia, estando bien definido su límite NO por la Falla de Viveiro (Martínez Catalán, 1985), y peor definido su límite por el SO, donde tiende a situarse en los sinclinales de O Courel y de Peñalba (Martínez Catalán *et al.*, 1992; Fernández, 2001).

En la Zona Asturoccidental-Leonesa (ZAOL) se diferencian (Marcos, 1973; Marcos *et al.*, 2004), sobre la base fundamentalmente de criterios estratigráficos, dos dominios: Dominio del Manto de Mondoñedo y Dominio del Navia y Alto Sil, separados por el denominado Cabalgamiento Basal del Manto de Mondoñedo. Un tercer dominio considerado hasta fechas recientes perteneciente a esta zona, el Dominio de O Courel-Truchas (Marcos 1973), se incluye actualmente en su práctica totalidad en la Zona Centro-Ibérica (Martínez Catalán *et al.*, 1992; Fernández, 2001; Marcos *et al.*, 2004).

Esta zona está constituida por un importante espesor de rocas siliciclásticas del Cámbrico al Devónico, estando presentes en el ámbito de la hoja principalmente areniscas y pizarras del Cámbrico y Ordovícico, con escasa representación de materiales silúricos y devónicos. En ambos dominios, la secuencia de materiales paleozoicos se sitúa discordantemente sobre materiales precámbricos (Véndico Superior) que se incluyen en la denominada Serie de Vilalba.

Los materiales del Dominio del Navia y Alto Sil, afloran en la denominada ventana tectónica de O Xistral, y más al sur en la ventana tectónica de Monte Carballosa, en ambas zonas predominan pizarras y cuarcitas del Cámbrico Inferior, destacando un potente paquete cuarcítico (Cuarcitas de O Xistral) que alcanza los 1.000 a 1.500 m de espesor en la Ventana de O Xistral. En el borde oriental de Galicia afloran también materiales de este dominio constituidos predominantemente por pizarras, con intercalaciones de cuarcitas y areniscas. Los límites con los otros dominios, que se superponen tectónicamente a éste, se producen mediante fallas en general con carácter de cabalgamientos.

La fracturación en las cuarcitas cámbricas es importante según direcciones predominantes ONO-ESE, y es intensa la alteración de estos materiales dando lugar a mantos de alteración irregulares de poco espesor de arenas micáceas finas y limos arenosos. Su permeabilidad media-baja no parece favorecer la existencia de recursos de aguas subterráneas de importancia, no existiendo ningún manantial de aguas minerales catalogado, así como tampoco puntos de abastecimiento con aguas subterráneas.

Los materiales que afloran en el extremo oriental son cámbrico-ordovícicos, esencialmente pizarrosos con alguna intercalación de areniscas y cuarcitas. Su permeabilidad, por fisuración, es muy baja, y no se señalan aguas minerales en este sector.

En la parte oriental de Galicia la estructura y la alternancia de litologías tales como pizarras, cuarcitas, areniscas y calizas, favorece el desarrollo de valles estrechos y de laderas estructurales como la que se ve en primer término.

Relieve glaciar de la Serra dos Ancares (Lugo), afectando a pizarras y cuarcitas del Dominio del Navia y Alto Sil.

El Dominio del Manto de Mondoñedo tiene su límite oriental en el denominado cabalgamiento basal del Manto de Mondoñedo (cabalgamiento de los Oscos), mientras que el occidental coincide con el límite de la Zona Asturoccidental Leonesa. Los materiales del Paleozoico Inferior se sitúan sobre las pizarras, areniscas y esquistos de la Serie de Villalba (Precámbrico) que alcanza espesores importantes. El Cámbrico y Ordovícico están bien desarrollados, iniciándose con una potente serie (1.500 m) de materiales siliciclásticos con predominio de pizarras, esquistos, areniscas y cuarcitas, con escasos niveles carbonatados intercalados, que constituyen el Grupo Cándana del Cámbrico Inferior. Un nivel muy continuo en todo el dominio

Pliegues de rocas carbonatadas magnésicas en el interior de la mina de Magnesitas de Rubián (Lugo), situada en el Dominio geológico del Manto de Mondoñedo.

lo constituye la formación Caliza de Vegadeo (Cámbrico Inferior- Medio) con un espesor de unos 100 m (hasta 300 m en el entorno de Baralla). El Cámbrico Medio a Ordovícico Inferior está constituido por pizarras, areniscas y cuarcitas (Capas de Riotorto y Capas de Villamea) serie detrítica que culmina en el Ordovícico Inferior con las denominadas Capas del Río Eo (equivalentes a la Cuarcita Armoricana de otras zonas): Cuarcitas, areniscas y pizarras culminadas por un paquete de cuarcitas bien estratificadas en bancos potentes. Este conjunto por encima del Grupo Cándana alcanza unos 1.000 m de potencia en la parte central del dominio aumentando hacia el Este y disminuyendo hacia el Oeste. Durante el Ordovícico Medio – Superior se depositó la potente serie de pizarras grises a negras con presencia de pirita y depósitos de hierro oolítico, que constituye la formación Pizarras de Luarca. Discordante sobre los materiales del Ordovícico se sitúan pizarras y ampelitas (Capas de la Garganta) de edad silúrica, que no superan los 50 m de espesor.

Hacia el límite SO del Dominio, el espesor de estas series disminuye significativamente, tanto el Grupo Cándana, como la Caliza de Vegadeo (aquí con 5 a 20 m de potencia) y la serie siliciclástica (Serie de Los Cabos) por encima de la Caliza de Vegadeo. No aparecen la Cuarcita Armoricana ni las Pizarras de Luarca y sí una formación carbonatada (Calizas de La Aquiana) del Ordovícico Superior que se sitúa discordante entre la Serie de Los Cabos y el Silúrico. Además, afloran materiales del Devónico Inferior: Pizarras grises arenosas con calizas y pizarras en la base, con un espesor total de unos 35 m. Tanto los materiales del Silúrico como la escasa representación de pizarras del Devónico, se conservan en el núcleo de algunas estructuras sinclinales.

Los materiales están intensamente plegados por los esfuerzos de la primera fase de deformación varisca (D1) y afloran conformando estrechas cumbres y valles que se alargan según las direcciones variscas. El Cabalgamiento Basal del Manto de Mondoñedo es la principal estructura de la segunda fase (D2) y la tercera fase (D3) y movimientos tardíos produjeron la verticalización de estructuras anteriores, así como estructuras dómicas como el Domo de Lugo.

El metamorfismo es en general de grado bajo, presentando los materiales más finos una foliación generalizada del tipo de pizarrosidad que se adapta a las estructuras variscas regionales. Otras estructuras menores tales como *kink-bands* y foliación de crenulación se producen tardíamente y, en casos, se asocian a la fracturación tardía.

A las formaciones de cuarcitas y areniscas se les ha asignado una permeabilidad media-baja, y su potencia en tramos y bancos generalmente métricos o menores, que intercalan materiales más finos: pizarras, filitas y metalimolitas, reduce la posibilidad de obtención de caudales importantes. Las Calizas de La Aquiana (calizas biostrómicas mal estratificadas) pueden tener una porosidad alta debido a la karstificación que puede ser puntualmente importante.

Las series pizarrosas, en principio poco permeables, están cortadas por fracturas y diques que pueden favorecer la circulación de las aguas subterráneas o actuar como barreras.

Zona Centro-Ibérica

La Zona Centro-Ibérica (ZCI) ocupa la parte central del orógeno varisco en Galicia y su límite oriental es el definido con la ZAOL y en su parte occidental el límite lo constituye la Falla de Valdoviño y el Cabalgamiento basal del Dominio Esquistoso de Galicia-Trás-os-Montes. Está constituido por el Dominio del Ollo de Sapo caracterizado por la existencia de extensos afloramientos de gneises glandulares (Formación Ollo de Sapo), granitos sincinemáticos y

Estaca de Bares, el punto más septentrional de la geografía gallega, está formado por gneises de la formación Ollo de Sapo.

materiales metamórficos de alto grado regional, afectados estos materiales por pliegues vergentes al E y NE. En el mismo se incluye ahora la mayor parte del anteriormente denominado Dominio de O Courel-Truchas, es decir la parte situada al oeste de los núcleos de los sinclinales de O Courel y Peñalba.

Un segundo dominio, Dominio del Complejo Esquisto - grauváquico se caracteriza por la existencia de pizarras y grauvacas preordovícicas, granitoides tardi-variscos y un metamorfismo de grado bajo o bajo-medio en las áreas alejadas de los batolitos graníticos donde se originaron grandes complejos migmatíticos.

En la Zona Centro-Ibérica, las diferencias estratigráficas más importantes con la Zona Asturoccidental - Leonesa son: la existencia de una formación gnéisica porfiroide de edad predominantemente pre-Ordovícica, sobre la que se apoya el Ordovícico (falta el Cámbrico), y la probable existencia de

Vista de la Serra do Courel (Lugo) donde se aprecian pliegues hectométricos de primera fase (D1) que afectan a materiales del Paleozoico Inferior.

un Carbonífero inferior (Serie de San Clodio), constituido por niveles de liditas, grauvacas, pizarras y conglomerados, esencialmente impermeable o de muy baja permeabilidad.

No aflora el Cámbrico del tipo descrito por debajo de las Capas de los Montes para la ZAOL y no existen las formaciones calcáreas que se encontraban en la ZAOL. Sobre la formación gneisica porfiroide del Ollo de Sapo ("facies de grano grueso" en la parte inferior y "facies de grano fino" en su parte alta) se sitúa una alternancia de pizarras, esquistos y cuarcitas que constituye las Capas de los Montes que corresponden a parte de la Serie de los Cabos de la ZAOL. Por encima de las Capas de los Montes se sitúa la Cuarcita Armoricana (Ordovícico inferior) constituida por bancos de cuarcitas blancas bien estratificadas, que alternan con niveles menos potentes de pizarras y areniscas y sobre esta formación las Pizarras de Luarca (Ordovícico medio), un conjunto monótono de pizarras negras, en ocasiones gris-azuladas, con intercalaciones locales de niveles de enriquecimiento silíceo y presencia de mineralizaciones de hierro. También aquí (zona de O Courel) las calizas de la formación Caliza de La Aquiana (Ordovícico Superior) forman un tramo carbonatado de origen recifal de 20 a 30 m de potencia y hasta 300 m entre el Piornal y Teleno; son calizas biostrómicas mal estratificadas y con importante karstificación, conteniendo calizas grises muy recristalizadas, y en ocasiones calizas dolomíticas. Estas calizas se sitúan discordantes sobre los materiales anteriores.

Aspecto de detalle de los gneises glandulares de la Formación Ollo de Sapo, Playa de Xilloi (O Vicedo, Lugo).

Textura migmatítica en granitos pertenecientes al Dominio geológico del Complejo Esquistoso Grauváquico, (A Coruña).

Tanto en el sector de O Courel como y especialmente desarrollada en el sector del Sinclinal de Truchas aparece la Formación Agüeira. En el sector de O Courel - Peñalba aparece muy incompleta debido a la discordancia de la Caliza de La Aquiana. Esta formación en Truchas puede alcanzar un espesor de 1.200 m y ha sido subdividida en tres miembros: el inferior constituido por alternancia de pizarras, areniscas y cuarcitas con estructuras propias de ambientes turbidíticos, con muy escasa presencia de lentejones carbonatados; el miembro medio también constituido por pizarras, areniscas y cuarcitas con abundancia de cantos en los niveles pelíticos; y el miembro superior, discordante con el anterior, consiste en areniscas, pizarras arenosas y cuarcitas. Formaciones aproximadamente equivalentes a estos miembros son las formaciones Casaio, Rozadais y Losadilla definidas en el Sinclinorio de Truchas por Barros Lorenzo (1989).

El Silúrico (Capas de la Garganta) está representado por un conjunto de gran potencia de pizarras negras con intercalaciones ampelíticas y niveles delgados de areniscas, cuarcitas y calizas. En su base normalmente predominan las ampelitas, conteniendo localmente niveles de liditas. El conjunto representa un ambiente deposicional de aguas tranquilas y en parte euxínicas.

En el núcleo de los sinclinales de O Courel y Peñalba afloran unos 35 m de pizarras grises arenosas (Capas de Seceda) del Devónico Inferior.

La Serie de San Clodio (Devónico superior y/o Carbonífero inferior) comprende una serie de materiales que afloran en el núcleo del Sinclinal del Sil. Se trata de liditas, radiolaritas, grauvacas, pizarras y niveles de conglomerados. Se sitúan unas veces sobre las Pizarras de Luarca y otras sobre las Capas de la Garganta. Esta unidad, sería contemporánea con las primeras fases de la deformación varisca.

La denominada Unidad de los Montes de O Invernadeiro (región de Verín), comprende una secuencia de metasedimentos, con intercalaciones de metavulcanitas hacia la base, que pueden correlacionarse con las formaciones descritas en el Dominio del Ollo de Sapo. La secuencia metasedimen-

taria del Ordovícico Inferior se inicia con unos 1.000 m de filitas, cuarcitas, metavulcanitas, y más localmente de microconglomerados y ampelitas, en casos apoyada sobre gneises porfiroides de facies "Ollo de Sapo" y otras sobre granitoides biotíticos precoces. Estos materiales pueden equipararse a las Capas de los Montes.

La serie continúa con un conjunto de potencia menor, integrado por areniscas y cuarcitas en bancos decimétricos, e intercalaciones de pizarras gris azuladas y en casos negras. Hacia el techo de dicha serie predominan más los tramos de naturaleza areniscosa que los pelíticos. Equivale este conjunto a la Cuarcita Armoricana. Por encima se dispone una serie muy monótona constituida por unos 500 m de espesor de pizarras negras a gris azulado con esporádicas intercalaciones de niveles cuarcíticos delgados que son comparables a la formación Pizarras de Luarca, del Ordovícico Medio.

Afloramiento de Caliza de La Aquiana en la parte oriental de la Zona Centroibérica (Rubiá, Ourense).

El Silúrico está también aquí representado por un conjunto compuesto por ampelitas, filitas y areniscas que, según algunos autores, podrían ser correlacionables con series de edad Silúrico del Anticlinorio del "Ollo de Sapo" (Capas de la Garganta).

El Anticlinorio del Ollo de Sapo es la estructura más destacable en la parte central y septentrional y continúa por la parte occidental del Dominio, hacia el Sur por la región de Viana de O Bolo. Destaca el Domo de Guitiriz donde afloran macizos graníticos sincinemáticos, estando el núcleo del Anticlinorio inyectado por granitoides. El Anticlinorio formado por pliegues muy verticalizados, es un antiformal de tercera fase varisca (D3) y está limitado al Oeste por la Falla de Valdoviño y al Este por la Falla de Viveiro.

En la zona de O Courel los pliegues son acostados y apretados (Anticlinal del Piornal y Sinclinal de O Courel), originados en la primera fase (D1), constituyendo el Sinclinal del Sil una zona de tránsito estructural entre O Courel y el Anticlinorio del Ollo de Sapo. En el sector de Truchas (Sinclinal de Truchas) hacia el extremo SE del Dominio en Galicia el plegamiento, que es de menor envergadura y vergencia NNE, se verticaliza (Anticlinal del Teleno y Sinclinal de Peñalba). Con posterioridad a la tercera fase (D3) que verticaliza las estructuras preexistentes, originando antiformes y domos, se desarrollaron zonas de cizalla subhorizontales (despegues extensionales).

El Dominio del Complejo Esquisto-grauváquico se encuentra representado en la parte SO de Galicia por esquistos del Grupo del Douro (Cámbrico Inferior) y en la parte occidental posiblemente por materiales esquistosos intensamente migmatizados.

En las regiones de Viana do Bolo y Sanabria por debajo de la formación Ollo de Sapo (aquí con cerca de 2.000 m de espesor), aflora la denominada Serie de Viana constituida por un importante espesor (unos 1.500 m) de esquistos y gneises migmatíticos, que intercalan en su parte superior cuerpos de ortogneises graníticos prevariscos (Ortogneis de Covelo) con intercalaciones de niveles calcáreos por encima y hacia la parte baja de la Serie y constituyendo la parte más baja visible un paquete de cuarcitas y microconglomerados cuarcíticos de unos 200 m.

Zona de Galicia-Trás-os-Montes

En la Zona de Galicia-Trás-os-Montes (ZGTM) se diferencian el Dominio Esquistoso de Galicia-Trás-os-Montes (DEGTM) y el Dominio de los Complejos Alóctonos de Galicia-Trás-os-Montes (DCAGTM) (Farias *et al.*,1987, Arenas *et al.*, 1988, Vera (editor), 2004). Esta zona, cuyos límites con la Zona Centro-Ibérica al Este, están definidos por el Cabalgamiento basal del Dominio Esquistoso y la Falla de Valdoviño, ocupa la práctica totalidad de la parte centro-occidental y occidental de Galicia, y representa la parte más interna del Orógeno Varisco en el NO del Macizo Ibérico.

En el Dominio Esquistoso de Galicia-Trás-os-Montes o parautóctono, las litologías predominantes son metapelitas, metareniscas y cuarcitas (de escaso espesor), con algunas intercalaciones de rocas volcánicas, anfibolitas y gneises. Se diferencian dos unidades litoestratigráficas: el Grupo de Nogueira y el Grupo de Paraño. La edad de estas unidades se ha establecido recientemente como Ordovícica, en la mayor parte de las áreas, a Ordovícica-Silúrica (en el Sinclinal de Verín).

El Grupo de Nogueira constituye la base de la sucesión y aparece truncado por el cabalgamiento basal de la ZGTM. Está constituido por un importante espesor (desde 100 m en la Cubeta de Seara a 1.000 m en el Sinforme de Verín y 2.500 m en el área de Chantada) de metasedimentos que se caracterizan por una gran abundancia de niveles grafitosos (esquistos y cuarcitas grafitosas, ampelitas, liditas), que se encuentran intercalados en una sucesión esquistosa con algunos niveles de cuarcitas. Se presentan también algunas delgadas capas de metavulcanitas ácidas, así como de rocas calcosilicatadas y algún nivel lenticular de mármol. A techo de este grupo se encuentran, con frecuencia, esquistos micáceos y cuarzosos de color rojo oscuro ("lie de vin"), que ocasionalmente incluyen finos niveles de ampelitas y metavulcanitas. Se trata de un conjunto esencialmente impermeable.

El Grupo de Paraño está formado por una sucesión pelítico-arenosa monótona, compuesta de pizarras, esquistos, filitas arenosas y grauvacas con intercalaciones de cuarcitas (en la parte media del conjunto aparece un tramo de menos de 30 m de cuarcitas blancas de grano grueso) y de metavulcanitas ácidas e intermedias. Esporádicamente se pueden encontrar rocas grafitosas, en delgados niveles de escasa continuidad lateral (por ejemplo filitas grafitosas). Asimismo, se observan esquistos rojos ("lie de vin") en algunas localidades. Se trata de un conjunto esencialmente impermeable.

Aunque el DEGTM se vio afectado por las tres fases de deformación ya descritas con anterioridad, es la deformación debida a la segunda fase (cuya estructura más destacable es el cabalgamiento basal de la ZGTM) la que ha generado la foliación (S2) más generalizada y que afecta intensamente a la zona borrando estructuras anteriores (S1). A la tercera fase se deben las estructuras tanto a pequeña como a gran escala de la ZGTM: las sinformas, que contienen la mayor parte de los metasedimentos de esta zona observables actualmente, y los anticlinorios, que han sido aprovechados en muchos casos para la intrusión de granitos, que constituyen la litología más importante. Además de estas estructuras de plegamiento, con planos axiales muy verticalizados, se identifican fallas tardi-variscas con trazados próximos a direcciones NE-SO y NNE-SSO, N-S y E-O, que fueron aprovechadas para la intrusión de granitoides y algunos cuerpos volcánicos, y también aparecen selladas por diques entre los que destacan por su importancia los filones de cuarzo. Con esta tercera fase se han relacionado fallas verticales direccionales, de largo recorrido, orientadas NNO-SSE tales como las fallas de Laza y de Currelos-Valdoviño entre otras.

El Dominio de los Complejos Alóctonos de Galicia-Trás-os-Montes (DCAGTM) está representado por varios Complejos constituidos por rocas máficas, ultramáficas y gneises, sobre las que se dispone una sucesión de metasedimentos, predominantemente esquistos. Estos Complejos están formados por la superposición de láminas o unidades alóctonas con gran desplazamiento. Estas unidades muestran una evolución tectonotermal compleja con historias metamórficas y estructurales diferentes. Se diferencian en Galicia los Complejos de Cabo Ortegal, Ordes y aunque no se trata de un Complejo en sentido estricto se individualiza también la Unidad de Malpica-Tui (UMT).

Esquistos grises y rojos "Lie de Vin" del grupo Paraño. La presencia de términos más arenosos y la fracturación pueden favorecer la existencia de cierto flujo subterráneo.

Aspecto superficial de la fracturación en granitos.

El Complejo de Ordes (135 x 75 km) está constituido por una serie de unidades alóctonas de estructuración compleja que aparecen plegadas en un gran sinforme tardío que tiende a verticalizar las estructuras previas. Las distintas unidades alóctonas están separadas por cabalgamientos o despegues extensionales, quedando el conjunto separado del Dominio Esquistoso por el Cabalgamiento de Lalín-Forcarei. Otros límites están jalonados por fallas direccionales (cizalla de Palas de Rei, desgarre de Punta Langosteira) y despegues distensivos (Despegue del Pico Sacro).

El Complejo de Cabo Ortegal se localiza en la parte central y más septentrional de Galicia, y ocupa una pequeña extensión (30 km x 20 km) con forma semielíptica, alargada según NNE-SSO. Ocupa el núcleo de una amplia estructura sinformal, que presenta como límite un gran cabalgamiento que la sitúa sobre los materiales del Dominio Esquistoso de la Zona de Galicia-Trás-os-Montes. Es un conjunto de láminas alóctonas preservadas en estructuras sinformales tardías.

Marcos *et al.* (2000) diferencian dos grandes unidades: Unidad Tectónica Superior, actualmente en un graben tectónico, con rocas de alta presión y alta temperatura y Unidad Tectónica Inferior, con rocas en facies anfibolítica o de condiciones metamórficas inferiores. La Unidad Tectónica Inferior está constituida por tres láminas de cabalgamiento: Lámina de Purrido (basaltos E-MORB), lámina de Moeche (mélange tectónica), y lámina de Espasante (arcos volcánicos calcoalcalinos). Una serie de fallas normales de alto ángulo orientadas según N130ºE, de varios kilómetros de largo y salto de cientos de metros, cortan a la Unidad Tectónica Superior hundiendo los bloques situados al norte. Las rocas presentan una foliación milonítica o un bandeado gnéisico que está afectada por pliegues isoclinales con ejes NNE-SSO. Los pliegues mayores, isoclinales y tumbados, tienen flancos inversos kilométricos, cortados por cabalgamientos. El denominado Cabalgamiento Basal sitúa esta unidad sobre la Unidad Tectónica Inferior. La Unidad Tectónica Superior incluye las unidades de Cedeira y A Capelada y la Inferior, con menor grado metamórfico, está formada por las Anfibolitas de Purrido y el denominado Grupo de Moeche.

Puente sobre el río Ulla, que salva el profundo desnivel provocado por el excepcional filón de cuarzo del Pico Sacro, A Coruña.

El denominado Cabalgamiento Superior da lugar a la superposición de la Lámina de Cedeira sobre la Lámina de A Capelada. Los últimos replegamientos variscos dan al conjunto del manto la forma elíptica actual; se originaron pliegues abiertos con planos axiales verticales y ejes ONO-ESE a todas las escalas; así con cizallas tardías.

Los materiales que forman el Complejo de Ordes y el Complejo de Cabo Ortegal se pueden encuadrar en tres conjuntos principales: Unidades Basales, Unidades Ofiolíticas y Unidades Superiores. La Unidad de Malpica-Tui puede considerarse como una unidad basal.

Las Unidades Basales, presentan su mayor desarrollo en la Unidad de Malpica-Tui con 3.000-4.000 m de potencia (Llana-Fúnez, 2001) y están constituidas por series de metasedimentos (metagrauvacas, esquistos pelíticos y semipelíticos, paragneises, paragneises migmatíticos, y escasos niveles de ampelitas, rocas calcosilicatadas, silex y cuarcitas) que alternan con ortogneises graníticos y metabasitas.

En el Complejo de Ordes sobre un conjunto inferior formado por las unidades de Santiago, Lalín y Forcarei, se sitúa cabalgante la Unidad de Agualada que sería equivalente a la unidad de Espasante definida en el Complejo de Cabo Ortegal. Las unidades de Santiago, Lalín y Forcarei forman una lámina continua

En Cabo Ortegal (A Coruña), donde toma nombre uno de los Complejos Alóctonos, aflora un importante grupo de rocas ultrabásicas.

de grandes dimensiones. Estas unidades basales están afectadas por un gran antiformal acostado vergente al E (Anticlinal del Carrio) con eje NNO-SSE, que se originaría al tiempo que el Cabalgamiento de Lalín-Forcarei durante el emplazamiento sobre el Dominio Esquistoso de estas unidades basales.

La Unidad de Malpica-Tui (UMT) es un sinformal alargado según la dirección N-S, desde la localidad de Malpica hasta Tui. Está constituida por micaesquistos, paragneises, ortogneises, anfibolitas, y granitos de composiciones ácidas a intermedias. Se incluyen en la Unidad de Malpica-Tui una serie de complejos alcalinos prevariscos.

Respecto a la intensidad del metamorfismo se pueden dividir las Unidades Basales en un conjunto inferior afectado por metamorfismo de baja-media temperatura y otro superior afectado por alta temperatura (unidades de Agualada y Espasante). La deformación interna es muy intensa desarrollándose foliaciones muy penetrativas y fábricas de tipo milonítico.

En Galicia han sido descritas cinco Unidades Ofiolíticas. Tres de ellas se localizan en el Complejo de Ordes (Vila de Cruces, Careón y Bazar) y dos en el Complejo de Cabo Ortegal (Purrido y Moeche). Se individualizan, además, los restos de otro conjunto ofiolítico que se incluye en la denominada Unidad de Mélange tectónica de As Somozas, que constituye la unidad estructuralmente más baja del Complejo de Cabo Ortegal.

Roca ultrabásica del Complejo de Cabo Ortegal afectada por procesos de "karstificación", Serra da Capelada, A Coruña.

Pliegues que afectan a niveles silíceos dentro de los metasedimentos que forman parte del Dominio de los Complejos Alóctonos (Cariño, A Coruña).

En un conjunto ofiolítico superior se encuadra la Unidad de Purrido constituida por anfibolitas y anfibolitas con granate y tienen un espesor de unos 300-400 m. Son rocas afectadas por una intensa foliación, con fábricas miloníticas y filoníticas hacia la base. También pertenece a este conjunto superior la Unidad de Careón, constituida por varias escamas superpuestas con espesores muy importantes de rocas ultrabásicas y metagabros, y la Unidad de Bazar constituida mayoritariamente por anfibolitas metagabroicas.

La Unidad de Moeche se encuadra en el conjunto de unidades ofiolíticas inferiores y está constituida por metabasitas en facies de esquistos verdes que presentan intercalados niveles de filitas y esquistos. Tiene unos 500 m de espesor y podría correlacionarse con los esquistos verdes de la parte inferior de la Unidad de Vila de Cruces (Complejo de Ordes), no conteniendo por tanto los esquistos con porfidoblastos de granate y albita de la parte superior esta última Unidad. La deformación es muy intensa habiendo sido descrita como esquistos verdes ultramiloníticos (Arenas *et al.*, 1988).

La Unidad de Mélange, aparece en una posición estructural inferior a las Unidades Basales, y fue establecida como una unidad individualizada y con un carácter de mélange tectónica (Marcos *et al.*, 2002), con fuerte componente ofiolítico. Es una unidad de 500 m de espesor en la que se observan bloques tectónicos alongados, lenticulares, de tamaños métricos a hectométricos. Las litologías presentes son ofiolíticas, metasedimentos y ortogneises félsicos y anfibolitas. Es también muy variable la intensidad del metamorfismo en la mélange, siendo la deformación de los bloques de mélange muy variable desde poco a muy intensamente deformados. La litología ofiolítica más abundante es serpentinita.

Los materiales que constituyen las Unidades Superiores son los que están estructuralmente más altos en el conjunto del NO del Macizo Ibérico y se apoyan sobre las unidades ofiolíticas. En ellos han quedado registrados los eventos variscos más antiguos de Galicia. Se dividen en un conjunto inferior de alta

presión y alta temperatura, y un conjunto culminante o superior de presión media (Arenas *et al.*, 2004). Ambos conjuntos están separados por grandes despegues extensionales y están constituidos por una gran variedad litológica con una estructuración compleja.

Las Unidades Superiores de presión media consisten en una potente secuencia de metasedimentos de variada composición y grandes macizos de metagabros y de ortogneises graníticos, así como cuerpos menores de rocas ígneas. En el Complejo de Ordes se diferencian cuatro unidades que en conjunto alcanzan una potencia de 1.000 m: Monte Castelo (gabros), Corredoiras (ortogneises granítico-granodioríticos), O Pino (esquistos y paragneises pelíticos y grauváquicos, con algunos ortogneises graníticos, metagabros y anfibolitas) y Betanzos (pizarras, filitas y metagrauvacas). En el Complejo de Cabo Ortegal están representadas estas unidades por la Unidad de Cariño de menos de 500 m de espesor, similar a la Unidad de O Pino y consiste en una sucesión de esquistos semipelíticos y pelíticos, con escasas intercalaciones de anfibolitas y rocas calcosilicatadas.

En el Complejo de Cabo Ortegal el conjunto de alta presión-alta temperatura tiene una gran potencia (4.000-5.000 m), diferenciándose dos unidades separadas por un cabalgamiento: Unidad de Cedeira y, por debajo, la Unidad de A Capelada. Las rocas pertenecientes a este conjunto son predominantemente rocas ultramáficas (peridotitas intensamente deformadas y serpentinizadas), gneisicas (en general de composición psamo-pelíticas), anfibolitas, eclogitas y granulitas, así como niveles e intercalaciones de metagabros, rocas calcosilicatadas y ortogneises graníticos. Las rocas ultramáficas afloran en los macizos de Limo, Herbeira y Uzal. En el Complejo de Ordes estas unidades están representadas por la Unidad de Sobrado (con una potencia de 4.000-5.000 m de rocas granulíticas y gabroideas), que aflora en la Ventana tectónica de Sobrado. Al sur de ésta afloran las unidades de Melide y Beimil, con potencias menores y en la parte SO del Complejo de Ordes afloran las unidades de Fornás y Arinteiro, ambas constituidas por anfibolitas. Las litologías predominantes en estas unidades en el Complejo de Ordes son rocas ultramáficas, metagabros, eclogitas, granulitas máficas, anfibolitas y gneises félsicos.

Terciario y Cuaternario

En la parte emergida de Galicia, además de los materiales variscos, existen depósitos del Terciario y Cuaternario. Las cuencas terciarias gallegas se formaron con los movimientos pirenaicos y lo hicieron, por tanto, en un marco regional compresivo. Gracias a ello se han podido originar los importantes espesores de sedimentos en algunas cuencas (As Pontes de García Rodríguez y Meirama). La secuencia sedimentaria incluye niveles de arcillas, arenas y gravas con escasos niveles ricos en carbonatos, y en algunas cuencas desarrollo importante de depósitos de lignito.

Depósitos conglomeráticos de edad Terciaria asociados a antiguas explotaciones de oro romanas (Viana do Bolo, Ourense).

En algunos casos gracias al estudio del registro tectono-sedimentario en estas cuencas, se ha podido comprobar la actividad neotectónica de fracturas tardi-variscas.

Los depósitos cuaternarios, en general pequeños, están distribuidos por toda Galicia, con espesores en general métricos a decamétricos localizándose en las cuencas de los principales cursos fluviales actuales. Estos depósitos están constituidos por arenas, gravas y arcillas. Procesos de alteración reciente dieron origen a depósitos de arcilla (a partir de esquistos), y a depósitos de jabre (granito arenizado), o de arenas de cuarzo (cuarcitas alteradas), en casos extensos pero de poco espesor (métrico a decamétrico) y muy variable.

Barras sedimentarias fluviales en el río Miño, en las que se aprecia el vapor formado por la salida de agua termal (Ourense).

Rocas ígneas

La presencia de rocas ígneas en Galicia aumenta de Este a Oeste. La relación entre rocas ígneas y aguas minerales en Galicia es importante, sobre todo en cuanto a las aguas que se relacionan con el termalismo, siendo así que la mayoría de las manifestaciones termales se localizan en granitos de la serie alcalina (que ocupan una mayor extensión en Galicia), y en menor número con las granodioritas y granitos biotíticos calcoalcalinos a subalcalinos (Ferrero, 2005).

El magmatismo intrusivo en los materiales de la Zona Asturoccidental-Leonesa no fue muy importante. Al objeto de este trabajo la existencia de rocas volcánicas y vulcanoclásticas no parece tener importancia. En el Precámbrico (Serie de Vilalba) se encuentran tuffs y tufitas, y en el Paleozoico, intercalados en los materiales del Cámbrico Inferior, se encuentran sills básicos y ultrabásicos, así como niveles estratigráficos métricos a decamétricos de felsitas albíticas y albititas, encontrándose depósitos similares también en el Ordovícico.

La presencia de rocas graníticas variscas se relaciona con la existencia de un importante domo térmico denominado Domo de Lugo, situado en una banda N-S (Viveiro-Lugo-Sarria) en la parte occidental de esta zona, desarrollándose la actividad intrusiva desde el Carbonífero Inferior hasta el Pérmico Inferior. En síntesis, pueden agruparse las distintas manifestaciones intrusivas graníticas en granitos calcoalcalinos sincinemáticos o sintectónicos (Conjunto granítico de Viveiro, Macizo de Santa Eulalia de Pena y Macizo de San Juan de Muro), granitos peralumínicos sincinemáticos (macizos de San Ciprián, Penedo Gordo, Muras, Monseibán, San Román, Sarria,), y granitos calcoalcalinos tardi a postcinemáticos (macizos de A Toxiza, Lugo, Castroverde, Neira).

Los granitos sincinemáticos presentan en general formas alargadas adaptadas a las direcciones regionales variscas, mientras que los cuerpos tardíos presentan formas subcirculares y contactos más netos con el encajante.

En los granitoides calcoalcalinos sincinemáticos las litologías más abundantes son tonalitas anfibólico-biotíticas equigranulares de grano medio, granodioritas biotíticas de grano fino a medio con algunos megacristales de feldespato, y granitos monzoníticos biotíticos, de grano medio y frecuentes megacristales de feldespato potásico. La intrusión de estos granitos se relaciona con cizallas subhorizontales y están deformados por ellas y localmente por la denominada Zona de Cizalla de Viveiro (Falla de Viveiro).

Los granitos de dos micas sincinemáticos incluyen granodioritas de grano grueso-medio, equigranulares, granitos monzoníticos y granitos de feldespato alcalino moscovítico-biotíticos, en general con carácter leucocrático y tamaños de grano variable de fino a grueso. A ellos se asocian gran cantidad de diques ácidos (cuarzo, pegmatitas y aplitas). Estos granitos aparecen deformados por las cizallas de segunda fase varisca y por la Zona de Cizalla de Viveiro, y cortan e incluyen granitoides calcoalcalinos sincinemáticos. Tanto estos granitos como los calcoalcalinos sintectónicos se consideran como lacolitos que se adaptan aproximadamente a las estructuras variscas de la primera y segunda fase (D1 y D2) de deformación.

Los granitos tardi y postcinemáticos se localizan en el flanco oriental del Domo de Lugo, tienen formas circulares o elípticas en superficie, pudiendo corresponder también a lacolitos. Composicionalmente predomina el granito monzonítico biotítico, con granodioritas subordinadas, de grano medio a grueso y con megacristales de feldespato potásico. Presentan también ciertas diferenciaciones tales como granitos y leucogranitos en stocks y venas.

En la Zona Centro-Ibérica el magmatismo Cámbrico-Ordovícico está representado por la formación Ollo de Sapo que es una formación porfiroide glandular, de grano más fino hacia su parte superior. Aflora en los núcleos de antiformes y anticlinales y presenta intercalaciones delgadas de cuarcitas, pizarras y niveles cuarzo feldespáticos. Presenta hacia la parte alta cuerpos de ignimbritas y tobas e intercala niveles volcanosedimentarios. Queda intercalada esta formación en las pizarras y cuarcitas del Ordovícico Inferior (Capas de los Montes). En el Silúrico y Devónico el magmatismo ha tenido un menor desarrollo con niveles volcánicos de composición ácida a intermedia intercalados en las series pizarrosas.

Aspecto de granitos con fracturación sistemática fuertemente inclinada, Cabo Veo (A Coruña).

Detalle textural de un granito con megacristales de feldespato.

En la región de Viana do Bolo afloran extensos cuerpos de ortogneises glandulares prevariscos tanto de la formación Ollo de Sapo como del Cámbrico Inferior (Ortogneises de Covelo) que suelen ocupar los núcleos de estructuras antiformales, y gneises bandeados como cuerpos tabulares.

La intrusión de granitoides sincinemáticos ha aprovechado la gran estructura antiformal del Anticlinorio del Ollo de Sapo en cuyo núcleo afloran los macizos de Friol y Puebla de Parga, y ya en la parte norte, en la costa, aflora el Conjunto granítico de O Barqueiro-Amoa. Otros pequeños cuerpos afloran hacia el extremo SE en la región de Viana do Bolo y A Gudiña. Se trata de granitos de dos micas que se alargan según las direcciones variscas regionales conformando los macizos de Friol (granito de dos micas) y Puebla de Parga (granitoides biotíticos) una estructura concéntrica elipsoidal ocupando este último la parte central. Estos granitoides sincinemáticos presentan diferentes grados de deformación y patrones de diaclasamiento en general densos, así como fallas y estructuras de cizalla tardías. Los contactos entre facies graníticas son en muchos casos difusos así como los contactos con el encajante.

En cuanto a los granitoides tardi-postcinemáticos hay que señalar el macizo de Forgoselo en la parte Norte, de planta subcircular y constituido por granitos de dos micas con megacristales y los granitoides de grano grueso más o menos porfídicos y tendencia calcoalcalina que se sitúan hacia la parte SO de la Zona, en la región de Viana do Bolo como son el Macizo de A Gudiña y el Macizo de Pradorramisquedo.

Ya en la Zona de Galicia-Trás-os-Montes, en el Dominio Esquistoso se observa una extensa presencia de manifestaciones magmáticas que según criterios composicionales y estructurales pueden agruparse secuencialmente en granitoides calcoalcalinos sincinemáticos, granitoides peraluminicos sin a postcinemáticos y granitoides calcoalcalinos postcinemáticos (Cuesta y Gallastegui, 2004).

Modelado típico en forma de "pías" que se encuentra en muchos de los granitos de Galicia (Monte do Pindo, A Coruña).

El magmatismo de carácter ácido a intermedio es muy importante, ocupando la mayor superficie los granitoides de dos micas de la serie alcalina, que se extienden según las direcciones variscas y presentan distintos grados de deformación, al igual que las granodioritas precoces de tendencia calcoalcalina.

Los granitoides calcoalcalinos y peralumínicos que forman macizos circunscritos que cortan a las direcciones variscas, y no presentan deformación, se consideran postcinemáticos.

Las denominadas granodioritas precoces o granitos calcoalcalinos sincinemáticos aparecen siguiendo las direcciones variscas, muy desmembrados, dentro de los granitos peralumínicos, afectados por la fase D3 y en sectores están migmatizados, predominando las granodioritas y monzogranitos biotíticos, con gran abundancia de enclaves.

Los granitos peralumínicos sin a postcinemáticos incluyen granitoides anatécticos subautóctonos, autóctonos y alóctonos relacionados con el metamorfismo regional. Los granitos autóctonos y subautóctonos se emplazaron desde la interfase D2-D3 hasta finales de la D3 en zonas de alto grado metamórfico y se alargan según las direcciones variscas y tienen diverso grado de deformación en relación con cizallas D3. Los granitoides autóctonos presentan una gran complejidad composicional con tránsitos entre los metasedimentos y granitoides heterogéneos, pudiendo englobarse bajo la denominación de migmatitas y granitoides heterogéneos (Macizo de A Estrada, Macizo de Celanova.-Bande, etc.). Los granitoides subautóctonos corresponden, en general, a granitos de dos micas de grano medio-grueso a medio-fino, con diferenciados leucocráticos y abundante presencia filoniana, y grandes enclaves de rocas del encajante. Los granitos alóctonos son postcinemáticos (tardi-post D3) y presentan formas redondeadas a elípticas con contactos más netos y mejor definidos que los anteriores, generando metamorfismo térmico. Engloban xenolitos de rocas encajantes y enclaves microgranudos. La estructuración interna corresponde sobre todo a estructuras de flujo magmático. Pueden dar

macizos zonados y presentan variaciones texturales desde el grano fino a grano grueso porfídico.

Granito con un patrón de fracturación discreto, asociándose en ocasiones las bandas de fracturación densa a fallas de cierto desarrollo profundo.

Los granitoides calcoalcalinos postcinemáticos constituyen grandes plutones circunscritos o alargados en dirección E-O, excepto el de O Porriño que se alarga N-S. Sus contactos con el encajante son netos y discordantes con las estructuras variscas, desarrollando metamorfismo térmico de intensidad variable, según el encajante. En general son plurifaciales siendo las facies dominantes monzogranitos biotíticos y biotítico-moscovíticos y granodioritas biotíticas o biotítico-anfibólicas, con escasas tonalitas y otras composiciones intermedias. Dominan las texturas de grano grueso a muy grueso, grano medio y porfídicas, y no presentan deformación interna importante. La fracturación en estos macizos postcinemáticos está representada por cizallas y fallas tardías en general normal-direccionales y direcciones tardi-postvariscas y fracturación asociada con distribución discreta, así como diaclasado subvertical con patrones subortogonales. Además, en las partes más superficiales de los macizos se desarrolla una fracturación subhorizontal con mayor espaciado en profundidad.

Al igual que se indicó anteriormente, los granitoides sincinemáticos se adaptan en general a las direcciones regionales variscas y presentan diversos grados de deformación interna (foliación, estructuras lineales o plano lineales...), estando afectados en general por una densa fracturación y fallas tardías.

Estas rocas graníticas encajan en materiales metamórficos de grado-medio alto de naturaleza pelítica o psamítica, estando en casos afectadas por metamorfismo térmico de contacto, especialmente en el caso de los granitoides postcinemáticos.

La alteración de los granitoides puede llegar a ser importante generándose perfiles de alteración de decenas de metros de espesor de la zona arenizada (depósitos de jabre), si bien en general son de espesor métrico.

En general, no parece que el grado de deformación interna de los granitoides tenga una influencia significativa en la presencia de aguas minerales, siendo la relación granitoides y fracturación tardi-postvarisca la que tiene mayor importancia, junto con otros factores tales como el relieve (Ferrero, 2005).

HIDROGEOLOGÍA REGIONAL

La diversidad geológica presente en la geografia de la Comunidad Autónoma de Galicia, así como sus litologías y su tectónica condicionan sus caracteristicas y propiedades hidráulicas. Por un lado, las formaciones sedimentarias albergan circulaciones subterráneas someras, con flujo subhorizontal frío, con el nivel de agua situado a reducida profundidad, por las que tiene lugar una circulación subterránea fría y poco mineralizada. En este grupo se pueden incluir también los sistemas kársticos en formaciones carbonatadas, pues son medios en los que se desarrollan conductos privilegiados por disolución de la roca original; mientras que las formaciones graníticas o metamórficas (esquistos, pizarras, cuarcitas, areniscas, rocas carbonatadas, etc.), con algunos sectores recubiertos por materiales sedimentarios detríticos poco consolidados (fondos de valle; rasas costeras, entre otros), constituyen medios fisurados que, más que acuíferos extensivos y más o menos homogéneos, albergan sistemas de flujo subterráneo someros o profundos que se desarrollan a favor de redes de fracturas interconectadas entre sí. Estos sistemas de flujo profundos dan lugar a aguas más o menos mineralizadas (bicarbonatadas cálcicas, sódicas o mixtas), con prolongados periodos de permanencia en el subsuelo y carácter generalmente termal.

Zona de alteritas graníticas (Lehm) de varios metros de espesor. Son tramos que pueden constituir acúiferos superficiales que actuan regulando la escorrentía y favoreciendo la infiltración.

Las zonas de mayor permeabilidad, se localizan en los contactos entre rocas igneas con los materiales paleozoicos, y en zonas de fracturas en el seno de las propias rocas ígneas, siendo las zonas favorables las que aparecen en:

1. Granitos de dos micas de la serie alcalina afectados por fracturación de desarrollo profundo.
2. Granitos y granodioritas biotíticas, de la serie calcoalcalina, afectados por fracturación de desarrollo profundo.
3. Rocas metamórficas (pizarras, cuarcitas, areniscas, calizas, gneises, etc.) fracturadas.
4. Depósitos detríticos del Terciario y Cuaternario.

Las aguas con implicaciones termales se localizan en su práctica totalidad en sistemas de flujo que se desarrollan en las redes de fracturación de granitos de dos micas (1) y granitos y granodioritas biotíticas (2); en algunos casos aparecen en depósitos detríticos (4), pero siempre proceden de alguna de las rocas ígneas de los dos grupos indicados. Las aguas frías, sin relación termal, se localizan en todas las zonas.

Hidrogeología de los medios fisurados

Los principales factores que determinan el comportamiento hidrogeológico e hidrodinámico de los medios fisurados, en general, y de los granitoides, en particular, son la red de fracturación (direcciones, densidad, conductividad hidráulica y conectividad) y la configuración topográfica del terreno (diferencia de altitud entre las áreas de recarga y descarga del flujo subterráneo). En líneas generales, no existen diferencias hidrodinámicas que resulten atribuibles a la distinta petrología o facies de los granitoides, salvo en lo que respecta a la existencia o no de la franja superficial de alteración (regolito), de, generalmente, escasa relevancia en los sistemas de flujo profundo que se desarrollan en los materiales en cuestión.

En general, un macizo cristalino presenta una configuración litológica en la que se pueden establecer tres unidades petro-estructurales superpuestas de distinto comportamiento desde el punto de vista hidrogeológico.

La primera unidad corresponde a la parte más superficial formada por la zona de alteración de los granitoides –regolito más lehm–, asimilable a un medio poroso homogéneo e isótropo, de mayor o menor continuidad lateral y más o menos baja permeabilidad en función del grado de alterabilidad de la roca y de la intensidad de los procesos de desmantelamiento que haya sufrido. Su espesor llega a alcanzar varias decenas de metros.

Bajo la zona de meteorización se encuentra la segunda unidad petro-estructural constituida por una franja alterada y descomprimida (FAD), en la que la roca conserva su cohesión, pero está afectada por las redes de fracturación y diaclasado. La FAD tiene normalmente espesores del orden de unas pocas decenas de metros –normalmente, unos 100 m como máximo–, suele presentar continuidad lateral en todo el dominio que se considere y se comporta en líneas generales como un medio fisurado más o menos homogéneo y anisótropo de baja permeabilidad, o como un medio de doble porosidad cuando a la red de pequeña fracturación –responsable principal del almacenamiento subterráneo y caracterizada por un funcionamiento hidrodinámico asimilable al de un medio poroso homogéneo e isótropo de muy baja permeabilidad media– se superponen fracturas o zonas de fractura de mayor rango, que forman discontinuidades más o menos aisladas y actúan como vías preferentes de circulación y descarga de la circulación subterránea, en unos casos, o como barreras que dificultan el flujo, en otros.

La tercera unidad corresponde a la zona de roca sana con fracturas, situada por debajo de la FAD y que se comporta como un medio heterogéneo y anisótropo de muy baja permeabilidad (en general, la conductividad hidráulica de la red de fracturación disminuye con la profundidad hasta un límite determinado por la rugosidad de las paredes de las fracturas).

Funcionamiento hidrodinámico de los medios fisurados

En conjunto, el funcionamiento hidrodinámico de un macizo granítico funciona como un acuífero sustancialmente libre, es decir, con su límite superior de saturación sometido a la presión atmosférica, recargado por la infiltración de una parte de la lluvia caída sobre sus afloramientos. La mayor parte del agua infiltrada se incorpora al flujo de circulación somera –la que tiene lugar en el regolito más la franja alterada/descomprimida–, mientras que una fracción muy minoritaria –menor del 1% de la infiltración total–, penetra hacia la zona no alterada del macizo, alimentando a los sistemas de flujo profundo. La superficie libre o límite superior de saturación del acuífero somero reproduce, suavizándola ligeramente, la topografía del terreno. Ello tiene como consecuencia la superposición aproximada entre las divisorias topográficas y las piezométricas: las subcuencas hidrográficas de cierta importancia guardan una sensible correspondencia con las que se podrían denominar "subcuencas hidrogeológicas".

El esquema de circulación subterránea en el seno de un macizo granítico es, básicamente, el propio de un medio acuífero de baja permeabilidad y suficiente espesor, que, globalmente considerado, puede ser tratado como razonablemente homogéneo e isótropo, que se recarga exclusivamente por infiltración más o menos uniforme sobre toda la extensión de sus afloramientos. En su versión más simple (acuífero estrictamente homogéneo e isótropo, con substrato horizontal, sometido a una recarga uniforme), dicho modelo de circulación fue presentado por M.K. Hubbert en 1946 y justificado matemáticamente por J. Toth en 1962 y 1963. El esquema de circulación correspondiente se refleja en la figura 4 mediante el trazado de la superficie libre del acuífero (límite superior de saturación), sus líneas de flujo y sus equipotenciales o lugar geométrico de los puntos con igual valor de la carga hidráulica (φ) del acuífero[1].

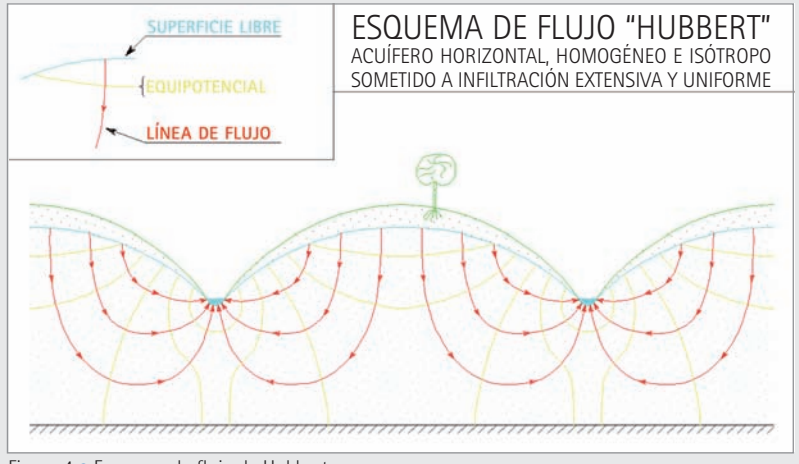


Figura 4 • Esquema de flujo de Hubbert.

Un modelo de circulación subterránea como el indicado supone que se establece un flujo subterráneo desde las zonas más elevadas hacia las más deprimidas, con un flujo vertical descendente en las zonas de recarga (las más elevadas), en las cuales, por tanto, las equipotenciales tienen valor de carga hidráulica decreciente con la profundidad. Además, se produce un movimiento subhorizontal en el tramo central de la trayectoria subterránea, una vez que el agua alcanza la profundidad adecuada a las condiciones en los límites (altitud relativa de las áreas de recarga y descarga) y a la permeabilidad del medio. Por último la circulación vertical ascendente en los tramos de descarga hacia las zonas de resurgencia, es coincidente generalmente con ejes de drenaje superficial, donde el agua aflora en forma de surgencias puntuales (manantiales) o de forma más o menos extensiva y difusa a favor de la red de fracturación. En los tramos de descarga las equipotenciales tienen valor de carga hidráulica creciente con la profundidad.

Aplicando el modelo básico de Hubbert a configuraciones topográficas más realistas resulta fácil llegar a esquemas de circulación como el representado en la figura 5, o más complejos aún, en los que manteniéndose los rasgos fundamentales del esquema básico de Hubbert, suelen superponerse diferentes ámbitos de circulación subterránea, según el desnivel y la distancia que exista entre las áreas de recarga (divisorias hidrográficas) y de descarga (vaguadas) –desde cir-

1. La carga hidráulica (φ) en un punto e instante cualesquiera en el seno de un flujo subterráneo (medio poroso saturado) es un escalar equivalente a la energía por unidad de peso del agua en movimiento. Tiene, por tanto, las dimensiones de una longitud y comprende un término de presión (p/γ) equivalente a la altura de agua por encima del punto considerado, y un término de gravedad igual a la cota del mismo (respecto de una referencia cualquiera, ya que en el flujo del agua subterránea sólo intervienen las diferencias de φ y no sus valores absolutos).

cuitos subterráneos limitados a subcuencas de pequeña extensión, hasta los que tienen lugar alcanzando profundidades considerables en el subsuelo de las cuencas más extensas–, que se esquematizan habitualmente en tres categorías de flujo subterráneo en función de su longitud y penetración: someros, intermedios y profundos.

En los medios fisurados, como es el caso de los granitoides, la configuración hidrodinámica descrita para medios homogéneos e isótropos está alterada por la red de fracturación, de modo que las trayectorias del flujo se ven favorecidas o dificultadas en determinadas direcciones por la presencia de discontinuidades estructurales. Esta heterogeneidad y anisotropía tiene como consecuencia la falta de ortogonalidad entre las líneas de corriente y las equipotenciales.

La existencia de circulaciones de agua subterránea del tipo denominado profundo, cuya recarga tiene, obviamente, un origen último puramente meteórico, que, después de penetrar a considerable profundidad, termina resurgiendo a temperatura más o menos elevada, responde siempre a una conjunción "propicia" de las siguientes circunstancias:

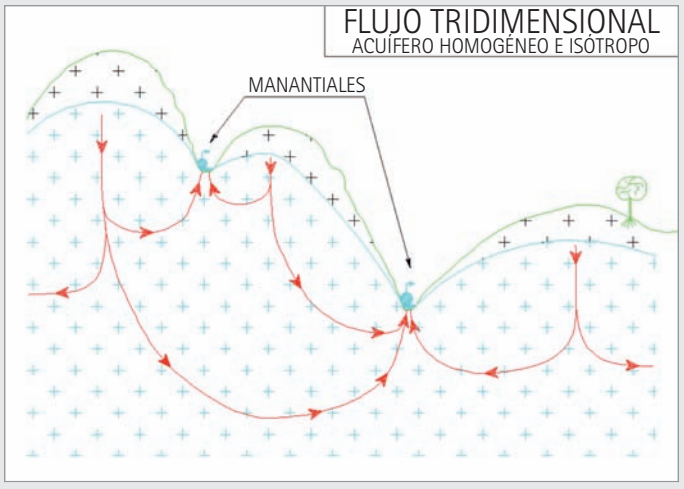


Figura 5 • Esquema de flujo tridimensional en un acuífero homogéneo e isótropo.

- En primer lugar, el macizo granítico debe estar afectado por una red de fracturación interconectada entre sí y suficientemente conductiva, por la que se infiltra el agua meteórica, y circula –hasta considerable profundidad– y resurge el agua subterránea. En su tramo inicial, de dirección subvertical y sentido descendente, el flujo subterráneo suele ser más bien lento y más o menos extensivo o difuso a través del sistema de fracturas/fisuras aflorantes en el área de recarga. Si, después de alcanzada la máxima penetración en el subsuelo, la circulación subvertical ascendente se concentrase en una limitada red de fracturas –y, más aún, en sus intersecciones–, la resurgencia sería más rápida y el agua llegaría a la superficie a mayor temperatura; si, por el contrario, se realizase a través de un sistema de fracturas/fisuras más denso y/o de baja conductividad hidráulica, la velocidad del flujo subterráneo ascendente podría resultar tanto o más lenta que en el descenso y el agua alcanzaría la superficie a una temperatura similar a la que tenía al infiltrarse, sin termalidad alguna; es decir, el agua presentará en la zona de surgencia una temperatura tanto mayor cuanto más conductiva sea la red de fracturas y, por tanto, mayor sea la velocidad de ascenso, en la parte final de su trayectoria.

- Es preciso que exista un área de recarga suficientemente extensa para sostener los flujos subterráneos implicados, de caudal generalmente modesto, habitualmente localizada en las zonas más elevadas del mismo macizo granítico, que esté conectada hidrodinámicamente y, casi siempre, con continuidad litológica hasta las surgencias.

- El desnivel entre las áreas de recarga y de descarga, junto con otros factores hidrostáticos asociados al termalismo (el "termosifonamiento", por ejemplo) y a la presencia de gases en el agua, debe ser justamente el necesario para compensar las pérdidas de carga hidráulica[2] que experimenta el flujo subterráneo en su trayectoria total, desde la infiltración hasta la resurgencia, pérdidas que básicamente dependen de tres variables "independientes": longitud del recorrido subterráneo, velocidad del flujo y conductividad hidráulica de la red de fracturas/fisuras. Para un desnivel y un recorrido dados, la velocidad del flujo subterráneo resultará tanto mayor cuanto más conductiva sea la red de fracturas/fisuras, haciendo posible

2. Expresado en otros términos: el desnivel topográfico que exista entre un área de recarga y los puntos de descarga naturales de un flujo subterráneo presurizado, como el que se está describiendo, refleja exactamente el valor de la "energía motriz" (o energía de potencial) disponible para que pueda fluir un determinado caudal de agua a lo largo de un determinado recorrido subterráneo, energía que es precisamente consumida en su totalidad al concluir dicha circulación.

Detalle de un plano de fractura vertical en granitos sincinemáticos, por donde puede infiltrarse y salir el agua subterránea.

que el agua resurgente alcance la superficie a mayor temperatura (por haber tenido menos tiempo para enfriarse). En el caso de una posición del área de recarga y una velocidad de circulación determinadas, el aumento de la conductividad hidráulica de las fracturas/fisuras permitirá un mayor recorrido del agua subterránea o un menor consumo de energía hidráulica, es decir, la resurgencia del flujo hidrotermal a una cota más elevada.

■ En general, la descarga de un sistema de flujo hidrotermal está determinada por una conjunción de factores interdependientes: debe tener lugar en una zona topográficamente baja en términos relativos, donde exista una fracturación conductiva que facilite la surgencia de agua subterránea y/o donde estén presentes materiales de baja permeabilidad o accidentes estructurales que impidan la continuidad del flujo subterráneo. En ese tramo final de descarga, el agua asciende por un circuito presurizado que, en buena medida, desplaza (es como si se abriera paso a través de ellos) a los flujos someros, reduciendo las posibilidades de mezcla a una zona de interfase limitada a la zona de contacto lateral de los flujos profundo y somero.

■ Teniendo en cuenta que la salida de la circulación profunda se produce a través de fracturas concretas, suele existir una cierta ramificación en la trayectoria de descarga del agua termal, que explica la habitual existencia de varios puntos de resurgencia del flujo subterráneo.

■ Como consecuencia de las diferencias de recorrido y de conductividad hidráulica entre los itinerarios concretos que, como parte del sistema de flujo presurizado, desembocan en las distintas surgencias del mismo, resulta perfectamente normal que el agua termal, o fría, de cada una de ellas tenga lugar con una cierta "personalidad" hidrogeoquímica y que resurja a cotas y con temperaturas más o menos diferentes. Lógicamente, cuanto mayor sea la conductividad hidráulica de un itinerario particular, más alta y caliente podrá resurgir el agua termal que circule por el mismo. Es decir, no es esperable una total homogeneidad termométrica e hidrogeoquímica y, menos aún, una absoluta uniformidad en las cotas de los puntos de surgencia.

■ Como rasgo característico final de las circulaciones subterráneas cuyo esquema se ha descrito, cabe señalar que su régimen de descarga es sensiblemente constante, ya que corresponde a sistemas de gran inercia: se trata de una circulación subterránea a gran profundidad y con un elevadísimo tiempo de residencia en el subsuelo –cientos o miles de años–, según una trayectoria de varios kilómetros de longitud a través de una red de fracturación de muy baja permeabilidad.

■ Sin embargo, el caudal individual de cada uno de los manantiales por los que se descargue un sistema de flujo hidrotermal puede experimentar variaciones por causas naturales: un movimiento sísmico podría provocar un reequilibrio local del sistema de fracturas y, con él, la redistribución del caudal de las diferentes surgencias. Asimismo, las obstrucciones progresivas debidas a depósitos silíceos, por ejemplo, pueden también ocasionar la obturación o, incluso, el sellado natural de viejos manantiales y la consiguiente aparición de nuevas surgencias o el aumento de la descarga de otras, en detrimento de las obturadas.

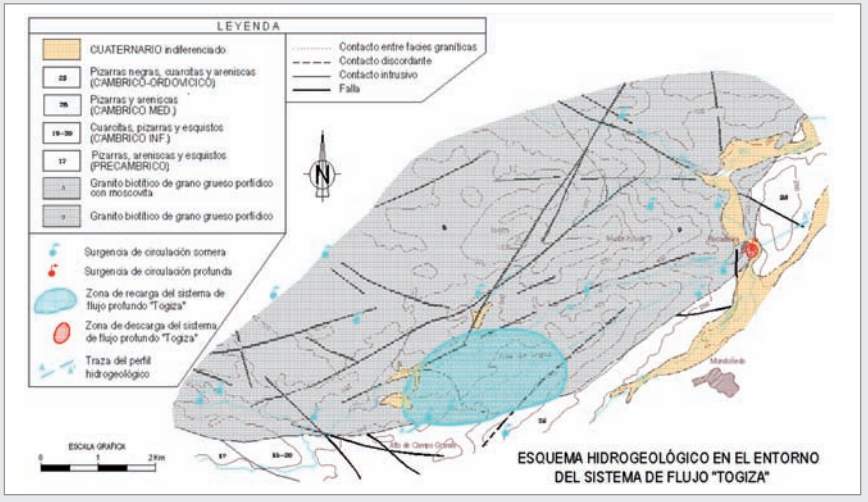
El tránsito de un agua de origen meteórico en el seno de un macizo granítico lleva aparejada una evolución química que da lugar a facies hidroquímicas muy características en las zonas de descarga, tanto más típicas cuanto mayor y más profunda sea la trayectoria seguida por un determinado flujo. En efecto, el proceso de hidrólisis de los silicatos, favorecido por el aumento de la temperatura con la profundidad, produce el paso de agua muy ligera de facies mixta, tanto en los aniones como en los cationes, y ligeramente ácida, en la zona de recarga, a aguas de mineralización media, con facies netamente bicarbonatada sódica y contenidos significativos en especies muy concretas –fluoruros, bromuros, litio, boro, aluminio y sílice–, tanto mayores cuanto más elevada sea la temperatura a la que se produzca el equilibrio agua-roca (es decir, cuanto mayor sea la profundidad a la que el mismo tiene lugar), y que resurgen en condiciones físico-químicas peculiares: pH básico, potencial redox negativo y temperatura más o menos superior a la de recarga.

Ejemplo: Caracterización del Macizo de Togiza (ENRESA, 1997•1998)

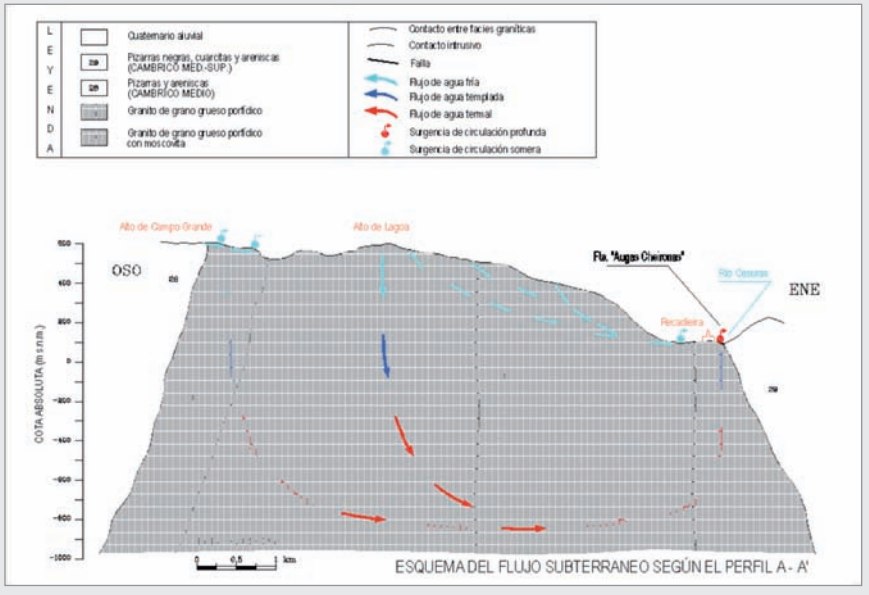
Es un macizo granítico de unos 200 km^2 de extensión, situado en la provincia de Lugo, al NO de Mondoñedo, presenta fuerte contraste topográfico, con altitudes que varían desde los 838 m s.n.m., en la sierra de A Toxiza, hasta los 60-80 m s.n.m. en el valle del río Oro, al norte; recorrido por una red fluvial altamente desarrollada, en la que destacan como cauces principales el río Oro, en el norte, y el Masma y sus tributarios, en el borde sureste. De acuerdo con sus características geológicas e hidrogeológicas, se puede dividir en:

1 Zona superior, formada por las alteritas, el regolito y la franja alterada-descomprimida de los granitos, de algunas decenas de metros de espesor conjunto, considerada como un medio relativamente homogéneo, isótropo y de baja permeabilidad media, cuyos límites hidrogeológicos coinciden con los estructurales del macizo y que, alberga una circulación subterránea sustancialmente libre y de carácter extensivo, según un esquema hidrodinámico de tipo Hubbert. El régimen de descarga se caracteriza por la existencia de numerosos manantiales de pequeña cuantía, agua de mineralización débil y régimen estrechamente ligado al de las precipitaciones, en las zonas de topografía media y alta, mientras que las salidas individualizadas se reducen considerablemente en las proximidades de los cauces con relleno detrítico importante, que reciben la descarga del flujo somero en granitos por intercomunicación lateral.

2 Zona interna del macizo, compuesta por la roca sana fracturada constituye un medio fisurado más heterogéneo que la franja somera y de muy baja permeabilidad, en el que se desarrollan flujos profundos de escasa cuantía, de hecho, sólo se conoce una manifestación de este tipo de flujos la Fonte d'Augas Cheironas.



Hidrodinámica y térmicamente, el sistema de flujo "Togiza" está caracterizado, en su zona de recarga por una tasa de infiltración de 288 mm/año, de los que un porcentaje mínimo (seguramente menor del 1%) llega a circular en la zona de roca sana fracturada, y una temperatura media de unos 11,5 ºC. El tramo intermedio de su recorrido se caracteriza por una temperatura máxima de equilibrio agua-roca en profundidad de 55 ºC, a la que corresponde una penetración del flujo de 1,4 km aproximadamente y la zona de descarga, por un caudal sensiblemente constante de 0,02 L/s, en la Fte. de Augas Cheironas, y una temperatura de emergencia de 14,3 ºC. Aunque, no se dispone de datos sobre las características hidrodinámicas del medio granítico, por el tiempo de residencia del agua y por su temperatura de emergencia, se estima que el medio granítico que alberga el sistema de flujo tiene una permeabilidad muy baja, inferior a 10-7 m/s. El agua representativa de la zona de recarga corresponde a la muestra de lluvia recogida en las proximidades de Mondoñedo, a una altitud de unos 300 m s.n.m., entre los meses de octubre y diciembre, que presenta una mineralización muy ligera, levemente ácida y facies clorurada sódica. El agua de la zona de descarga de Recadieira, representada por la captada en la Fuente de Augas Cheironas, tiene una facies química que refleja la evolución experimentada en el medio granítico, clorurada-bicarbonatada sódica y mineralización media, con contenidos significativos en especies tales como sílice, fluoruros, litio y boro.



Vulnerabilidad de los sistemas fisurados

El concepto de vulnerabilidad está directamente relacionado con la protección o conservación de los recursos de las aguas subterráneas, en general, y de las aguas minerales y termales, en particular, puesto que su aprovechamiento económico está ligado a una determinada composición química o a una temperatura de surgencia o captación, amén de a un caudal de explotación determinado.

La vulnerabilidad intrínseca de un acuífero o de un sistema de flujo subterráneo expresa la mayor o menor facilidad del medio que lo alberga para permitir que los efectos de acciones externas (presiones), normalmente antrópicas, lleguen a modificar en sentido negativo el equilibrio natural de las aguas subterráneas (produzcan impactos). Dicho de otro modo, es una forma de expresar el grado de protección que las características hidrogeológicas del terreno proporcionan a los flujos de agua subterránea que tienen lugar en él, tanto en el aspecto cualitativo (es decir, la calidad físico-química y bacteriológica del agua) como en el cuantitiativo (caudal de agua o recurso disponible). Los factores que determinan la vulnerabilidad de un medio son, entre otros: topografía; tipo de suelo; litología, espesor y permeabilidad vertical de la zona no saturada; litología, permeabilidad y gradiente hidráulico de la zona saturada; etc.

Los aspectos generales de vulnerabilidad a analizar en medios fisurados (granítico o metamórfico), deberán considerar a efectos prácticos, si se trata de sistemas de flujo somero o intermedio, en la franja de roca alterada y descomprimida, con régimen de funcionamiento asimilable a un acuífero libre, o bien de sistemas de flujo intermedio o profundo, en los que la circulación subterránea se produce en régimen de confinamiento (flujo presurizado) dentro de una red de fracturas conductivas e interconectadas entre sí, pero aisladas dentro de un macizo rocoso.

En estos medios la franja superior de meteorización y alteración-descompresión de los macizos graníticos se comporta como un acuífero libre de características hidrodinámicas mediocres (permeabilidad media a baja) y zonas de circulación preferente asociadas a las zonas de fracturación. Los flujos son someros de agua fría, de infiltración reciente, y escasamente penetrantes (hasta un centenar de metros, como orden de magnitud). Estos "acuíferos" tienen la superficie libre de saturación muy próxima a la superficie del terreno, por lo que son muy vulnerables a la contaminación por vertidos y filtraciones procedentes de fuentes situadas sobre el terreno. Esta alta vulnerabilidad se mantiene en la eventual transmisión de contaminantes disueltos en el agua subterránea a favor de zonas fracturadas. Desde el punto de vista cuantitativo, la vulnerabilidad de una surgencia o captación frente a extracciones de terceros puede considerarse media a baja en la franja de roca meteorizada (regolito), en general de baja difusividad hidrodinámica, pero puede llegar a ser alta a muy alta en zonas con fracturas abiertas en la franja de roca alterada-descomprimida.

Los sistemas de flujo profundo, es decir, de trayectoria muy penetrante en el subsuelo (de orden hectométrico a kilométrico) y con tiempo de permanencia de agua muy elevado (hasta varios milenios), se desarrollan en condiciones presurizadas, circunstancia que les confiere unas características específicas desde el punto de vista de la vulnerabilidad.

En lo que respecta a la calidad en la zona de cabecera, situada normalmente en zonas topográficamente elevadas, donde el flujo es vertical descendente y la recarga propia del sistema corresponde a un porcentaje minoritario de la recarga por infiltración (del orden del 1-5% del total), y en todo el tramo de circulación profunda subhorizontal, el sistema es prácticamente invulnerable, con una alta capacidad de autodepuración porque se trata de una trayectoria muy larga con elevado tiempo de intercambio agua-roca y en el que el agua transita en buena parte en condiciones anóxicas.

En la zona de descarga, el flujo termal ascendente intercepta y desplaza (por su mayor carga hidráulica) los posibles acuíferos someros de agua fría albergados, en unos casos en el relleno aluvial de los cauces en los que habitualmente se produce la surgencia del agua, y, en otros, en la franja superior alterada del macizo granítico. En los dos casos, los acuíferos someros son de carácter libre y altamente vulnerable a la contaminación por vertidos en superficie.

Mientras el sistema profundo se mantenga presurizado en la zona de descarga (es decir, en tanto su carga hidráulica sea superior a la del acuífero superficial), puede ser considerado como prácticamente invulnerable frente a la contaminación. Sin embargo, si se plantea un régimen de explotación por bombeo, debe tenerse en cuenta que el mero aislamiento del tramo acuífero superficial, frío y vulnerable, no sería por sí solo una garantía y sería preciso actuar con prudencia pues si el bombeo fuese suficientemente intenso como para disminuir la carga del flujo ascendente hasta equi-

librarla o incluso hacerla inferior que la del acuífero somero, el frágil equilibrio del sistema podría romperse de manera que se induciría rápidamente una incorporación de agua subterránea indeseable (por fría, químicamente distinta y contaminable) a la captada por el sondeo, con el consiguiente riesgo de contaminación orgánica, física (disminución de la temperatura en el caso de una descarga termal) y química (disminución de la mineralización) para el recurso hidromineral captado en el aprovechamiento de que se trate.

En el aspecto cuantitativo, los sistemas de flujo profundo en el área de recarga o cabecera son sistemas poco vulnerables porque un eventual bombeo en una formación acuífera bastante extensa y de baja difusividad provocaría una afección de pequeña cuantía sobre el flujo vertical descendente. En el tramo de circulación profunda, el de mayor longitud de toda la trayectoria, el carácter presurizado del flujo lo hace muy vulnerable a una eventual captación que llegue a alcanzar los conductos por los que circula el agua subterránea. Esta elevada vulnerabilidad intrínseca se atenúa en la práctica porque la pequeña dimensión y la profundidad a la que se encuentra el elemento conductivo hacen francamente difícil su captación mediante sondeos mecánicos.

El carácter presurizado y relativamente concentrado propio de un flujo subterráneo profundo, hace que en el tramo final de circulación subvertical ascendente, el sistema resulte sumamente vulnerable en lo cuantitativo a su interceptación por obras o captaciones diversas (sondeos verticales o inclinados, taladros horizontales, galerías, túneles, etc.). Para sondeos realizados con objeto de mejorar la captación de un recurso ya aprovechado, que, después de atravesar sin captarlo (con las debidas garantías) el tramo acuífero superficial, penetren en el granito fracturado subyacente para captar el flujo subterráneo ascendente (hidrotermal o no), sólo debería ser admisible el aprovechamiento de su posible surgencia o "artesianismo". Esa sería la única forma de obtener, sin riesgo de mezcla (y sin disminución de temperatura en el caso de un sistema hidrotermal) el agua.

En el caso de eventuales sondeos ajenos a un aprovechamiento hidromineral, su puesta en producción llevaría aparejada de forma inmediata (por el carácter presurizado del sistema) una reducción de caudal en las captaciones de agua mineral y, más diferida en el tiempo, una posible contaminación física, química y/o bacteriológica por mezcla con aguas someras al reducirse la carga hidráulica en el sistema de flujo ascendente.

HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS MINERALES

Las características físicas y químicas de las aguas minerales vienen establecidas por las condiciones en que tiene lugar el equilibrio químico y termodinámico entre el agua y la roca que alberga su circulación subterránea. En particular va a depender del tipo y la composición mineralógica de la roca acuífera, que determinan los elementos y especies mayoritarias que aparecerán disueltas en el agua; del tiempo de permanencia del agua en el subsuelo que establece la mineralización o salinidad del agua, y de la longitud y penetración de la trayectoria de flujo. Ésta fija la temperatura y presión a las que se producen los sucesivos procesos de equilibrio agua-roca: cuanto más profundo es un flujo, mayor es la temperatura a la que se produce dicho equilibrio y, por tanto, mayor la concentración de las sustancias disueltas y más significativa la presencia de elementos característicos de los flujos hidrotermales (sílice, flúor, boro y litio entre otros).

Facies hidroquímicas predominantes en los aprovechamientos

La hidrogeoquímica permite identificar y describir los diferentes tipos de aguas y estudiar la relación entre su composición y la mineralogía de las formaciones rocosas. La caracterización de los recursos hidrominerales contempla medidas *in situ* de parámetros físico-químicos inestables característicos: temperatura ambiente, temperatura del agua, pH, conductividad eléctrica, concentración de oxígeno disuelto y condiciones redox (Eh), así como analíticas realizadas en el laboratorio tales como: pH y conductividad eléctrica; iones mayoritarios y detección de elementos minoritarios y traza como Cu, Zn, Fe, Mn, Cr, Cd, Pb, As, Se, Hg, Al, Co, Ba, Ag, Be, Ni, Sb y V; además de la cuantificación de sólidos en suspensión, y análisis indicativos de contaminación potencial. En la tabla 1 se muestra las facies hidroquímicas predominantes de los principales aprovechamientos de aguas minerales y termales gallegos.

TABLA 1 ■ Facies hidroquimicas de los aprovechamientos de aguas minerales

Nombre y tipo de aprovechamiento		Toponimia	Provincia	Municipio	Facies HQ
Balneario de Arteixo	Balneario	Balneario Arteixo-1	A Coruña	Arteixo	Cl-Na
		Balneario Arteixo-2			Cl-Na
Balneario Burga do Tremo	Balneario	Balneario Do Tremo	A Coruña	Brión	HCO_3-Na
Baños viejos de Carballo	Balneario	Carballo Fuente	A Coruña	Carballo	HCO_3-Na
		Carballo manant. B. Viejos de Carballo			HCO_3-Na
Balneario de Mouriscados	Balneario inactivo	Balneario de Mouriscados	Lugo	Chantada	HCO_3-Na
Fontoira	Planta envasadora	Fontoira-1	Lugo	Cospeito	HCO_3Ca
		Fontoira-2			HCO_3Ca
		Fuente Fontoira			HCO_3Ca
Guitiriz	Balneario	Guitiriz Fuente San Juan	Lugo	Guitiriz	HCO_3-Na
Fontxesta	Planta envasadora	Fontxesta	Lugo	Lancara	HCO_3CaNa
Balneario de Lugo	Balneario	Balneario de Lugo Manantial Central	Lugo	Lugo	HCO_3-Na
		Balneario de Lugo Pozo-2			HCO_3-Na
		Balneario de Lugo Pozo-3			HCO_3-Na
		Balneario de Lugo Pozo-4			HCO_3-Na
		Balneario de Lugo Manantial Piscina			HCO_3-Na
Balneario de Incio	Balneario inactivo próximo a la apertura	Balneario de Incio	Lugo	O Incio	HCO_3Ca
Magnesitas de Rubián	Galería minera	Magnesitas de Rubián	Lugo	O Incio	HCO_3CaMg
Balneario de Augas Santas	Balneario nuevo	Balneario Nuevo de Pantón	Lugo	Pantón	HCO_3-Na
	Fuente de uso público tradicional	Augas Santas (Fuente)			HCO_3-Na
Fonte Muíño	Molino, para riego	Fonte Muíño	Lugo	Pedrafita do Cebreido	HCO_3Ca
Fontecelta	Planta envasadora	Fontecelta S-1	Lugo	Sarria	HCO_3-Na
		Fontecelta S-2			HCO_3-Na
Charca do Alligal	Baños en piscina pública	Charca do Alligal	Lugo	Villalba	HCO_3Ca
Balneario de Arnoia	Balneario	Balneario de Arnoya Pozo 1-B	Ourense	Arnoya	HCO_3-Na
		Balneario de Arnoya Pozo P-4			HCO_3-Na
Baños de Bande	Baños públicos	Baños de Bande	Ourense	Bande	HCO_3-Na
Baños de Molgas	Balneario	Baños de Molgas Fuente Caliente	Ourense	Baños de Molgas	HCO_3-Na
		Baños de Molgas Fuente la charca			HCO_3-Na

TABLA 1 ■ Facies hidroquimicas de los aprovechamientos de aguas minerales

Nombre y tipo de aprovechamiento		Toponimia	Provincia	Municipio	Facies HQ
Caldas de Brués	Bebida y baños	Caldas de Brués	Ourense	Boborás	HCO_3-Na
Balneario do Carballiño	Balneario	Balneario de Carballino	Ourense	Carballino	HCO_3-Na
Caldas de Partovia	Balneario	Caldas de Partovia Fuente del Prado	Ourense	Ourense	HCO_3-Na
		Caldas de Partovia Fuente de Baños			HCO_3-Na
		Caldas de Partovia Fuente Interior			HCO_3-Na
Balneario de Laias	Balneario	Balneario de Laias	Ourense	Cenlle	HCO_3-Na
Balneario de Cortegada	Balneario reformado	Balneario Cortegada (Baños do Monte)	Ourense	Cortegada	HCO_3-Na
Fuente Baniño	Balneario	Fuente Bañiño	Ourense	Junquera de Ambia	HCO_3-Na
Balenario de Berán	Balneario reformado	Balenario de Berán	Ourense	Leiro	HCO_3-Na
Balneario de Lobios	Balneario	Balneario de Lobios	Ourense	Lobios	HCO_3-Na
La Moderna	Balneario en construcción	La Moderna (Xardín das Burgas)	Ourense	Ourense	HCO_3-Na
Outariz Alta	Baños reformados de uso público	Outariz Alta (poza 1)	Ourense	Ourense	HCO_3-Na
		Outariz Alta (poza 2)	Ourense		HCO_3-Na
Outariz Baja	Baños públicos	Outariz Baja	Ourense	Ourense	HCO_3-Na
Cabreiroá	Planta envasadora	Cabreiroa Pozo sin gas nº 1	Ourense	Verin	HCO_3-Na
		Cabreiroa Pozo con gas nº 2			HCO_3-Na
Fontenova	Planta envasadora	Fontenova Manantial Principal	Ourense	Verin	HCO_3-Na
		Fontenova Manantial nº 2			HCO_3-Na
Sousas	Balneario y Planta envasadora	Sousas Manantial I (Tradicional)	Ourense	Verin	HCO_3-Na
		Sousas Manantial II Sondeo nº 1			HCO_3-Na
		Sousas Manantial II Sondeo nº 2			HCO_3-Na
		Sousas Manantial II Sondeo nº 3			HCO_3-Na
		Sousas Manantial II Sondeo nº 4			HCO_3-Na
		Sousas M-2			HCO_3-Na
Balneario de Bembibre	Balneario inactivo	Balneario de Bembibre	Ourense	Viana do Bolo	HCO_3-Na
Cántaras	Sin uso y en trámite para embotellado	Fonte Deza (Cántaras)	Pontevedra	Agolada	mixta
Aguasana	Planta envasadora	Aguasana M-1	Pontevedra	Bayona	Cl-Na
B. Davila las Burgas	Balneario	Balneario Davila Las Burgas	Pontevedra	Caldas de Reis	Cl-Na

TABLA 1 ■ Facies hidroquimicas de los aprovechamientos de aguas minerales

Nombre y tipo de aprovechamiento		Toponimia	Provincia	Municipio	Facies HQ
Balneario de Acuña	Balneario	Balneario de Acuña Pozo Bomba	Pontevedra	Caldas de Reis	Cl-Na
		Balneario de Acuña Fuente Ojos			Cl-Na
Balneario de Cuntis	Balneario	Balneario de Cuntis Pozo Huerta	Pontevedra	Cuntis	HCO_3-Na
		Balneario de Cuntis Calle Real			HCO_3-Na
		Manantial Hera Nueva			HCO_3-Na
Balneario de A Toxa	Balneario	Balneario A Toxa Caliente Lateral	Pontevedra	El Grove	Cl-Na
		Balneario A Toxa Huerta Fria			Cl-Na
		Balneario A Toxa Huerta Caliente			Cl-Na
		Balneario A Toxa Pozo Capilla			Cl-Na
		Balneario A Toxa Pozo Paseo del Mar			Cl-Na
		Balneario A Toxa Fabrica			Cl-Na
Balneario de Mondariz	Balneario y Planta envasadora	Balneario de Mondariz Sabajanes	Pontevedra	Mondariz	HCO_3-Na
		Balneario Mondariz Fuente Troncoso		Mondariz-Balneario	HCO_3-Na
		Balneario de Mondariz Fuente Gandara			HCO_3-Na
		Balneario Mondariz Amorales			HCO_3-Na
Caldelas de Tui	Balneario	Manantial Mari Cruz	Pontevedra	Tui	Cl-Na
		Caldelas de Tui San Antonio			Cl-Na
		Caldelas de Tui San Francisco			Cl-Na
Baños de Brea	Balneario	Baños de Brea Fuente termal	Pontevedra	Villa de Cruces	HCO_3-Na
		Baños de Brea Sondeo nº 5			HCO_3-Na
		Baños de Brea Pozo patio			SO_4-Na
San Xines	Planta envasadora	Sanxines	Pontevedra	Villa-Garcia de Arosa	Cl-Na

Evolución de la composición química del agua mineral en su circulación

La caracterización hidroquímica del conjunto de los datos analíticos pone en evidencia la evolución de las aguas en su trayectoria de flujo a través del substrato rocoso y los mecanismos y procesos geoquímicos que dan lugar a su composición química. La aplicación del análisis unidimensional proporciona información sobre los intervalos de concentraciones en que se sitúan las muestras, y si existen grupos definidos o casos aislados respecto a su composición química media. El índice de saturación de las especies minerales disueltas en el agua, el cálculo de las relaciones iónicas y los diagramas de dispersión de datos, explican el comportamiento geoquímico de conjuntos de muestras con características comunes. La integración de todos los datos en un diagrama de Piper-Hill-Langelier da a conocer la clasificación hidroquímica y las posibles líneas de evolución.

1 • Análisis estadístico unidimensional

Se representan mediante histogramas de frecuencias y diagramas de cajas y bigotes los principales parámetros que caracterizan a las aguas minerales, como son: pH y conductividad electrica, aniones (bicarbonatos, sulfatos y cloruros), cationes (calcio, magnesio y sodio) y elementos minoritarios (sílice, boro y sulfuros).

Los valores de pH están comprendidos entre 4,5 y 9,5, si bien las muestras con valores ácidos (4,5 y 5,3-5,9) son minoritarias, tal como refleja el histograma de frecuencia, la práctica totalidad de las muestras de agua están comprendidas entre 6,4 y 9,5 (Figura 6). En el diagrama de caja (Figura 7) se observa el punto excepcional, que corresponde a la muestra de agua con un pH excesivamente ácido (agua del manantial de Fonte Deza), de muy escasa mineralización (70 µS/cm) y composición química mixta, que denotan unas características muy similares a las del agua de lluvia. Los valores de la mediana (7,80) y media aritmética (7,75) son prácticamente coincidentes. En términos estadísticos responden a una distribución normal, con un 95% de intervalo de confianza.

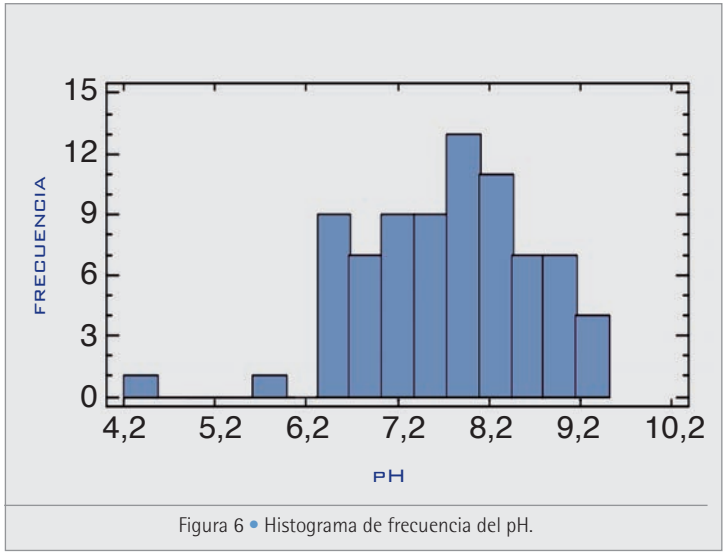


Figura 6 • Histograma de frecuencia del pH.

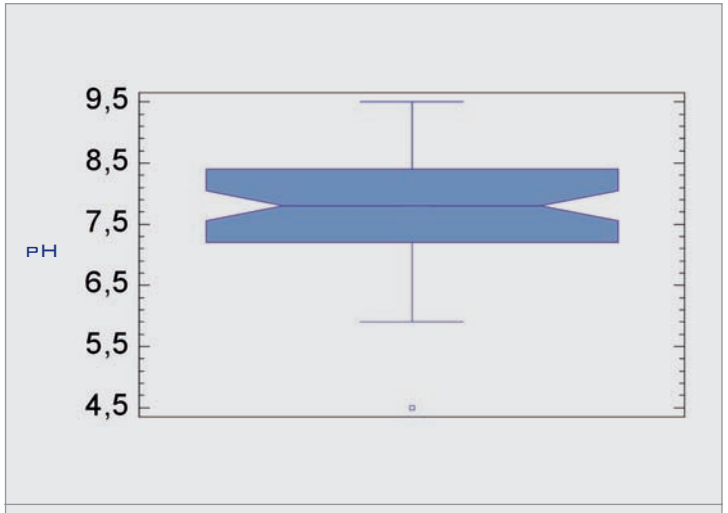


Figura 7 • Diagrama de cajas y bigotes del pH.

Los valores de conductividad eléctrica (C.E.), se agrupan en dos conjuntos de muestras: un primer grupo que corresponde al 90% de de ellas, comprendidos preferentemente entre 270 y 1.500 µS/cm, y, un segundo grupo, con un intervalo de valores de C.E. entre 53.000 y 57.000 µS/cm propios de aguas salinas (Figura 8). En el gráfico de caja y bigotes se distinguen una serie de 12 puntos extremos que corresponden a las muestras de agua con una mineralización fuerte (Figura 9).

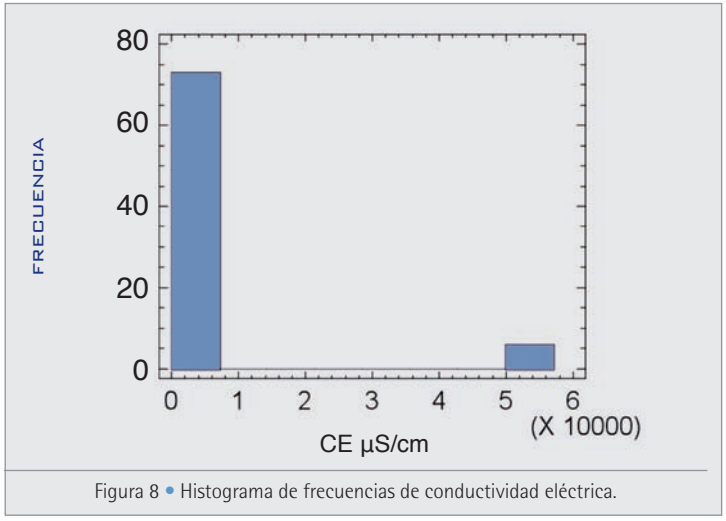


Figura 8 • Histograma de frecuencias de conductividad eléctrica.

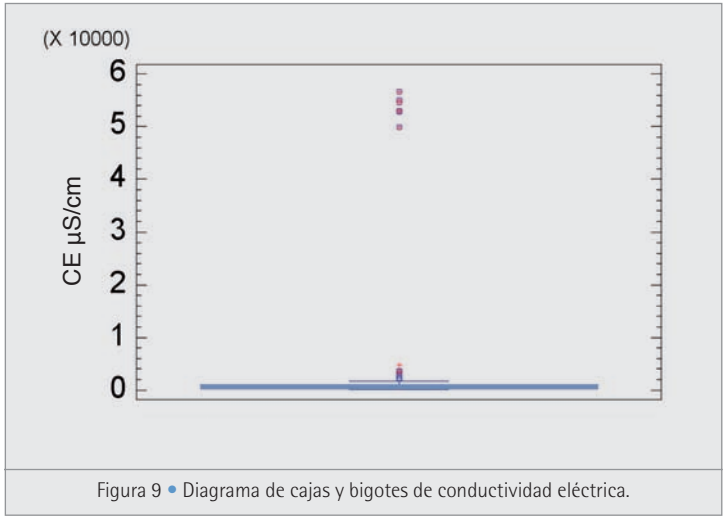


Figura 9 • Diagrama de cajas y bigotes de conductividad eléctrica.

La concentración en bicarbonatos está comprendida entre 7 y 1.710 mg/L, con un valor medio de 270 mg/L; no responden a una distribución normal (Figura 10) porque el 75% de las muestras se agrupa con valores inferiores a 256 mg/L; existen 11 puntos extremos, que se alejan de la mayoría de los otros, y no responden a una distribución de frecuencias característica (Figura 11).

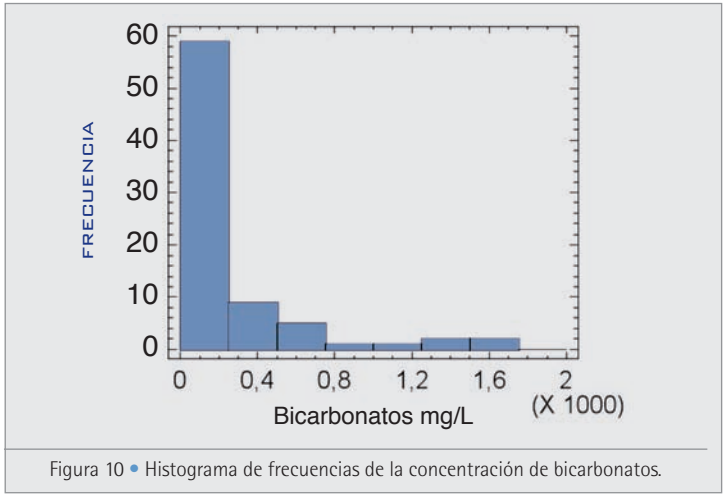


Figura 10 • Histograma de frecuencias de la concentración de bicarbonatos.

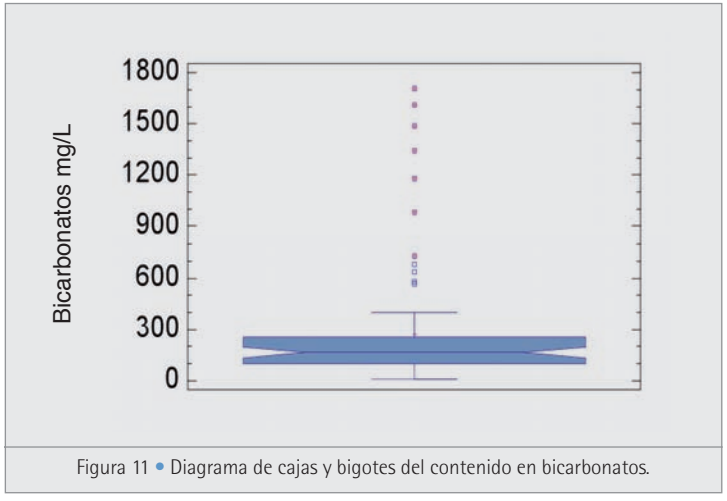


Figura 11 • Diagrama de cajas y bigotes del contenido en bicarbonatos.

La concentración en sulfatos está comprendida entre 3 y 764 mg/L, con una media de 75 mg/L. El 90% de las muestras presenta valores inferiores a 81 mg/L (Figura 12), indicativos de aguas muy poco sulfatadas. Existen 8 puntos extremos que corresponden a las agua salinas de los Balnearios de A Toxa y de Arteixo (Figura 13).

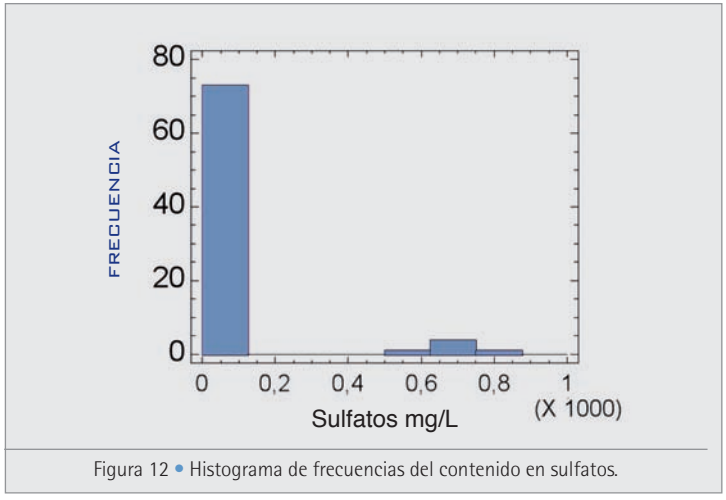


Figura 12 • Histograma de frecuencias del contenido en sulfatos.

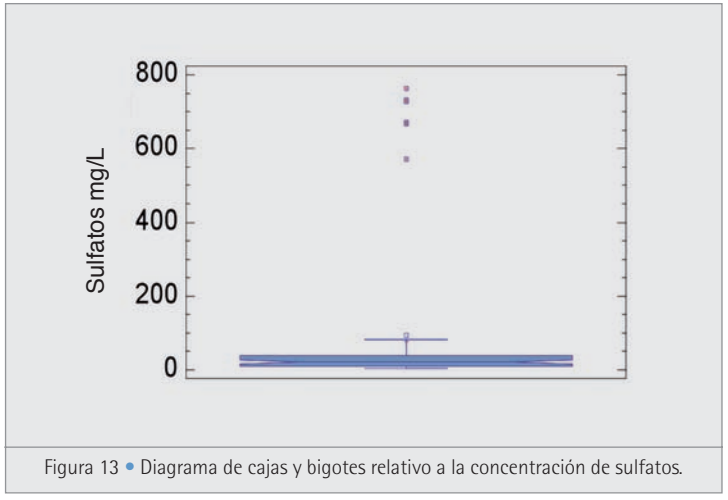


Figura 13 • Diagrama de cajas y bigotes relativo a la concentración de sulfatos.

Las concentraciones en cloruros están comprendidas entre 2 y 19.200 mg/L, con un 75% de las muestras con valores por debajo de los 57 mg/L (Figura 14); en el gráfico de caja se distinguen otros dos grupos más pequeños de muestras: con concentraciones en torno a 200 y 1.000 mg/L de cloruros; en dicha representación (Figura 15) se han excluido las muestras que tiene unas concentraciones tan elevadas (18.300-19.200), que les confiere un carácter clorurado y elevada salinidad.

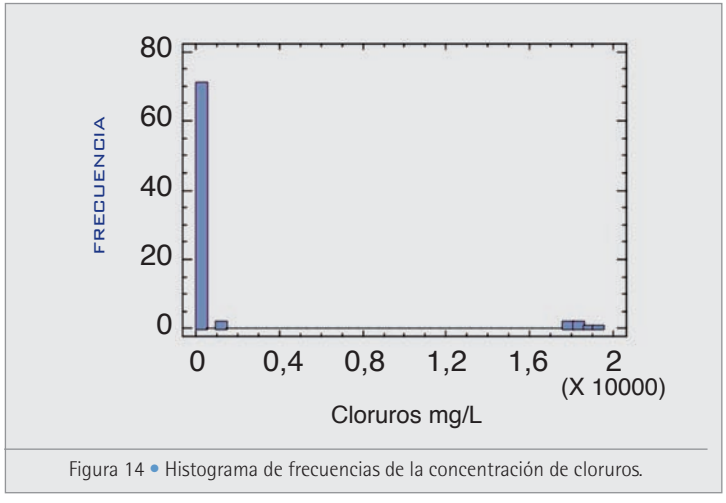


Figura 14 • Histograma de frecuencias de la concentración de cloruros.

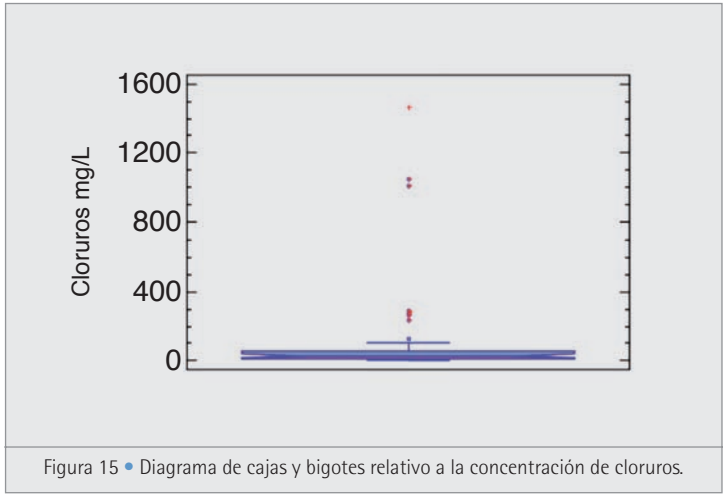


Figura 15 • Diagrama de cajas y bigotes relativo a la concentración de cloruros.

El catión calcio responde a una distribución normal, con un gran número de muestras que presenta un intervalo entre 1 y 74 mg/L, y otro grupo más pequeño, entre 1.190 y 1.200 mg/L (Figura 16), que conforman un total de 13 muestras con concentraciones que se alejan del resto de los puntos (Figura 17).

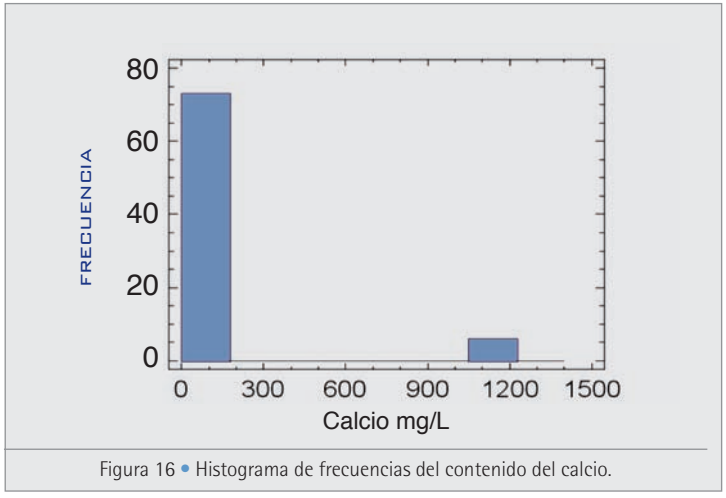


Figura 16 • Histograma de frecuencias del contenido del calcio.

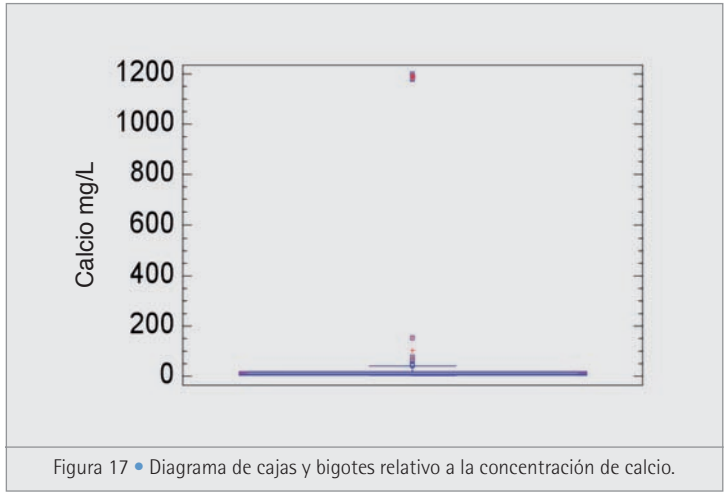


Figura 17 • Diagrama de cajas y bigotes relativo a la concentración de calcio.

Las concentraciones de magnesio máximas están comprendidas entre 110 y 134 mg/L, si bien, la mayor parte de las muestras presenta valores inferiores a 18 mg/L; existen dos grupos intermedios con concentraciones en torno a 45 y 85 mg/L (Figuras 18 y 19).

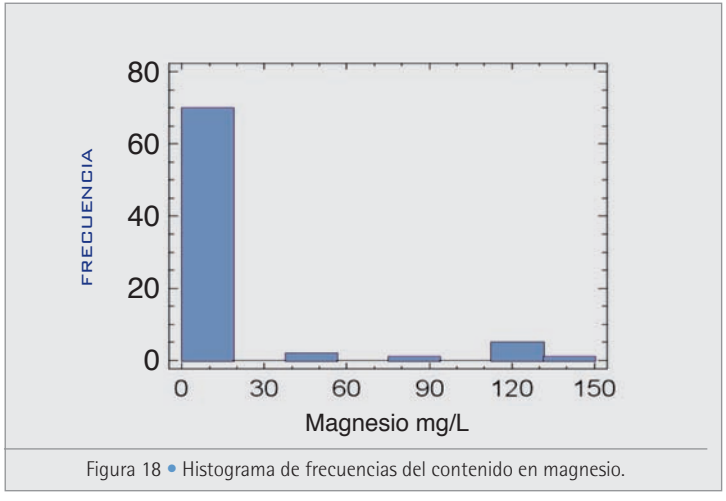


Figura 18 • Histograma de frecuencias del contenido en magnesio.

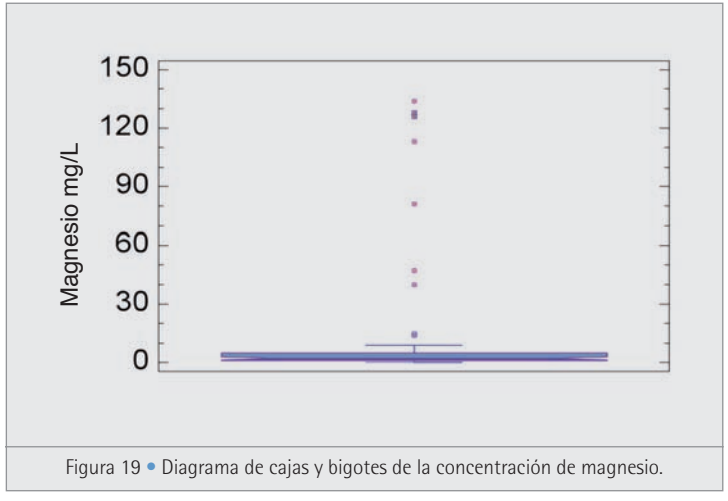


Figura 19 • Diagrama de cajas y bigotes de la concentración de magnesio.

En el 73% de las muestras el sodio están en un intervalo entre 2 y 590 mg/L, el 27% restante presenta concentraciones entre 900 y 12.000 mg/L de sodio (Figura 20). En efecto, hay 10 puntos extremos, que se alejan de la mayoría, de los que 6 de ellos son coincidentes con las muestras de agua con concentraciones elevadas en el resto de iones y una mineralización fuerte, correspondientes a las aguas tomadas en el Balneario de A Toxa (Figura 21).

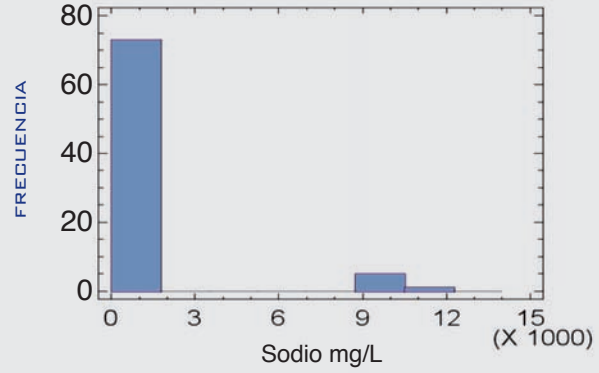


Figura 20 • Histograma de frecuencias del contenido en sodio.

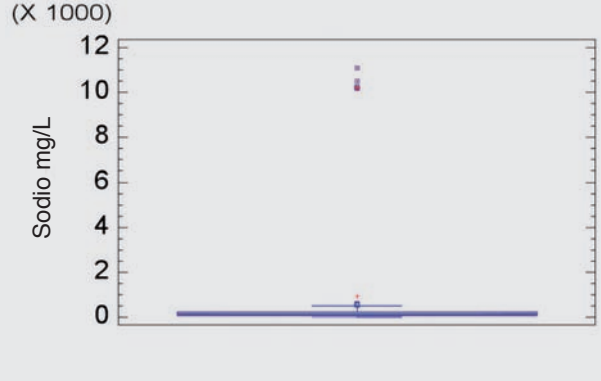


Figura 21 • Diagrama de cajas y bigotes de la concentración de sodio.

Las concentraciones en sílice están comprendidas entre 4 y 110 mg/L, y responden a una distribución normal, con un valor medio de 58 mg/L, que indica que estas aguas son muy silíceas en consonancia con el sustrato siliceo a través del cual fluyen (Figura 22). No se distingue ningún valor externo al resto de los puntos (Figura 23).

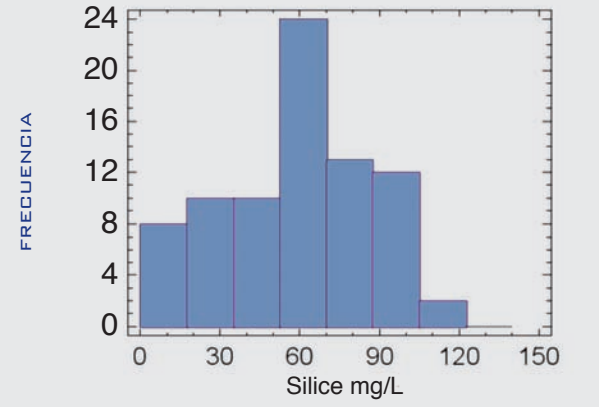


Figura 22 • Histograma de frecuencias del contenido en silice.

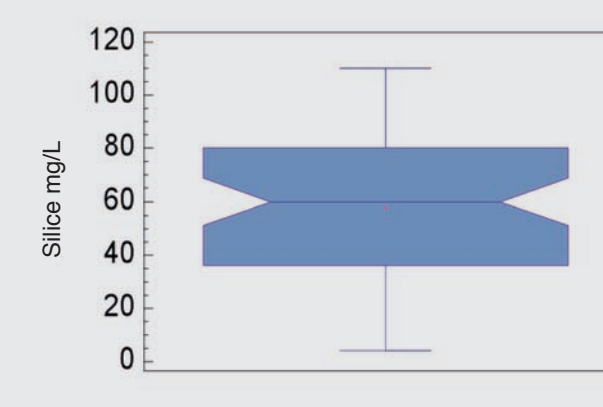


Figura 23 • Diagrama de cajas y bigotes de la concentración de sílice.

La concentración en el elemento minoritario boro que se encuentra en minerales típicos de las rocas graníticas y pegmatíticas, como biotitas y anfiboles, es en el 10% de las muestras nula; en el 90% se ha detectado en concentraciones inferiores a 2 mg/L, y en el 10% restante entre 4 y 6 mg/L (Figura 24). Los 7 puntos extremos representados en el gráfico de caja y bigotes corresponden a las muestras de agua del Balneario de A Toxa y Agua de Fontenova (Figura 25).

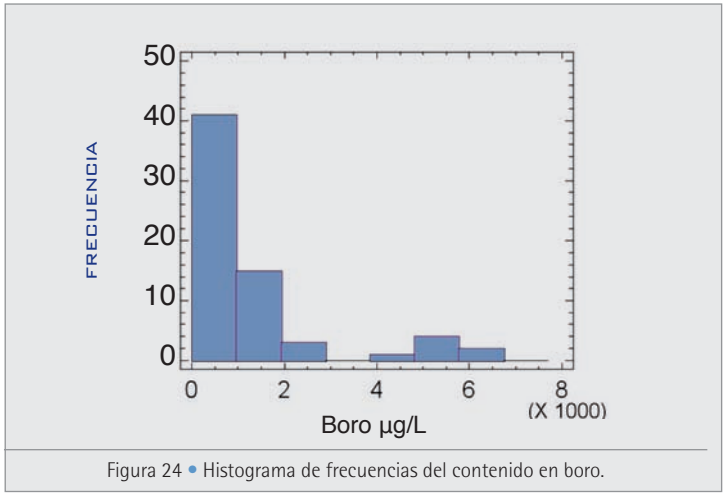


Figura 24 • Histograma de frecuencias del contenido en boro.

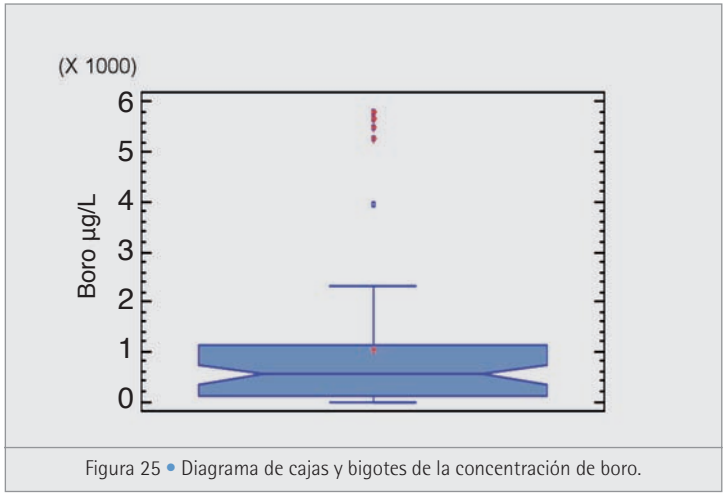


Figura 25 • Diagrama de cajas y bigotes de la concentración de boro.

Por último, las concentraciones en sulfuros de las muestras de agua subterránea están comprendidas entre 0 y 66 mg/L, aunque excepcionalmente, las aguas del Balneario de Molgas presentan unas concentraciones muy elevadas de 2.190 mg/L (Figuras 26 y 27).

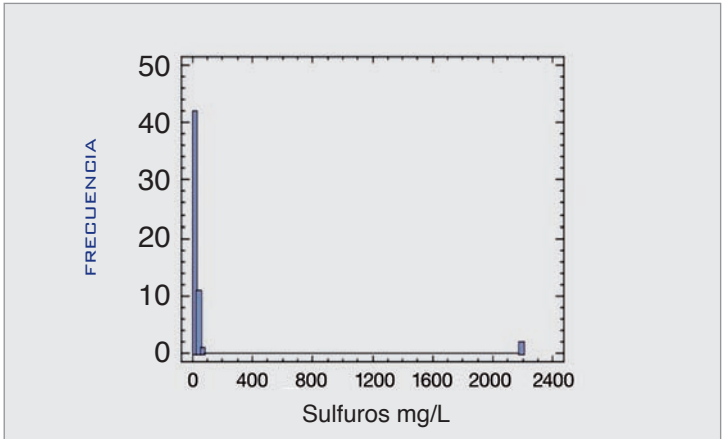


Figura 26 • Histograma de frecuencias del contenido en sulfuros.

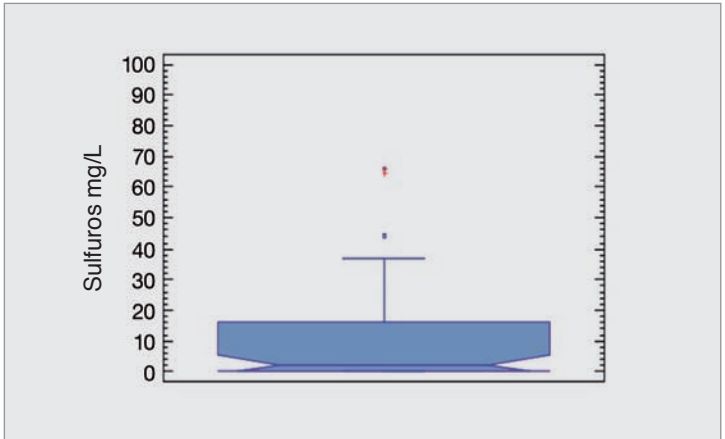


Figura 27 • Diagrama de cajas y bigotes de la concentración de sulfuros.

2 • Índice de saturación

Este índice (IS) aporta la información termodinámica necesaria respecto al estado de saturación de las fases minerales y gaseosas que participan en las reacciones entre el agua y la roca, a partir del cual se calcula la tendencia termodinámica de las fases en solución a estar en equilibrio, disolución o precipitar. Un agua está en equilibrio con un determinado mineral cuando el IS es igual a 0, con una variación de ± 0,5. Si el IS es positivo, el agua se encuentra sobresaturada en la especie mineral y provoca su precipitación; por el contrario, si el IS es negativo, el agua está subsaturada en dicha especie y tiene capacidad para continuar con la reacción de disolución. La tabla 2 muestra los valores medios del índice de saturación de las distintas fases minerales, así como los valores del logaritmo de la presión de CO_2, en función de la temperatura y tipo de flujo del agua.

TABLA 2 ■ Temperatura, presión de CO_2 e índices de saturación (IS) en las aguas minerales de galicia

	TEMPERATURA (ºC)	pCO_2 (ATM)	IS= LOG IAP/KT									
			CALCITA	DOLOMITA	FLUORITA	HALITA	YESO	CUARZO	SÍLICE (a)	ALBITA	CAOLINITA	SEPIOLITA
Aguas minerales frías de flujos someros	14	$1,43 \times 10^{-2}$	-0,69	-1,90	-2,69	-8,10	-2,96	0,73	-0,61			-7,45
Aguas minerales frías de flujos de trayectoria larga	18	$5,92 \times 10^{-1}$	-1,05	-1,88	-5,08	-6,48	-3,42	1,11	-0,20	4,63	13,88	-6,70
Aguas minerales termales de flujos profundos de evolción química intermedia	42	0			-0,21	-6,88	-3,52	0,86	-0,31	2,38	5,71	1,50
Aguas minerales termales de flujos profundos y muy evolucionadas	49	0			-0,99	-2,56	-0,83	0,93	-0,19	6,39	13,25	-2,29

Clave: IAP= producto de actividad iónica; K= constante de equilibrio termodinámico, y T= temperatura

Con respecto a los estados de saturación de cuarzo y sílice amorfa, próximos al equilibrio, señalan que estos minerales no intervienen en las reacciones de interacción agua-roca; no así los minerales de la arcilla, cuyos IS indican que el agua tiene capacidad para producir reacciones de hidrólisis conducentes a la precipitación de albita y caolinita y, presumiblemente, también montmorillonita.

- Las *aguas de flujos someros*, tienen una fuerza iónica muy reducida porque su mineralización es muy débil, esto es, tienen una limitada capacidad de disolver a las distintas especies minerales. Su presión de CO_2 es equivalente a la atmosférica.

- Las *aguas frías de trayectoria larga* presentan una fuerza iónica más elevada que le capacita para interaccionar con la roca, en consecuencia, se producen reacciones de disolución de dolomita, fluorita, halita y yeso; la calcita, si bien se halla en disolución, está próxima a su estado de equilibrio, y, por tanto, desde el punto de vista termodinámico no resulta probable su participación en las reacciones de balance de masas para justificar la presencia de carbono y/o calcio en la solución. La presión de CO_2 se ha reducido como resultado de las reacciones de disolución con los carbonatos, y, en mayor medida, de hidrólisis con aluminosilicatos.

- Las *aguas termales de evolución química intermedia* no parecen tener capacidad de interaccionar con los minerales carbonatados, posiblemente por la reducida concentración en calcio y magnesio en comparación con sodio; la fluorita se halla próxima al equilibrio, consecuencia de su elevada concentración en estas aguas; está subsaturada en halita y yeso, esto es, con capacidad para disolver a dichos minerales. Los datos para la presión de CO_2 indican que, o bien, no ha sido capaz de completar las iteraciones para hallar su valor, o bien, se trata de un sistema cerrado a dicho gas.

- Las *aguas termales muy evolucionadas* tampoco parecen ser capaces de reaccionar con los minerales carbonatados; la fluorita y el yeso se hallan próximos al equilibrio, pero aún tiene capacidad para disolver a la halita.

3 • Relaciones iónicas y diagramas de dispersión de datos

Estas relaciones permiten una mejor comprensión de las reacciones físico-químicas de equilibrio agua-roca que experimentan las aguas minerales durante la evolución a lo largo de su trayectoria de flujo, desde la infiltración hasta la surgencia.

La relación molar Na/Cl igual a 1 indica un origen común en halita. El valor de la relación rNa/rCl –donde "r" son los meq/l– típica para el agua del mar es aproximadamente de 0,82. En el agua mineral suele tener un valor superior a 1, que señala una segunda fuente de sodio, que puede estar en la hidrólisis de las plagioclasas o en el intercambio catiónico. En el diagrama de dispersión del $logNa^+/Cl^-$ (Figura 28), se observa que, en efecto, en las aguas bicarbonatadas, con elevadas concentraciones en sodio, la procedencia está en otras fuentes, más alejada de la disolución de halita cuanto menor sea su proporción 1:1, indicando que en su génesis predominan los procesos de hidrólisis de los aluminosilicatos o de intercambio catiónico, que justifican la diferencia en el balance de masas.

La relación Na/Cl frente a Cl (Figura 29), demuestra que las aguas se agrupan en tres clases según su composición química: bicarbonatadas cálcicas, con los valores más bajos en dichos elementos; bicarbonatadas sódicas, con proporciones de sodio más elevadas que en cloruros y una mayor dispersión de datos asociada con la alteración de plagioclasas, y sulfuradas-cloruradas sódicas, que se aproximan al valor del agua de mar conforme aumenta la concentración en cloruros, y su mineralización.

La relación conductividad eléctrica frente a la rNa/rCl (Figura 30), proporciona información sobre la influencia de la salinidad de las aguas, evidenciando la relación entre la elevada mineralización, el alto contenido en ClNa y la temperatura. Ahora bien, existen aguas frías fuertemente mineralizadas, e incluso salobres (>10.000 µS/cm), que debe su mineralización a flujos muy penetrantes, con elevados periodos de permanencia del agua en el subsuelo y elevada temperatura en el tramo profundo de su trayectoria, que propician una fuerte interacción con los minerales presentes en las fracturas de la roca –cuarzo, hematites, clorita, calcita, esmectitas–, como es el caso de un pequeño grupo de muestras bicarbonatadas sódicas (Figura 31), y que son aguas termales, en origen, que se han enfriado en el trayecto de descarga. Estas aguas bicarbonatadas sódicas y frías descargan en un granito de dos micas, que se dispone a lo largo de bandas en dirección NNO-SSE, ligado a metamorfismo por anatexia y que se encuentra muy fracturado, de manera que propicia la meteorización química e interacción del agua con la roca, y, por tanto, su elevada mineralización.

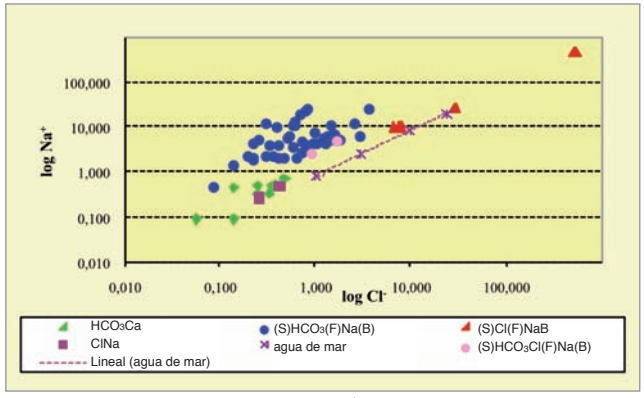


Figura 28 • Diagrama de dispersión de Na^+/Cl^-.

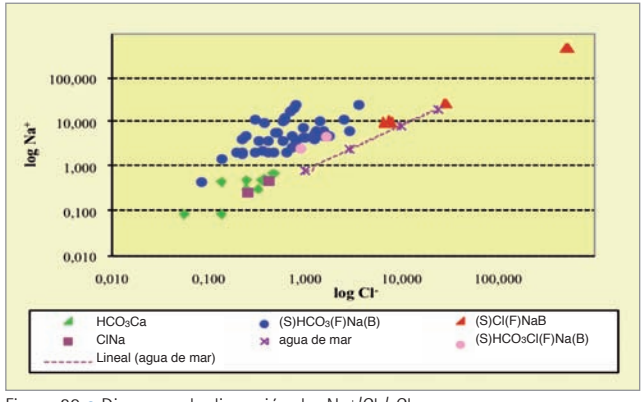


Figura 29 • Diagrama de dispersión de $rNa^+/Cl^-/rCl$.

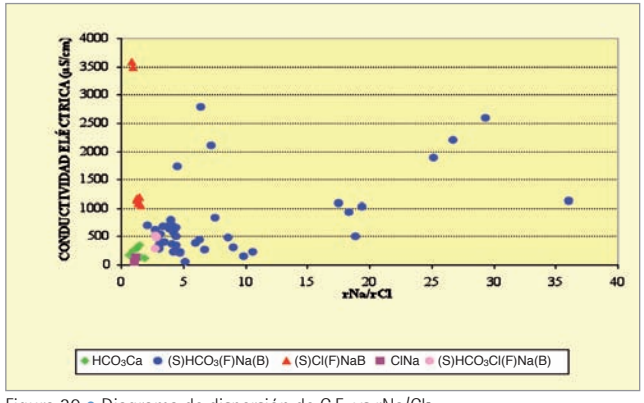


Figura 30 • Diagrama de dispersión de C.E. vs rNa/Cl^-.

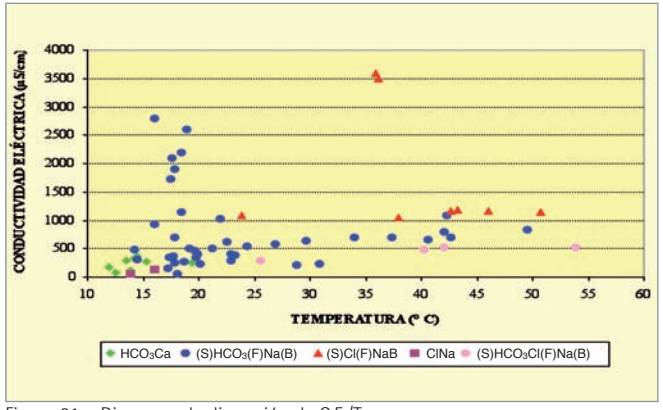


Figura 31 • Diagrama de dispersión de C.E./T.

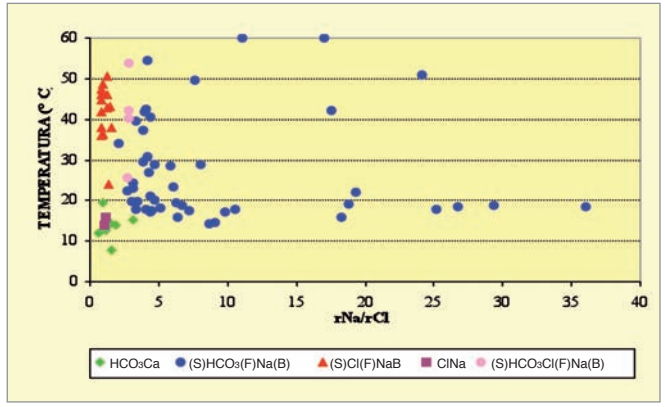


Figura 32 • Diagrama de dispersión T vs Na/Cl.

Al comparar la temperatura del agua y la relación sodio/cloruros (Figura 32), se observa que las aguas termales, de facies sulfuradas cloruradas fluoruradas sódicas y con boro, así como las bicarbonatadas cloruradas sódicas, presentan valores de rNa/rCl muy bajos, por tener concentraciones en cloruros muy altas. Por el contrario, las aguas bicarbonatadas sódicas de temperaturas frías, en general, se asocian con valores de rNa/rCl más elevados, en función de sus contenidos más altos en sodio, cuyo origen está en la hidrólisis de los aluminosilicatos y los procesos de intercambio catiónico, mientras que las muestras de agua con mayor temperatura, presentan en general una tendencia a una relación rNa/rCl menor. Las aguas cloruradas sódicas poco salinas y frías de flujos someros, al igual que las aguas bicarbonatadas cálcicas, presentan una relación rNa/rCl muy baja, en consonancia con sus contenidos en sodio.

La relación entre los contenidos en boro y cloruros (Figura 33) denota que ninguna muestra de agua coincide con la línea de tendencia del agua del mar; ahora bien, las aguas cloruradas sódicas salobres o salinas presentan una tendencia paralela a ésta, que parecen señalar mezcla del agua marina con aguas del macizo cristalino. Las muestras bicarbonatadas sódicas que presentan una pendiente rB/rCl muy acusada, ponen de manifiesto la influencia termal en la aparición de boro en disolución.

El diagrama de dispersión temperatura frente a concentración de boro (Figura 34), proporciona una visión de la medida en que la temperatura de la agua, consecuencia de trayectorias muy penetrantes, influye en la aparición de boro en estas aguas minerales. En general, aunque no se observa una tendencia clara, parece haber un pequeño grupo de aguas bicarbonatadas sódicas en las que la presencia de boro tiene una influencia termal.

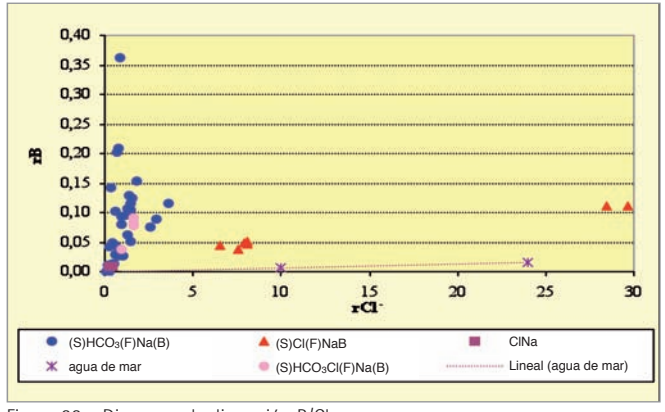


Figura 33 • Diagrama de dispersión B/Cl.

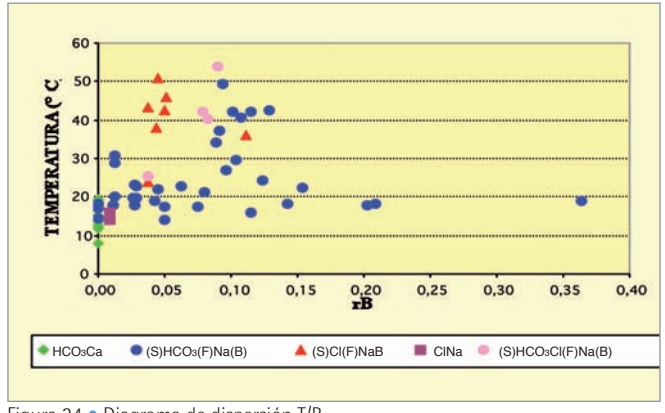


Figura 34 • Diagrama de dispersión T/B.

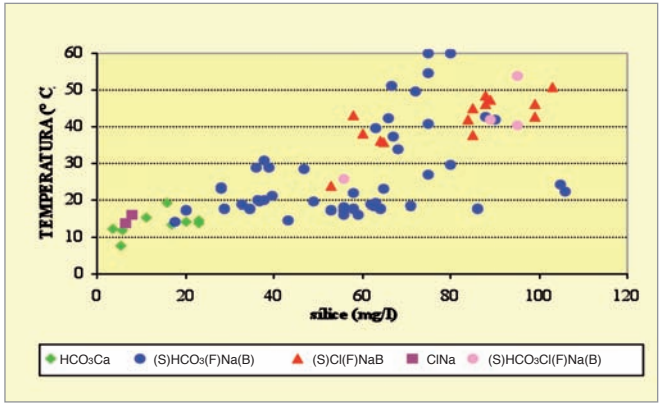


Figura 35 • Diagrama de dispersión T/sílice.

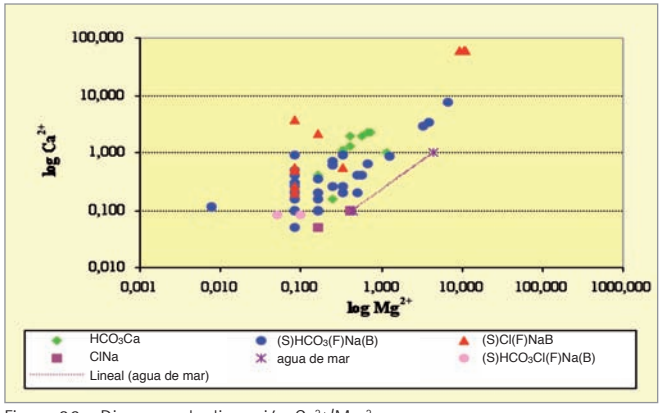


Figura 36 • Diagrama de dispersión Ca^{2+}/Mg^{2-}.

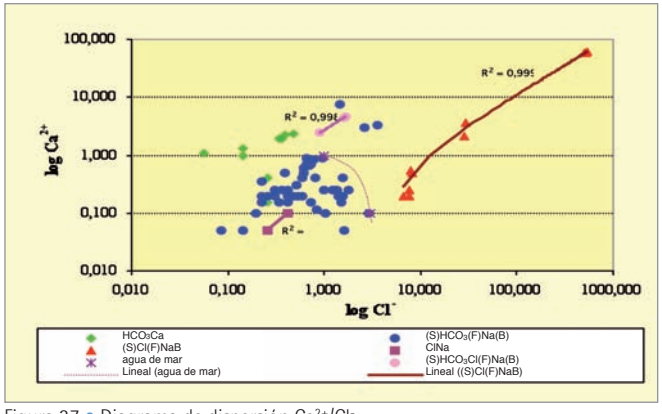


Figura 37 • Diagrama de dispersión Ca^{2+}/Cl^{-}.

Sin embargo, en otras de igual facies el contenido en boro ha de tener otra fuente, que, a juzgar por su elevada conductividad (>1.000 µS/cm) y elevados contenidos en fluoruros, posiblemente proceda de la hidrólisis de biotita, que contiene dicho elemento en su estructura.

La influencia termal en la hidrólisis de los aluminosilicatos se pone de manifiesto en la representación gráfica de los datos de temperatura frente a sílice (Figura 35), observándose una relación directa entre ambos parámetros.

La relación rCa/rMg en las aguas minerales gallegas, tanto bicarbonatadas como cloruradas (Figura 36), presentan un valor medio característico de 2,4 superior al del agua de mar (0,25), con la excepción de las aguas cloruradas sódicas de San Xinés y Agua Sana, cuya relación rCa/rMg es 0,24 y 0,30, respectivamente, lo que implica una relación inversa rMg/rCa idéntica a la del agua del mar en el caso de San Xinés (0,4) y muy semejante para Agua Sana (0,3), confirmando su procedencia directa de la evaporación del agua marina.

En el resto dicha relación es superior a 1, en especial en todas las aguas sulfuradas cloruradas fluoruradas sódicas, lo que revela una concentración en magnesio respecto al calcio muy poco significativa, cuya procedencia parece estar en la disolución de la calcita o en la hidrólisis de las plagioclasas. Sólo en un pequeño grupo de aguas bicarbonatadas sódicas entre las que destacan las aguas de Cabreiroa y Mondariz, cuya tendencia es 1:1 molar en estos cationes, se pone de manifiesto un posible origen en la disolución de dolomita, o en el intercambio Ca/Mg.

Por el contrario, los valores próximos o inferiores a 0,25 señalan mezcla con agua de mar, y en consecuencia que los procesos de intrusión son los dominantes. Sin embargo, éste no parece ser el mecanismo dominante en las aguas de los balnearios de Arteixo y las aguas salinas de A Toxa, sino su lenta circulación a través del sistema de fracturas de la roca, el incremento de la temperatura y la disolución de sales e hidrólisis de los minerales de la roca, contribuyendo así a incrementar la mineralización de estas aguas. Por tanto, parece haber una relación directa entre la componente vertical del flujo y el valor de rCa/rMg, ya que la elevada concentración en calcio es característica de las aguas salobres de circulación profunda, o *paleoaguas*, de los macizos cristalinos, que les confieren un carácter clorurado cálcico (Figura 37).

4 • Diagrama de Piper-Hill-Langelier

Esta representación permite observar gráficamente los tipos de facies hidroquímicas para verificar la tendencia evolutiva de las aguas (Figura 38).

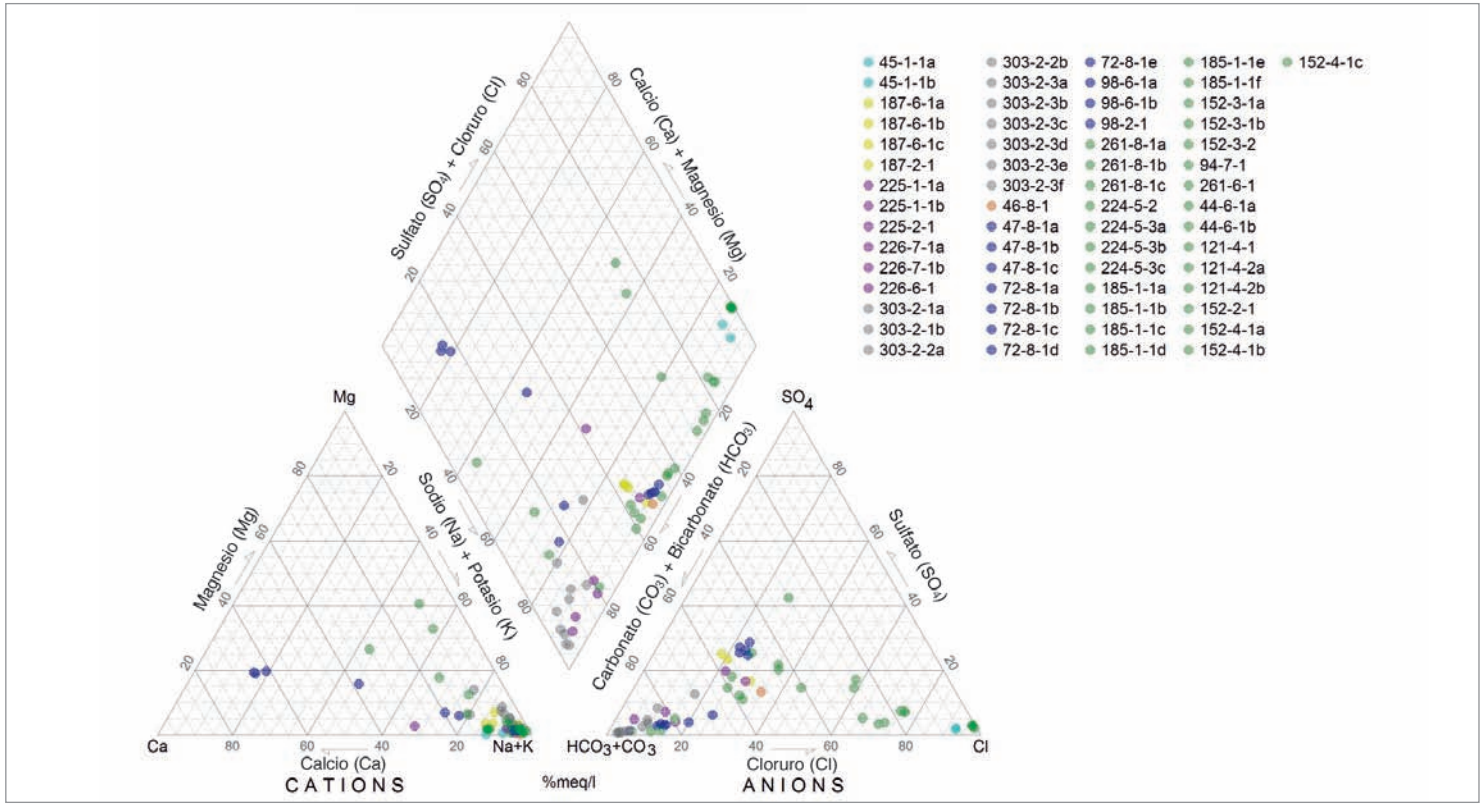


Figura 38 • Diagrama de Piper-Hill-Langelier.

Se corrobora que dicha tendencia evolutiva común a lo largo de una teórica trayectoria de flujo a través de fracturas en un macizo cristalino, tal como se observa en el rombo central, corresponde a aguas mayoritariamente bicarbonatadas cálcicas o cálcico-sódicas provenientes de flujos locales y someros, que evolucionan a bicarbonatadas sódicas, propias de flujos de trayectoria larga y penetrante, para dar lugar, en última instancia, a aguas cloruradas sódicas. La evolución de estas aguas minerales parece responder a procesos de intercambio Ca/Na e hidrólisis de plagioclasas, y en menor medida, a la disolución de calcita, dolomita y halita, en el sentido:

Bicarbonatadas cálcicas → Bicarbonatada sódicas → Bicarbonatadas cloruradas sódicas → Cloruradas sódicas

No se identifican facies sulfatadas, posiblemente como consecuencia del ambiente reductor y anóxico de la mayor parte de estas aguas que favorecen la aparición de los sulfuros.

Clasificación de las aguas minerales y termales de Galicia

La caracterización individual de estas aguas, mediante la definición de las facies hidroquímicas predominantes y de los parámetros característicos, así como el tratamiento conjunto de los datos para obtener una visión de la evolución de la composicón físico-química a lo largo de su trayectoria de flujo a través del substrato rocoso, ha puesto de relieve las peculiaridades de las aguas minerales gallegas:

A • Por su Temperatura y pH

- A*guas frías* (13-16 °C), *ácidas* ($pH_{in\ situ}$= 4,9-5,3), de mineralización muy débil (59-135 µS/cm), oxidantes (Eh> 100 mV) y oxigenadas (5-6 mg/l de O_2 disuelto), de facies cloruradas sódicas, con boro (0,100-0,093 mg/l). La escasa mineralización y su pH ácido señalan que se trata de aguas de infiltración muy reciente y circulación somera. Los iones cloruro y boro deben de proceder de la evaporación del agua de mar y su posterior precipitación en forma de lluvia.

- *Aguas frías* (8-15 °C), *débilmente ácidas a neutras* ($pH_{in\ situ}$= 5,3-7,4), mineralización débil (70-360 µS/cm), en general son ligeramente oxigenadas (3,7-4,3 mg/L O_2 disuelto) y oxidantes (Eh> 200 mV). Su composición química es bicarbonatada cálcica o bicarbonatada cálcico-sódica. No se ha detectado boro en disolución (<0,05 mg/L), y con la excepción de dos de las muestras que presentan concentraciones en manganeso superiores a 50 µg/L. La composición química indica que se trata de aguas de infiltración o de flujos cortos a través de rocas ígneas o metamórficas, resultante de la disolución de calcitas, y, en menor medida, hidrólisis de plagioclasas.

- *Aguas frías* (14-18 °C) *o templadas* (18-21 °C), *débilmente ácidas a básicas* ($pH_{in\ situ}$= 5,9-9,6)[3], con mineralización variable en función del tiempo de residencia e interacción del agua con los minerales de la roca a través de la cual circula, facies bicarbonatada sódica, con concentraciones en sodio que pueden llegar a ser muy altas (238-552 mg/L); son fluoruradas (>2 mg/L), y con boro (0,12-3,92 mg/L) en disolución, que llega a alcanzar concentraciones perjudiciales para la salud en caso de su consumo (>1,0 mg/L).

  Prácticamente el 75% de las muestras, se hallan en condiciones anóxicas o muy poco oxigenadas (0,1-5,5 mg/L de O_2 disuelto) y reductoras (Eh< 0 mV), y, en consecuencia, se ha detectado amonio (0,06-4,32 mg/L), hierro (0,03-16,70 mg/L y/o manganeso (0,02-0,60 mg/L) en disolución; por el contrario, aquellas muestras que son oxigenadas y oxidantes se caracterizan por la ausencia de dichos iones y metales en disolución. Además, en la mitad de las muestras se ha detectado arsénico en concentraciones superiores a 10 µg/L, y, puntualmente, en tres de ellas, también níquel (> 20 mg/L). La gasificación de algunas de estas aguas con CO_2, posiblemente de origen endógeno le confiere un carácter ácido, que favorece la hidrólisis de los aluminosilicatos, y da lugar a una composición bicarbonatada sódica y un nivel apreciable de mineralización.

- *Aguas templadas a termales* (22-77 °C), en general son *débilmente básicas a muy básicas* ($pH_{in\ situ}$= 7,6-8,7), aunque la quinta parte de las muestras son prácticamente neutras ($pH_{in\ situ}$= 6,4-6,9); presentan mineralización muy variable (201-971 µS/cm); están poco oxigenadas (3-4 mg/L O_2 disuelto) y con potenciales eléctricos reductores (Eh< 100 mV) u oxidantes (Eh> 175 mV). Son de facies bicarbonatadas sódicas y fluoruradas (3-25 mg/L), con boro (0,102-1,659 mg/L) y amonio (0,08-2,00 mg/L) en disolución; además, la mayoría de las muestra (65%) son sulfuradas (2-44 mg/L, e incluso dos de ellas con 2.190 mg/L de sulfuros). En ciertas muestras (46%) también se ha identificado manganeso (22-55 µg/L); en otras (38%), arsénico en contenidos importantes (10-44 µg/L).

3. La variación en el pH es función de la composición mineralógica de la roca y las distintas reacciones de balance de masas que se producen durante la circulación del agua a su través.

La diferente mineralización y temperatura del agua es función de los distintos porcentajes de mezcla entre las aguas propias de los granitos y aguas de circulación somera. La composición química de estas aguas responde a los procesos de intercambio catiónico e hidrólisis de feldespatos-plagioclasas y micas, que le confieren el carácter bicarbonatado sódico. La aparición de flúor es debida a la disolución de fluoritas o fluorapatito; los sulfuros se deben a la reducción de piritas que existen en la roca; el boro forma parte de la composición de las micas biotitas.

■ *Aguas termales* (26-54 °C), *básicas* ($pH_{in\ situ}$= 8,0-8,9), mineralización débil (295-526 µS/cm), poco oxigenadas (2-3 mg/L O_2 disuelto) y condiciones reductoras (Eh< 100 mV). Son de facies bicarbonatada clorurada sódica, sulfuradas (20-37 mg/L) y fluoruradas (10-22 mg/L), con boro (0,412-0,979 mg/L) y amonio (0,35-0,98 mg/L) en disolución. Son un estado intermedio de evolución de las aguas de circulación profunda a través de las fracturas de las rocas graníticas, que no han alcanzado la saturación química y equilibrio termodinámico en bicarbonatos.

■ *Aguas termales* (40-54 °C), con la excepción de las aguas del Balneario de A Toxa, cuyo pH es *débilmente ácido* ($pH_{in\ situ}$= 5,8-6,4), el resto de las manifestaciones son débilmente básicas a básicas ($pH_{in\ situ}$= 7,2-8,0); con mineralización salobre (1.000-3.600 µS/cm) a salina (46.000 µS/cm) [4]; de facies cloruradas sódicas, altos contenidos en sulfatos, sulfuradas –luego, están en condiciones reductoras (Eh< 0 mV) y anóxicas (<2 mg/L de O_2 disuelto)–, fluoruradas (3-25 mg/L), con boro (0,40-5,80 mg/L), y, en el 43% de las muestras también con amonio (0,20-0,76 mg/L); en ninguna de las muestras de agua se ha detectado arsénico (<5 µg/L).

En todos los casos son aguas que corresponden a flujos muy penetrantes, con un tiempo largo de residencia en el subsuelo, que, además de una mineralización elevada, determinan su carácter termal. La aparición de flúor es debida a la disolución de fluorita o fluorapatito; los oligoelementos como litio y boro pueden proceder de la hidrólisis de las biotitas.

La composición química de estas aguas se relaciona estrechamente con la intensa fracturación y esquistosidad de las rocas, que, básicamente, determina dos sistemas hidrogeológicos: un sistema hidrotermal profundo relacionado con la circulación profunda y extensa del agua meteórica en el sistema regional de flujo, y un sistema somero que se asocia con flujo local de agua subterránea. Como resultado de diferentes porcentajes de mezcla de las aguas termales con aguas de flujos someros o subsuperficiales, durante el ascenso hacia la superficie, se derivan variaciones en la composición química y temperatura de estas aguas minerales.

4. La clasificación del agua según su conductividad eléctrica es: aguas dulces, C.E.< 1.000 µS/cm; salobres, entre 1.000 y 10.000 µS/cm; salinas: 10.000-100.000 µS/cm, y salmueras> 100.000 µS/cm

B • Por su circulación a través de la formación geológica

■ *Aguas minerales someras*, poco evolucionadas, de facies clorurada sódica (San Xines y Agua Sana) o bicarbonatada cálcica (Charca do Alligal, Fontoria, Fontxesta, Fonte Muiño, Balneario de Incio, Magnesitas de Rubián y Fonte Deza), pobremente mineralizadas y frías (Tabla3).

TABLA 3 ■ Aguas minerales de flujos someros y poco evolucionadas: facies clorurada sódica y bicarbonatadas cálcicas

Topónimo	T (°C)	pH in situ	C.E. (µS/cm) in situ	pH	C.E. (µS/cm)	Observaciones
San Xines (Pontevedra)	16,0	5,3	135	5,9	115	*La temperatura fría, el pH ácido, la débil mineralización y la composición clorurada sódica de estas aguas, indican una circulación somera del agua de recarga, cuyo origen está en la infiltración de agua de precipitación, en gran medida, procedente del mar.*
Agua Sana M-1 (Pontevedra)	13,9	4,9	59	6,7	42	
Charca do Alligal (Lugo)	19,4	8,0	260	7,5	228	*Las aguas de infiltración o de flujos cortos a través de rocas ígneas o metamórficas se caracterizan por una composición bicarbonatada cálcica o cálcico-sódica resultado de la disolución de carbonatos, que implica un aumento del pH, y, en menor medida, hidrólisis de plagioclasas.*
Fontoira-1 (Lugo)	14,5	6,7	360	7,2	322	
Fontoira-2 (Lugo)	14,2	7,4	322	7,3	290	
Agua de Fontoira (Lugo)	13,5	7,3	288	7,4	258	
Agua de Fontxesta (Lugo)	13,8	5,9	108	6,7	85	
Fonte Muíño (Lugo)	7,8	7,3	140	8,2	132	
Balneario de Incio (Lugo)	11,9	6,6	182	7,3	161	
Magnesitas de Rubián (Lugo)	15,3	8,5	268	7,7	242	
Fonte Deza (Cántaras) (Pontevedra)	12,5	5,3	70	4,5	65	

■ *Aguas minerales de flujos de trayectoria larga,* composición bicarbonatada sódica, fluoruradas y frías (Tabla 4A), y templadas a termales (Tabla 4B). En el subgrupo correspondiente a las muestras de agua fría se incluyen las de las captaciones: Guitiriz, Aguas Santas, Mouriscados, Bembibre, Cabreiroa y Sousas; en el subgrupo de aguas templadas a termales: Arnoia, Laias, Molgas, Bañiño, Baños Vellos de Carballo, Baños de Brea, Balneario de Lugo, Partovia, Balneario de Berán, Caldas de Brués, La Moderna, Outariz, Cortegada, Lobios y Baños de Bande.

TABLA 4A ■ Aguas minerales con flujos de trayectoria larga y frías: bicarbonatadas sódicas fluoruradas

Topónimo	T (°C)	pH in situ	C.E. (µS/cm) in situ	pH	C.E. (µS/cm)	Observaciones
Balneario Guitiriz (Lugo)	17,3	9,5	354	9,5	354	*La composición química de las aguas que circulan a través de fracturas en granitos o a favor de la esquistosidad de las rocas metamórficas, es resultado de reacciones de disolución de carbonatos, procesos de intercambio catiónico e hidrólisis de feldespatos-plagioclasas y micas, que le confieren el carácter bicarbonatado sódico. La aparición de fluor es debida a la disolución de fluoritas o fluorapatito; los sulfuros se deben a la redución de piritas que existen en la roca. Oligoelementos tales como B y Li forman parte de la composición de las micas biotitas. La mayor mineralización del agua se debe a un mayor tiempo de residencia e interacción del agua con los minerales de la roca a través de la cual circula.*
Augas Santas (fuente) (Lugo)	19,8	7,2	347	7,8	305	
Balneario Augas Santas (B. Nuevo de Pantón) (Lugo)	17,8	8,9	690	9,3	650	
Balneario de Mouriscados (Lugo)	18,7	9,6	265	9,5	241	
Balneario de Bembibre (Ourense)	16,0	7,9	929	8,7	375	
Cabreiroá, nº 1 (Ourense)	14,5	6,8	312	7,3	270	
Cabreiroá, nº 2 (Ourense)	18,4	6,3	2200	6,5	2275	
Fontenova, manantial (Ourense)	18,9	6,3	2600	6,7	2805	
Fontenova, nº 2 (Ourense)	14,2	6,6	485	6,8	433	
Sousas manatial 1 (Ourense)	17,8	6,4	1900	6,8	1745	
Sousas manatial 2 (Ourense)	18,4	6,6	1140	7,1	1018	
Sousas nº II, sondeo 1 (Ourense)	17,2	6,3	149	6,6	138	
Sousas nº II, sondeo 2 (Ourense)	19,1	6,3	504	7,3	476	
Sousas nº II, sondeo 3 (Ourense)	17,8	6,3	243	7,3	229	
Sousas nº II, sondeo 4 (Ourense)	18,1	5,6	56	7,2	49	
Balneario Mondariz Sabajanes (Pontevedra)	19,6	7,9	457	8,4	420	
Balneario Mondariz A. Morales (Pontevedra)	17,6	6,1	2100	6,6	2354	
Balneario Mondariz F. Gandara (Pontevedra)	17,5	5,9	1728	6,5	1657	
Balneario Mondariz F. Troncoso (Pontevedra)	16,0	6,1	2800	6,6	3064	
Do Tremo-B. Nosa. Sra. dos Anxeles (A Coruña)	17,7	8,4	368	8,4	343	
Fontecelta S-1 (Lugo)	21,2	7,6	512	7,5	469	
Fontecelta S-2 (Lugo)	19,9	7,6	407	7,6	359	
Balneario Portovia, Fte. Prado (Ourense)	20,1	8,6	225	8,9	202	

TABLA 4B ■ Aguas minerales con flujos de trayectoria larga y de templadas a termales: bicarbonatadas sódicas fluoruradas

Topónimo	T (°C)	pH in situ	C.E. (µS/cm) in situ	pH	C.E. (µS/cm)	Observaciones
Balneario Arnoia, pozo P-4 (Ourense)	22,9	6,4	283	7,7	263	*La composición química de las aguas que circulan a través de fracturas en granitos o a favor de la esquistosidad de las rocas metamórficas, es resultado de procesos de intercambio catiónico e hidrólisis de feldespatos-plagioclasas y micas, que le confieren el carácter bicarbonatado sódico: La aparición de fluor es debida a la disolución de fluoritas o fluorapatito; los sulfuros se deben a la redución de piritas que existen en la roca. Oligoelementos tales como B y Li forman parte de la composición de las micas biotitas. La diferente temperatura y mineralización del agua se debe a diferentes porcentajes de mezcla con aguas de flujos someros o subsuperficiales, tanto menores cuanto más termales y mineralizadas sean las aguas, y en consecuencia, su flujo más largo y con mayor tiempo de residencia para poder adquirir tales características físico-químicas.*
Balneario Arnoia, pozo 1-B (Ourense)	22,9	8,6	402	8,7	370	
Balneario Laias, nº 38 (Ourense)	49,5	7,0	839	8,0	742	
Balneario Molgas, Fte. Caliente (Ourense)	42,3	6,9	1087	7,8	971	
Balneario Molgas, Fte. La Charca (Ourense)	23,3	6,8	388	7,9	971	
Balneario Bañiño (Ourense)	21,9	6,8	1026	7,6	331	
Balneario Vellos Carballo, fuente (A Coruña)	34,0	8,5	694	8,7	619	
Balneario Vellos Carballo, manantial	37,3	8,4	702	9,1	627	
Balneario Brea, fuente termal (Pontevedra)	22,5	8,0	627	8,0	579	
Baños Brea, sondeo nº 5 (Pontevedra)	24,3	8,0	540	8,0	573	
Balneario Lugo M. Central	29,6	7,7	644	7,9	583	
Balneario Lugo, pozo 3	42,6	7,8	698	7,9	602	
Balneario Lugo, pozo 2	42,0	7,6	791	7,9	608	
Balneario Lugo, pozo 4	26,9	7,8	591		552	
Balneario Lugo, piscina	40,6	7,5	664	8,0	582	
Balneario Partovia, Fte. Interior (Ourense)	28,8	8,1	219	8,8	201	
Balneario Partovia, Fte. Los Baños (Ourense)	30,8	8,0	228	8,8	202	
Balneario de Berán (Ourense)	28,5	8,1	2778	8,1	244	
Caldas de Brués (Ourense)	29,0	7,7	235	8,1	215	
La Moderna (Xardín das Burgas) (Ourense)	60,0	7,1	565	7,8	836	
Outariz Alta (poza 1) (Ourense)	60,0	7,8	625	8,4	555	
Outariz Alta (poza 2) (Ourense)	54,5	8,4	620	8,5	554	
Outariz Baja (Ourense)	64,0	8,4	642	8,5	570	
Balneario Cortegada (Ourense)	39,7	8,5	569	9,2	495	
Balneario de Lobios (Ourense)	76,7	8,7	374	9,1	315	
Baños de Bande (Ourense)	51,0	7,3	2660	7,5	794	

■ *Aguas minerales de flujos profundos y evolución química intermedia*, bicarbonatadas cloruradas sódicas, sulfuradas, fluoruradas y termales. Corresponde a las aguas tomadas en los balnearios de Carballiño y Cuntis (Tabla 5).

TABLA 5 ■ Aguas minerales flujos profundos con evolución química intermedia: facies bicarbonatada clorurada sódica, sulfurada y fluoruradas:

Topónimo	T (°C)	pH in situ	C.E. (µS/cm) in situ	pH	C.E. (µS/cm)	Observaciones
Balneario O Carballiño (Ourense)	25,6	8,0	295	9,0	267	*Aguas termales, básicas, con mineralización fuerte, bicarbonatadas cloruradas sódicas, sulfuradas y fluoruradas; son un estado intermedio de evolución de las aguas de circulación profunda a través de las fracturas de las rocas graníticas, que no ha alcanzado la saturación química y equilibrio termodinámico en bicarbonatos.*
Balneario Cuntis, pozo huerta (Pontevedra)	40,2	8,9	487	8,9	440	
Balneario Cuntis manantial Hera Nueva (Pontevedra)	42,1	8,7	515	8,7	456	
Balneario Cuntis manantial Calle Real (Pontevedra)	53,9	8,7	526	8,7	443	

■ *Aguas minerales de flujos profundos muy evolucionadas*, gran tiempo de residencia, clouradas sódicas, sulfuradas, fluoruradas, mineralizadas y termales. En este grupo se integran las muestras de agua tomadas de las captaciones de Caldas de Tui, Balneario de A Toxa, Acuña y Arteixo (Tabla 6).

TABLA 6 ■ Aguas minerales de flujos profundos y muy evolucionados: cloruradas sódicas, sulfuradas y fluoruradas:

Topónimo	T (°C)	pH in situ	C.E. (µS/cm) in situ	pH	C.E. (µS/cm)	Observaciones
C. de Tui, m. Maricruz (Pontevedra)	42,7	8,0	1160	8,4	1019	*Estas aguas descargan a favor de fractuas y diaclasas subverticales en el granito que favorecen la meteorización química de la roca, la circulación profunda y un tiempo largo de residencia del agua, que, además de una mineralización elevada y pH básicos, determinan su termalismo. La aparición de fluor es debida a la disolución de fluorita o fluorapatito; los oligoelementos como litio y boro proceden de la hidrólisis de las biotitas.*
Balneario Caldelas de Tui, San Antonio (Pontevedra)	46,0	8,0	1167	8,3	1013	
Balneario Caldelas de Tui, S. Francisco (Pontevedra)	50,7	7,9	1155	8,3	1024	
Balneario A Toxa Pozo Patio Caliente (Pontevedra)	48,5	6,2	46300	6,7	56693	
Balneario A Toxa Pozo Patio Frío (Pontevedra)	41,8	6,1	44100	6,6	52853	
Balneario A Toxa Pozo Paseo del Mar (Pontevedra)	47,4	6,0	45600	6,6	55053	
Balneario A Toxa Pozo Capilla (Pontevedra)	46,0	5,8	45500	6,6	54573	
Balneario A Toxa Sotano Frío (Pontevedra)	37,8	5,8	43600	6,5	49973	
Balneario A Toxa Sotano Caliente (Pontevedra)	44,9	6,4	45900	6,9	53053	
Balneario Acuña, Fte. Ojos (Pontevedra)	23,9	7,7	1085	8,0	1027	
Balneario Acuña (Pontevedra)	38,0	7,9	1045	8,2	939	
Balneario Dávila (Pontevedra)	43,2	7,7	1192	8,2	1014	
Balneario Arteixo 1 (A Coruña)	36,2	7,2	3500	7,8	3503	
Balneario Arteixo 2 (A Coruña)	35,9	7,2	3600	7,7	3563	

Tipología de las aguas minerales

Los mecanismos y procesos de interacción del agua, a lo largo de su trayectoria a través del substrato rocoso, son los principales factores que originan las características hidrogeoquímicas de las distintas tipologías de aguas minerales de Galicia (Figura 39). En síntesis, responden a:

- *Aguas frías, bicarbonatadas cálcicas o cálcico-sódicas*, con flujos someros, de trayectoria corta y poco penetrante en el substrato rocoso; deben su composición a la disolución de carbonatos en un sistema abierto al CO_2, y, en menor medida, a la hidrólisis de plagioclasas.

- *Aguas frías y termales, bicarbonatadas sódicas y evolución intermedia*, con flujos a través del sistema de fracturas, donde los procesos dominantes, favorecidos por la influencia termal, son la hidrólisis de feldespatos-plagioclasas y micas, y, en menor medida, el intercambio catiónico entre el agua y los minerales de la arcilla, y la disolución de carbonatos, halita, yeso y otras sales presentes en el seno de las fracturas. La procedencia del fluor parece estar en la disolución de fluorita o fluorapatito; la de los sulfuros en las piritas. El boro aparece como resultado de la hidrólisis de biotitas. En función del tiempo de residencia y los distintos porcentajes de mezcla con aguas subsuperficiales, las muestras de agua estarán más o menos mineralizadas y tendrán diferentes temperaturas.

- *Aguas termales, cloruradas sódicas y muy evolucionadas*, pueden ser el resultado de la mezcla de agua de mar con agua de circulación profunda, que deben su composición tanto a la disolución de sales, como a la hidrólisis de aluminosilicatos como resultado de procesos de interacción con la roca granítica, después de un tiempo de residencia largo, velocidad de flujo más lenta, y, en consecuencia, mayor mineralización del agua, cuya edad es tan antigua que pueden denominarse *paleoaguas*. Los iones Ca^{2+} y Na^{+} son los cationes dominantes en estas aguas profundas.

- *Aguas salobres y salinas* que se mueven lentamente debido a su elevada densidad (su tiempo de permanencia en el subsuelo se cifra en miles de años) y acaban resurgiendo en sentido vertical ascendente a través de conductos privilegiados y, en su tramo final de descarga, pueden mezclarse con otras aguas de flujos menos profundos y variar su contenido mineralógico y, por tanto, cambiar su composición química de facies clorurada sódica o sódico-cálcica a bicarbonatadas-cloruradas sódicas. Un mayor porcentaje de mezcla con agua salobre o salina, como el agua del mar, dará lugar a aguas con una fuerte mineralización, mientras que la mezcla con aguas someras o superficiales, provocará la dilución del contenido en sales, y, por tanto, disminuirá la mineralización del agua resultante.

Las condiciones reductoras del medio favorecen la aparición de hierro, manganeso y arsénico en ciertos emplazamientos en concentraciones tales que indican contaminación, aunque su origen sea natural, como resultado de la desorción de los óxidos e hidróxidos de hierro, manganeso y aluminio sobre los que inicialmente estaban retenidos: bajo unas condiciones reductoras, dichos óxidos están en disolución, y, en consecuencia, el arsénico queda liberado y disuelto en el agua subterránea.

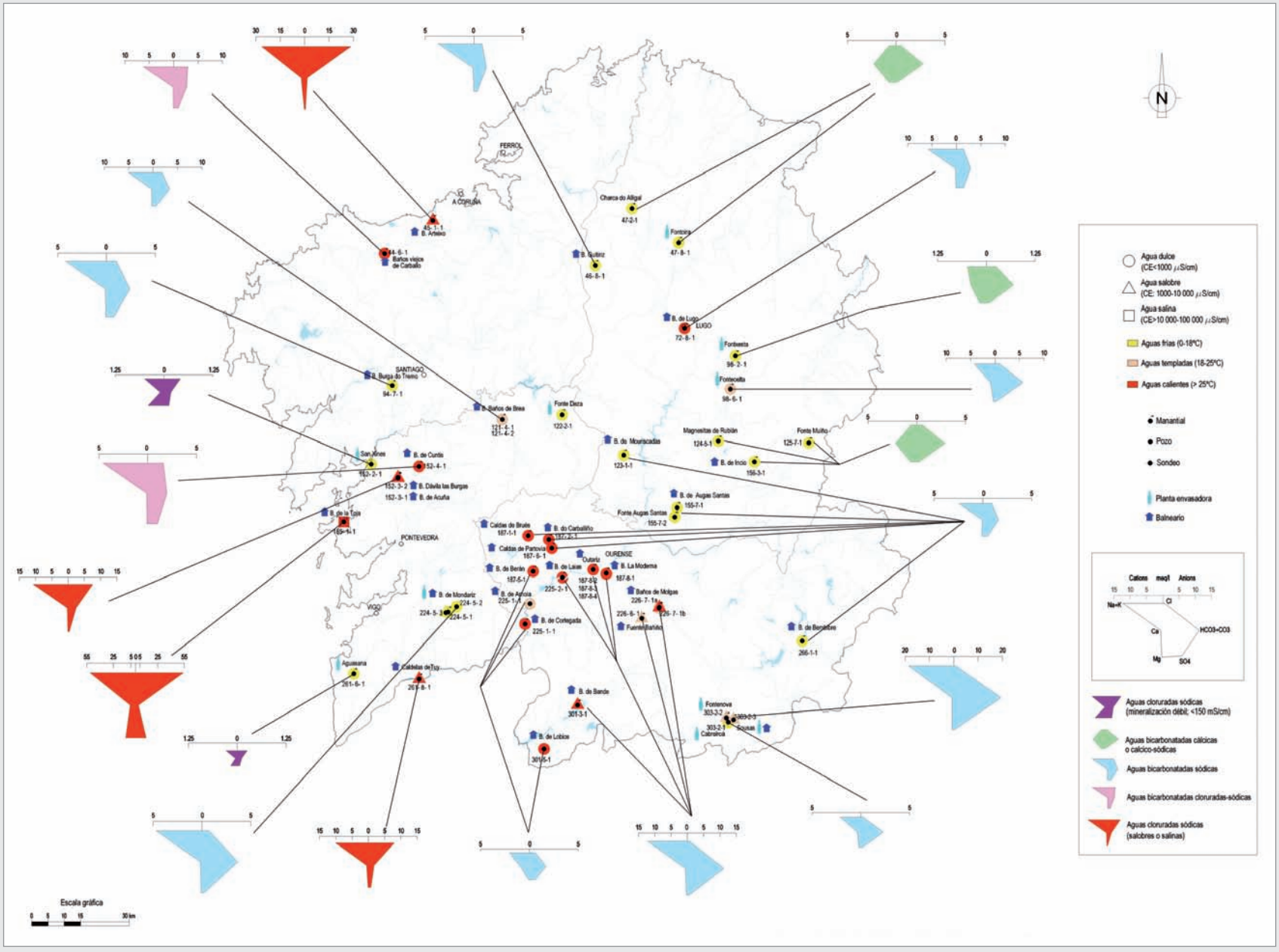


Figura 39 • Mapa de caracterización hidroquímica de las aguas minerales y termales de Galicia.

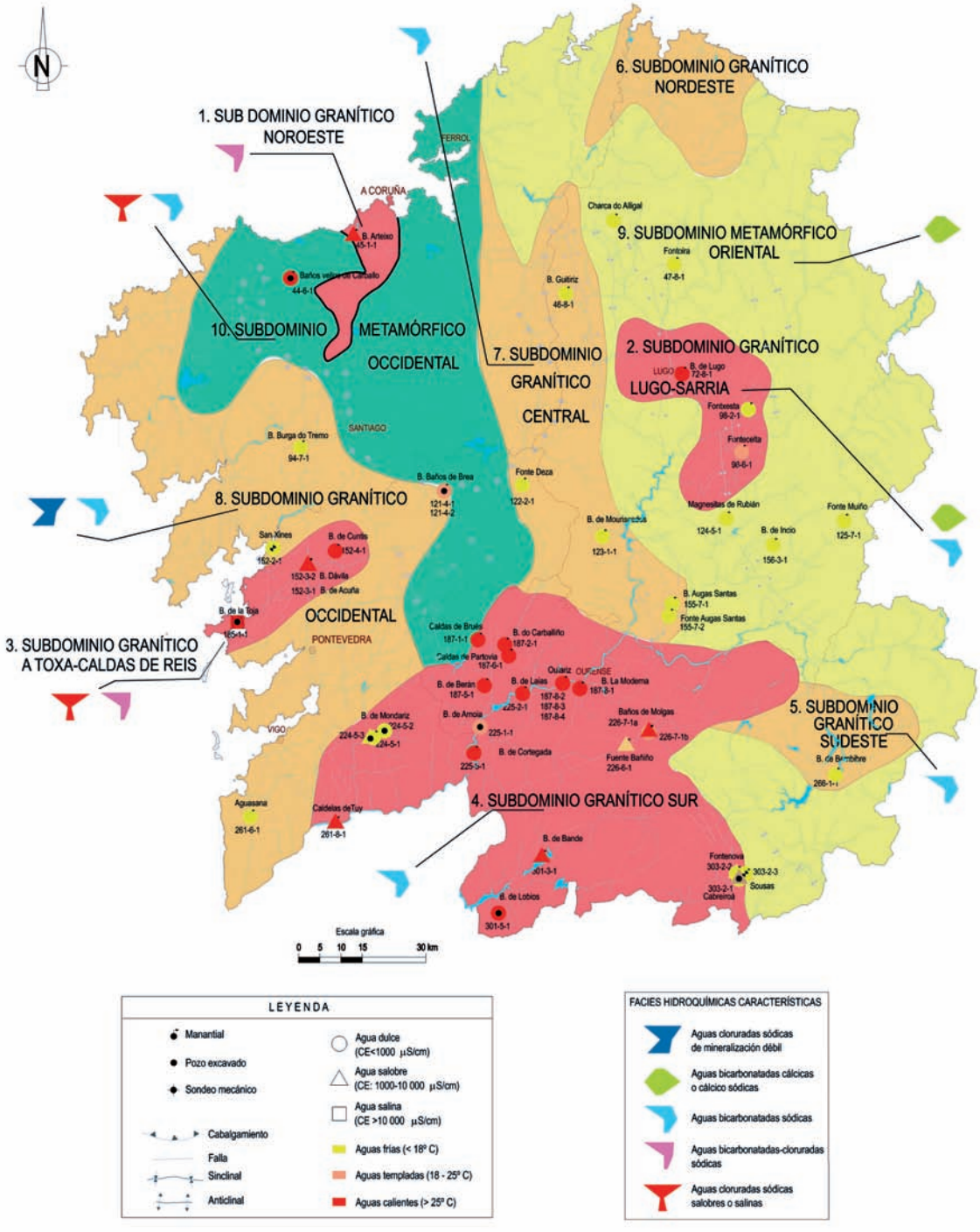


Figura 40 • Mapa de Subdominios Hidrominerales de Galicia.

LOS SUBDOMINIOS HIDOMINERALES

El conjunto de la Región, forma parte del denominado Dominio Hidromineral del Macizo Hercínico, que abarca aproximadamente el tercio occidental de la Península Ibérica, incluyendo todo el noroeste español y que se encuentra representado por una gran diversidad de materiales pertenecientes al Paleozoico metamorfizado por la orogenia hercínica o masas de rocas ígneas, fundamentalmente granitoides. Este se ha dividido en varios subdominios más o menos homogéneos respecto a sus recursos hidrominerales.

Los macizos formados por rocas metamórficas o ígneas constituyen medios fisurados de baja a media permeabilidad, en los que se pueden superponer sistemas de circulación subterránea somera, intermedia y profunda, de manera que en una misma vertical se pueden encontrar aguas subterráneas con diferentes facies hidrogeoquímicas: bicarbonatada cálcica, bicarbonatada cálcico-sódica, bicarbonatada sódica o clorurada sódica, citadas de más somera a más profunda, es decir, de menos a más evolucionadas. Así, en una zona concreta pueden existir, con escasa distancia entre ellas, manifestaciones de agua desde muy ligera (fría, de baja mineralización y con facies bicarbonatada cálcica o clorurada sódica –en zonas próximas a la costa–) a muy evolucionada (termal o no –dependiendo de la velocidad del flujo en la zona de descarga–, con mineralización fuerte y facies bicarbonatada o clorurada sódica), o con características físico-químicas intermedias como consecuencia de mezclas de aguas. Teniendo en cuenta todo esto y considerando de forma conjunta el tipo de roca predominante, el sistema de flujo (somero, intermedio o profundo) predominante, y las facies hidrogeoquímicas de manifestaciones hidrominerales o hidrotermales presentes en cada zona, se han establecido 10 subdominios hidrominerales en este Dominio, representados en la figura 40.

Subdominio Granítico Noroeste

Se corresponde con el Complejo granítico de A Coruña, que supone la presencia de una gran diversidad de texturas y composición de las rocas, desde granitos predominantemente biotíticos a granitos de dos micas con predominio de moscovitas, fundamentalmente, encajados entre materiales esquistosos del Complejo de Ordes (Precámbrico) afectados por metamorfismo de contacto en una franja de aproximadamente 1 km de anchura en la zona de contacto con los granitos.

El conjunto está afectado por una red de fracturas de direcciones preferentes SO-NE a SSO-NNE y NO-SE, en la que llegan a desarrollarse flujos hidrotermales de gran penetración en el subsuelo, con aguas de facies cloruradas (Arteixo y Loureda).

Detalle de la densa fracturación subvertical de la granodiorita que aflora en las inmediaciones de Loureda.

Subdominio Granítico Lugo-Sarria

Dentro de este subdominio se diferencian dos tipos de granitos en función de su relación con las deformaciones variscas sufridas por las rocas. Por un lado las rocas sincinemáticas que aparecen en las zonas O y S del Subdominio, y por otro los granitos postcinemáticos que ocupan la parte central del mismo.

Los granitos variscos postcinemáticos de Lugo, Castroverde y Neira se presentan en macizos circulares con una geometría claramente circunscrita. Se trata de rocas graníticas biotíticas de tamaño de grano medio-grueso con una textura claramente porfídica, en la que los megacristales de feldespato potásico, de entre 1 y 4 centímetros, se disponen según la dirección

del flujo magmático. La fracturación que presentan es muy baja y de gran espaciamiento, consecuencia de la deformación tardivarisca sufrida.

Los granitos sincinemáticos son de dos micas de tamaño de grano medio a medio-fino fundamentalmente equigranulares, con algún megacristal disperso de feldespato potásico, salvo en el Macizo de San Juan de Muro donde aparece una fácies porfídica de carácter excepcional. Otra excepción en el Subdominio esta en el Macizo de Santa Eulalia de Pena formado por un granito biotítico con textura generalmente porfídica.

La deformación presente en estas rocas es igualmente variable. Los Macizos de Sarria y Santa Eulalia de Pena presentan una parte muy suavemente deformada, con algunas estructuras de flujo y una parte deformada en la que se presentan fábricas planolineares (Martínez Catalán, 1985). Por su parte, el Macizo de Hombreiro presenta una deformación dúctil de carácter importante asociada a la Falla de Viveiro situada al oeste.

Se han caracterizado circulaciones intermedias (Fonxesta) y profundas (Lugo, Fontecelta) que dan lugar a aguas bicarbonatadas sódico-cálcicas o sódicas.

Detalle de granito de dos micas deformado del Macizo de Sarria, con dos sistemas sistemáticos de fracturación subortogonales, en la zona de Fontecelta.

Subdominio Granítico A Toxa-Caldas de Reis

Abarca fundamentalmente el Macizo granítico de Caldas de Reis, constituido por un conjunto granítico compuesto por granitos y granodioritas biotíticas postcinemáticas (en el sector de isla de A Toxa-Caldas de Reis), que intruye en los materiales metamórficos de las zonas de Galicia Tras-os-Montes y Centro-Ibérica, así como en granitoides sincinemáticos anteriores al emplazamiento del macizo indicado (sector de Cuntis).

Se trata de un macizo circunscrito que define cartográficamente una elipse alargada según ENE-OSO, en la que se diferencian cuatro facies de granitoides de disposición grosso modo concéntrica, que corresponden a sucesivos episodios intrusivos en los que los cuerpos internos intruyen en los externos y constituye morfológicamente una zona deprimida por la que discurre el río Umia.

La deformación de estos granitoides no es significativa dado su carácter postvarisco y la fracturación tardi-postvarisca sigue las direcciones generales ya señaladas siendo de resaltar la fracturación con desarrollo en profundidad a la que se adapta la red fluvial actual y con la que parecen relacionarse las aguas con carácter termal del subdominio. Esta fracturación sigue fundamentalmente direcciones N-S (destacando la zona de densa fracturación denominada Depresión Meridiana que corta a estos granitoides desde Caldas de Reis a Barro), y NNE-SSO y NNE-SSO a NE-SO, a las que se adapta en gran medida la red hidrográfica actual.

Marea baja en el entorno del complejo termal de Isla de A Toxa (Pontevedra).

Panorámica del Istmo de O Grove desde el mirador de Loureiro (Pontevedra).

Balneario de A Toxa y afloramiento de los granitoides fracturados por los que se producen las surgencias.

La arenización en estos granitos ha producido extensos depósitos de jabre con residuales graníticos. Se desarrollan sobre todo en la facies de grano más grueso en las que da perfiles de alteración de varios metros de espesor, que llegan a superar los 20 m de espesor en el eje central del Macizo.

Por sus características estructurales, los materiales graníticos de este subdominio albergan flujos profundos de carácter hidrotermal cuyas áreas de descarga están situadas en el cauce del río Umia y afluentes, con aguas de facies bicarbonatadas sódicas y cloruradas sódicas, en la costa (manifestaciones de Cuntis, Caldas de Reis y A Toxa).

Subdominio Granítico Sur

Se extiende por el tercio sur de Galicia en su parte central, que está ocupado en su mayor parte por granitoides sincinemáticos variscos que se adaptan en general a las direcciones variscas en este sector alargándose en dirección submeridiana. Además se encuentran la mayoría de los granitoides postcinemáticos de Galicia. El magmatismo prevarisco está poco representado por zonas de ortogneises glandulares que afloran sobre todo en el sector al sur de A Limia y al este de Maceda.

Tramo del curso del Río Miño en el que se producen numerosas surgencias de agua termal (A Chavasqueira, O Tinteiro, O Muíño, Outariz). El río excava los granitos postcinemáticos del Macizo de Ourense.

Los granitoides prevariscos a postcinemáticos de este subdominio encajan en materiales metasedimentarios correspondientes al Dominio Esquistoso de Galicia-Trás-os-Montes, pertenecientes a los denominados Grupo de Nogueira (sucesión esquistosa con algunos niveles de cuarcitas y niveles grafitosos) y Grupo de Paraño (pizarras, esquistos, filitas arenosas y grauvacas con intercalaciones de cuarcitas y de metavulcanitas).

Entre los granitoides sincinemáticos afloran granitoides precoces (afectados por la fase D3) de composición calcoalcalina, constituidos fundamentalmente por granitos y granodioritas biotíticas constituyendo macizos alargados. Están representados por los macizos de Avión, Nocedo (por pequeños cuerpos resultantes del desmembramiento sufrido por la intrusión de granitoides inhomogéneos del Macizo de Celanova-Bande) y parte del Macizo de Chantada-Taboada (por el denominado plutón de Mao, elíptico alargado N-S y de pequeño tamaño).

Los granitoides sincinemáticos de dos micas peralumínicos anatécticos están representados en la parte centro-sur por el Macizo de Celanova-Bande, un extenso macizo alargado N-S instalado en la parte central del Domo de Celanova, una estructura de tercera fase.

El resto de los granitoides sincinemáticos peralumínicos se disponen alargándose según direcciones variscas submeridianas, constituyendo extensos afloramientos que se han descrito como alineaciones graníticas, tales como las de Campo Lameiro-Borben, Salvaterra-A Cañiza-Cerdedo, Ourense-Carballiño-Rodeiro, Xinzo-Allariz-Chantada. Se trata de granitoides de dos micas, que varían desde predominantemente biotíticos a leucogranitos moscovíticos, con facies muy variables desde equigranulares de grano fino a heterogranulares de grano grueso y muy grueso, y facies porfídicas; así como facies de dos micas muy leucocráticas con grandes biotitas ("ala de mosca"). La presencia de enclaves de rocas encajantes es en estos granitoides bastante frecuente, sobre todo en los bordes, estando los contactos en general mal definidos. También incluyen diferenciados pegmaplíticos y diques de cuarzo con cierta frecuencia. La estructura interna está marcada por la foliación tectónica y no son raras las estructuras de flujo magmático.

Los granitoides postcinemáticos no presentan rasgos apreciables de deformación significativa. Se trata de granitoides biotíticos de carácter calcoalcalino y subalcalino y están bien representados en: macizos de O Porriño, Ribadavia, Ourense, Crespos y Lobios. Además, hay algunos pequeños stocks de pórfidos granodioríticos relacionados. Tienen formas subcirculares a elípticas (tendencia al alargamiento E-O, excepto el de

Las surgencias termales aguas abajo de la ciudad de Ourense se sitúan en el cauce del Río Miño. Termas de O Muíño.

Detalle de granito fracturado por el que se producen surgencias de agua termal. Obsérvense los depósitos blancuzcos y la alteración del granito que adquiere un color rojizo. Termas de Outariz.

O Porriño) y carácter circunscrito, con contactos netos y discordantes con las rocas encajantes en las que producen frecuentemente metamorfismo térmico. Predominan los granitos y granodioritas biotíticas con facies anfibólicas. Presentan diferentes texturas tales como de grano fino-medio a medio, equi a inequigranulares, a grano grueso con megacristales o porfídicas con megacristales de feldespato potásico de hasta 10 cm de longitud. En los pórfidos la composición varía de granítica a granodiorítica, con texturas microporfídicas. La fractuación en estos macizos es del tipo de la descrita de forma general para los granitoides postcinemáticos: subvertical y subortogonal, con espaciados en general más amplios que en los sin-cinemáticos, y una fracturación superficial subhorizontal.

Vista general aguas abajo del río Caldo, con la población de Lobios al fondo. En este valle lineal de fractura se ubican las manifestaciones termales de Lobios.

En este Subdominio abundan las rocas filonianas variscas y postvariscas con predominio de las de carácter ácido y relacionadas con etapas tardías (pegmatíticas, neumatolíticas o hidrotermales) del magmatismo granítico: aplitas y pegmatitas, cuarzo, pórfidos y microgranitos porfídicos. También aparecen algunos diques de rocas básicas. Su relación espacial se establece preferentemente con los granitoides sincinemáticos, y sólo raramente con los granitoides postcinemáticos. Las dimensiones de los diques son muy variables, ya que llegan a tener desarrollos longitudinales de hasta varios kilómetros. Su potencia varía de centimétrica a métrica, siendo por lo común inferior al metro.

Es importante resaltar la existencia de una fracturación tardi-postvarica de gran relevancia en relación con la circulación del agua subterránea, y que se considera de gran desarrollo profundo. A favor de estas zonas de fracturación se han excavado algunos de los cursos fluviales más importantes de la zona. Las direcciones predominantes de fractura son N-S (ríos Avia, Arnoia y Miño), E-O a NNE-SSO (ríos Arnoia y Miño) y NE-SO (ríos Limia y Miño).

Desde el punto de vista hidrogeológico, se caracteriza por la abundancia de sistemas de flujo profundo hidrotermales con zonas de descarga próximas a los cauces de los ríos Miño y afluentes, Limia y Támega, y predominio de aguas calientes o muy calientes con facies bicarbonatadas sódicas. Incluye un gran número de manifestaciones termales (Tui, Arnoia, Ourense, Molgas, Carballiño, Cortegada, Lobios, Bande, etc.), entre las que se encuentran algunas de las de mayor temperatura de todo el territorio español (sectores de Ourense 60-64 ºC y Lobios 77 ºC), y algunas zonas de aguas frías o templadas (sectores de Mondariz y río Támega) que corresponden también a circulaciones profundas, cuya agua se enfría en el tramo de descarga por circulación lenta y/o mezcla con aguas frías someras.

Aspecto de afloramiento de los granitoides biotíticos postcinemáticos del Macizo de Lobios, donde surgen las aguas termales más calientes de España.

En Prexigueiro se puede observar la salida de agua termal en el cauce del río, a favor de fracturas que afectan a esquistos migmatizados, jalonadas por depósitos blanquecinos.

Subdominio Granítico Sudeste

Está ocupado por rocas graníticas de los macizos de Majada Cervera, de A Pobra de Trives y de la Alineación granítica de Meda-Cabeza de Manzaneda y Macizo de Castro Caldelas, así como por algunos macizos graníticos situados hacia el sur y este tales como los macizos de Manzalvos-Castromil, A Gudiña, A Veiga, Penouta, A Rúa, Pradorramisquedo y otros, además de una parte de los afloramientos del Ortogneis de Covelo y de los gneises Ollo de Sapo. Estos materiales graníticos quedan incluidos en los metasedimentos del Ordovícico Inferior a Medio de la Zona Centro-Ibérica: Capas de los Montes (pizarras y areniscas), Cuarcita Armoricana (cuarcitas y areniscas) y Pizarras de Luarca.

Valle del Río Camba (Viana do Bolo, Ourense) en el que se sitúa el manantial de Bembibre.

Los macizos de Majada Cervera y A Pobra de Trives son granitoides sincinemáticos precoces que se alargan NO-SE en dirección varisca y están constituidos por granitos y granodioritas dominantemente biotíticos, con facies con megacristales de feldespato potásico (aflora en la parte SE) y facies de grano medio a fino-medio (aflora en la parte NO). El macizo de A Pobra de Trives presenta abundantes megaenclaves del tipo "roof pendant", de gneises glandulares Ollo de Sapo y otras rocas del encajante.

La Alineación Meda-Cabeza de Manzaneda se sitúa entre los dos macizos anteriores y se alarga en la misma dirección estando constituida por granitos sincinemáticos de dos micas moderadamente leucocráticos, con facies equi a inequigranulares, de grano fino a grueso, a porfídica en zonas. Presenta abundancia de meso y macroenclaves de metasedimentos del tipo "roof pendant". Los contactos entre los granitoides precoces y los granitos de dos micas ligeramente porfídicos de la Alineación son graduales e híbridos, siendo netos sus contactos con los metasedimentos y ortogneises. En la parte norte de la Alineación se sitúa el pequeño macizo de Castro Caldelas alargado E-O y constituido por un granito de dos micas de grano medio porfídico. La continuación meridional de esta Alineación la constituye el Macizo de Bembibre-Villarino.

También corresponden a granitoides precoces los que componen el Macizo de Manzalvos-Castromil en el límite meridional de las provincias de Ourense y Zamora cuyo extremo suroriental penetra en Portugal. Presenta una morfología muy irregular por estar intruido por otros macizos graníticos, siendo litológicamente complejo aunque la práctica totalidad del mismo está constituido por monzogranitos biotíticos con moscovita, con textura porfídica y con orientación mineral.

Los macizos sincinemáticos señalados más al este son predominantemente granitos de dos micas de grano fino a medio-grueso, equigranulares a heterogranulares (A Gudiña, A Panda) más o menos leucocráticos moscovíticos a holomoscovíticos (Macizo de Quintela) o moscovíticos en gran medida gneisenizados como es el caso del macizo de Penouta.

Los aspectos de la fracturación que afecta a estos granitoides son similares a los ya referidos de forma general para los granitoides sincinemáticos. Deformación interna y densa fracturación en general, con abundantes manifestaciones filonianas.

Entre los granitoides biotíticos tardíos, sin deformación significativa, que se localizan en la parte más suroriental del Subdominio (regiones de Viana do Bolo y A Gudiña) pueden señalarse pequeños cuerpos tales como el Macizo de Seoane (granitoides biotíticos con moscovita de grano fino a muy fino equigranular, en zonas de grano fino-medio porfídicos); Macizo de Castelo (leucogranitos de dos micas de grano medio-fino); Macizo de Veiga (monzogranitos biotíticos con moscovita porfídicos, de grano grueso o muy grueso); Macizo de Pradorramisquedo (granitos biotítico-moscovíticos de grano grueso a medio-grueso, equigranulares); Macizo de A Rúa (granitos biotítico moscovíticos porfídicos, de grano medio-grueso).

En los granitoides descritos predominan las circulaciones subterráneas someras, aunque llegan a desarrollarse de forma muy aislada flujos relativamente profundos de pequeña cuantía con descargas de agua fría (Bembibre) y facies bicarbonatada sódica.

Subdominio Granítico Nordeste

Afloran en este subdominio materiales con edades del Precámbrico (Serie de Vilalba) y del Paleozoico, sobre todo Cámbrico Inferior, de la Zona Asturoccidental-Leonesa, afectando tanto al DMM como al DNAS. Están intruidos estos materiales por granitos sincinemáticos de dos micas del Macizo de San Ciprián que inyectan y migmatizan las series metasedimentarias de su entorno. También se incluyen granitos sincinemáticos de dos micas del Conjunto granítico de Viveiro y del Macizo de Penedo Gordo. La deformación de estos granitos no es intensa excepto en el Macizo de Viveiro, en el borde oeste del subdominio, donde se sitúa el paso de la Zona de Cizalla de Viveiro.

En el SE de este subdominio aflora el Macizo de A Toxiza, granitoide postcinemático biotítico, porfídico, poco o nada deformado, con una facies de borde con presencia de moscovita. En este granito se encuentran abundantes megaenclaves de metasedimentos migmatizados, y su intrusión dio origen a un metamorfismo térmico de contacto que afectó al encajante metapelítico en una banda de anchura variable.

Aspecto de afloramiento del granitoide biotítico postcinemático del Macizo de A Toxiza con el que se relaciona el manantial de Augas Cheironas.

Los materiales de la Serie de Vilalba son esencialmente esquistos más o menos migmatizados y en la serie paleozoica predominan aquí los tramos detríticos areniscosos y pizarrosos del Cámbrico Inferior (Grupo Cándana) siendo de resaltar la presencia de un importante paquete de cuarcitas blancas de grano fino algo micáceas que ocupan una buena parte del subdominio propuesto.

Los granitoides señalados se sitúan en el extremo norte de la estructura varisca tardía denominada Domo de Lugo, y en el borde occidental del Subdominio se sitúa la Falla de Viveiro. Estas estructuras tardías afectan a estructuras de las fases de deformación anteriores tales como el Cabalgamiento basal del Manto de Mondoñedo que se encuentra representado en este Subdominio en la base del Dominio del Navia y Alto Sil, que constituye una ventana tectónica. La importancia del plegamiento de primera fase con pliegues apretados y tumbados con vergencia hacia el Este pueden verse en los acantilados de la costa. La fracturación tardía transversal a la dirección general varisca NNE-SSO predomina en este sector.

La arenización es importante en algunos partes del Macizo de A Toxiza, sobre todo en sus bordes y en la parte del alveolo central donde se han depositado sedimentos del Cuaternario constituidos por gravas y arenas con cierto espesor, tanto en el fondo de valle como en las terrazas que lo jalonan.

Puede señalarse la baja permeabilidad del conjunto metasedimentario (pizarras, areniscas y cuarcitas alternantes) siendo la Cuarcita de O Xistral, intensamente replegada y fracturada la que tendría mayor porosidad por fisuración. En cuanto a los granitoides, el Macizo de A Toxiza, de grano grueso porfídico, y en el que se desarrollan importantes perfiles de alteración es el que presentan mayor capacidad de infiltración profunda aprovechando este hecho y la fracturación. La Falla de Viveiro y cizallas subhorizontales asociadas pueden constituir zonas de pantalla y redireccionar los flujos subterráneos.

Se desarrollan flujos desde someros a profundos sin manifestación termal, con descargas aisladas de pequeña entidad, como el manantial de Augas Cheironas, en al Macizo de A Toxiza, cuya caracterización de detalle se ha descrito en el capítulo relativo a las características hidrogeológicas de los granitoides. Aparte de esta manifestación de flujo profundo no se ha estudiado ninguna manifestación en este sector.

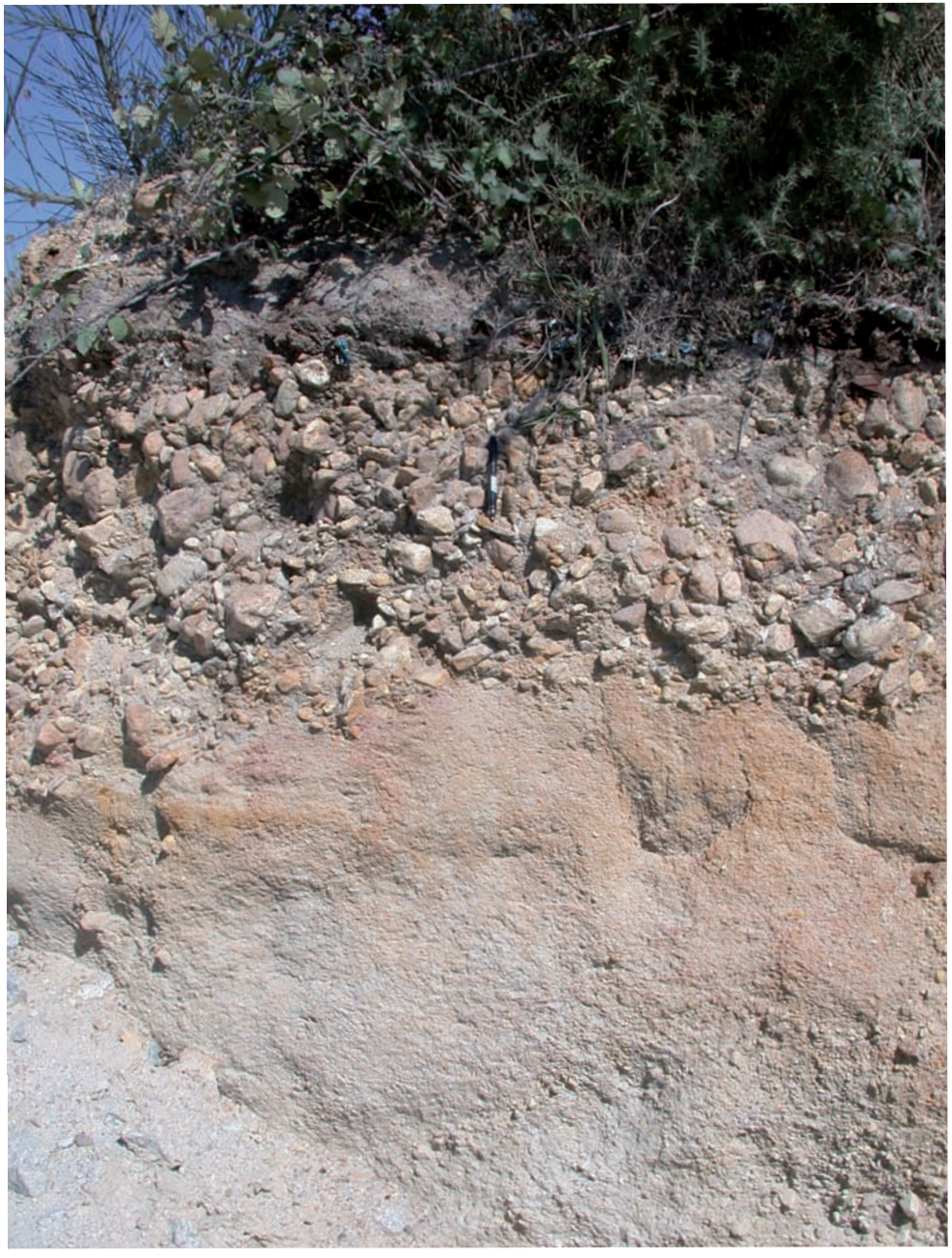
Subdominio Granítico Central

Forma una banda de dirección norte-sur que se ensancha hacia el sur, situada a caballo entre A Coruña y Lugo, en la que existe una gran diversidad de rocas, además de los macizos graníticos dominantes en las zonas central y oeste, muchos de los cuales forman la llamada Banda Granítica de Valdoviño-Monterroso.

Las rocas graníticas sincinemáticas presentan una variabilidad textural y composicional diferenciándose una serie de macizos independientes de extensión variable. Los granitos de dos micas de tamaño de grano fino aparecen formando los macizos de Espenuca, Friol y Agolada-Palas de Rei. En contacto con los anteriores se encuentran los macizos de Puebla de Parga y Chantada-Taboada, formados por granitos biotíticos fundamentalmente porfídicos. Todos ellos fueron deformados durante la tercera fase de deformación (D3), con una concentración de la deformación en una zona de cizalla coincidente con el margen E de los macizo de Espenuca y Chantada-Taboada.

Aspecto general del entorno de Fonte Deza. En primer término los granitos de dos micas sincinemáticos deformados del Macizo de Agolada-Palas de Rei, que constituyen el sustrato del valle en el que se ubica el manantial.

Aspecto de afloramiento de las granodioritas precoces porfídicas que constituyen el sustrato de la cuenca Terciaria-Cuaternaria en el sector del Balneario de Guitiriz.



Parte superior de los sedimentos que rellenan la cuenca Terciario-Cuaternaria en los que se capta el agua del Balneario de Guitiriz.

La zona central-oeste está marcada por las rocas del Dominio del Ollo de Sapo, perteneciente a la zona centro-ibérica, que forma un arco que cruza Galicia de norte a sur. La roca principal en esta zona es un porfiroide precámbrico muy característico con pequeños clastos de color azul y glándulas de feldespato, en el que se pueden diferenciar dos tramos según el tamaño de grano, que varía entre el grueso y el fino. Aparecen intercaladas delgadas capas de cuarcitas y de pizarras.

El resto de las rocas que aparecen son pizarras y cuarcitas con intercalaciones de areniscas en capas más o menos potentes pertenecientes a las series ordovícicas, que están más desarrolladas, con la salvedad de pizarras negras de las Capas de los Montes, en el Subdominio de Metamórfico Oriental dentro de las zonas Asturoccidental-leonesa y Centro-Ibérica.

En la parte oeste, aparecen rocas del Complejo de Ordes pertenecientes a la unidad de Corredorias, formada principalmente por un cuerpo de grandes dimensiones de ortogneises con enclaves esquistosos de gran tamaño, así como las rocas ultramáficas, gneises, gabros y anfibolitas de la Unidad de Sobrado y Careón.

En la parte sur aparecen rocas de los Grupos Nogueira y Paraño pertenecientes al Dominio Esquistoso de Galicia-Tras-os-Montes de los que se hablará en otros subdominios donde su presencia es mayor.

En correspondencia con la diversidad litológica y petrográfica, existen manifestaciones de flujos subterráneos desde someros a profundos, todos de agua fría, con facies desde mixta muy ligera, en los primeros (Deza), hasta bicarbonatada sódica (manifestaciones de Guitiriz, Mouriscadas y Auga Santa), en los segundos.

Subdominio Granítico Occidental

Detalle de afloramiento de granitoides sincinemáticos deformados abundantes en este Subdominio, con numerosos enclaves metamórficos.

Afloramiento de granitoides de dos micas sincinemáticos deformados en contacto con esquistos en la zona de captación de Aguasana.

Constituye la franja costera occidental de Galicia, excepción hecha del sector A Toxa-Caldas de Reis, en la que predominan los afloramientos de granitos alcalinos y calcoalcalinos sobre las rocas metamórficas. Incluye la mayor parte de la Unidad de Malpica-Tui, así como rocas de la Zona Centro-Ibérica y diversos plutones y alineaciones graníticas, que ocupan la mayor parte del área.

La Unidad de Malpica-Tui constituye una banda submeridiana, con estructura sinformal, de anchura variable (hasta 15 km) desde Malpica a Tui. Esta Unidad está constituida en este subdominio fundamentalmente por los denominados Esquistos y paragneises de Beo, el Ortogneis de Malpica-Borneiro y lo Ortogneises (de biotita, de hornblenda y biotita y peralcalinos con variadas composiciones).

El borde occidental de la Unidad de Malpica-Tui queda definido por la unidad tectónica denominada Zona de Deformación de Malpica-Lamego (Llana-Fúnez y Marcos, 1998), importante fractura cortical de carácter normal que evolucionó posteriormente a direccional. El borde oriental de esta Unidad es una estructura cabalgante (cizalla basal de la Unidad de Malpica-Tui) que la sitúa sobre el Dominio Esquistoso.

El Dominio Esquistoso de Galicia-Tras-os-Montes queda representado en esta zona por el Grupo de Nogueira (Unidad de Curbeiro con anfibolitas y esquistos andalucíticos y liditas, Micaesquistos de Argallo, Esquistos de Vilachán) y el Grupo de Paraño (Esquistos de Riás, constituidos por materiales metasedimentarios (esquistos, micaesquistos, esquistos grafitosos, liditas, metacuarcitas y cuarcitas). Con frecuencia los materiales de estos grupos aparecen migmatizados.

Los materiales que pueden asignarse a la Zona Centro-Ibérica son esquistos y metagrauvacas (Grupo del Douro) y a techo un tramo esencialmente cuarcítico (metareniscas y cuarcitas) sobre el que se sitúan esquistos grafitosos, filitas, liditas, metareniscas, cuarcitas y anfibolitas.

Las rocas graníticas que afloran en este Subdominio son sobre todo granitos de dos micas sincinemáticos que constituyen varios macizos y alineaciones que siguen direcciones submeridianas, correspondientes a las estructuras regionales variscas. Destacan en la mitad norte la Alineación Laxe-

Dumbría-Muros-Barbanza y el Macizo de Camariñas, y en la mitad sur las alineaciones de Campo Lameiro-Borbén, de Donón-Tomiño y el Macizo de Corrubedo, el Macizo de granitos cataclásticos de Ons-A Guarda, además de otros pequeños macizos como el de Pedrada y otros.

Los granitoides inhomogéneos, con gran variedad de facies y enclaves metasedimentarios, están representados por el Macizo de Camariñas y los granitoides inhomogéneos de Boiro.

Los granitoides biotíticos (granitos y granodioritas precoces) sincinemáticos, con tendencia calcoalcalina a subalcalina están representados por el Macizo de Baio-Vigo, que constituye una banda estrecha orientada NNO-SSE de más de 100 km, que se adapta a las estructuras regionales variscas. Es un macizo muy heterogéneo

Los granitoides postcinemáticos biotíticos, de tendencia calcoalcalina, están representados por varios macizos pequeños de formas subcirculares a elipsoidales como son los macizos de Traba, Pando, Pindo y los granitoides postcinemáticos de dos micas por el macizo de Confurco.

Por otra parte afloran algunos cuerpos de pequeño tamaño de ortogneises prevariscos en casos de tipo glandular.

La deformación en este subdominio ha sido marcada fundamentalmente por las tres fases regionales ya descritas anteriormente si bien la primera fase de deformación está aquí escasamente representada por algunos pliegues tumbados con vergencia al Oeste en el sector de Tomiño y algunas texturas y estructuras relictas.

Las estructuras de D2 están bien representadas en el entorno de los cabalgamientos desarrollándose la foliación principal observable en este Subdominio asociada a la zona de cizalla dúctil subhorizontal basal de la Unidad de Malpica-Tui. Entre la D2 y D3 se desarrolla una etapa extensional generándose estructuras de cizalla (extensión N-S) entre las que destaca la Zona de Deformación de Malpica-Lamego.

Las estructuras D3 corresponden a pliegues no muy apretados de planos axiales subverticales originando una serie de sinformes y antiformes (Antiforme de Tabagón, Sinforme de O Porriño, etc.). La fracturación tardi-postvarisca, del tipo frágil-dúctil y frágil, sigue direcciones N-S, NO-SE, NE-SO y E-O.

Los flujos de agua subterránea dominantes son someros e intermedios. Las manifestaciones estudiadas corresponden a aguas frías, de facies bicarbonatadas sódicas o cloruradas sódicas (en las zonas próximas a la costa) (Tremo, San Xinés, Aguasana).

Subdominio Metamórfico Oriental

Está constituido mayoritariamente por rocas metamórficas precámbricas y palezoicas (pizarras, esquistos, areniscascuarcitas y calizas) fuertemente plegados y afectados por fracturación tardihercínica, que albergan flujos de agua fría, especialmente en las rocas carbonatadas, con circulaciones subterráneas someras o intermedias y aguas frías de facies bicarbonatadas cálcicas (Incio, Magnesitas de Rubián, Fonte Muiño).

Las rocas más extensamente representadas pertenecen a la Zona Asturoccidental-Leonesa, correspondiendo al Dominio del Manto de Mondoñedo, que ocupa la parte norte y central, y al pequeño afloramiento del Dominio del Navia y Alto Sil, aflorante en la ventana tectónica de Monte Carballosa. Al sur del Sinclinal del Courel aparece el Dominio del Courel-Truchas, que pertenece a la zona centro-ibérica y que ocupa, junto con la parte sur del Dominio del Ollo de Sapo, la zona sur del Subdominio.

Se componen de una sucesión de rocas de edad paleozoica, sobre los materiales precámbricos de la Serie de Villalba, de más de 11.000 m de potencia. La naturaleza de las litologías es variada, apareciendo capas de pizarras y filitas, cuarcitas, areniscas y calizas y dolomías en secuencias alternantes.

Aspecto del Valle do Muíño, en el que se sitúa el manantial Fonte do Muíño, en esquistos del Ordovícico.

La parte noroccidental está ocupada por el Complejo de Cabo Ortegal donde predominan las rocas máficas y ultramáficas, conjunto de láminas alóctonas preservadas en estructuras sinformales, que cabalga sobre el Dominio Esquistoso de Galicia–Trás-os-Montes. Se encuentran representadas en este Complejo las Unidades Basales (Unidad de Espasante), Unidades Ofiolíticas (Unidad de Purrido y Unidad de Moeche así como la Unidad de Mélange) y las Unidades Superiores (Unidad de Cedeira, Unidad de A Capelada y Unidad de Cariño).

Las litologías son muy variadas con predominio de las rocas máficas y ultramáficas. La Unidad de Mélange es la más baja estructuralmente situándose por debajo de las Unidades Basales y está constituida principalmente por serpentinitas en bloques de tamaños muy variables, desde métricos a hectométricos. La Unidad de Espasante está constituida por ortogneises félsicos, esquistos con granate anfibolitas y eclogitas. La Unidad de Moeche por metabasitas, filitas y esquistos. La Unidad de Purrido por anfibolitas masivas. En la Unidad de Cedeira se encuentran metagabros, anfibolitas y granulitas así como paragneises. En la Unidad de A Capelada se encuentran abundantes rocas ultramáficas (peridotitas), así como granulitas, eclogitas y paragneises. Por último, en la Unidad de Cariño, la situada estructuralmente más alta, predominan los paragneises.

Estas distintas unidades están separadas por cabalgamientos o despegues extensionales y la deformación interna es muy intensa con extensa presencia de foliación penetrativa en casos milonítica. El metamorfismo varía desde facies de esquistos verdes a metamorfismo de alto grado.

El Dominio Esquistoso de Galicia-Trás-os-Montes, sobre el que cabalga el conjunto del Complejo de Cabo Ortegal, está constituido por metasedimentos del Ordovícico equivalentes a los grupos de Nogueira y de Paraño, con predominio de esquistos con niveles de cuarcitas y metavolcanitas intercalados.

La Zona Centro-Ibérica está representada en la parte NO del subdominio por pizarras, areniscas y cuarcitas del Ordovícico correspondientes a las Capas de los Montes, Cuarcita Armoricana y Pizarras de Luarca, estando representado el Silúrico por las Capas de La Garganta. Constituyen bandas de afloramientos submeridianas (NNE-SSO). Esta Zona está también representada en la parte sur del Subdominio, en los dominios geológicos de O Courel-Truchas. Las estructuras principales se deben a la primera fase de deformación varisca y destacan de Oeste a Este el Sinclinal del Sil, Anticlinal del Piornal y los sinclinales de O Courel y Peñalba, y en la parte sur el Sinclinorio de Truchas. Son pliegues tumbados con vergencia NNE, que afectan a materiales principalmente Ordovícicos, preservándose en el núcleo de algunos sinclinales materiales del Silúrico y Devónico, esencialmente pizarrosos. Se trata en general de materiales siliciclásticos correspondientes a las unidades señaladas arriba, y con la presencia aquí de materiales del Ordovícico Superior tales como calizas (Caliza de La Aquiana) y pizarras, areniscas y cuarcitas (Formación Agueira).

Tramo de rocas carbonatadas del Grupo Cándana (Cámbrico Inferior) que se explota por su riqueza en magnesita y donde las labores de explotación cortaron el manantial de Magnesitas de Rubián.

En este sector NO del subdominio aflora un plutón granítico post-cinemático (Macizo de Forgoselo), circunscrito y cuya facies principal es de granito de dos micas con megacristales de feldespato potásico.

Los rasgos tectónicos que presentan las rocas de esta zona ya han sido descritos anteriormente y corresponden a las principales fases de deformación varisca.

Subdominio Metamórfico Occidental

Incluye la mayoría de las rocas de la Unidad de Ordes y la zona norte de la Unidad de Malpica-Tui, así como rocas de la Zona Centro-Ibérica y diversos plutones graníticos de poca importancia.

La Unidad de Malpica-Tui es una estrecha franja de dirección N-S, afectada por una foliación tectónica principal muy penetrativa con una intensidad variable, en la que se diferencian tres grupos (Llana-Fúnez, 2001): Secuencia de la parte inferior, Serie areniscoso-ampelítica de Xareira y Secuencia de rocas del sinclinorio de Pazos-Fervenza, formadas como consecuencia de la superposición de diferentes eventos tectónicos.

Pequeña aldea de montaña en la Serra dos Ancares (Lugo), declarada Reserva de la Biosfera.

Laguna de Cospeito (Lugo) perteneciente a la Red Natura 2000, constituye uno de los humedales más importantes de Galicia.

La serie inferior, compuesta por una sucesión de esquisto y paragneises metamorfizados con algunos cuerpos estratiformes de ortogneises, se encuentra separada de las rocas del Autóctono relativo por una cizalla basal. La Serie de Xareira se caracteriza por el escaso desarrollo de la foliación y el metamorfismo. Por último los esquistos, anfibolitas y ortogneises félsicos componen la serie de Pazos-Fervenza.

El Complejo de Ordes, que ocupa la mayor parte del Subdominio, está formado por una sucesión de unidades superpuestas separadas por diferentes generaciones de cabalgamientos mostrando una gran diversidad de materiales. La parte oriental está dominada por rocas de la Unidad Ofiolítica de Bazar, compuesta de rocas ultramáficas, flasergabros y anfibolitas formando un arco en dirección NE-SO. En la zona central aparecen esquistos y paragneises pelíticos y grauváquicos con intercalaciones de ortogneises, anfibolitas y gabros de la Unidad Superior de Presión Media de O Pino. Al N y S de esta unidad aparecen varios cuerpos gabróicos (Barragán, Oza y Monte Castelo) de aspecto masivo, con un tamaño de grano medio-grueso y una importante foliación penetrativa. Por último, en la parte oeste, aparecen fundamentalmente esquistos, paragneises y ortogneises félsicos de las Unidades Basales de Santiago y Agualada. Además de las rocas de la Unidad de O Pino, aparecen rocas de la Unidad de Betanzos que se extienden de norte a sur compuestas por pizarras, filitas y metagrauvacas, con intercalaciones de conglomerados, metapelitas carbonosas y cuarcitas.

En la zona sur aparecen las Unidades Basales de Lalín y Forcarei, compuestas ambas por esquistos, paragneises y ortogneises félsicos con algunas anfibolitas, así como las rocas de la Unidad de Vila de Cruces, que se compone de metabasitas en fácies de los esquistos verdes, filitas y esquistos y ortogneises.

El Dominio Esquistoso de Galicia-Tras-os-Montes queda representado en esta zona por los grupos de Nogueira y Paraño. El grupo de Nogueira se encuentra en la parte baja de la sucesión compuesto por filitas y ampelitas con frecuentes niveles de liditas de hasta varios centenares de

Rocas anfibolíticas de este Subdominio, del tipo de las que en cierta medida se relacionan las aguas de Carballo y Brea.

Esquistos, una de las litologías más abundantes en este Subdominio, con la que se relacionan algunas de las aguas minerales, sobre todo hacia su contacto con otras litologías (granitos, anfibolitas…).

metros de potencia. A techo se encuentra situado el Grupo de Paraño, formado por filitas, cuarzofilitas y grauvacas con intercalaciones de cuarcitas blancas de grano grueso en la parte media.

En la zona norte aparecen rocas graníticas pertenecientes a la Alineación Barbeito-Monte Neme-Pico de Meda. Forman un arco de intrusiones alargadas formadas por los cuerpos de Barbeito, Monteagudo, Moteneme y Pico de Meda. Se trata de granitos de dos micas con un predominio general de la moscovita sobre la biotita, de grano fino a grueso. Intruyen en la zona sur varios plutones de pequeño tamaño de granitos sincinemáticos de dos micas. El conjunto aparece muy plegado y fracturado, con circulaciones subterráneas someras o intermedias y aguas de facies bicarbonatadas cálcicas. Excepcionalmente se desarrollan flujos profundos en las rocas básicas del sector septentrional (Carballo) y en zonas de contacto con granitos (Brea), con aguas frías y bicarbonatadas sódicas

Atardecer sobre el Pico Sacro. Ubicado en el valle del río Ulla (A Coruña) y fuente de numerosos cuentos populares y leyendas.

Historia y evolución científica y técnica del conocimiento de las aguas minerales de

Galicia

4. LAS AGUAS MINERALES EN LOS SUBDOMINIOS HIDROMINERALES

Entorno natural del balneario de O Inicio (Lugo), perteneciente al subdominio metamórfico oriental.

Se han caracterizado un total de 74 puntos de agua que tienen uso como recurso hidromineral (establecimientos balnearios, plantas de envasado o uso popular tradicional) o que reúnen las caracteristicas necesarias para poder serlo. La situación de los puntos, agrupados por Subminios Hidrominerales se muestra en la figura 41.

1. BALNEARIO DE COMPOSTELA
2. BALNEARIO DE AIRTEXO
3. BALNEARIO DE CARBALLO
4. AGUAS DE LOUREDA
5. AGUAS DE LA FUENTE SANTA
6. BALNEARIO DE GUITIRIZ
7. BALNEARIO DE PARDIÑAS
8. BALNEARIO DE LUGO
9. BALNEARIO DEL RÍO PAMBRE
10. BALNEARIO DE AGUAS SANTAS
11. BALNEARIO DE MOURISCADOS
12. BALNEARIO DE INICIO
13. TERMAS DE VILLALBA
14. FONTE DO MUÑIO
15. MAGNESITAS DE RUBIÁN
16. CHARCA DO ALLIGAL
17. FONTE DA COVA
18. FONTE DO FEDO
19. FONTE DE VIEGA DE FOXO
20. FONTE DE VALDEFARIÑA
21. FONTE FORGAS
22. FONTE DO SOUTO
23. BALNEARIO AUGAS FÁDREGAS
24. FONTECELTA
25. FONTORIA
26. FONXESTA
27. MANANTIAL VALMAIOR
28. BALNEARIO DE ARNOIA
29. BALNEARIO DE CARBALLIÑO
30. BALNEARIO DE LAIAS
31. BALNEARIO DE LOBIOS
32. BALNEARIO DE MOLGAS
33. CALDAS DE PARTOVIA
34. BALNEARIO DE BERÁN
35. BALNEARIO DE CORTEGADAS
36. TERMAS DE CHAVASQUEIRA
37. XARDÍN DAS BURGAS
38. BALNEARIO DE BEMBIBRE
39. BAÑOS DE PREXIGUEIRO
40. BAÑOS DE OUTEIRO
41. TERMAS DE OUTARIZ
42. FUENTE BAÑIÑO
43. BAÑOS DE BANDE
44. CALDAS DE BRUÉS
45. BALNEARIO DE CALDELIÑAS
46. BALNEARIO DE PORTEIRO
47. BALNEARIO DE REQUEIXO
48. BAÑOS DE MENDE
49. AS BURGAS
50. FONTE MUIÑO
51. FONTE TINTEIRO
52. FONTE REZA
53. BALNEARIO DE SOUSAS
54. SOUSAS
55. CABREIROÁ
56. FONTENOVA
57. BALNEARIO HOTEL DÁVILA
58. BALNEARIO DE ACUÑA
59. BALNEARIO DE CUNTIS
60. BAÑOS DE BREA
61. CALDAS DE TUI
62. GRAN HOTEL HESPERIA LA TOJA
63. HESPERIA ISLA DE LA TOJA
64. BALNEARIO DE LAIXINIAS
65. AUGAS FÉRREAS
66. BALNEARIO DE LÉREZ
67. BAÑOS DE SAN XUSTO
68. CALDELAS DE VILARIÑO
69. SAN LORENZO DE CARBOEIRO
70. BALNEARIO DE MONDARIZ
71. FUENTE DEL VAL
72. AGUASANA
73. SAN XINÉS
74. FONTE DEZA

Figura 41 • Mapa de situación de los aprovechamientos agrupados en los Subdominios Hidrominerales.

Fuente de agua minero-medicinal del Balneario de Arteixo situada en el valle del río Arteixo (A Coruña) y declarada de Utilidad Pública en 1928.

SUBDOMINIO GRANÍTICO NOROESTE

En este subdominio están situados dos aprovechamientos con aguas de características similares: el **Balneario de Arteixo** y las **Aguas de Loureda**.

Tanto el Balneario de Arteixo como las Aguas de Loureda se sitúan en el valle del río Arteixo, que se localiza en la costa central de la provincia de A Coruña, muy cerca de dicha ciudad. El Balneario se encuentra activo desde 1760 y conserva instalaciones del siglo XIX, entre las que se pueden citar los propios edificios, duchas de cobre; bañeras de mármol, entre otros; sus aguas fueron declaradas de Utilidad Pública por RDL de 26 de abril de 1928. Las instalaciones de Aguas de Loureda consisten en unos modestos baños ubicados en una casa particular, que se abastecen de agua de un sondeo surgente realizado en la década de los años 90.

Ambos aprovechamientos se localizan geológicamente en la Zona de Galicia-Tras-os-Montes, en un macizo granítico compuesto por granitos de dos micas, granodioritas y granitos biotíticos precoces, encajado en materiales del Precámbrico-Ordovícico (esquistos, paraneises y rocas básicas y ultrabásicas). El sistema de flujo profundo que da lugar a las descargas termales se desarrolla a favor de una banda de fracturación NO-SE en granodioritas variscas sincinemáticas, que en algunos sectores se encuentran recubiertas por sedimentos cuaternarios de origen

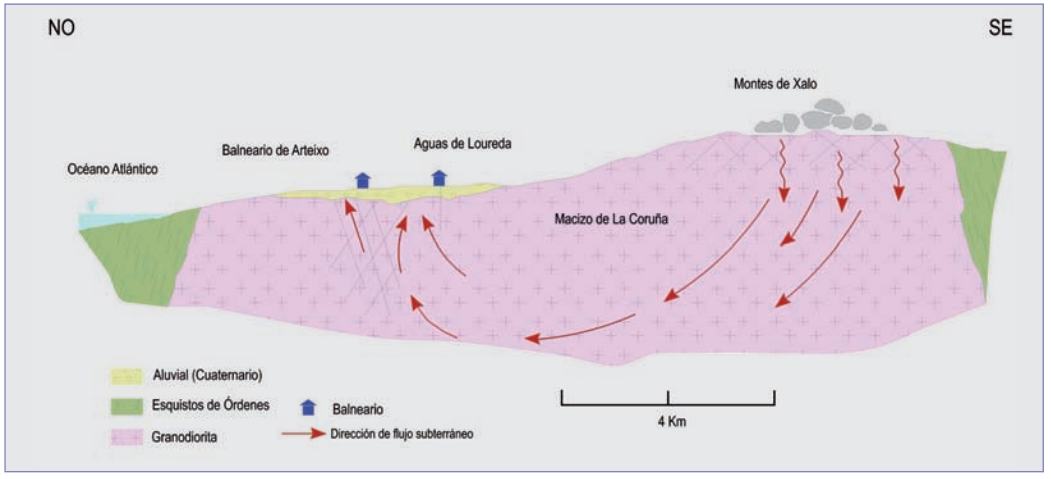


Figura 42 • Esquema hidrogeológico de los balnearios de Arteixo y Loureda.

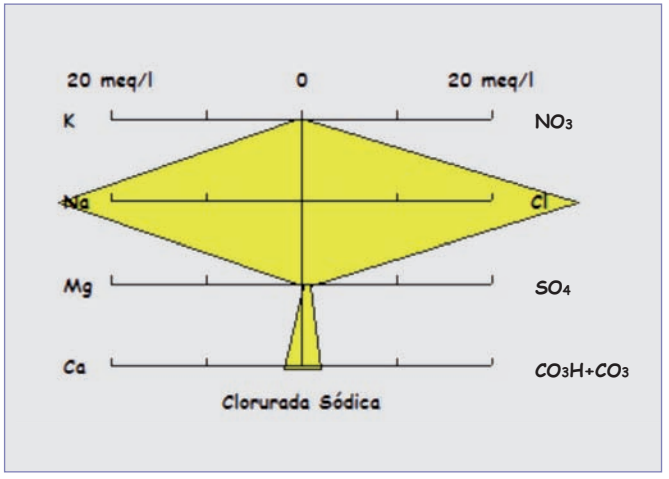


Figura 43 • Características de las aguas minero-medicinales del Balneario de Arteixo. Diagrama de Stiff .

fluvial de espesor variable; su área de recarga debe situarse en la zona de los Montes del Xalo, donde el terreno alcanza altitudes superiores a los 500 m s.n.m.(Figura 42).

Las aguas termales de Arteixo y Loureda son de mineralización fuerte, cloruradas sódicas y fluoruradas, con temperaturas que varían entre los 24 y los 45 ºC en el primer caso, y de 56 ºC en el caso de Loureda. Las aguas minerales termales de los manantiales del balneario de Arteixo se caracterizan por ser prácticamente neutras (pH= 7,2), salobres (3.500 µS/cm) y muy oxigenadas (90-100% de O_2 disuelto), con unas concentraciones particularmente elevadas en boro (1,2 mg/L) y fluoruros (8-9 mg/L), iones indicativos de una circulación subterránea hidrotermal, esto es trayectoria de flujo de gran profundidad con elevado tiempo de residencia en el subsuelo, circunstancias que favorecen la disolución de sales y la hidrólisis de los minerales de la roca. En la figura 43 se muestra el diagrama de Stiff de las aguas del Balneario de Arteixo.

La interpretación concuerda con el análisis de tritio disponible (3,7 ±2,4); teniendo en cuenta que el análisis fue realizado en 1980, dicho valor indica que se trata de aguas infiltradas con anterioridad a 1952. Los valores de los isótopos estables oxígeno 18 (-6,2%) y deuterio (-31%) señalan un origen meteórico del agua.

SUBDOMINIO GRANÍTICO LUGO-SARRIA

Está situado en el área geográfica de Galicia interior, que ha sido recientemente declarada como Reserva de la Biosfera por la UNESCO. Se pueden diferenciar dos zonas en las que existen varios aprovechamientos de aguas minerales de características bien diferenciadas.

Balneario de Lugo

El origen de este balneario se remonta a la época de dominación romana en España, de la que se conservan excepcionales restos del siglo I. Los restos de las termas romanas fueron declarados Patrimonio Histórico Artístico en 1921, habiéndose construido el actual edificio en 1984 e integrando

Termas romanas del Balneario de Lugo, declaradas Patrimonio Histórico Artístico en 1921.

Manantial central y fuente en el interior del Balneario de Lugo, cuyas aguas tienen declaración de Utilidad Pública con fecha 1 de abril de 1946.

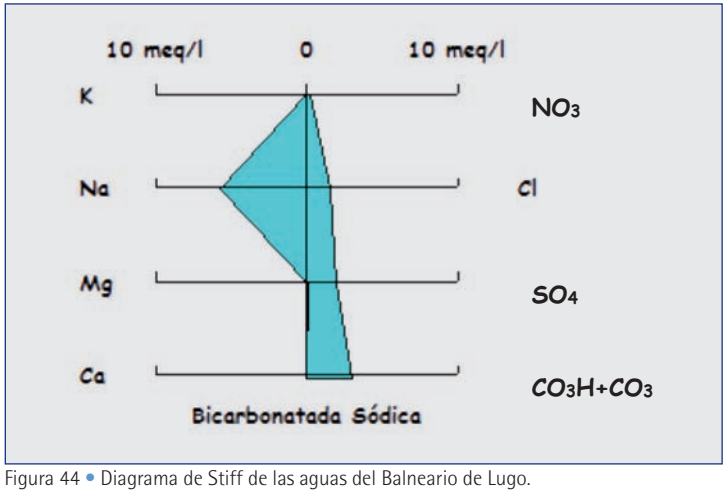


Figura 44 • Diagrama de Stiff de las aguas del Balneario de Lugo.

dichos restos en la nueva obra. Los manantiales y las instalaciones están situados en el borde suroeste extramuros de la ciudad de Lugo, a orillas del río Miño. Las aguas cuentan con declaración de Utilidad Pública desde el 1 de abril de 1946 y las instalaciones han estado en funcionamiento ininterrumpido desde que existen referencias.

El balneario está emplazado sobre esquistos y pizarras de la Serie de Vilalba perteneciente al Dominio del Manto de Mondoñedo de la Zona Asturoccidental-Leonesa, aunque en los puntos de surgencia del agua llegan a aflorar los materiales graníticos (granodioritas de grano grueso y dos micas, afectadas por fracturación tardihercínica de direcciones principales NE-SO y NO-SE) del Macizo de Ombreiro, que albergan la circulación subterránea hidrotermal. El sistema hidrotermal debe de tener su origen en los relieves situados al oeste y suroeste de Lugo y la descarga del agua, después de una trayectoria de penetración kilométrica, se produce en el contacto de las granodioritas con los esquistos, materiales que por su menor permeabilidad actúan como límite hidrogeológico al flujo subterráneo.

Las aguas subterráneas del Balneario de Lugo se caracterizan por ser termales (temperatura de 27 a 43 ºC), pH débilmente básico (7,5-7,8), mineralización notable (600-800 µS/cm) y con oxigenación variable (30-143% de O_2). Su composición es bicarbonatada (sulfurada, fluorurada) sódica (Figura 44), con unas concentraciones altas en boro (1,0-1,4 mg/L) y manganeso (0,04-0,06 mg/L); característica de flujos de trayectoria larga, en equilibrio termodinámico en calcita y subsaturada en yeso y halita.

Plantas de Fontecelta y Fonxesta

Estas dos plantas de envasado de agua se localizan al este de la provincia de Lugo, entre los concellos de Sarria y Láncara.

Los manantiales de Fontecelta se han aprovechado de forma intermitente hasta la década de los 70, habiendo obtenido la declaración de Utilidad Pública el 21 de junio de 1903, pero es en 1967 cuando comienza la explotación industrial del agua para envasado, por medio de varios sondeos que han sustituido a los manantiales originales. En el caso de Fonxesta los inicios de la explotación son posteriores, remontándose a 1985 cuando se comercializaba como Agua de Manantial bajo el nombre de Solán, haciéndose cargo con posterioridad el grupo empresarial Leite Rio que la comercializa como Fonxesta. En ambos casos las aguas poseen la condición de Mineral Natural.

Las aguas aprovechadas en dos plantas corresponden a circulaciones subterráneas que se desarrollan en granodioritas variscas, a favor de fracturas de dirección NE-SO cortadas por otras fracturas de orientación N-S, SSO-NNE y NNO-SSE, que afectan a los macizos de Sarria (Fontecelta) y Castroverde (Fonxesta) del borde septentrional de la cuenca terciaria de Sarria (Figura 45). En el caso de Fontecelta, el flujo debe de tener su cabecera en los relieves de los montes de Santa Cristina y San Cibrao y, después de una trayectoria profunda, la descarga natural se producía en el relleno aluvial del río Sarria, donde había originado una serie de excavaciones en las que se depositaban lodos transportados por el agua termal, que dieron lugar en el pasado a un aprovechamiento balneario tradicional. Estas son moderadamente termales (20 ºC), presentan pH débilmente básico (7,6), mineralización mayor (400-500 µS/cm) y poca oxigenación (<50% de O_2). Su composición química es bicarbonatada (sulfurada, fluorurada) sódica (Figura 46), con unas concentraciones en boro relativamente importantes (0,3-0,9 mg/L), así como en manganeso (0,2 mg/L).

En el caso del aprovechamiento Fonxesta, las granodioritas están cubiertas por gravas, arenas y arcillas correspondientes con depósitos sedimentarios continentales de edad Terciario. El recurso hidromineral procede de una circulación poco penetrante captada mediante sondeos y, por tanto, el agua subterránea manifiesta una temperatura fría (14 ºC), pH ligeramente ácido (5,9), pobre mineralización (100 µS/cm) y poca

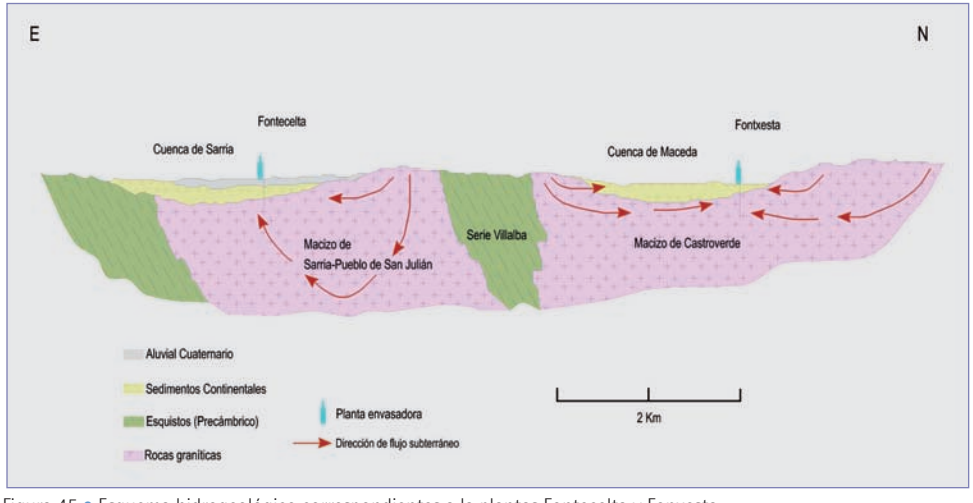


Figura 45 • Esquema hidrogeológico correspondientes a la plantas Fontecelta y Fonxesta.

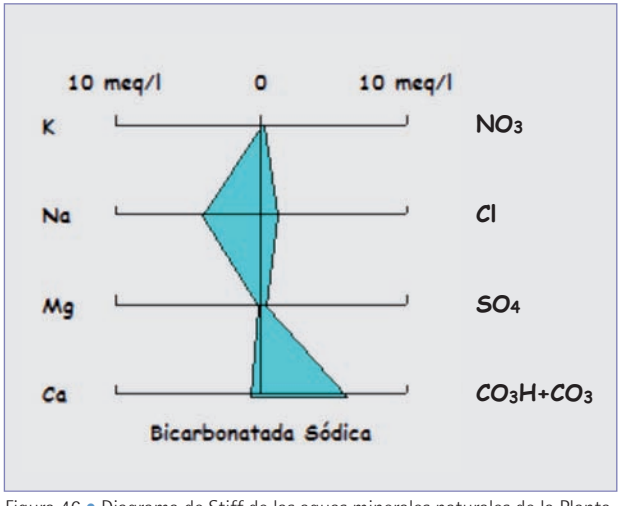


Figura 46 • Diagrama de Stiff de las aguas minerales naturales de la Planta de Fontecelta.

oxigenación (40% de O_2); su composición química es bicarbonatada (clorurada) sódico-magnésica, indicativa de un agua poco evolucionada y por tanto de corta trayectoria en el subsuelo (Figura 47).

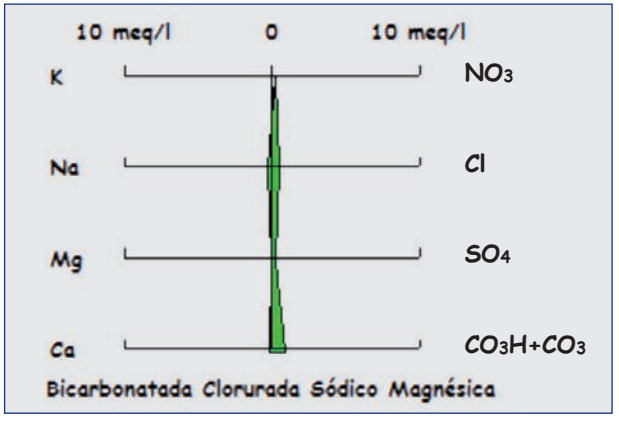


Figura 47 • Diagrama de Stiff de las aguas minerales naturales de la Planta de Fonxesta.

SUBDOMINIO GRANÍTICO A TOXA-CALDAS DE REIS

Está situado en el noroeste de Pontevedra y comprende un área granítica recorrida de NE a SO por el río Umia que, junto con algún afluente, es el colector general de las descargas de flujos hidrotermales que se desarrollan favorecidos por una importante red de fracturas de direcciones preferentes NE-SO y N-S (Figura 48). Por afinidad hidrogeológica, los aprovechamientos de este subdominio, cuyas aguas minerales descritas fueron declaradas de Utilidad Pública por Real Decreto Ley del 26 de abril de 1928, se han agrupado en dos enclaves.

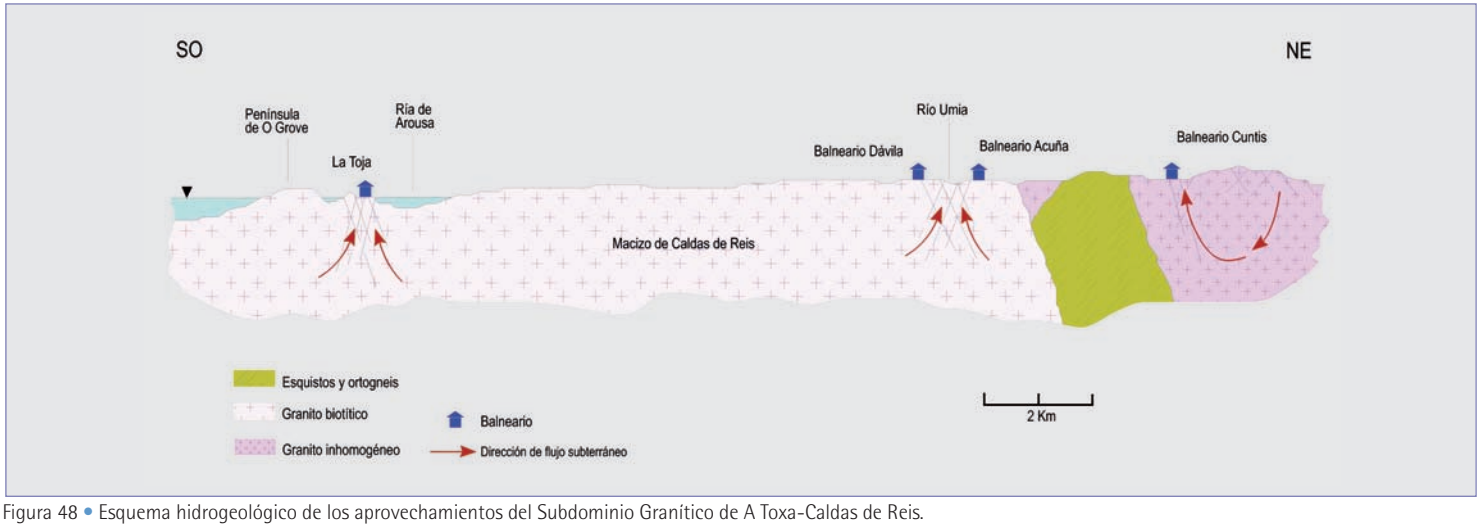


Figura 48 • Esquema hidrogeológico de los aprovechamientos del Subdominio Granítico de A Toxa-Caldas de Reis.

Balneario de A Toxa

Las conocidas aguas minerales de A Toxa se sitúan en la pequeña isla de A Toxa, al este de la península de O Grove, en la parte occidental de la provincia de Pontevedra. Sus manantiales se conocen y aprovechan desde muy antiguo, pero es a finales del siglo XIX cuando se construye el Gran Hotel-Balneario que llegará hasta nuestros días en un notable estado de conservación. Posteriormente, en 2001, se inaugura el Hotel-Balneario Isla de A Toxa, estando todo el conjunto explotado por la cadena hotelera Hesperia. A estas instalaciones se le unen otras como campo de golf, pistas de deportes, jardines, fábrica de cosméticos, etc. enclavados en un sugerente entorno natural de transición entre la ría y el mar.

Manantial del Balneario de A Toxa, sito en la Península de O Grove (Pontevedra).

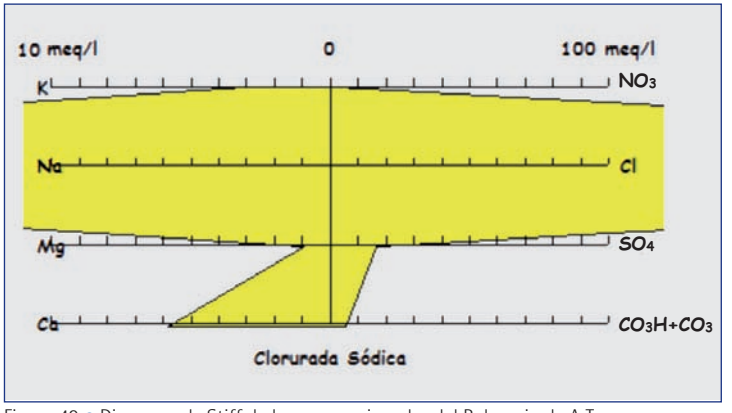


Figura 49 • Diagrama de Stiff de las aguas minerales del Balneario de A Toxa.

La isla está formada por granitos y granodioritas biotíticas postcinemáticas, del Macizo de Caldas de Reis, que intruyen en materiales metamórficos, así como en granitoides sincinemáticos. La zona de la Isla de A Toxa, aparece rodeada de depósitos de marisma y costeros correspondientes a la dinámica de sedimentación producida actualmente en la Ría de Arousa. Los granitos se encuentran afectados por importantes fracturas NE-SO y N-S, además de aparecer recubiertos por sedimentos aluviales de espesor variable.

Las aguas minerales del Balneario de A Toxa son termales (38-49° C), con pH débilmente ácido (5,8-6,4), salinas (46.000 µS/cm), seguramente por influencia marina, y poco oxigenadas (<45% de O_2 disuelto); de facies cloruradas (fluoruradas) sódicas, con elevados contenidos en sulfatos (575-775 mg/L), CO_2 (50-165 mg/L) y boro (5,3-5,8 mg/L), cuya presencia está ligada al carácter hidrotermal del flujo subterráneo (Figura 49).

Balnearios de Caldas de Reis y Cuntis

Los balnearios Dávila y Acuña se localizan en la población de Caldas de Reis, al oeste de Pontevedra y a orillas del río Umia. Su primera utilización data de la época romana por los numerosos restos encontrados, pero es en 1780 cuando aparecen las primeras instalaciones de Dávila, conservando en la actualidad un bello edificio de estilo Indiano. El hotel-balneario de Acuña se funda a principios del siglo XIX.

Caños de aguas en el exterior del Balneario de Dávila en Caldas de Reis (Pontevedra).

Las Termas de Cuntis se encuentran a escasos kilómetros de la población de Caldas de Reis. Su origen también se remonta a época romana, pero es en el siglo XVII cuando aparece la primera casa de baños de la que se tiene constancia, habiendo sufrido sucesivas reformas a lo largo del tiempo, obteniendo la declaración de Utilidad Pública en 1928. En la actualidad, y desde el año 1998, los manantiales y sondeos se explotan para un moderno edificio dedicado íntegramente a la balneoterapia, completando el conjunto con dos hoteles de 4 estrellas.

Las aguas termales de Caldas de Reis corresponden a flujos hidrotermales que se desarrollan y descargan en el macizo del mismo nombre, en un sector donde los granitos se encuentran afectados por importantes fracturas NE-SO y N-S, además de aparecer recubiertos por sedimentos aluviales de espesor variable. Las surgencias de Cuntis se sitúan en granitos inhomogéneos sincinemáticos que intruyen en la Zona de Galicia Tras-os-Montes

Aguas minero-medicinales de las Termas de Cuntis, cuya utilización se remonta a la época de los romanos, ubicadas en Caldas de Reis (Pontevedra).

(que, a su vez, son anteriores al emplazamiento del granito de Caldas de Reis), y se relacionan con fracturas en la roca granítica, que determinan el desarrollo de la red fluvial en el área.

Las aguas subterráneas de las captaciones de los balnearios de Cuntis, Acuña y Dávila son calientes a termales (24-54 ºC), básicas a muy básicas (8,2-8,9), con mineralización notable a alta (500-1200 µS/cm) y oxigenación desde muy débil (<35% de O_2) a sobresaturada (>120% de O_2). Las aguas de Cuntis son bicarbonatadas cloruradas (sulfuradas, fluoruradas) sódicas (Figura 50); las de Acuña y Dávila son de composición química cloruradas (sulfuradas, fluoruradas) sódicas (Figura 51); todas ellas se caracterizan por un fuerte olor a huevos podridos; presentan concentraciones en fluoruros elevadas (17-25 mg/L) y en boro relativamente importantes (0,40-0,98 mg/L).

Las aguas minerales del balneario de Cuntis corresponden a flujos profundos y evolución química intermedia; están en equilibrio ter-

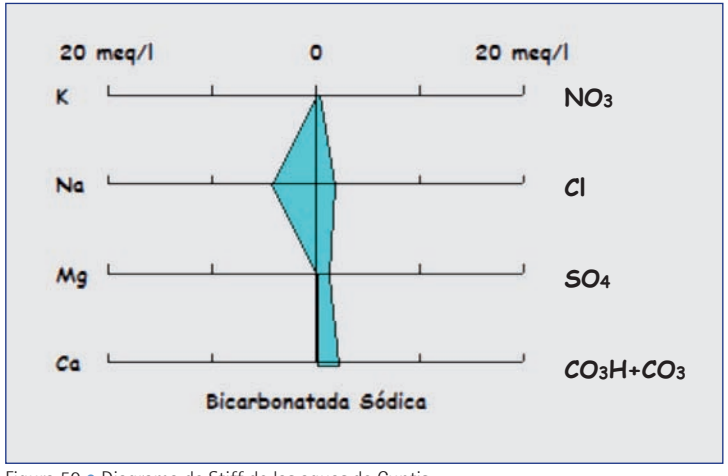


Figura 50 • Diagrama de Stiff de las aguas de Cuntis.

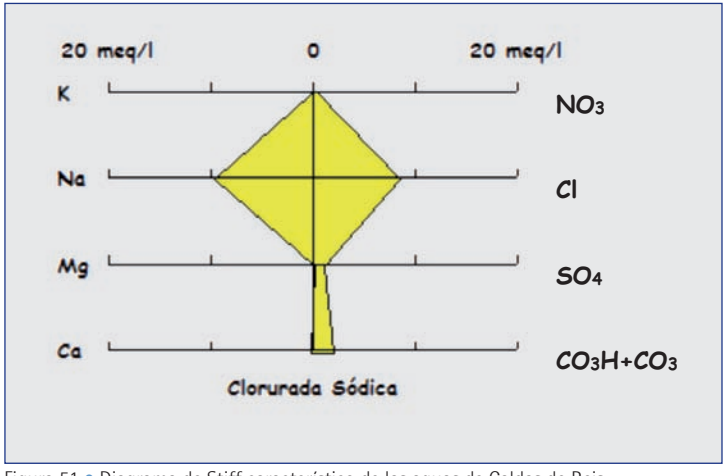


Figura 51 • Diagrama de Stiff característico de las aguas de Caldas de Reis.

modinámico en fluorita, y subsaturadas en halita y yeso. Por su parte, las aguas tomadas en las captaciones de Acuña y Dávila son propias de flujos profundos hidrotermales con una facies hidroquímica muy evolucionada. La aparición de flúor es debida a la disolución de fluorita o fluorapatito; los oligoelementos como litio y boro pueden proceder de la hidrólisis de las biotitas. Están sobresaturadas en aluminosilicatos (albita y caolinita), en equilibrio termodinámico en fluorita y yeso, y subsaturada en halita.

SUBDOMINIO GRANÍTICO SUR

Este subdominio agrupa los valles de los ríos Limia, Támega y, sobre todo, Miño y afluentes, que ocupan casi todo el tercio sur de Galicia. Está formado por rocas graníticas y metamórficas, en menor medida, y su rasgo más característico es la abundancia de manifestaciones de sistemas hidrotermales de flujo subterráneo, seguramente la mayor de todo el territorio español tanto por su número como por la temperatura que llegan a tener las aguas surgentes o captadas. Para su descripción, de oeste a este, se han agrupado los aprovechamientos por proximidad y características afines de sus aguas.

Balneario de Caldelas de Tui

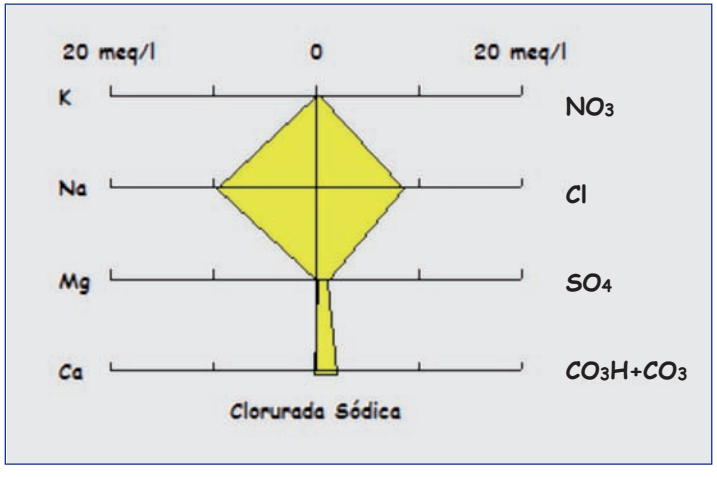


Figura 52 • Diagrama de Stiff de Caldelas de Tui.

Situado al Sur de Pontevedra, en el concello de Tui, se encuentra a orillas del río Miño, que hace frontera con Portugal. Los primeros testimonios que hablan de estas aguas minerales se remontan a 1675, y casi dos siglos después, en 1880, comienza a funcionar el balneario cuyo edificio se conserva en buen estado tras sucesivas reformas. Las aguas fueron declaradas de Utilidad Pública el 26 de abril de 1928, y en la actualidad son aprovechadas en el balneario, que se completa con un hotel para el alojamiento de los agüistas.

Geológicamente las aguas minerales de Caldelas de Tui se localizan en granitos y granodioritas de lo que se conoce como Macizo de Porriño, de origen postcinemático y enclavado en los materiales esquistosos y ultramáficos de la Zona de Galicia-Trás-os-Montes. Recubriendo estos materiales, y con espesores poco potentes, aparecen depósitos sedimentarios de arenas y gravas correspondientes a terrazas desarrolladas por el río Miño en época Terciaria.

Las aguas de este aprovechamiento son termales (42-51 ^{o}C), básicas (7,9-8,0), con mineralización alta (1.200 µS/cm) y oxigenación muy débil (<25% de O_2). Son de composición química (sulfuradas) cloruradas (fluoruradas) sódicas (Figura 52), con un característico olor a huevos podridos; la concentración en fluoruros es elevada (14 mg/L), así como en boro (0,5 mg/L). Son aguas hidrotermales propias de flujos profundos.

Aguas de Mondariz

Las conocidas aguas minerales de Mondariz se localizan al sur de la provincia de Pontevedra, en el valle del río Tea. Su dilatada historia comienza en 1847 con el descubrimiento de los manantiales Gándara y Troncoso. El 16 de junio de 1873 se declaran de Utilidad Pública y unos años más tarde, en 1898, se inaugura el lujoso Gran Hotel y diversas instalaciones balnearias. Ya en el siglo XX, en la década de los 70,

Fuente interior en el Balneario de Caldas de Tui a orillas del río Miño, sus aguas fueron declaradas de Utilidad Pública el 26 de abril de 1928.

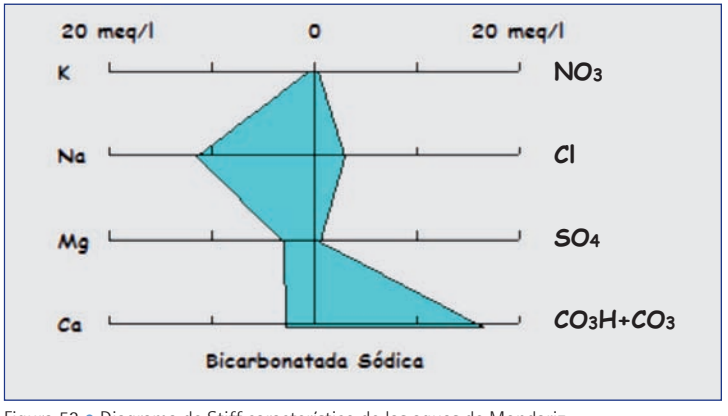


Figura 53 • Diagrama de Stiff característico de las aguas de Mondariz.

un incendio destruye el antiguo hotel y no será hasta 20 años después cuando se acometen las primeras restauraciones. Con la entrada del nuevo milenio se hace cargo de la explotación la cadena hotelera Sol Meliá, la cual realiza notables incorporaciones a las instalaciones ya existentes. A pesar de la convulsa historia, tanto el balneario como la planta, han proseguido su actividad de forma ininterrumpida hasta nuestros días.

Los sondeos y manantiales de los que se abastecen planta y balneario se sitúan en terrenos correspondientes a granitos de dos micas sincinemáticos emplazados en la Zona de Galicia-Trás-os-Montes. La circulación y surgencia de las aguas se relaciona con fracturas, alguna de ellas de cierta importancia, de dirección tanto E-O como N-S.

Las aguas de Mondariz se caracterizan por su temperatura fría a ligeramente templada (<20 ºC), valores de pH ligeramente ácidos (5,9-6,1) a débilmente básicos (7,9), mineralización variable (500-2.800 µS/cm) –en función de la trayectoria del flujo, tiempo de residencia y los distintos porcentajes de mezcla con aguas subsuperficiales– y ser anóxicas (<25% de O_2). Las aguas del balneario son de composición bicarbonatada (sulfurada, fluorurada) sódica –se caracterizan por su olor intenso a azufre, a huevos podridos–; las de las plantas envasadoras son bicarbonatadas (fluoruradas) sódicas, con turbidez (12-350 U.N.F.) por la presencia de boro (0,31-1,24 mg/L), hierro (1,64-16,7 mg/L), manganeso (0,08-0,60 mg/L), y CO_2 libre (1.000-1.300 mg/L), que les confiere un carácter de ferruginosas y aciduladas; constatando una circulación profunda en el seno de la roca granítica, que se enfría en el tramo de descarga por circulación lenta y/o mezcla con aguas frías someras (Figura 53). Están subsaturadas en las fases minerales: calcita, dolomita, fluorita, halita y yeso.

Balnearios de Arnoia, Cortegada, Berán y Baños de Prexigueiro

Estos cuatro aprovechamientos se sitúan en el sector occidental de la provincia de Ourense, en torno al eje N-S que describen los ríos Miño y Avia. En la actualidad Arnoia y Cortegada son los únicos establecimientos activos, si bien Berán está próximo a la apertura después de unas importantes obras de construcción de un nuevo edificio balneario; además en Prexigueiro se están acometiendo obras para un mejor aprovechamiento del recurso. En 1995 comenzó a funcionar el hotel-balneario de Arnoia, después de garantizar el recurso por medio de nuevos sondeos que sustituyeron a los manantiales perdidos bajo las aguas del embalse. Para el caso de Cortegada, después de una larga tradición balnearia, se encuentra operativo un edificio balneario de reciente construcción que aprovecha las aguas surgentes de un nuevo sondeo. Por su parte se espera que Berán pronto explote las aguas termales de su caudaloso manantial.

Manantial Gándara. Su declaración el 16 de junio de 1873, junto con la del manantial Troncoso, dió lugar años más tarde a la inauguración del Balneario de Mondariz.

Algas blancas en las aguas sulfhídricas del manantial de Berán.

Panorámica del enclave donde se sitúa el Balneario de Cortegada a orillas del río Miño.

La zona corresponde al tramo del río Miño limítrofe entre Ourense y Pontevedra. En esta zona, el cauce del río se encaja en una zona de fracturación NNO-SSE y NE-SO cruzada por alguna fractura ENE-OSO, que afecta a materiales metasedimentarios del Silúrico, granitos de dos micas y granodioritas. Geológicamente todos los aprovechamientos se encuentran relacionados con los granitos biotíticos postcinemáticos del Macizo de Ribadavia. En el caso de Arnoia y Berán las surgencias se producen directamente a través de fracturas que afectan a la roca granítica, en cambio, no ocurre lo

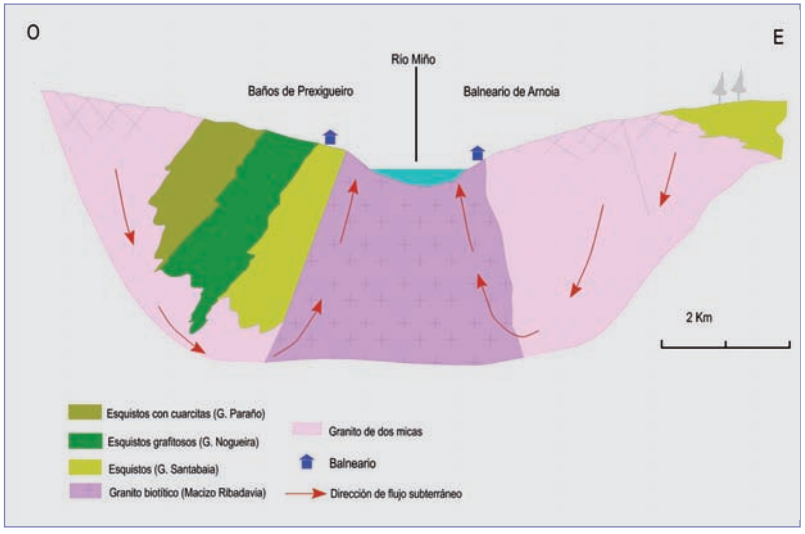


Figura 54 • Esquema hidrogeológico de Baños de Prexigueiro y Balneario de Arnoia.

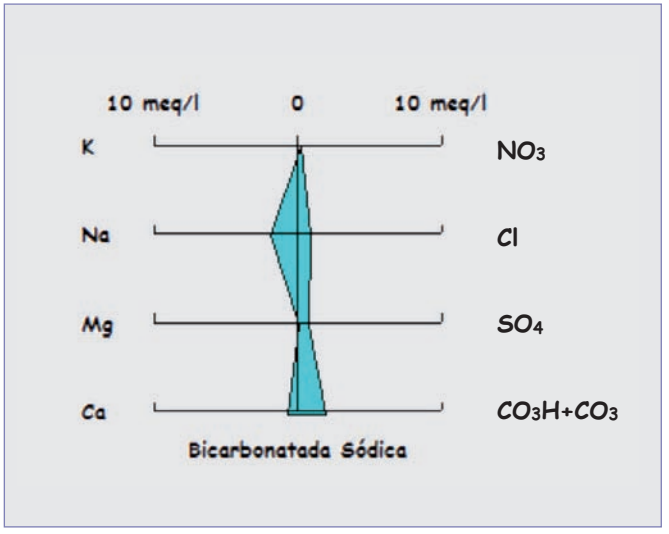


Figura 55 • Diagrama de Stiff de las aguas del Balneario de Arnoia.

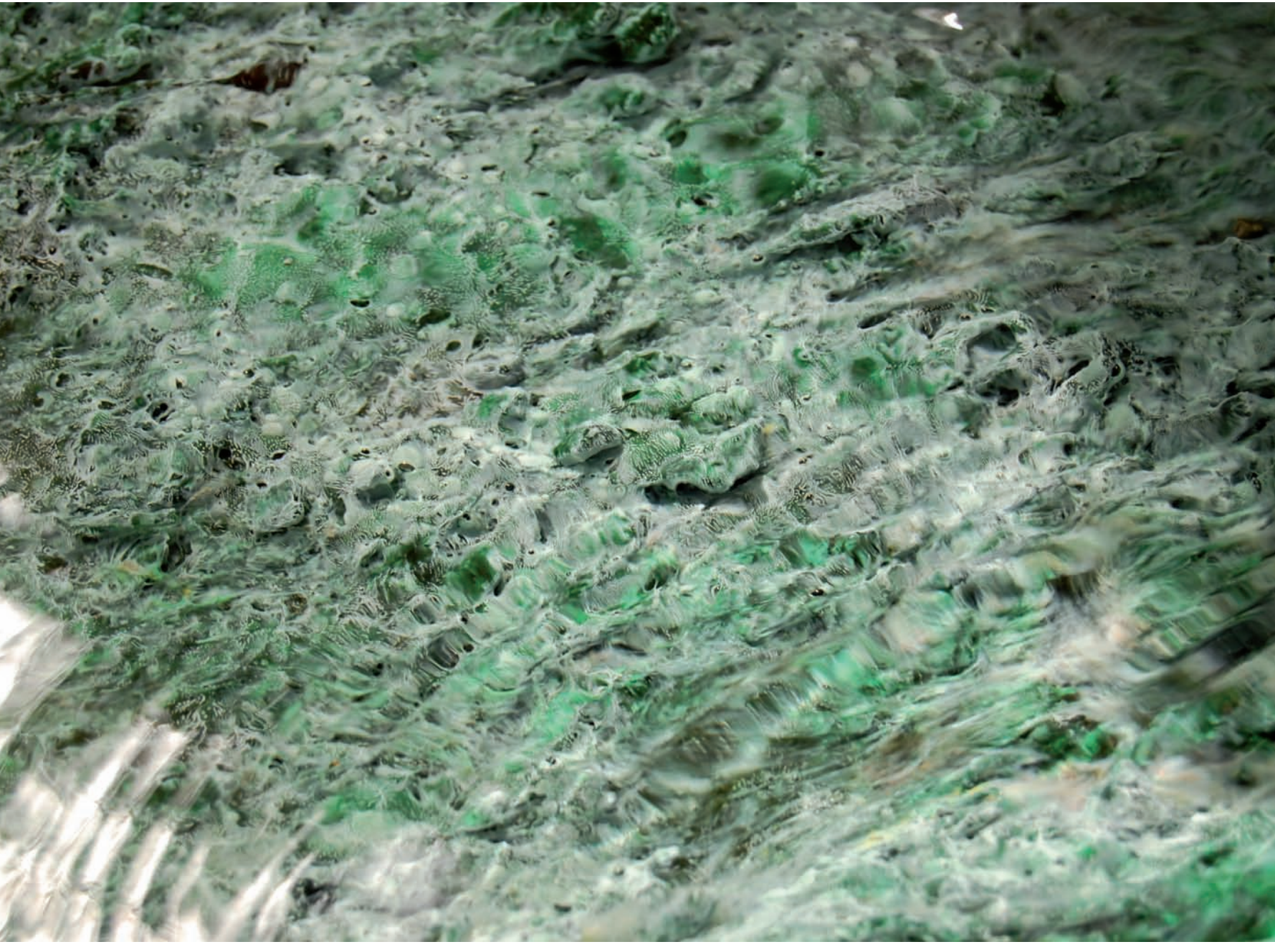
mismo en Cortegada y Prexigueiro, donde las aguas termales aparecen relacionadas con el contacto entre dichos granitos y rocas esquistosas de los Grupos Nogueira y Santabaia del Dominio Esquistoso de la Zona de Galicia-Trás-os-Montes (Figura 54).

Las aguas subterráneas captadas por los sondeos del Balneario de Arnoia son templadas (23 ºC), con pH débilmente básico a básico (7,7-8,7), poco mineralizadas (300-400 µS/cm) y están sobresaturadas en oxígeno (>100% O_2); su facies química es bicarbonatada (sulfurada, fluorurada) sódica (Figura 55), propia de aguas minerales de flujos de trayectoria larga a través de rocas graníticas, que, así mismo, se caracterizan por la presencia de boro (0,31-0,67 mg/L) y arsénico (0,015-0,027 mg/L) de origen natural en su composición química. Están en el equilibrio termodinámico en calcita: no interviene en las reacciones de balance de masas e interacción con la roca.

Caldas de Brués y Balnearios de Carballiño y Partovia

Se trata de tres aprovechamientos situados en la parte noroccidental de Ourense, en los concellos de Boborás y Carballiño y cercanos a los cauces de los ríos Viñao y Arenteiro, respectivamente. Caldas de Brués es un manantial de uso tradicional al cual los lugareños acuden con cierta frecuencia. El conocido Gran Balneario de Carballiño se construyó en 1900, aunque el uso de las aguas es muy anterior, al igual que Partovia, cuyo edificio data de 1842. Las aguas de estos dos últimos se declararon de Utilidad Pública por RDL del 26 de abril de 1928.

Fuente de agua minero-medicinal en el interior del Balneario de Partovia.



Aguas del manantial Caldas de Brués, en el término municipal de Boborás, en el Valle del río Viñao.

La surgencia de las aguas de este grupo se localiza en los granitos sincinemáticos que aparecen en la Zona de Galicia-Trás-os-Montes. En el caso de Carballiño simplemente se relaciona con fracturas que afectan a granitos de dos micas, mientras que en los casos de Brués y Partovía las surgencias están relacionadas con el contacto de estos granitos con unidades esquistosas pertenecientes al Dominio Esquistoso de la Zona de Galicia-Trás-os-Montes. La zona está afectada por grandes fracturas de direcciones N-S (a la que se ajusta el cauce del río Avia) NE-SO y ENE-OSO.

Manantial de Arcos en Carballiño.

Las aguas minerales de los balnearios de Caldas de Partovia, Carballiño y Caldas de Brúes son calientes a termales (25-31 ºC), básicas (8,1-9,0), poco mineralizadas (≈ 300 µS/cm) y muy oxigenadas (>60% O_2). Su composición química es bicarbonatada (fluorurada) sódica (Figura 56), con concentraciones en boro importantes (0,13-0,41 mg/L), así como en arsénico (0,020-0,044 mg/L); así mismo, las aguas de Partovia y Carballino son sulfuradas. Son aguas propias de flujos de largo recorrido, sobresaturadas en carbonatos.

Las determinaciones isotópicas para el tritio (realizadas en 1980) proporcionan valores tanto más bajos cuanto más mineralizadas están las muestras de agua (de 1,4 ±2,5 a 4,2 ±1,4), indicando un tiempo largo de permanencia en el subsuelo, y mezcla con aguas más someras en las de menor mineralización. Los valores de los isótopos estables ^{18}O (-6, 1 a -7,5) y deuterio (-29,9 a 42,8) indican un origen en el agua meteórica, y son tanto más negativos cuánto más alejado está su origen de la costa.

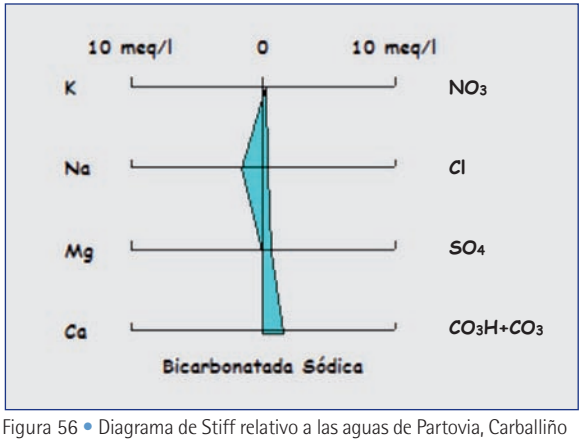


Figura 56 • Diagrama de Stiff relativo a las aguas de Partovia, Carballiño y Caldas de Bués.

Caño de las Burgas de Ourense.

Aguas Minerales del río Miño

En el entorno del río Miño a su paso por la ciudad de Ourense aparece todo un conjunto de surgencias termales de aguas minero-medicinales que se pueden considerar las de mayor caudal de toda Galicia. El área de descarga hidrotermal se circunscribe a las orillas del río y su entorno más próximo, desde la misma ciudad de Ourense, hasta unos 4 ó 5 kilómetros aguas abajo. Si bien la mayoría de aprovechamientos se realizan

Pozas públicas en Chavasqueira.

a partir de manantiales, también existe un importante número de sondeos que extraen el recurso a diferentes profundidades. En los últimos años muchos de estos manantiales y sondeos se han acondicionado para el aprovechamiento, tanto público como privado, y se ha realizado una importante inversión, por parte del Concello de Ourense, para la puesta en valor con equipamientos públicos de toda una marca conocida como "Ourense Termal".

Surgencias difusas de aguas termales en Outariz.

Algunos de los puntos más conocidos son las termas de Chavasqueira, Outaríz y Eirasvedras, fuentes de uso tradicional como As Burgas, Tinteiro o Reza, y balnearios tales como Outeiro, Mende y sobre todo el hotel-balneario de Laias, perteneciente al Grupo Caldaria. En torno a los establecimientos mencionados existen otros lugares de surgencia de aguas termales que en este momento son objeto de estudios para una mejora de sus aprovechamientos y posibilidades de mercado.

La zona corresponde al tramo del Miño comprendido entre Ourense y Ribadavia, en el que el cauce sigue una traza determinada por fracturas de orientación ENE-OSO, cortada por fracturas de orientación NE-SO y NNO-SSO. Todos los manantiales se localizan en el entorno del contacto entre granitos sincinemáticos de dos micas y granitos biotíticos postcinemáticos, de la Zona de Galicia-Trás-os-Montes. En todos los casos la surgencia de las aguas se relaciona de forma directa con la fracturación de la roca granítica, la cual en algunos casos es realmente importante como en los casos de las zonas de surgencia de Outariz o Chavasqueira donde las fracturas desarrolladas hacia el N y NE han dado lugar a auténticos valles que desembocan en el Miño (Figura 57).

Las temperaturas de surgencia se sitúan entre los 20-25 ºC, en los casos más fríos normalmente por mezcla de aguas, hasta los 68 ºC medidos en Eirasvedras.

Las aguas subterráneas del área de Ourense, representadas por los aprovechamientos de La Moderna (Xardín das Burgas), Laias y Outariz se caracterizan por su temperatura termal (40-64 ºC), pH neutro a básico (7,0-8,5), mineralización notable (600-850 µS/cm). Su composición química es bicarbonatada (fluorurada) sódica (Figura 58), con concentraciones importantes en boro (0,40-1,00 mg/L), sobre todo, en el balneario de Laias, cuya agua también contiene sulfuros que le confieren color al agua (7 mg/L Pt/Co). Se corresponden con aguas minerales de flujos hidrotermales de trayectoria de gran longitud y penetración en el macizo granítico.

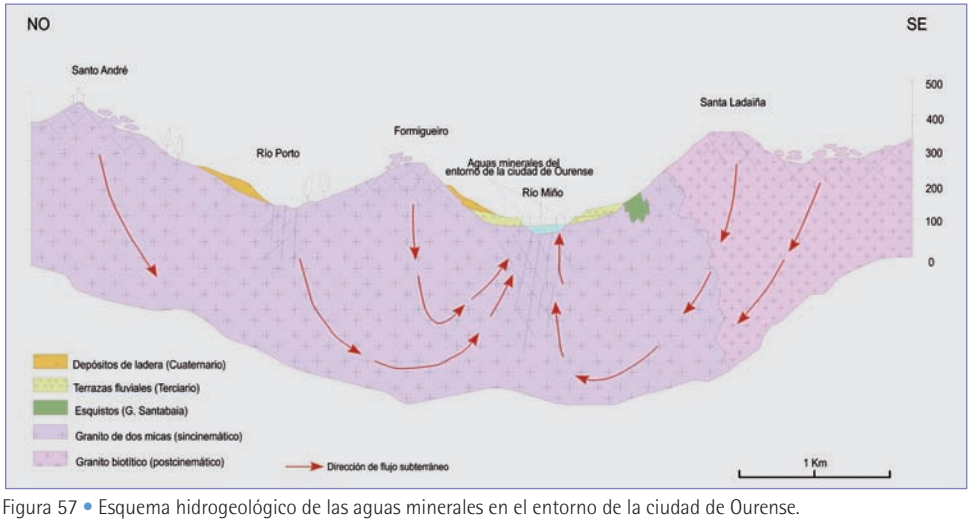


Figura 57 • Esquema hidrogeológico de las aguas minerales en el entorno de la ciudad de Ourense.

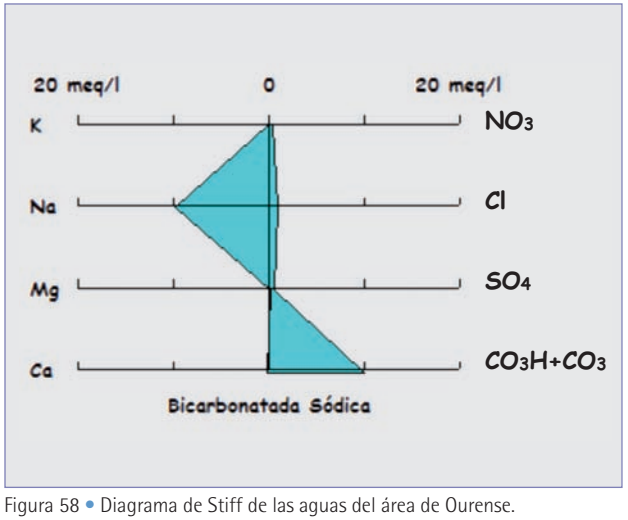


Figura 58 • Diagrama de Stiff de las aguas del área de Ourense.

Aguas termales de los ríos Limia y Caldo

Agrupa los aprovechamientos de Balneario de Lobios y Baños de Bande, situados en el extremo meridional de la provincia de Ourense, próximos al valle del río Limia que traspasa la cercana frontera con Portugal. El hotel-balneario de Lobios fue inaugurado en 2002 en uno de los entornos montañosos más bellos de Galicia, próximo al Parque Natural transfronterizo de la Baixa Limia y Serra do Xurés. Se trata del tercer establecimiento termal del Grupo Caldaria, abastecido por una serie de sondeos que extraen a 15 m de profundidad la que sin duda es el agua con mayor temperatura de la Comunidad, incluso del Estado. Los Baños de Bande fueron unos antiguos aprovechamientos utilizados por los romanos, que quedaron inundados por el embalse de las Conchas. En la actualidad, cuando bajan las aguas del embalse, los usuarios aprovechan

Ruinas de un campamento romano inundadas por el embalse de las Conchas. Las aguas minerales de los Baños de Bande que brotan en el fondo, son utilizadas mediante pozas cuando baja el nivel del embalse.

el agua mediante pozas de las cuales brota el agua en el fondo, además se están realizando importantes excavaciones arqueológicas que han descubierto un interesante campamento militar del siglo I, denominado *Aquis Querquenis*.

Ambos aprovechamientos se sitúan en litologías graníticas distintas. El de Lobios se establece en los granitos biotíticos postcinemáticos del Macizo de Lobios, el cual forma parte de un extenso batolito que se extiende por el Sur, hasta Portugal. Por otro lado, los Baños de Bande, se sitúan en un granitoide inhomogéneo enclavado en el Dominio Esquistoso de la Zona de Galicia-Trás-os-Montes (Figura 59). Lo que sitúa

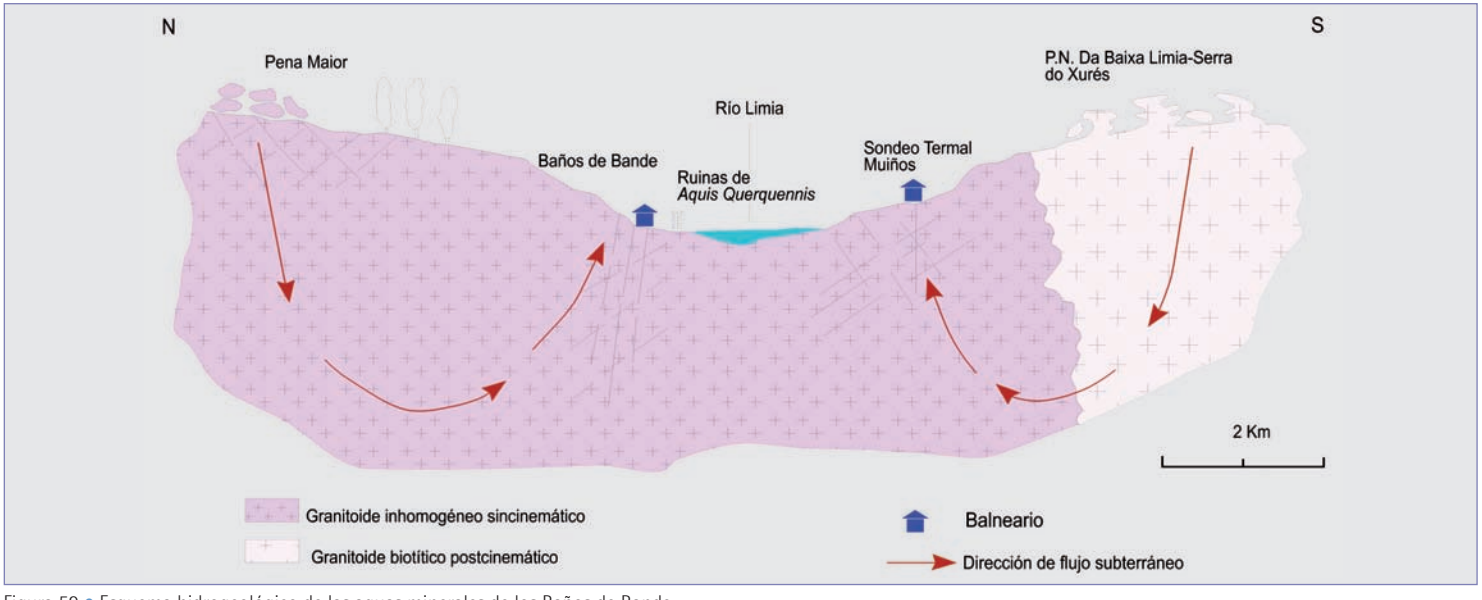


Figura 59 • Esquema hidrogeológico de las aguas minerales de los Baños de Bande.

Vista exterior de dos de los sondeos del Balneario de Lobios, que con apenas 15 m de profundidad alcanzan las mayores temperaturas de Galicia e incluso de todo el territorio nacional.

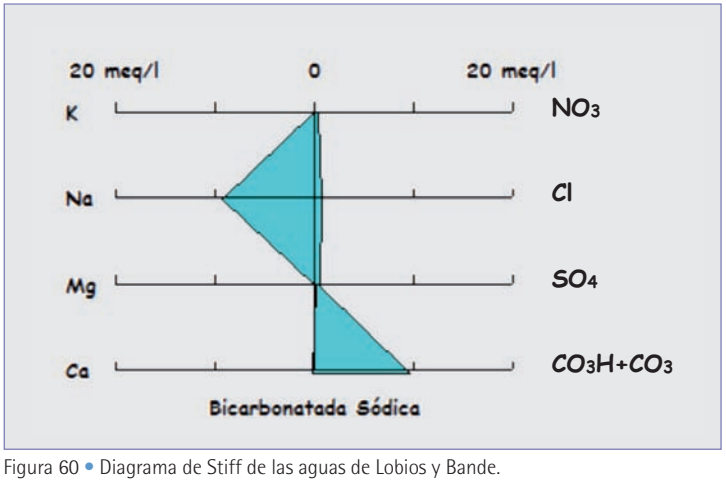


Figura 60 • Diagrama de Stiff de las aguas de Lobios y Bande.

estos aprovechamientos en el mismo grupo es la relación de las estructuras de fracturación, que controlan el desarrollo del río Limia y sus tributarios, con la circulación y surgencia de las aguas minerales: zona fracturada de dirección NNE-SSO, cortada a su vez por fracturas de direcciones N-S y NE-SO.

En los dos casos, las aguas se caracterizan por ser fuertemente termales, variando desde 51 ºC en Bande a los espectaculares 77 ºC de Lobios (el agua se aplica también como recurso geotérmico para la climatización de las instalaciones), de pH prácticamente neutro a básico (7,3-8,7) y mineralización variable (375-2660 µS/cm). Su composición química es bicarbonatada (fluorurada) sódica (Figura 60), con boro (0,1-0,2 mg/L), y arsénico (0,03 mg/L) en el agua de Lobios; son aguas minerales de flujos hidrotermales muy profundos.

Baños de Molgas, Porteiro y Fuente Bañiño

Se sitúan a orillas del río Arnoia, entre las localidades de Baños de Molgas y Xunqueira de Ambía, en el sector central de la provincia de Ourense. Las aguas en Molgas se utilizan desde época romana, pero es en el siglo XIX cuando se crean los primeros establecimientos para su explotación balnearia; en la actualidad cuenta con un hotel-balneario con modernas instalaciones. También del siglo XIX datan las primeras utilizaciones de Porteiro, y posteriormente de Bañiño, pero ambos se encuentran sin uso desde mediados del siglo pasado, si bien en los últimos años se han realizado algunos estudios para su recuperación y explotación. Las aguas de Molgas fueron declaradas de Utilidad Pública el 26 de abril de 1928.

Los aprovechamientos descritos, geológicamente se sitúan en granitos sincinemáticos de dos micas emplazados en el ámbito de la Zona de Galicia-Tras-os-Montes. El hecho de que se sitúen a orillas del río Arnoia, pone de manifiesto la relación de la circulación de las aguas minerales y termales, con las fracturas que configuran el cauce de dicho río en la dirección NE-SO.

Manantial de aguas minero-medicinales en el interior de los Baños de Molgas.

Agua mineral del Balneario de Bañiño caracterizada por su alta mineralización.

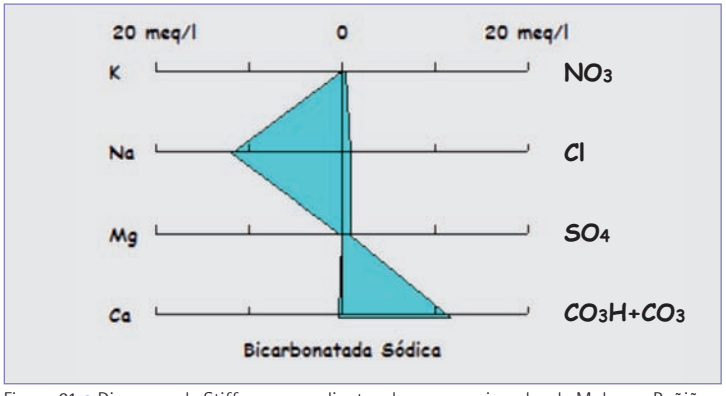


Figura 61 • Diagrama de Stiff correspondiente a las aguas minerales de Molgas y Bañiño.

Las aguas de los Balnearios de Molgas y Bañiño son templadas a termales (22-42 ºC), de pH prácticamente neutro (6,8-6,9), mineralización variable (400-1.100 µS/cm) –en función de la trayectoria del flujo, tiempo de residencia y los distintos porcentajes de mezcla con aguas subsuperficiales–, y con oxigenación variable (18-133% de O_2). Son de facies química bicarbonatada (sulfurada, fluorurada) sódica (Figura 61), con contenidos importantes en boro (0,3-1,1 mg/L), propias de aguas minerales de flujos de trayectoria larga a través de rocas graníticas; las concentraciones en sulfuros en las muestras de agua subterránea de Molgas son excepcionalmente elevadas (2.190 mg/L).

Aguas minerales del río Támega (Verín)

Manantial de Cabreiroá cuyas aguas se explotan desde principios del siglo XX.

Se trata de una serie de aprovechamientos –Plantas de Sousas, Cabreiroá y Fontenova; Balnearios de Caldeliñas y Requeixo– situados en lo que se conoce como Cuenca de Verín drenada por el río Támega. Dicha depresión se sitúa al sur de la Provincia de Ourense y se encuentra rodeada de importantes relieves que superan ampliamente los 1.000 m, destacando al Norte el Parque Natural do Invernadeiro. De las tres plantas indicadas, Sousas es la mas antigua ya que comercializa agua mineral envasada desde hace más de 140 años. Cabreiroá y Fontenova comenzaron su actividad a principios del siglo XX. En los tres casos dispusieron de balnearios en distintos periodos del pasado siglo, si bien es Sousas la que mantiene activas ciertas instalaciones de la época para tal fin. Los balnearios de Caldeliñas y Requeixo se encuentran inactivos desde mitad del XIX, disponiendo éste último de instalaciones para el embotellado y comercializándolas bajo el nombre de "Aguas de Vilaza".

Todos estos aprovechamientos, tanto en forma de manantiales como de sondeos, se sitúan en granitos de dos micas sincinemáticos que se emplazan en los esquistos de los Grupos Nogueira y Santabaia del Dominio Esquistoso de Galicia-Trás-os-Montes (Figura 62). En todos los casos existen recubrimientos de distinto espesor de depósitos sedimentarios de origen tanto aluvial, como coluvial y de llanura de inundación, lo cual provoca que para garantizar la calidad y cantidad del recurso, y evitar la mezcla de aguas someras, se haya tenido que ejecutar en todos los casos distintos sondeos para aprovechar correctamente las aguas. La facies presente es la bicarbonatada sódica fluorurada con temperaturas de surgencia de entre 17 y 24 ºC.

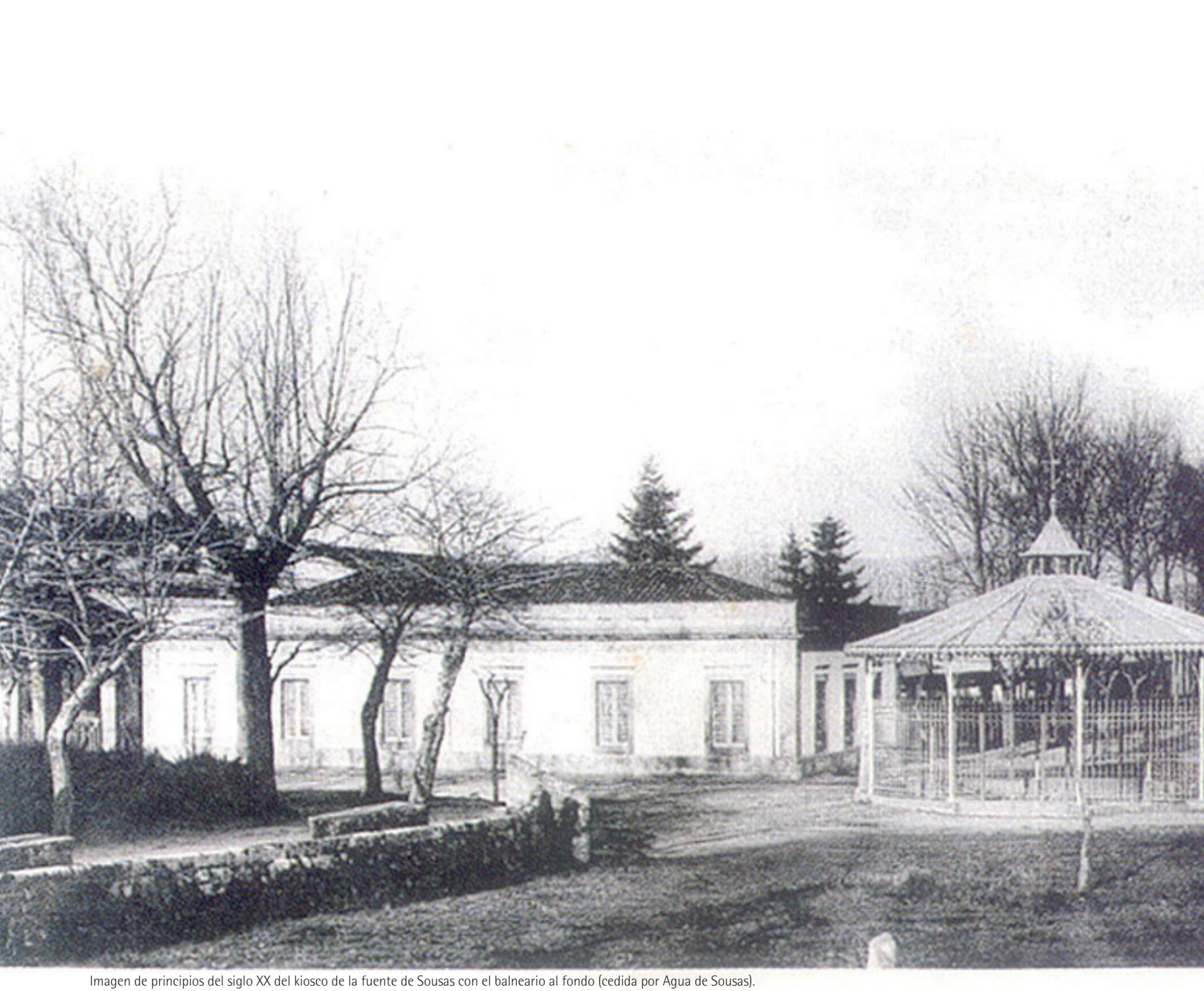


Imagen de principios del siglo XX del kiosco de la fuente de Sousas con el balneario al fondo (cedida por Agua de Sousas).

Agua mineral natural Fontenova, situada en la Cuenca de Verín drenada por el río Támega.

Las aguas subterráneas de las plantas envasadoras de Agua de Cabreiroá, Fontenova y Sousas, se caracterizan por su temperatura fría (14-19 ºC), valores de pH ligeramente ácidos (5,9-6,8), mineralización variable: de 150-500 µS/cm a 1.100-2.600 µS/cm –en función de la trayectoria del flujo, tiempo de residencia y los distintos porcentajes de mezcla con aguas subsuperficiales– y, en general, estar poco oxigenadas (25-60% de O_2). Su composición química es bicarbonatada (sulfurada, fluorurada) sódica (Figura 63), con concentraciones de boro, que en las aguas más mineralizadas llegan a alcanzar 4 mg/L; a su vez, éstas presentan hierro (0,9-1,4 mg/L) y manganeso (0,03-0,31 mg/L), color (8-48 mg/L Pt/Co) y turbidez (<12,5 U.N.F.); estas aguas también se diferencian por el contenido en CO_2 libre en agua, que llega a conferirles el rasgo de aciduladas (>250 mg/L).

Son propias de aguas minerales de flujos de trayectoria larga y profundos, están en el equilibrio termodinámico en calcita, subsaturadas en dolomita, fluorita, halita y yeso, y sobresaturadas en aluminosilicatos (albita y caolinita). Las determinaciones isotópicas del manantial más mineralizado de Sousas confirma este origen del agua, ya que el bajo valor detectado en 1980 en tritio (0,0 ±1,7) es significativo de aguas infiltradas con anterioridad a 1952; los datos disponibles de ^{18}O (-8,3%) y ^{2}H (-49,9%) para Cabrerioá, señalan su origen en el agua de precipitación.

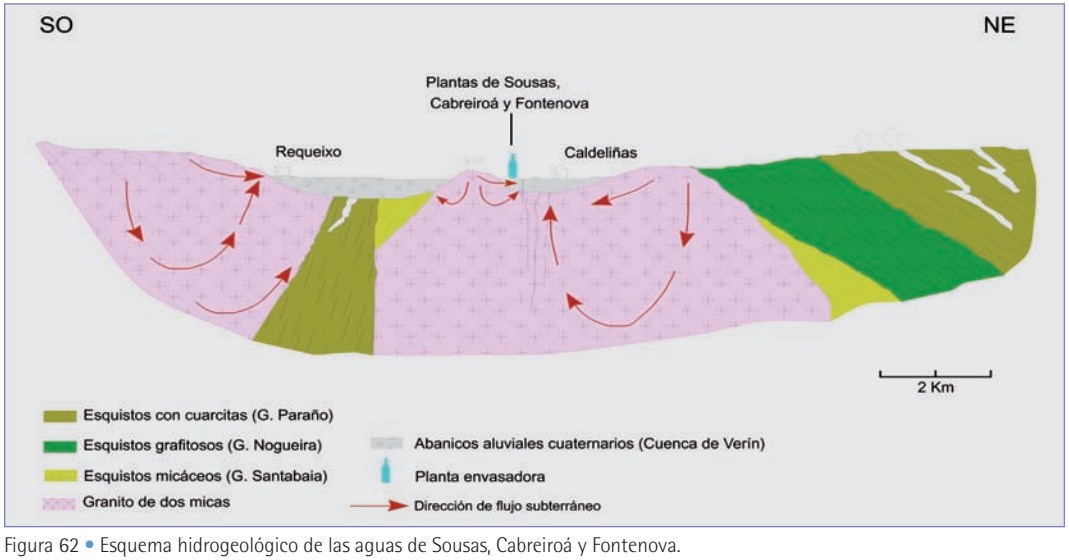


Figura 62 • Esquema hidrogeológico de las aguas de Sousas, Cabreiroá y Fontenova.

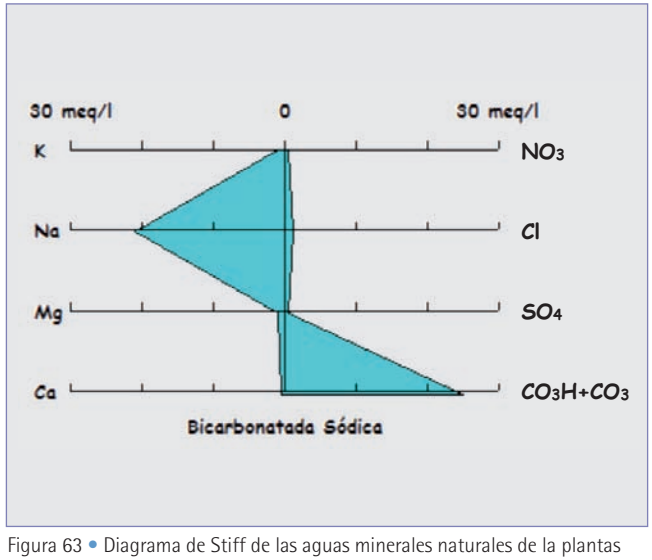


Figura 63 • Diagrama de Stiff de las aguas minerales naturales de la plantas envasadoras de Sousas, Fontenova y Cabreiroá.

SUBDOMINIO GRANÍTICO SUDESTE

Corresponde a las intrusiones graníticas del extremo oriental de la provincia de Ourense, en el Concello de Viana do Bolo, cerca del Macizo Central que contiene al Parque Natural O Invernadeiro. Incluye únicamente el antiguo aprovechamiento del Balneario de Bembibre.

Balneario de Bembibre

Aunque se cree que ya eran conocidas estas aguas por los romanos, la primera referencia escrita data de 1551. En 1877 Nicolás Taboada Leal menciona las aguas en su obra "Hidrología Médica de Galicia". El edificio es de finales del siglo XIX, fue inaugurado en 1892, y estuvo activo hasta 1957 cuando se cerró definitivamente.

Fuente del Balneario de Bembibre en el Concello de Viana do Bolo.

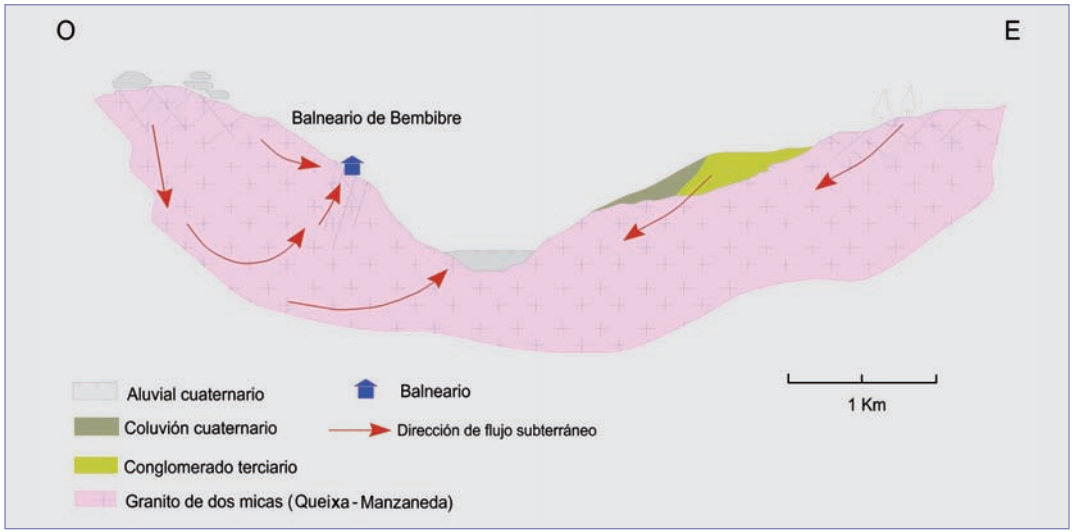


Figura 64 • Esquema hidrogeológico de las aguas del Balneario de Bembibre.

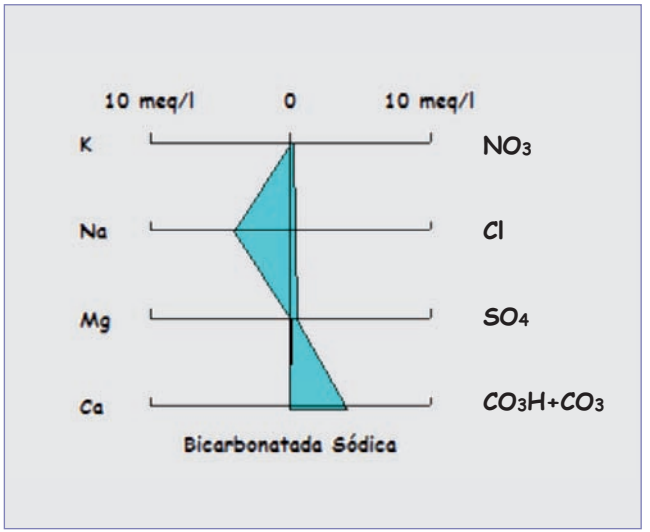


Figura 65 • Diagrama de Stiff de las aguas del Balneario de Bembibre.

El balneario se encuentra dentro de la Zona Centro-Ibérica, en el Dominio del Ollo de Sapo y en concreto en la Unidad de los Montes del Invernadeiro. Las rocas aflorantes son granitos de dos micas sincinemáticos y paralumínicos, correspondientes al macizo granítico de Queixa-Manzaneda, en el que aparecen una serie de fracturas principales de dirección N40ºE y su conjugada de dirección aproximada N130ºE, que favorecen la circulación y la salida del agua subterránea (Figura 64)

Las aguas subterráneas del Balneario de Bembibre se caracterizan por ser frías (16 ºC), mineralización notable (930 µS/cm) y muy oxigenadas (80% de O_2). Su facies es bicarbonatada (fluorurada) sódica (Figura 65), con boro (0,02 mg/L) y arsénico (0,018 mg/L), elementos indicadores de circulación profunda que se ha enfriado por circulación muy lenta en el tramo de descarga del flujo y/o por mezcla con aguas frías someras.

SUBDOMINIO GRANÍTICO NORDESTE

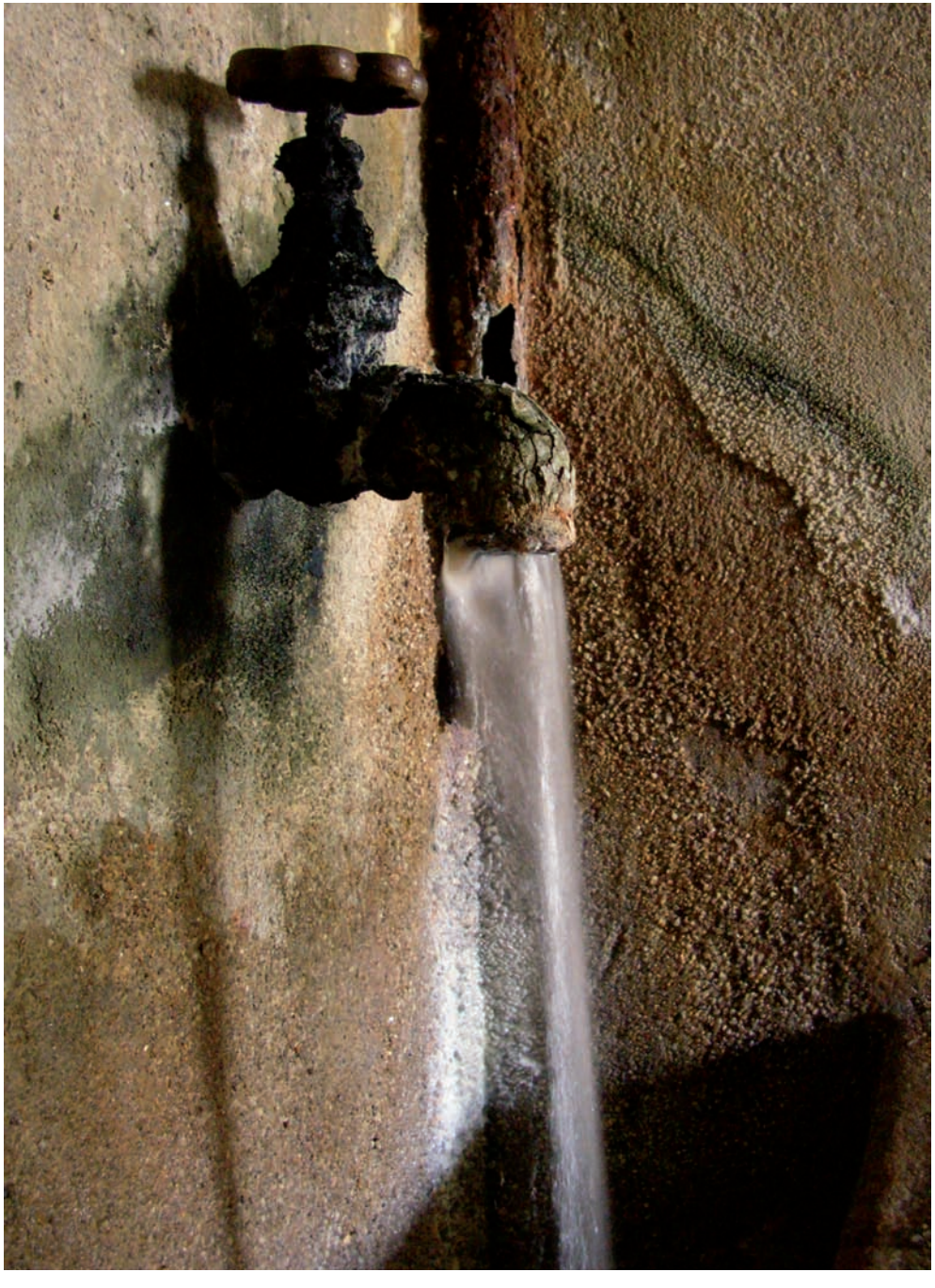
En este subdominio, localizado en el sector NE de la provincia de Lugo, no existen aprovechamientos en activo, aunque sí se han identificado algunas surgencias de interés relativo y uso tradicional, como la Fonte d'Augas Cheironas que ha servido de referencia para la descripción y caracterización de los sistemas de flujo profundo en macizos cristalinos.

Vista general de la Fonte d'Augas Cheironas y el río Valiñadares.

SUBDOMINIO GRANÍTICO CENTRAL

Ocupa una banda de unos 30 km de ancho y dirección norte-sur en el centro de Galicia, a caballo entre las provincias de Lugo y A Coruña. Constituido básicamente por granitos alcalinos y calcoalcalinos, con presencia minoritaria de rocas metamórficas. Existen manifestaciones de flujos subterráneos desde someros a profundos, todos de agua fría, con facies desde mixta muy ligera, en los primeros (Fonte Deza), hasta bicarbonatada sódica (Guitiriz, Mouriscadas y Aguas Santas). Incluye, por tanto, un conjunto diverso de surgencias y aprovechamientos hidrominerales que se describen en cuatro agrupaciones.

Fonte de Augas Santas en el Concello de Pantón, al sur de la provincia de Lugo.



Fuente del Balneario de Mouriscados, inactivo hace varias décadas, ubicado en el Concello de Chantada en el extremo suroccidental de Lugo.

Balneario y Fonte de Augas Santas y Balneario de Mouriscados

En 2006 se inauguró, junto a las ruinas del antiguo establecimiento balneario de Augas Santas, abandonado a mediados del siglo pasado. Está localizado al sur de la provincia de Lugo, en el concello de Pantón y se abastece de varios sondeos que se encuentran entre los más profundos (hasta 600 m) de Galicia.

Se ubica entre el Dominio Esquistoso de la Zona de Galicia-Trás-os-Montes y el Dominio del Anticlinorio "Ollo de Sapo", de la Zona Centro-Ibérica, en concreto en los Granitoides Sincinemáticos que han intruido y sellado el contacto entre los dos dominios. Dentro de los granitoides se pueden diferenciar dos tipos: granitos de dos micas y granitos y granodioritas biotíticos, separados por un contacto mecánico que produce una zona de cizalla dúctil en los granitos biotíticos. La zona del balneario, se halla recubierta por depósitos discordantes de materiales sedimentarios aluviales de edad cuaternaria.

Las rocas graníticas de la zona constituyen un acuífero con permeabilidad por fisuración, aumentada sin duda en la zona donde se emplaza el balneario, zona de fracturación predominante NE-SO ya que parte de los granitos se encuentran cizallados. Aparte de los sondeos, existe una fuente con aguas de características similares, tradicionalmente muy visitada por los lugareños.

El balneario de Mouriscados se encuentra en el Concello de Chantada, en el extremo suroccidental de la provincia de Lugo. El edificio actual data del año 1890, se dejó de utilizar

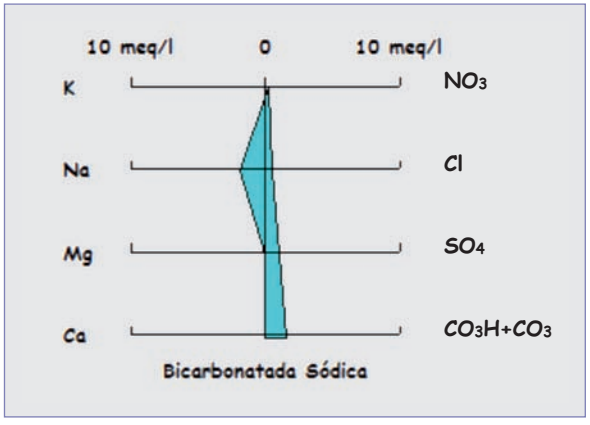


Figura 66 • Diagrama de Stiff de las aguas de Los Balnearios de Augas Santas y Mouriscados.

hace varias décadas y se encuentra inactivo desde entonces. El manantial que abastece al antiguo balneario corresponde a un sistema de flujo albergado en el Dominio Esquistoso de la Zona de Galicia-Trás-os-Montes, en concreto en el contacto, de dirección NE-SO, entre esquistos silúricos, del Grupo Nogueira y granodioritas biotíticas, pertenecientes al Macizo de Chantada-Taboada. Corresponde a una alineación de fractura que se extiende desde Ribadavia (Ourense) hasta Taboada (Lugo), que afecta a granitos alcalinos y calcoalcalinos, en una longitud superior a 50 km.

Las aguas subterráneas de los Balnearios de Aguas Santas y Mouriscados son de temperaturas frías a ligeramente templadas (18-20 ºC), pH neutro a fuertemente básico (7,2-9,6), mineralización débil a notable (265-700 µS/cm) y oxigenación variable (30-70% de O_2). Su composición es bicarbonatada (fluorurada) sódica (Figura 66), con concentraciones en boro relativamente importantes (0,1-2,3 mg/L). El agua más mineralizada del sondeo de Aguas Santas presenta sulfuros (25 mg/L), y la del manantial, manganeso (0,2 mg/L); ambas están afectadas por amonio (0,6-4,3 mg/L). Corresponden a aguas minerales de flujos de trayectoria larga.

Fonte Deza

Se localiza en el extremo noreste de la provincia de Pontevedra, lindando con Lugo y A Coruña, y a 1 km al norte de la población de Agolada. Conocido como fuente de Cántaras, hasta hace unos años los lugareños bebían agua del manantial, el cual brotaba a través del "xabre" o jabre, producto de alteración de la roca granítica infrayacente. Posteriormente se promovió la construcción de una planta envasadora y se llegó a realizar la obra de la nave, pero se abandonó el proyecto quedando las aguas del manantial ocultas bajo la nave.

El manantial corresponde a un flujo somero que tiene lugar en un granito de dos micas correspondiente a una de las rocas graníticas hercínicas que intruyeron de forma generalizada en el Dominio Esquistoso de la Zona de Galicia Trás-os-Montes desarrollado en granito de dos micas de grano fino a medio.

El agua de Fonte Deza (Cántaras) es fría (13 ºC), ácida (pH= 5) y escasamente mineralizada (70 µS/cm), de facies mixta (Figura 67), con características similares a las del agua de lluvia, como corresponde a una circulación somera y de trayectoria corta.

Agua de Fonte Deza también conocida como fuente Cántaras, cercana a la población de Agolada en Pontevedra.

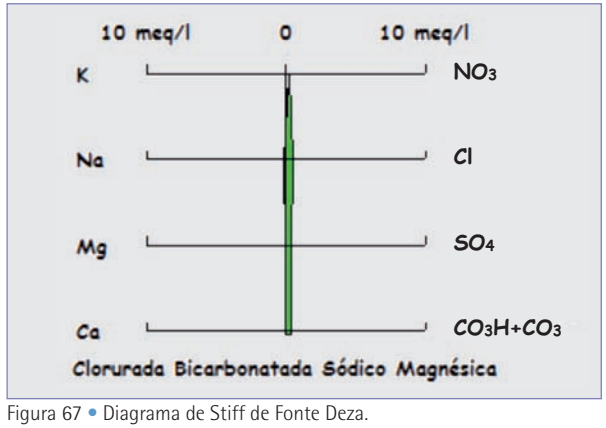


Figura 67 • Diagrama de Stiff de Fonte Deza.

Balneario de Guitiriz y Pardiñas

Fuente de San Juan del Balneario de Guitiriz declaradas de Utilidad Pública en 1928.

Estos dos balnearios se sitúan al Oeste de la provincia de Lugo, en el concello de Guitiriz, tierras que hace poco tiempo fueron declaradas como Reserva de la Biosfera "Terras do Miño", siendo la segunda en extensión de España. Aunque la actividad del Balneario de Guitiriz viene de lejos, ya que sus aguas se declararon de utilidad pública por RDL de 26 de abril de 1928, es a principios del siglo XX cuando se construyen los principales edificios. Hacia 1972 cesa prácticamente la actividad, y no es hasta el siglo XXI, en 2003, cuando se reinauguran unas nuevas y modernas instalaciones respetando la esencia de las construcciones anteriores. Pardiñas es una instalación más modesta que se inaugura en 1955 manteniéndose su uso público hasta nuestros días.

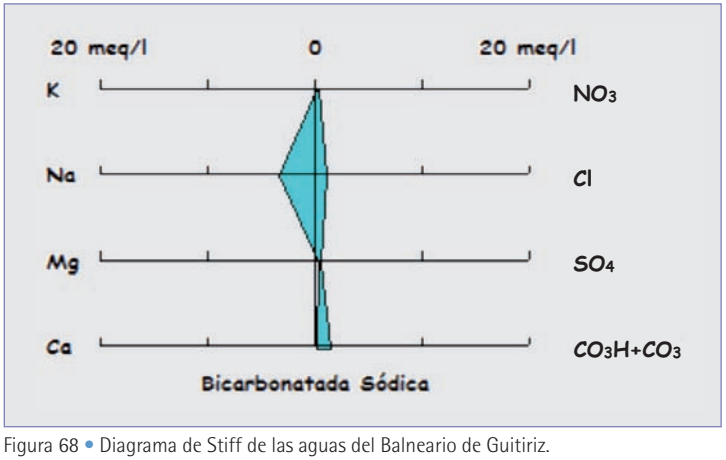


Figura 68 • Diagrama de Stiff de las aguas del Balneario de Guitiriz.

Fuente de Santo Domingo en el Balneario de Pardiñas, inagurado en 1955.

Ambos aprovechamientos se sitúan en los granitoides variscos que intruyen en la Formación Ollo de Sapo de la Zona Centro-Ibérica. El caso de Guitiriz se trata de granodioritas precoces del Macizo de Guitiriz, y granitos de dos micas para el caso del Balneario de Pardiñas. Los materiales están afectados por fracturación tardi-posthercínica con dirección NO-SE y están recubiertos por sedimentos terciarios y pliocuaternarios de carácter detrítico (arcillas y arcillas arenosas), en los que se producen las surgencias de las manifestaciones hidrominerales.

El agua del manantial del Balneario de Guitiriz es templada (17 ºC), con pH básico (9,2) y mineralización débil (350 µS/cm). Su composición química es bicarbonatada (sulfurada) sódica (Figura 68), con una elevada concentración en sulfuros (66 mg/L) y hierro (0,330 mg/L). Está subsaturada en calcita, dolomita, fluorita, halita y yeso, esto es, tiene capacidad para seguir disolviendo a dichas fases minerales.

Balnearios de Río Pambre, Augas Fádregas y Caldelas de Vilariño

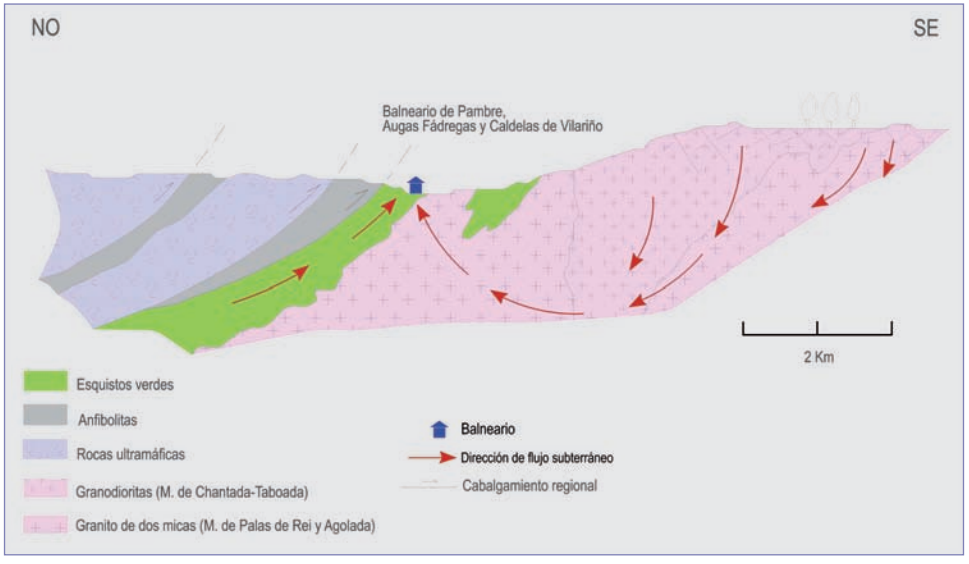


Figura 69 • Esquema hidrogeológico de los balnearios de Pambre, Augas Fádregas y Caldelas de Vilariño.

Estos tres balnearios se sitúan en la zona central de Galicia, siempre cercanos a importantes cauces fluviales como el río Ulla, el Pambre o el Arnego. La zona está dividida por la pequeña Serra do Farelo, prolongación septentrional de la Serra do Faro y ocupa los concellos de Palas de Rei, Antas de Ulla y Agolada, respectivamente. El hotel-balneario Río Pambre es de nueva construcción y se encuentra funcionando desde hace pocos años. Respecto a Augas Fádregas dejó de funcionar hacia mitad del siglo XX, y hacia 1970 lo hizo Caldelas de Vilariño; estos dos últimos se encuentran en un avanzado estado de ruina si bien aún existen algunos elementos arquitectónicos que merecen ser conservados.

Los tres manantiales se localizan en la zona de contacto entre litologías esquistosas, pertenecientes al Grupo Nogueira y Paraño, del Dominio Esquistoso de la Zona de Galicia-Trás-os-Montes. Para el caso de Vilariño y Augas Fádregas el contacto se produce con rocas graníticas hercínicas de dos micas, y para el caso del Balneario de Pambre con rocas sincinemáticas de naturaleza granodiorítica. Además, en estos dos últimos casos, aparece una estructura tectónica de entidad, correspondiente a un despegue extensional que condicionaría en parte la circulación del recurso hidromineral (Figura 69).

Las aguas de Pambre fueron declaradas minero-medicinales y publicado en el DOGA 134 de 12 de julio de 2002; son de facies bicarbonatada sódica, fluorurada y sulfurada, surgiendo a una temperatura de 16 ºC. Para los otros dos casos las facies y la temperatura son prácticamente las mismas que en Pambre, si bien las de Fádregas tienen una temperatura algo mayor, en torno a los 18 ºC. El manantial de Vilariño fue declarado minero-medicinal por resolución publicada en el BOE 20 de 23 de enero de 1959. La tipología de aguas es similar en los tres casos: frías y de mineralización débil.

Fuente del Balneario de Augas Fádregas, que dejó de funcionar a finales del siglo XX.

SUBDOMINIO GRANÍTICO OCCIDENTAL

Fuente de Caldelas de Vilariño, el balneario fue abandonado hacia 1970.

Comprende toda la franja granítica costera del occidente gallego, excepto el sector de Caldas de Reis-A Toxa. Predominan los afloramientos de granitos alcalinos y calcoalcalinos sobre las rocas metamórficas y se caracteriza por una fracturación dominante de dirección N-S ó NNO-SSE que es cruzada por numerosas fracturas de direcciones NO-SE y NE-SO. Predominan los flujos de tipo somero o intermedio. Incluye cuatro grupos de aprovechamientos.

Balneario de Compostela (Burga do Tremo)

Anteriormente conocido como balneario de Nosa Señora dos Ánxeles o Burga do Tremo, en la actualidad se ha reconvertido en un moderno hotel-balneario inaugurado en 2004 y situado en el concello de Brión, a 10 km de Santiago de Compostela. Las primeras citas históricas datan de 1813, siendo posteriormente declaradas de Utilidad Pública por RDL de 26 de abril de 1928. La antigua casa de baños dejó de funcionar en 1968, tras un proceso de decadencia continuada desde la Guerra Civil de 1936, pero existe constancia de una utilización continuada de las aguas por parte de los vecinos hasta su nueva apertura.

El balneario se sitúa en pizarras, esquistos y areniscas del Ordovícico, del Grupo Paraño pertenecientes al Dominio Esquistoso de la Zona de Galicia-Trás-os-Montes. En los alrededores aparecen intrusiones de granitos de dos micas, sincinemáticos y de origen hercínico que, junto con los esquistos, se hayan afectados por importantes fracturas, de dirección N-S, procedentes de Baldaio, y NE-SO, que afectan a la zona donde se encuentra el balneario.

Las aguas, de mineralización débil y de facies bicarbonatada sódica, sulfuradas, silicatadas y fluoradas, surgen con un caudal de 3 L/s, teniendo una posible relación con la falla NE-SO antes descrita como condicionante para la circulación y surgencia del recurso hidromineral. Se caracterizan por su temperatura fría (18 ºC), pH básico (8,4), mineralización baja (370 µS/cm) y estar muy oxigenada (113% de O_2).

Antigua fuente del Balneario do Tremo. Manantial de Nuestra Señora de los Ángeles (cedida por el Hotel Balneario de Compostela).

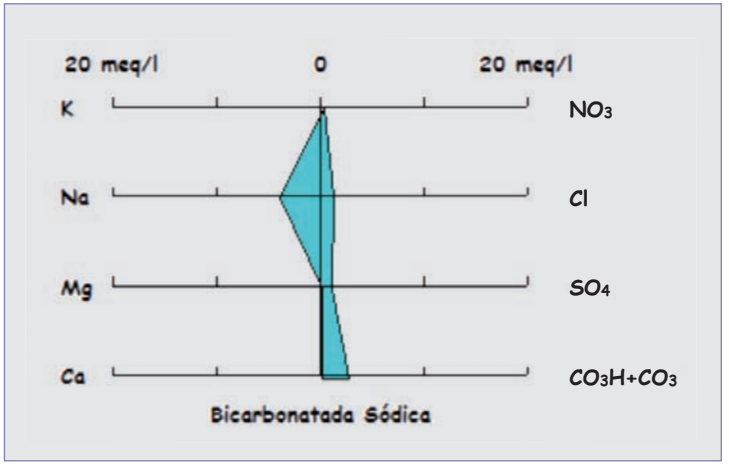


Figura 70 • Diagrama de Stiff de las aguas del Balneario de Compostela.

Su composición química es bicarbonatada (sulfurada, fluorurada) sódica (Figura 70). Posiblemente como consecuencia de un flujo, de evolución química intermedia, a través de la roca.

Planta envasadoras de San Xinés y Aguasana

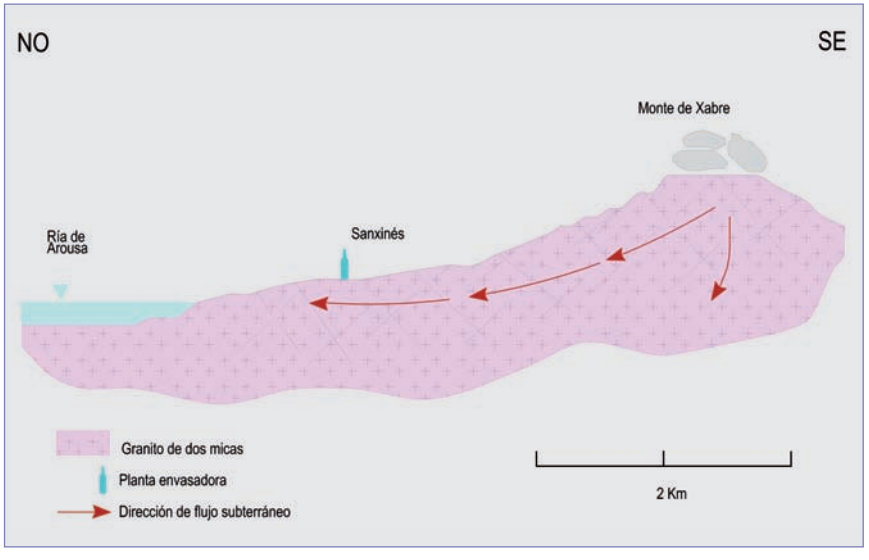


Figura 71 • Esquema hidrogeológico del agua mineral natural San Xinés.

San Xinés es una planta de envasado de agua situada en este subdominio y localizada en la costa occidental de Galicia, en concreto en la ría de Arousa, a escasos kilómetros al norte de la población de Vilagarcía (Pontevedra). La empresa, Bebidas Pousada, inició su actividad en el sector en la década de los 70 del pasado siglo, pero no fue hasta los años 90 cuando comenzó con el envasado de agua bajo la denominación de Agua Mineral Natural Sanxinés, extrayendo el recurso a través de sondeos de 40 m de profundidad.

Las captaciones de San Xinés se localizan en granitos peralumínicos de dos micas sincinemáticos, emplazados en el Dominio Esquistoso de la Zona de Galicia-Trás-os-Montes. Dicha roca granítica se halla fracturada y alterada en los primeros metros, lo cual permite la circulación del agua subterránea y su aprovechamiento (Figura 71). La baja mineralización y la facies clorurada sódica indican un corto periodo de residencia en el acuífero, cuyos recursos provienen de la recarga meteórica en el cercano Monte Xabre.

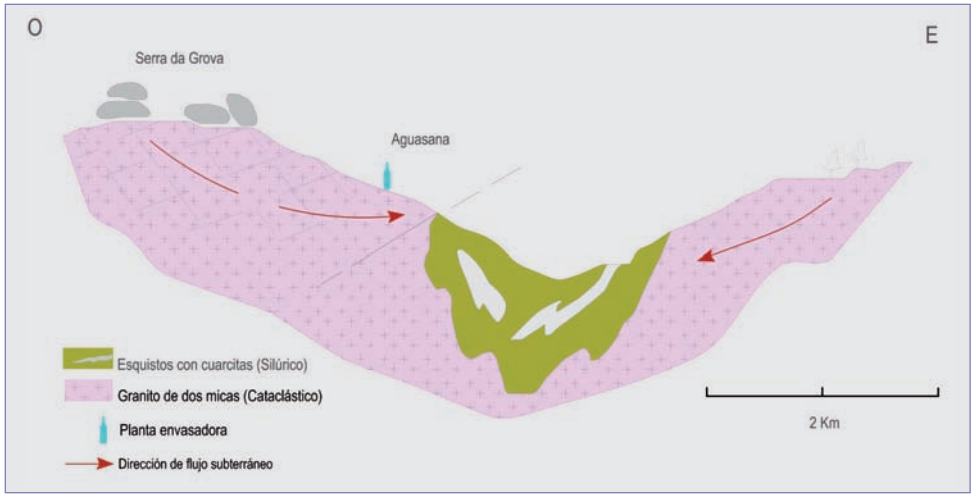


Figura 72 • Esquema hidrogeológico del agua mineral natural Aguasana.

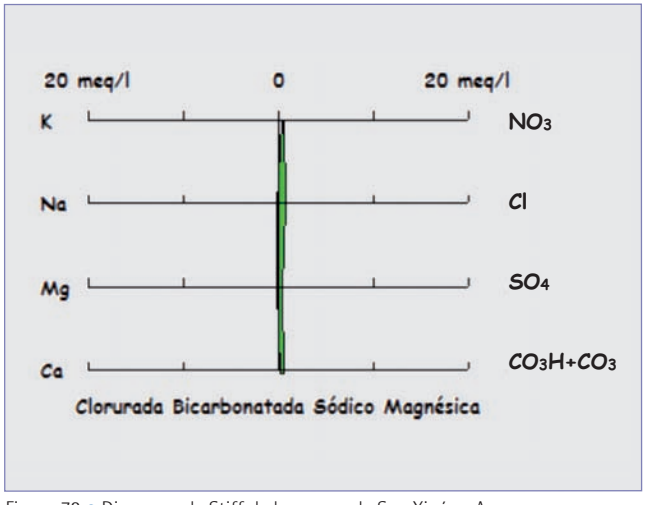


Figura 73 • Diagrama de Stiff de las aguas de San Xinés y Aguasana.

La Planta de Aguasana, situada en el extremo suroccidental de Galicia, en la provincia de Pontevedra, en uno de los valles que forma la escarpada Serra da Groba, del término municipal del Concello de Baiona, comenzó su actividad comercial en la década de los 90 del siglo pasado, extrayendo el agua de un manantial, al que posteriormente se le han sumado varios sondeos de explotación, que abastecen a la moderna instalación de envasado.

El manantial y los sondeos se sitúan en el contacto entre esquistos migmatizados de edad Silúrico y granitos sincinemáticos de dos micas. La circulación subterránea de las aguas se ve favorecida por dicho contacto, además de por una importante fractura de dirección NE-SO que condiciona la formación y orientación del valle (Figura 72). Todo este entramado se enmarca en una zona de cizalla dúctil de la Zona Centro-Ibérica.

Los aprovechamientos de San Xinés y Aguasana corresponden a aguas frías (14-16 ºC), ácidas (pH= 4,9-5,3) y muy débil mineralización (60-135 µS/cm), de facies mixta (Figura 73), con características similares a las del agua de lluvia, debidas a una circulación somera y trayectoria corta, cuya composición química está determinada por la evaporación de agua del mar; están subsaturadas en todas las fases minerales, y, por tanto, con capacidad para disolver a los minerales de la roca a través de la cual fluye.

Balneario de Laxinias, Baños de Lérez y San Xusto

Se trata de tres aprovechamientos situados en la costa occidental de la provincia de Pontevedra, en los concellos de Catoira, Pontevedra y Cotobade, respectivamente. Laxinias funcionó desde la década de los 30 a la de los 80 del pasado siglo y sus aguas fueron declaradas por RDL de 26 de abril de 1928. Hacia 1906 los Baños de Lérez contaban con un hotel y planta embotelladora, pero tras la Guerra Civil cesaron su actividad desapareciendo casi todas sus instalaciones; sus aguas fueron declaradas de Utilidad Pública el 15 de noviembre de 1904. Tan sólo los Baños de San Xusto mantienen actividad desde hace años, si bien ésta se limita a la afluencia de algunos vecinos para recoger agua en unas modestas instalaciones integradas en un área recreativa.

La situación litológica de estos aprovechamientos es similar en los tres casos, tratándose de granitos de dos micas sincinemáticos, emplazados en el Dominio Esquistoso de la Zona de Galicia-Trás-os-Montes. Existen diferencias en lo que a condicionantes estructurales se refiere, como en el

Fuente del Balneario de Laxinias en el Concello de Catoira.

caso de Lérez, en el que la surgencia de las aguas se produce a través de las fracturas y contacto con ortogneises glandulares, no así en Laxinias y San Xusto donde la surgencia viene condicionada por la fracturación de la roca granítica de dirección NE-SO.

También existen diferencias respecto a la facies hidroquímica, sobre todo en el caso de Lérez, en el que el carácter clorurado sódico y la fuerte mineralización del agua se interpretan por mezcla con agua de procedencia marina a través de la fracturación que configura el tramo final de la desembocadura del río, donde surgen las aguas. Para los otros dos casos, la facies representativa es sulfatada sódica para Laxinias, y bicarbonatada sódica para San Xusto, ambas de mineralización débil; las temperaturas no sobrepasan los 21 ºC en ninguno de los tres casos.

Baños de Brea y San Lorenzo de Carboeiro

Aguas del Balneario de Brea sito en el Concello de Vila de cruces (Pontevedra).

Ambos aprovechamientos se sitúan cercanos al de río Deza, afluente del Ulla, a su paso por los concellos de Vila de Cruces y Silleda, respectivamente, de la provincia de Pontevedra. Las aguas del Balneario de Baños de Brea se vienen aprovechando desde principios del siglo XIX, pero es en 1991 cuando se levanta un nuevo edificio hotel-balneario sobre las ruinas anteriores, rodeado de una apacible naturaleza. Respecto a San Lorenzo de Carboeiro se trata de un pequeño manantial situado a los pies de las ruinas del monasterio benedictino del mismo nombre, fundado en el siglo X, en pronunciado meandro del río Deza.

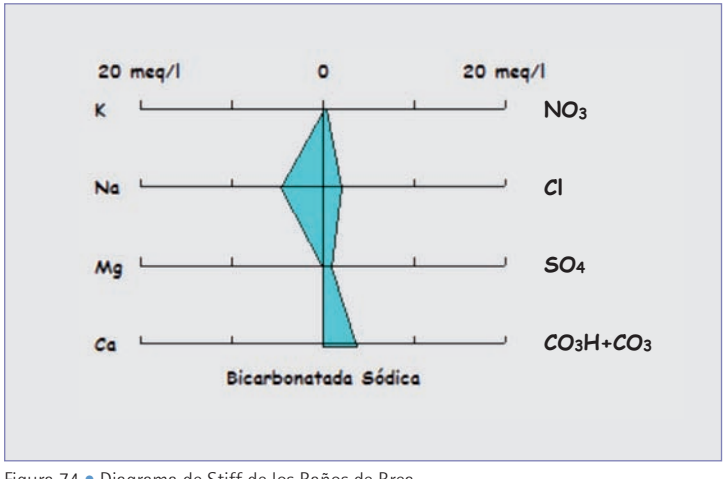


Figura 74 • Diagrama de Stiff de los Baños de Brea.

Geológicamente, tanto el manantial de Carboeiro como los sondeos que abastecen a Baños de Brea se encuentran situados en la zona de contacto entre anfibolitas y ortogneises pertenecientes a los Complejos Máficos y Ultramáficos de la ZGTM. Ambas aguas son de facies bicarbonatada sódica y surgen a temperatura de 16 y 28 ºC respectivamente. La circulación y surgencia de esta agua se encuentra condicionada tanto por fracturas regionales de dirección NO-SE, como por la cercanía al contacto entre unidades del Complejo de Órdenes.

Las aguas minerales de los Baños de Brea son templadas (23-35 ºC), básicas (pH=8,0), mineralización notable (550-650 µS/cm) y anóxicas (<25% O_2 disuelto). Su composición es bicarbonatada (sulfurada, fluorurada) sódica (Figura 74), con boro (1,3-1,7 mg/L), propias de flujos de trayectoria larga, saturadas en calcita y subsaturadas en yeso y halita.

Charca do Alligal, situada en la llanura de inundación del río Trímaz a su paso por Vilalba (Lugo).

Está constituido mayoritariamente por rocas metamórficas, con circulaciones subterráneas someras o intermedias, que originan aguas frías o templadas de facies bicarbonatadas cálcicas (Charca do Alligal, Agua de Fontoira, Balneario de Incio). A diferencia del Subdominio Metamórfico Occidental, en el Oriental destaca la presencia de rocas carbonatadas en la zona de la sierra de Courel, que dan lugar a pequeños acuíferos de tipo kárstico (Magnesitas de Rubián y Fonte Muiño).

Termas de Vilalba, Charca do Alligal y Planta de Fontoira

Tanto las Termas como la Charca se localizan muy próximas entre sí, en la llanura de inundación del río Trímaz a su paso por la localidad de Vilalba, al Noroeste de la provincia de Lugo. Aunque conocida desde muy antiguo, las primeras referencias históricas que se conocen de la Charca son de 1924, cuando se hizo una denuncia minera para explotar hierro. Posteriormente se realiza una piscina la cual se reformó a comienzos de la década de los noventa para el uso de forma libre. Las Termas de Vilalba se trata de un establecimiento recientemente inaugurado como SPA y que en un futuro próximo prevé utilizar el agua termal de la zona. La planta de Fontoira, también se localiza cerca de las anteriores en la conocida como Comarca da Terra Chá, declarada Reserva de la Biosfera por la UNESCO y situada en la mitad septentrional de la provincia de Lugo. El agua mineral se comercializa desde los 90 bajo el actual nombre de Fontoira.

Los tres aprovechamientos se localizan en la Zona Asturoccidental-Leonesa, en el Dominio del Manto de Mondoñedo. Para el caso de la Charca y las Termas las aguas surgen entre las fracturas de los esquistos y pizarras precámbricos con alguna intercalación carbonatada de la Serie Vilalba. De forma discordante con lo anterior aparecen depósitos aluviales de edad cuaternaria compuestos por sedimentos de litologías similares a las rocas circundantes (Figura 75). En el caso de Fontoira la circulación se produce preferentemente por las fracturas de los esquistos y cuarcitas de Cándana.

Las aguas subterráneas de las captaciones de Fontoira y del manantial de la Charca do Alligal son de temperatura fría a templada (14-19 ºC); las de Fontoira con pH próximos a la neutralidad (6,7-7,4) y las de la charca débilmente básica (8,0); débilmente mineralizadas (260-360 µS/cm) y poco oxigenadas (40% de O_2); su composición química es bicarbonatada cálcica (Figura 76). Estas características físico-químicas son propias de aguas

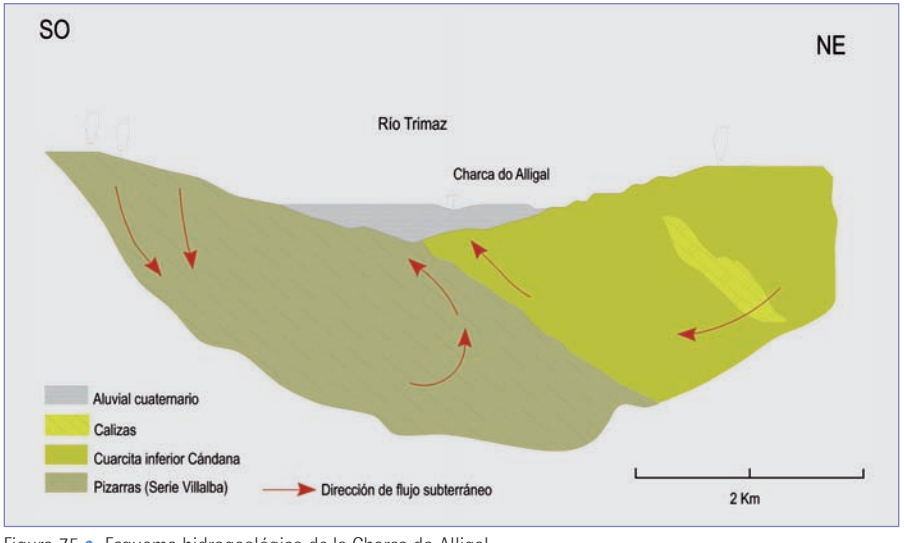


Figura 75 • Esquema hidrogeológico de la Charca do Alligal.

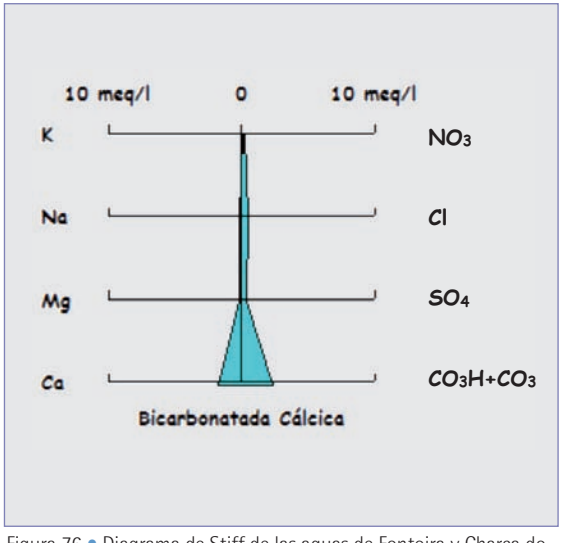


Figura 76 • Diagrama de Stiff de las aguas de Fontoira y Charca do Alligal.

minerales someras, poco evolucionadas, subsaturadas en las distintas especies minerales de la roca, y, en consecuencia, con capacidad para seguir disolviendo dolomita, fluorita, halita y yeso, ya que está subsaturada en dichos minerales (índice de saturación, IS< -2), y en equilibrio termodinámico en calcita (IS≈ 0).

Aguas ferruginosas del Courel

Fuente del Balneario de Incio, sus aguas presentan un elevado contenido en hierro, lo que le confiere un color característico.

Bajo esta denominación se incluyen tres de los más importantes manantiales ferruginosos que existen en la Serra do Courel y su entorno más próximo. La zona, constituida fundamentalmente por media montaña, cuenta con la denominación de Lugar de Interés Comunitario y se está estudiando la declaración de Parque Natural. Se destacan los manantiales de Forgas y Souto los cuales no disponen de instalaciones para su aprovechamiento. Pero sin duda el único establecimiento balneario más emblemático de estas sierras lo constituye el Balneario de Incio, situado en la parte occidental de la sierra, en la localidad con el mismo nombre. Se trata de un impresionante edificio de finales del XIX con un manantial que supera los 10 L/s de aguas ferruginosas. En la actualidad las instalaciones se encuentran en un prolongado periodo de reformas que pretenden devolver el esplendor que tuvo años atrás, en un valioso entorno natural de montaña.

En lo que a geología se refiere, todos los manantiales referidos se sitúan en pizarras y ampelitas silúricas con importantes tramos de brechas ferruginosas. Estas litologías, conocidas como Capas de la Garganta, aparecen en O Incio en contacto discordante con pizarras grises de edad Cámbrico, llamadas Capas de Villamea, provocando un extraordinario caudal a favor de dicho contacto. Las referidas litologías se sitúan en el Dominio de Courel-Truchas de la Zona Asturoccidental-Leonesa (Figura 77).

El agua del manantial del Balneario de Incio, de próxima reapertura, es de temperatura fría (7 ºC), débilmente ácida (pH= 6,6), muy débilmente mineralizada (182 µS/cm), y facies hidroquímica bicarbonatada cálcica (Figura 78); todas estas características físico-químicas indican que se trata de un agua mineral de circulación somera a través de la roca metamórfica. No obstante, presenta una concentración en manganeso relativamente importante (0,25 mg/L) que le confiere color al agua (276 mg/L Pt/Co); así como en CO_2 (23 mg/L).

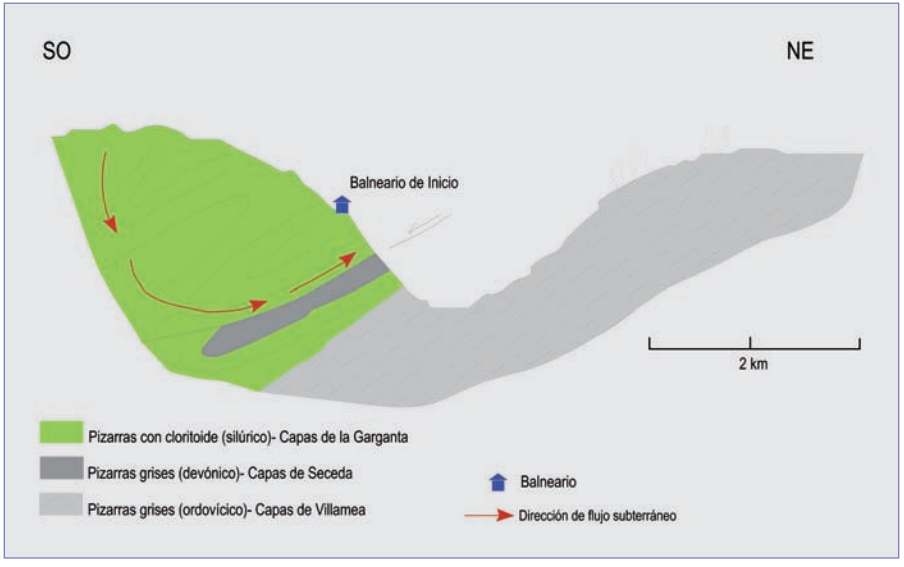


Figura 77 • Esquema hidrogeológico de las aguas del Balneario de Incio.

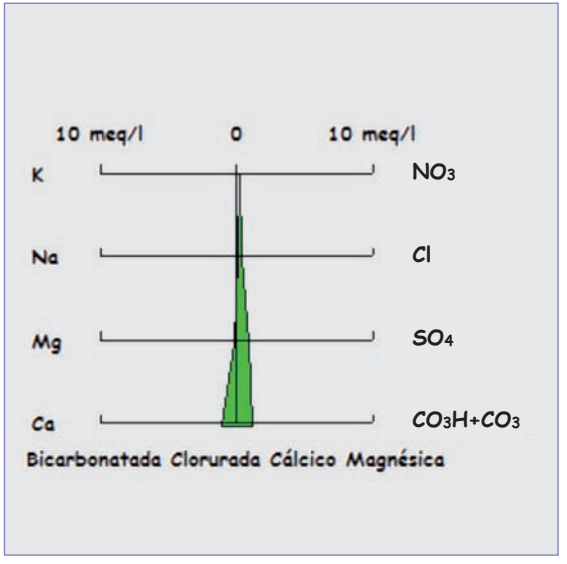


Figura 78 • Diagrama de Stiff del Balneario de Incio.

Aguas kársticas del Courel

En este grupo se engloban las aguas subterráneas que se relacionan a las escasas rocas carbonatadas que existen en la Comunidad de Galicia. Los manantiales propuestos se sitúan en el sector central de la Serra do Courel, a excepción de las aguas relacionadas con la explotación minera de Magnesitas de Rubián, que se sitúa en el sector más occidental de la sierra. Salvo éste último, el aprovechamiento es escaso, destinándose el agua para riego, molinos harineros o labores mineras. En los casos de Valdefariña y Veiga do Foxo la surgencia se produce en una amplia zona de descarga donde no se observa desarrollo kárstico alguno. Al contrario que en Valmaior o Muíño, donde aparecen algunas morfologías kársticas que se intensifican en el caso de la Fonte da Cova donde se desarrolla la "Buraca das Choivas", una verdadera cavidad explorable varios cientos de metros. La figura 79 muestra el esquema hidrogeológico del manantial de Muiño.

Las aguas de la explotación de magnesitas aparecieron como consecuencia de las labores subterráneas de extracción del mineral, al interceptar parte del acuífero kárstico mediante sondeos de exploración (Figura 80); en un principio se contempló la posibilidad de la explotación del recurso como agua mineral, pero la actual actividad minera descartó dicha posibilidad. Por otro lado el manantial de Valmaior ha sido declarado recientemente con la condición de Mineral Natural y existe la posibilidad de que sea explotado para envasar agua a medio plazo.

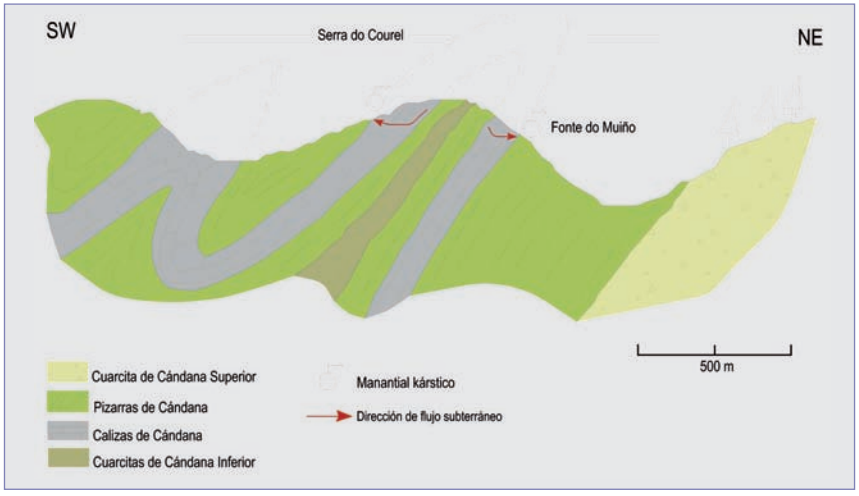


Figura 79 • Esquema hidrogeológico de Fonte do Muiño.

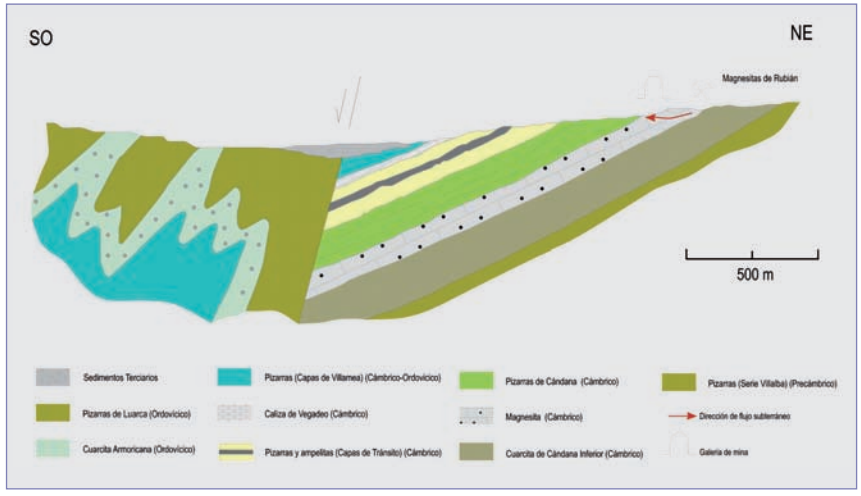


Figura 80 • Esquema hidrogeológico de Magnesitas de Rubián.

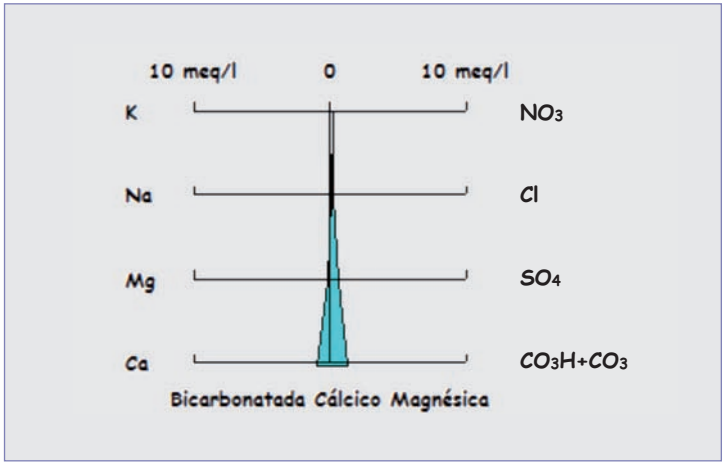


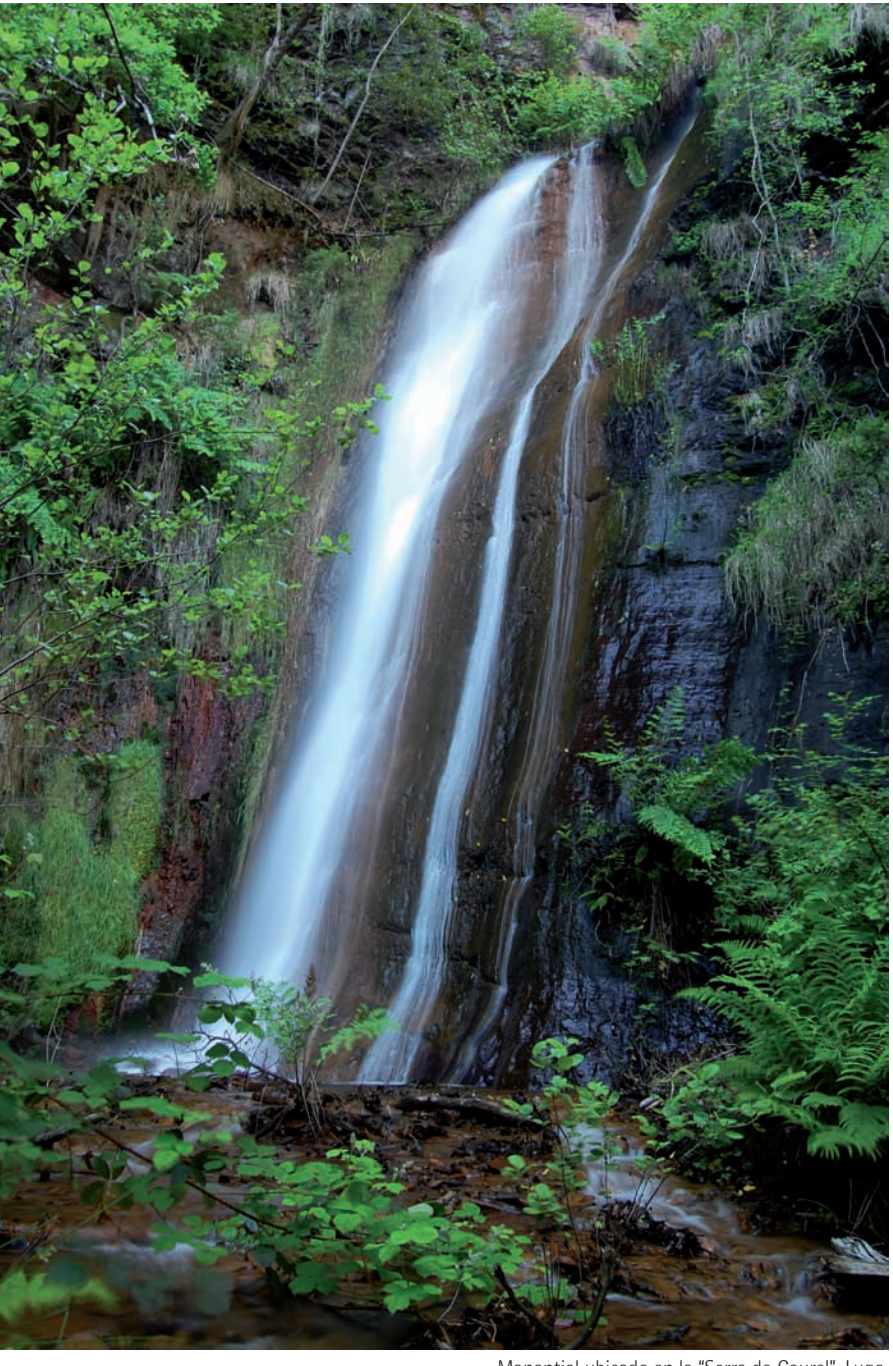
Figura 81 • Diagram de Stiff de Fonte do Muiño y Magnesitas de Rubián.

Los escasos tramos de rocas carbonatadas, corresponden a calizas de Vegadeo y de Cándana pertenecientes al sector de O Courel, sufren un moderado proceso de karstificación debido a la abundante presencia de agua y ácidos húmicos. Esto provoca el desarrollo de sistemas endokársticos poco complejos debido al escaso espesor de los materiales carbonatados. Ello da lugar a pequeños acuíferos de escasa capacidad de regulación, con altas velocidades de tránsito del agua subterránea y descarga por manantiales de caudal muy irregular que llegan a máximos de entre 10 y 25 L/s.

Las aguas subterráneas del sondeo de la galería de la mina de "Magnesitas de Rubián" y del manantial "Fonte Muiño" son frías (8-15 ºC), con pH básico (8,5) en el primer caso y neutro en el segundo, muy poco mineralizadas (140-270 µS/cm) y oxigenadas (75-80% de O_2). Son aguas bicarbonatadas cálcico-magnésicas y cálcicas (Figura 81), respectivamente, de circulaciones subterráneas someras o intermedias a través de rocas metamórficas.

SUBDOMINIO METAMÓRFICO OCCIDENTAL

Constituido mayoritariamente por rocas metamórficas, donde predominan circulaciones subterráneas someras o intermedias y aguas de facies bicarbonatadas cálcicas. Excepcionalmente se desarrollan flujos más o menos profundos, como es el caso de los referidos a continuación.



Manantial ubicado en la "Serra do Courel", Lugo.

Fonte da Cova, surge en la Buraca das Choivas, una cavidad explorable varios cientos de metros.

Fonte Santa y Baños de Carvallo

Corresponden a dos manantiales que constituyen la descarga de dos sistemas de flujo asociados a la existencia de importantes accidentes tectónicos que albergan la circulación subterránea y determinan la surgencia del recurso hidromineral.

La Fonte Santa se localiza en el concello de O Pino, en la margen izquierda del río Tambre a su paso por la parroquia de San Xulián de Lardeiros. Se trata de una modesta casa de baños que se abastece, en primer momento, por un pequeño manantial y que posteriormente es sustituido por un sondeo de 52 m que se realiza en la década de los 90 del siglo XX.

En el área, situada en la Zona de Galicia-Trás-os-Montes, únicamente afloran esquistos y paragneises de medio y alto grado, de edad Precámbrico a Ordovícico de la Unidad de O Pino (Complejo de Órdenes). Además, de forma discontinua, aparecen depósitos de origen sedimentario de edad cuaternaria que están ligados tanto a la actividad fluvial del río Tambre como a la formación de suelos in situ.

Recinto donde se encuentra ubicado el sondeo en el interior del Balneario de Carballo.

Se trata de aguas frías de unos 14 ºC, cuya facies hidroquímica es bicarbonatada sódica fluorurada y sulfurada de mineralización muy débil, características que sugieren una circulación profunda de carácter termal cuya agua se enfría en el tramo de descarga, seguramente por una muy lenta velocidad de surgencia.

El Balneario de Carballo, se sitúa en el mismo centro urbano de la ciudad de Carballo, a unos 8 km de la costa coruñesa de la comarca de Bergantiños. Las primeras referencias escritas que se tienen del mismo se remontan al siglo XVIII, la declaración de Utilidad Pública se obtiene por RDL, el 26 de abril de 1928. En la actualidad, el edificio data de la década de los 80, periodo en el que se suceden distintas modernizaciones de las instalaciones y se realiza una ejemplar mejora en las captaciones del recurso hidromineral.

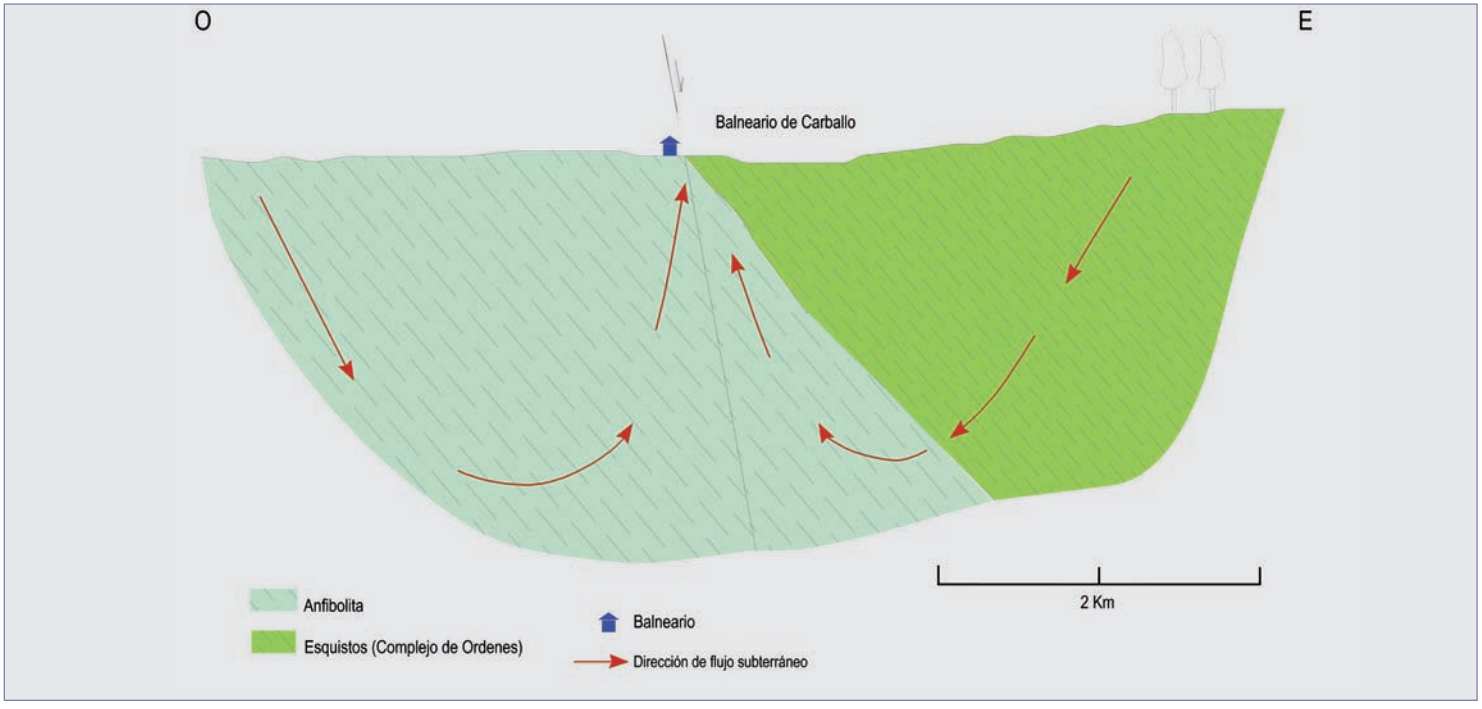


Figura 82 • Esquema hidrogeológico correspondiente al Balneario de Carballo.

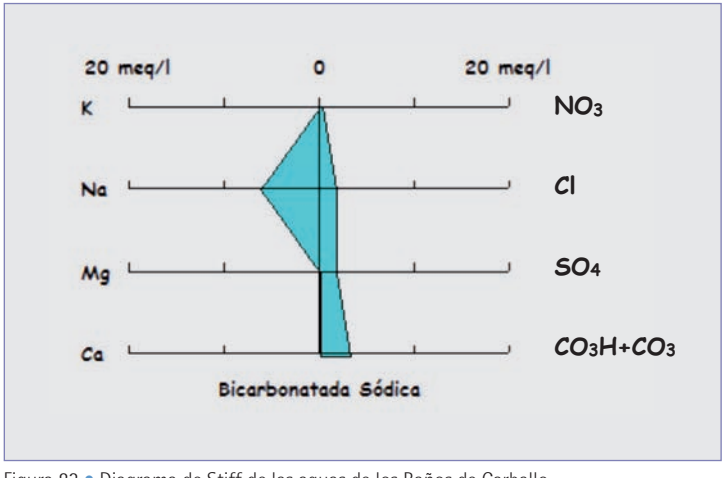


Figura 83 • Diagrama de Stiff de las aguas de los Baños de Carballo.

El marco geológico está caracterizado por la presencia de dos importantes fracturas, por un lado la falla de Beo, con dirección NO-SE, y por otro la falla de Baldaio, de dirección N-S. A esto se le suma la existencia de un importante cabalgamiento que pone en contacto esquistos y paragneises de la Unidad de O Pino, perteneciente a las Unidades Superiores de Presión Media, y rocas básicas y ultrabásicas, pertenecientes a las Unidades Ofiolíticas del Complejo de Ordenes. Las aguas de Carballo surgen en la zona de contacto entre los esquistos y las anfibolitas, donde a su vez confluyen las fracturas descritas (Figura 82).

Las aguas de los Baños de Carballo son termales (34 - 37º C), pH básico (8,4-8,5), mineralización notable (700 µS/cm) y muy oxigenadas (100-130% de O_2); su composición es bicarbonatada (sulfurada, fluorurada) sódica (Fig. 83), característica de flujos de trayectoria larga, sobresaturada en calcita. El análisis de tritio disponible (5,5 ±2,4), realizado en 1980, indica mezcla de aguas recientes con las infiltradas con anterioridad a 1952. Los valores de los isótopos estables oxígeno 18 (-6,8%) y deuterio (-33,6%) refieren un origen meteórico de estas aguas.

Fonte Santa, localizada en el concello de O Pino.

Historia y evolución científica y técnica del conocimiento de las aguas minerales de *Galicia*

5. PROPUESTA DE NUEVOS APROVECHAMIENTOS DE AGUAS MINERALES EN GALICIA

Poza principal de los Baños de Bande (Ourense).

La repercusión económica y social del sector de las aguas minerales y termales tiene una gran importancia en la Comunidad Autónoma de Galicia, como pone de relieve la existencia 10 plantas envasadoras de agua de bebida, algunas de ellas de gran renombre y con un mercado muy amplio. La producción en el año 2006, fue de 360 millones de litros, lo que supone el 6,2% de la total de España. El crecimiento a nivel de comunidad autónoma fue, entre los años 2002 a 2006, del orden del 16%, aunque más recientemente se ha producido una reducción en su producción.

Algo similar ocurre con la industria balneoterápica, ubicándose 21 balnearios en esta región (2 en A Coruña, 3 en Lugo, 9 en Ourense y 7 en Pontevedra), de los más de 90 que hay en España y además existen otros que aunque en este momento están inactivos, están preparando su próxima reapertura.

Además, existen otras posibilidades de nuevas instalaciones dado el alto potencial de recursos hidrominerales existentes en Galicia, que unido a su larga tradición, permite predecir para los próximos años un mayor desarrollo de estas industrias. Con este fin y a título orientativo, se plantea la viabilidad técnica y económica de la implantación de nuevas plantas de aguas envasadas y establecimientos balnearios, en unas áreas geográficas consideradas de interés, especialmente por la falta de industrias en sus proximidades y por las características de los manantiales que se encuentran en las mismas, siendo estas:

- **San Lorenzo de Pacio.** En ésta se han tenido en cuenta 9 manantiales, en concreto: Fonte de Muiño, Fonte de Valdefariña, Fonte de Veiga de Foxo, Rogueira Vermella, Rogueira Blanca, Fonte Forgas, Fonte do Fedo, Fonte da Cova y O Incio. Se ubican en el Subdominio Metamórfico Oriental, constituido mayoritariamente por rocas metamórficas, con circulaciones subterráneas someras o intermedias, que originan aguas frías o templadas de facies bicarbonatadas cálcicas. Todos ellos se relacionan con las escasas rocas carbonatadas que existen en Galicia, en el sector central de la Serra do Courel, en entornos de abundante vegetación autóctona y en espacios naturales lo que les hace aptos también para su posible explotación como balnearios.

  El manantial que reúne las mejores características para la implantación de una planta de envasado de agua mineral natural, es el de Fonte de Muiño, por el quimismo de sus aguas de mineralización débil, su elevado caudal y fácil acceso, el buen nivel de protección y confinamiento que presenta el área de recarga, y sin grandes presiones en el entorno. Otras posibilidades de futuros aprovechamientos serían: Fonte de Valdefariña, Fonte do Veiga do Foxo, Fonte Forgas y Fonte da Cova.

- **Chantada-Agolada.** Se ha analizado la viabilidad de cuatro manantiales, Fonte Deza, Balneario Augas Frádegas, Caldelas de Vilariño y el Balneario de Mouriscados. Esta zona se encuenta en el Subdominio Granítico Central, constituido básicamente por granitos alcalinos y

calcoalcalinos, con presencia minoritaria de rocas metamórficas. Existen manifestaciones de flujos subterráneos desde someros a profundos, todos de agua fría, con facies desde mixta en el caso de Fonte Deza (clorurada-bicarbonatada sódico-magnésica), hasta bicarbonatada sódica para el resto. Los tres antiguos balnearios (Augas Frádegas, Vilarino y Mouriscados), presentan interés dado los elevados valores ambientales del entorno, como aguas minero-medicinales para su utilización en balnearios de pequeño tamaño.

- **El área de Bembibre.** Se localiza en el Subdominio Granítico Sudeste e incluye únicamente un antiguo aprovechamiento, el Balneario de Bembibre. Se corresponde con las intrusiones graníticas del extremo oriental de la provincia de Ourense, en el Concello de Viana do Bolo, en el Dominio del Ollo de Sapo y en concreto en la Unidad de los Montes del Invernadeiro. Las rocas que afloran son granitos de dos micas sincinemáticos y paralumínicos, correspondientes al macizo granítico de Quieja-Manzaneda. Sus aguas se caracterizan por ser frías, de mineralización notable y de facies bicarbonatada (fluorurada) sódica. Su entorno natural inmediato tiene un alto valor por tratarse de un paisaje rural en transición a la montaña, lo que hace interesante su posible aprovechamiento.

METODOLOGÍA UTILIZADA PARA EL ESTUDIO DE VIABILIDAD DE NUEVAS INDUSTRIAS DE AGUAS ENVASADAS

Para este análisis ello se ha tenido en cuenta: la viabilidad técnica de la captación (criterios hidrogeológicos y características de las captaciones); el contexto del mercado que proporciona una visión de la oferta y precios; y por último la pre-viabilidad económica que determina las inversiones y los costos de producción y distribución.

Valoración técnica y ambiental

La viabilidad técnica se establece valorando aspectos como: el caudal mínimo (superior a 10 L/s), su aprovechamiento en el pasado, las características hidrogeológicas del acuífero y de la captación, la protección sanitaria y ambiental, la calidad química y los valores ambientales del entorno (tabla 7). La valoración de las características físico-químicas de las aguas en las áreas seleccionadas se realiza en función de una serie de parámetros deseables desde el punto de vista del carácter mineral de las aguas.

1. La temperatura, según la cual se han clasificado las aguas en tres grupos: menor de18 ^{o}C; entre 18 ^{o}C y 28 ^{o}C; mayor de 28 ^{o}C
2. El residuo seco cuando es menor de 500 mg/L (agua de mineralización débil según RD 1074/2002)
3. El contenido de aniones con bicarbonatos elevados (>70 mg/L), bajos contenidos en cloruros (<15 mg/L) y en flúor (<1 mg/L).
4. Contenidos en cationes con calcio (>20 mg/L), sodio (<20 mg/L, indicado para dietas pobres en sodio), la sílice (>15 mg/L) y el magnesio (>3 mg/L).
5. Las concentraciones muy elevadas, por encima de los paramétricos, de sustancias no deseables como amonio (>0.5 mg/L) y cloruros (>250 mg/L), se han valorando negativamente.
6. El incumplimiento de los valores paramétricos del Anexo IV del RD 1074/2002, para las aguas minerales naturales.

Los manantiales de Fonte do Muiño, Fonte de Valdefariña, Fonte de Veiga de Foxo, Fonte da Cova y Balneario de O Incio, en el área de San Lorenzo de Pacio, presentan las mejores características. Aparte de estos manantiales, destaca del resto el Balneario de Mouriscados en el área de Chantada-Agolada y en menor Rogueiras Blancas, Fonte Deza, Balneario de Augas Frádegas, Caldelas de Vilariño y el Balneario de Bembibre al presentar limitaciones básicas para su viabilidad técnica, bien por su vulnerabilidad en el punto de captación o por las características del acuífero.

TABLA 7 ■ Conjunto de características técnicas de cada punto. Viabilidad técnica

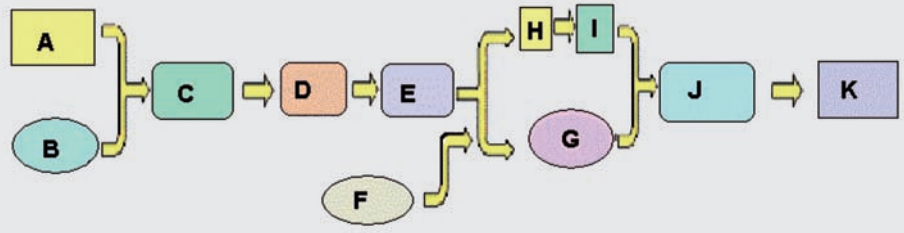
	Denominación			Carácteristicas hidrogeológicas del acuífero y de la captación							Denominación		Protección ambiental					Valoración calidad	Valores del Entorno			
	Cod	Nombre	Municipio	Caudal L/s	Puntuación del caudal	Estructura geológica	Acuífero	Captación	Puntuación de la captación		Cod	Nombre	Acuífero	Del entorno	Grado protección	Zona protegida	Focos potenciales contaminación		Inmediato	Amplio	Puntuación	TOTAL
AREA DE SAN LORENZO DE PACIO	1	Fonte do Muiño	Pedrafita do Cebreiro	15	2	Acuífero confinado	2	Manantial	2	AREA DE SAN LORENZO DE PACIO	1	Fonte do Muiño	Alta	Media	4	3	No	8	Alto	Alto	3	21
	2	Fonte de Valdefariña	Pedrafita do Cebreiro	50	4	Acuífero confinado	3	Manantial	2		2	Fonte de Valdefariña	Media	Media	2	3	Agricultura	10	Medio Zonas de cultivo	Alto	2	23
	3	Fonte de Veiga do Foxo	Pedrafita do Cebreiro	15	2	Acuífero confinado	2	Manantial	2		3	Fonte de Veiga do Foxo	Media	Alta	4	3	No	7	Alto	Medio	2	19
	4	Rogueiras Bermella	Folgoso do Caurel	0,1	0	Acuífero confinado	1	Manantial	2		4	Rogueiras Bermella	Media	Alta	3	Si	No	2	Alto	Medio	2	11
	5	Rogueiras Blanca	Folgoso do Caurel	0,4	0	Acuífero confinado	1	Manantial	2		5	Rogueiras Blanca	Media	Alta	3	Si	No	3	Alto	Medio	2	11
	6	Fonte Forgas	Folgoso do Caurel	5	1	Acuífero confinado	2	Manantial	2		6	Fonte Forgas	Media	Alta	3	Si	No	4	Alto	Alto	3	15
	7	Fonte do Fedo	Folgoso do Caurel	2	1	Acuífero confinado	2	Manantial	2		7	Fonte do Fedo	Alta	Media	3	Si	No	2	Alto	Medio	2	12
	8	Fonte do Cova	Folgoso do Caurel	25	3	Acuífero confinado	3	Manantial	2		8	Fonte do Cova	Alta	Media	3	Si	No	10	Alto	Alto	3	14
	9	Balneario de O Inicio	O Inicio	11	2	Acuífero confinado	2	Manantial	3		9	Balneario de O Inicio	Alta	Media	3	Si	No	6	Alto	Medio	2	18
AREA DE CHANTADA AGOLADA	10	Fonte Deza	A Golada	2	1	Rocas graníticas hercínicas	2	Manantial	3	AREA DE CHANTADA AGOLADA	10	Fonte Deza	Media	Baja	2	No	Industrial y agricultura	0	Bajo	Medio	1	9
	11	Balneario de Augas Frádegas	Antas de Ulla	0,07	0	Materiales graníticos	0	Manantial	1		11	Balneario de Augas Frádegas	Media	Media	2	No	No	4	Medio	Medio	2	9
	12	Caldelas de Vilariño	A Golada	0,15	0	Materiales graníticos	1	Manantial	1		12	Caldelas de Vilariño	Baja	Baja	1	No	Núcleo Urbano	4	Bajo	Medio	1	8
	13	Balneario de Mouriscados	Chantada	1	1	Materiales graníticos	1	Manantial	2		13	Balneario de Mouriscados	Media	Media	2	No	No	6	Medio	Medio	2	14
AREA DE BEMBIBRE	14	Balneario de Bembibre	Viana do Bolo	0,2	0	Acuífero materiales graníticos	1	Manantial	1	AREA DE BEMBIBRE	14	Balneario de Bembibre	Baja	Media	2	No	No	3	Bajo	Medio	1	8

Análisis económico

Para ello se ha tenido en cuenta una serie de costes referidos al año 2008, necesarios para la implementación de la planta, así como los de mantenimiento y explotación, teniendo en consideración tres tamaños de plantas de producción de aguas envasadas: planta grande (producción anual superior a 150 millones de litros), planta mediana (producción anual entre 50 y 150 millones de litros), planta pequeña (producción anual menor de 50 millones de litros). Asimismo se ha tenido en cuenta como tipos de envases los de vidrio, PET y polietileno y sus diferentes volúmenes, lo que permite distribuir la producción según el tamaño de planta y asignar costos de envases, tapones y número de botellas por línea de producción.

Dadas las características de los manantiales, el análisis económico se ha realizado para los tamaños de planta mediano y pequeño, siendo los costes evaluados los siguientes:

Esquema de una línea de producción



A. Sopladora (PET)
B. Lavadora (vidrio)
C. Grupo de llenado: enjuagado, llenadora aséptica y taponadora.
D. Secadora
E. Etiquetadora y codificadora
F. Lavador de cajas (vidrio)
G. Encajadora (vidrio)
H. Retractiladora (PET)
I. Insert. Asas
J. Paletizador
K. Envolvedora

1 ▪ **Coste del agua mineral envasada.** Los precios medios por litro de agua, están en un rango amplio entre 0,2 y 0,1 €/l, por lo que para el análisis de viabilidad se ha fijado en 0,11 €/l.

2 ▪ **Coste de la línea de envasado.** Ésta tiene siempre una misma estructura, pero dependiendo del tamaño de la planta tendrá que tener un mayor o menor número de líneas, lo que afectará al coste. Se han desglosado los presupuestos para una planta pequeña y una planta mediana.

Reparto teórico de los diferentes tipos de envases para una planta pequeña

Producción anual	50.000.000
Producción diaria	185.185,19

Vidrio retornable	litros (estudio)	%	% respecto al total	litros estimados año	nº botellas año	litros estimados dia	nº botellas dia
1/4 litro	2.863.970	1,19%	0,08%	40.000	160.000	148	593
1/3 litro	23.647.433	9,87%	0,68%	340.000	1.030.303	1.259	3.816
1/2 litro	88.894.385	37,07%	2,55%	1.275.000	2.550.000	4.722	9.444
1 litro	124.384.530	51,87%	3,57%	1.785.000	1.785.000	6.611	6.611
TOTAL	239.790.318	100%	6,88%	**3.440.000**	5.525.303	12.741	20.464

PET	litros (estudio)	%	% respecto al total	litros estimados	nº botellas	litros estimados dia	nº botellas dia
1/4 litro	1.895.500	0,06%	0,05%	25.000	100.000	93	370
1/3 litro	242.714.723	8,02%	6,97%	3.485.000	10.560.606	12.907	39.113
1/2 litro	353.401.092	11,68%	10,14%	5.070.000	10.140.000	18.778	37.556
1litro	15.261.529	0,51%	0,44%	220.000	220.000	815	815
1,5 litros	2.411.988.312	79,73%	69,22%	34.610.000	23.073.333	128.185	85.457
TOTAL	3.025.261.156	100%	86,82%	**43.410.000**	44.093.939	160.778	163.311

Polietileno	litros (estudio)	%	% respecto al total	litros estimados	nº botellas	litros estimados dia	nº botellas dia
5 litros	77.902.500	35,45%	2,24%	1.120.000	224.000	4.148	830
8 litros	139.205.736	63,37%	3,99%	1.995.000	249.375	7.389	924
20 litros	2.591.320	1,18%	0,07%	35.000	1.750	130	6
TOTAL	219.699.556	100%	6,30%	**3.150.000**	475.125	11.667	1.760

TOTAL	3484751030		100%	**50.000.000**	50.094.367	**185.185**	185.535

Reparto teórico de los diferentes tipos de envases para una planta mediana

Producción anual	150.000.000
Producción diaria	555.555,56

Vidrio retornable	litros (estudio)	%	% respecto al total	litros estimados año	nº botellas año	litros estimados dia	nº botellas dia
1/4 litro	2.863.970	1,19%	0,08%	120.000	480.000	444	1.778
1/3 litro	23.647.433	9,87%	0,68%	1.020.000	3.090.909	3.778	11.448
1/2 litro	88.894.385	37,07%	2,55%	3.825.000	7.650.000	14.167	28.333
1 litro	124.384.530	51,87%	3,57%	5.355.000	5.355.000	19.833	19.833
TOTAL	239.790.318	100%	6,88%	**10.320.000**	16.575.909	38.222	61.392

PET	litros (estudio)	%	% respecto al total	litros estimados	nº botellas	litros estimados dia	nº botellas dia
1/4 litro	1.895.500	0,06%	0,05%	75.000	300.000	278	1.111
1/3 litro	242.714.723	8,02%	6,97%	10.455.000	31.681.818	38.722	117.340
1/2 litro	353.401.092	11,68%	10,14%	15.210.000	30.420.000	56.333	112.667
1litro	15.261.529	0,51%	0,44%	660.000	660.000	2.444	2.444
1,5 litros	2.411.988.312	79,73%	69,22%	103.830.000	69.220.000	384.556	256.370
TOTAL	3.025.261.156	100%	86,82%	**130.230.000**	132.281.818	482.333	489.933

Polietileno	litros (estudio)	%	% respecto al total	litros estimados	nº botellas	litros estimados dia	nº botellas dia
5 litros	77.902.500	35,45%	2,24%	3.360.000	672.000	12.444	2.489
8 litros	139.205.736	63,37%	3,99%	5.985.000	748.125	22.167	2.771
20 litros	2.591.320	1,18%	0,07%	105.000	5.250	389	19
TOTAL	219.699.556	100%	6,30%	**9.450.000**	1.425.375	35.000	5.279

TOTAL	3484751030		100%	**150.000.000**	150.283.102	**555.556**	556.604

Presupuestos y número de líneas para una planta pequeña

BOTELLAS PET

LÍNEA PET botellas	precio por unidad	nº unidades	precio total
Línea de filtrado*	2.330,00	2,00	4.660,00
Línea de soplado (5400 BPM)	300.462,00	2,00	600.924,00
Línea llenado PET			
2000 BPH - 33 BPM	64.252,00	0,00	
3000 BPH - 50 BPM	102.420,00	0,00	
5000 BPH - 75 BPM	121.374,00	2,00	242.748,00
Linea de secado	36.000,00	1,00	36.000,00
Retractiladora	40.000,00	1,00	40.000,00
Paletizador y envolvedora	30.000,00	1,00	30.000,00
TOTAL			**954.332,00**

BOTELLAS VIDRIO

LÍNEA botellas vidrio	precio por unidad	nº unidades	precio total
Línea de filtrado*	2.330,00	1,00	2.330,00
Línea de lavado (30%)	21.062,00	1,00	21.062,00
Línea llenado			
2000 BPH - 33 BPM	64.252,00	1,00	64.252,00
3000 BPH - 50 BPM	102.420,00	0,00	
5000 BPH - 75 BPM	121.374,00	0,00	
Línea de secado	28.000,00	1,00	28.000,00
Línea etiquetado	11.310,00	1,00	11.310,00
Lavado de cajas y encajadora	16.000,00	1,00	16.000,00
TOTAL			**142.954,00**

GARRAFAS PET

LINEA PET garrafas	precio por unidad	nº unidades	precio total
Línea de filtrado*	2.330,00	1,00	2.330,00
Línea de soplado (1600 – 2400 BHP)	237.319,00	1,00	237.319,00
Línea llenado PET		1,00	
100 GPH	65.292,00	1,00	65.292,00
200 GPH	89.406,00	0,00	
300 GPH	127.836,00	0,00	
Línea de secado	28.000,00	0,00	
Insertador de asas (2500 BPH)	39.000,00	1,00	39.000,00
Línea de empaquetado	15.000,00	1,00	15.000,00
Paletizador y envolvedora	15.000,00	1,00	15.000,00
TOTAL			**373.941,00**

TOTAL LINEA COMPLETA	**1.471.227,00**

Presupuestos y número de líneas para una planta mediana

BOTELLAS PET

LÍNEA PET botellas	precio por unidad	nº unidades	precio total
Línea de filtrado	2.330,00	3,00	6.990,00
Línea de soplado (5400 BPH)	300.462,00	5,00	1.502.310,00
Línea llenado PET			
2000 BPH - 33 BPM	64.252,00	0,00	0,00
3000 BPH - 50 BPM	102.420,00	0,00	
5000 BPH - 75 BPM	121.374,00	6,00	728.244,00
Línea de secado	36.000,00	2,00	72.000,00
Retractiladora	40.000,00	1,00	40.000,00
Paletizador y envolvedora	30.000,00	1,00	30.000,00
TOTAL			**2.379.544,00**

BOTELLAS VIDRIO

LÍNEA botellas vidrio	precio por unidad	nº unidades	precio total
Línea de filtrado	2.330,00	2,00	4.660,00
Línea de lavado (30%)	21.062,00	1,00	21.062,00
Línea llenado			
2000 BPH - 33 BPM	64.252,00	2,00	128.504,00
3000 BPH - 50 BPM	102.420,00	0,00	
5000 BPH - 75 BPM	121.374,00	0,00	
Línea de secado	28.000,00	1,00	28.000,00
Línea etiquetado	11.310,00	1,00	11.310,00
Lavado de cajas y encajadora	16.000,00	1,00	16.000,00
TOTAL			**209.536,00**

GARRAFAS PET

LINEA PET garrafas	precio por unidad	nº unidades	precio total
Línea de filtrado	2.330,00	1,00	2.330,00
Línea de soplado (1600 - 2400 bph)	237.319,00	1,00	237.319,00
Línea llenado PET		1,00	
100 GPH	65.292,00	0,00	
200 GPH	89.406,00	0,00	
300 GPH	127.836,00	1,00	127.836,00
Línea de secado	28.000,00	1,00	28.000,00
Insertador de asas (2500 BPH)	16.000,00	1,00	16.000,00
Línea de empaquetado	15.000,00	1,00	15.000,00
Paletizador y envolvedora	15.000,00	1,00	15.000,00
TOTAL			**441.485,00**

TOTAL LINEA COMPLETA	**3.030.565,00**

3 ▪ **Costes del suelo y edificaciones.** Se han calculado a partir del sistema de tasación del valor de bienes inmuebles rústicos y urbanos de la Junta de Galicia (Consejeria de Economía y Hacienda), para cada uno de los emplazamientos (polígono y parcela) por términos municipales, y características del lugar correspondiente.

Precio medio del suelo rústico en cada término municipal			
Código del punto	T. Municipal	Precio de €/ha	Precio del m² (€/m²)
Fonte Deza	A Golada	82.140	8,21
Fonte do Muiño	Pedradita do Cebreiro	41.110	4,11
B. Bembibre	Viana do Bolo	12.256	1,22
B. Augas Frádegas	Antas de Ulla	28.400	2,84
Caldelas de Vilariño	A Golada	55.777	5,57
B. Mouriscados	Chantada	50.837	5,08
Fonte do Valdefariña	Pedrafita do Cebreiro	14.881	1,48
Fonte do Veiga do Foxo	Pedrafita do Cebreiro	3.200	0,32
Rogueira Vermella	Folgoso do Courel	4.104	0,41
Rogueira Blanca	Folgoso do Courel	4.104	0,41
Fonte Forgas	Folgoso do Courel	19.481	1,94
Fonte do Fedo	Folgoso do Courel	19.481	1,94
Fonte da Cova	Folgoso do Courel	3.591	0,35
B. de O Incio	O Incio	5.185	0,51

Presupuesto de naves de nueva construcción por municipios (Euros)				
Localización	Precio medio m² edificación nave por términos municipales	Precios para planta pequeña	Mediana	Grande
Balneario de Bembibre, Viana do Bolo	371	964.600	1.669.500	2.893.800
Fonte do Muñio, Pedrafita do Cebreiro	229	595.400	1.030.500	1.887.600
Fonte Deza, Agolada	242	629.200	1.089.000	1.887.600
Augas Frádegas, Antas de Ulla	250	650.000	1.125.000	1.950.000
Caldelas de Vilariño, A Golada	238	618.800	1.071.000	1.856.400
B. de Mouriscados, Chantada	284	738.400	1.278.000	2.215.200
Fonte do Valdefariña, Pedrafita do Cebreiro	239	621.400	1.075.500	1.864.200
Fonte do Veiga do Foxo, Pedrafita do Cebreiro	240	624.000	1.080.000	1.872.000
Rogueira Blanca, Folgoso do Courel	240	624.000	1.080.000	1.872.000
Rogueira Vermella, Folgoso do Courel	240	624.000	1.080.000	1.872.000
Fonte Forgas, Folgoso do Courel	243	631.800	1.093.500	1.895.400
Fonte do Fedo, Folgoso do Courel	240	624.000	1.080.000	1.872.000
Fonte do Cova, Folgoso do Courel	240	624.000	1.080.000	1.872.000
Balneario de O Inicio, O Inicio	237	616.200	1.065.500	1.848.600
Predio Medio	252	656.129	1.135.607	1.968.386

4 ▪ **Costes de personal.** Será función del tamaño de la planta, en general constará de uno o dos encargados cuyo salario medio oscilara alrededor de los 45.000 €/año, varios operarios con un salario aproximadamente de 20.000 €/año y un jefe de calidad con una remuneración de unos 30.000 €/año.

Costes totales anuales de personal en función del tamaño de la planta				
Tamaño planta	Cantidad de personal			€/año
	Encargado	Operarios	Jefe calidad	
Pequeña	1	4	1	155000
Mediana	1	6	1	195000
Grande	2	8	1	280000

5 ▪ **Coste de mantenimiento.** Para una planta de tamaño pequeño con producciones inferiores a los 50 millones de litros, se considera que asciende a unos 150.000 euros al año y para una planta mediana, con producciones entre los 50-150 millones de litros será superior a 200.000 euros/año.

Costes totales anuales de mantenimiento en función del tamaño de la planta				
Planta pequeña	€/año		Planta mediana	€/año
Asistencias externas e ingeniería	29.000		Asistencias externas e ingeniería	40.000
Contratas de mantenimiento	39.000		Contratas de mantenimiento	55.000
Maquinaria	52.000		Maquinaria	65.000
Calidad y laboratorio	30.000		Calidad y laboratorio	40.000
TOTAL	**150.000**		TOTAL	**200.000**

6 ▪ **Costes energéticos.** Se prevé un consumo medio de 550 kw.h/t de agua envasada, lo que significa un costo por litro de 0,55 kw.h, siendo a su vez el precio considerado para el kw.h de 0,013 €.

7 ▪ **Coste de transporte.** La distancia de los manantiales a los núcleos urbanos o zonas de demandas es relevante a la hora de elegir la mejor ubicación para optimizar este coste. Se ha constatado, que las captaciones más favorables desde el punto de vista de la localización respecto a la demanda potencial, son las correspondientes al entorno de Fonte Deza (área de Chantada-Agolada), mientras que las más desfavorecidos son las del entorno de Fonte do Muíño (área de San Lorenzo de Pacio). Tomando como medio de transporte un camión de tres ejes, de carga general (16 T), el coste es de 142 € para el rango de distancia entre 50 y 100 km y de 132 € entre 100 y 200 km. Aplicados la mitad de km adicionales para los retornos y teniendo en cuenta un transporte de 16.000 litros en cada envío, el precio obtenido oscila entre 0,0160 €/km/L y 0,017 €/km/L, dependiendo de las distancias medias ponderadas.

Análisis de previabilidad

A partir de los costes se ha llegado a un análisis de previabilidad para cada uno de los aprovechamientos analizados (Tabla 8). En él se han considerado las amortizaciones a 20 años para todas las inversiones, a excepción de los equipos móviles y vehículos, que se les ha aplicado un plazo de 10 años.

TABLA 8 ■ Resultados del estudio de previabilidad

VARIABLES DE LA ENTRADA DE DATOS								
	Producción (millones de litros)	Tamaño de la explotación	Transporte (€/l)	Envases y tapones	Inversiones en la planta	VAN	TIR	Observaciones y condicionantes de la viabilidad
Fonte do Muiño	150	Medio	0,017	Según tabla adjunta**	4.656.831	17.384.726	0,47	Tiene gran interés por su caudal elevado y por su contexto hidrogeológico y paisajístico
Fonte de Valdefariña	150	Medio	0,017		4.620.308	24.527.587	0,63	Implicaria inversiones elevadas en accesos y suministro de electricidad.
Fonte Forgas	60	Pequeño	0,017		2.660.576	10.174.747	0,48	Implicaria inversiones elevadas en accesos al situarse lejos de vias de comunicación.
Fonte do Veiga do Foxo	100	Medio	0,016		4.160.115	15.483.282	0,47	Implicaria inversiones elevadas en el acondicionamiento de los accesos.
Fonte da Cova	125	Medio	0,016		4.614.035	20.861.093	0,55	Implicaria grandes distanciias para distribución.

Variables de la entrada de datos del análisis de prebiabilidad y resultados de VAN y TIR

Reparto envases	Envases	Precio de la unidad	Precio envases por litro	Precio por unidad de tapones
PET	1/3	0,024	0,073	0,005
	0,5	0,030	0,059	0,005
	1,5	0,051	0,034	0,005
Polietileno	5	0,156	0,031	0,037
Vidrio	1	0,050	0,050	0,030

VIABILIDAD DE NUEVOS ESTABLECIMIENTOS BALNEARIOS

La viabilidad técnica depende principalmente de la calidad físico-química de las aguas, en función de las distintas aplicaciones terapéuticas y del caudal a explotar. Teniendo en cuenta estas consideraciones, las más apropiadas serían las de la zona de Bembibre (Balneario de Bembibre) y las aguas de la zona de Chantada-Agolada (Augas Frádegas, Caldelas de Vilariño y Mouriscados).

Análisis de viabilidad

El análisis de viabilidad para la puesta en explotación de un nuevo balneario en cada una de las dos zonas fijadas como prioritarias, contempla aspectos como: dimensiones del balneario; zona en la que se encuentra la surgencia; estimación de la demanda y de la ocupación; perfil de los potenciales clientes; posible competencia; instalaciones y servicios a prestar; inversiones a realizar; y rentabilidad que proporcionarían. Por tanto, un análisis económico completo debe incluir:

- **Inversiones.** Contemplarían la compra de terrenos, obras de infraestructuras y ejecución de un sondeo de extracción, construcción de depósitos reguladores, compra de grupos de presión y aparatos para los tratamientos y mobiliario entre otros.
- **Costes de producción, mantenimiento y administración.** Cada uno de ellos se ha obtenido a partir de costes de otras instalaciones de características próximas a las del complejo analizado afectándolos de coeficientes de dimensión y de ocupación.
- **Ingresos.** Serán los que proporcionarían de un lado los tratamientos propios del balneario, de otro los correspondientes a los clientes que además de utilizar el balneario sean usuarios durante sus tratamientos de las instalaciones hoteleras, y de los derivados de los usuarios exclusivos del hotel o de sus instalaciones (reuniones, congresos, celebraciones familiares, etc.).

A partir de estos datos, se ha definido la viabilidad económica para ambos casos, como se muestra en las tablas 9 y 10.

TABLA 9 ■ Resumen de la viabilidad económica para el Balneario de Bembibre

Inversiones (€)	3.060.000
Ingresos (€/año)	1.198.670
Costes Producción (€)	543.500
Costes Mantenimiento (€)	121.150
Costes Administración (€)	48.400
VAN (€)	2.485.937
TIR (%)	15

TABLA 10 ■ Resumen de la viabilidad económica para el Balneario de Agolada

Inversiones (€)	1.495.000
Ingresos (€/año)	1.198.670
Costes Producción (€)	264.750
Costes Mantenimiento (€)	59.400
Costes Administración (€)	37.900
VAN (€)	900.648,7
TIR (%)	10

Datos complementarios de inversión en la instalación de un balneario

- **Inversiones** *totales de la instalación engloban desembolsos de distinta índole: el capital fijo invertido que comprende los realizados en concepto de estudios previos, maquinaria, instalaciones, edificios, etc.; el capital de trabajo comprendido normalmente entre un 10 ó 20 por ciento del fijo y valorado a veces como una fracción del valor de la producción anual; el capital invertido en la adquisición de los terrenos necesarios para el desarrollo de la actividad. Este último es recuperable al final de la vida de la actividad, al menos en teoría, no así el capital fijo que genera únicamente un valor residual fijo. De estos tres factores el primero es él más fácilmente previsible mientras que la predeterminación de los otros dos es más insegura. Esta incertidumbre fundamenta, en derecho fiscal, que las amortizaciones se detraigan de los beneficios, antes del cálculo de impuestos.*

- **Impuestos** *se evalúan como una parte k del beneficio neto o base imponible con lo que el beneficio líquido es* $B = (1-K) \times (I - \Sigma C)$. *En la actualidad el impuesto de sociedades es del 30%. Si se contabiliza la cuota de la Cámara de Comercio y las tasas de las diferentes administraciones, este valor puede situarse en un 30% de los beneficios netos, que es el utilizado en los cálculos.*

- **Tasa de actualización** *adecuada en la valoración del negocio debe coincidir con la que rige en el mercado para las operaciones de concesión de préstamos, si se acepta el supuesto de racionalidad económica, pero ha de preverse que pueda variar a lo largo de los años considerados. Por tanto se suele identificar con el coste de capital para la empresa y a veces se determina como el mínimo interés exigido a una inversión. Cuando esta se desarrolla bajo condiciones de riesgo es lógico que las exigencias de productividad sean mayores. En resumen, la tasa de actualización no ha de ser tan alta que enmascare un negocio positivo, pero tampoco tan baja para conseguir un atractivo engañoso. Atendiendo al coste actual del capital, que se puede situar entre en 5 y el 8%, en los cálculos posteriores se ha adoptado una tasa de actualización del 7%*

Río Arnoia, en la localidad de Baños de Molgas (Ourense).

Historia y evolución científica y técnica del conocimiento de las aguas minerales de

Galicia

6. BIBLIOGRAFÍA

Arenas, R.; Farias, P.; Gallastegui, G.; Gil Ibarguchi, J.I.; González Lodeiro, F.; Klein, E.; Marquínez, J.; Martín Parra, L.M.; Martínez Catalán, J.R; Ortega, E.; Pablo Macía, J.G. de; Peinado, M. y Rodríguez Fernández, L.R. (1988). Características geológicas y significado de los dominios que componen la Zona de Galicia Tras-os-Montes. II Congreso Geológico de España. Editor: Instituto Geológico y Minero de España, 75-84.

Arenas, R.; Martínez Catalán, J.R, y Díaz García, F. (2004). Complejos Alóctono de Galicia. Tras-os-Montes. En *Geología de España*, SGE-IGME, Madrid,138-144.

Baeza Rodríguez-Caro, J., Rubio Campos, J.C., Luque Espinar, J.A., López Geta, J.A., Peinado Parra, T., Reina Laso, J. y Dolores Haro, M. (2003). Las aguas minerales, minero-medicinales y termales de la provincia de Jaén. Serie: Hidrogeología y aguas subterráneas Nº 6. Ed. Instituto Geológico y minero de España. 176 pp. Madrid. ISBN 84-7840-473-2.

Barrera, J.L.; Farias, P.; González, F.; Marquínez, J.; Martín, L.M.; Martínez, J.R. y de Pablo, J. G. (1989). Mapa Geológico de España, E. 1:200.000, Hoja nº 17/27), Ourense/Verín. Publicaciones Instituto Geológico y Minero de España. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria. Madrid. 284 págs., 1 mapa.

Barros Lorenzo, J.C. (1989). Nuevos datos geológicos y cartográficos sobre el flanco sur del Sinclinorio de Truchas (Ourense-León, NW de España). *Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 14, 93-116.

Corral Lledó. M.M. y Abolafia de Llanos, M. (2006). Las aguas minerales. Aguas de bebida envasadas y balnearios en la cuenca del Duero. Congreso de Duero. 15 pp.

Corral M.M.; López-Geta J.A.; Ontiveros Beltranena C.; Sánchez Guzmán J. y Ocaña Robles L. (2008). Las aguas minerales en España: caracterización de los dominios hidrominerales y sus singularidades. Ed: López-Geta J.A.; Loredo J.; Fernández Ruiz L. y Pernía J.M.. Instituto Geológico y Minero de España. Serie: Hidrogeología y Aguas Subterráneas. Nº 27. Investigación y Gestión de los recursos del subsuelo. ISBN: 978-84-7840-773-6. pp. 309-335.

Cuesta, A. y Gallastegui, G. (2004). Magmatismo de la Zona Centro-Ibérica: Galicia occidental. En *Geología de España*, 96-100.

ENRESA (1997-98). Modelización de sistemas de flujo profundo en materiales graníticos. *Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A.*

Farias, P., Gallastegui, G., González Lodeiro, F., Marquínez, J., Martín Parra, L.M., Martínez Catalán, J.R., Pablo Macía. J.G. de, y Rodríguez Fernández, L.R. (1987). Aportaciones al conocimiento de la litoestratigrafía y estructura del Dominio Esquistoso de Galicia. IX Reuniao Geología do Oeste Peninsular. Oporto. 1985, Actas y Comunicaçoes. Univ. do Porto-Fac. Ciencias. Museu e Lab. Min. e Geol., Memorias nº 1, 411-431.

Fernández Portal, J.M., Corral Lledó, M.M. y Ferrero Arias. A. (2006). Estudio científico técnico de las aguas minerales de Galicia. II Foro Ibérico sobre aguas envasadas y balnearios. 22 – 24 de noviembre. Oporto (Portugal). 14 pp.

Fernández, F.J. (2001). Características estratigráficas y estructurales del margen noroccidental del Sinclinorio de Truchas: Geología aplicada a la prospección y explotación de pizarras de techar. *Rev. Soc. Geol. España*, 14 (3-4), 161-173.

Ferrero (2005). Estudio hidrogeológico y de las condiciones de captación para la mejora del aprovechamiento de los recursos hidrominerales de la Comunidad Autónoma de Galicia. Volumen III: Geologia regional de los recursos hidrominerales. Informe IGME H2-011-05. 53 pp.

Hubbert M.K. (1946). "The theory of groundwater motion". Journal of Geology, vol. 48, no 8, págs. 785-944; 1940.

Geomecánica y Aguas, S.A. y Gabinete Minero Tey, S.A. (1992). Evaluación del estado actual de las aguas minerales y de bebida envasada en la Comunidad Autónoma de Galicia. Primera fase. Consellería de Industria e Comercio. Dirección Xeral de Industria. Tomo I: Memoria. Tomo II: Estudios de detalle. A Coruña. Tomo III: Estudios de detalle: Lugo. Tomo IV: Estudios de detalle. Ourense. Tomo V: Estudios de detalle: Pontevedra. Tomo VI: Estudio técnico económico.

Geomecánica y Aguas, S.A. y Gabinete Minero Tey, S.A. (1993). Estudio de análisis comparativo con la comunidad económica europea sobre las aguas minerales de la Comunidad Autónoma de Galicia. Consellería de Industria e Comercio. Dirección Xeral de Industria. Tomo I: Memoria. Tomo II: Estudios de detalle. A Coruña. Tomo III: Estudios de detalle: Lugo. Tomo IV: Estudios de detalle. Ourense. Tomo V: Estudios de detalle: Pontevedra. Tomo VI: Estudio técnico económico.

Geomecánica y Aguas, S.A. y Gabinete Minero Tey, S.A. (1993). Evaluación de las aguas minerales de la Comunidad Autónoma de Galicia. 3ª fase y su edición divulgativa. Consellería de Industria e Comercio. Dirección Xeral de Industria. Tomo I: Memoria. Tomo II: Estudios de detalle. A Coruña. Tomo III: Estudios de detalle: Lugo. Tomo IV: Estudios de detalle. Ourense. Tomo V: Estudios de detalle: Pontevedra. Tomo VI: Estudio técnico económico.

Instituto Geológico y Minero de España (1978). Plan nacional de investigación de aguas subterráneas. Estudio hidrogeológico de la cuenca baja del Segura. Informe final (72/75). Informe técnico nº 3 La cuenca del Vinalopó. Ed. Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE). 118 pp. Madrid.

Instituto Geológico Minero de España (1982). Estudio de las manifestaciones termales de Extremadura, Salamanca y Rioja orientadas a su posible explotación como recurso geotérmico. Informe inédito. 320 pp. Madrid.

Instituto Tecnológico Geominero de España y Generalitat de Catalunya (1990). Estudio para la evaluación de las aguas minero-medicinales, minerales naturales, de manantial, termales y minero-industriales en el territorio de Catalunya. Informe inédito. 2000 pp. Madrid.

Instituto Tecnológico Geominero de España y Junta de Andalucía (1990-1991). Evaluación del estado actual de las aguas minerales en la Comunidad Autónoma de Andalucía (1ª fase). Informe inédito. 8 tomos y fichas de inventario. 1500 pp. Madrid.

Instituto Tecnológico Geominero de España (1992). Estudio y Evaluación del estado actual de las aguas minero-medicinales, termales y de bebida envasada en la Comunidad Autónoma del Principado de Asturias. Informe inédito. 200 pp. Madrid.

Julivert, M.; Fontboté, J.M.; Ribeiro, A. y Conde, L.E. (1972). Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares. Escala 1:1.000.000. Mapa y memoria, 113 pp. Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria. Madrid.

Llana-Fúnez, S. (2001). La estructura de la unidad de Malpica-Tui (Cordillera Varisca en Iberia). Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España. Serie: Tesis Doctorales, nº 1. Madrid, 295 pp, 1 mapa.

López-Geta, J.A., Corral Lledó, M.M., Abolafia de Llanos, M., Sánchez Guzmán, J., Sanz López, L. y Sánchez Márquez, B. (2006). Mapa de las características físico-químicas de las aguas minerales y termales de España. II Foro Ibérico sobre aguas envasadas y balnearios. 22 - 24 de noviembre de 2006. 11 pp. Oporto (Portugal).

Marcos, A. (1973). Las series del Paleozoico inferior y la estructura herciniana del occidente de Asturias (NW de España). *Trabajos de Geología*, 6, 3-113.

Marcos, A. y Llana-Fúnez, S. (2002). Estratigrafía y estructura de la lámina tectónica del Para-autóctono y de su autóctono en el área de Chantada (Galicia, NO de España). *Trabajos de Geología,* 23: 53-72.

Marcos, A.; Fernández-Rodríguez, J.J.; LLana-Fúnez, S. (2000). Structure of the Cabo Ortegal nappe. *Basement tectonics*, 15. mid-conference field trip, A Coruña, 15 pp.

Marcos, A, Farias, P., Galán, G., Fernández, J.J. y Llana-Fúnez, S. (2002). Tectonic framework of the Cabo Ortegal Complex: A slab of lower crust exhumed in the Variscan orogen (northwestern Iberia Peninsula). En: *Variscan-Appalachian dynamics: The building of the late Paleozoic basement* (J.R. Martínez Catalán, R.D. Hatcher Jr., R. Arenas y F. Díaz García, Eds.), Geol. Soc. Amer., Sp. Paper, 364: 143-162.

Marcos, A; Martínez Catalán, J.R.; Gutiérrez-Marco, J.C. y Pérez-Estaún, A. (2004). Zona Asturoccidental-leonesa. Estratigrafía y paleogeografía. En: *Geología de España* (J.A. Vera, Ed.), SGE-IGME, Madrid, 49.-52

Martínez Catalán, J.R.; Hacar Rodríguez, M.P.; Villar Alonso, P.; Pérez-Estaún, A.; González Lodeiro, F. (1992). Lower Paleozoic extensional tectonics in the limit between the West Asturian-Leonese and Central Iberian Zones of the Variscan Fold-Belt in NW Spain. *Geologische Rundschau*, 81/2, 545-560. Stuttgart.

Martínez Catalán, J.R. (1985). Estratigrafía y estructura del Domo de Lugo (Sector Oeste de la zona Asturoccidental-Leonesa). Corpus Geologicum Gallaeciae, 2ª Serie, 291 pp. Fundación Pedro Barrié de la Maza, Conde de Fenosa. A Coruña.

Parga, J.R. (1969). Sistemas de fracturas tardihercínicas del Macizo Hespérico. Trabajos del Laboratorio Geológico de Lage, Nº 37, 15 págs.

Toth, J (1962). A theory of groundwater motion in small drainage basins in central Alberta. Journal of Geophysical Research, vol. 67, págs. 4.375-4387.

Toth, J (1963). A theoretical analysis of groundwater flow in small drainage basins. Journal of Geophysical Research, vol. 68, págs. 4.795-4.812.

Vera, J.A. (editor) (2004). Geología de España. SGE-IGME, Madrid, 890 pp.