



**ESTUDIO DE LA RELACIÓN ENTRE  
LOS COMPONENTES FÍSICO-QUÍMICOS DE LAS AGUAS MINERALES  
Y LAS CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE GALICIA**

**2ª FASE**

**Diciembre, 2006**

Los trabajos cuyos resultados se exponen en este informe se inscriben dentro del Convenio de Asistencia Técnica suscrito entre la Consellería de Innovación, Industria y Comercio de la Xunta de Galicia y el Instituto Geológico y Minero de España, y han sido llevados a cabo por la empresa Investigación y Desarrollo de Recursos Naturales, S.A. –**IDRENA**– bajo la dirección del Instituto Geológico Minero de España.

El equipo de trabajo ha estado formado:

- Por parte del **IGME**:
  - M<sup>a</sup> del Mar Corral Lledó, directora del Estudio
  - Juan Antonio López Geta
  - José Miguel Fernández Portal
- Por parte de **IDRENA**:
  - Isabel Muñoz Pascual
  - Luis Ángel González Fernández

## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	6
2.	MARCO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO .....	13
	2.1. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS .....	14
	2.2. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS.....	17
3.	ASIGNACIÓN DE LAS AGUAS ESTUDIADAS A UNIDADES HIDROMINERALES .....	19
4.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LAS AGUAS MINERALES	26
	4.1. CARACTERIZACIÓN GENERAL.....	28
	4.2. ESTADOS DE SATURACIÓN .....	45
	4.3. HIDROGEOQUÍMICA DE LAS AGUAS MINERALES: DIAGRAMA DE PIPER-HILL-LANGELIER.....	47
	4.4. RELACIONES IÓNICAS Y DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN DE DATOS .....	50
5.	DIVISIÓN EN DOMINIOS HIDROMINERALES .....	57
6.	SÍNTESIS Y CONCLUSIONES .....	61
7.	ANEJO 1: CUADROS DE LOCALIZACIÓN EN UNIDADES HIDROMINERALES Y RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS "IN SITU" .....	65
8.	ANEJO 2: RESULTADOS ANALÍTICOS DE LABORATORIO .....	97

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Aprovechamientos de aguas minerales de la Comunidad Autónoma de Galicia .....	10
Cuadro 2	Aguas minerales de facies cloruradas sódicas y bicarbonatadas cálcicas: flujos someros, aguas poco evolucionadas..	38
Cuadro 3	Aguas minerales frías bicarbonatadas sódicas, fluoruradas: flujos de trayectoria larga.....	39
Cuadro 3bis	Aguas minerales templadas a termales bicarbonatadas sódicas, fluoruradas: flujos de trayectoria larga.....	41
Cuadro 4	Aguas minerales de facies bicarbonatada clorurada sódica, sulfuradas y fluoruradas: flujos profundos de evolución química intermedia .....	43
Cuadro 5	Aguas minerales cloruradas sódicas, sulfuradas y fluoruradas: flujos profundos y muy evolucionadas.....	44
Cuadro 6	Tempertura, presión de CO <sub>2</sub> e índices de saturación (IS) mineral en los distintos tipo de agua mineral de Galicia .....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1	Situación de los aprovechamientos de <i>aguas minerales</i> de Galicia.....	9
Fig. 2a	Diagrama de Piper-Hill-Langelier de las aguas minerales de Galicia Muestras agrupadas por unidades hidrogeológicas .....	48
Fig. 2b	Diagrama de Piper-Hill-Langelier de las aguas minerales de Galicia Muestras agrupadas por facies hidroquímicas .....	49
Fig. 3	Diagrama de dispersión $\text{Na}^+/\text{Cl}^-$ .....	50
Fig. 4	Diagrama de dispersión $r\text{Na}^+/\text{Cl}^-/\text{Cl}^-$ .....	51
Fig. 5a	Diagrama de dispersión C.E. vs $r\text{Na}^+/\text{rCl}^-$ .....	52
Fig. 5b	Diagrama de dispersión C.E./T .....	52
Fig. 6	Diagrama de dispersión T vs $r\text{Na}^+/\text{rCl}^-$ .....	53
Fig. 7	Diagrama de dispersión $r\text{B}/\text{rCl}^-$ .....	54
Fig. 8	Diagrama de dispersión T/rB.....	54
Fig. 9	Diagrama de dispersión T/sílice .....	55
Fig. 10	Diagrama de dispersión $r\text{Ca}^{2+}/r\text{Mg}^{2+}$ .....	56
Fig. 11	Diagrama de dispersión $\text{Ca}^{2+}/\text{Cl}^-$ .....	56
Fig. 12	División de Galicia en Dominios Hidrominerales.....	60
Fig. 13	Caracterización hidrogeoquímica.....	64

## **1. INTRODUCCIÓN**

En el presente documento se describen el planteamiento y desarrollo de las distintas actividades y los resultados obtenidos en los trabajos realizados en la 2ª Fase del “Estudio de la relación entre los componentes físico-químicos de las aguas minerales y las características geológicas de Galicia”, que ha sido promovido y desarrollado en el marco del convenio suscrito por la Consellería de Innovación, Industria y Comercio de la Xunta de Galicia y el Instituto Geológico y Minero de España –IGME–, del Ministerio de Educación y Ciencia.

El objetivo general del proyecto es el estudio de la relación existente entre las características hidrogeoquímicas de las aguas subterráneas explotadas como *aguas minerales* en la Comunidad Autónoma de Galicia, o con aptitudes para serlo, y la mineralogía de las formaciones rocosas que albergan los correspondientes flujos subterráneos, para obtener un mejor entendimiento de su proceso de mineralización en la circulación del agua a través del sustrato.

En la segunda fase del Estudio se han incorporado nuevos resultados de análisis físico-químicos de 18 muestras de agua de otras tantas captaciones repartidas en 14 aprovechamientos de aguas minerales (activos o en desuso) y dos captaciones que podrían ser aprovechadas en el futuro para explotación de *aguas minerales*.

El tratamiento de la información analítica disponible se ha efectuado considerando todo el conjunto de análisis realizados en las muestras tomadas en las dos fases del Estudio, un total de 79 captaciones de agua subterránea que corresponden a:

- 32 aprovechamientos de *aguas minerales* en activo o próximos a iniciar su actividad: 23 balnearios, 7 plantas envasadoras y 2 mixtos (balneario y planta de envasado).
- 2 aprovechamientos inactivos (balnearios).
- 6 aprovechamientos de uso tradicional en baños o bebida.
- Un manantial utilizado para mover un molino y para riego.
- Una galería de mina.

Para lograr el objetivo indicado se ha desarrollado una metodología basada en la aplicación de las diferentes herramientas de representación, cálculo y relaciones de datos siguientes:

- Localización de las nuevas muestras de agua en mapas topográficos y geológicos a escala 1:50 000, para asignarlas a unidades hidrominerales, partiendo de las definidas de forma provisional en el territorio gallego (Ferrero, 2003) y asignando otras de nueva definición en los casos en que no existía definición previa.
- Representación de todos los resultados analíticos en diagramas de cajas y bigotes para comprobar en qué intervalos de concentraciones se sitúan las muestras, y si existen grupos definidos y casos aislados respecto a su composición química media.

- Cálculos termodinámicos del índice de saturación de las especies en disolución.
- Integración de todos los datos en un diagrama de Piper-Hill-Langelier para conocer su clasificación hidroquímica y sus posibles líneas de evolución.
- Cálculo de las relaciones iónicas y diagramas de dispersión de datos, con el fin de explicar el comportamiento geoquímico de grupos de muestras con características comunes.
- Interpretación conjunta de los resultados para determinar la procedencia y evolución de las aguas en su trayectoria de flujo en el sustrato rocoso y establecer los mecanismos y procesos geoquímicos que dan lugar a su composición química.

Todos los aprovechamientos y captaciones de agua se han agrupado en el cuadro 1<sup>1</sup> y se han representado en la Fig. 1.

---

<sup>1</sup> Se han resaltado con sombreado los nuevos puntos de *aguas minerales*, ya clasificadas o con posibilidades de serlo, tratados en la segunda fase del Estudio.



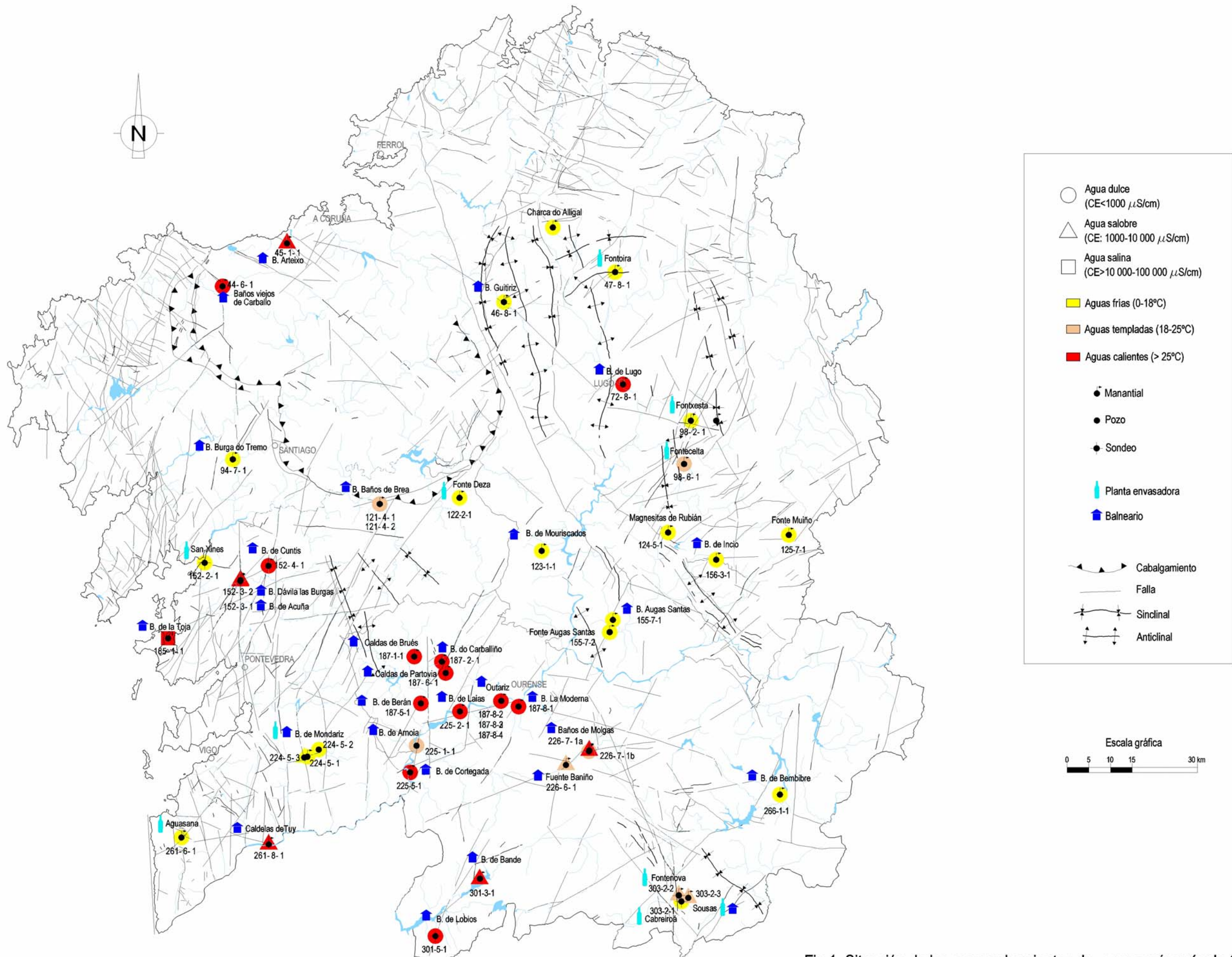


Fig.1. Situación de los aprovechamientos de *aguas minerales* de Galicia

**CUADRO 1. APROVECHAMIENTOS DE AGUAS MINERALES DE LA  
COMUNIDAD AUTÓNOMA DE GALICIA**

Nº Pto.	Nombre y tipo de aprovechamiento		Ref. Texto	Toponimia	Provincia	Municipio	Facies HQ
1	Balneario de Arteixo	Balneario	45-1-1a	Balneario Arteixo-1	La Coruña	ARTEIXO	Cl(F)-Na (B)
2			45-1-1b	Balneario Arteixo 2			Cl(F)-Na (B)
3	B. Burga do Tremo	Balneario	94-7-1	Balneario Do Tremo	La Coruña	BRION	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
4	Baños viejos de Carballo	Balneario	44-6-1a	Carballo Fuente	La Coruña	CARBALLO	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
5			44-6-1b	Carballo manant. B. Vellos			(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
6	Fontoira	Planta envasadora	47-8-1a	Fontoira 1	Lugo	COSPEITO	HCO <sub>3</sub> Ca
7			47-8-1b	Fontoira-2			HCO <sub>3</sub> Ca
8			47-8-1c	Fuente Fontoira			HCO <sub>3</sub> Ca
9	Guitiriz	Balneario	46-8-1	Guitiriz Fuente San Juan	Lugo	GUITIRIZ	(S)HCO <sub>3</sub> -Na
10	Fontxesta	Planta envasadora	98-2-1	Fontxesta	Lugo	LÁNCARA	HCO <sub>3</sub> CaNa
11	Balneario de Lugo	Balneario	72-8-1a	B. de Lugo Manantial Central	Lugo	LUGO	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
12			72-8-1c	B. de Lugo Pozo-2			(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
13			72-8-1b	B. de Lugo Pozo-3			(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
14			72-8-1d	B. de Lugo Pozo-4			(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
15			72-8-1e	Balneario de Lugo Manantial Piscina			(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
16	Fontecelta	Planta envasadora	98-6-1a	Fontecelta S-1	Lugo	SARRIA	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
17			98-6-1b	Fontecelta S-2			(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
18	Charca do Alligal	Baños públicos	47-2-1	Charca do Alligal	Lugo	VILALBA	HCO <sub>3</sub> Ca
19	Balneario de Mouriscados	Balneario inactivo	123-1-1	Balneario de Mouriscados	Lugo	CHANTADA	HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
20	Magnesitas de Rubián	Galería minera	124-5-1	Magnesitas de Rubián	Lugo	O INCIO	HCO <sub>3</sub> CaMg
21	Fonte do Muíño	Antiguo molino, se usa para riego	125-7-1	Fonte Muíño	Lugo	PEDRAFITA DO CEBREIRO	HCO <sub>3</sub> Ca
22	Balneario de Augas Santas	Balneario	155-7-1	B. Nuevo de Pantón	Lugo	PANTÓN	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
23	Fuente de Augas Santas	Fuente de uso público	155-7-2	Augas Santas (fuente)			HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
24	Balneario de Incio	Balneario inactivo de próxima	156-3-1	Balneario de Incio	Lugo	O INCIO	HCO <sub>3</sub> Ca
25	Balneario de Arnoia	Balneario	225-1-1b	Balneario de Arnoia Pozo 1-B	Orense	ARNOIA	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
26			225-1-1a	Balneario de Arnoia Pozo P-4			(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
27	Baños de Molgas	Balneario	226-7-1a	Baños de Molgas Fuente Caliente	Orense	BAÑOS DE MOLGAS	(S)HCO <sub>3</sub> -Na (B)
28			226-7-1b	Baños de Molgas Fuente la charca			(S)HCO <sub>3</sub> -Na (B)

**CUADRO 1. APROVECHAMIENTOS DE AGUAS MINERALES DE LA  
COMUNIDAD AUTÓNOMA DE GALICIA**

Nº Pto.	Nombre y tipo de aprovechamiento		Ref. Texto	Toponimia	Provincia	Municipio	Facies HQ
29	Balneario do Carballiño	Balneario	187-2-1	Balneario de Carballiño	Orense	CARBALLIÑO	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
30			187-6-1b	Fuente del Prado			(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
31	Caldas de Partovia	Balneario	187-6-1c	Fuente de Baños	Orense	CARBALLIÑO	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
32			187-6-1a	Fuente Interior			(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
33	Balneario de Laias	Balneario	225-2-1	Balneario de Laias	Orense	CENLLE	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
34	Fuente Bañiño	Balneario	226-6-1	Fuente Bañiño	Orense	JUNQUERA DE AMBIA	(S)HCO <sub>3</sub> (F).Na (B)
35	Cabreiroá	Planta envasadora	303-2-1a	Pozo sin gas Nº 1	Orense	VERIN	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na
36			303-2-1b	Pozo con gas Nº 2			(S)HCO <sub>3</sub> (F).Na (B)
37	Fontenova	Planta envasadora	303-2-2a	Manantial Principal	Orense	VERIN	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
38			303-2-2b	Fontenova Manantial nº 2			(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
39	Sousas	Balneario y Planta envasadora	303-2-3a	Sousas Manantial I	Orense	VERIN	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
40			303-2-3c	Sondeo nº 1			(S)HCO <sub>3</sub> -Na
41			303-2-3d	Sondeo nº 2			(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
42			303-2-3e	Sondeo nº 3			(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
43			303-2-3f	Sondeo nº 4			(S)HCO <sub>3</sub> -Na
44			303-2-3b	Sousas M-2			(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
45	Caldas de Brués	Baños públicos	187-1-1	Caldas de Brués	Ourense	BOBORÁS	HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
46	Balneario de Berán	Balneario reformado	187-5-1	Balneario de Berán	Ourense	LEIRO	HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
47	La Moderna	Balneario en construcción	187-8-1	Xardín das Burgas	Ourense	OURENSE	HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
48	Outariz Alta	Baños reformados de uso público	187-8-2	Outariz Alta (poza 1)	Ourense	OURENSE	HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
49			187-8-3	Outariz Alta (poza 2)			HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
50	Outariz Baja	Baños públicos	187-8-4	Outariz Baja	Ourense	OURENSE	HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
51	Balneario de Cortegada	Balneario reformado	225-5-1	Baños do Monte	Ourense	CORTEGADA	HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
52	Balneario de Bembibre	Balneario inactivo	266-1-1	Balneario de Bembibre	Ourense	VIANA DO BOLO	HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
53	Baños de Bande	Baños públicos	301-3-1	Baños de Bande	Ourense	BANDE	HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
54	Balneario de Lobios	Balneario nuevo (2002)	301-5-1	Balneario de Lobios	Ourense	LOBIOS	HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)

**CUADRO 1. APROVECHAMIENTOS DE AGUAS MINERALES DE LA  
COMUNIDAD AUTÓNOMA DE GALICIA**

Nº Pto.	Nombre y tipo de aprovechamiento		Ref. Texto	Toponimia	Provincia	Municipio	Facies HQ
55	Aguasana	Planta envasadora	261-6-1	Aguasana M-1	Pontevedra	BAIONA	CINa
56	B. Davila las Burgas	Balneario	152-3-2	Balneario Davila Las Burgas	Pontevedra	CALDAS DE REIS	(S)Cl(F)-Na (B)
57	Balneario de Acuña	Balneario	152-3-1b	Pozo Bomba	Pontevedra	CALDAS DE REIS	(S)Cl(F)-Na (B)
58			152-3-1a	Fuente Ojos			(S)Cl(F)-Na (B)
59	Balneario de Cuntis	Balneario	152-4-1a	Pozo Huerta	Pontevedra	CUNTIS	(S)HCO <sub>3</sub> Cl(F)-Na (B)
60			152-4-1c	Calle Real			(S)HCO <sub>3</sub> Cl(F)-Na (B)
61			152-4-1b	Manantial Hera Nueva			(S)HCO <sub>3</sub> Cl(F)-Na (B)
62	Balneario de la Toja	Balneario	185-1-1f	Balneario La Toja Caliente Lateral	Pontevedra	O GROVE	Cl(F)-Na (B)
63			185-1-1b	Balneario La Toja Huerta Fria			Cl(F)-Na (B)
64			185-1-1a	Balneario La Toja Huerta Caliente			Cl(F)-Na (B)
65			185-1-1d	Balneario La Toja Pozo Capilla			Cl(F)-Na (B)
66			185-1-1c	Balneario La Toja Pozo Paseo del Mar			Cl(F)-Na (B)
67			185-1-1e	Balneario La Toja Fabrica			Cl(F)-Na (B)
68	Balneario de Mondariz	Balneario y Planta envasadora	224-5-2	Sabajanes	Pontevedra	MONDARIZ	SHCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
69			224-5-3c	Fuente Troncoso		MONDARIZ-BALNEARIO	HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
70			224-5-3b	Fuente Gandara			HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
71			224-5-3a	Amorales		HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)	
72	Caldelas de Tuy	Balneario	261-8-1a	Manantial Mari Cruz	Pontevedra	TUY	SClF-Na (B)
73			261-8-1b	San Antonio			SClF-Na (B)
74			261-8-1c	San Francisco			SClF-Na (B)
75	Baños de Brea	Balneario	121-4-2a	Fuente termal	Pontevedra	VILLA DE CRUCES	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
76			121-4-2b	Sondeo N° 5			(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
77			121-4-1	Pozo patio			SO <sub>4</sub> (F)-Na(B)
78	San Xines	Planta envasadora	152-2-1	Sanxines	Pontevedra	VILLAGARCIA DE AROUSA	CINa
79	Cántaras	Sin uso, en trámite para embotellado	122-2-1	Fonte Deza	Pontevedra	AGOLADA	mixta

## **2. MARCO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO**



## 2.1. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

Los materiales que afloran de forma predominante en la Comunidad Autónoma de Galicia corresponden a rocas ígneas y metasedimentarias de edades que van desde el Precámbrico al Devónico-Carbonífero Inferior. Sobre este substrato regional sólo están representados materiales detríticos –arcillas, gravas y arenas– del Terciario y Cuaternario, que rellenan pequeñas cuencas tectónicas y los valles de los ríos, mientras que las formaciones sedimentarias del Mesozoico –materiales calcáreos y arcillosos– no afloran en la parte emergida.

Entre los materiales metasedimentarios aflorantes, los más abundantes en la parte central y occidental de Galicia son los esquistos y paragneises: y, en su parte oriental, las pizarras, areniscas, cuarcitas y calizas.

Aunque se han reconocido en algunos sectores estructuras de deformación debidas a eventos tectónicos anteriores a la Orogenia Hercínica o Varisca, son las estructuras y el metamorfismo desarrollado durante esta Orogenia lo que ha modificado sustancialmente las características originales de las rocas que actualmente afloran en Galicia. Durante la Orogenia Alpina se produjo un importante flujo térmico que originó, además de un metamorfismo regional, la formación de granitoides que ocupan gran parte del territorio de Galicia, sobre todo en los sectores central y occidental. Durante los últimos estadios compresivos de la Orogenia Alpina (compresión N-S), se produjo la reactivación de fracturas hercínicas y la formación de nuevas fracturas.

En cuanto a la deformación, cuya intensidad aumenta, en general, de Este a Oeste, se admite la existencia de tres fases generalizadas de edad hercínica y localmente algunas estructuras tardi- y post-hercínica, así como la existencia de estructuras asignables a los movimientos alpinos. Las dos primeras fases de deformación (D1 y D2) hercínica se produjeron en un régimen de esfuerzos tangenciales que originaron en la primera fase pliegues acostados con la vergencia al Este, con una foliación de plano axial asociada del tipo “slate clivage”. En la segunda fase se produjeron cabalgamientos hacia el Este con un desarrollo de una foliación tectónica en el entorno de planos de cizalla. La tercera fase (D3) produjo un plegamiento que verticalizó las estructuras anteriores; el metamorfismo regional aumentó en intensidad hacia el Oeste, y es de forma general polifásico, plurifacial y progrado, existiendo en algunos sectores un importante metamorfismo retrógrado o retrometmorfismo.

El magmatismo prehercínico está representado por ortognesises glandulares muy deformados y el magmatismo hercínico está representado por distintos tipos de granitoides originados, sobre todo, durante las etapas de relajación de los esfuerzos compresivos hercínicos. Así, entre las fases de deformación D1 y D2, se produjo la intrusión de los granitoides calcoalcalinos biotíticos que constituyen las denominadas “granodioritas precoces”. Principalmente, desde los últimos momentos de la fase D2 y hasta la fase D3, se formaron los granitoides de la serie alcalina que constituyen los denominados “granitoides sincinemáticos de dos micas” que tienen carácter intrusivo, y los “granitoides inhomogéneos” originados por anatexia, que representan sectores en

los que la presencia de enclaves y estructuras migmatíticas son abundantes. Con posterioridad a la fase D3 intruyeron los granitoides calcoalcalinos biotíticos que constituyen cuerpos circunscritos que no presentan deformación tectónica significativa y que se agrupan bajo la denominación de “granitoides postcinemáticos”.

Durante el periodo tardihercínico se produjeron sistemas de fracturas normales y de desgarre que, en gran medida, se reactivaron con posterioridad a la Orogenia Hercínica, como consecuencia de la extensión cortical E-O, con la que se relaciona la apertura del océano Atlántico durante el Mesozoico, y de los esfuerzos compresivos N-S durante la Orogenia Alpina. Se trata de varios sistemas de fracturas con desgarre conjugadas NO-SE y NE-SO (y NNE-SSO), así como las fracturas E-O con caracteres de fallas normales o de desgarre, y las N-S que constituyen un sistema de fallas normales.

Una aproximación a las relaciones entre la presencia de manifestaciones de aguas minerales con o sin relación termal y las características geológicas de Galicia fue realizada por el IGME (Ferrero, 2003). Parece clara la relación entre las aguas minerales y la fracturación tardi-posthercínica; de hecho, parece haber una estrecha asociación entre las aguas minerales con relación termal y la fracturación con direcciones NNE-SSO, N-S y NE-SO y su conjugada NO-SE; de estas cuatro direcciones, las NE-SO y N-S, también tienen asociadas manifestaciones de agua no termal. Esta fracturación afecta tanto a las rocas metamórficas como a las ígneas. El binomio litología-fracturación parece controlar la localización de las aguas minerales sin relación termal, mientras que la aparición de las aguas termales parece gobernada por el binomio granitoides –sobre todo de la serie alcalina– y fracturación.

En los materiales sedimentarios son muy escasas las manifestaciones de termalismo, seguramente porque la naturaleza de estas rocas, de muy baja permeabilidad intrínseca, determina que, en general, las fracturas sean poco conductivas y sólo excepcionalmente permitan el desarrollo de circulaciones profundas de agua subterránea. La distribución de los distintos tipos de aguas minerales, termales o no, en las diferentes zonas paleogeográficas en las que suele dividirse el Hercínico del noroeste peninsular (Ferrero, 2003) parece estar en correspondencia con la distinta distribución de los materiales metasedimentarios, la mayor intensidad del metamorfismo desde el este al oeste, así como la mayor presencia de magmatismo ácido e intermedio en un nivel cortical más profundo hacia el oeste. Así:

- En la Zona Asturoccidental-Leonesa y Zona Centro-Ibérica: no se ha señalado la presencia de aguas con relación termal; en zonas de fractura que afectan predominantemente a pizarras, areniscas, cuarcitas, calizas y magnesitas, en la primera Zona, y también a gneises en la segunda, surgen aguas de temperaturas frías.
- En la Zona de Galicia-Trás os Montes, donde el metamorfismo es más intenso –está constituida por esquistos, gneises, anfibolitas y vulcanitas– y no existen formaciones calcáreas, hay algunas, muy pocas, manifestaciones de aguas minerales con relación termal.

---

Según el análisis realizado por Ferrero (2003), casi un 50% de las aguas minerales estudiadas cuya presencia puede asociarse a rocas graníticas, tienen relación termal, y, la mayoría de estas aguas se asocian con granitos de la serie alcalina (granitos de dos micas deformados, sincinemáticos) y, en segundo lugar, con los granitoides postcinemáticos (sin deformación significativa) de la serie calcoalcalina con predominio de biotita (granitos y granodioritas). El mayor número de manifestaciones hidrotermales se sitúa en el Dominio Esquistoso de Galicia-Trás os Montes, seguramente por el predominio de los citados granitoides en el mismo; es en esta área donde la relación del binomio granitoides-fracturación con el termalismo se pone claramente de manifiesto.



## 2.2. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

En líneas generales, el territorio de la Comunidad Autónoma de Galicia corresponde geológicamente a formaciones de rocas consolidadas –graníticas o metamórficas (esquistos, pizarras, ...)— con algunos sectores recubiertos por materiales sedimentarios detríticos poco consolidados (fondos de valle, rasas costeras,..) o consolidados (rellenos terciarios de fosas tectónicas).

Desde el punto de vista hidrogeológico, las formaciones sedimentarias albergan circulaciones subterráneas someras, con flujo subhorizontal frío, con el nivel de agua situado a reducida profundidad.

Las formaciones graníticas o metamórficas constituyen medios fisurados que, más que acuíferos extensivos y más o menos homogéneos, albergan sistemas de flujo subterráneo que se desarrollan a favor de redes de fracturas interconectadas entre sí y que se pueden encuadrar en dos modelos:

- Sistemas de flujo somero, básicamente asimilables a los medios sedimentarios, por los que tiene lugar una circulación subterránea fría y poco mineralizada.
- Sistemas de flujo profundos que 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.

La circulación subterránea en sistemas de flujo más o menos profundo en granitoides y rocas metamórficas responde a un esquema hidrodinámico tridimensional que presenta los siguientes rasgos esenciales:

- Los principales factores que determinan la hidrogeología y el comportamiento hidrodinámico de un medio fisurado son, en general, la red de fracturación (direcciones, densidad, conductividad y conectividad) y la configuración topográfica del terreno (diferencia de altitud y proximidad entre las áreas de recarga y descarga del flujo subterráneo).
- En general, un macizo fisurado presenta una configuración litológica en la que se pueden establecer 3 unidades petro-estructurales superpuestas, de distinto comportamiento hidrodinámico: la parte más superficial es la formada por la zona de alteración meteórica, asimilable a un medio poroso homogéneo e isótropo; inmediatamente por debajo de la zona meteorizada se encuentra una franja de roca alterada y descomprimida –FAD–, que conserva su cohesión y está afectada por las redes de fracturación y diaclasado. Por debajo de la FAD se encuentra la zona de roca sana con fracturas, que se comporta como un medio heterogéneo y anisótropo de baja o muy baja permeabilidad.

El esquema de circulación subterránea en el seno de un macizo granítico fisurado es, básicamente, el propio de un acuífero libre, de baja permeabilidad y muy considerable espesor, que se recarga exclusivamente por infiltración de lluvia.

Las zonas de mayor permeabilidad, que albergan circulaciones de agua subterránea de mayor o menor entidad, se localizan en los contactos entre los granitos y granodioritas con los materiales paleozoicos, y en zonas de fracturas en el seno de las propias rocas ígneas. A grandes rasgos, las zonas favorables al desarrollo de sistemas de flujo, de los tipos indicados, 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 termales y su implicación termal se localizan en su práctica totalidad en sistemas de flujo albergados en las redes de fracturación de granitos de dos micas (1) y granitos y granodioritas biotíticas (2); las aguas con implicación termal que aparecen en depósitos detríticos (4) proceden de alguna de las rocas ígneas de los dos grupos indicados. Las aguas frías, sin relación termal, se localizan en todas las zonas.

### **3. ASIGNACIÓN DE LAS AGUAS ESTUDIADAS A UNIDADES HIDROMINERALES**

La primera definición de unidades hidrominerales en el territorio gallego fue efectuada por el IGME (Ferrero, 2003) en el marco del “Estudio hidrogeológico y de las condiciones de captación para la mejora del aprovechamiento de los recursos hidrominerales de la C. A. de Galicia”. En este trabajo se distinguen, con carácter preliminar, las siguientes 12 unidades hidrominerales:

- Unidad de Arteixo
- Unidad Beo-Carballo
- Unidad de Guitiriz
- Unidad de la Depresión Meridiana
- Unidad O Carballiño-Berán
- Unidad Ribadabia-Taboada
- Unidad Avia-Arnoia
- Unidad Ribadabia-Cortegada
- Unidad Ourense-Ribadabia
- Unidad Baños de Molgas-Xunqueira de Ambía
- Unidad de Río Caldo-Río Limia
- Unidad del Río Támega

Por su parte, los trabajos de interpretación hidrogeológica e hidrogeoquímica que se han llevado a cabo en las dos fases del Estudio objeto del presente informe, han conducido a la identificación de 7 posibles nuevas unidades hidrominerales sobre la base de considerar el tipo de roca y la fracturación que afecta a los sectores en que están situadas las manifestaciones de aguas minerales (clasificadas o con características apropiadas para serlo). Estas nuevas unidades propuestas son:

- Unidad del Dominio del Manto de Mondoñedo.
- Unidad de Lugo
- Unidad de Sarria-Céltigos.
- Unidad de Pantón.
- Unidad del Dominio de O Courel-Truchas.
- Unidad de Bembibre.
- Unidad de Agolada.

Seguidamente se indican las características básicas de las unidades indicadas.

### 1. **Unidad de Arteixo**

La Unidad de Arteixo está localizada en la provincia de La Coruña. Desde un punto de vista geológico, corresponde a una banda de fracturación NO-SE que afecta a granitos de dos micas, granodioritas y granitos biotíticos precoces, y a esquistos del Precámbrico-Ordovícico. Las descargas de agua se producen a través de una serie de fracturas y diaclasas de la granodiorita precoz. La existencia de tales estructuras favorece 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, pueden ocasionar termalismo. Se han caracterizado en la primera fase dos muestras de agua termal correspondientes a sendos manantiales del Balneario de Arteixo (45-1-1).

### 2. **Unidad de Guitiriz**

La Unidad de Guitiriz está situada en la zona centro-occidental de la provincia de Lugo. Geológicamente corresponde a granitos de dos micas y granodioritas y granitos biotíticos precoces del Macizo de Guitiriz, que se ubica en el Dominio del anticlinorio de Olló de Sapo, en la zona geológica Centro-Ibérica. Los materiales están afectados por fracturación tardi-posthercínica con dirección NO-SE y están recubiertos por sedimentos terciarios y pliocuaternarios que se caracterizan por su carácter detrítico (arcillas y arcillas arenosas), en los que se producen la surgencia de las manifestaciones hidrominerales. Se han examinado las aguas del balneario de Guitiriz (46-8-1) (1ª fase).

### 3. **Unidad de Beo-Carballo**

Se localiza en la provincia de A Coruña. Corresponde a una falla de dirección NO-SE que afecta a esquistos, anfibolitas y gneises de la Unidad de Malpica-Tui, y alguna banda de granito de dos micas y anfibolitas y esquistos más o menos migmatizados (Esquistos de Ordes). Además de la estructura principal, la zona está afectada por fracturación de dirección N-S. Se han caracterizado en primera fase las aguas termales de los Baños Vellos de Carballo (44-6-1).

### 4. **Unidad de la Depresión Meridiana**

Es una franja deprimida de unos 30 Km de anchura máxima y dirección N-S que recorre el occidente de Galicia desde Carballo hasta Tui, pasando por Caldas de Reis. En ella predominan los granitos alcalinos y calcoalcalinos, 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. En las zonas de cruce de las estructuras indicadas se sitúan la práctica totalidad de las manifestaciones termales de la unidad. Incluye 26 manifestaciones hidrominerales, frías y termales, todas ellas caracterizadas en la primera fase del Estudio: aprovechamientos de aguas termales o con implicación termal en el Balneario do Tremo –Nosa Sra. Dos Anxos– (94-7-1), Baños de Brea (121-4-1 y 121-4-2), Balneario de Cuntis (152-4-1), Caldelas de Tui (261-8-1), Balneario de Mondariz (224-5-3), Balneario de A Toxa (185-1-1), Balneario de Acuña

(152-3-1) y Balneario Dávila (152-3-2); sin implicación termal las aguas para envasado de San Xínés (152-2-1), Aguasana –Agua Sá– (261-6-1) y algunas de las aguas del Balneario de Mondariz (224-5-2).

5. **Unidad de O Carballiño-Berán**

Esta unidad hidromineral se localiza en la provincia de Ourense. Corresponde a una amplia banda de fracturación orientada en la dirección NE-SO (Fig. 1) que afecta a granitos de 2 micas y a esquistos del Precámbrico-Silúrico. La fracturación ha causado la filonitización en los granitos y que constituye la dirección preferente de circulación del agua subterránea. Existen manifestaciones termales en esquistos del Precámbrico-Silúrico Inferior (Baños de Partovia –187-2-1–, 1ª fase) y en granitos hercínicos (Balneario de O Carballiño –187-6-1–, 1ª fase, y Balneario de Berán, 2ª fase).

6. **Unidad Ribadavia-Taboada**

Corresponde a una alineación de fractura que se extiende desde Rivadavia (Ourense) hasta Taboada (Lugo), que afecta a granitos alcalinos y calcoalcalinos, en una longitud superior a 50 km. Se ha estudiado la manifestación de aguas frías del Balneario de Mouriscadas –123-1-1– (2ª fase) cuya surgencia está situada sobre granodiorita precoz.

7. **Unidad de Avia-Arnoia**

Está situada en la provincia de Ourense y corresponde a una lineación de fractura de unos 32 Km de longitud (desde O Carballiño a Gomesende) y dirección aproximada N-S a la que se ajusta el cauce del río Avia. La zona corresponde principalmente a granitos adamellíticos de 2 micas y granodioritas, y está cruzada por fracturas NE-SO y ENE-OSO. La manifestación caracterizada en esta unidad (Caldas de Brués –187-1-1–, 2ª fase) se produce en granitos adamellíticos.

8. **Unidad Ribadavia-Cortegada**

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 meta-sedimentarios del Silúrico, granitos de dos micas y granodioritas. En ella están situadas las manifestaciones termales de Arnoia Vila Termal –225-1-1– (1ª fase) y Balneario de Cortegada –225-5-1– (2ª fase).

9. **Unidad Ourense-Rivadavia**

Esta unidad 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. Esta zona está formada por granitoides de las series alcalina y calcoalcalina y por metapelitas del Silúrico. La alineación que sigue el Miño está cortada por fracturas de orientación NE-SO y NNO-SSO. Se han caracterizado las descargas termales de: Balneario de Laias –225-2-1– (1ª fase), Bur-

gas alta y baja de Outariz –187-8-2, 3 y4– (2ª fase) y Balneario La Moderna –187-8-1– (2ª fase).

10. **Unidad Baños de Molgas-Xunqueira de Ambia**

Está localizada en el centro-oeste de Ourense, en torno a dos zonas de fractura de direcciones ENE-OSO y NE-SO en las que se encaja el río Arnoia. La roca que alberga los flujos termales está formada por granitos alcalinos (granitos de dos micas y granodioritas) y las surgencias se producen en zona de cruce de las dos fracturas encajantes mencionadas y la alineación del río con fracturas de direcciones NO-SE. En esta unidad están situadas las manifestaciones de Baños de Molgas –226-6-1– y Fonte Bañiño –226-7-1–, ambas caracterizadas en la 1ª fase.

11. **Unidad Río Caldo-Río Limia**

Situada en el sector SO de la provincia de Ourense, esta unidad incluye los flujos profundos que se desarrollan según una zona fracturada de dirección NNE-SSO, cortada a su vez por fracturas de direcciones N-S y NE-SO, que afecta a los materiales del Macizo de Lobios, compuestos por granodioritas de grano medio a grueso y rocas migmatíticas. Las manifestaciones termales estudiadas corresponden a los Baños de Bande –301-3-1– y al Balneario de Lobios –301-5-1–, ambas en la 2ª fase.

12. **Unidad del Río Támega**

Las aguas minerales de esta unidad, localizadas en Verín, provincia de Ourense, están relacionadas con sistemas de flujo que se desarrollan en granitos alcalinos y cuarcitas y esquistos paleozoicos, según una dirección de fractura N-S a cuyo favor se excavó el valle del río Támega. Además, la zona está afectada por importantes fracturas del sistema conjugado NE-SO y NO-SE. Las descargas se producen en el cauce del río Támega, en zona donde el substrato está cubierto por depósitos terciarios y cuaternarios. Los aprovechamientos estudiados, todos en 1ª fase, corresponden a 3 plantas envasadoras que suman 10 puntos de control: dos sondeos en Cabreiroá –303-2-1–; un manantial y un sondeo en Fontenova –303-2-2–, y 2 manantiales, más 4 sondeos en Sousas –303-2-3–.

13. **Unidad de Sarria-Céltigos**

Está situada en el sector central de la provincia de Lugo. Corresponde a flujos que se desarrollan 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 (leucogranitos de 2 micas y granodioritas) y Castroverde (granodioritas tardías) del borde septentrional de la cuenca terciaria de Sarria. Incluye 2 aprovechamientos tratados en la primera fase: Fontxesta –98-2-1– y Fontecelta –98-6-1–.

14. **Unidad de Lugo**

Está localizada al oeste de Lugo. Comprende materiales graníticos del Macizo de Ombreiro compuestos por granodioritas de grano grueso y dos micas, afectadas por fracturación tardihercínica de direcciones principales NE-SO y NO-SE, que intruyen en los materiales esquistosos y gnéisicos del Dominio del Manto de Mondoñedo (serie Villalba). Se ha estudiado la manifestación termal del Balneario de Lugo –72-8-1– (1ª fase) que corresponde a un sistema de flujo que se descarga en el contacto de las granodioritas con los esquistos.

15. **Unidad del Dominio del Manto de Mondoñedo**

Esta unidad, localizada en el sector centro-norte de la provincia de Lugo, está formada por materiales precámbricos de la Serie de Villalba compuestos fundamentalmente por esquistos y pizarras, en los que los flujos parecen desarrollarse predominantemente a favor de fracturas de orientación NE-SO. Se incluyen las manifestaciones de aguas ligeramente termales de la Charca do Alligal –47-2-1– (2ª fase) y las frías de la planta envasadora de Fontoira –47-8-1– (1ª fase).

16. **Unidad de Bembibre**

Está localizada en la zona oriental de la provincia de Ourense. Geológicamente está formada por granitos alcalinos (granitos de dos micas, de grano grueso) en los que se desarrollan flujos asociados a grandes fracturas de dirección NE-SO que son cortadas por su sistema conjugado. Incluye las aguas frías del Balneario de Bembibre –266-1-1– (2ª fase).

17. **Unidad de Pantón**

Está situada en el borde sur de la provincia de Lugo. Es una zona de fracturación predominante NE-SO que afecta a granitos alcalinos y calcoalcalinos. Se han tratado, en la 2ª fase, las aguas del Balneario de Augas Santas –155-7-1– y del manantial de Augas Santas –155-7-2–, que corresponden a un flujo ligeramente termal que se desarrolla en granodioritas con megacristales.

18. **Unidad del Dominio de O Courel-Truchas**

Situada en el sector SE de la provincia de Lugo, es una zona compuesta por materiales paleozoicos (desde el Pre-Cámbrico hasta el Silúrico) fuertemente plegados y afectados por fracturación tardihercínica que albergan flujos de agua fría. Incluye las descargas de aguas frías de Fonte Muiño –125-7-1– (asociada a cuarcitas), Balneario de Incio –156-3-1– (en zona de pizarras y cuarcitas con fracturación E-O) y de una galería de la mina de Magnesitas de Rubián –124-5-1–, todas ellas caracterizadas en 2ª fase.

19. **Unidad de Agolada**

Está situada en la encrucijada de las provincias de A Coruña, Lugo y Pontevedra. Incluye una única manifestación: la Fonte Deza –122-2-1– (2ª fase), que



corresponden a un flujo somero desarrollado en granito de dos micas de grano fino a medio.

En la fig. 1, sobre una base con el esquema de fracturación general del Galicia, se han representado todos los puntos de agua estudiados en las dos fases del Estudio.

#### **4. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LAS AGUAS MINERALES**

En función de su localización geográfica y geológica, las aguas minerales consideradas en la segunda fase se han agrupado, junto con las tratadas en la primera fase, en Unidades Hidrominerales, para asociar cada aprovechamiento (actual o posible) con su unidad litológica o petrológica, y, por ende, con las características estructurales y tectónicas del sector que alberga el sistema de flujo subterráneo. En el Anejo 1 se incluyen cuadros (1.1 a 1.11) con las principales referencias de todas las aguas consideradas en las dos fases del Estudio, agrupadas por unidades hidrominerales.

En todas las muestras de agua tratadas en las dos fases del estudio se realizaron medidas *in situ* de los parámetros inestables siguientes (Anejo 1, cuadros 2.1 a 2.11): temperatura ambiente, temperatura del agua, pH, conductividad eléctrica, concentración de oxígeno disuelto –en mg/l y tanto por ciento– y condiciones redox (Eh).

En laboratorio se han determinado los siguientes parámetros y elementos:

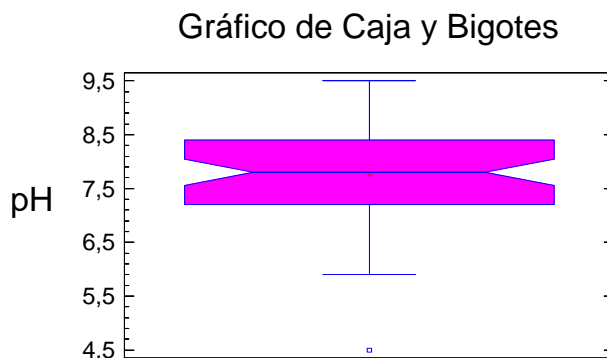
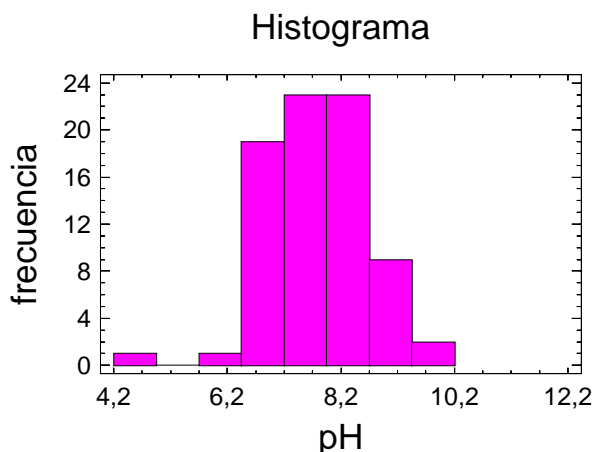
- a. pH y conductividad eléctrica; análisis de iones mayoritarios, y detección de elementos minoritarios característicos de aguas termales boro, fluoruros y sulfuros (anejo 2, cuadro 3).
- b. Otros elementos minoritarios y traza: Cu, Zn, Fe, Mn, Cr, Cd, Pb, As, Se, Hg, Al, Co, Ba, Ag, Be, Ni, Sb y V, previa filtración y acidificación con nítrico, además de la cuantificación de sólidos en suspensión –SS– (anejo 2, cuadro 4).
- c. Otros análisis de laboratorio indicativos de contaminación potencial: bromatos, fosfatos, detergentes, cianuros, residuo seco –a 180° C–, oxidabilidad al permanganato potásico, fenoles, anhídrido carbónico libre, color, turbidez y radiactividades alfa y beta (anejo 1, cuadro 5).

#### 4.1. CARACTERIZACIÓN GENERAL

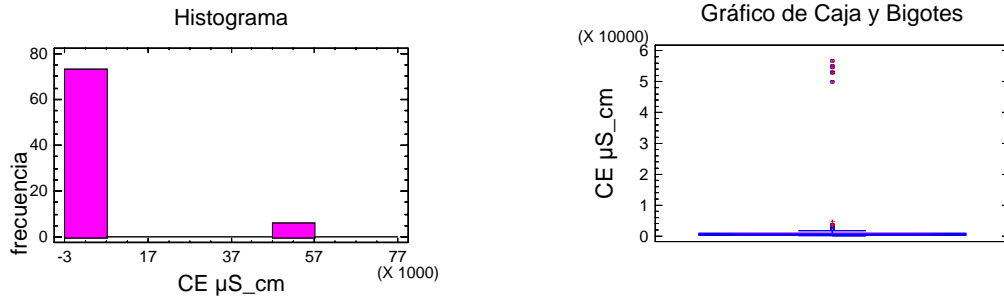
Los resultados analíticos de campo y laboratorio han sido tratados de forma conjunta y se han representado en diagramas de cajas y bigotes con objeto de reflejar estadísticamente sus rasgos físicos y químicos y establecer las clasificaciones oportunas.

Tal como se aprecia en el histograma y el gráfico de cajas y bigotes, la práctica totalidad de las muestras de agua presenta valores de pH comprendidos entre 7,2 y 8,4, propios de aguas subterráneas. Excepcionalmente hay una muestra de agua con un pH excesivamente ácido (agua del manantial de Fonte Deza: 122-2-1), muy poco mineralizada ( $70 \mu\text{S}/\text{cm}$ ) y composición química mixta, que denotan unas características muy similares a las del agua de lluvia. Los valores de mediana y media aritmética son coincidentes y equivalentes a 7,75 de pH.

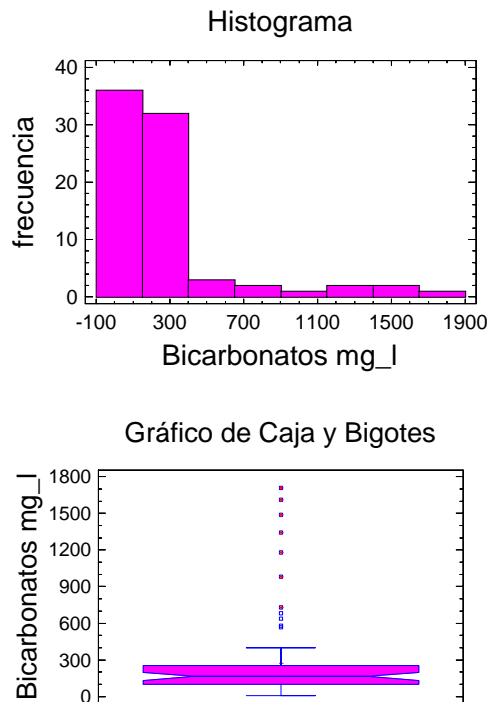
En términos estadísticos, se asume que todas las muestras responden a una distribución normal, y, con un 95% de intervalo de confianza; el valor de la media aritmética de pH se encuentra entre 7,74 y 7,96.



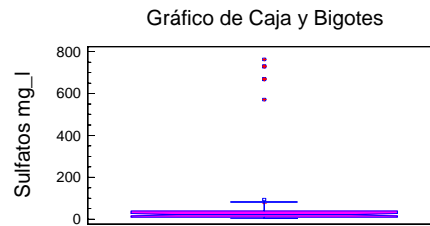
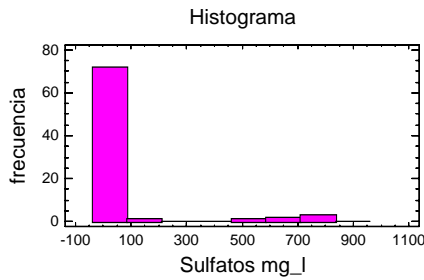
Los valores de conductividad eléctrica (C.E.) se agrupan en dos conjuntos de muestras: un primer grupo que corresponde al 90% de las muestras, preferentemente comprendidos entre 270 y 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , y, un segundo grupo, con un intervalo de valores de C.E. entre 53000 y 57000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (aguas salinas). En el gráfico de caja y bigotes se distinguen 12 puntos extremos que corresponden a las muestras de agua con una mineralización fuerte.



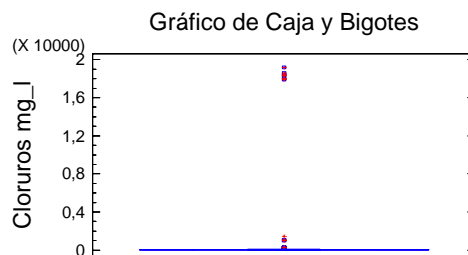
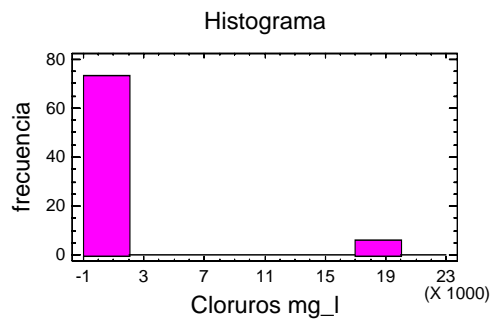
La concentración en bicarbonatos está comprendida entre 7 y 1710 mg/l en el conjunto de 79 muestras de agua subterránea, con un valor medio de 270 mg/l, si bien no responden a una distribución normal. El 75% de las muestras presenta valores inferiores a 256 mg/l. Hay 11 puntos extremos, que se alejan de la mayoría de los otros y no responden a una distribución de frecuencias característica.



La concentración en sulfatos está comprendida entre 3 y 764 mg/l, con un valor medio de 75 mg/l, pero no responde a una distribución normal. El 90% de las muestras presenta valores inferiores a 81 mg/l; son, por tanto, aguas muy poco sulfatadas. Sólo hay 8 puntos extremos, que corresponden a las muestras de agua salinas (Balnearios de La Toja: 185-1-1 y de Arteixo: 45-1-1).

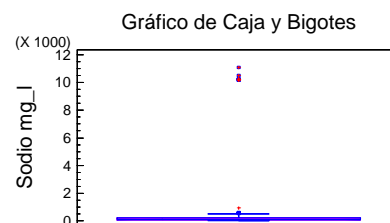
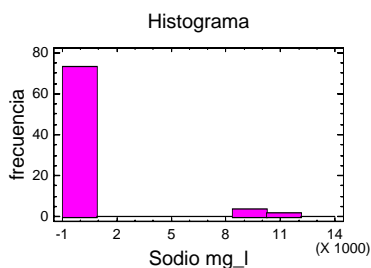
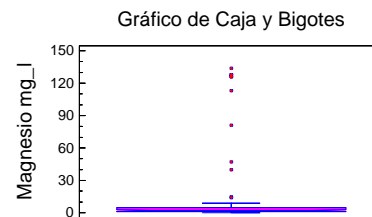
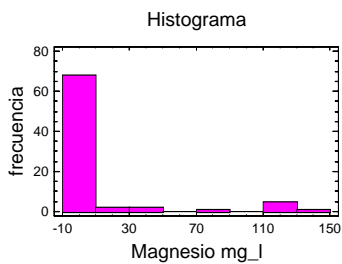
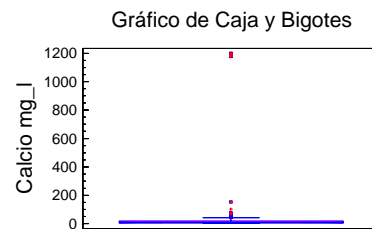
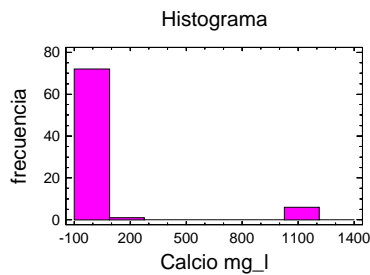


El histograma de frecuencias para la concentración en cloruros señala que un gran número de muestras (75%) presenta valores muy bajos (<57 mg/l), si bien existe un pequeño grupo (5%) que tiene unas concentraciones muy elevadas (18300 mg/l) confiriéndoles un carácter de aguas cloruradas. El 20% restante está comprendido entre 57 y 1010 mg/l. En el gráfico de caja y bigotes se distinguen 15 puntos extremos que no responden a una distribución de la mayoría.

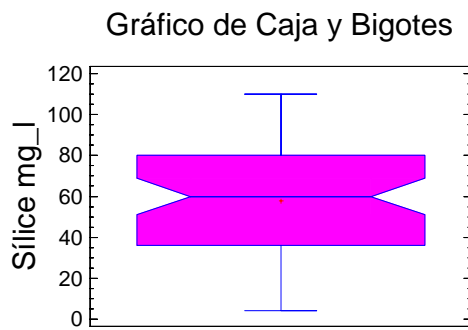
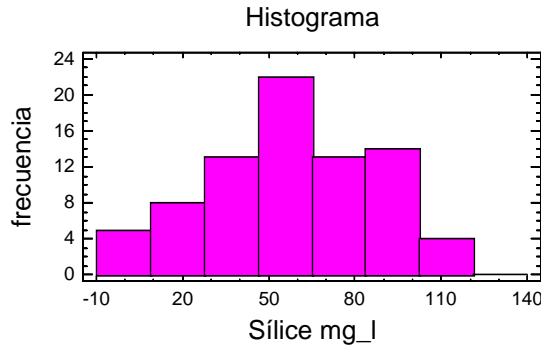


Con respecto a los cationes, ninguno de los datos (concentraciones de calcio, magnesio y sodio) responde a una distribución normal; se distinguen dos grupos de muestras con valores opuestos:

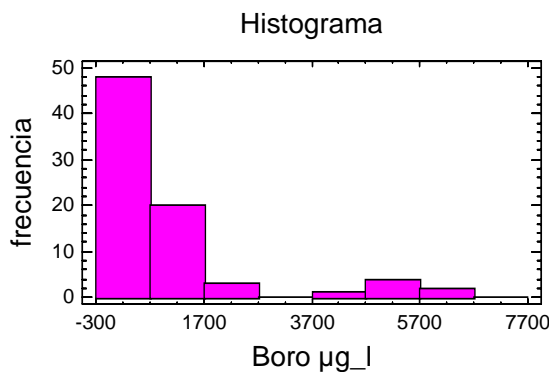
- Para calcio, un mayor número de muestras (90%) que presenta un intervalo entre 1 y 74 mg/l, y otro más pequeño (10%), entre 1190 y 1200 mg/l. Se distingue un total de 13 muestras que presentan concentraciones alejadas de la mayoría.
- Para magnesio, el 75% de las muestras presenta valores inferiores a 5 mg/l; un 5%, entre 110 y 134 mg/l. Hay 11 puntos que presentan concentraciones superiores a 47 mg/l.
- Para sodio, el 90% está en un intervalo entre 2 y 590 mg/l; el 10% restante corresponde con aguas muy salinas: 10250-11100 mg/l de sodio. En este caso, hay 10 puntos extremos, que se alejan de la mayoría de los otros; 6 de ellos son coincidentes con las muestras de agua con concentraciones elevadas en el resto de iones y una mineralización fuerte: son las muestras de agua tomadas en el Balneario de La Toja (185-1-1).



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 silíceo a través del cual fluyen. No se distingue ningún valor externo al resto de los puntos.

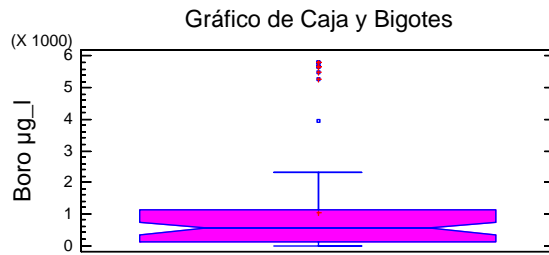


La concentración en el elemento minoritario boro<sup>2</sup>, en el 10% de las muestras es nula; en el 90% se ha detectado en concentraciones inferiores a 2 mg/l, y en el 10% restante entre 4 y 6 mg/l, disolución favorecida por el termalismo de estas aguas, que corresponden con los 7 puntos externos representados en el gráfico de caja y bigotes (muestras de agua del B. de La Toja: 185-1-1 y Agua de Fontenova: 303-2-2a).

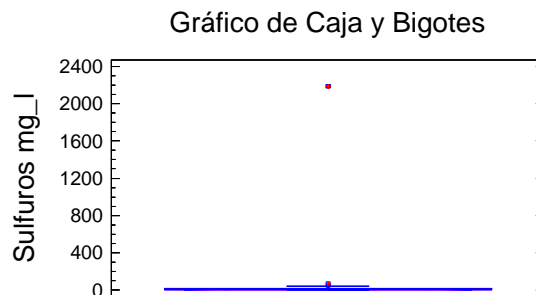
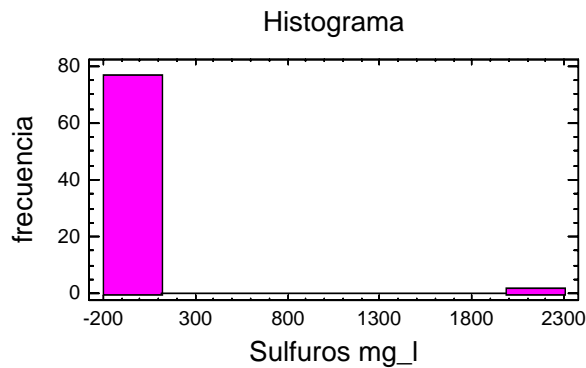


<sup>2</sup> El boro es un mineral típico de rocas graníticas y pegmatíticas, como accesorio de biotitas y anfíboles.





Por último, las concentraciones en sulfuros de las muestras de agua subterránea están comprendidas entre 0 y 66 mg/l; excepcionalmente, las dos muestras tomadas en el Balneario de Molgas (226-7-1) presentan unas concentraciones muy elevadas: 2190 mg/l, tal como se distinguen en el histograma.



En resumen, se reconoce la existencia de dos grupos claramente diferenciados:

- Aguas de mineralización débil a fuerte, con composición química bicarbonatada cálcica o bicarbonatada sódica, y
- Aguas salinas, cloruradas sódicas, con elevada concentración iónica, incluidos sulfatos, y en elementos minoritarios tales como boro y sulfuros, resultado de su influencia termal.

Ahora bien, un examen más detallado de las características físico-químicas puestas de relieve por la serie de datos tratados –temperatura, pH, C.E., composición química–, permite distinguir 5 tipos de aguas (cuadros 2 a 5 y Anexos 1 y 2)<sup>3</sup>:

- Aguas frías<sup>4</sup> (13-16° C), ácidas (pH<sub>in situ</sub> = 4,9-5,3), de mineralización muy débil (59-135 μS/cm), oxidantes (Eh > 100 mV) y oxigenadas (5-6 mg/l de O<sub>2</sub> disuelto), de facies cloruradas sódicas, con boro (0,100-0,093 mg/l); no se ha detectado ningún compuesto ni elemento que indique contaminación o alteración química de las características físico-químicas de estas aguas minerales.

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 proceder de la evaporación del agua de mar y su posterior precipitación en forma de lluvia.

- Aguas frías (8-15° C)<sup>5</sup>, débilmente ácidas a neutras (pH<sub>in situ</sub> = 5,3-7,4)<sup>6</sup>, mineralización débil (70-360 μS/cm), en general son ligeramente oxigenadas (3,7-4,3 mg/l O<sub>2</sub> 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 los permitidos por la legislación vigente (>50 μg/l), no se ha registrado ningún parámetro en concentraciones que indiquen contaminación.

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<sub>in situ</sub> = 5,9-9,6)<sup>7</sup>, 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

<sup>3</sup> Tanto en los cuadros 2 y 5 que reúnen las características físico-químicas más importantes de las distintas tipologías de *aguas minerales*, como en los anejos con las medidas *in situ* y los resultados de laboratorio, se han resaltado en negrita aquellos valores que superan los límites paramétricos del R.D. 140/2003, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad de agua de consumo humano, y, en sombreado los indicados por el R.D.1074/2002, por el que se regula el proceso de elaboración, circulación y comercio de aguas de bebida envasadas.

<sup>4</sup> Se consideran aguas frías las que presentan temperaturas inferiores a 18° C; templadas, entre 18 y 25,5° C, y calientes o termales, superior a 25,5° C.

<sup>5</sup> Excepcionalmente, la muestra de agua tomada en la Charca do Alligal (47-2-1) tiene 19° C de temperatura porque coincide con la temperatura ambiente en esta época del año (abril '06).

<sup>6</sup> Las muestras de agua captadas en rocas metamórfica con niveles calcáreos y magnésíticos (Magnesitas de Rubián: 124-5-1 y Fonte Muíño: 125-7-1) son básicas (8,0-8,5) consecuencia de la saturación en carbonatos.

<sup>7</sup> 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.

(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<sub>2</sub> 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, que obliga a añadir en el etiquetado que se trata de aguas ferruginosas si Fe > 1 mg/l) y/o manganeso (0,02-0,60 mg/l) en disolución, en concentraciones tales que limitan su uso para consumo (límites NH<sub>4</sub><sup>+</sup> < 0,50 mg/l y Mn < 50 µg/l); 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 perjudiciales para la salud (>10 µg/l), y, puntualmente, en tres de ellas, también níquel (> 20 mg/l).

La gasificación de algunas de estas aguas con CO<sub>2</sub>, 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<sub>in situ</sub> = 7,6-8,7), aunque la quinta parte de las muestras son prácticamente neutras (pH<sub>in situ</sub> = 6,4-6,9); presentan mineralización muy variable (201-971 µS/cm); están poco oxigenadas (3-4 mg/l O<sub>2</sub> 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 –Baños de Molgas– con 2190 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). La presencia de amonio, boro, manganeso y/o arsénico en la práctica totalidad de las muestras en concentraciones que superan los respectivos límites paramétricos exigidos por la legislación vigente, condiciona su explotación como aguas de bebidas envasadas.

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 ( $\text{pH}_{\text{in situ}} = 8,0-8,9$ ), mineralización débil (295-526  $\mu\text{S/cm}$ ), poco oxigenadas (2-3 mg/l  $\text{O}_2$  disuelto) y condiciones reductoras ( $\text{Eh} < 100$  mV). Son de facies bicarbonatada clorurada sódica, sulfu-  
radas (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. En una de las cuatro muestras se ha detectado arsénico en concentración perjudicial para la salud en caso de consumo humano (20  $\mu\text{g/l}$ ).

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 la Toja, cuyo pH es débilmente ácido ( $\text{pH}_{\text{in situ}} = 5,8-6,4$ ), el resto de las manifestaciones son débilmente básicas a básicas ( $\text{pH}_{\text{in situ}} = 7,2-8,0$ ); con mineralización salobre (1000-3600  $\mu\text{S/cm}$ ) a salina (46 000  $\mu\text{S/cm}$ )<sup>8</sup>; de facies cloruradas sódicas, altos contenidos en sulfatos, sulfuradas –luego, están en condiciones reductoras ( $\text{Eh} < 0$  mV) y anóxicas (<2 mg/l de  $\text{O}_2$  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  $\mu\text{g/l}$ ).

En las muestras salinas (Balneario de La Toja) se han detectado concentraciones muy elevadas en aluminio (0,565-7,231 mg/l) y níquel (0,965-1,400 mg/l), que podrían tener un origen antrópico (tuberías de acero). Los contenidos en vanadio son también altos (0,138-0,261 mg/l). Además presentan turbidez (67-131 UNF) y oxidabilidad muy alta (21 mg/l de  $\text{O}_2$ ), parámetro indicativo de contaminación orgánica.

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 estos tipos de agua 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 sub-superficiales, durante el ascenso hacia la superficie, se derivan variaciones en la composición química y temperatura de esta agua minerales.

<sup>8</sup> La clasificación del agua según su conductividad eléctrica es: aguas dulces, C.E. < 1000  $\mu\text{S/cm}$ ; salobres, entre 1000 y 10 000  $\mu\text{S/cm}$ ; salinas: 10 000 – 100 000  $\mu\text{S/cm}$ , y salmueras > 100 000  $\mu\text{S/cm}$

En consecuencia, si las muestras de agua se reagrupan según el tipo de circulación subterránea a que corresponden, y su facies hidroquímica, se pueden clasificar como:

1. Aguas minerales someras (cuadro 2), poco evolucionadas, de facies ClNa (San Xines y Agua Sana) o  $\text{HCO}_3\text{Ca}$  (Charca do Alligal, Fontoria, Fontxesta, Fonte Muiño, Balneario de Incio, Magnesitas de Rubián y Fonte Deza), pobremente mineralizadas y frías.
2. Aguas minerales de flujos de trayectoria larga, composición bicarbonatada sódica, fluoruradas y frías (cuadro 3) y templadas a termales (cuadro 3 bis). 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, Laidas, Molgas, Bañiño, Baños Vello de Carballo, Baños de Brea, Balneario de Lugo, Partovia, Balneario de Berán, Caldas de Brués, La Moderna, Outariz, Cortegada, Lobios y Baños de Bande.
3. Aguas minerales de flujos profundos y evolución química intermedia,  $\text{HCO}_3\text{ClNa}$ , sulfuradas, fluoruradas y termales (cuadro 4). Corresponde a las aguas tomadas en los balnearios de Carballiño y Cuntis.
4. Aguas minerales de flujos profundos muy evolucionadas, gran tiempo de residencia, ClNa, sulfuradas, fluoruradas, mineralizadas y termales (cuadro 5). En este grupo se integran las muestras de agua tomadas de las captaciones de Caldas de Tuy, Balneario de la Toja, Acuña y Arteixo.

CUADRO 2. AGUAS MINERALES DE GALICIA DE FACIES CLORURADA SÓDICA Y BICARBONATADAS CÁLCICAS: FLUJOS SOMEROS, AGUAS POCO EVOLUCIONADAS																											
TOPÓNIMO	Nº Ref.	Tª (° C)	Ph <i>in situ</i>	C.E. (µS/cm) <i>in situ</i>	pH	C.E. (µS/cm)	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	SiO <sub>2</sub>	B	F <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	Fe	Mn	As	Al	Ba	Ni	OBSERVACIONES	
							mg/l										µg/l	mg/l	µg/l								
U. MERIDIANA	San Xines (Po)	152-2-1	16,0	5,3	135	5,9	115	11	<1	2	5	15	6	11	0	<0,05	8	93	<0,5	1,4	<20	<10	<5	51	3	<10	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 (Po)	261-6-1	13,9	4,9	59	6,7	42	6	<1	1	2	9	3	7	0	<0,05	7	100	<0,5	1,4	<20	15	<5	61	11	<10	
U. DOMINIO DEL MANTO DE MONDONEDO	Charca do Alligal (Lu) ✪	47-2-1	19,4	8,0	260	7,5	228	7	1	38	5	12	10	128	0	<0,05	16	<50	<0,5	0,0	<20	<10	<5	<10	83	<2	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 (Lu)	47-8-1a	14,5	6,7	360	7,2	322	16	1	46	9	17	5	169	0	<0,05	23	<50	0,1	1,4	<20	41	<5	<25	91	3	
	Fontoira-2 (Lu)	47-8-1b	14,2	7,4	322	7,3	290	12	1	44	8	14	5	157	0	<0,05	20	<50	0,1	1,4	<20	<10	<5	<25	27	<2	
	Agua de Fontoira (Lu)	47-8-1c	13,5	7,3	288	7,4	258	11	1	39	7	13	4	156	0	<0,05	17	<50	0,2	2,2	<20	<10	<5	<25	23	<2	
U. SARRIA-CELTIGOS	Agua de Fontxesta (Lu)	98-2-1	13,8	5,9	108	6,7	85	11	<1	8	2	9	3	42	0	<0,05	23	<50	0,2	1,0	<20	38	<5	<25	23	<2	
U. DOMINIO DE O COUREL-TRUCHAS	Fonte Muíño (Lu) ✪	125-7-1	7,8	7,3	140	8,2	132	2	<1	22	4	2	20	66	0	<0,05	6	<50	<0,5	0,0	<20	<10	<5	11	3	6	
	Balneario de Incio (Lu) ✪	156-3-1	11,9	6,6	182	7,3	161	2	<1	26	5	5	36	60	0	0,10	6	<50	<0,5	0,0	5,5	239	<5	29	0	3	
	Magnesitas de Rubián (Lu) ✪	124-5-1	15,3	8,5	268	7,7	242	10	1	20	14	5	3	133	0	<0,05	11	<50	<0,5	0,0	<20	<10	<5	<10	11	<2	
U. DE AGOLADA	Fonte Deza (Cántaras) (Po) ✪	122-2-1	12,5	5,3	70	4,5	65	7	<1	3	3	9	8	10	0	<0,05	4	<50	<0,5	0,0	<20	237	<5	155	7	<2	

CUADRO 3. AGUAS MINERALES FRÍAS BICARBONATADAS SÓDICAS FLUORURADAS: FLUJOS DE TRAYECTORIA LARGA																											
TOPÓNIMO	Nº Ref.	Tª (° C)	pH	C.E. (µS/cm)	pH	C.E. (µS/cm)	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	SiO <sub>2</sub>	B	F <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	Fe	Mn	As	Al	Ba	Ni	OBSERVACIONES	
							mg/l														µg/l	mg/l		µg/l			
U. DE GUITIRIZ B. Guitiriz (Lugo)	46-8-1	17,3	9,5	354	9,5	354	83	0,83	2,3	0,094	29,3	15,3	74	<1	1,01	20			66,0	330	4,2	<0,5					
U. DE PANTÓN Augas Santas (fuente) (Lu) ☼	155-7-2	19,8	7,2	347	7,8	305	45	1	14	3	23	38	109	0	0,59	37	174	3,7	0,0	<20	164	<5	<10	4	<2		
U. DE PANTÓN B. Augas Santas (B. Nuevo de Pantón) (Lu) ☼	155-7-1	17,8	8,9	690	9,3	650	120	5	8	6	56	56	171	30	4,32	35	2309	18,4	24,9	<20	<10	<5	82	27	6		
U. RIBADABIA-TABOADA Balneario de Mouriscados (Lu) ☼	123-1-1	18,7	9,6	265	9,5	241	48	<1	4	2	11	41	33	24	0,28	33	118	10,1	0,0	<20	<10	<5	16	1	3		
U. DE BEMBIBRE Balneario de Bembibre (Or) ☼	266-1-1	16,0	7,9	929	8,7	375	95	3	4	1	8	12	226	6	1,56	59	14,8	15,6	0,0	<20	20	18	15	2	<2		
U. DEL RÍO TÁMEGA	Cabreiroá, nº 1 (OR)	303-2-1a	14,5	6,8	312	7,3	270	47	2	7	2	8	6	140	0	<0,05	43	<50	1,2	1,8	42	<10	22	<25	8	<10	
	Cabreiroá, nº 2 (OR)	303-2-1b	18,4	6,3	2200	6,5	2275	485	54	17	15	28	10	1490	0	1,10	63	2252	5,2	1,8	1390	42	68	78	53	<20	
	Fontenova, manantial (Or)	303-2-2a	18,9	6,3	2600	6,7	2805	552	48	8	7	29	11	1610	0	3,40	62	3927	18,0	1,8	890	31	27	72	96	<20	
	Fontenova, nº 2 (Or)	303-2-2b	14,2	6,6	485	6,8	433	84	9	4	4	15	8	242	0	0,35	18	536	1,7	1,4	83	<10	<5	<25	22	<10	
	Sousas manatial 1 (OR)	303-2-3a	17,8	6,4	1900	6,8	1745	408	30	13	8	25	8	1180	0	2,20	64	2189	9,4	1,8	900	62	42	<25	41	<10	
	Sousas manatial 2 (OR)	303-2-3b	18,4	6,6	1140	7,1	1018	257	18	5	4	11	4	732	0	2,40	71	1534	10,9	1,4	1020	308	214	<25	15	<10	
	Sousas nº II, sondeo 1 (OR)	303-2-3c	17,2	6,3	149	6,6	138	32	2	1	1	5	6	75	0	<0,05	56	<50	0,9	1,8	34	<10	66	212	1	<10	
	Sousas nº II, sondeo 2 (OR)	303-2-3d	19,1	6,3	504	7,3	476	110	7	4	6	9	3	322	0	<0,05	63	456	2,7	1,8	151	129	303	<25	4	<10	
	Sousas nº II, sondeo 3 (OR)	303-2-3e	17,8	6,3	243	7,3	229	48	3	2	2	7	3	130	0	<0,05	58	123	1,2	1,8	58	29	89	<25	2	<10	
Sousas nº II, sondeo 4 (OR)	303-2-3f	18,1	5,6	56	7,2	49	10	<1	1	1	3	3	21	0	<0,05	56	<50	0,4	1,8	<20	<10	8	<25	0	<10		

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 feldspatos-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 reducción 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.

CUADRO 3 (cont.). AGUAS MINERALES FRÍAS BICARBONATADAS SÓDICAS FLUORURADAS: FLUJOS DE TRAYECTORIA LARGA																											
TOPÓNIMO	Nº Ref.	T° (° C)	pH	C.E. (µS/cm)	pH	C.E. (µS/cm)	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	SiO <sub>2</sub>	B	F <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	Fe	Mn	As	Al	Ba	Ni	OBSERVACIONES	
							mg/l										µg/l	mg/l	µg/l								
U. MERIDIANA	B. Mondariz Sabajanes (Po)	224-5-2	19,6	7,9	457	8,4	420	106	3	3	1	26	11	209	7	0,06	49	305	8,0	14,0	<20	<10	<5	8	1	2	
	B. Mondariz A. Morales (Po)	224-5-3a	17,6	6,1	2100	6,6	2354	238	22	152	81	51	14	1341	0	<0,05	86	546	2,0	NA	16700	600	55	73	5	22	
	B. Mondariz F. Gandara (Po)	224-5-3b	17,5	5,9	1728	6,5	1657	266	30	59	40	92	12	980	0	0,30	53	811	2,0	NA	<20	180	5	40	10	26	
	B. Mondariz F. Troncoso (Po)	224-5-3c	16,0	6,1	2800	6,6	3064	530	34	66	47	128	17	1710	0	<0,05	56	1241	3,0	NA	1640	79	10	182	10	52	
	Do Tremo-B. Nosa. Sra. dos Anxeles (C)	94-7-1	17,7	8,4	368	8,4	343	96	<1	2	1	36	36	138	3,6	0,44	29	298	11,0	16,0	27	<10	<5	44	9	<2	
U. SARRIA-CÉLTIGOS	Fontecelta S-1 (Lu)	98-6-1a	21,2	7,6	512	7,5	469	96	3	18	4	34	10	347	0	0,23	40	860	14,0	11,0	<20	178	5	<25	15	<2	
	Fontecelta S-2 (Lu)	98-6-1b	19,9	7,6	407	7,6	359	58	3	14	3	26	7	170	0	0,17	36	286	10,0	6,0	43	160	<5	<25	7	<2	
U. O CARBALLINO-BERÁN	B. Portovia, Fte. Prado (Or)	187-6-1b	20,1	8,6	225	8,9	202	46	<1	5	1	15	28	60	10	0,19	38	133	4,0	4,0	<20	<20	29	9	0	<1	



CUADRO 3bis. AGUAS MINERALES TEMPLADAS A TERMALES BICARBONATADAS SÓDICAS FLUORURADAS: FLUJOS DE TRAYECTORIA LARGA																											
TOPÓNIMO	Nº Ref.	T° (° C)	pH	C.E. (µS/cm)	pH	C.E. (µS/cm)	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	SiO <sub>2</sub>	B	F <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	Fe	Mn	As	Al	Ba	Ni	OBSERVACIONES	
							mg/l										µg/l	mg/l		µg/l							
U. RIBADABIA-CORTEGADA	B. Arnoia , pozo P-4 (Or)	225-1-1a	22,9	6,4	283	7,7	263	46	<1	18	1	23	28	105	0	0,34	28	311	13	16	<20	<20	27,4	35	7	1	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 feldspatos-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 reducción 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 temales y mineralizadas sean las aguas, y em consecuencia, su flujo más largo y con mayor tiempo de residencia para poder adquirir tales características físico-químicas.
	B. Arnoia, poz 1-B (Or)	225-1-1b	22,9	8,6	402	8,7	370	91	2,1	5	1	45	35	124	11	1,13	65	671	24	28	<20	<20	14,6	18	5	<1	
U. OURENSE-RIBADABIA	B. Laias, n° 38 (Or)	225-2-1	49,5	7,0	839	8,0	742	172	7	5	1	35	28	400	0	0,82	72	1011	16	11	<20	38	8,1	18	4	1	
U. BAÑOS DE MOLGAS-XUNQUEIRA DE AMBLAS	B. Molgas, Fte. Caliente (Or)	226-7-1a	42,3	6,9	1087	7,8	971	250	11	10	1	22	7	636	0	0,85	66	1096	14	2190	96	18	10,0	12	18	27	
	B. Molgas, Fte. La Charca (Or)	226-7-1b	23,3	6,8	388	7,9	331	82	4	4	1	21	7	176	0	<0,05	28	303	3	2190	158	14	11,0	199	6	6	
	B. Baiño (Orense)	226-6-1	21,9	6,8	1026	7,6	962	276	8	12	3	22	29	684	0	0,28	58	492	11	2	180	<20	<5	6	11	2	
U. BEO-CARBALLO	B. Vellos Carballo, fuente (C)	44-6-1a	34,0	8,5	694	8,7	619	141	3	2	1	104	46	136	13	1,20	68	956	25	29	<20	<10	<5	76	5	<2	
	B. Vellos Carballo, manantial	44-6-1b	37,3	8,4	702	9,1	627	144	4	1	1	57	75	117	32	1,22	67	983	25	36	<20	<10	<5	39	4	2	
U. DEPRESIÓN MERIDIANA	B. Brea, fuente termal (Po)	121-4-2a	22,5	8,0	627	8,0	579	112	7	5	3	64	31	207	0	2,00	106	1659	23	28	36	25	<5	31	8	8	
	Baños Brea, sondeo n° 5 (Po)	121-4-2b	24,3	8,0	540	8,0	573	112	7	4	2	55	31	188	0	2,00	105	1341	24	44	<20	32	<5	7	3	5	
U. LUGO	B. Lugo M. Central	72-8-1a	29,6	7,7	644	7,9	583	130	5	4	1	52	68	175	0	0,24	80	1127	23	20	<20	39	<5	25	3	<2	
	B. Lugo, pozo 3	72-8-1b	42,6	7,8	698	7,9	602	133	6	4	1	50	81	170	0	0,27	88	1394	25	27	<20	50	<5	22	5	<2	
	B. Lugo, pozo 2	72-8-1c	42,0	7,6	791	7,9	608	133	6	4	1	51	75	181	0	0,28	90	1239	25	27	<20	41	<5	41	4	<2	
	B. Lugo, pozo 4	72-8-1d	26,9	7,8	591		552	121	5	5	1	44	66	171	0	0,20	75	1044	21	25	<20	55	<5	55	8	<2	
	B. Lugo, piscina	72-8-1e	40,6	7,5	664	8,0	582	135	6	5	1	47	78	186	0	0,22	75	1160	18	17	<20	53	<5	31	7	6	

CUADRO 3bis (cont.). AGUAS MINERALES TEMPLADAS A TERMALES BICARBONATADAS SÓDICAS FLUORURADAS: FLUJOS DE TRAYECTORIA LARGA																											
TOPÓNIMO	Nº Ref.	Tª (° C)	pH	C.E. (µS/cm)	pH	C.E. (µS/cm)	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	SiO <sub>2</sub>	B	F <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	Fe	Mn	As	Al	Ba	Ni	OBSERVACIONES	
							mg/l										µg/l	mg/l	µg/l								
U. O CARRALLIÑO- BERÁN	B. Partovia, Fte. Interior (Or)	187-6-1a	28,8	8,1	219	8,8	201	46	<1	3	2	15	28	64	8	0,18	39	135	4,0	10,0	<20	<20	44	19	1	<1	
	B. Partovia, Fte. Los Baños (Or)	187-6-1c	30,8	8,0	228	8,8	202	46	<1	4	1	17	26	63	8	0,24	38	137	4,0	13,0	<20	<20	27	28	4	<1	
	Balneario de Berán (Or) ☼	187-5-1	28,5	8,1	2778	8,1	244	49	<1	5	1	13	16	102	0	0,28	47	169	6,7	0,0	<20	<10	44	<5	1	<2	
U. AVIA- ARNOIA	Caldas de Brués (Or) ☼	187-1-1	29,0	7,7	235	8,1	215	42	<1	3	2	8	21	85	0	0,48	36	134	4,5	0,0	<20	25	28	5	1	<2	
U. OURENSE-RIBADABIA	La Moderna (Xardín das Burgas) (Or) ☼	187-8-1	60,0	7,1	565	7,8	836	232	10	8	1	21	10	582	0	0,98	80	436	9,0	0,0	48	46	12	12	7	3	
	Outariz Alta (poza 1) (Or) ☼	187-8-2	60,0	7,8	625	8,4	555	129	5	6	1	18	10	292	9,6	0,76	75	548	11,9	0,0	<20	22	8	46	3	<2	
	Outariz Alta (poza 2) (Or) ☼	187-8-3	54,5	8,4	620	8,5	554	129	5	5	1	48	9	295	8	0,62	75	542	10,6	0,0	<20	19	9	10	2	<2	
	Outariz Baja (Or) ☼	187-8-4	64,0	8,4	642	8,5	570	132	5	4	1	19	14	292	10	0,56	76	649	8,9	0,0	<20	25	7	52	3	<2	
U. RIBADABIA- CORTEGADA	B. Cortegada (Or) ☼	225-5-1	39,7	8,5	569	9,2	495	116	3	3	1	53	18	167	23	4,24	63	666	17,2	0,0	<20	<10	<5	21	1	<2	
U. RÍOS CALDO Y LIMIA	Balneario de Lobios (Or) ☼	301-5-1	76,7	8,7	374	9,1	315	83	4	3	1	12	22	146	17	0,08	110	102	11,5	0,0	<20	<10	30	22	1	<2	
	Baños de Bande (Or) ☼	301-3-1	51,0	7,3	2660	7,5	794	219	10	10	1	14	10	568	0	0,57	67	228	9,4	0,0	<20	18	<5	9	15	<2	

CUADRO 4. AGUAS MINERALES DE GALICIA DE FACIES BICARBONATADA CLORURADA SÓDICA, SULFURADAS Y FLUORURADAS: FLUJOS PROFUNDOS DE EVOLUCIÓN QUÍMICA INTERMEDIA																											
TOPÓNIMO	Nº Ref.	Tª (° C)	pH	C.E. (µS/cm)	pH	C.E. (µS/cm)	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	SiO <sub>2</sub>	B	F <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	Fe	Mn	As	Al	Ba	Ni	OBSERVACIONES	
							mg/l										µg/l	mg/l	µg/l								
U. O CARBALLIÑO-BERÁN	B. O Carballiño (OR)	187-2-1	25,6	8,0	295	9,0	267	56	1	1	1	32	24	59	19	0,98	56	412	10,0	20,0	<20	<20	19,8	8	0	<1	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 termodinámica en bicarbonatos.
U. DEPRESIÓN MERIDIANA	B. Cuntis, pozo huerta (Po)	152-4-1a	40,2	8,9	487	8,9	440	104	3	2	1	57	48	76	22	0,45	95	887	21,0	37,0	<20	<10	<5	12	1	4	
	B. Cuntis manantial Hera Nueva (Po)	152-4-1b	42,1	8,7	515	8,7	456	104	3	2	1	57	45	45	94	0,35	89	848	20,0	26,0	51	<10	5,0	9	1	4	
U. DEPRESIÓN MERIDIANA	B. Cuntis manantial Calle Real (Po)	152-4-1c	53,9	8,7	526	8,7	443	106	3	2	1	59	45	61	31	0,50	95	979	22,0	36,0	25	<10	<5	92	1	<2	

CUADRO 5. AGUAS MINERALES CLORURADAS SÓDICAS, SULFURADAS Y FLUORURADAS: FLUJOS PROFUNDOS Y MUY EVOLUCIONADAS

TOPÓNIMO	Nº Ref.	Tª (° C)	pH	C.E. (µS/cm)	pH	C.E. (µS/cm)	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	SiO <sub>2</sub>	B	F <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	Fe	Mn	As	Al	Ba	Ni	OBSERVACIONES
							mg/l										µg/l	mg/l		µg/l						
C. de Tuy, m. Maricruz (Po)	261-8-1a	42,7	8,0	1160	8,4	1019	226	10	11	1	281	37	98	5	0,71	99	538	14,0	26,0	20	10	<5	12	9	15	Estas aguas descargan a favor de fracturas 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.
B. C. de Tuy, s. S. Antonio (Po)	261-8-1b	46,0	8,0	1167	8,3	1013	224	10	10	1	286	36	99	4	0,75	99	559	14,0	11,0	<20	11	<5	4	8	8	
B. Caldelas de Tuy, S. Francisco (Po)	261-8-1c	50,7	7,9	1155	8,3	1024	226	10	11	4	285	38	108	4	0,76	103	493	14,0	12,0	<20	12	<5	13	9	11	
B. La Toja P. Patio Caliente (Po)	185-1-1a	48,5	6,2	46300	6,7	56693	11100	1200	1200	134	19200	572	209	0	ND	88	5262	4,0	9,0	ND	ND	ND	915	500	967	
B. La Toja P. Patio Frío (Po)	185-1-1b	41,8	6,1	44100	6,6	52853	10500	1150	1190	113	18300	668	256	0	ND	84	5478	4,0	10,0	ND	ND	ND	578	474	965	
B. La Toja P. Paseo del Mar (Po)	185-1-1c	47,4	6,0	45600	6,6	55053	10250	1200	1193	128	18600	764	239	0	ND	89	5806	3,0	9,0	ND	ND	ND	7231	582	1148	
B. La Toja Pozo Capilla (Po)	185-1-1d	46,0	5,8	45500	6,6	54573	10250	1200	1184	126	18400	672	263	0	ND	88	5804	3,0	11,0	ND	ND	ND	394	493	1097	
B. La Toja Sotano Frío (Po)	185-1-1e	37,8	5,8	43600	6,5	49973	10200	1200	1180	126	17900	728	268	0	ND	85	5650	3,0	NA	ND	ND	ND	565	493	1337	
B. La Toja Sotano Caliente (Po)	185-1-1f	44,9	6,4	45900	6,9	53053	10200	1250	1194	128	18000	732	202	0	ND	85	5686	3,0	NA	ND	ND	ND	5524	535	1401	
B. Acuña, Fte. Ojos (Po)	152-3-1a	23,9	7,7	1085	8,0	1027	243	7	5	1	269	19	152	0	<0,05	53	408	21,0	3,0	<20	<10	<5	51	5	<2	
B. Acuña (Po)	152-3-1b	38,0	7,9	1045	8,2	939	232	6	4	1	233	25	174	1,2	0,54	60	469	25,0	7,0	<20	<10	<5	127	5	<2	
B. Dávila (Po)	152-3-2	43,2	7,7	1192	8,2	1014	247	7	4	1	268	17	164	1,2	0,48	58	399	17,0	5,0	<20	<10	<5	48	12	<2	
B. Arteixo 1 (La Coruña)	45-1-1a	36,2	7,2	3500	7,8	3503	590	30	43	2	1010	29	106	0	<0,05	64	1199	8,0	4,0	<20	47	<5	42	26	6	
B. Arteixo 2 (La Coruña)	45-1-1b	35,9	7,2	3600	7,7	3563	601	30	74	1	1050	29	112	0	0,20	65	1207	9,0	4,0	<20	51	<5	42	10	<4	

## 4.2. ESTADOS DE SATURACIÓN

El cálculo de los estados de saturación se ha realizado con el programa de especiación termodinámica WATEQ4F. Este programa ha aportado 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 de la cual se calcula la tendencia termodinámica de las fases en solución a estar en el equilibrio, disolución o a precipitar. Un agua está en equilibrio con un determinado mineral cuando su índice de saturación (IS) es igual a 0, con una variación de  $\pm 0,5$ . Si el IS es positivo, el agua se halla 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.

En el Cuadro 6 se resumen los valores medios del índice de saturación para las fases minerales seleccionadas, así como los valores de logaritmo de la presión de  $\text{CO}_2$ , para los distintos grupos de aguas subterráneas descritas en el apartado anterior.

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<sup>9</sup>–.

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  $\text{CO}_2$  es equivalente a la atmosférica.

Las aguas frías de trayectoria larga presentan una fuerza iónica más elevada que le capacita para interactuar 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  $\text{CO}_2$  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 interactuar 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 esta agua; está subsaturada en halita y yeso, esto es, con capacidad para disolver a dichos minerales.

---

<sup>9</sup> El WATEQ4F no dispone de información suficiente para realizar los cálculos termodinámicos, ya que la composición química de las montmorillonitas es muy compleja.

Los datos para la presión de CO<sub>2</sub> 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.

CUADRO 6. TEMPERATURA, PRESIÓN DE CO<sub>2</sub> E ÍNDICES DE SATURACIÓN (IS) MINERAL EN LOS DISTINTOS TIPOS DE AGUAS MINERALES DE GALICIA

	TEMPE- RATURA (° C)	pCO <sub>2</sub> (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 x 10 <sup>-2</sup>	-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 x 10 <sup>-1</sup>	-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 EVOLUCIÓN 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.

### 4.3. HIDROGEOQUÍMICA DE LAS AGUAS MINERALES: DIAGRAMA DE PIPER-HILL-LANGELIER

Con el fin de confirmar la interpretación de los resultados analíticos y observar gráficamente los tipos de facies hidroquímicas identificadas, se han representado las muestras de agua en un diagrama de Piper-Hill-Langelier. Inicialmente, se han marcado agrupándolas de acuerdo con su localización geográfica en unidades hidrominerales (Fig. 2a), siguiendo el orden descrito en el anejo 1 (se identifican con los mismos colores aplicados en los cuadros); ahora bien, como se pone de manifiesto la ausencia de sentido hidroquímico a dicha agrupación, se clasifican de nuevo de acuerdo con su composición química (Fig. 2b).

Se corrobora que las muestras de agua responden a una 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, son aguas mayoritariamente bicarbonatadas cálcicas o cálcico-sódicas correspondientes a 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.

Por tanto, 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 → b. sódicas → bicarbonatadas cloruradas sódicas → cloruradas sódicas

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

La excepción a esta tendencia evolutiva son las muestras de agua del balneario de San Xinés (152-2-1), la tomada del manantial de Agua Sana (261-6-1), que son cloruradas sódicas, y en Fonte Deza (122-2-1), de facies mixta, porque las tres están muy pobremente mineralizadas debido a su circulación somera y trayectoria corta, y presentan una composición química semejante a la del agua de precipitación, que, en las regiones costeras, como es el caso de Galicia, está determinada por la evaporación de agua del mar, que origina aguas cloruradas sódicas.

Si se hubiese producido intrusión del agua del mar en el macizo cristalino, como respuesta habría tenido lugar un mecanismo de intercambio iónico en sentido inverso, esto es Na por Ca, para equilibrar el exceso de Na que aporta el agua marina al agua subterránea, cambiando su composición de aguas cloruradas sódicas a aguas cloruradas sódico-cálcicas e incluso cloruradas cálcicas. Sin embargo, tal proceso no parece tener lugar en las aguas minerales de Galicia, puesto que no se han identificado este tipo de aguas, ni se ha puesto de manifiesto en el diagrama de Piper.

Fig. 2a. Diagrama de Piper-Hill-Langelier

(Muestras agrupadas por unidades hidrominerales)

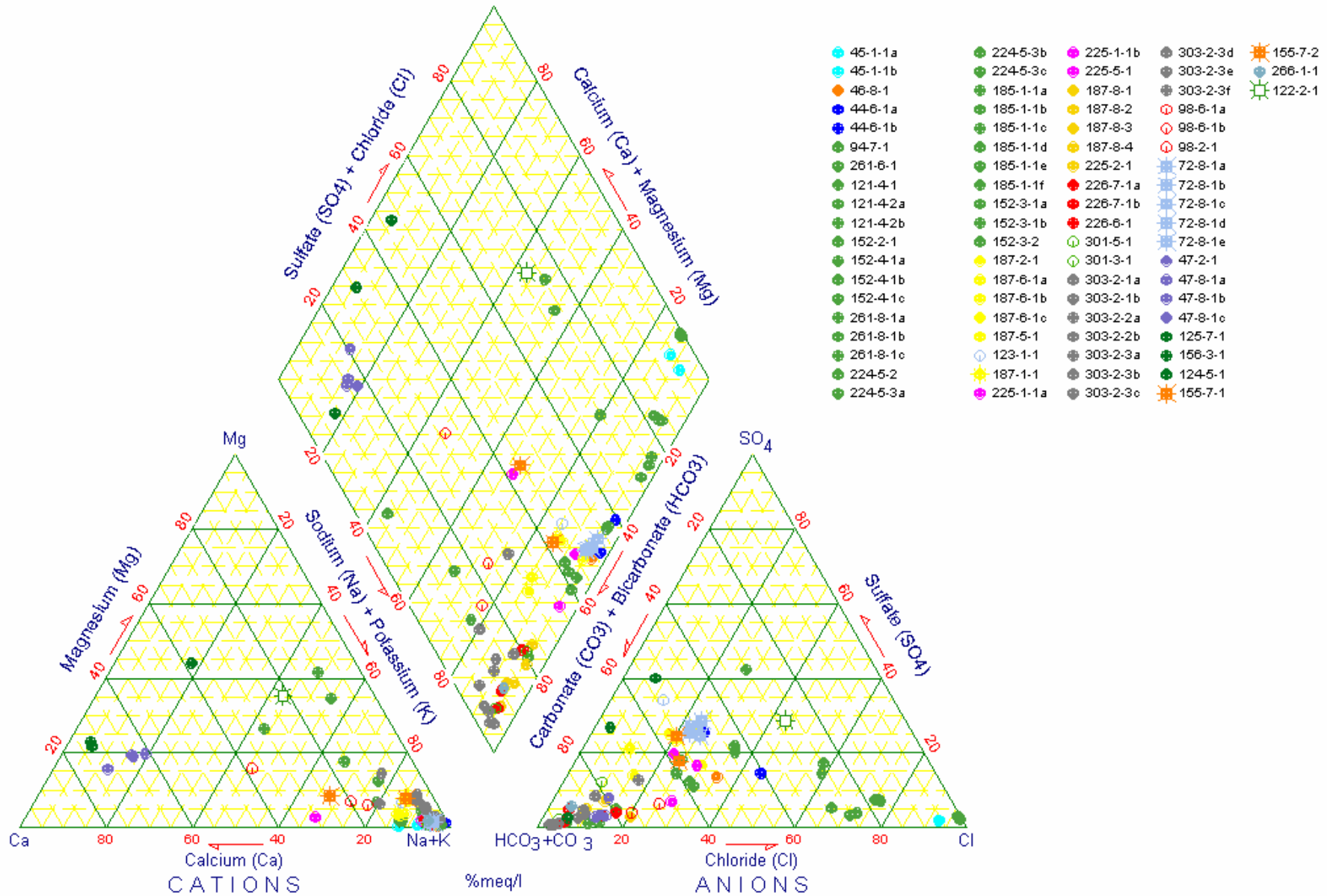
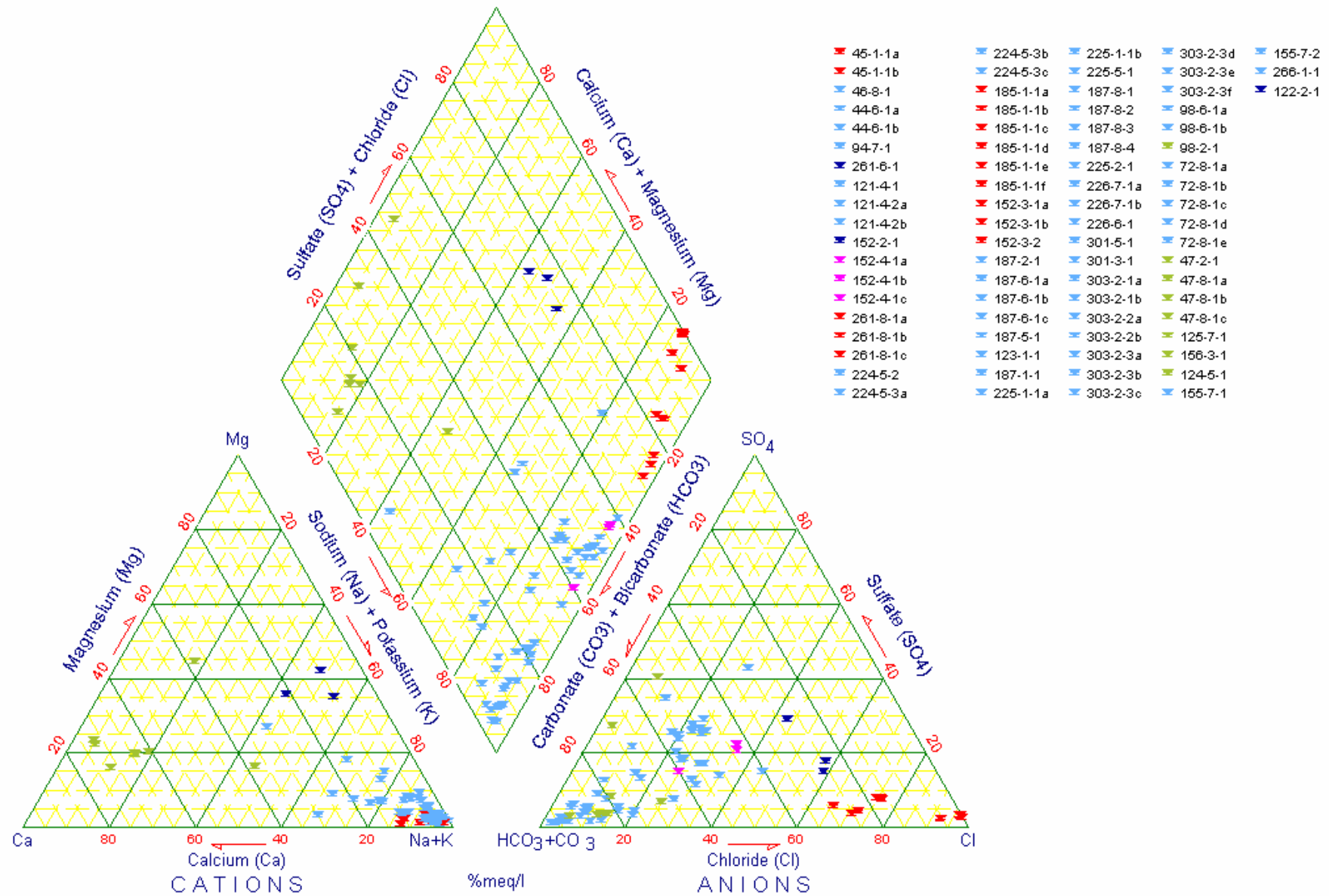




Fig. 2b. Diagrama de Piper-Hill-Langelier

(Muestras agrupadas por facies hidroquímicas)

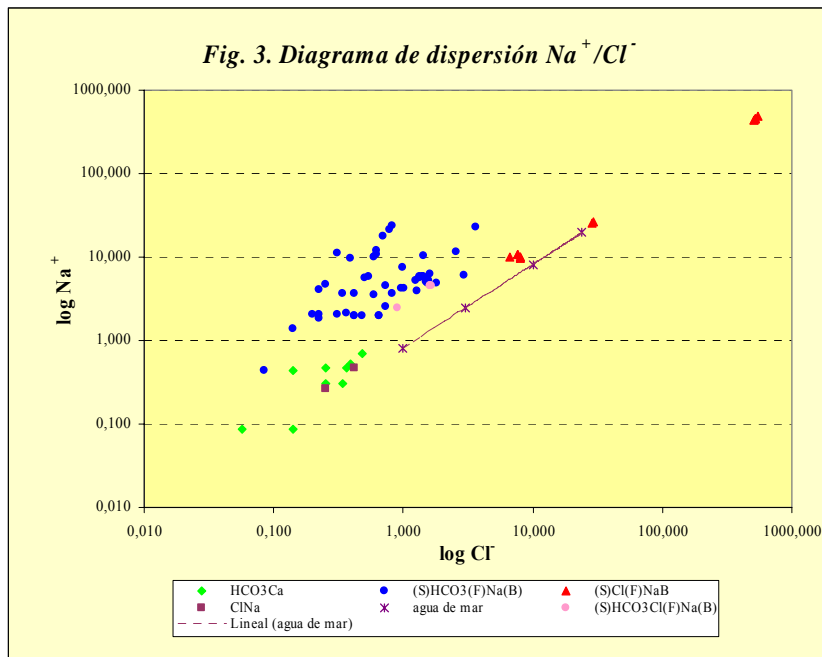


#### 4.4. RELACIONES IÓNICAS Y DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN DE DATOS

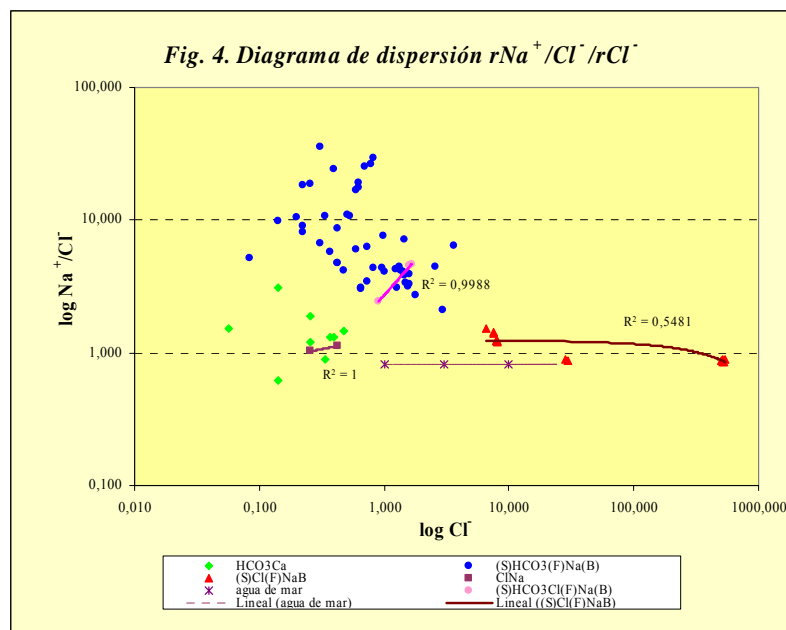
Con el objeto de comprobar las interpretaciones expuestas acerca de la procedencia y los mecanismos hidrogeoquímicos que afectan a las aguas minerales estudiadas, se han calculado y representado diferentes relaciones iónicas y diagramas de dispersión de datos, que permiten una mejor comprensión de las reacciones físico-químicas de equilibrio agua-roca que experimentan las aguas subterráneas durante la evolución a lo largo de su trayectoria de flujo, desde la infiltración hasta la surgencia.

Para tratar de identificar el origen del quimismo de estas aguas, se ha tomado como referencia la composición química del agua del mar; se inicia la interpretación de los datos con el cálculo y representación de la relación sodio frente a cloruros.

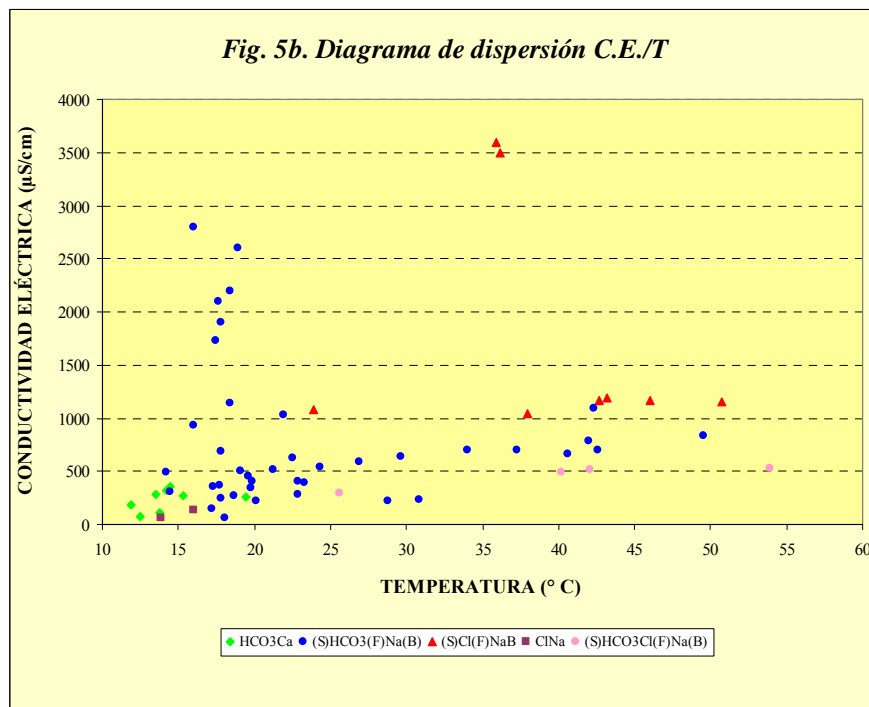
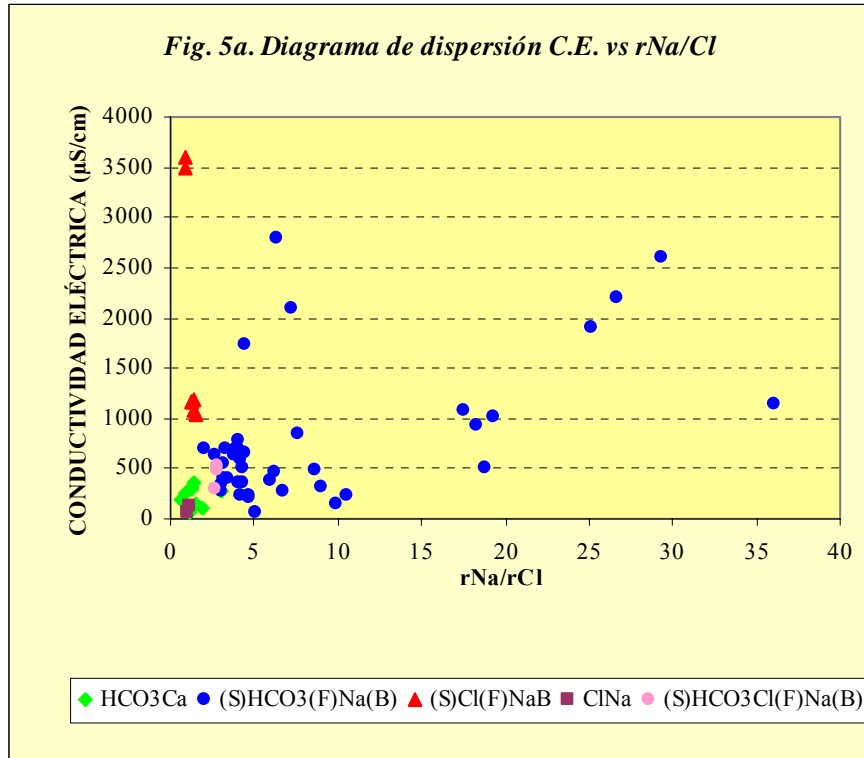
La relación molar Na/Cl igual a 1 indica un origen común en halita. El valor de la relación  $rNa/rCl$  –donde “r” son los meq/l– típica para el agua del mar es aproximadamente de 0,82. En el agua subterránea suele tener un valor superior a 1, que señala una segunda fuente de sodio, que puede estar en la hidrólisis de las plagioclasas o en el intercambio catiónico. En la figura 3 se ha representado el diagrama de dispersión del  $\log Na^+/Cl^-$ , se observa que, en efecto, en las muestra de agua subterránea bicarbonatadas, con elevadas concentraciones en sodio, su procedencia está en otras fuentes, más alejada de la disolución de halita cuanto menor 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.



Si se representa la relación Na/Cl frente a Cl (Fig. 4) se observa que las muestras se agrupan en tres clases según su composición química: (1) bicarbonatadas cálcicas con los valores más bajos en dichos elementos; (2) bicarbonatadas sódicas, con proporciones de sodio más elevadas que en cloruros y una mayor dispersión de datos asociada con la alteración de plagioclasas, y (3) sulfuradas-cloruradas sódicas, que se aproximan al valor del agua de mar conforme aumenta la concentración en cloruros, y su mineralización.

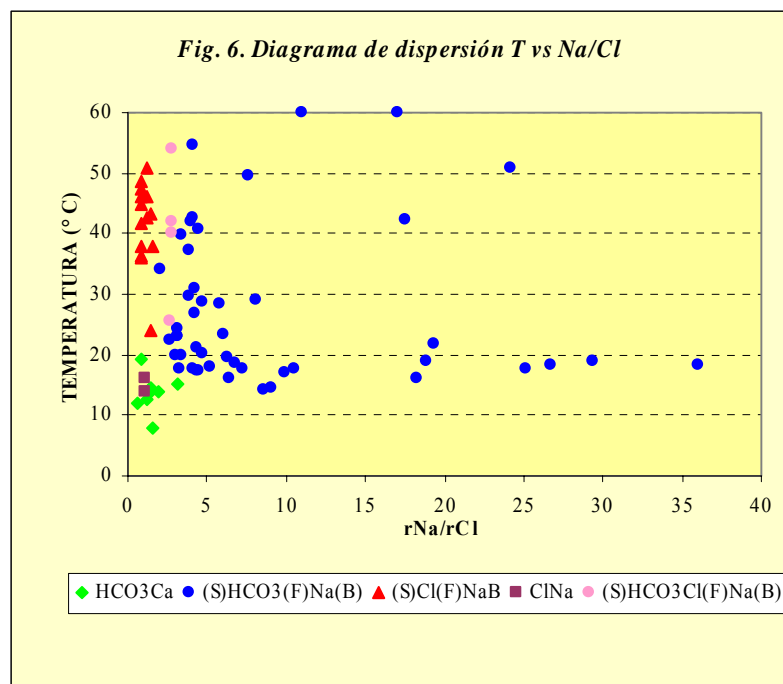


Para comprobar la influencia de la salinidad de las aguas se ha representado la relación conductividad eléctrica frente a la  $rNa/rCl$  (Fig. 5a), sin incluir a las muestras de agua del balneario de la Toja porque sobrepasan la escala y no parece necesario proceder a su representación gráfica ya que resulta evidente la relación entre su elevada mineralización (>50 000  $\mu S/cm$ ), su composición  $ClNa$  y su termalismo (40° C). Ahora bien, también existen muestras de agua frías fuertemente mineralizadas, e incluso salobres (>10 000  $\mu S/cm$ ), que deban 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 (Fig. 5b), 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.

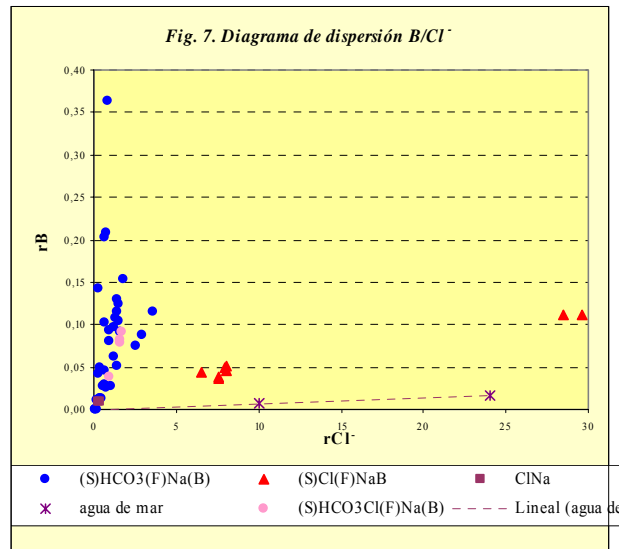


Si se comparan la temperatura del agua y la relación sodio/cloruros (Fig. 6), se observa que:

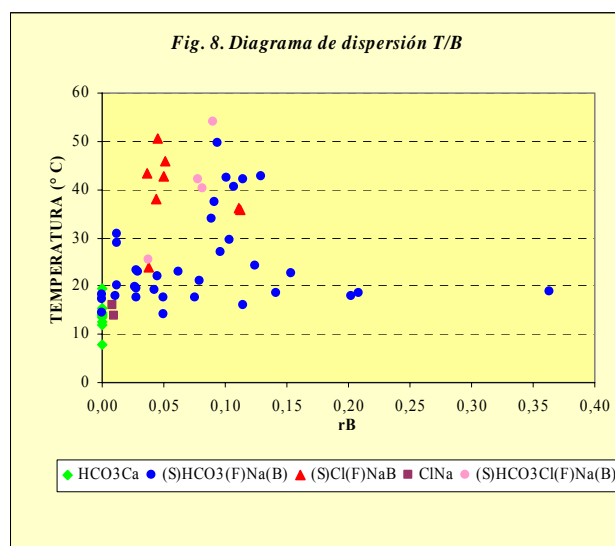
- Las aguas termales, de facies sulfuradas cloruradas fluoruradas sódicas y con boro, así como las bicarbonatadas cloruradas sódicas, presentan valores de  $rNa/rCl$  muy bajos, por tener concentraciones en cloruros muy altas.
- Por el contrario, las muestras de agua bicarbonatadas sódicas de temperaturas 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 (con excepciones) 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.



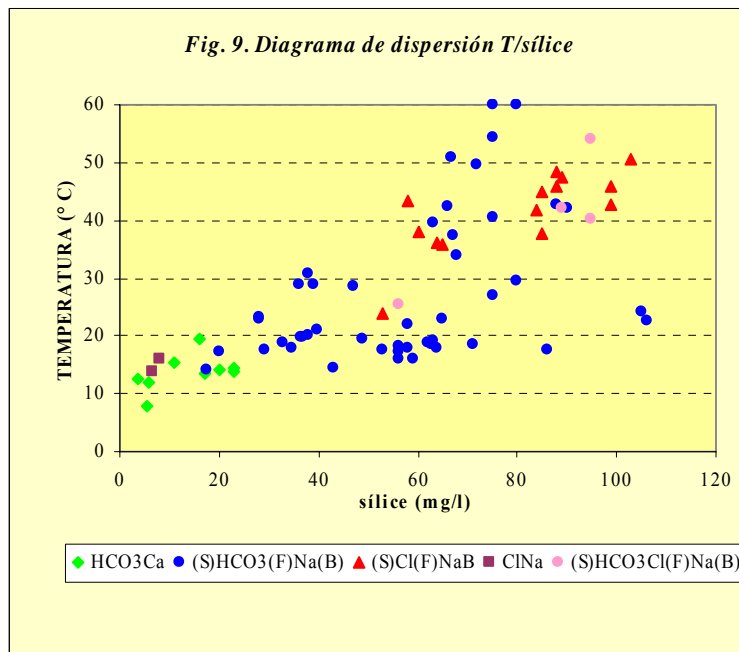
La relación entre los contenidos en boro y cloruros (Fig. 7) permite distinguir que ninguna muestra de agua coincide con la línea de tendencia del agua del mar; ahora bien, las muestras cloruradas sódicas salobres o salinas presentan una tendencia paralela a ésta, que parecen señalar mezcla del agua 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.



Para comprobar en qué medida el termalismo del agua, consecuencia de trayectorias muy penetrantes, tiene una relación directa con la aparición de boro en estas aguas minerales, se ha procedido a su representación gráfica en un diagrama de dispersión temperatura frente a concentración de boro (Fig. 8). En general, no se observa una tendencia clara, si bien parece haber un pequeño grupo de muestras bicarbonatadas sódicas en las que la presencia de boro tiene una influencia termal; sin embargo, en otras de igual facies el contenido en boro ha de tener otra fuente, que, a juzgar por su elevada conductividad (>1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) 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 (Fig. 9), observándose una relación directa entre ambos parámetros.

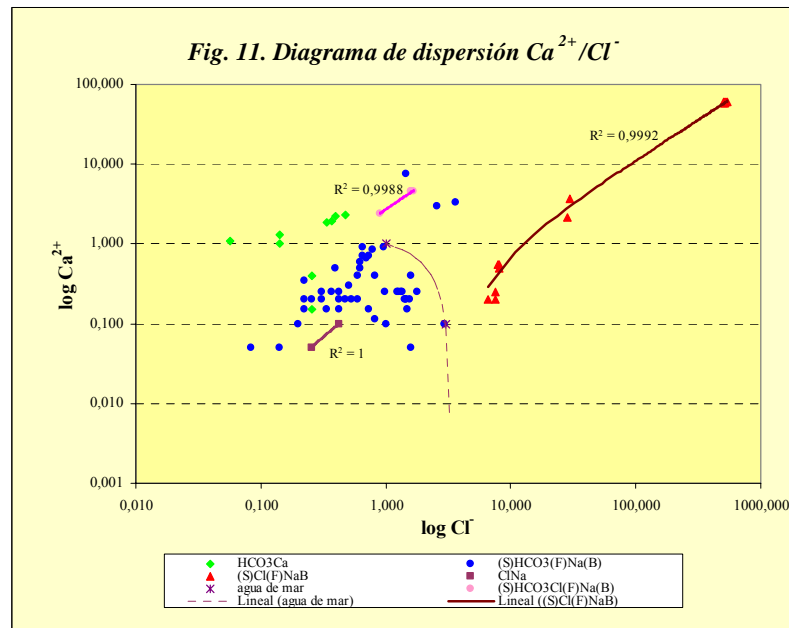
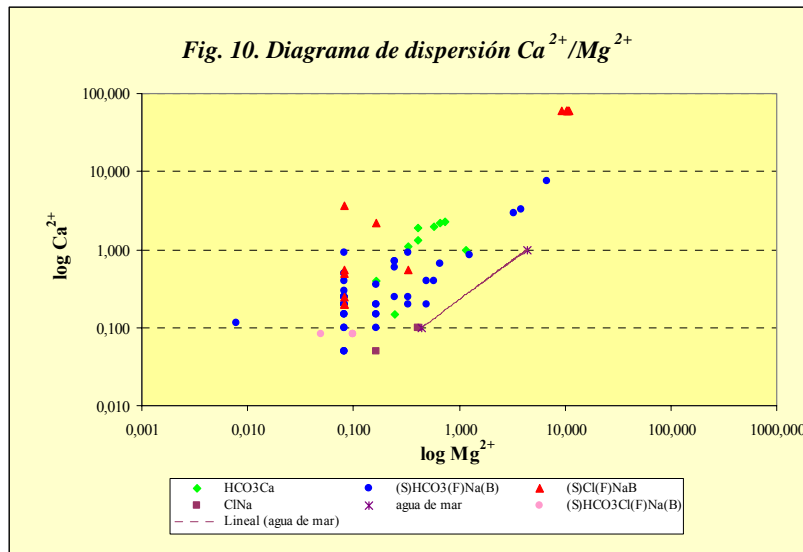


Con respecto a la relación rCa/rMg (Fig. 10), se observa que el valor medio característico de las aguas minerales a estudio  $-2,4-$ , tanto en aguas bicarbonatadas como cloruradas, es superior al del agua de mar  $-0,25-$  con la excepción de las muestras de agua cloruradas sódica (San Xinés y Agua Sana), cuya relación rCa/rMg es 0,24 y 0,30, respectivamente, los 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 de las muestras de agua estudiadas, dicha relación superior a 1, en especial en todas las aguas sulfuradas cloruradas fluoruradas sódicas (2,4-44,8), indica que 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 un pequeño grupo de muestras 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, si estos valores fuesen próximos o inferiores a 0,25 señalarían mezcla con agua de mar, y que los procesos de intrusión serían los dominantes; sin embargo, no parece ser el mecanismo dominante en las aguas de los balnearios de Arteixo y las aguas salinas de La Toja, 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. En consecuencia, 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 ClCa (Fig. 11).





## **5. DIVISIÓN EN DOMINIOS HIDROMINERALES**

A modo de síntesis hidrogeológica del trabajo realizado se ha efectuado un intento de división del territorio gallego en varias zonas o dominios más o menos homogéneos respecto a sus recursos hidrominerales o hidrotermales. Previamente, es necesario tener presente que los macizos formados por rocas metamórficas o ígneas constituyen medios fisurados de baja a media permeabilidad, como norma general, en los se superponen 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.
- En una zona determinada 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 las limitaciones indicadas y considerando de forma conjunta los siguientes criterios generales:

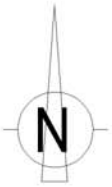
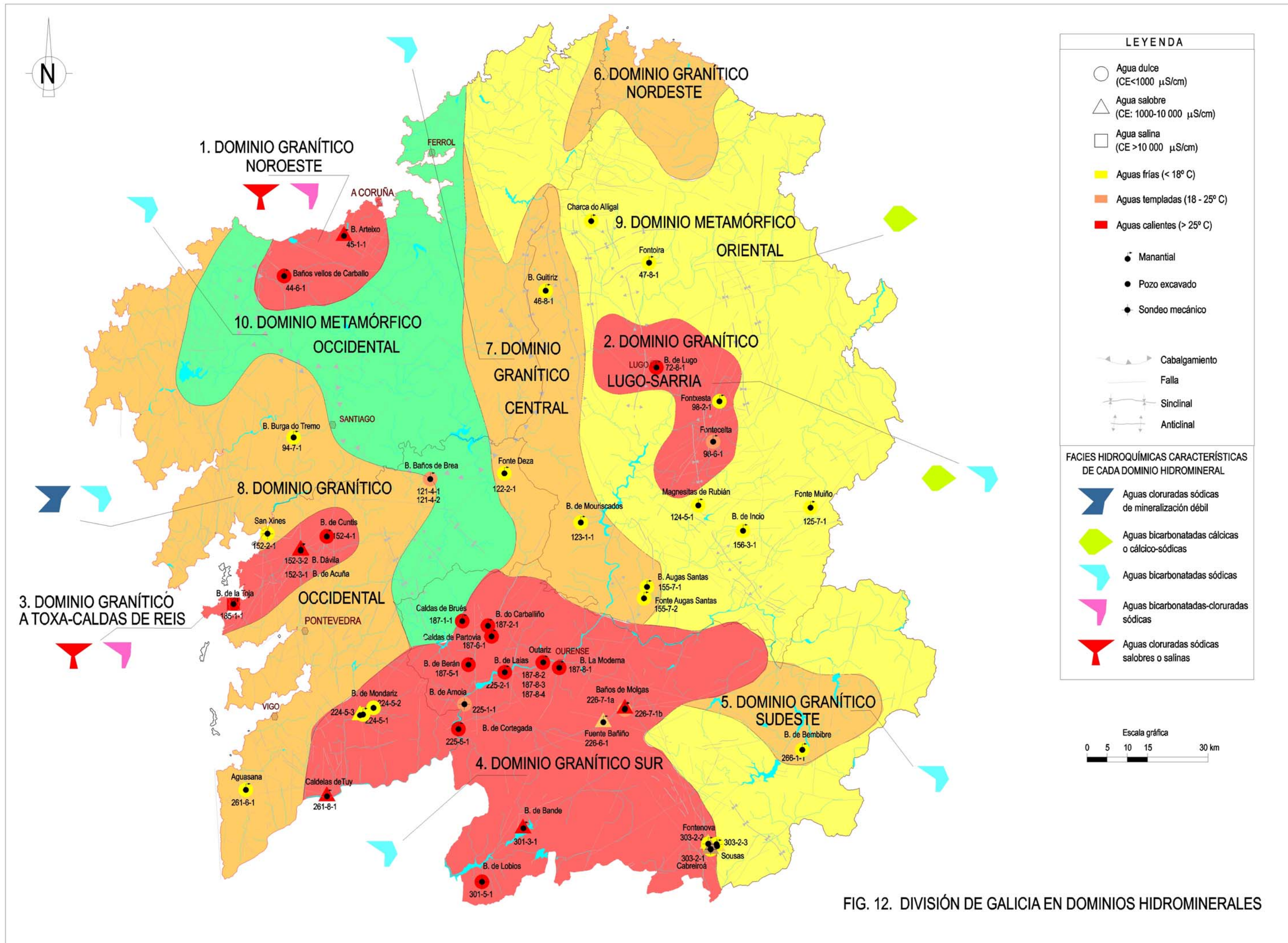
- tipo de roca predominante,
- tipo de sistema de flujo (somero, intermedio o profundo) predominante, y
- facies hidrogeoquímicas de manifestaciones hidrominerales o hidrotermales presentes en cada zona,

se han establecido 10 dominios hidrominerales cuya delimitación se ha representado en la fig. 12. Su denominación, características generales y manifestaciones más significativas son las siguientes:

1. Dominio Granítico Noroeste. Está formado por rocas graníticas y básicas; en ellas se desarrollan flujos hidrotermales con aguas de facies cloruradas y bicarbonatadas sódicas (Arteixo y Carballo).
2. Dominio Granítico Lugo-Sarria. Predominan las rocas graníticas, con circulaciones intermedias y profundas que dan lugar a aguas bicarbonatadas sódico-cálcicas o sódicas (Lugo, Fontecelta y Fonxesta).
3. Dominio Granítico A Toxa-Caldas de Reis. Está constituido por granitos, que albergan flujos profundos de carácter hidrotermal cuyas áreas de descarga están situadas en el cauce del río Umia y afluentes, con aguas de facies bicarbo-

- natadas sódicas y cloruradas sódicas, en la costa (manifestaciones de Cuntis, Caldas de Reis y A Toxa).
4. Dominio Granítico Sur. Está formado por rocas graníticas, mayoritariamente, y metamórficas, en las que predominan los flujos profundos hidrotermales sobre los de carácter intermedio, con zonas de descarga próximas a los cauces de los ríos Miño y afluentes, Limia y Támea, y predominio de facies bicarbonatadas sódicas. Incluye un gran número de manifestaciones termales (Tuy, Arnoia, Ourense, Molgas, Carballiño, Cortegada, Lovios, Bande, etc.) y algunas zonas de aguas frías o templadas (sectores de Mondariz y río Támea) 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.
  5. Dominio Granítico Sudeste. Formado por rocas graníticas en las que llegan a desarrollarse flujos profundos con descargas frías (Bembibre) y facies bicarbonatada sódica.
  6. Dominio Granítico Nordeste. Formado por rocas graníticas y metamórficas, con flujos desde someros a profundos sin manifestación termal, con descargas aisladas de pequeña entidad. No se ha estudiado ninguna manifestación en este sector.
  7. Dominio 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 muy ligera, en los primeros (Deza), hasta bicarbonatada sódica (manifestaciones de Guitiriz, Mouriscadas y Auga Santa).
  8. Dominio Granítico Occidental. Constituye la franja costera occidental de Galicia, excepción hecha del sector A Toxa-Caldas de Reis, en la que predominan los afloramientos de granitos sobre las rocas metamórficas. Los flujos 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).
  9. Dominio Metamórfico Oriental. Está constituido mayoritariamente por rocas metamórficas, con circulaciones subterráneas someras o intermedias y aguas frías de facies bicarbonatadas cálcicas (Incio, Magnesitas de Rubián, Fonte Muiño).
  10. Dominio Metamórfico Occidental. Constituido mayoritariamente por rocas metamórficas, con circulaciones subterráneas someras o intermedias y aguas de facies bicarbonatadas cálcicas. Excepcionalmente se desarrollan flujos profundos en zonas de contacto con granitos, con aguas frías y bicarbonatadas sódicas (Brea).





1. DOMINIO GRANÍTICO NOROESTE

6. DOMINIO GRANÍTICO NORDESTE

9. DOMINIO METAMÓRFICO ORIENTAL

10. DOMINIO METAMÓRFICO OCCIDENTAL

7. DOMINIO GRANÍTICO CENTRAL

2. DOMINIO GRANÍTICO LUGO-SARRIA

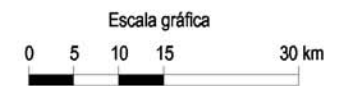
8. DOMINIO GRANÍTICO OCCIDENTAL PONTEVEDRA

3. DOMINIO GRANÍTICO A TOXA-CALDAS DE REIS

OURENSE

5. DOMINIO GRANÍTICO SUDESTE

4. DOMINIO GRANÍTICO SUR



## **6. SÍNTESIS Y CONCLUSIONES**

En síntesis, se pueden extraer las siguientes consideraciones generales sobre los mecanismos y procesos de interacción roca-agua conducentes a otorgar las características hidrogeoquímicas a las distintas tipologías de *aguas minerales* gallegas, definidas de acuerdo con su evolución geoquímica a lo largo de su trayectoria de flujo a través del substrato rocoso.

- Se han asignado las aguas estudiadas a un total de 19 Unidades Hidrominerales que se han definido tomando como base las establecidas provisionalmente por el IGME en Galicia (Ferrero, 2003) y, en los casos de captaciones o surgencias situadas en zonas sin unidades definidas, se proponen nuevas unidades identificadas a partir de las cartografías geológicas e hidrogeológicas disponibles, básicamente las hojas del MAGNA.
- Las aguas frías, bicarbonatadas cálcicas o cálcico-sódicas, corresponden a 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<sub>2</sub>, y, en menor medida, a la hidrólisis de plagioclasas.
- Las aguas frías y termales, bicarbonatadas sódicas y evolución intermedia, corresponden a 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.
- Las aguas termales, cloruradas sódicas y muy evolucionadas, parecen 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<sup>2+</sup> y Na<sup>+</sup> son los cationes dominantes en estas aguas profundas.

Estas aguas salobres y salinas 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, cam-



biar 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.
- Regímenes fuertes de explotación del agua subterránea puede provocar efectos de intrusión de agua del mar en zonas costeras, con la consecuente salinización del agua.
- Puntualmente, las explotaciones agropecuarias parecen provocar contaminación en las aguas subterráneas bajo la especie reducida del nitrógeno, amonio, y, en menor medida, también nitritos.
- 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.
- Finalmente, se ha dividido el territorio de Galicia en 10 dominios hidrominerales, cuya delimitación se ha representado en la fig. 12, considerando conjuntamente la naturaleza de las rocas, los tipos de sistema de flujo (somero, intermedio o profundo) predominantes y las facies hidrogeoquímicas de las manifestaciones hidrominerales o hidrotermales presentes en cada zona.

Con objeto de sintetizar la caracterización geoquímica realizada y disponer de una visión espacial de las principales características químicas de las aguas minerales de Galicia, en la fig. 13 se han representado los resultados analíticos de las muestras más representativas de los 42 aprovechamientos caracterizados, mediante polígonos de Stiff sobre el mapa de localización de puntos de agua.

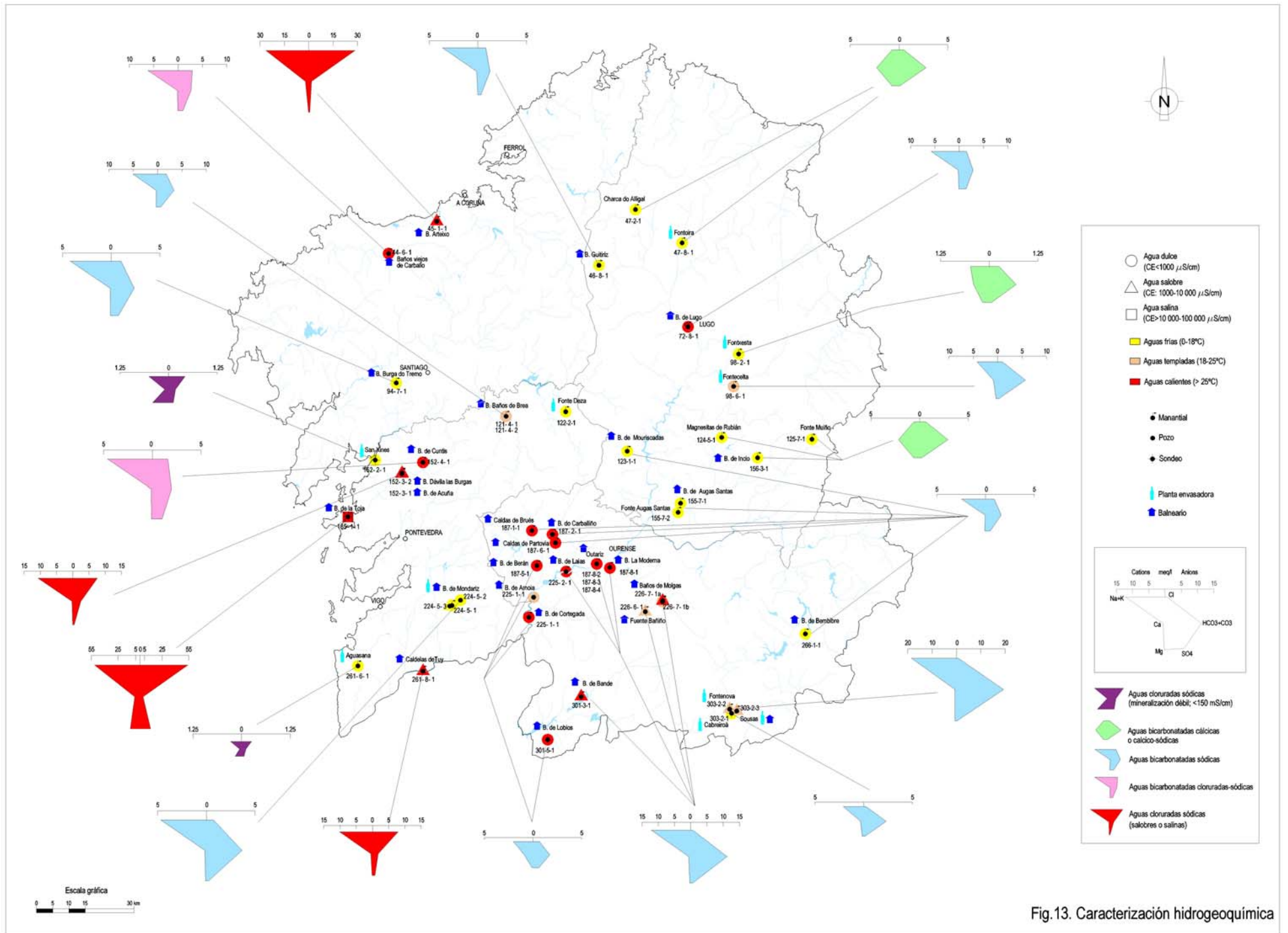


Fig.13. Caracterización hidrogeoquímica



## **7. ANEJO 1: CUADROS DE LOCALIZACIÓN EN UNIDADES HIDROMINERALES Y RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS "IN SITU"**

CUADRO 1.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA									
UNIDAD DE ARTEIXO									
TOPÓNIMO	Nº Ref.	UTM X	UTM Y	TÉRMINO MUNICIPAL	NATURALEZA CAPTACIÓN	UNIDAD LITOLÓGICA	FASE OROGÉNICA	PETROLOGÍA	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES - TECTÓNICA
B. Arteixo 1 (La Coruña)	45-1-1a	540075	4794750	ARTEIXO	MANANTIALES (BALNEARIO)	GRANITO INTERFASE II Granodiorita precoz (αγ <sup>η</sup> )	HERCÍNICA	fractura granodiorita precoz, 1ª fase hercínica	<i>Se trata de fracturas y diaclasas subverticales en el granito que favorecen la meteorización química de la roca y su termalismo</i>
B. Arteixo 2 (La Coruña)	45-1-1b								

CUADRO 1.2. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA									
UNIDAD DE GUITIRIZ									
TOPÓNIMO	Nº Ref.	UTM X	UTM Y	TÉRMINO MUNICIPAL	NATURALEZA CAPTACIÓN	UNIDAD LITOLÓGICA	FASE OROGÉNICA	PETROLOGÍA	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES - TECTÓNICA
B. Guitiriz (Lugo)	46-8-1	590025	4781200	GUITIRIZ	MANANTIAL (BALNEARIO)	DOMINIO DEL ANTICLINORIO DEL "OLLO DE SAPO"	POSHERCÍNICA (SEDIMENTACIÓN Terciaria) y HERCÍNICA (MACIZO GRANÍTICO)	sedimentos detríticos miocenos sobre macizo hercínico granodiorítico (granodiorita precoz con megacristales)	<i>En la unidad de Guitiriz no se observa a ninguna escala la existencia de fracturas asociadas a sedimentos terciarios</i>

**CUADRO 1.3. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA**

UNIDAD BEO-CARBALLO									
TOPÓNIMO	Nº Ref.	UTM X	UTM Y	TÉRMINO MUNICIPAL	NATURALEZA CAPTACIÓN	UNIDAD LITOLÓGICA	FASE OROGÉNICA	PETROLOGÍA	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES - TECTÓNICA
Baños Vellos de Carballo, fuente (C)	44-6-1a	525250	4784825	CARBALLO	MANANTIAL (BALNEARIO)	MACIZO DE ÓRDENES. ROCAS BÁSICAS Y ULTRABÁSICAS Anfibolitas de Carballo	PREHERCÍNICA (PRECÁMBRICO-SILÚRICO)	anfíboles (hornblenda) + neis + esquistos verdes (rocas básicas anfibolitas de Carballo)	<i>Son rocas con una esquistosidad muy bien definida, y, en general, muy homogéneas</i>
Baños Vellos de Carballo, manantial (C)	44-6-1b								

CUADRO 1.4. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA									
UNIDAD DEPRESIÓN MERIDIANA									
TOPÓNIMO	Nº Ref.	UTM X	UTM Y	TÉRMINO MUNICIPAL	NATURALEZA CAPTACIÓN	UNIDAD LITOLÓGICA	FASE OROGÉNICA	PETROLOGÍA	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES - TECTÓNICA
<b>Do Tremo-B. Nosa. Sra. dos Anxeles (C)</b>	94-7-1	527600	4744900	SABAJANES	MANANTIAL (BALNEARIO)	DOMINIO MIGMATÍTICO Y DE LAS ROCAS GRANÍTICAS (GRUPO DE LAGE)	PREHERCÍNICA (PRECÁMBRICO-SILÚRICO)	esquistos con algunos niveles de cuarcitas	<i>Se produjeron dos fases de deformación que generaron esquistosidad</i>
<b>Agua Sana M-1 (Po)</b>	261-6-1	515776	4657710	BAYONA	MANANTIAL (PLANTA ENVASADORA)	COMPLEJO MONTEFERRO-EL ROSAL Rocas metamóricas (PC-Se)		pizarras, esquistos, paraneis /granito (metamorfismo de contacto e intrusión de granitos)	<i>Se manifiesta una intensa foliación N-E, y se puede deducir un pligüe sinclinal, más por comparaciones litológicas que estructurales.</i>
<b>B. Brea, pozo patio (Po)</b>	121-4-1	561431	4734600	VILA DE CRUCES	POZO	DOMINIO DE LA UNIDAD DE LALÍN, ROCAS DE ORIGEN ÍGNEO Anfíbolitas (ξA <sub>1</sub> )	PREHERCÍNICA (PRECÁMBRICO-SILÚRICO)	anfíboles + paraneis + esquistos verdes	<i>Todos los materiales de esta unidad están inyectados por granitos de dos micas y pegmatitas, aunque menos abundantes en el cuerpo masivo de anfíbolitas.</i>
<b>B. Brea, fuente termal (Po)</b>	121-4-2a	561462	4734588		MANANTIAL (BALNEARIO)				
<b>B. Brea, sondeo nº 5 (Po)</b>	121-4-2b	561425	4734603		SONDEO				

CUADRO 1.4. (cont.) LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA									
UNIDAD DEPRESIÓN MERIDIANA									
TOPÓNIMO	Nº Ref.	UTM X	UTM Y	TÉRMINO MUNICIPAL	NATURALEZA CAPTACIÓN	UNIDAD LITOLÓGICA	FASE OROGÉNICA	PETROLOGÍA	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES - TECTÓNICA
San Xines (Po)	152-2-1	521125	4721100	VILLA-GARCÍA DE AROSA	SONDEO (PLANTA ENVASADORA)	ROCAS GRANÍTICAS ( $\gamma\psi^2$ )	HERCÍNICA	granitoide migmatítico hercínico	<i>Estas rocas fueron intruidas por la granodiorita de Caldas de Reyes. Ambos materiales se encuentran atravesados por una gran diaclas de dearrollo tardío. Algunas de las fracturas se encuentran cicatrizadas por diques de cuarzo y pegmatilitas.</i>
B. Cuntis, pozo huerta (Po)	152-4-1a	535850	4720611	CUNTIS	POZO	ALUVIAL RÍO GALLO SOBRE DOMINIO MIGMATÍTICO Y GRANÍTICO (GRUPO DE LAGE) Granitoide migmatítico( $\gamma\psi^2$ )	POSHERCÍNICA (SEDIMEN-TACIÓN CUATERNARIA) Y HERCÍNICA (MACIZO GRANÍTICO)	depósitos detríticos sobre rocas graníticas hercínicas	
B. Cuntis manantial Hera Nueva (Po)	152-4-1b	535824	4720408		MANANTIAL (BALNEARIO)				
B. Cuntis manantial Calle Real (Po)	152-4-1c	535885	4720542		MANANTIAL (BALNEARIO)				
Caldelas de Tuy, manantial Maricruz (Po)	261-8-1a	535868	4656109	TUY	MANANTIAL (BALNEARIO)	TERRAZA (<10 m) DE RÍO MIÑO SOBRE ROCAS ÍGNEAS DE AFINIDAD ALCALINA Granito de dos micas ( $\gamma^2$ )	POSHERCÍNICA (SEDIMEN-TACIÓN CUATERNARIA) Y HERCÍNICA (prefase II a sinfase II)	depósitos detríticos río Miño sobre granito de dos micas poco deformado	<i>Los granitos intruyen a la granodiorita y a las formaciones metasedimentarias de los Complejos Monteferro-El Rosal y Vigo-Tuy, y son intruidos a su vez por los complejos adamellíticos de Pinzas.</i>
B. Caldelas de Tuy, sondeo S. Antonio	261-8-1b	535882	4656143		POZO				
B. Caldelas de Tuy, S. Francisco (Po)	261-8-1c	535893	4656204		MANANTIAL (BALNEARIO)				

CUADRO 1.4. (cont.) LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA									
UNIDAD DEPRESIÓN MERIDIANA									
TOPÓNIMO	Nº Ref.	UTM X	UTM Y	TÉRMINO MUNICIPAL	NATURALEZA CAPTACIÓN	UNIDAD LITOLÓGICA	FASE OROGÉNICA	PETROLOGÍA	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES - TECTÓNICA
Fuente del Val (Po)	224-5-1	544775	4676350	MONDARÍZ	MANANTIAL (PLANTA ENVASADORA)	CUATERNARIO RÍO DE TEA SOBRE ROCAS ÍGNEAS Granitos de afinidad alcalina (3-4γ <sup>2</sup> )	POSHERCÍNICA (SEDIMENTACIÓN CUATERNARIA) Y HERCÍNICA (prefase II a sinfase II)	depósitos detríticos, aluviales y coluviales sobre granito equigranular de grano medio a fino, de dos micas con feldespato alcalino	<i>Estos granitos de dos micas se disponen a lo largo de bandas en dirección NNO-SSE e intruyen a las rocas migmatíticas.</i>
B. Mondariz Sabajanes (Po)	224-5-2	547393	4677994	PUENTE-AREAS	POZO (BALNEARIO)				
B. Mondariz Amorales (Po)	224-5-3a	544060	4676176		POZO (PLANTA ENVASADORA)				
B. Mondariz F. Gandara (Po)	224-5-3b	544215	4675289		MANANTIALES (PLANTA ENVASADORA)				
B. Mondariz F. Troncoso (Po)	224-5-3c	543395	4675258						

CUADRO 1.4. (cont.) LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA									
UNIDAD DEPRESIÓN MERIDIANA									
TOPÓNIMO	Nº Ref.	UTM X	UTM Y	TÉRMINO MUNICIPAL	NATURALEZA CAPTACIÓN	UNIDAD LITOLÓGICA	FASE OROGÉNICA	PETROLOGÍA	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES - TECTÓNICA
<b>B. La Toja P. Patio Caliente (Po)</b>	185-1-1a	512717	4703677	O GROVE	POZOS (BALNEARIO)	GRANITOS DE AFINIDAD CALCO-ALCALINA Rocas graníticas de la serie tardía ( $\gamma_1^{2-3}$ )	TARDI-HERCÍNICA	granodiorita y granito biotítico anfibolítico	<i>Este granito tardío, emplazado con posterioridad a las fases hercínicas, está afectado por las fases tardihercínicas de fracturación; presenta un conjunto de fracturas y diaclasas subverticales muy claras de dirección NO-SE y NE-SO que no afectan a su estructura pero que favorecen en gran medida la meteorización de la roca.</i>
<b>B. La Toja P. Patio Frío (Po)</b>	185-1-1b	512720	4703686						
<b>B. La Toja P. Paseo del Mar (Po)</b>	185-1-1c	512733	4703663						
<b>B. La Toja Pozo Capilla (Po)</b>	185-1-1d	512727	4703714						
<b>B. La Toja Sotano Frío (Po)</b>	185-1-1e	512699	4703706						
<b>B. La Toja Sotano Caliente (Po)</b>	185-1-1f	512692	4703701						
<b>B. Acuña, Fte. Ojos (Po)</b>	152-3-1a	529350	4716875	CALDAS DE REYES	MANANTIALES (BALNEARIO)	LLANURA ALUVIAL Y FONDO DE VAGUADA DEL RÍO UMIA SOBRE GRANO-DIORITA DE CALDAS DE REYES Rocas graníticas ( $\gamma_1^{2_b}$ )	TARDI-HERCÍNICA	depósitos detríticos sobre granodiorita biotítica de Caldas de Reyes: intrusión tardihercínica	<i>El granito está afectado por las fases tardihercínicas de fracturación; presenta un conjunto de fracturas y diaclasas subverticales que favorecen en gran medida la meteorización de la roca.</i>
<b>B. Acuña (Po)</b>	152-3-1b								
<b>B. Dávila (Po)</b>	152-3-2	529375	4717100		POZO (BALNEARIO)				

CUADRO 1.5. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA									
UNIDAD O CARBALLIÑO-BERÁN									
TOPÓNIMO	Nº Ref.	UTM X	UTM Y	TÉRMINO MUNICIPAL	NATURALEZA CAPTACIÓN	UNIDAD LITOLÓGICA	FASE OROGÉNICA	PETROLOGÍA	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES - TECTÓNICA
B. O Carballiño (Or)	187-2-1	575725	4698300	CARBALLIÑO	MANANTIAL (BALNEARIO)	ROCAS PLUTÓNICAS Granitos ( $_{2-3}^b\gamma^2$ )	HERCÍNICA (Interfase FII y FIII)	granito adamellítico de dos micas de origen anatóxico	<i>Se produjo la intrusión granítica a la serie de esquistos infraordovícica entre las fases de plegamientos FIII y FIV; tras esta última fase de plegamiento se desarrolla un sistema de fracturas de dirección NNE-SSO, que dio algunas bandas de filonización en los granitos. Se produce una alternancia de bandas de granito con gnesises más o menos migmatíticos, con contactos muy difusos.</i>
B. Partovia, Fte. Interior (Or)	187-6-1a	576625	4695675		MANANTIALES (BALNEARIO)	ROCAS METAMÓRFICAS Esquistos (PC- $O_{11}\delta$ )	PREHERCÍNICA (PRECÁMBRICO-ORDOVÍCICO)	esquistos pelíticos, con niveles cuarcíticos y otros ricos en materia orgánica, que indican una zona bastante interna de la cuenca	
B. Partovia, Fte. Prado (Or)	187-6-1b								
B. Partovia, Fte. Los Baños (Or)	187-6-1c								
Balneario de Berán (Or) ☼	187-5-1	570901	4688663	LEIRO	MANANTIAL (BALNEARIO)	ROCAS PLUTÓNICAS Granodiorita de biotita ( $_{3-2}b\gamma\eta b^{2-3}$ )	HERCÍNICA (Fase tardía)	granodiorita de grano medio a grueso	<i>La granodiorita intruye en las rocas encajantes esquistosas, con un contacto neto y cortante, produciendo en algunas zonas una aureola de metamorfismo de contacto.</i>



CUADRO 1.6. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA									
UNIDAD RIBADABIA-TABOADA									
TOPÓNIMO	Nº Ref.	UTM X	UTM Y	TÉRMINO MUNICIPAL	NATURALEZA CAPTACIÓN	UNIDAD LITOLÓGICA	FASE OROGÉNICA	PETROLOGÍA	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES - TECTÓNICA
Balneario de Mouriscados (Lu) ☀	123-1-1	598715	4723850	CHANTADA	MANANTIAL (BALNEARIO INACTIVO)	ROCAS PLUTÓNICAS: Granodiorita precoz	HERCÍNICA (Fase I)	granodiorita precoz con megacristales	<i>Las surgencia se relaciona con granodioritas afectadas por fracturación hercínica.</i>

CUADRO 1.7. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA									
UNIDAD DE AVIA-ARNOIA									
TOPÓNIMO	Nº Ref.	UTM X	UTM Y	TÉRMINO MUNICIPAL	NATURALEZA CAPTACIÓN	UNIDAD LITOLÓGICA	FASE OROGÉNICA	PETROLOGÍA	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES - TECTÓNICA
Caldas de Brués (Or) ☀	187-1-1	569377	4699462	BORBORÁS	MANANTIAL (BEBIDA Y BAÑOS)	ROCAS PLUTÓNICAS Granitos ( $_{2-3}^b \gamma^2$ )	HERCÍNICA (Interfase FII y FIII)	granito adamellítico de dos micas ligados a metamorfismo por anatexia	<i>Intrusión granítica en la serie de esquistos infraordovícica entre las fases de plegamientos FIII y FIV; tras la que se desarrolla un sistema de fracturación NNE-SSO, que originó bandas de filotización en los granitos, que aparecen alternados con gnesises más o menos migmatíticos, con contactos muy difusos.</i>

CUADRO 1.8. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA									
UNIDAD RIBADABIA-CORTEGADA									
TOPÓNIMO	Nº Ref.	UTM X	UTM Y	TÉRMINO MUNICIPAL	NATURALEZA CAPTACIÓN	UNIDAD LITOLÓGICA	FASE OROGÉNICA	PETROLOGÍA	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES - TECTÓNICA
Balneario de Cortegada (Baños do Monte) (Or) ☀	225-5-1	568437	4672741	CORTEGADA	SONDEO (BALNEARIO)	ROCAS METAMÓRFICAS Esquistos (PC-O11ξ)	PREHERCÍNICA (PRECÁMBRICO-ORDOVÍCICO)	esquistos pelíticos, con niveles cuarcíticos y otros ricos en materia orgánica.	<i>La composición mineralógica es indicativa de zona bastante interna de la cuenca.</i>
B. Arnoia Vila Termal, pozo P-4 (Or)	225-1-1a	569900	4678900	ARNOIA	POZOS (BALNEARIO)	ROCAS PLUTÓNICAS Granodiorita de biotita ( ${}_{3-2}^b \gamma \eta_b^{2-3}$ )	HERCÍNICA (Fase tardía)	granodiorita de grano medio a grueso	<i>La granodiorita intruye en las rocas encajantes de naturaleza esquistosa, con un contacto neto y cortante, produciendo en algunas zonas una aureola de metamorfismo de contacto</i>
B. Arnoia Vila Termal, pozo 1-B (Or)	225-1-1b								

CUADRO 1.9. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA

UNIDAD OURENSE-RIBADABIA									
TOPÓNIMO	Nº Ref.	UTM X	UTM Y	TÉRMINO MUNICIPAL	NATURALEZA CAPTACIÓN	UNIDAD LITOLÓGICA	FASE OROGÉNICA	PETROLOGÍA	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES - TECTÓNICA
La Moderna (Xardín das Burgas) (Or) ☀	187-8-1	593387	4687925	ORENSE	SONDEO (FUTURO BALNEARIO)	ROCAS PLUTÓNICAS Granodiorita de biotita ( $_{3-2} \gamma_{\text{b}}^{2-3}$ )	HERCÍNICA (Fase tardía)	granodiorita de grano medio a grueso	La granodiorita intruye en las rocas encajantes de naturaleza esquistosa, con un contacto neto y cortante, produciendo en algunas zonas una aureola de metamorfismo de contacto.
B. Laias, nº 38 (Orense)	225-2-1	579900	4686800	LAIAS	MANANTIAL (BALNEARIO)	ROCAS PLUTÓNICAS Granito de dos micas ( $2b\gamma^2$ )	HERCÍNICA (Interfase FII y FIII)	granito de dos micas de grano grueso	El granito de dos micas está ligado a metamorfismo por anatexia; se encuentra muy fracturado.
Outariz Alta (poza 1) (Or) ☀	187-8-2	589341	4689197	ORENSE	MANANTIALES (BAÑOS DE USO PÚBLICO)	ROCAS PLUTÓNICAS Granitos ( $2-3b\gamma^2$ )		granito adamellítico de dos micas ligados a metamorfismo por anatexia	Se produjo la intrusión granítica en los esquistos entre las fases de plegamientos FIII y FIV; se desarrolla un sistema de fracturas de dirección NNE-SSO, que dio algunas bandas de filonización en los granitos.
Outariz Alta (poza 2) (Or) ☀	187-8-3								
Outariz Baja (Or) ☀	187-8-4	589300	4689125						

CUADRO 1.10. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA									
UNIDAD BAÑOS DE MOLGAS-XUNQUEIRA DE AMBÍA (trazado del río Arnoia)									
TOPÓNIMO	Nº Ref.	UTM X	UTM Y	TÉRMINO MUNICIPAL	NATURALEZA CAPTACIÓN	UNIDAD LITOLÓGICA	FASE OROGÉNICA	PETROLOGÍA	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES - TECTÓNICA
B. Molgas, Fte. Caliente (Or)	226-7-1a	609680	4677790	BAÑOS DE MOLGAS	MANANTIAL (BALNEARIO)	ROCAS PLUTÓNICAS Granito de dos micas (2bγ <sup>2</sup> )	HERCÍNICA (Interfase FII y FIII)	granito de dos micas de grano grueso	<i>El granito de dos micas está ligado a metamorfismo por anatexia; se encuentra muy fracturado.</i>
B. Molgas, Fte. La Charca (Or)	226-7-1b	609600	4677583						
B. Bañiño (Orense)	226-6-1	604300	4674450	JUNQUERA DE AMBÍA	MANANTIAL (BALNEARIO)				

CUADRO 1.11. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA									
UNIDAD RÍO CALDO-RÍO LIMIA (MACIZO DE LOBIOS)									
TOPÓNIMO	Nº Ref.	UTM X	UTM Y	TÉRMINO MUNICIPAL	NATURALEZA CAPTACIÓN	UNIDAD LITOLÓGICA	FASE OROGÉNICA	PETROLOGÍA	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES - TECTÓNICA
Balneario de Lobios (Or) ☼	301-5-1	574251	4634957	LOBIOS	SONDEO (BALNEARIO, 2002)	ROCAS METAMÓRFICAS: Nebulitas (ψ <sup>2</sup> )	METAMORFISMO REGIONAL HERCÍNICO	rocas migmatíticas (nebulitas sin fenocristales)	<i>Rocas con facies migmatíticas en íntima relación con la intrusión de los granitos</i>
Baños de Bande (Or) ☼	301-3-1	584469	4648186	BANDE	MANANTIAL (BAÑOS PÚBLICOS)	ROCAS PLUTÓNICAS Granodiorita de biotita (3 <sub>2</sub> bγηb <sup>2-3</sup> )	HERCÍNICA (Fase tardía)	granodiorita de grano medio a grueso	<i>La granodiorita intruye en las rocas encajantes de naturaleza esquistosa, produciendo una aureola de metamorfismo de contacto.</i>

CUADRO 1.12. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA									
UNIDAD DEL RÍO TÁMEGA									
TOPÓNIMO	Nº Ref.	UTM X	UTM Y	TÉRMINO MUNICIPAL	NATURALEZA CAPTACIÓN	UNIDAD LITOLÓGICA	FASE OROGÉNICA	PETROLOGÍA	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES - TECTÓNICA
Agua de Cabreiroá, sin gas - nº 1 (OR)	303-2-1a	630876	4642967	VERÍN	SONDEO (PLANTA ENVASADORA)	LLANURA DE INUNDACIÓN DEL RÍO TAMEGA (303-2-2) SOBRE GRANITOS POSTCINE-MÁTICOS Granito moscovítico ( $_{2-3}^{b,2} \gamma_m$ )	HERCÍNICA (Interfase FII y FIII)	granito moscovítico y acillas de coluviones ("Granito de Cabreiroa-Verín" y llanura de inundación del Valle de Verín)	<i>El granito de dos micas está ligado a metamorfismo por anatexia; se encuentra muy fracturado.</i>
Agua de Cabreiroá, con gas - nº 2 (OR)	303-2-1b	630876	4643092		SONDEO (PLANTA ENVASADORA)				
Agua de Fontenova, manantial principal (OR)	303-2-2a	630279	4644382		MANANTIAL (PLANTA ENVASADORA)				
Agua de Fontenova, nº 2 (OR)	303-2-2b	630291	4644341		SONDEO (PLANTA ENVASADORA)				
Sousas manatial 1 (OR)	303-2-3a	630940	4644462		MANANTIAL (PLANTA ENVASADORA)				
Sousas manatial 2 (OR)	303-2-3b	632471	4643790		MANANTIAL (PLANTA ENVASADORA)				

CUADRO 1.12. (cont.) LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA									
UNIDAD DEL RÍO TÁMEGA									
TOPÓNIMO	Nº Ref.	UTM X	UTM Y	TÉRMINO MUNICIPAL	NATURALEZA CAPTACIÓN	UNIDAD LITOLÓGICA	FASE OROGÉNICA	PETROLOGÍA	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES - TECTÓNICA
Sousas nº II, sondeo 1 (OR)	303-2-3c	632347	4644261	VERÍN	SONDEOS (BALNEARIO Y PLANTA ENVASADORA)	GRANITOS POSTCINE-MÁTICOS Granito moscovítico (2-3by <sup>2</sup> m)	HERCÍNICA (Interfase FII y FIII)	granito moscovítico	<i>El granito de dos micas está ligado a metamorfismo por anatexia; se encuentra muy fracturado.</i>
Sousas nº II, sondeo 2 (OR)	303-2-3d	632405	4644283						
Sousas nº II, sondeo 3 (OR)	303-2-3e	632393	4644332						
Sousas nº II, sondeo 4 (OR)	303-2-3f	632476	4644301						

CUADRO 1.13. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA

UNIDAD DE SARRIA-CÉLTIGOS									
TOPÓNIMO	Nº Ref.	UTM X	UTM Y	TÉRMINO MUNICIPAL	NATURALEZA CAPTACIÓN	UNIDAD LITOLÓGICA	FASE OROGÉNICA	PETROLOGÍA	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES - TECTÓNICA
Fontecelta S-1 (Lu)	98-6-1a	631505	4743834	PUEBLA DE SAN JULIÁN	MANANTIAL (PLANTA ENVASADORA)	DEPÓSITOS CUATERNARIOS DEL RÍO SARRIA SOBRE PLIO-CUATERNARIO (T <sup>B</sup> <sub>c2</sub> -Q <sub>1</sub> ) Y MACIZO HERCÍNICO ( <sup>b</sup> <sub>1</sub> γ <sup>η</sup> <sup>2</sup> )	POSHERCÍNICA (sedimentación pliocuaternaria) Y HERCÍNICA (Fase I - GRANODIORITA PRECOZ)	depósitos detríticos eluvio-aluviales y rañas rojizas pliocuaternarias más depósitos continentales recientes sobre granodiorita precoz con megacrístales	<i>Los materiales graníticos constituyen las principales "áreas fuente" de los sedimentos pliocuaternarios, cuya sedimentación está determinada por el rejuego de fracturas hercínicas, que originan una activación del relieve y la consiguiente sedimentación de depósitos de carácter fluvial en las zonas más deprimidas</i>
Fontecelta S-2 (Lu)	98-6-1b	631421	4743906						
Agua de Fontxesta (Lu)	98-2-1	633059	4753826	GUIMERÁS	MANANTIAL (PLANTA ENVASADORA)	CONTACTO MACIZO HERCÍNICO ( <sup>b</sup> <sub>p</sub> γ <sup>η</sup> <sup>2</sup> ) Y DEPÓSITOS PLIO-CUATERNARIOS (T <sup>B</sup> <sub>c2</sub> -Q <sub>1</sub> )	POSHERCÍNICA (sedimentación pliocuaternaria) Y HERCÍNICA (Fase II- GRANODIORITA TARDÍA)	granodiorita tardía con megacrístales (limita con Pliocuaternario: raña roja y sedimentos continentales recientes)	

CUADRO 1.14. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA									
UNIDAD DE LUGO									
TOPÓNIMO	Nº Ref.	UTM X	UTM Y	TÉRMINO MUNICIPAL	NATURALEZA CAPTACIÓN	UNIDAD LITOLÓGICA	FASE OROGÉNICA	PETROLOGÍA	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES - TECTÓNICA
B. Lugo M. Central	72-8-1a	617450	4762200	LUGO	MANANTIAL (BALNEARIO)	DOMINIO DEL DOMO DE LUGO Micacitas y neis pelíticos "Serie de Villalba" (PC $\xi$ + $\xi_A$ )	PRE-HERCÍNICA (PRECÁMBRICO)	esquistos pelíticos con granates + neis anfibolíticos	<i>Las aguas termales del Balneario de Lugo se relacionan con granodioritas afectadas por fracturación tardihercínica.</i>
B. Lugo, pozo 3	72-8-1b				POZOS (BALNEARIO)				
B. Lugo, pozo 2	72-8-1c								
B. Lugo, pozo 4	72-8-1d								
B. Lugo, piscina	72-8-1e				AGUA PISCINA				

CUADRO 1.15. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA									
UNIDAD DEL DOMINIO DEL MANTO DE MONDOÑEDO									
TOPÓNIMO	Nº Ref.	UTM X	UTM Y	TÉRMINO MUNICIPAL	NATURALEZA CAPTACIÓN	UNIDAD LITOLÓGICA	FASE OROGÉNICA	PETROLOGÍA	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES - TECTÓNICA
Charca do Alligal (Lu) ☼	47-2-1	601295	4798411	VILALBA	MANANTIAL (PISCINA PÚBLICA)	DOMINIO DEL DOMO DE LUGO Esquistos "Serie Alba" (PC)	PRE-HERCÍNICA (PRECÁMBRICO)	esquistos micacíticos con estaurólita, granate y cuarzitas, neis y lentejones de anfibolitas calco-magnesianas	<i>Parece haber una discordancia Precámbrico-Cámbrico, aunque no se advierte la existencia de metamorfismo o esquistosidad</i>
Fontoira-1 (Lu)	47-8-1a	615821	4787965	FEIRA DO MONTE	SONDEOS				
Fontoira-2 (Lu)	47-8-1b	615773	4787982						
Agua de Fontoira (Lu)	47-8-1c	615632	4788113		MANANTIAL				



CUADRO 1.16. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA									
UNIDAD DEL DOMINIO DE O COUREL-TRUCHAS									
TOPÓNIMO	Nº Ref.	UTM X	UTM Y	TÉRMINO MUNICIPAL	NATURALEZA CAPTACIÓN	UNIDAD LITOLÓGICA	TIEMPO GEOLÓGICO	PETROLOGÍA	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES - TECTÓNICA
Fonte Muíño (Lu) ☀	125-7-1	655618	4727525	PEDRAFITA DO CEBREIRO	MANANTIAL (ANTIGUO MOLINO Y RIEGO)	ROCAS METAMÓRFICAS pizarras (CA)	CÁMBRICO SUPERIOR - ORDOVÍCICO INFERIOR	alternancia de cuarcitas y pizarras	<i>Las pizarras de Cándana incluyen niveles calcáreos y magnésicos. El nivel carbonatado en Rubián presenta un contenido en MgO del 44%; está muy recristalizado a causa de la fuerte deformación sufrida durante el metamorfismo hercínico.</i>
Balneario de Incio (Lu) ☀	156-3-1	638894	4721807	O INCIO	MANANTIAL (BALNEARIO PRÓXIMA APERTURA)			pizarras grises con niveles arenosas	
Magnesitas de Rubián (Lu) ☀	124-5-1	627825	4728087		SONDEO GALERÍA MINERA	ROCAS SEDIMENTARIAS (CA <sub>1</sub> mg)	magnesitas (carbonatos de magnesio hidratados).		

CUADRO 1.17. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA									
UNIDAD DE PANTÓN									
TOPÓNIMO	Nº Ref.	UTM X	UTM Y	TÉRMINO MUNICIPAL	NATURALEZA CAPTACIÓN	UNIDAD LITOLÓGICA	FASE OROGÉNICA	PETROLOGÍA	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES - TECTÓNICA
B. Augas Santas (B. Nuevo de Pantón) (Lu) ☀	155-7-1	614756	4707928	PANTÓN	SONDEO (BALNEARIO)	ROCAS PLUTÓNICAS Granitos (pby <sup>2</sup> mb)	HERCÍNICA (Fase I)	granito adamellítico de dos micas con megacristales	<i>Las surgencias se relacionan con granodioritas afectadas por fracturación hercínica.</i>
Augas Santas (fuente) (Lu) ☀	155-7-2	614373	4708100		MANANTIAL (USO PÚBLICO)			granito con megacristales	

CUADRO 1.18. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA									
UNIDAD DE BEMBIBRE									
TOPÓNIMO	Nº Ref.	UTM X	UTM Y	TÉRMINO MUNICIPAL	NATURALEZA CAPTACIÓN	UNIDAD LITOLÓGICA	FASE OROGÉNICA	PETROLOGÍA	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES - TECTÓNICA
Balneario de Bembibre (Or) ☀	266-1-1	653575	4667612	VIANA DO BOLO	MANANTIAL (BALNEARIO INACTIVO)	ROCAS PLUTÓNICAS Granitos (2,3 <sup>d</sup> γ <sup>2</sup> mb)	HERCÍNICA (Fase I)	granito de dos micas, de grano medio a grueso	<i>Las surgencias se relacionan con granitos alcalinos afectados por fracturación hercínica (NO-SE y NE-SO).</i>

CUADRO 1.19. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA									
UNIDAD DE AGOLADA									
TOPÓNIMO	Nº Ref.	UTM X	UTM Y	TÉRMINO MUNICIPAL	NATURALEZA CAPTACIÓN	UNIDAD LITOLÓGICA	FASE OROGÉNICA	PETROLOGÍA	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES - TECTÓNICA
Fonte Deza (Cántaras) (Po) ☀	122-2-1	579801	4736017	AGOLADA	MANANTIAL (EN TRÁMITE PARA ENVASAR)	ROCAS PLUTÓNICAS Granitos (3,4 <sup>b</sup> γ <sup>2</sup> mb)	HERCÍNICA (Fase I)	granito adamellítico de dos micas, de grano medio a fino con megacristales	<i>Las surgencias se relacionan con granodioritas afectadas por fracturación hercínica.</i>

Cuadro 2.1. MEDIDAS <i>IN SITU</i> DE PARÁMETROS INESTABLES										
UNIDAD DE ARTEIXO										
TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de medidas <i>in situ</i>	Tª AGUA (° C)	pH	C.E. (µS/cm)	O <sub>2</sub> dis. (mg/l)	O <sub>2</sub> dis. (%)	Eh (mV)	OBSERVACIONES	DISCUSIÓN RESULTADOS
B. Arteixo 1 (La Coruña)	45-1-1a	oct-03	36,2	7,2	3500		101,4	205	El pH de laboratorio es igual a 7,8. Se deduce una concentración de O <sub>2</sub> disuelto de 8 ppm	Son aguas termales, débilmente alcalinas, fuertemente mineralizadas, muy oxigenadas y oxidantes
B. Arteixo 2 (La Coruña)	45-1-1b	oct-03	35,9	7,2	3600		93,8	187	El pH de laboratorio es igual a 7,7. Se deduce una concentración de O <sub>2</sub> disuelto de 8 ppm	

Cuadro 2.2. MEDIDAS <i>IN SITU</i> DE PARÁMETROS INESTABLES										
UNIDAD DE GUITIRIZ										
TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de medidas <i>in situ</i>	Tª AGUA (° C)	pH	C.E. (µS/cm)	O <sub>2</sub> dis. (mg/l)	O <sub>2</sub> dis. (%)	Eh (mV)	OBSERVACIONES	DISCUSIÓN RESULTADOS
B. Guitiriz (Lugo)	46-8-1		17,3	9,5	354					Agua fría, básica y mineralización media

Cuadro 2.3. MEDIDAS *IN SITU* DE PARÁMETROS INESTABLES

UNIDAD BEO-CARBALLO										
TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de medidas <i>in situ</i>	Tª AGUA (° C)	pH	C.E. (µS/cm)	O <sub>2</sub> dis. (mg/l)	O <sub>2</sub> dis. (%)	Eh (mV)	NOTAS	DISCUSIÓN RESULTADOS
Baños Vellos de Carballo, fuente (C)	44-6-1a	oct-03	34,0	8,5	694		104,2	364	Se deduce una concentración de O <sub>2</sub> disuelto de 9 ppm	Son aguas termales, básicas, mineralización notable, oxigenadas y oxidantes
Baños Vellos de Carballo, manantial (C)	44-6-1b	oct-03	37,3	8,4	702		127,9	317	Se estima un valor de O <sub>2</sub> disuelto de 11 ppm.	

Cuadro 2.4. MEDIDAS *IN SITU* DE PARÁMETROS INESTABLES

UNIDAD DEPRESIÓN MERIDIANA										
TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de medidas <i>in situ</i>	Tª AGUA (° C)	pH	C.E. (µS/cm)	O <sub>2</sub> dis. (mg/l)	O <sub>2</sub> dis. (%)	Eh (mV)	NOTAS	DISCUSIÓN RESULTADOS
Do Tremo-B. Nosa. Sra. dos Anxeles (C)	94-7-1	oct-03	17,7	8,4	368		113,3	288	Se deduce una concentración de O <sub>2</sub> disuelto de 9 ppm	Agua fría, básica, mineralización baja, oxigenada y oxidante
Agua Sana M-1 (Po)	261-6-1	feb-04	13,9	4,9	59	4,78	46,4	354		Agua fría, ácida y mineralización débil
B. Brea, pozo patio (Po)	121-4-1	nov-03	24,8	6,3	540	0,91	8,5	-64		Agua fría, neutra, mineralización notable, anóxica y reductora
B. Brea, fuente termal (Po)	121-4-2a	nov-03	22,5	8,0	627	0,54	4,6	-352		Son aguas frías, débilmente básicas, con mineralización notable, anóxicas y reductoras
Baños Brea, sondeo nº 5 (Po)	121-4-2b	nov-03	24,3	8,0	540	1,79	22,5	-288		

Cuadro 2.4. (cont.) MEDIDAS *IN SITU* DE PARÁMETROS INESTABLES

UNIDAD DEPRESIÓN MERIDIANA										
TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de medidas <i>in situ</i>	Tª AGUA (° C)	pH	C.E. (µS/cm)	O <sub>2</sub> dis. (mg/l)	O <sub>2</sub> dis. (%)	Eh (mV)	NOTAS	DISCUSIÓN RESULTADOS
San Xines (Po)	152-2-1	feb-04	16,0	5,3	135	4,43	44,4	135		Agua fría, ácida y mineralización débil
B. Cuntis, pozo huerta (Po)	152-4-1a	nov-03	40,2	8,9	487	2,05	30,0	-282		Son aguas termales, básicas, mineralización notable, débilmente oxigenadas y reductoras
B. Cuntis manantial Hera Nueva (Po)	152-4-1b	nov-03	42,1	8,7	515	2,40	35,2	-259		
B. Cuntis manantial Calle Real (Po)	152-4-1c	nov-03	53,9	8,7	526	2,07	30,4	-254		
Caldelas de Tuy, manantial Maricruz (Po)	261-8-1a	nov-03	42,7	8,0	1160	2,11	21,1	-78		Son aguas termles, básicas, muy mineralizadas, anóxicas y reductoras
B. Caldelas de Tuy, sondeo S. Antonio (Po)	261-8-1b	nov-03	46,0	8,0	1167	1,15	17,8	-228		
B. Caldelas de Tuy, S. Francisco (Po)	261-8-1c	nov-03	50,7	7,9	1155	1,16	18,4	-242		

Cuadro 2.4. (cont.) MEDIDAS *IN SITU* DE PARÁMETROS INESTABLES

UNIDAD DEPRESIÓN MERIDIANA										
TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de medidas <i>in situ</i>	Tª AGUA (° C)	pH	C.E. (µS/cm)	O <sub>2</sub> dis. (mg/l)	O <sub>2</sub> dis. (%)	Eh (mV)	NOTAS	DISCUSIÓN RESULTADOS
<b>B. Mondariz Sabajanes (Po)</b>	224-5-2	nov-03	19,6	7,9	457	0,07	1,0	-261	En laboratorio, el pH resultó igual a 8,4	Agua fría, básica, mineralización notable, anóxica y reductora
<b>B. Mondariz A. Morales (Po)</b>	224-5-3a	nov-03	17,6	<b>6,1</b>	2100	2,53	27,4	-18	En laboratorio, el pH resultó igual a 6,6	Son aguas frías, neutras, fuertemente mineralizadas, anóxicas y reductoras
<b>B. Mondariz F. Gandara (Po)</b>	224-5-3b	nov-03	17,5	<b>5,9</b>	1728	0,39	4,3	-5	En laboratorio, el pH resultó igual a 6,5	
<b>B. Mondariz F. Troncoso (Po)</b>	224-5-3c	nov-03	16,0	<b>6,1</b>	<b>2800</b>	0,67	5,1	-27	En laboratorio, el pH resultó igual a 6,6	
<b>B. La Toja P. Patio Caliente (Po)</b>	185-1-1a	nov-03	48,5	<b>6,2</b>	<b>46300</b>	2,65	42,6	-25	En laboratorio, el pH resultó igual a 6,7	Son aguas termales, débilmente ácidas, muy mineralizadas, poco oxigenadas y cuasi-reductoras
<b>B. La Toja P. Patio Frío (Po)</b>	185-1-1b	nov-03	41,8	<b>6,1</b>	<b>44100</b>	2,96	44,6	208	Es posible que el Eh no alcanzara el equilibrio y de ahí los valores discordantes con las medidas de oxígeno	
<b>B. La Toja P. Paseo del Mar (Po)</b>	185-1-1c	nov-03	47,4	<b>6,0</b>	<b>45600</b>	2,60	41,9	194		

Cuadro 2.4. (cont.) MEDIDAS *IN SITU* DE PARÁMETROS INESTABLES

UNIDAD DEPRESIÓN MERIDIANA										
TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de medidas <i>in situ</i>	Tª AGUA (° C)	pH	C.E. (µS/cm)	O <sub>2</sub> dis. (mg/l)	O <sub>2</sub> dis. (%)	Eh (mV)	NOTAS	DISCUSIÓN RESULTADOS
<b>B. La Toja Pozo Capilla (Po)</b>	185-1-1d	nov-03	46,0	<b>5,8</b>	<b>45500</b>	1,99	30,4	46	En laboratorio, el pH resultó igual a 6,6	Son aguas termales, débilmente ácidas, muy mineralizadas, poco oxigenadas y cuasi-reductoras
<b>B. La Toja Sotano Frío (Po)</b>	185-1-1e	nov-03	37,8	<b>5,8</b>	<b>43600</b>	2,26	32,8	104	En laboratorio, el pH resultó igual a 6,5	
<b>B. La Toja Sotano Caliente (Po)</b>	185-1-1f	nov-03	44,9	<b>6,4</b>	<b>45900</b>	2,87	45,3	46		
<b>B. Acuña, Fte. Ojos (Po)</b>	152-3-1a	ago-03	23,9	7,7	1085		120,7	169	Se deduce un valor de O <sub>2</sub> disuelto de 10 ppm	Son aguas débilmente básicas, muy mineralizadas, muy oxigenadas y oxidantes
<b>B. Acuña (Po)</b>	152-3-1b	ago-03	38,0	7,9	1045		130,2	143	Se deduce un valor de O <sub>2</sub> disuelto de 11 ppm	
<b>B. Dávila (Po)</b>	152-3-2	ago-03	43,2	7,7	1192		143,5	54	Se deduce una concentración de O <sub>2</sub> disuelto de 12 ppm. Es posible que el Eh no alcanzara el equilibrio y de ahí el valor discordante con la medida de oxígeno	Agua termal, débilmente básica, muy mineralizada, muy oxigenada

Cuadro 2.5. MEDIDAS *IN SITU* DE PARÁMETROS INESTABLES

UNIDAD O CARBALLIÑO-BERÁN										
TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de medidas <i>in situ</i>	Tª AGUA (° C)	pH	C.E. (µS/cm)	O <sub>2</sub> dis. (mg/l)	O <sub>2</sub> dis. (%)	Eh (mV)	OBSERVACIONES	DISCUSIÓN RESULTADOS
B. Partovia, Fte. Interior (Or)	187-6-1a	may-03	28,8	8,1	219	11,39	139,7	249	En laboratorio, el pH resultó igual a 8,8	Son aguas relativamente calientes, básicas, poco mineralizadas, muy oxigenadas y oxidantes
B. Partovia, Fte. Prado (Or)	187-6-1b	may-03	20,1	8,6	225	10,53	114,6	175	En laboratorio, el pH resultó igual a 8,9	
B. Partovia, Fte. Los Baños (Or)	187-6-1c	may-03	30,8	8,0	228	10,88	143,0	295	En laboratorio, el pH resultó igual a 8,8	
B. O Carballiño (Or)	187-2-1	may-03	25,6	8,0	295	12,80	151,6	315	En laboratorio, el pH resultó igual a 8,8	
Balneario de Berán (Or) ☀	187-5-1	19/01/2006	28,5	8,1	278	0,65	6,0			

Cuadro 2.6. MEDIDAS *IN SITU* DE PARÁMETROS INESTABLES

UNIDAD RIBADABIA-TABOADA										
TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de medidas <i>in situ</i>	Tª AGUA (° C)	pH	C.E. (µS/cm)	O <sub>2</sub> dis. (mg/l)	O <sub>2</sub> dis. (%)	Eh (mV)	NOTAS	DISCUSIÓN RESULTADOS
Balneario de Mouriscados (Lu) ☀	123-1-1	09/03/2006	18,7	9,6	265	0,05	0,3			Aguas frías, básicas, mineralización baja a notable



Cuadro 2.7. MEDIDAS *IN SITU* DE PARÁMETROS INESTABLES

UNIDAD AVIA-ARNOIA										
TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de medidas <i>in situ</i>	Tª AGUA (° C)	pH	C.E. (µS/cm)	O <sub>2</sub> dis. (mg/l)	O <sub>2</sub> dis. (%)	Eh (mV)	OBSERVACIONES	DISCUSIÓN RESULTADOS
Caldas de Brués (Or) ☼	187-1-1	19/01/2006	29,0	7,7	235	0,15	1,5			Son aguas relativamente calientes, básicas, poco mineralizadas, muy oxigenadas y oxidantes

Cuadro 2.8. MEDIDAS *IN SITU* DE PARÁMETROS INESTABLES

UNIDAD RIBADABIA-CORTEGADA										
TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de medidas <i>in situ</i>	Tª AGUA (° C)	pH	C.E. (µS/cm)	O <sub>2</sub> dis. (mg/l)	O <sub>2</sub> dis. (%)	Eh (mV)	OBSERVACIONES	DISCUSIÓN RESULTADOS
B. Arnoia Vila Termal, pozo P-4 (Or)	225-1-1a	may-03	22,9	6,4	283	9,05	103,3	162	En laboratorio, el pH resultó igual a 7,7	Son aguas frías, básicas, poco mineralizadas, muy oxigenadas y oxidantes
B. Arnoia Vila Termal, pozo 1-B (Or)	225-1-1b	may-03	22,9	8,6	402	11,53	140,2	233		
Balneario de Cortegada (Baños do Monte) (Or) ☼	225-5-1	19/01/2006	39,7	8,5	569					Aguas termales, básicas y mineralización notable.

Cuadro 2.9. MEDIDAS *IN SITU* DE PARÁMETROS INESTABLES

UNIDAD OURENSE-RIBADABIA										
TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de medidas <i>in situ</i>	Tª AGUA (° C)	pH	C.E. (µS/cm)	O <sub>2</sub> dis. (mg/l)	O <sub>2</sub> dis. (%)	Eh (mV)	OBSERVACIONES	DISCUSIÓN RESULTADOS
B. Laias, nº 38 (Orense)	225-2-1	may-03	49,5	7,0	839	11,46	179,2	194	En laboratorio, el pH resultó igual a 8,0	Agua termal, básica, con mineralización notable, muy oxigenadas y oxidantes
La Moderna (Xardín das Burgas) (Or) ☼	187-8-1	19/01/2006	60,0	7,1	565					Aguas termales, básicas y mineralización notable.
Outariz Alta (poza 1) (Or) ☼	187-8-2	18/01/2006	60,0	7,8	625					
Outariz Alta (poza 2) (Or) ☼	187-8-3	19/01/2006	54,5	8,4	620					
Outariz Baja (Or) ☼	187-8-4	18/01/2006	64,0	8,4	642					

Cuadro 2.10. MEDIDAS <i>IN SITU</i> DE PARÁMETROS INESTABLES										
UNIDADES BAÑOS DE MOLGAS-XUNQUEIRA DE AMBIA										
TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de medidas <i>in situ</i>	Tª AGUA (° C)	pH	C.E. (µS/cm)	O <sub>2</sub> dis. (mg/l)	O <sub>2</sub> dis. (%)	Eh (mV)	OBSERVACIONES	DISCUSIÓN RESULTADOS
B. Molgas, Fte. Caliente (Or)	226-7-1	nov-03	42,3	6,9	1087	1,27	18,3	-92	En laboratorio, el pH resultó igual a 7,8	Agua termal, ligeramente básica, muy mineralizada, anóxica y reductora
B. Molgas, Fte. La Charca (Or)	226-7-2	nov-03	23,3	6,8	388	2,70	31,1	40	En laboratorio, el pH resultó igual a 7,9	Agua fría, ligeramente básica, poco mineralizada, anóxica y reductora
B. Bañiño (Orense)	226-6-1	may-03	21,9	6,8	1026	12,01	133,2	141	En laboratorio, el pH resultó igual a 7,6	Agua fría, ligeramente básica, muy mineralizada, muy oxigenada y oxidante

Cuadro 2.11. MEDIDAS <i>IN SITU</i> DE PARÁMETROS INESTABLES										
UNIDAD RÍO CALDO-RÍO LIMIA (MACIZO DE LOBIOS)										
TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de medidas <i>in situ</i>	Tª AGUA (° C)	pH	C.E. (µS/cm)	O <sub>2</sub> dis. (mg/l)	O <sub>2</sub> dis. (%)	Eh (mV)	OBSERVACIONES	DISCUSIÓN RESULTADOS
Balneario de Lobios (Or) ☀	301-5-1	17/01/2006	76,7	8,7	374					Agua termal, básica y poco mineralizada.
Baños de Bande (Or) ☀	301-3-1	17/01/2006	51,0	7,3	2660	0,40	5,0			Agua termal, ligeramente básica, muy mineralizada y anóxica.

Cuadro 2.12. MEDIDAS <i>IN SITU</i> DE PARÁMETROS INESTABLES										
UNIDAD DEL RÍO TÁMEGA										
TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de medidas <i>in situ</i>	Tª AGUA (° C)	pH	C.E. (µS/cm)	O <sub>2</sub> dis. (mg/l)	O <sub>2</sub> dis. (%)	Eh (mV)	OBSERVACIONES	DISCUSIÓN RESULTADOS
A. Cabreiroá, sin gas-nº 1 (OR)	303-2-1a	feb-04	14,5	6,8	312	5,70	56,4	255		Aguas frías, ligeramente ácidas, con mineralización variables: débil o muy mineralizadas, muy poco oxigenadas a oxigenadas.
A. Cabreiroá, con gas-nº 2 (OR)	303-2-1b	feb-04	18,4	6,3	2200	2,39	25,3	59		
A. Fontenova, manantial principal (OR)	303-2-2a	feb-04	18,9	6,3	2600	2,50	27,8	40		Aguas frías, ligeramente ácidas, con mineralización variables: débil o muy mineralizadas, muy poco oxigenadas a oxigenadas.
Agua de Fontenova, nº 2 (OR)	303-2-2b	feb-04	14,2	6,6	485	5,43	51,1	281		
Sousas manatial 1 (OR)	303-2-3a	feb-04	17,8	6,4	1900	5,47	53,4	18		
Sousas manatial 2 (OR)	303-2-3b	feb-04	18,4	6,6	1140	2,24	24,5	9		
Sousas nº II, sondeo 1 (OR)	303-2-3c	feb-04	17,2	6,3	149	4,71	49,6	232		
Sousas nº II, sondeo 2 (OR)	303-2-3d	feb-04	19,1	6,3	504	3,52	38,4	150		
Sousas nº II, sondeo 3 (OR)	303-2-3e	feb-04	17,8	6,3	243	5,98	61,5	197		
Sousas nº II, sondeo 4 (OR)	303-2-3f	feb-04	18,1	5,6	56	3,78	38,0	255		

Cuadro 2.13. MEDIDAS *IN SITU* DE PARÁMETROS INESTABLES

UNIDAD DE SARRIA-CÉLTIGOS										
TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de medidas <i>in situ</i>	Tª AGUA (° C)	pH	C.E. (µS/cm)	O <sub>2</sub> dis. (mg/l)	O <sub>2</sub> dis. (%)	Eh (mV)	OBSERVACIONES	DISCUSIÓN RESULTADOS
Fontcelta S-1 (Lu)	98-6-1a	dic-03	21,2	7,6	512	4,10	46,7	-176		Son aguas frías, ligeramente básicas, mineralización media, poco oxigenadas y reductoras
Fontcelta S-2 (Lu)	98-6-1b	dic-03	19,9	7,6	407	3,71	29,0	-144		
Agua de Fontxesta (Lu)	98-2-1	dic-03	13,8	5,9	108	4,06	37,2	278		Agua fría, ácida, muy poco mineralizada, poco oxigenada y oxidante

Cuadro 2.14. MEDIDAS *IN SITU* DE PARÁMETROS INESTABLES

UNIDAD DE LUGO										
TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de medidas <i>in situ</i>	Tª AGUA (° C)	pH	C.E. (µS/cm)	O <sub>2</sub> dis. (mg/l)	O <sub>2</sub> dis. (%)	Eh (mV)	OBSERVACIONES	DISCUSIÓN RESULTADOS
<b>B. Lugo M. Central</b>	72-8-1a	oct-03	29,6	7,7	644		44,9	260	Se deducen unas concentraciones de O <sub>2</sub> disuelto de 4-3 ppm. Sin embargo, el valor de Eh contradice estos resultados	Son aguas termales, ligeramente básicas, mineralización notable, poco oxigenadas (manantial y pozo 3) o muy oxigenadas (pozos 2 y 4), y oxidantes
<b>B. Lugo, pozo 3</b>	72-8-1b	oct-03	42,6	7,8	698		37,3	278		
<b>B. Lugo, pozo 2</b>	72-8-1c	oct-03	42,0	7,6	791		136,0	260	Se deduce una concentración de O <sub>2</sub> disuelto de 13 ppm	
<b>B. Lugo, pozo 4</b>	72-8-1d	oct-03	26,9	7,8	591		143,0	260	Se deduce una concentración de O <sub>2</sub> disuelto de 14 ppm	
<b>B. Lugo, piscina</b>	72-8-1e	oct-03	40,6	7,5	664		28,8	271	Se deduce un valor de O <sub>2</sub> disuelto de 3 ppm. Sin embargo, el Eh contradice este dato	

Cuadro 2.15. MEDIDAS <i>IN SITU</i> DE PARÁMETROS INESTABLES										
UNIDAD DEL DOMINIO DEL MANTO DE MONDOÑEDO										
TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de medidas <i>in situ</i>	Tª AGUA (° C)	pH	C.E. (µS/cm)	O <sub>2</sub> dis. (mg/l)	O <sub>2</sub> dis. (%)	Eh (mV)	OBSERVACIONES	DISCUSIÓN RESULTADOS
Charca do Alligal (Lu) ☼	47-2-1	21/04/2006	19,4	8,0	260	0,33	3,8			Son aguas frías, ligeramente básicas, poco mineralizadas y poco oxigenadas.
Fontoira-1 (Lu)	47-8-1a	dic-03	14,5	6,7	360	4,26	41,7	225		Aguas frías, neutras, poco mineralizadas, poco oxigenadas y oxidantes
Fontoira-2 (Lu)	47-8-1b	dic-03	14,2	7,4	322	3,82	38,1	213		
Agua de Fontoira (Lu)	47-8-1c	dic-03	13,5	7,3	288	3,65	34,6	221		

Cuadro 2.16. MEDIDAS <i>IN SITU</i> DE PARÁMETROS INESTABLES										
UNIDAD DEL DOMINIO DE O COUREL-TRUCHAS										
TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de medidas <i>in situ</i>	Tª AGUA (° C)	pH	C.E. (µS/cm)	O <sub>2</sub> dis. (mg/l)	O <sub>2</sub> dis. (%)	Eh (mV)	OBSERVACIONES	DISCUSIÓN RESULTADOS
Fonte Muíño (Lu) ☼	125-7-1	23/03/2006	7,8	7,3	140	8,30	7,9			Aguas frías, con pH de débilmente ácido a básico, muy poco mineralizadas y poco oxigenadas
Balneario de Incio (Lu) ☼	156-3-1	07/03/2006	11,9	6,6	182					
Magnesitas de Rubián (Lu) ☼	124-5-1	14/03/2006	15,3	8,5	268	0,71	7,5			

Cuadro 2.17. MEDIDAS *IN SITU* DE PARÁMETROS INESTABLES

UNIDADES DE PANTÓN										
TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de medidas <i>in situ</i>	Tª AGUA (° C)	pH	C.E. (µS/cm)	O <sub>2</sub> dis. (mg/l)	O <sub>2</sub> dis. (%)	Eh (mV)	OBSERVACIONES	DISCUSIÓN RESULTADOS
B. Augas Santas (B. Nuevo de Pantón) (Lu) ☼	155-7-1	08/03/2006	17,8	8,9	690	0,75	7,2			Aguas frías, básicas, mineralización notable
Augas Santas (fuente) (Lu) ☼	155-7-2	08/03/2006	19,8	7,2	347	0,22	3,0			

Cuadro 2.18. MEDIDAS *IN SITU* DE PARÁMETROS INESTABLES

UNIDAD DE BEMBIBRE										
TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de medidas <i>in situ</i>	Tª AGUA (° C)	pH	C.E. (µS/cm)	O <sub>2</sub> dis. (mg/l)	O <sub>2</sub> dis. (%)	Eh (mV)	OBSERVACIONES	DISCUSIÓN RESULTADOS
Balneario de Bembibre (Or) ☼	266-1-1	16/01/2006	16,0	7,9	929	10,00	8,0			Agua fría, ligeramente básica, mineraliza, muy oxigenada y oxidante

Cuadro 2.19. MEDIDAS *IN SITU* DE PARÁMETROS INESTABLES

UNIDAD DE AGOLADA										
TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de medidas <i>in situ</i>	Tª AGUA (° C)	pH	C.E. (µS/cm)	O <sub>2</sub> dis. (mg/l)	O <sub>2</sub> dis. (%)	Eh (mV)	NOTAS	DISCUSIÓN RESULTADOS
Fonte Deza (Cántaras) (Po) ☼	122-2-1	15/03/2006	12,5	5,3	70,2	0,12	1,4			Agua de características similares al agua de lluvia: ácida y muy poco mineralizada



## **8. ANEJO 2: RESULTADOS ANALÍTICOS DE LABORATORIO**

CUADRO 3. RESULTADOS DE ANÁLISIS GEOQUÍMICO Y CLASIFICACIÓN HIDROQUÍMICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA

	TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de análisis	pH	C.E. (µS/cm)	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	SiO <sub>2</sub>	B	F <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	FACIES HQ
						mg/l														µg/l	
UNIDAD DE ARTEIXO	B. Arteixo 1 (La Coruña)	45-1-1a	sep-03	7,8	3503	590	30	43	2	1010	29	106	0	3,0	<0,05	<0,05	64	1199	8,0	4,0	Cl(F)-Na (B)
	B. Arteixo 2 (La Coruña)	45-1-1b	sep-03	7,7	3563	601	30	74	1	1050	29	112	0	3,0	<0,05	0,20	65	1207	9,0	4,0	Cl(F)-Na (B)
U. DE GUITIRIZ	B. Guitiriz (Lugo)	46-8-1		9,5	354	83	0,83	2,3	0,094	29,3	15,3	74	<1	<0,10	<0,10	1,01	20			66,0	(S)HCO <sub>3</sub> -Na
UNIDAD BEO-CARBALLO	Baños Vellos de Carballo, fuente (C)	44-6-1a	sep-03	8,7	619	141	3	2	1	104	46	136	13	<0,5	<0,05	1,20	68	956	25,0	29,0	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
	Baños Vellos de Carballo, manantial (C)	44-6-1b	sep-03	9,1	627	144	4	1	1	57	75	117	32	<0,5	<0,05	1,22	67	983	25,0	36,0	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
UNIDAD DEPRESIÓN MERIDIANA	Do Tremo-B. Nosa. Sra. dos Anxeles (C)	94-7-1	sep-03	8,4	343	96	<1	2	1	36	36	138	3,6	<0,5	<0,05	0,44	29	298	11,0	16,0	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
	Agua Sana M-1 (Po)	261-6-1	mar-04	6,7	42	6	<1	1	2	9	3	7	0	2,0	<0,05	<0,05	7	100	<0,5	1,4	ClNa
	B. Brea, pozo patio (Po)	121-4-1	nov-03	7,3	486	85	11	14	4	45	94	85	0	5,0	0,96	0,14	58	571	9,0	ND	SO <sub>4</sub> (F)-Na(B)
	B. Brea, fuente termal (Po)	121-4-2a	nov-03	8,0	579	112	7	5	3	64	31	207	0	<0,5	<0,05	2,00	106	1659	23,0	28,0	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
	Baños Brea, sondeo nº 5 (Po)	121-4-2b	nov-03	8,0	573	112	7	4	2	55	31	188	0	<0,5	<0,05	2,00	105	1341	24,0	44,0	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
	San Xines (Po)	152-2-1	mar-04	5,9	115	11	<1	2	5	15	6	11	0	14,0	<0,05	<0,05	8	93	<0,5	1,4	ClNa
	B. Cuntis, pozo huerta (Po)	152-4-1a	nov-03	8,9	440	104	3	2	1	57	48	76	22	<0,5	<0,05	0,45	95	887	21,0	37,0	(S)HCO <sub>3</sub> Cl(F)-Na (B)

CUADRO 3. (cont.) RESULTADOS DE ANÁLISIS GEOQUÍMICO Y CLASIFICACIÓN HIDROQUÍMICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA

TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de análisis	pH	C.E. (µS/cm)	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	SiO <sub>2</sub>	B	F <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	FACIES HQ
					mg/l													µg/l	mg/l	
B. Cuntis manantial Hera Nueva (Po)	152-4-1b	nov-03	8,7	456	104	3	2	1	57	45	45	94	<0,5	<0,05	0,35	89	848	20,0	26,0	(S)HCO <sub>3</sub> Cl(F)-Na (B)
B. Cuntis manantial Calle Real (Po)	152-4-1c	nov-03	8,7	443	106	3	2	1	59	45	61	31	<0,5	<0,05	0,50	95	979	22,0	36,0	(S)HCO <sub>3</sub> Cl(F)-Na (B)
Caldelas de Tuy, manantial Maricruz (Po)	261-8-1a	nov-03	8,4	1019	226	10	11	1	281	37	98	5	<0,5	<0,05	0,71	99	538	14,0	26,0	SClF-Na (B)
B. Caldelas de Tuy, sondeo S. Antonio (Po)	261-8-1b	nov-03	8,3	1013	224	10	10	1	286	36	99	4	<0,5	<0,05	0,75	99	559	14,0	11,0	SClF-Na (B)
B. Caldelas de Tuy, S. Francisco (Po)	261-8-1c	nov-03	8,3	1024	226	10	11	4	285	38	108	4	<0,5	<0,05	0,76	103	493	14,0	12,0	SClF-Na (B)
B. Mondariz Sabajanes (Po)	224-5-2	nov-03	8,4	420	106	3	3	1	26	11	209	7	1,0	<0,05	0,06	49	305	8,0	14,0	SHCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
B. Mondariz A. Morales (Po)	224-5-3a	nov-03	6,6	2354	238	22	152	81	51	14	1341	0	<0,5	<0,05	<0,05	86	546	2,0	ND	HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
B. Mondariz F. Gandara (Po)	224-5-3b	nov-03	6,5	1657	266	30	59	40	92	12	980	0	<0,5	<0,05	0,30	53	811	2,0	ND	HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
B. Mondariz F. Troncoso (Po)	224-5-3c	nov-03	6,6	3064	530	34	66	47	128	17	1710	0	<0,5	<0,05	<0,05	56	1241	3,0	ND	HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
B. Acuña, Fte. Ojos (Po)	152-3-1a	sep-03	8,0	1027	243	7	5	1	269	19	152	0	3,0	<0,05	<0,05	53	408	21,0	3,0	(S)Cl(F)-Na (B)
B. Acuña (Po)	152-3-1b	sep-03	8,2	939	232	6	4	1	233	25	174	1,2	<0,5	<0,05	0,54	60	469	25,0	7,0	(S)Cl(F)-Na (B)
B. Dávila (Po)	152-3-2	sep-03	8,2	1014	247	7	4	1	268	17	164	1,2	1,0	<0,05	0,48	58	399	17,0	5,0	(S)Cl(F)-Na (B)

CUADRO 3. (cont.) RESULTADOS DE ANÁLISIS GEOQUÍMICO Y CLASIFICACIÓN HIDROQUÍMICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA

	TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de análisis	pH	C.E. (µS/cm)	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	SiO <sub>2</sub>	B	F <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	FACIES HQ		
						mg/l														µg/l		mg/l	
UNIDAD DEPRESIÓN MERIDIANA	B. La Toja P. Patio Caliente (Po)	185-1-1a	nov-03	6,7	56693	11100	1200	1200	134	19200	572	209	0	<0,5	<0,05	ND	88	5262	4,0	9,0	Cl(F)-Na (B)		
	B. La Toja P. Patio Frío (Po)	185-1-1b	nov-03	6,6	52853	10500	1150	1190	113	18300	668	256	0	2,0	3,00	ND	84	5478	4,0	10,0	Cl(F)-Na (B)		
	B. La Toja P. Paseo del Mar (Po)	185-1-1c	nov-03	6,6	55053	10250	1200	1193	128	18600	764	239	0	<0,5	<0,05	ND	89	5806	3,0	9,0	Cl(F)-Na (B)		
	B. La Toja Pozo Capilla (Po)	185-1-1d	nov-03	6,6	54573	10250	1200	1184	126	18400	672	263	0	1,0	<0,05	ND	88	5804	3,0	11,0	Cl(F)-Na (B)		
	B. La Toja Sotano Frío (Po)	185-1-1e	nov-03	6,5	49973	10200	1200	1180	126	17900	728	268	0	4,0	1,10	ND	85	5650	3,0	ND	Cl(F)-Na (B)		
	B. La Toja Sotano Caliente (Po)	185-1-1f	nov-03	6,9	53053	10200	1250	1194	128	18000	732	202	0	3,0	0,23	ND	85	5686	3,0	ND	Cl(F)-Na (B)		
UNIDAD O CARBALLIÑO-BERÁN	B. Partovia, Fte. Interior (Or)	187-6-1a	jun-03	8,8	201	46	<1	3	2	15	28	64	8	<0,5	<0,05	0,18	39	135	4,0	10,0	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)		
	B. Partovia, Fte. Prado (Or)	187-6-1b	jun-03	8,9	202	46	<1	5	1	15	28	60	10	<0,5	<0,05	0,19	38	133	4,0	4,0	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)		
	B. Partovia, Fte. Los Baños (Or)	187-6-1c	jun-03	8,8	202	46	<1	4	1	17	26	63	8	<0,5	<0,05	0,24	38	137	4,0	13,0	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)		
	B. O Carbañino (OR)	187-2-1	jun-03	9,0	267	56	1	1	1	32	24	59	19	<0,5	<0,05	0,98	56	412	10,0	20,0	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)		
	Balneario de Berán (Or) ☼	187-5-1	jun-06	8,1	244	49	<1	5	1	13	16	102	0	<0,5	<0,05	0,28	47	169	6,7	0,0	HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)		

CUADRO 3. (cont.) RESULTADOS DE ANÁLISIS GEOQUÍMICO Y CLASIFICACIÓN HIDROQUÍMICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA

	TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de análisis	pH	C.E. (µS/cm)	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	SiO <sub>2</sub>	B	F <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	FACIES HQ
						mg/l														µg/l	
U. RIBADABIA-TABOADA	Balneario de Mouriscados (Lu) ☼	123-1-1	jun-06	9,5	241	48	<1	4	2	11	41	33	24	<0,5	<0,05	0,28	33	118	10,1	0,0	HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
U. AVIA-ARNOIA	Caldas de Brués (Or) ☼	187-1-1	jun-06	8,1	215	42	<1	3	2	8	21	85	0	<0,5	<0,05	0,48	36	134	4,5	0,0	HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
U. RIBADABIA-CORTEGADA	Balneario de Cortegada (Baños do Monte) (Or) ☼	225-5-1	jun-06	9,2	495	116	3	3	1	53	18	167	23	<0,5	<0,05	4,24	63	666	17,2	0,0	HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
	B. Arnoia Vila Termal, pozo P-4 (Or)	225-1-1a	jun-03	7,7	263	46	<1	18	1	23	28	105	0	<0,5	<0,05	0,34	28	311	13,0	16,0	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
	B. Arnoia Vila Termal, poz 1-B (Or)	225-1-1b	jun-03	8,7	370	91	2,1	5	1	45	35	124	11	<0,5	<0,05	1,13	65	671	24,0	28,0	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
UNIDAD OURENSE-RIBADABIA	La Moderna (Xardín das Burgas) (Or) ☼	187-8-1	jun-06	7,8	836	232	10	8	1	21	10	582	0	<0,5	<0,05	0,98	80	436	9,0	0,0	HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
	B. Laias, nº 38 (Orense)	225-2-1	jun-03	8,0	742	172	7	5	1	35	28	400	0	<0,5	<0,05	0,82	72	1011	16,0	11,0	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
	Outariz Alta (poza 1) (Or) ☼	187-8-2	jun-06	8,4	555	129	5	6	1	18	10	292	10	<0,5	<0,05	0,76	75	548	11,9	0,0	HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
	Outariz Alta (poza 2) (Or) ☼	187-8-3	jun-06	8,5	554	129	5	5	1	48	9	295	8	1,0	<0,05	0,62	75	542	10,6	0,0	HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
	Outariz Baja (Or) ☼	187-8-4	jun-06	8,5	570	132	5	4	1	19	14	292	10	1,0	<0,05	0,56	76	649	8,9	0,0	HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)

CUADRO 3. (cont.) RESULTADOS DE ANÁLISIS GEOQUÍMICO Y CLASIFICACIÓN HIDROQUÍMICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA

	TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de análisis	pH	C.E. (µS/cm)	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	SiO <sub>2</sub>	B	F <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	FACIES HQ
						mg/l														µg/l	
U. BAÑOS DE MOLGAS- XUNQUEIRA DE AMBIA	B. Molgas, Fte. Caliente (Or)	226-7-1a	nov-03	7,8	971	250	11	10	1	22	7	636	0	<0,5	<0,05	0,85	66	1096	14,0	2190,0	(S)HCO <sub>3</sub> -Na (B)
	B. Molgas, Fte. La Charca (Or)	226-7-1b	mov-03	7,9	331	82	4	4	1	21	7	176	0	6,0	1,70	<0,05	28	303	3,0	2190,0	(S)HCO <sub>3</sub> -Na (B)
	B. Bañiño (Orense)	226-6-1	jun-03	7,6	962	276	8	12	3	22	29	684	0	<0,5	<0,05	0,28	58	492	11,0	2,0	(S)HCO <sub>3</sub> (F),Na (B)
U. RÍOS CALDO-LIMIA	Bañeario de Lobios (Or) ☼	301-5-1	jun-06	9,1	315	83	4	3	1	12	22	146	17	<0,5	<0,05	0,08	110	102	11,5	0,0	HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
	Baños de Bande (Or) ☼	301-3-1	jun-06	7,5	794	219	10	10	1	14	10	568	0	<0,5	<0,05	0,57	67	228	9,4	0,0	HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
U. SARRIA- CÉLTIGOS	Fontecelta S-1 (Lu)	98-6-1a	ene-04	7,5	469	96	3	18	4	34	10	347	0	<0,5	<0,05	0,23	40	860	14,0	11,0	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
	Fontecelta S-2 (Lu)	98-6-1b	ene-04	7,6	359	58	3	14	3	26	7	170	0	<0,5	<0,05	0,17	36	286	10,0	6,0	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
	Agua de Fontxesta (Lu)	98-2-1	ene-04	6,7	85	11	<1	8	2	9	3	42	0	4,0	<0,05	<0,05	23	<50	0,2	1,0	HCO <sub>3</sub> CaNa
U. LUGO	B. Lugo M. Central	72-8-1a	sep-03	7,9	583	130	5	4	1	52	68	175	0	<0,5	<0,05	0,24	80	1127	23,0	20,0	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
	B. Lugo, pozo 3	72-8-1b	sep-03	7,9	602	133	6	4	1	50	81	170	0	<0,5	<0,05	0,27	88	1394	25,0	27,0	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
	B. Lugo, pozo 2	72-8-1c	sep-03	7,9	608	133	6	4	1	51	75	181	0	<0,5	<0,05	0,28	90	1239	25,0	27,0	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
	B. Lugo, pozo 4	72-8-1d	sep-03		552	121	5	5	1	44	66	171	0	<0,5	<0,05	0,20	75	1044	21,0	25,0	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
	B. Lugo, piscina	72-8-1e	sep-03	8,0	582	135	6	5	1	47	78	186	0	<0,5	<0,05	0,22	75	1160	18,0	17,0	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)

CUADRO 3. (cont.) RESULTADOS DE ANÁLISIS GEOQUÍMICO Y CLASIFICACIÓN HIDROQUÍMICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA

TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de análisis	pH	C.E. (µS/cm)	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	SiO <sub>2</sub>	B	F <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	FACIES HQ
					mg/l												µg/l	mg/l		
Agua de Cabreiroá, sin gas - nº 1 (OR)	303-2-1a	mar-04	7,3	270	47	2	7	2	8	6	140	0	3,0	<0,05	<0,05	43	<50	1,2	1,8	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na
Agua de Cabreiroá, con gas - nº 2 (OR)	303-2-1b	mar-04	6,5	2275	485	54	17	15	28	10	1490	0	<0,5	<0,05	1,10	63	2252	5,2	1,8	(S)HCO <sub>3</sub> (F).Na (B)
Agua de Fontenova, manantial principal (OR)	303-2-2a	mar-04	6,7	2805	552	48	8	7	29	11	1610	0	<0,5	<0,05	3,40	62	3927	18,0	1,8	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
Agua de Fontenova, nº 2 (OR)	303-2-2b	mar-04	6,8	433	84	9	4	4	15	8	242	0	24,0	<0,05	0,35	18	536	1,7	1,4	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
Sousas manatial 1 (OR)	303-2-3a	mar-04	6,8	1745	408	30	13	8	25	8	1180	0	1,0	<0,05	2,20	64	2189	9,4	1,8	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
Sousas manatial 2 (OR)	303-2-3b	mar-04	7,1	1018	257	18	5	4	11	4	732	0	<0,5	<0,05	2,40	71	1534	10,9	1,4	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
Sousas nº II, sondeo 1 (OR)	303-2-3c	mar-04	6,6	138	32	2	1	1	5	6	75	0	3,0	<0,05	<0,05	56	<50	0,9	1,8	(S)HCO <sub>3</sub> -Na
Sousas nº II, sondeo 2 (OR)	303-2-3d	mar-04	7,3	476	110	7	4	6	9	3	322	0	2,0	<0,05	<0,05	63	456	2,7	1,8	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
Sousas nº II, sondeo 3 (OR)	303-2-3e	mar-04	7,3	229	48	3	2	2	7	3	130	0	2,0	<0,05	<0,05	58	123	1,2	1,8	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na(B)
Sousas nº II, sondeo 4 (OR)	303-2-3f	mar-04	7,2	49	10	<1	1	1	3	3	21	0	1,0	<0,05	<0,05	56	<50	0,4	1,8	(S)HCO <sub>3</sub> -Na

UNIDAD DEL RÍO TÁMEGA

CUADRO 3. (cont.) RESULTADOS DE ANÁLISIS GEOQUÍMICO Y CLASIFICACIÓN HIDROQUÍMICA DE LAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL DE GALICIA

	TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de análisis	pH	C.E. (µS/cm)	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	SiO <sub>2</sub>	B	F <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	FACIES HQ
						mg/l													µg/l	mg/l	
UNIDAD DEL DOMINIO DEL MANTO DE MONDOŃEDO	Charca do Alligal (Lu) ☼	47-2-1	jun-06	7,5	228	7	1	38	5	12	10	128	0	2,0	<0,05	<0,05	16	<50	<0,5	0,0	HCO <sub>3</sub> Ca
	Fontoira-1 (Lu)	47-8-1a	ene-04	7,2	322	16	1	46	9	17	5	169	0	24,0	<0,05	<0,05	23	<50	0,1	1,4	HCO <sub>3</sub> Ca
	Fontoira-2 (Lu)	47-8-1b	ene-04	7,3	290	12	1	44	8	14	5	157	0	20,0	<0,05	<0,05	20	<50	0,1	1,4	HCO <sub>3</sub> Ca
	Agua de Fontoira (Lu)	47-8-1c	ene-04	7,4	258	11	1	39	7	13	4	156	0	9,0	<0,05	<0,05	17	<50	0,2	2,2	HCO <sub>3</sub> Ca
U. DOMINIO DE O COUREL-TRUCHAS	Fonte Muño (Lu) ☼	125-7-1	jun-06	8,2	132	2	<1	22	4	2	20	66	0	2,0	<0,05	<0,05	6	<50	<0,5	0,0	HCO <sub>3</sub> Ca
	Balneario de Incio (Lu) ☼	156-3-1	jun-06	7,3	161	2	<1	26	5	5	36	60	0	<0,5	<0,05	0,10	6	<50	<0,5	0,0	HCO <sub>3</sub> Ca
	Magnesitas de Rubián (Lu) ☼	124-5-1	jun-06	7,7	242	10	1	20	14	5	3	133	0	7,0	<0,05	<0,05	11	<50	<0,5	0,0	HCO <sub>3</sub> CaMg
U. PANTÓN	Augas Santas (fuente) (Lu) ☼	155-7-2	jun-06	7,8	305	45	1	14	3	23	38	109	0	<0,5	<0,05	<b>0,59</b>	37	174	<b>3,7</b>	0,0	HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
	B. Augas Santas (B. Nuevo de Pantón) (Lu) ☼	155-7-1	jun-06	9,3	650	120	5	8	6	56	56	171	30	<0,5	0,09	<b>4,32</b>	35	<b>2309</b>	<b>18,4</b>	24,9	(S)HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
U. DE BEMBIBRE	Balneario de Bembibre (Or) ☼	266-1-1	jun-06	8,7	375	95	3	4	1	8	12	226	6	<0,5	<0,05	<b>1,56</b>	59	14,8	<b>15,6</b>	0,0	HCO <sub>3</sub> (F)-Na (B)
U. DE AGOLADA	Fonte Deza (Cántaras) (Po) ☼	122-2-1	jun-06	4,5	65	7	<1	3	3	9	8	10	0	6,0	<0,05	<0,05	4	<50	<0,5	0,0	mixta

Nota: en negrita se resaltan los datos que superan algún valor paramétrico del RD 140/2003; en sombreado, los requisitos indicados en el RD 1074/2002.



CUADRO 4. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MINORITARIOS Y SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN (SS) DE LAS NUEVAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL																					
TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de análisis	Cu	Zn	Fe	Mn	Cr	Cd	Pb	As	Se	Hg	Al	Co	Ba	Ag	Be	Ni	Sb	V	SS
			mg/l		µg/l																
Balneario de Berán (Or) ☀	187-5-1	jun-06	<0,05	<0,05	<20	<10	<2,5	<0,5	<5	44	<5	<0,5	<5	<0,2	0,5	<0,2	<2	<2	0,22	0,52	0,4
Balneario de Mouriscados (Lu) ☀	123-1-1	jun-06	<0,05	<0,05	<20	<10	<2,5	<0,5	<5	<5	<5	<0,5	16,3	0,37	0,5	<0,2	<2	3,0	1,04	1,09	1,3
Caldas de Brués (Or) ☀	187-1-1	jun-06	<0,05	<0,05	<20	25	<2,5	<0,5	<5	28	<5	<0,5	5,3	<0,2	0,9	<0,2	<2	<2	0,26	0,38	0,5
B. Cortegada (Or) ☀	225-5-1	jun-06	<0,05	<0,05	<20	<10	<2,5	<0,5	<5	<5	<5	<0,5	21,3	<0,2	0,8	<0,2	<2	<2	0,50	0,83	0,8
Outariz Alta (poza 1) (Or) ☀	187-8-2	jun-06	<0,05	<0,05	<20	22	<2,5	<0,5	<5	8	<5	<0,5	46,4	<0,2	2,7	<0,2	<2	<2	<0,2	0,88	0,4
Outariz Alta (poza 2) (Or) ☀	187-8-3	jun-06	<0,05	<0,05	<20	19	<2,5	<0,5	<5	9	<5	<0,5	9,7	<0,2	2,1	<0,2	<2	<2	<0,2	0,72	0,5
Outariz Baja (Or) ☀	187-8-4	jun-06	<0,05	<0,05	<20	25	<2,5	<0,5	<5	7	<5	<0,5	52,3	<0,2	3,2	<0,2	<2	<2	0,23	0,78	0,6
La Moderna (Or) ☀	187-8-1	jun-06	<0,05	<0,05	48	46	<2,5	<0,5	<5	12	<5	<0,5	11,8	<0,2	7,4	<0,2	<2	2,7	0,45	0,77	0,6
Charca do Alligal (Lu) ☀	47-2-1	jun-06	<0,05	<0,05	<20	<10	<2,5	<0,5	<5	<5	<5	<0,5	<10	0,64	83,0	<0,2	<2	<2	<0,2	1,51	2,8

CUADRO 4. (cont.) RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MINORITARIOS Y SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN (SS) DE LAS NUEVAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL																					
TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de análisis	Cu	Zn	Fe	Mn	Cr	Cd	Pb	As	Se	Hg	Al	Co	Ba	Ag	Be	Ni	Sb	V	SS
			mg/l		µg/l																
Baños de Bande (Or) ☀	301-3-1	jun-06	<0,05	<0,05	<20	18	<2,5	<0,5	<5	<5	<5	<0,5	9,3	<0,2	15,3	<0,2	<2	<2	<0,2	0,54	0,3
B. de Lobios (Or) ☀	301-5-1	jun-06	<0,05	<0,05	<20	<10	<2,5	<0,5	<5	30	<5	<0,5	22,4	<0,2	0,9	<0,2	<2	<2	<0,2	1,18	0,5
Fonte Muño (Lu) ☀	125-7-1	jun-06	<0,05	<0,05	<20	<10	<2,5	<0,5	<5	<5	<5	<0,5	11,2	0,54	2,5	<0,2	<2	5,7	<0,2	0,76	0,5
Balneario de Incio (Lu) ☀	156-3-1	jun-06	<0,05	<0,05	5,5	239	<2,5	<0,5	<5	<5	<5	<0,5	28,5	1,29	0,2	<0,2	<2	2,9	<0,2	0,77	13,0
Magnesitas de Rubián (Lu) ☀	124-5-1	jun-06	<0,05	<0,05	<20	<10	<2,5	<0,5	<5	<5	<5	<0,5	<10	0,51	10,7	<0,2	<2	<2	0,20	1,33	1,0
Augas Santas (fuente) (Lu) ☀	155-7-2	jun-06	<0,05	<0,05	<20	164	<2,5	<0,5	<5	<5	<5	<0,5	<10	0,49	3,5	<0,2	4,40	<2	<0,2	1,51	0,8
B. Augas Santas (Lu) ☀	155-7-1	jun-06	<0,05	<0,05	<20	<10	<2,5	<0,5	<5	<5	<5	<0,5	82,0	0,52	26,7	<0,2	5,66	5,5	3,11	3,92	1,7
B. Bembibre (Or) ☀	266-1-1	jun-06	<0,05	<0,05	<20	20	<2,5	<0,5	<5	18	<5	<0,5	14,8	<0,2	1,5	<0,2	<2	<2	0,54	0,52	1,2
Fonte Deza (Cántaras) (Po) ☀	122-2-1	jun-06	<0,05	<0,05	<20	237	<2,5	3,4	<5	<5	<5	<0,5	155,0	1,02	7,0	<0,2	<2	<2	0,21	1,04	0,7

Nota: en negrita se resaltan los datos que superan algún valor paramétrico del RD 140/2003; en sombreado, los requisitos indicados en el RD 1074/2002.

CUADRO 5. OTROS ANÁLISIS QUÍMICOS DE LABORATORIO INDICADORES DE CONTAMINACIÓN EN LAS NUEVAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL														
TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de análisis	bromatos (BrO <sub>3</sub> )	fosfatos (PO <sub>4</sub> )	Detergentes	CN	Residuo seco (180° C)	oxidabilidad al MnO <sub>4</sub> K	fenoles	CO <sub>2</sub> libre	color	turbidez	Radio-actividad α total	Radio-actividad β total
			mg/l										Bq/l	
Balneario de Berán (Or) ☀	187-5-1	jun-06	<0,01	<0,03	<0,05	<0,01	166	0,5	<0,005	1,1	<5	<1	0,098±0,017	0,200±0,022
Balneario de Mouriscados (Lu) ☀	123-1-1	jun-06	<0,01	<0,03	<0,05	<0,01	170	0,6	<0,005	1,1	<5	<1	<0,012	0,031±0,013
Caldas de Brués (Or) ☀	187-1-1	jun-06	<0,01	<0,03	<0,05	<0,01	154	< 0,5	<0,005	2,2	<5	<1	0,017±0,009	0,062±0,015
B. Cortegada (Baños do Monte) (Or) ☀	225-5-1	jun-06	<0,01	<0,03	<0,05	<0,01	360	12,6	<0,005	< 1,1	<5	<1	<0,022	0,090±0,026
Outariz Alta (poza 1) (Or) ☀	187-8-2	jun-06	<0,01	<0,03	<0,05	<0,01	402	0,5	<0,005	< 1,1	<5	<1	0,021±0,020	0,181±0,041
Outariz Alta (poza 2) (Or) ☀	187-8-3	jun-06	<0,01	<0,03	<0,05	<0,01	410	< 0,5	<0,005	< 1,1	<5	<1	0,078±0,028	0,154±0,032
Outariz Baja (Or) ☀	187-8-4	jun-06	<0,01	<0,03	<0,05	<0,01	409	0,5	<0,005	< 1,1	<5	<1	<0,037	0,159±0,034
La Moderna (Xardín das Burgas) (Or) ☀	187-8-1	jun-06	<0,01	<0,03	<0,05	<0,01	606	0,5	<0,005	20,9	<5	<1	0,129±0,039	0,479±0,060
Charca do Alligal (Lu) ☀	47-2-1	jun-06	<0,01	<0,03	<0,05	<0,01	146	0,5	<0,005	2,2	<5	<1	0,007±0,006	0,044±0,014

CUADRO 5. (cont.) OTROS ANÁLISIS QUÍMICOS DE LABORATORIO INDICADORES DE CONTAMINACIÓN EN LAS NUEVAS MUESTRAS DE AGUA MINERAL															
TOPÓNIMO	Nº Ref.	fecha de análisis	bromatos (BrO <sub>3</sub> )	fosfatos (PO <sub>4</sub> )	Detergentes	CN	Residuo seco (180° C)	oxidabilidad al MnO <sub>4</sub> K	fenoles	CO <sub>2</sub> libre	color	turbidez	Radioactividad α total	Radioactividad β total	
			mg/l											Bq/l	
Baños de Bande (Or) ☼	301-3-1	jun-06	<0,01	<0,03	<0,05	<0,01	568	0,5	<0,005	42,9	<5	<1	0,046±0,030	0,329±0,050	
Balneario de Lobios (Or) ☼	301-5-1	jun-06	<0,01	<0,03	<0,05	<0,01	228	< 0,5	<0,005	< 1,1	<5	<1	<0,017	0,133±0,019	
Balneario de Incio (Lu) ☼	156-3-1	jun-06	<0,01	<0,03	<0,05	<0,01	106	0,7	<0,005	23,1	<b>276</b>	38,6	0,006±0,005	<0,019	
Magnesitas de Rubián (Lu) ☼	124-5-1	jun-06	<0,01	0,07	<0,05	<0,01	148	0,5	<0,005	2,2	<5	<1	<0,016	0,070±0,015	
Fonte Muíño (Lu) ☼	125-7-1	jun-06	<0,01	<0,03	<0,05	<0,01	87	0,5	<0,005	1,1	<5	<1	<0,006	0,017±0,012	
Augas Santas (fuente) (Lu) ☼	155-7-2	jun-06	<0,01	<0,03	<0,05	<0,01	205	0,6	<0,005	8,8	<5	<1	0,060±0,018	0,107±0,024	
B. Augas Santas (B. Nuevo de Pantón) (Lu) ☼	155-7-1	jun-06	<0,01	0,06	<0,05	<0,01	454	0,8	<0,005	1,1	10	7,59	0,027±0,022	0,198±0,038	
Balneario de Bembibre (Or) ☼	266-1-1	jun-06	<0,01	<0,03	<0,05	<0,01	272	0,5	<0,005	< 1,1	<5	<1	0,056±0,022	0,206±0,031	
Fonte Deza (Cántaras) (Po) ☼	122-2-1	jun-06	<0,01	<0,03	<0,05	<0,01	44	0,9	<0,005	51,7	<5	<1	<b>0,114±0,006</b>	0,438±0,024	

Nota: en negrita se resaltan los datos que superan algún valor paramétrico del RD 140/2003; en sombreado, los requisitos indicados en el RD 1074/2002.