



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
Departamento de Métodos Matemáticos y de Representación

TESIS DOCTORAL

APLICACIONES GIS A LA HIDROGEOLOGÍA: BALNEARIOS DE GALICIA

Noviembre, 2014

Autor:

ÁNGEL ANTONIO RUIZ PICO

Directores:

Dr. Ricardo Juncosa Rivera
Profesor Titular de
Ingeniería del Terreno

Dr. Juan Pedro Rigol Sánchez
Profesor Titular de
Geodinámica Externa

A Ángel Luis, mi hijo,
mi alegría, mi vida

A Antonio y Manoli, mis padres,
mi inspiración, mi referencia

A Mapi, Alba y Nerea, mis tatas
mi energía, mi sosiego

“Carpe diem, quam minimum credula postero”
(Horacio. Odas, I, 11)

“Aprovecha el día, no confíes en el mañana”

***“Un hombre feliz está demasiado satisfecho con el presente
como para obsesionarse demasiado con el futuro”***
(Albert Einstein)

Índice

AGRADECIMIENTOS	9
RESUMEN	10
SUMMARY	11
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	12
1.1. PRESENTACIÓN	12
1.2. REVISIÓN DEL ESTADO DE CONOCIMIENTO	14
1.3. OBJETIVOS	15
1.4. ORGANIZACIÓN Y CONTENIDO	17
CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN REGIONAL	24
2.1. DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE GALICIA	24
2.2. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE GALICIA	29
2.3. CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE GALICIA	34
2.3.1 Definición de las unidades hidrominerales	42
2.3.2 Caracterización de las masas de agua	44
2.4. CARACTERIZACIÓN HIDROTERMAL DE GALICIA	54
CAPÍTULO 3. MARCO LEGISLATIVO DE LAS AGUAS MINERALES Y TERMALES EN GALICIA	65
3.1. DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS SEGÚN LA NORMATIVA ESPAÑOLA	65
3.2. LEGISLACIÓN AUTONÓMICA EN GALICIA	69
3.3. TRÁMITES PARA LA SOLICITUD DE DECLARACIÓN DE AGUA MINEROMEDICINAL DE UN MANANTIAL DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL TERRITORIO ESPAÑOL	69
3.4. CONSECUENCIAS LEGALES DE LA DECLARACIÓN DE UN AGUA COMO MINERAL O TERMAL:	72
3.5. TRÁMITES PARA LA SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO	73
3.6. CRITERIOS SEGUIDOS PARA LA EMISIÓN DE LOS INFORMES DE SANIDAD	73

3.7. CONDICIONES DE PUESTA EN EXPLOTACIÓN	76
---	----

3.8. CADUCIDADES DE AUTORIZACIÓN O CONCESIÓN DE APROVECHAMIENTOS.	77
---	----

CAPÍTULO 4. MODELO GIS PARA LA GESTIÓN DE LAS AGUAS MINERALES Y TERMALES EN GALICIA.

4.1. CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO DE UN MODELO GIS	78
---	----

4.2. DESCRIPCIÓN DEL MODELO GIS “BALNEARIOS”	80
--	----

4.2.1 Pasos en el diseño de la base de datos “Balnearios” para tratamiento en GIS	80
---	----

4.2.2 Análisis de la información	82
----------------------------------	----

4.2.3 Análisis de los datos. Detección de errores	96
---	----

4.2.4 Componentes de la base de datos “Balnearios”	125
--	-----

4.2.5 Estructura de la base de datos. Diseño de las tablas	128
--	-----

4.2.6 Estructura de los campos de la base de datos. Tipo de datos	131
---	-----

4.2.7 Entrada de datos. Actualización de la base de datos	138
---	-----

4.2.8 Tratamiento de los datos	139
--------------------------------	-----

4.2.9 Salida de datos	140
-----------------------	-----

CAPÍTULO 5. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

5.1. INTRODUCCIÓN	143
-------------------	-----

5.2. ANÁLISIS ALFANUMÉRICO: TABLAS	143
------------------------------------	-----

5.2.1 Consultas simples	144
-------------------------	-----

5.2.2 Consultas combinadas	145
----------------------------	-----

5.2.3 Tablas resumen	146
----------------------	-----

5.2.4 Representación de la información. Mapas 1	146
---	-----

5.2.5 Representación de la información. Mapas 2	146
---	-----

5.2.6 Representación de la información. Diagramas de Stiff, Piper y Schoeller	146
---	-----

CAPÍTULO 6. ESTUDIO Y ANÁLISIS HIDROGEOTERMAL DE LA INFORMACIÓN

6.1. RELACIÓN ENTRE LOS USOS TERAPÉUTICOS Y LA COMPOSICIÓN DE LAS AGUAS	148
---	-----

6.1.1 Acciones específicas de las aguas mineromedicinales dependiendo de su composición físico – química	148
--	-----

6.2. EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE IÓN SODIO EN EL ENTORNO DEL BALNEARIO DE A TOXA. MAPAS DE ISOCONCENTRACIÓN	254
6.2.1 Introducción	254
6.2.2 Mapas de isoconcentración de ion sodio en el entorno del balneario de A Toxa	260
6.2.2.1 Análisis de los datos utilizados	260
6.2.2.2 Análisis de resultados	265
6.2.2.3 Discusión	272
6.3. EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS IONES BICARBONATO, SULFURO, SODIO Y CLORURO DE LAS AGUAS DE LOS BALNEARIOS DE GALICIA. MAPAS DE ISOCONCENTRACIÓN	273
6.3.1 Mapas de isoconcentración de ion bicarbonato (mg/l) de las aguas de los balnearios de Galicia	273
6.3.1.1 Introducción	273
6.3.1.2 Análisis de los datos utilizados	273
6.3.1.3 Análisis de resultados	281
6.3.1.4 Discusión	294
6.3.2 Mapas de isoconcentración de ion sulfuro (mg/l) de las aguas de los balnearios de Galicia	296
6.3.2.1 Introducción	296
6.3.2.2 Análisis de los datos utilizados	296
6.3.2.3 Análisis de resultados	303
6.3.2.4 Discusión	314
6.3.3 Mapas de isoconcentración de ion sodio (mg/l) de las aguas de los balnearios de Galicia	316
6.3.3.1 Introducción	316
6.3.3.2 Análisis de los datos utilizados	316
6.3.3.3 Análisis de resultados	320
6.3.3.4 Discusión	332
6.3.4 Mapas de isoconcentración de ion cloruro (mg/l) de las aguas de los balnearios de Galicia	334

6.3.4.1	Introducción	334
6.3.4.2	Análisis de los datos utilizados	334
6.3.4.3	Análisis de resultados	338
6.3.4.4	Discusión	351
6.4.	EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN LAS AGUAS DE LOS BALNEARIOS DE GALICIA. MAPAS DE ISOTEMPERATURAS	353
6.4.1	Introducción	353
6.4.2	Mapas de isotemperaturas de las aguas de los balnearios de Galicia	353
6.4.2.1	Introducción	353
6.4.2.2	Análisis de los datos utilizados	353
6.4.2.3	Análisis de resultados	362
6.4.2.4	Discusión	376
6.4.3	Mapas de isotemperaturas de las aguas de manantiales de los balnearios de Galicia	378
6.4.3.1	Introducción	378
6.4.3.2	Análisis de los datos utilizados	378
6.4.3.3	Análisis de resultados	383
6.4.3.4	Discusión	395
6.4.4	Mapas de isotemperaturas de las aguas de pozos y pozos surgentes de los balnearios de Galicia	396
6.4.4.1	Introducción	396
6.4.4.2	Análisis de los datos utilizados	396
6.4.4.3	Análisis de resultados	401
6.4.4.4	Discusión	412
6.5.	RELACIÓN ENTRE LA TEMPERATURA Y LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS AGUAS DE LOS BALNEARIOS DE GALICIA. HIDROTERMALISMO	413
6.5.1	Introducción	413
6.5.2	Análisis de los datos utilizados	416
6.5.3	Análisis de resultados	466
6.5.4	Discusión	475
6.6.	RELACIÓN ENTRE LA FÁCIES HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS EN LOS ALUMBRAMIENTOS DE LOS BALNEARIOS DE GALICIA Y LA GEOLOGÍA. APROXIMACIÓN AL ESTABLECIMIENTO DE LOS DOMINIOS HIDROMINERALES DE GALICIA A PARTIR DE LAS FACIES HIDROQUÍMICAS	477

6.6.1	Introducción	477
6.6.2	Relación entre la facies hidroquímica de las aguas en los alumbramientos de los balnearios de Galicia y la geología	478
6.6.3	Aproximación al establecimiento de los dominios hidrominerales de Galicia. Análisis geoestadístico de los datos.	567
6.6.3.1	Análisis de resultados	573
6.6.3.2	Discusión	579
6.7.	BÚSQUEDA DE LA MEJOR LOCALIZACIÓN PARA LA PERFORACIÓN DE UNA CAPTACIÓN SEGÚN CRITERIOS ADMINISTRATIVOS. BALNEARIO DE MONDARIZ	580
6.7.1	Introducción	580
6.7.2	Análisis de los datos utilizados	580
6.7.3	Análisis de resultados	581
6.7.4	Discusión	582
<u>CAPÍTULO 7. DESCRIPCIÓN DEL VISOR “BALGAGIS”</u>		583
7.1.	INTRODUCCIÓN	583
7.2.	DESCRIPCIÓN DEL VISOR “BALGAGIS”	584
7.2.1	Descripción general	584
7.2.2	Visualización de la información gráfica	584
7.2.3	Información alfanumérica	596
7.3.	REQUISITOS Y CÓDIGO	608
7.3.1	Tecnología del visor	608
7.3.2	Descripción de las librerías empleadas	612
<u>CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES</u>		614
<u>CAPÍTULO 9. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN</u>		620
<u>REFERENCIAS</u>		623
<u>Índice de figuras</u>		631
<u>Índice de tablas</u>		661

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a mis padres y a mi hermana el tiempo y las atenciones que nos han dedicado a mi hijo y a mí durante la elaboración de esta tesis, en especial en este intenso último año de trabajo. Gracias a ellos he podido compatibilizar mi responsabilidad profesional con la dura labor investigadora que nos lleva a abstraernos de la cotidianidad descuidando las labores mundanas.

Mi gratitud al Dr. Jordi Delgado Martín, Catedrático del Departamento de Ingeniería y Morfología del Terreno de la Universidad de A Coruña. Me abrió los brazos y me acogió en su equipo. Su confianza en mí y su amistad han sido un revulsivo para que este proyecto se pudiera realizar con fondos privados limitados y a más de 600 kilómetros de distancia.

Mi agradecimiento a mis directores de tesis Dr. Ricardo Juncosa Rivera, Profesor Titular del Departamento de Ingeniería y Morfología del Terreno de la Universidad de A Coruña y al Dr. Juan Pedro Rigol Sánchez, Profesor Titular del Departamento de Biología y Geología de la Universidad de Almería no sólo por su dedicación, contribución y tiempo invertido en mi proyecto sino por su amistad. Nuestras conversaciones y comidas resolviendo el mundo...

Quiero también agradecer a la Dra. Rosa Meijide Faílde, Catedrática E.U. de Hidrología Médica de la Universidad de A Coruña su contribución a este trabajo. Su gran conocimiento de las aguas mineromedicinales en Galicia no sólo se centra en su labor académica y docente sino que se extiende a otros campos tanto jurídicos como del conocimiento técnico. En todo momento atendió a mis peticiones mostrando gran interés y resolución.

Gracias a la Dra. Ángela Vallejos Izquierdo, del Grupo de Investigación de Recursos Hídricos y Geología Ambiental y Profesora Titular del Departamento de Biología y Geología de la Universidad de Almería. Un correo electrónico fue suficiente para que pudiera realizar varias estancias en su grupo de investigación y conocer su metodología de trabajo. Con ello se abrió otra puerta al conocimiento y a las relaciones personales.

A Alberto Varela y a su equipo Cartolab. Su conocimiento y dedicación en el mundo de los visores hicieron posible que se pudiera resolver nuestros planteamientos.

A mi amiga Ana Vázquez. Trece años después volvemos a encontrarnos en el mundo universitario. Gracias por tu apoyo, amistad y disponibilidad.

Finalmente a GEOINCI® sin cuyos fondos no hubiera sido posible la realización de esta tesis.

RESUMEN

El término GIS (Geographic Information System) constituye una tecnología de manejo de información georreferenciada. Un GIS está formado por 3 elementos: (1) hardware, (2) software y (3) datos georreferenciados. El Sistema de Información Geográfica tiene 2 elementos diferenciadores: (1) la vertiente espacial y (2) la vertiente temática de los datos.

Los dos condicionantes principales para desarrollar un proyecto GIS son: (1) la disponibilidad de datos geográficos del territorio a estudiar y (2) la generación de datos temáticos contrastados y veraces.

Un GIS trabaja con 2 partes en el manejo de la información: (1) la cartografía y (2) las bases de datos. La capacidad de asociación de bases de datos, descripción espacial de objetos geográficos y relaciones entre los mismos diferencia a un sistema GIS de otros sistemas informáticos de gestión de información.

En este trabajo se ha elaborado un Sistema de Información Geográfica a partir de los datos recopilados en el proyecto “*informe científico-técnico sobre las aguas minero-medicinales de Galicia*” (Meijide et al, 2009). Además se han utilizado las capas de información geográficas y temáticas disponibles en el Servicio del Instituto de Estudios del Territorio de la Xunta de Galicia y el software ArcGIS de ESRI con sus herramientas estándar y específicas de uso hidrogeológico y geoestadístico.

Este trabajo se ha dividido en 2 partes: (1) una parte científico – técnica en la que se ha creado la base de datos “Balnearios” con la que se han analizado parámetros de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia relativos a la temperatura, concentración de iones, hidroquímica, usos terapéuticos de las aguas, dominios hidrominerales, etc y sus posibles relaciones con la geología, profundidad de alumbramiento, tipo de alumbramiento, etc. Se pretende sentar las bases de una nueva línea de investigación hidrogeológica basada en la aplicación y desarrollo de herramientas GIS y (2) una parte práctica que conlleva el desarrollo de un visor diseñado con unas especificaciones técnicas particulares en la que se incluye toda la información disponible en la base de datos “Balnearios” para algunos balnearios representativos. Adicionalmente se pretende ampliar esta aplicación a otros sectores de manera que constituya una herramienta de trabajo automática útil para la gestión de información y una conexión intuitiva y automática entre los distintos usuarios.

El proyecto ha sido financiado en su totalidad por GEOINCI[®], empresa dedicada a Servicios Científicos y Tecnológicos con sede social en Soria (España).

SUMMARY

The term GIS (Geographic Information System) is a geo-referenced information handling technology. A GIS consists of 3 elements: (1) hardware, (2) software and (3) georeferenced data. Geographic information system has 2 differentiating elements: (1) the spatial slope and (2) thematic data shed.

The two main conditions to develop a GIS project are: (1) the availability of geographic data of the territory to study and (2) the generation of thematic data contrasted and truthful.

GIS works with 2 parts in the management of information: (1) mapping and (2) data bases. Capacity of Association of databases, spatial description of geographical objects and relationships between them differs to a GIS system in other systems information management.

In this work it has developed a geographic information system based on data collected in the project "report scientific as augas minero-medicinal in Galicia" (Meijide et al, 2009). Layers of geographical and thematic information available in the service of Servicio del Instituto de Estudios del Territorio de la Xunta de Galicia and the software ArcGIS of ESRI with its standard and specific use hydrogeological and geostatistical tools have also been used.

his work has been divided into 2 parts: (1) a scientific part - a technique in which parameters were analyzed water births spas Galicia for temperature, ion concentration, hydrochemistry, therapeutic uses of water, hydro-domains, etc and know its possible relationship to geology, depth of delivery, type of delivery, etc. It is intended to lay the foundations for a new line of hydrogeological research based on the application and development of GIS tools and (2) a practical part involves the development of a viewer designed with particular technical specifications in which all information is included available in the database "spas" for some representative spas. Additionally it is intended to expand this application to other sectors so as to constitute a useful tool for automatic job management information and an intuitive and automatic connection between users.

The project has been funded entirely by GEOINCI[®], scientific services and technology company headquartered in Soria (Spain).

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. PRESENTACIÓN

Las administraciones públicas, organismos oficiales y empresas generan anualmente gran cantidad de datos. Cada expediente está constituido por numerosos estudios y proyectos que forman parte de la justificación de solicitudes y requerimientos de la administración. En muchas ocasiones la descoordinación conlleva la realización de servicios profesionales similares contratados por la administración o por empresas para caracterizar un mismo fenómeno natural o redactar un mismo proyecto. No existe una forma ordenada y lógica de compartir la documentación entre las diferentes administraciones locales, autonómicas y nacionales. En resumen: no existe una forma racional para: (1) archivar, (2) ordenar y (3) compartir la documentación.

Esta problemática supuso el punto de partida de este proyecto de tesis doctoral siendo uno de los objetivos de la investigación desarrollar una herramienta informática basada en GIS para consultar, gestionar y compartir los datos relativos a la hidrogeología de balnearios de la Comunidad Autónoma de Galicia. Por extensión, la herramienta desarrollada podrá ser aplicada para otros usos, con otros datos y para otras administraciones, organismos y empresas.

Se ha pretendido en el desarrollo de la aplicación GIS que sea intuitiva y de fácil manejo. Aunque parte de la información incluida en el GIS podrá ser eventualmente accesible y consultada por el público, la gestión de la base de datos será restringida y no será de dominio público ya que una de las características de la información será el riguroso filtro y fidelidad de los datos. La herramienta permitirá optimizar los recursos de la administración y de la empresa privada.

El estudio realizado en esta tesis doctoral consta de 2 partes:

(1) una parte científico – técnica que pretende sentar las bases de una nueva línea de investigación hidrogeológica basada en la aplicación y desarrollo de herramientas GIS en hidrotermalismo. El proyecto de investigación se inicia con la recopilación de toda la información de los alumbramientos de los balnearios de Galicia a partir del *“informe científico-técnico sobre las aguas minero-medicinales de Galicia”* (Meijide et al, 2009).

Se ha elaborado una base de datos constituida por 213 campos de información para cada uno de los 128 alumbramientos de los balnearios de Galicia. Inicialmente los datos y desarrollos serán de acceso restringido. No obstante, la información podrá compartirse con otros grupos de investigación y podrá ser editable por el usuario autorizado para el tratamiento individualizado de los datos.

En el desarrollo de la aplicación se ha establecido una metodología de trabajo basada en GIS. Para ello se han realizado exhaustivos tratamientos de la

información desde el punto de vista hidrogeológico e hidrotermal mediante la aplicación de las herramientas GIS.

Se han analizado las posibles relaciones entre los usos terapéuticos declarados por los balnearios de Galicia, las acciones médicamente probadas que las aguas ejercen en el organismo y la composición química de las mismas. Se han analizado las aguas: (1) sulfuradas, (2) sulfuradas cálcicas, (3) sulfatadas, (4) cloruradas sódicas, (5) bicarbonatadas y (6) ferruginosas.

Se ha analizado también la relación entre las facies hidroquímicas de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia y la geología.

Se propone una aproximación de los dominios hidrominerales de las aguas de Galicia a partir de las facies hidroquímicas mediante un tratamiento geoestadístico.

Se ha analizado la evolución de la concentración de los iones: (1) bicarbonato, (2) sulfuro, (3) sodio y (3) cloruro de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia mediante la realización de mapas de isoconcentraciones tras realizar un tratamiento geoestadístico de los datos. Asimismo se analiza el caso particular de evolución de ion sodio en el balneario de A Toxa.

Se han realizado mapas de isotemperaturas de las aguas de los balnearios de Galicia discriminando los diferentes tipos de alumbramiento: (1) todos los tipos de alumbramiento, (2) sólo los manantiales y (3) sólo los pozos y pozos surgentes.

Asimismo se ha analizado el fenómeno del hipertermalismo considerando aquellos alumbramientos cuyas temperaturas son mayores de 36.9°C. También se ha analizado la relación entre la temperatura de las aguas hipertermales, su composición química y la geología del entorno.

Por último, se ha analizado un caso práctico en el que se busca la mejor ubicación posible para la perforación de un sondeo para el balneario de Mondariz a partir de criterios de normativa vigente.

(2) Una aplicación práctica del modelo consistente en la creación de un visor multiparamétrico denominado “BALGAGIS” (GIS de los BALnearios de GALicia). Consiste en una herramienta informática intuitiva que permite: (1) localizar la situación geográfica de los balnearios de la Comunidad Autónoma de Galicia, (2) localizar la situación geográfica de los alumbramientos de agua que forman parte de los balnearios, (3) consultar y tratar información sobre las características de las aguas de los alumbramientos, (4) consultar y tratar otra información asociada a los alumbramientos en la interfaz, (5) caracterizar las aguas de los alumbramientos según su composición físico – química, etc.

Las funcionalidades de la aplicación son: (1) visualización geográfica y alfanumérica de elementos de interés, (2) visualización de y/o enlace con opción de descarga de información asociada de elementos como fotografías, documentos de texto (.pdf), gráficas, etc, (3) navegación ágil y fácil exploración de

la información de conjuntos de gran número de elementos, (4) representación gráfica de la situación geográfica (símbolos) y de los parámetros alfanuméricos de los elementos, variable en función de sus valores, (5) visualización panorámica (Google Street View) de la localización de elementos y (6) visualización de gráficos estadísticos referentes a parámetros importantes de carácter general.

El software utilizado para desarrollar este proyecto de tesis doctoral es ArcGIS versión 9.3. de ESRI. ArcGIS es una plataforma de información que permite crear, analizar, almacenar y difundir datos, modelos, mapas y planos en 3D, poniéndolos a disposición de todos los usuarios según las necesidades. En el desarrollo de este proyecto de tesis se han utilizado los módulos estándar del software y algunos específicos como Geostatistical Analyst Tools. El visor web ha sido realizado con HTML y JavaScript. Puede ser ejecutado directamente desde un navegador web. Como librería general de JavaScript se emplea jQuery; su ampliación jQuery UI para la interfaz de usuario; y Leaflet para la visualización geográfica.

1.2. REVISIÓN DEL ESTADO DE CONOCIMIENTO

El uso generalizado de herramientas GIS es relativamente reciente y ha ido acompañado del desarrollo propio del hardware. Se estima que R. F. Tomlinson realizó el primer tratamiento GIS de la información en Canadá en 1962. Se desarrolló el proyecto CGIS (Canadian GIS), una aplicación para la gestión forestal a escala mundial. Paralelamente da comienzo en el Reino Unido una unidad experimental de cartografía de información geográfica. Por otra parte, la Universidad de Harvard creó en 1964 el SYMAP (Symagraphic Mapping Technique), un conjunto de aplicaciones informáticas para dibujar mapas de isolíneas en una impresora superponiendo caracteres convencionales en la época.

En la década de los años 70 el software desarrollado con información geográfica se dirige hacia la automatización de trabajos cartográficos y producción de mapas. Todavía no se generaliza el manejo de la información espacial referenciada.

La expansión se produce durante la década de los años 80. Se inicia la comercialización de herramientas de diseño asistido por ordenador. Se consolida la programación personalizada de bases de datos y aparecen los primeros modelos que conjugan información y relaciones espaciales. Se generaliza el desarrollo de aplicaciones orientadas al análisis de la realidad, planificación y toma de decisiones.

A partir de este momento se observan las ventajas y versatilidad de los trabajos en entorno GIS. Se utilizan para cualquier disciplina en la que se combinen bases de datos e información geográfica: ingeniería civil, estudios medioambientales, estudios socioeconómicos y demográficos, planificación de líneas de

comunicación, ordenación del territorio, estudios geológicos y geofísicos, prospección y explotación de minas, estudios hidrogeológicos, etc.

En la década de los años 90 el uso de esta tecnología en los ámbitos tradicionales llega a su madurez y se expande a nuevos campos como los negocios. Esta tendencia viene acompañada por el desarrollo de la tecnología de Internet y el World Wide Web, así como la aparición de los sistemas distribuidos (DCOM, CORBA) y la tendencia hacia la unificación de formatos de intercambio de datos geográficos que conlleva la ampliación de una oferta proveedora (Open Gis) que suministra datos a un gran mercado final.

Desde la década de los años 60 se han desarrollado muchas herramientas de tratamiento hidrogeológico. Algunas de ellas se han implementado como herramientas propias en el entorno GIS. La versatilidad del software GIS y la accesibilidad de implementación de herramientas en el entorno permiten completar y enriquecer esta herramienta con aplicaciones comerciales: (1) El software HEC-RAS se ha integrado como herramienta para la estimación de avenidas en cursos de agua con todo su potencial y fácil manejo con la denominación HEC – GeoRAS, (2) se ha implementado un módulo de tratamiento geoestadístico de los datos con la denominación Geostatistical Analyst Tools (3) el software MOD-FLOW se ha implementado como herramienta GIS con la denominación MOD-FLOW Analyst Toolbar (4) un módulo de hidrología subterránea se ha incluido en el entorno GIS con la denominación Arc Hydro Groundwater Tools, etc. Existen también aplicaciones no comerciales que han sido implementadas en el entorno GIS como el módulo MELEF de tratamiento hidrogeológico en diferencias finitas implementado por el Grupo GEAMA (Universidad de A Coruña, España) a partir del código MELEF diseñado por el Dr. Francisco Padilla.

En el ámbito de la hidrogeología son varios los grupos de investigación a escala mundial que utilizan el entorno GIS como metodología generalizada en sus investigaciones. Destaca la Universidad de Texas en San Antonio (Estados Unidos) cuyas investigaciones en el ámbito de la hidrogeología se realizan en GIS desde hace años.

1.3. OBJETIVOS

Los objetivos planteados en esta tesis son los siguientes:

- (1) Desarrollo de una base de datos referenciada geográficamente con información unificada, ordenada y contrastada de los datos disponibles en los alumbramientos de los balnearios de Galicia
- (2) Contribución en el avance científico – técnico mediante el desarrollo de nuevos sistemas de investigación con la información hidrogeológica de los alumbramientos de los balnearios de Galicia y las herramientas GIS.

- (3) Desarrollo de aplicaciones y estimaciones científico - técnicas de cálculos que habitualmente se aplicaban con tratamientos tradicionales.
- (4) Aumento en el conocimiento hidrogeológico de las aguas de los alumbramientos de Galicia.
- (5) Determinación de la calidad de los datos existentes: detección de deficiencias, errores, incoherencias y ausencia de información.
- (6) Estudio de la definición de los perímetros de protección asociados a los alumbramientos de los balnearios de Galicia.
- (7) Desarrollo de tratamientos geoestadísticos de predicción que den a conocer el comportamiento de los fenómenos hidrotermales.
- (8) Desarrollo de tratamientos geoestadísticos de predicción que aproximen a la zonificación de los dominios hidrominerales de Galicia a partir de las facies hidroquímicas.
- (9) Establecimiento de las posibles relaciones entre los usos terapéuticos, las acciones médicas y la composición química de las aguas.
- (10) Establecimiento de la relación entre la facies hidroquímica de las aguas en los alumbramientos de los balnearios de Galicia y la geología.
- (11) Análisis de la evolución de la concentración de ion sodio en el entorno del balneario de A Toxa.
- (12) Análisis de la evolución de la concentración de los iones bicarbonato, sulfuro, sodio y cloruro de las aguas de los balnearios de Galicia a través de mapas de isoconcentración elaborados por métodos geoestadísticos.
- (13) Análisis de la evolución de la temperatura de las aguas de los balnearios de Galicia a través de mapas de isoterperaturas.
- (14) Establecimiento de la relación entre la temperatura y la composición química de las aguas de los balnearios de Galicia.
- (15) Análisis de un caso práctico de ubicación de una captación de aguas subterráneas para las instalaciones del balneario de Mondariz según criterios administrativos.
- (16) Desarrollo de una herramienta de análisis en hidrotermalismo: un visor intuitivo y potente para administración de la información, consulta de datos, toma de decisiones y gestión de la documentación.
- (17) Desarrollo de una nueva línea de investigación hidrogeológica basada en la tecnología GIS.

1.4. ORGANIZACIÓN Y CONTENIDO

El proyecto de tesis se ha dividido en los siguientes capítulos y epígrafes:

RESUMEN

En este epígrafe se revisa genéricamente el proyecto y se plantean las cuestiones prioritarias de la metodología GIS aplicada a la hidrogeología. Asimismo se presenta la empresa que ha financiado la investigación.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta el proyecto de investigación en toda su extensión. Se analiza el estado de conocimiento revisando cuáles son las líneas de investigación hidrogeológica nacionales e internacionales en la que se aplica tecnología GIS. Además se plantean los objetivos del proyecto de investigación. Los epígrafes que constituyen este capítulo son:

- 1.1. Presentación
- 1.2. Revisión del estado de conocimiento
- 1.3. Objetivos
- 1.4. Organización y contenido

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN REGIONAL

Se presenta una breve descripción de la división y estructura geográfica y política de Galicia. Asimismo se caracteriza la geología en función de los diferentes tipos de litologías y sus diferentes unidades geológicas. Se caracteriza el territorio desde el punto de vista hidrogeológico identificando las diferentes unidades hidrominerales, masas de agua, etc. Y finalmente se analiza el fenómeno del hidrotermalismo a partir de los estudios realizados hasta la fecha. Los epígrafes que constituyen este capítulo son:

- 2.1. Descripción geográfica de la comunidad autónoma de Galicia
- 2.2. Descripción geológica de la comunidad autónoma de Galicia
- 2.3. Caracterización hidrogeológica de la comunidad autónoma de Galicia
 - 2.3.1. Definición de las unidades hidrominerales
 - 2.3.2. Caracterización de las masas de agua
- 2.4. Caracterización hidrotermal de Galicia

CAPÍTULO 3. MARCO LEGISLATIVO DE LAS AGUAS MINERALES Y TERMALES EN GALICIA

En este capítulo se analizan las aguas mineromedicinales y termales desde el punto de vista de la legislación española y autonómica actual. Se describen brevemente los diferentes trámites para declarar un agua mineromedicinal, sistemática en la realización de analíticas, tramitación a seguir para obtener una concesión y puesta en explotación así como el régimen de caducidad. Los epígrafes de este capítulo son:

- 3.1. Definición, clasificación y características según la normativa española
- 3.2. Legislación autonómica en Galicia
- 3.3. Trámites para la solicitud de declaración de agua mineromedicinal de un manantial de agua subterránea en el territorio español
- 3.4. Consecuencias legales de la declaración de un agua como mineral o termal:
- 3.5. Trámites para la solicitud de autorización de aprovechamiento
- 3.6. Criterios seguidos para la emisión de los informes de sanidad
- 3.7. Condiciones de puesta en explotación
- 3.8. Caducidades de autorización o concesión de aprovechamientos.

CAPÍTULO 4. MODELO GIS PARA LA GESTIÓN DE LAS AGUAS MINERALES Y TERMALES EN GALICIA

En este capítulo se analiza en profundidad la sistemática a seguir para diseñar la base de datos que va a ser utilizada en tecnología GIS. Inicialmente se analiza la información disponible, desde la detección de errores hasta la ordenación de los datos de una forma lógica. Se analiza la estructura de la base de datos “Balnearios” elaborada para esta tesis doctoral a partir de la información de las Fichas de Calidad disponibles. Los epígrafes que constituyen este capítulo son:

- 4.1. Construcción y diseño de un modelo GIS
- 4.2. Descripción del modelo GIS “Balnearios”
 - 4.2.1. Pasos en el diseño de la base de datos “Balnearios” para tratamiento en GIS
 - 4.2.2. Análisis de la información
 - 4.2.3. Análisis de los datos. Detección de errores
 - 4.2.4. Componentes de la base de datos “Balnearios”
 - 4.2.5. Estructura de la base de datos. Diseño de las tablas

4.2.6. Estructura de los campos de la base de datos. Tipo de datos

4.2.7. Entrada de datos. Actualización de la base de datos

4.2.8. Tratamiento de los datos

4.2.9. Salida de datos

CAPÍTULO 5. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

En este epígrafe se trabaja con la base de datos “Balnearios” para obtener resultados a partir de consultas simples, combinadas, resúmenes, tablas, mapas, etc. Se obtiene el ANEJO 1 en el que se presentan los resultados de todos los análisis realizados con la información. Los epígrafes que constituyen este capítulo son:

5.1. Introducción

5.2. Análisis alfanumérico: tablas

5.2.1. Consultas simples

5.2.2. Consultas combinadas

5.2.3. Tablas resumen

5.2.4. Representación de la información. Mapas 1

5.2.5. Representación de la información. Diagramas de Stiff, Piper y Schoeller

CAPÍTULO 6. ESTUDIO Y ANÁLISIS HIDROGEOTERMAL DE LA INFORMACIÓN

Este capítulo es el más extenso ya que se realizan varios tratamientos geoestadísticos, vectoriales y booleanos a la información disponible. Se analiza la información referente a los usos terapéuticos de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia para comprobar si existe alguna relación entre las acciones médicas de las aguas mineromedicinales y los usos terapéuticos declarados por los balnearios en función de su composición química.

Por otra parte se analiza un caso particular de la evolución del ion sodio en el balneario de A Toxa en el entorno de los alumbramientos a través de un tratamiento geoestadístico de los datos.

Por extensión se analiza la evolución de los iones bicarbonato, sulfuro, sodio y cloruro en el territorio de Galicia a partir de la elaboración de mapas de isoconcentraciones realizados también a partir del análisis geoestadísticos de la información.

Se estudia también siguiendo tratamientos equivalentes a los anteriores la evolución de la temperatura en las aguas de los balnearios de Galicia desde 4

puntos de vista: (1) considerando todos los alumbramientos, (2) considerando los datos de temperatura de los manantiales, (3) considerando los pozos y pozos surgentes y (4) analizando el fenómeno del hipertermalismo de los alumbramientos.

Por otra parte se analiza la relación entre el fenómeno del hidrotermalismo y la composición química de las aguas de los balnearios de Galicia a partir de un análisis geoestadístico de los datos.

Se profundiza en la relación entre la facies hidroquímica de las aguas en los alumbramientos de los balnearios de Galicia y la geología con la finalidad de aportar una aproximación a los dominios hidrominerales de Galicia a partir de los datos de las facies hidroquímicas.

Finalmente se estudia un caso práctico en la que se pretende aportar zonas para la perforación de una captación para el balneario de Mondariz según criterios administrativos.

Los epígrafes que constituyen este capítulo son:

6.1. Relación entre los usos terapéuticos y la composición de las aguas

6.1.1. Acciones específicas de las aguas mineromedicinales dependiendo de su composición físico – química

6.2. Evolución de la concentración de ión sodio en el entorno del balneario de A Toxa. Mapas de isoconcentración

6.2.1. Introducción

6.2.2. Mapas de isoconcentración de ion sodio en el entorno del balneario de A Toxa

6.2.2.1. Análisis de los datos utilizados

6.2.2.2. Análisis de resultados

6.2.2.3. Discusión

6.3. Evolución de la concentración de los iones bicarbonato, sulfuro, sodio y cloruro de las aguas de los balnearios de Galicia. Mapas de isoconcentración

6.3.1. Mapas de isoconcentración de ion bicarbonato (mg/l) de las aguas de los balnearios de Galicia

6.3.1.1. Introducción

6.3.1.2. Análisis de los datos utilizados

6.3.1.3. Análisis de resultados

6.3.1.4. Discusión

6.3.2. Mapas de isoconcentración de ion sulfuro (mg/l) de las aguas de los balnearios de Galicia

6.3.2.1. Introducción

6.3.2.2. Análisis de los datos utilizados

6.3.2.3. Análisis de resultados

6.3.2.4. Discusión

6.3.3. Mapas de isoconcentración de ion sodio (mg/l) de las aguas de los balnearios de Galicia

6.3.3.1. Introducción

6.3.3.2. Análisis de los datos utilizados

6.3.3.3. Análisis de resultados

6.3.3.4. Discusión

6.3.4. Mapas de isoconcentración de ion cloruro (mg/l) de las aguas de los balnearios de Galicia

6.3.4.1. Introducción

6.3.4.2. Análisis de los datos utilizados

6.3.4.3. Análisis de resultados

6.3.4.4. Discusión

6.4. Evolución de la temperatura en las aguas de los balnearios de Galicia. Mapas de isotemperaturas

6.4.1. Introducción

6.4.2. Mapas de isotemperaturas de las aguas de los balnearios de Galicia

6.4.2.1. Introducción

6.4.2.2. Análisis de los datos utilizados

6.4.2.3. Análisis de resultados

6.4.2.4. Discusión

6.4.3. Mapas de isotemperaturas de las aguas de manantiales de los balnearios de Galicia

6.4.3.1. Introducción

6.4.3.2. Análisis de los datos utilizados

6.4.3.3. Análisis de resultados

6.4.3.4. Discusión

6.4.4. Mapas de isotemperaturas de las aguas de pozos y pozos surgentes de los balnearios de Galicia

6.4.4.1. Introducción

6.4.4.2. Análisis de los datos utilizados

6.4.4.3. Análisis de resultados

6.4.4.4. Discusión

6.5. Relación entre la temperatura y la composición química de las aguas de los balnearios de Galicia. Hidrotermalismo

6.5.1. Introducción

6.5.2. Análisis de los datos utilizados

6.5.3. Análisis de resultados

6.5.4. Discusión

6.6. Relación entre la facies hidroquímica de las aguas en los alumbramientos de los balnearios de Galicia y la geología. Aproximación al establecimiento de los dominios hidrominerales de Galicia a partir de las facies hidroquímicas

6.6.1. Introducción

6.6.2. Relación entre la facies hidroquímica de las aguas en los alumbramientos de los balnearios de Galicia y la geología

6.6.3. Aproximación al establecimiento de los dominios hidrominerales de Galicia. Análisis geoestadístico de los datos.

6.6.3.1. Análisis de resultados

6.6.3.2. Conclusiones

6.7. Búsqueda de la mejor localización para la perforación de una captación según criterios administrativos. Balneario de Mondariz

6.7.1. Introducción

6.7.2. Análisis de los datos utilizados

6.7.3. Análisis de resultados

6.7.4. Conclusiones

CAPÍTULO 7. DESCRIPCIÓN DEL VISOR “BALGAGIS”

Finalmente se aporta un caso práctico del proyecto de investigación materializado en un visor de Internet que contiene los datos de los alumbramientos de algunos balnearios de Galicia. Es visor es intuitivo, de fácil manejo y versatilidad. Los epígrafes que constituyen este capítulo son:

7.1. Introducción

7.2. Descripción del visor “BALGAGIS”

7.2.1 Descripción general

7.2.2 Visualización de la información gráfica

7.2.3 Información alfanumérica

7.3. Requisitos y código

7.3.1 Tecnología del visor

7.3.2 Descripción de las librerías empleadas

CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES

Se aportan las diferentes conclusiones extraídas del proyecto de investigación desde el punto de vista científico – técnico.

CAPÍTULO 9. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

Se aportan las diferentes líneas de investigación académica y las líneas de desarrollo e innovación que se extraen de la evolución del presente proyecto de tesis doctoral.

REFERENCIAS

Índice de figuras

Índice de tablas

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN REGIONAL

2.1. DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE GALICIA

La comunidad autónoma de Galicia situada en el noroeste de la Península Ibérica, está constituida por las provincias de La Coruña, Lugo, Orense y Pontevedra (ver Figura 1). Desde el punto de vista geopolítico, las provincias se dividen a su vez en otras unidades de menor entidad sucesivamente: (1) comarcas, (2) concellos, (3) parroquias, (4) parroquias e (5) iglesias (ver Figuras 2 a 5). Desde el punto de vista geográfico se diferencian dos grandes zonas: (1) la Galicia interior y (2) la Galicia costera, ambas separadas por la dorsal gallega.



Figura 1. Comunidad Autónoma de Galicia. Está constituida por las provincias de A Coruña, Lugo, Ourense y Pontevedra. IET, 2014. Instituto de Estudos do Territorio. Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras. Xunta de Galicia.

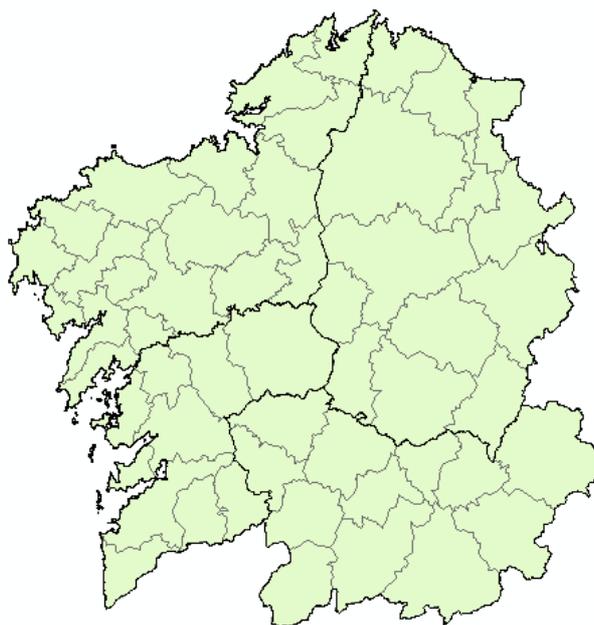


Figura 2. Comunidad Autónoma de Galicia. Las provincias se dividen en comarcas, territorios de menor entidad que las provincias. IET, 2014. Instituto de Estudos do Territorio. Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestruturas. Xunta de Galicia.

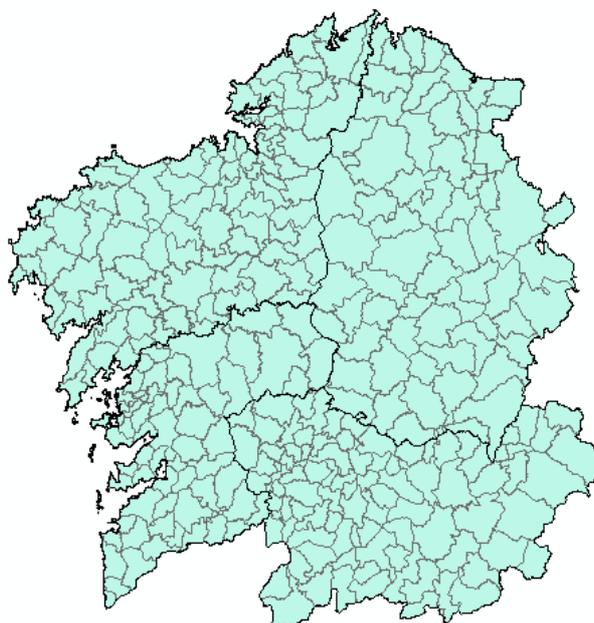


Figura 3. Comunidad Autónoma de Galicia. Las comarcas se dividen en concellos, territorios de menor entidad que las comarcas. IET, 2014. Instituto de Estudos do Territorio. Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestruturas. Xunta de Galicia.

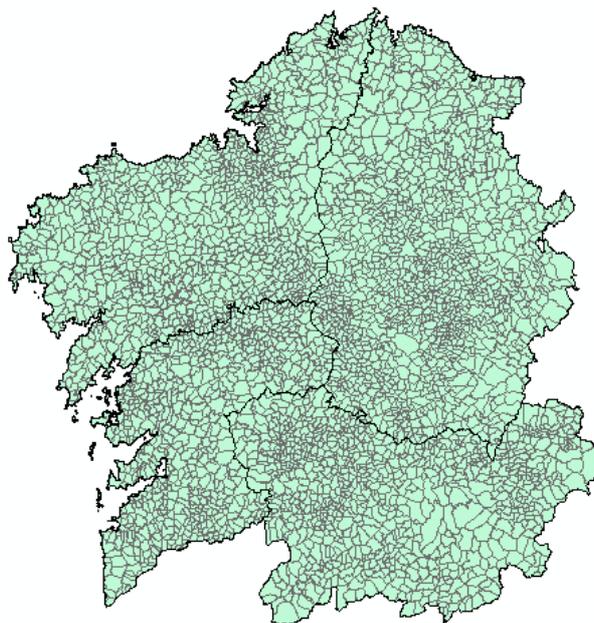


Figura 4. Comunidad Autónoma de Galicia. Los concellos se dividen en parroquias, territorios de menor entidad que los concellos. IET, 2014. Instituto de Estudos do Territorio. Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestruturas. Xunta de Galicia.

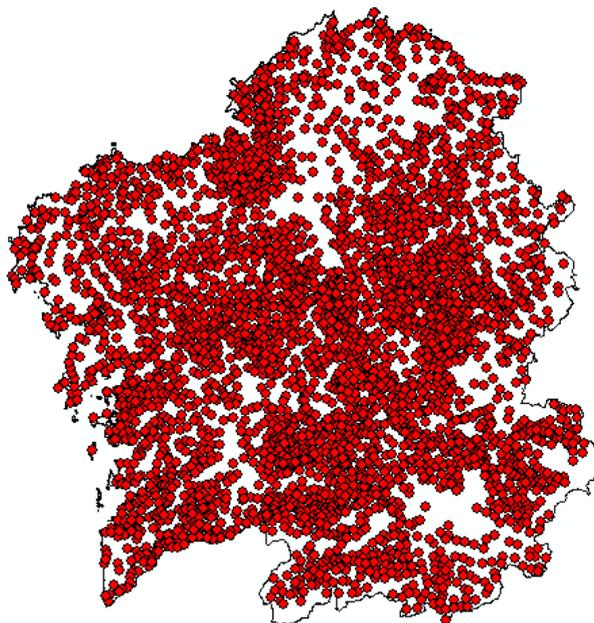


Figura 5. Comunidad Autónoma de Galicia. Las parroquias se dividen en iglesias, territorios de menor entidad que las parroquias. IET, 2014. Instituto de Estudos do Territorio. Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestruturas. Xunta de Galicia.

La distribución de la población es irregular, pues se concentra principalmente en el litoral y en el sur de Galicia. La costa gallega se extiende desde la ría de

Ribadeo, al norte, hasta el río Miño, al sur. En el litoral gallego se suelen contraponer las rías altas a las rías bajas. Aparecen zonas despobladas en el interior y con población envejecida. Su densidad de población (95 hab/km²) es superior a la media española (80,1 hab/km²). El 65% de la población se concentra en zonas urbanas.

Desde el punto de vista del relieve se combinan montañas de escasa altura y formas suaves, con valles profundos y tierras llanas. Se distinguen seis unidades principales: (1) las montañas orientales (sierras dos Ancares, do Courel, Segundera, de Queixa y San Mamede) con la máxima altura en peña de Trevinca (2.095 m), (2) la meseta central lucense, (3) las depresiones meridionales (val de Monterrei y val do Arnoia), (4) la dorsal gallega (sistema de montañas interiores), (5) el escalón de Santiago (entre 500 y 200 m de altitud) y (6) la zona del litoral (moderado relieve montañoso cortado por numerosos valles y hendido hacia el interior por las famosas rías). (Ver Figura 6).

Se observan 2 lineaciones principales en la orientación de las sierras: (1) NE – SO y (2) E – O.

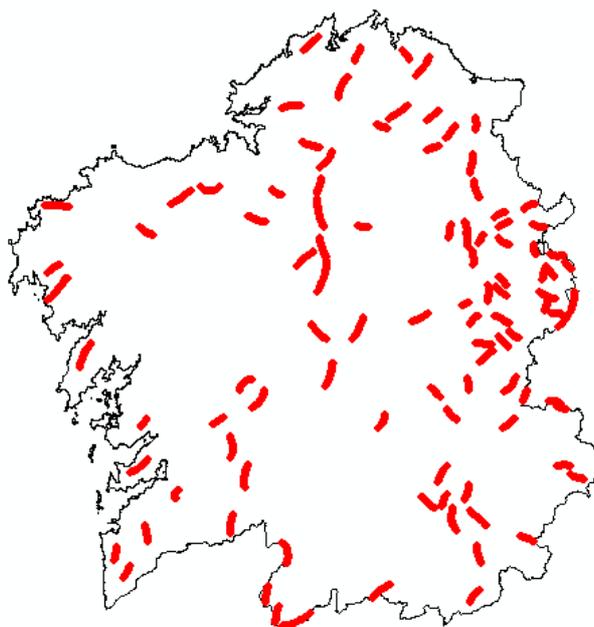


Figura 6. Comunidad Autónoma de Galicia. Se muestra la ubicación de las sierras principales. IET, 2014. Instituto de Estudos do Territorio. Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestruturas. Xunta de Galicia.

El clima es oceánico, con precipitaciones regulares a lo largo del año, temperaturas suaves y una oscilación térmica anual reducida. Los ríos gallegos son cortos y caudalosos y fluyen hacia dos vertientes: (1) la atlántica y (2) la cantábrica. Los de la vertiente atlántica son más largos y de mayor caudal. Los de la vertiente cantábrica son más cortos y torrenciales, debido a la proximidad entre su zona de nacimiento y el mar (ver Figura 7).

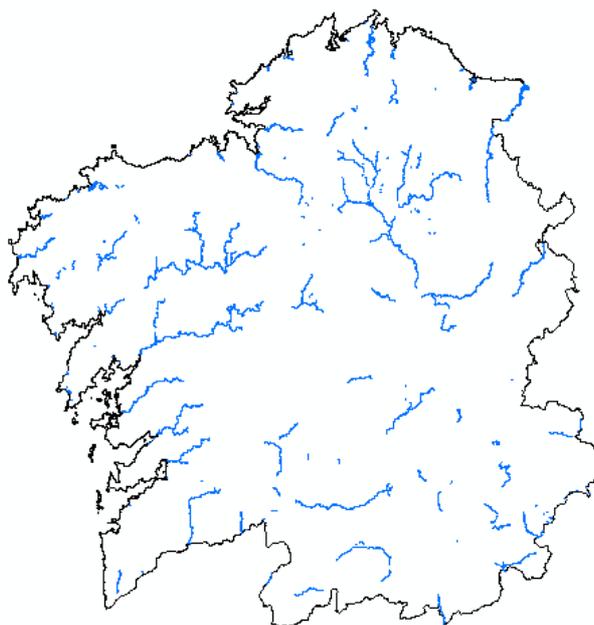


Figura 7. Comunidad Autónoma de Galicia. Se muestra la red hidrográfica principal. IET, 2014. Instituto de Estudios do Territorio. Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestruturas. Xunta de Galicia.

El bosque gallego está formado por especies caducifolias como el roble y el castaño, aunque en la actualidad el paisaje abundan los pinos y eucaliptos. Entre la vegetación no arbórea destaca el tojo, brezo y retama. La fauna autóctona está constituida por la garduña, ardilla, zorro y lobo.

Entre sus recursos naturales destacan los minerales, como el estaño, lignito, cobre, wolframio, plomo, magnesita, hierro y zinc, de escaso rendimiento. Los bosques para la obtención de madera y la producción pesquera. El sector primario (28% de la población activa) produce forrajes, patatas, cereales, viñas y kiwis. Posee una importante cabaña ganadera. Las industrias (25% de la población activa) se localizan en el litoral (Vigo, A Coruña y Ferrol), y en los polígonos industriales de Ourense y Lugo. Sus principales producciones son materiales de transporte, astilleros, madera, corcho, muebles, siderurgia e industria del automóvil. El sector terciario (27% de la población activa) presenta una estructura poco dinámica. Especial interés tienen los mercados y las ferias, donde se vende y compra ganado, aperos de labranza y productos del campo. Las comunicaciones han experimentado un extraordinario desarrollo en los últimos 15 años mediante la construcción de autovías y tramos de alta velocidad. Además existe un gran desarrollo de otros viales de la red primaria, secundaria, provincial, etc. La Comunidad Autónoma de Galicia dispone de cuatro aeropuertos y diversos puertos marítimos (Ferrol, A Coruña, Vigo, etc).

2.2. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE GALICIA

La geología de Galicia es muy compleja tanto desde el punto de vista de la edad de las rocas que componen su sustrato como por su diversa naturaleza. La presencia, localización e hidroquímica de las aguas minerales y termales está estrechamente relacionada con la litología del territorio. Galicia se ubica en el borde del Arco Ibero – Armoricano originado en un ambiente geotectónico compresivo por la colisión de los continentes Gondwana y Laurentia – Báltica. Durante el Devónico Medio – Carbonífero Superior. El período Tardi – Varisco de tipo distensivo, se desarrolló entre el Pérmico y el Triásico Inferior. Durante el Jurásico y el Cretácico Inferior se produjo la separación entre las placas Ibérica y Norteamericana en régimen distensivo. Durante la orogenia Alpina se configuró la Cordillera Pineráica – Cantábrica en régimen compresivo consecuencia del empuje de la placa Africana sobre la placa Ibérica. Estos esfuerzos continúan actualmente. Los materiales geológicos que emergen en Galicia corresponden a los ámbitos geotectónicos variscos y alpinos (Corral et al, 2010).

Desde el punto de vista geológico, la Comunidad Autónoma de Galicia está constituida por rocas ígneas y metamórficas pertenecientes al afloramiento denominado Macizo Hespérico o Ibérico en el ámbito de la Cadena Hercínica. Estos materiales se conformaron entre el Precámbrico y el Devónico-Carbonífero Inferior. Entre los materiales metamórficos de la zona central y occidental de Galicia afloran principalmente esquistos y paragneisses. En la parte oriental afloran pizarras, areniscas, cuarcitas y calizas. Sobre ellos afloran materiales terciarios y cuaternarios representados principalmente por gravas, arenas y arcillas depositados en cuencas tectónicas, valles de ríos y arroyos principalmente.

Las principales litologías aflorantes en Galicia pueden resumirse en las siguientes categorías (Corral et al, 2010):

1. Rocas metasedimentarias: calizas y dolomías (transformadas en mármoles), cuarcita, pizarra, esquistos y paragneisses. Se trata de rocas originalmente sedimentarias afectadas por procesos metamórficos relacionados con periodos orogénicos.

1.1. Calizas y dolomías. Localizadas en la parte oriental de Galicia en una serie de bandas que van desde Mondoñedo, al norte, hasta Valdeorras, pasando por Fonsagrada, Becerreá y el Caurel.

1.2. Cuarcitas. Están bien desarrolladas en la zona centro-oriental de Galicia. Por el carácter que le confieren al paisaje, da lugar a destacados resaltes orográficos.

1.3. Pizarras. Muy bien desarrolladas en muchas zonas de Galicia y, en particular en su zona oriental.

1.4. Esquistos. También muy extendidos en Galicia, principalmente en la zona centro-occidental.

1.5. Paragneisses. Entre ellos destacan la formación Olla de Sapo, que aflora en una gran estructura antiformal que va desde O Barqueiro hasta Zamora.

2. Rocas graníticas. Afloran en toda Galicia, con especial importancia en la zona central y occidental.

3. Rocas básicas y ultrabásicas como anfibolitas, gabros, dioritas, peridotitas, serpentinitas, dunitas, granulitas y eclogitas. Su localización se centra en el entorno del Cabo Ortegal, Bergantiños, Santiago, Lalín y Sobrado-Melide.

4. Cuencas terciarias rellenas de materiales detríticos (arcillas, limos, conglomerados y, en ocasiones, niveles de lignito). Las principales de estas cuencas son las de As Pontes, Meirama, Vilalba, Guitiriz, Sarria, Monforte, Quiroga, Valdeorras, Maceda, Xinzo da Limia y Verín.

5. Depósitos cuaternarios entre los que cabe citar sedimentos aluviales, depósitos de ladera, depósitos glaciares y fluvioglaciares, de marisma, playa, eólicos (p. Ej. el complejo dunar de Corrubedo) así como cordones litorales.

Aun reconociendo su amplia variedad, dos son los tipos litológicos predominantes: las rocas graníticas y las pizarroso/esquistosas. El resto queda netamente subordinado en cuanto a extensión y abundancia.

Existe una amplia y variada bibliografía sobre la geología de Galicia como revisiones de Gibbons y Moreno, 2002; y Vera, 2004 así como la extensa documentación del Instituto Universitario de Xeoloxía "Isidro Parga Pondal", heredero del Laboratorio Xeolóxico de Laxe.

En la Figura 8 se muestra el mapa geológico de la Comunidad Autónoma de Galicia correspondiente a la información geológica disponible por el Instituto de Estudos do Territorio dependiente de la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestruturas de la Xunta de Galicia. En la Figura 9 se muestra el mapa geológico de la Comunidad Autónoma de Galicia correspondiente a los grupos de materiales geológicos.

Desde el punto de vista tectónico, algunas de estas rocas se han visto sometidas a la acción de esfuerzos asociados a distintas orogenias: Caledoniana, Herciniana y Alpina. La orogenia Hercínica producida a finales del Carbonífero es la que ha dejado la impronta más importante, y a ella se debe la distribución y propiedades de la mayor parte de los materiales geológicos.

Desde el punto de vista estructural, la Orogenia Hercínica o Varisca ha modificado las características originales de los materiales geológicos de Galicia aunque se han reconocido en algunos sectores estructuras de deformación debidas a eventos tectónicos anteriores. Durante la Orogenia Alpina se produjo un

importante flujo térmico que originó, un metamorfismo regional con 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.

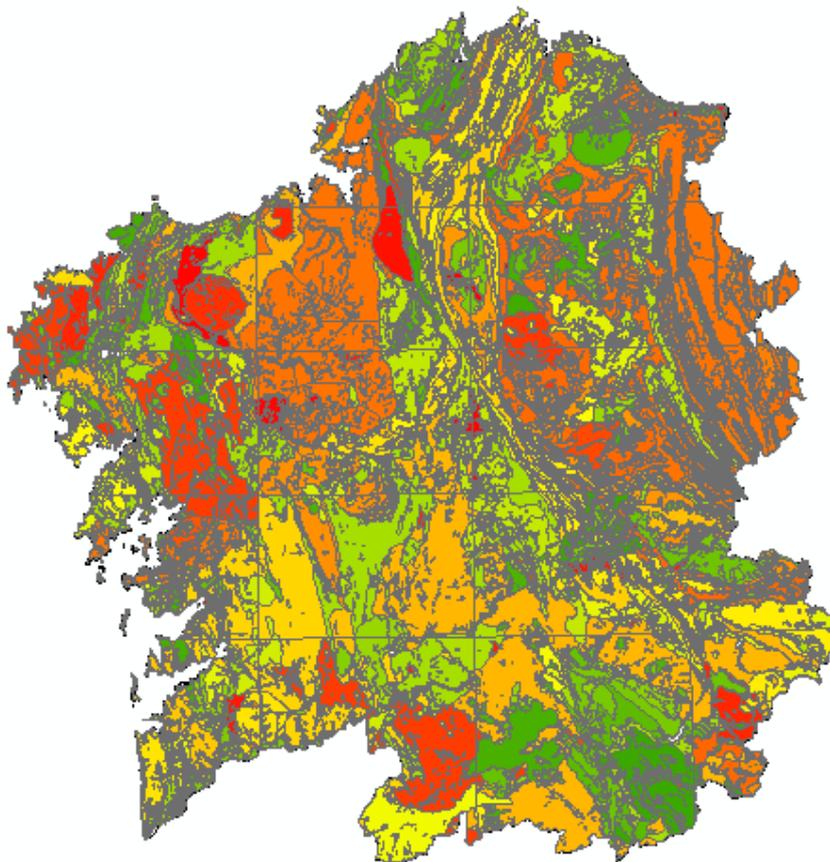


Figura 8. Mapa geológico de la Comunidad Autónoma de Galicia. IET, 2014. Instituto de Estudios do Territorio. Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestruturas. Xunta de Galicia.

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 retrometamorfismo.

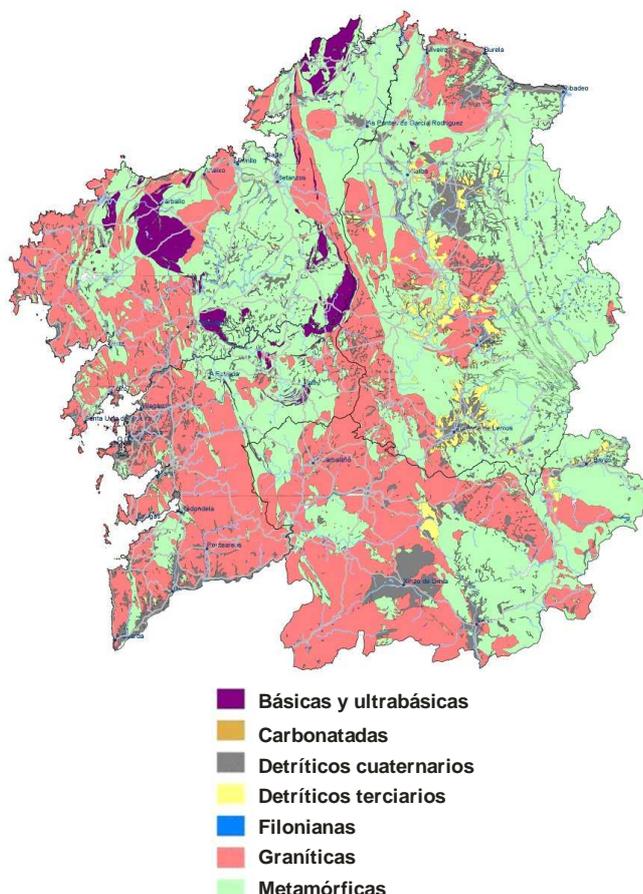


Figura 9. Principales grupos de rocas de Galicia. SITGA. Servicio de Información Territorial de Galicia.

El magmatismo prehercínico está representado por ortogneisses 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 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 -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.

En la Figura 10 se muestran las diferentes lineaciones de falla. En la Figura 15 se muestran las diferentes lineaciones de falla y la ubicación de los diferentes alumbramientos termales. En general se observa que los puntos termales están relacionados con la presencia de fallas. Se observa una relación entre la temperatura de los alumbramientos termales, la geología y la profundidad. En el epígrafe 6.5. RELACIÓN ENTRE LA TEMPERATURA Y LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS AGUAS DE LOS BALNEARIOS DE GALICIA. HIDROTERMALISMO se analiza en detalle esta relación en los alumbramientos en los que se dispone de información.

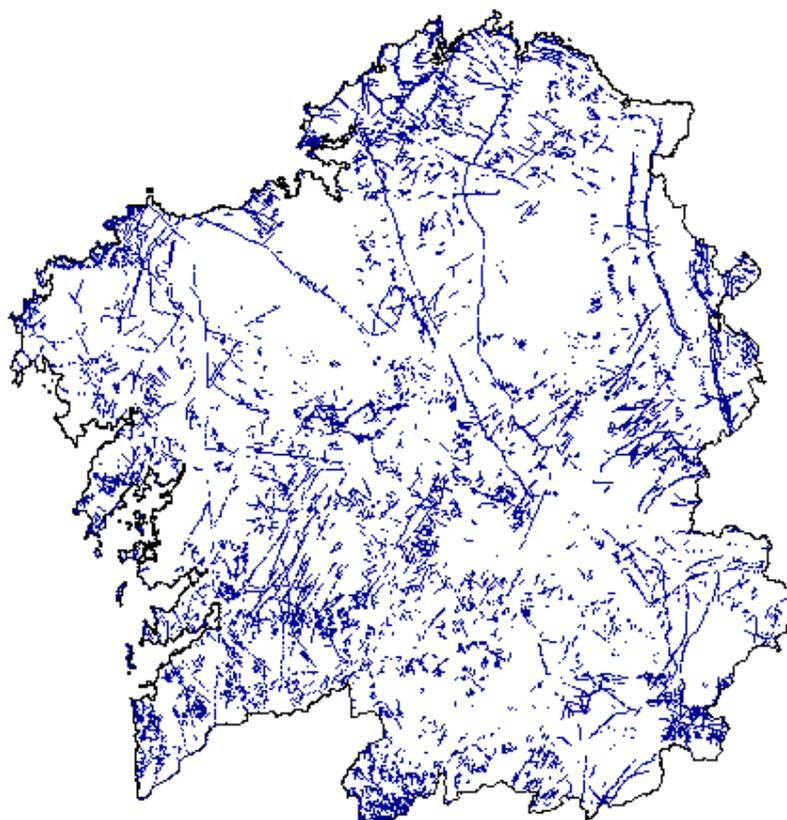


Figura 10. Sistema general de fallas en la Comunidad Autónoma de Galicia. IET, 2014. Instituto de Estudos do Territorio. Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestruturas. Xunta de Galicia.

2.3. CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE GALICIA

Las rocas ígneas fracturadas y las rocas metamórficas suelen referirse de forma un tanto laxa como “rocas cristalinas” (Banks y Robins, 2002). La totalidad del territorio gallego (con la excepción de alguna pequeña cuenca sedimentaria terciaria) se compone de afloramientos rocosos de estas características.

Las regiones donde los macizos cristalinos están bien desarrollados se caracterizan porque presentan una gran variedad de tipos petrológicos: rocas ígneas ácidas, intermedias o básicas, esquistos, pizarras, gneisses, migmatitas, granulitas, cuarcitas, mármoles, anfibolitas, etc. Cada una de ellas presenta un comportamiento distinto frente a la meteorización (que dependiendo del clima, será más o menos agresivo) y a la deformación (desarrollando o no planos de discontinuidad). En la Figura 9 se muestra la litología de la Comunidad Autónoma de Galicia por grupos de rocas (SITGA, 2009).

El entorno hidrogeológico e hidroquímico de los acuíferos en sistemas cristalinos resulta muy distinto al de los medios sedimentarios. En las rocas cristalinas, el tamaño de los acuíferos suele estar asociado a la existencia de cuerpos geológicos concretos, ya que aspectos como la porosidad intergranular van perdiendo importancia a medida que la edad de los materiales aumenta. En ese sentido, el grado de metamorfismo y la tectónica condicionan la preservación de la porosidad intergranular así como la aparición de porosidad de fractura. Por ello, muchas rocas cristalinas presentan un esquema de porosidad que a menudo se refiere como dual y cuyo comportamiento hidráulico es complejo.

Desde el punto de vista hidrogeológico, las formaciones sedimentarias albergan circulaciones subterráneas someras, con flujo subhorizontal frío, con el nivel de agua situado a poca profundidad. Las formaciones graníticas o metamórficas pueden constituir medios fisurados que pueden albergar sistemas de flujo subterráneo que se desarrollan a favor de redes de fracturas interconectadas entre sí y que se pueden encuadrar en dos modelos: (1) sistemas de flujo somero, básicamente asimilables a los medios sedimentarios, por los que tiene lugar una circulación subterránea fría y poco mineralizada o (2) sistemas de flujo profundos que dan lugar a aguas más o menos mineralizadas (bicarbonatadas cálcicas, sódicas, etc), 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 que presenta las siguientes características:

(1) los principales factores que determinan la hidrogeología y el comportamiento hidrodinámico del agua en 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).

(2) un medio 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 considerable espesor, que se recarga exclusivamente por filtración de agua de las precipitaciones. En términos hidrogeológicos, las rocas cristalinas se caracterizan por ser un medio heterogéneo y anisótropo, con una estructuración muy compleja y sistemas de flujo irregulares e incluso caóticos. Las redes de flujo, a menudo, coinciden con zonas abiertas y bien comunicadas de fracturas o zonas de fractura (porosidad de fractura). A menudo, los macizos cristalinos están recubiertos por un regolito superficial, más o menos potente, producto de su propia meteorización o de la acumulación de sedimentos no consolidados (porosidad intergranular) (ver Figura 11).

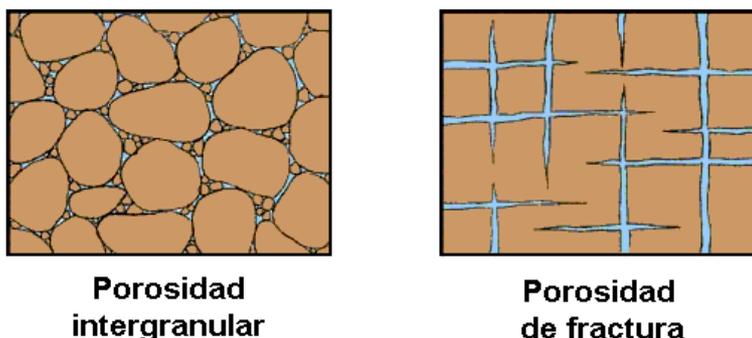


Figura 11. Esquemas de porosidad intergranular y de fractura. Cuando los dos tipos de porosidad están presentes en un mismo macizo, se habla de porosidad dual. Modificado de Freeze y Cherry (1979).

En el pasado, la hidrogeología de los macizos cristalinos no ha gozado de gran interés, salvo en regiones en las que el agua es un recurso especialmente valioso y escaso. Sin embargo, esta tendencia ha cambiado al demostrarse que:

- (1) Los recursos de agua subterránea en macizos cristalinos pueden ser lo bastante importantes como para cubrir una demanda de agua y mantener el régimen sostenible del sistema aguas subterráneas – aguas superficiales.
- (2) En relación con la explotación, los macizos cristalinos pueden poseer reservas suficientes para satisfacer la demanda de amplias zonas cuya población, como es el caso de Galicia, está muy dispersa (ver Figura 12).

(3) Las unidades acuíferas implantadas en macizos cristalinos son susceptibles también de sufrir el impacto de la contaminación superficial.

(4) Las actuaciones propias de la ingeniería civil y de la minería requieren, a menudo, de un profundo conocimiento de las pautas de distribución y movimiento del agua en el subsuelo.

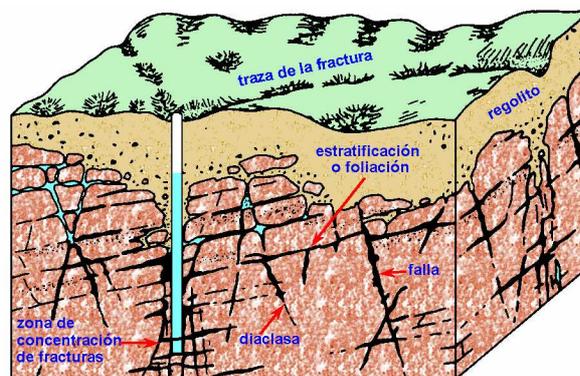


Figura 12. Diagrama 3D representativo de un macizo rocoso. Las fracturas y otras discontinuidades condicionan el movimiento del agua (Juncosa et al, 2012).

A diferencia de lo que sucede con la práctica totalidad de formaciones sedimentarias, el comportamiento hidrodinámico de los macizos cristalinos está fuertemente condicionado por las características de la matriz rocosa y sus discontinuidades. En general, la permeabilidad de la matriz rocosa no alterada de un macizo cristalino es muy baja y, por tanto, su capacidad para transmitir y almacenar agua es también pequeña. Sin embargo, un macizo cristalino puede presentar una elevada permeabilidad y una importante capacidad de almacenamiento ya que son las discontinuidades quienes condicionan el flujo preferente del agua.

En macizos fracturados, la mayor parte de la porosidad está directamente relacionada con las discontinuidades por lo que cuanto más fracturada está la roca mayor es la porosidad del macizo. No obstante, la forma en la que las fracturas se relacionan entre sí condiciona que éstas sean capaces de transmitir agua con mayor o menor eficacia, lo que da lugar a valores de permeabilidad alto, moderado o bajo (ver Figura 13).

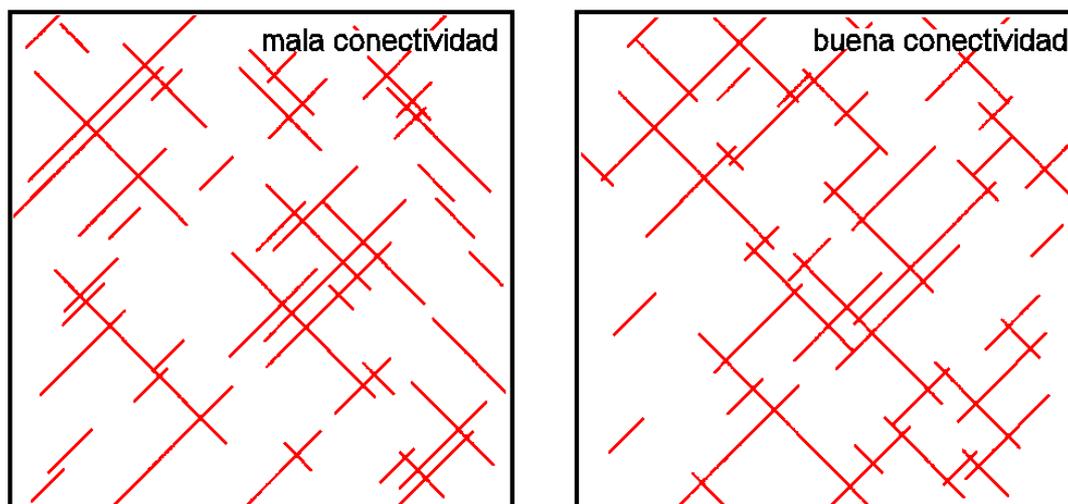


Figura 13. Importancia de la conectividad para el flujo de agua subterránea en macizos rocosos. A la izquierda mala conectividad (las discontinuidades no están enlazadas en una trama continua). A la derecha buena conectividad entre fracturas. En ambos casos, la porosidad es del mismo orden. Modificado de Domenico, F.A. y Schwartz, F.W., 1.998.

En la Figura 14 se muestra un mapa de permeabilidad de la Comunidad Autónoma de Galicia. En la Tabla 1 se muestra el tipo de permeabilidad de las diferentes litologías que afloran en Galicia.

Tabla 1. Caracterización hidrogeológica de las litologías en Galicia (EPTISA, 2003).

Litología	Permeabilidad			
	Alta	Media	Baja	Muy Baja
Pizarras, cuarcitas y areniscas				
Pizarras con intercalaciones de caliza				
Limolitas, anfibolitas, grauwacas y esquistos con paragneises				
Cuarcitas				
Calizas y dolomías				
Esquistos y gneisses				
Rocas básicas: ultramáficas, anfibolitas, eclogitas, etc				
Gneisses (Ollo de Sapo, gneisses de dos micas, etc.)				
Pizarra, arenisca, esquisto				
Migmatitas (granitoides)				
Granitos calcolcalinos (granodioritas y granitos bióticos)				

Litología (Cont.)	Permeabilidad			
	Alta	Media	Baja	Muy Baja
Granitos alcalinos (granitos de dos micas)				
Cuaternario indif. (coluvial, aluvial, fluvio-glaciar y costero)				
Cuaternario aluvial (fluvial, aluvial, fondos de valle y canales)				
Cuaternario (terrazas: cantos y gravas)				
Terciario (gravas, arenas, arcillas, lignitos, etc.)				

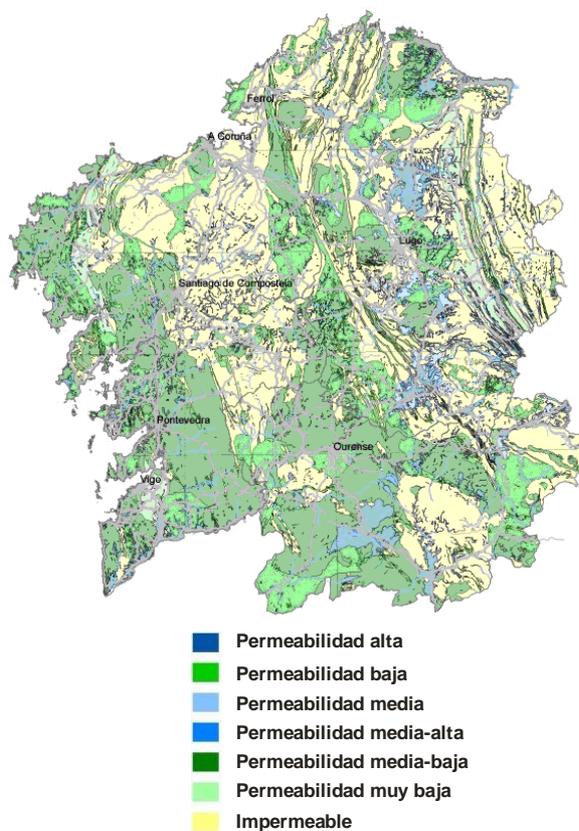


Figura 14. Mapa de permeabilidad de Galicia. Servicio de Información Territorial de Galicia, SITGA.

En resumen, teniendo en cuenta (1) la elevada precipitación, (2) la densa red hidrológica y (3) las particularidades geológicas, hacen que el modelo hidrogeológico dominante en Galicia (a excepción de las cuencas intramontañosas) sea el de acuíferos superficiales, de tipo “libre”.

Las características hidrodinámicas de los principales tipos litológicos aflorantes en Galicia son:

(1) Formaciones carbonatadas (calizas y dolomías) y cuarcititas. La porosidad tiene una importante componente secundaria (porosidad de disolución en las carbonatadas y de fractura, tanto en las carbonatadas como en las cuarcíticas). Son las litologías que presentan una mayor permeabilidad de entre las que afloran en el Macizo Hespérico. Es frecuente encontrarlas karstificadas con lo que el flujo de agua a través de ellas se produce de forma relativamente rápida y canalizada. Ello confiere a las aguas subterráneas que circulan a través de estas unidades unas características específicas. Ejemplo de las unidades carbonatadas de Galicia son la Formación Vegadeo (sobre la que se ha desarrollado el sistema kárstico conocido como la Cova do Rei Cintolo, en Mondoñedo), la antigua explotación de Pb-Zn de Rubiais (próxima a Pedrafita do Cebreiro), así como los distintos paquetes carbonatados asociados al Grupo de Cándana (bien desarrollados en las inmediaciones de Riotorto, Triacastela y Sarria). Las rocas cuarcíticas suelen presentar una porosidad intergranular muy pequeña.

(2) Litologías ígneas y rocas metamórficas de distinto grado. Cuando se trata de rocas frescas (poco o nada meteorizadas), su porosidad está asociada al desarrollo más o menos intenso de fracturas. En el caso particular de las rocas metamórficas, es destacable la existencia de una o varias familias de foliación (esquistosidad, pizarrosidad, etc.). La meteorización “in situ” de estas rocas da lugar al desarrollo de un manto de alteración superficial (regolito) de potencia no uniforme. El regolito puede llegar a tener un espesor superior de varios metros y su comportamiento hidrodinámico es muy distinto al del resto del macizo rocoso, asemejándose al de las arenas y las gravas. Por ello, suelen constituir acuíferos someros, con una capacidad de almacenamiento alta (limitada por su extensión) y un pequeño tiempo de residencia. Muchos pozos y manantiales en Galicia se emplazan sobre estas unidades. La recarga al medio subterráneo se produce a través de las discontinuidades del macizo, por lo que la respuesta del nivel freático suele ser muy rápida. Estas variaciones bruscas del nivel freático asociado a la entrada de agua en las fracturas puede originar problemas de estabilidad en laderas, como resultado del aumento de las presiones de agua y la consecuente disminución de la tensión efectiva. En las rocas ígneas y metamórficas, las discontinuidades pueden estar ocupadas por rellenos minerales (principalmente arcillas) lo que limita el fácil acceso del agua. Por tanto, la geometría y distribución de unidades acuíferas son mucho más difíciles de delimitar y de evaluar. En términos generales, la permeabilidad media de estos materiales es baja aunque puede llegar a ser alta o muy alta cerca de la superficie, donde suele ser más intensa la fracturación y donde las discontinuidades están más abiertas. A medida que profundizamos dentro del macizo fracturado, las tensiones debidas al peso propio de los materiales geológicos y el confinamiento, determinan que las discontinuidades estén mucho más cerradas, dificultando el flujo de agua. El regolito suele tener un rango de coeficientes de permeabilidades entre 10^{-3} – 1.0 m/día y su comportamiento hidrodinámico es análogo al de un sedimento detrítico. El desarrollo regional del regolitos es desigual puesto que la tendencia a la meteorización de una roca

no solo es función de las condiciones ambientales sino también de la mineralogía que la conforma. En cualquier caso estas unidades pueden constituir buenos acuíferos locales aunque significativamente vulnerables a la contaminación debido a: (1) el pequeño tiempo de tránsito del agua, (2) la baja reactividad de los minerales silicatados que lo conforman, (3) el escaso tiempo de tránsito y(4) la escasa capacidad de autodepuración.

(3) Cuencas terciarias. Desde el punto de vista territorial son relativamente poco extensas y discontinuas. Se trata de una serie de cuencas de sedimentación que en la actualidad ocupan depresiones en el relieve. Por ejemplo: As Pontes de García Rodríguez, Meirama, Maceda, Quiroga, Monforte de Lemos, Sarria, Junceda, Visantón, Guitiriz, Pastoriza y Vilalba. En las cuencas de Xinzo de Limia y Verín los materiales terciarios se encuentran recubiertos por materiales cuaternarios, si bien la presencia del Terciario se ha verificado en varios sondeos. En conjunto, están rellenas de materiales arenosos, arcillosos, gravas y, en algunas ocasiones, capas lignitíferas, alcanzando espesores de relleno que pueden alcanzar los centenares de metros. Desde el punto de vista hidrogeológico, estas cuencas dan lugar a acuíferos de tamaño pequeño a mediano de gran interés desde el punto de vista de la explotación local. La permeabilidad media de estas unidades es más bien baja debido a la existencia de una elevada proporción de arcillas y limos. Su porosidad es, sobre todo, de tipo intergranular.

(4) Sedimentos cuaternarios. Son depósitos continentales relacionados con la red fluvial actual (aluviones) y como producto de la erosión parcial de los materiales terciarios, así como de la continua denudación de los rebordes montañosos preterciarios (coluviones) en puntos concretos, e incluso ambientes de sedimentos de origen glaciar o fluvio-glaciar. Los más relevantes desde el punto de vista hidrogeológico son las terrazas aluviales de los ríos Sil y Miño (Vidal Romaní y Yepes, 2001), las cuales se encuentran en Tui, Monforte, Valdeorras, así como los aluviales de los ríos Ulla, Umia y Grande. Mención, a parte, merecen afloramientos singulares como el del Complejo eólico de Corrubedo, estudiado desde el punto de vista sedimentario e hidrogeológico por Rey et al. (2004).

Las zonas de mayor permeabilidad, que albergan circulaciones de agua subterránea 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 (1) granitos de dos micas y (2) granitos y granodioritas biotíticas. Las aguas con implicación termal que aparecen en depósitos detríticos proceden de alguna de las rocas ígneas de los dos grupos indicados. Las aguas frías, sin relación termal, se localizan en todas las zonas.

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. Desde el punto de vista estructural, hay una estrecha relación 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 NESO 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) está 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. A escala nacional se ha determinado que:

(1) 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.

(2) 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.

2.3.1 Definición de las 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 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

En un análisis posterior realizado a partir de los informes del IGME en 2006 (Corral et al, 2006), se han identificado 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.

Finalmente, teniendo en cuenta los criterios correspondientes al (1) tipo de roca predominante, (2) tipo de sistema de flujo (somero, intermedio o profundo) predominante y (3) facies hidrogeoquímicas de manifestaciones hidrominerales o hidrotermales presentes en cada zona, se propusieron los siguientes 10 dominios hidrominerales (Corral et al, 2007):

(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 sódicocálcicas 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 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 Támeiga, 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 Támeiga) 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).

En el presente proyecto de tesis doctoral se propone una simplificación de los dominios hidrominerales de Galicia a partir de los datos de facies hidroquímicas disponibles en la base de datos "Balnearios". Teniendo en cuenta la escasez de datos se trata de una aproximación en la que no se han considerado criterios geológicos en sentido estricto. Con la información disponible se ha realizado un tratamiento geoestadístico de la información. Finalmente se ha dividido la superficie de Galicia en 3 zonas (ver epígrafe 6.6.3. Aproximación al establecimiento de los dominios hidrominerales de Galicia. Análisis geoestadístico de los datos).

2.3.2 Caracterización de las masas de agua

Con el fin de cumplir con la Directiva Marco del Agua (DMA), el Organismo Público Augas de Galicia realizó un estudio de identificación y caracterización de las masas de agua subterránea existentes en Galicia-Costa (EPTISA, 2003). Asimismo, las confederaciones hidrográficas del Norte y Duero realizaron un análisis equivalente en Galicia interior (CHN, 2005; CHD, 2005). A partir de estos estudios es posible subdividir el territorio gallego en veintiséis agrupaciones de masas de agua.

El concepto de masa de agua ha sido introducido por la Directiva Marco como unidad geográfica de referencia. En el conjunto de España existe una delimitación territorial de los acuíferos dentro de cada cuenca hidrográfica y que se basa en la definición de Unidades Hidrogeológicas. El proceso de delimitación de las masas de agua a la que la DMA obliga se ha realizado de modo iterativo, adaptando la actual diferenciación de Unidades Hidrogeológicas al nuevo marco competencial. En las cuencas de Galicia-Costa, como tal, no se han definido formalmente Unidades Hidrogeológicas. En cierto modo, como ya hemos comentado anteriormente, se considera que Galicia es una comunidad desprovista de acuíferos o bien que sus acuíferos tienen un interés local.

La identificación de masas de agua subterránea se ha basado en la existencia de explotaciones que proporcionen caudales mayores de 10 m³/d o bien que abastezcan total o parcialmente a poblaciones de más de 50 habitantes. Desde el año 2009 los Planes Hidrológicos de Cuenca tienen en cuenta dichos recursos.

En el caso de Galicia-Costa, los criterios empleados para la determinación de las masas de agua subterránea se han basado en trazar envolventes como límite del grupo de masas, considerando:

(1) La delimitación de zonas homogéneas en cuanto a las repercusiones que las actividades humanas pueden producir sobre el estado cualitativo de las aguas subterráneas. De forma secundaria también se ha aplicado como criterio de delimitación la homogeneidad en las presiones que puedan suponer incidencias en el estado cuantitativo.

(2) La delimitación de zonas especialmente presionadas y con riesgo de no alcanzar los requisitos requeridos en la DMA.

(3) El establecimiento de los límites exteriores de las masas de agua, en coincidencia con las cuencas hidrográficas de los ríos que se encuentran en su seno, por los siguientes motivos:

3.1. Por constituir una envolvente exterior de las aguas que alimentan los depósitos detríticos terciarios o cuaternarios que son, en todos los casos, de pequeña entidad.

3.2. Por constituir unidades de gestión homogéneas en zonas de permeabilidad baja o media íntimamente relacionadas con el uso del suelo.

En siete áreas concretas se ha identificado la presencia de depósitos de materiales detríticos, si bien sus recursos potenciales son limitados a tenor de la pequeña superficie que ocupan. Ellos son: 1) Ribadeo-Valadouro; 2) San Sadurniño; 3) As Pontes; 4) Finisterre-Muros; 5) Ría de Arousa; 6) Moaña y 7) Valmiñor. En las Tablas 2 y 3 se definen las diferentes masas de agua, mostrando la información que se dispone sobre captaciones subterráneas, captaciones superficiales, zonas de vertido, existencia de vertederos, recursos totales e información geográfica y geológica.

Las unidades hidrogeológicas más importantes de Galicia son las de Xinzo de Limia y el Aluvial del Bajo Miño. La cuenca de Xinzo de Limia es una depresión tectónica intramontañosa rellena de depósitos fluvio-lacustres entre los que se intercala un potente nivel de lignitos (10 a 70 m) en la subcuenca de Antela. En esta subcuenca, el paquete arcilloso-lignitífero divide el acuífero multicapa en dos grandes unidades. La unidad superior funciona como un acuífero semiconfinado de 40 a 120 m de espesor, proporcionando caudales de 120 a 400 L/s, mientras que la unidad inferior, con unos 130 m de potencia, se comporta como un acuífero confinado con caudales que oscilan entre los 50 y los 250 L/s.

Las reservas totales de agua de la unidad de Xinzo de Limia se estiman en unos 400 hm³, suponiendo que el agua que se renueva es a razón de unos 90 hm³/año. El sistema puede considerarse estanco puesto que el zócalo cristalino actuaría como barrera impermeable, canalizándose las descargas a través del río Limia en dirección sudoeste. El acuífero se mantiene prácticamente saturado.

El Aluvial del Bajo Miño se encuentra sobre sedimentos fluviales cuaternarios (Seara, 1.996). Se sitúa en la parte final del río Miño, desde su confluencia con el río Louro, al sur de Porriño, hasta su desembocadura en La Guardia. Los sedimentos poseen una potencia media de unos 30 m y están compuestos mayoritariamente por gravas y arenas. Se superponen a rocas sedimentarias neógenas constituidas por una alternancia de arenas, limos y arcillas de color gris a verde-rojizo y con una potencia de 60 a 70 m. El acuífero libre proporciona unos caudales medios de 6.000 L/h, pero se pueden alcanzar incluso los 40.000 L/h en pozos excavados de 5 m de profundidad.

Por otra parte, y como dato a destacar, existen algunos manantiales naturales que pueden aportar caudales de 53.000 L/h, y valores superiores (100.000 L/h) en las graveras más próximas a la localidad de Tomiño (Pontevedra).

Tabla 2. Identificación de las masas de agua de Galicia. EPTISA, 2003, CHN y CHD, 2005.

Sistema	Superficie (km ²)	Recursos (hm ³ /a)	Vertidos	Vertederos	Otros
Río Verdugo – Ría de Vigo – Ría de Baiona	743,6	948,04	En los márgenes de la ría de Vigo y tierra adentro entre Baiona y Vigo	En la margen izquierda de la ría de Vigo y en cabecera	Problemas de abastecimiento en la costa en periodos de estiaje
Costa de Pontevedra	50,1	81,68	Directo al mar	Todos próximos a La Guardia excepto uno	
Río Lérez – Ría de Pontevedra	624,9	816,22	En márgenes de la ría y en el municipio de Pontevedra	Diseminados por toda la cuenca	Problemas de abastecimiento en la costa en periodos de estiaje
Río Ulla – Ría de Arousa, margen izquierdo	581,3	643,67	Al mar y sobre materiales detríticos	En la zona central y occidental de la cuenca	Problemas de abastecimiento en la costa en periodos de estiaje e intrusión marina
Río Ulla – Ría de Arousa, margen derecho	3.063,6	2.765,32	En municipios importantes a la red de saneamiento	Zona occidental de la cuenca	Problemas de abastecimiento en la costa en periodos de estiaje
Río Tambre – Ría de Muros	1.927,2	2.176,47	A cauces y al mar	Distribuidos homogéneamente	
Río Xallas – Costa da Coruña – Ría de Corcubión	680,4	783,07	Fundamentalmente al mar. En el interior al terreno, cauces y red de saneamiento		
Río O Castro	138	165,36	Al terreno y cauces		
Río Grande – Ría de Camariñas – Costa da Coruña hasta río Anllons	438,5	377,76	Al mar y cauces	Mitad occidental de la cuenca	
Río Anllons – Costa da Coruña hasta límite Arteixo	679,2	425,19	A cauces superficiales		Problemas de abastecimiento en periodos de estiaje en Malpica
Río Mero – Arteixo – Ría da Coruña	538	303,26	En la zona costera		Problemas de abastecimiento en la costa en periodos de estiaje
Río Mandeo – Ría de Betanzos	698,7	590,75	A la ría, a cauces y al terreno		Problemas de abastecimiento en la costa en periodos de estiaje

Sistema	Superficie (km ²)	Recursos (hm ³ /a)	Vertidos	Vertederos	Otros
Río Eume – Ría de Ares	502,4	681,62	Al mar y a los cauces		Problemas de abastecimiento en la costa en periodos de estiaje
O Ferrol	528,3	482,8	A la ría, al mar, cauces y terreno	Distribuidos	Problemas de abastecimiento en periodos de estiaje en Valdoviño
Río Mera – Ría de Santa Marta de Ortigueira – Ría de Cedeira	421,4	463,73	A la ría y cauces		
Río Sor – Ría de Santa Marta de Ortigueira – Ría de Viveiro	297,2	219,88	Al mar, cauces y terreno	Mitad septentrional de la cuenca	
Río Landro – Río Ouro	695,4	440,07	Al mar y cauces	En toda la cuenca	
Río Masma	333,2	219,68	A los cauces, ría y red de saneamiento		
Ría de Ribadeo	130	57,62			Salinización por bombeos en la costa
Cuenca Alta del Miño	4.690,97	3.264,18	Terreno y cauces	No significativos	
Cuenca Baja del Miño	4.494,08	3.127,18	Terreno y cauces	No significativos	
Cuenca del Sil	7.802,74	5.429,5	No importante	No importantes	
Aluvial del bajo Miño	175,21	121,92	Terreno y cauces	No significativos	
Xinzo de Limia	252,93	176	Terreno y cauces	No significativos	
Vilardevós-Laza	1062,63	183,82	Terreno y cauces	A través de la red hidrográfica	
Verín	72,03	12,47	Terreno y cauces	A través de la red hidrográfica	

Tabla 3. Caracterización de las masas de agua. EPTISA, 2003, CHN y CHD, 2005.

Sistema	Municipios	Captaciones Agua Subterránea	Captaciones Agua Superf.	Hidrogeología
Río Verdugo – Ría de Vigo – Ría de Baiona	Avión, Beariz, Baiona, Bueu, Cangas, Cotobade, Forcarei, Fornelos, Gondomar, Lama, Marín, Moaña, Nigrán, Oia, Pazos de Borben, Pontevedra, Ponte-Caldelas, Redondela, Soutomaior, Vigo, Vilaboa	31 (principalmente en la zona interior y norte de la ría de Vigo)	14	Granitoides y gneisses. Permeabilidad media-baja
Costa de Pontevedra	Baiona, La Guardia, Oia, O Rosal	19		Granitoides de permeabilidad baja a media. En la costa hay una franja de material detrítico Cuaternario
Río Lérez – Ría de Pontevedra	Beariz, Barro, Bueu, Campo Lameiro, Cangas, Cerdedo, Cotobade, Estrada, Forcarei, Marín, Meaño, Meis, Moraña, Pontevedra, Poio, Ponte-Caldelas, Sanxenxo, Vilaboa	41	7	Granitoides de permeabilidad baja a media Afloramiento de esquistos de baja permeabilidad. Cuenca terciaria detrítica en Noalla-Sanxenxo
Río Ulla – Ría de Arousa M.I.	Barro, Caldas de Reis, Cambados, Campo Lameiro, Catoira, Cerdedo, Cuntis, Estrada, Forcarei, O Grove, Meaño, Meis, Moraña, Portas, Poio, Ribadumia, Sanxenxo, Vilagarcía de Arousa, Vilanova de Arousa	31	37	Granitoides de permeabilidad baja a media. Esquistos de baja permeabilidad. Material Cuaternario detrítico aluvial y depósitos detríticos costeros con permeabilidad alta. Cuenca terciaria detrítica en Dena-Moaña
Río Ulla – Ría de Arousa M.D.	Ames, Arzúa, Boimorto, Boiro, Boqueixón, Brión, Dobro, Lousame, Melide, Padrón, O Pino, Puebla de Carmiñal, Porto do Son, Rianxo, Ribeira, Rois, Santiago de Compostela, Santiso, Sobrado, Teo, Toques, Touro, Vedra, Antas de Ulla, Carballedo, Chantada, Friol, Monterroso, Palas de rei, Portomarín, Taboada, Caldas de Reis, Catoira, Cuntis, Dozón, Estrada, Forcarei, Agolada, Lalín, Pontecesures, Rodeiro, Silleda, Valga, Vila de Cruces	105	29	Esquistos y gneisses de muy baja permeabilidad. Granitos de permeabilidad media-baja. Existencia de aluvial Cuaternario detrítico en el río Ulla de alta permeabilidad. Cuenca detrítica terciaria de Bertamirans-Ames con acuíferos semiconfinados

Sistema	Municipios	Captaciones Agua Subterránea	Captaciones Agua Superf.	Hidrogeología
Río Tambre – Ría de Muros	Abegondo, Ames, Arzúa, Baña, Boimorto, Boiro, Boqueixón, Brion, Carballo, Carral, Cerceda, Cesuras, Curtis, Frades, Laracha, Lousame, Mazariños, Mesia, Muros, Negreira, Noia, Ordes, Oroso, O Pino, Puebla del Caramiñal, Porto do Son, Ribeira, Rois, Santa Comba, Santiago de Compostela, Sobrado, Toques, Tordoia, Trazo, Val do Dubra, Vilasantar	60	20	Granitoides de media-baja permeabilidad y esquistos de muy baja permeabilidad. Hay pequeñas cuencas detríticas terciarias con acuíferos semiconfinados en Juanceda y Lanza-Mesia
Río Xallas – Costa da Coruña – Ría de Corcubión	A Baña, Carnota, Cee, corcubión, Coristanco, Dumbria, Fisterra, Mazariños, Muros, Negreira, Outes, Santa Comba, Val de Dubra, Vimianzo, Zas	95	4	Rocas básicas, esquistos, gneisses, pizarras muy poco permeables. En Carnota, materiales cuaternarios costeros con buena permeabilidad
Río O Castro	Cee, Dumbria, Muxia, Vimianzo	29	1	Granitoides de baja y media permeabilidad
Río Grande – Ría de Camariñas – Costa da Coruña hasta río Anllons	Cabana, Camariñas, Coristanco, Laxe, Muxía, Santa Comba, Vimianzo, Zas	22	7	Granitoides de baja y media permeabilidad. Esquistos y gneises de baja permeabilidad
Río Anllons – Costa da Coruña hasta límite Arteixo	Arteixo, Cabana, Carballo, Cerceda, Coristanco, Culleredo, Laracha, Malpica de Bergantiños, Ponteceso, Santa Comba, Tordoia, Zas	60	12	Esquistos, gneises y rocas básicas de muy baja permeabilidad
Río Mero – Arteixo – Ría da Coruña	Abegondo, Arteixo, Bergondo, Betanzos, Cambre, carral, Cerceda, Cesuras, Coruña, Culleredo, Laracha, Mesia, Oleiros, Ordes, Oza dos Ríos, Sada	7	8	Esquistos y rocas básicas de muy baja permeabilidad. En el centro existen intrusiones graníticas de permeabilidad media-baja. Cuenca terciaria de Meirama
Río Mandeo – Ría de Betanzos	Aranga, Bergondo, Betanzos, Cesuras, Coiros, Curtis, Irixoa, Mesia, Miño, Monfero, Oleiros, Oza dos Ríos, Paderne, Pontedeume, Sada, Sobrado, Vilasantar, Vilarmator, Friol, Guitiriz	58	9	Materiales metaforficados de baja permeabilidad. Granitoides de permeabilidad media-baja. Esquistos de muy baja permeabilidad

Sistema	Municipios	Captaciones Agua Subterránea	Captaciones Agua Superf.	Hidrogeología
Río Eume – Ría de Ares	Aranga, Ares, Cabanas, Capela, Fene, Monfero, Mugarodos, Pontedeume, Pontes de garcia rodriguez, Somozas, Vilarmaior, Abadín, Xermade, Guitiriz, Muras, Villalba	12	3	Materiales metamórficos y esquistos de muy baja permeabilidad. Granitos de permeabilidad media-baja Cuenca terciaria en as Pontes
O Ferrol	Ares, Cabanas, Capela, cerdido, Fene, Ferrol, Moeche, Mugarodos, Narón, Neda, Pontes de Garcia Rodríguez, San Sadurniño,, Somozas, Valdoviño	5	6	Materiales metamórficos y esquistos de muy baja permeabilidad. Granitoides de permeabilidad media-baja Aluvial detrítico cuaternario del Río Grande de Xubia
Río Mera – Ría de Santa Marta de Ortigueira – Ría de Cedeira	Cedeira, Cerdido, Moeche, Ortigueira, Pontes de García Rodríguez, Somozas, Valdoviño, cariño	34	19	Pizarras y rocas básicas y afloramientos graníticos. Baja a muy baja permeabilidad
Río Sor – Ría de Santa Marta de Ortigueira – Ría de Viveiro	Mañón, Ortigueira, Pontes de García Rodríguez, Muras, Oulol, Vicedo, Viveiro	13	1	Gneisses de baja permeabilidad. Intercalaciones de pizarras, areniscas y esquistos
Río Landro – Río Ouro	Alfoz, Cervo, Foz, Xove, Mondoñedo, Muras, Oulol, Valadouro, Vicedo, Viveiro	6		Granitoides de permeabilidad media-baja. Materiales metamórficos. Materiales detríticos cuaternarios en el litoral y en los ríos Ouro, Moucide y landro
Río Masma	Abadín, Alfoz, Barreiros, Foz, Lourenza, Mondoñedo, Muras, Pastoriza, Riotorto, Trabada, Valadouro	22		Materiales metamórficos y graníticos de muy baja y baja permeabilidad. Río Batán aluvial Cuaternario
Ría de Ribadeo	Barreiros, Ribadeo, Trabada	3		Materiales metamórficos de muy baja permeabilidad. En la costa, material Cuaternario de baja permeabilidad
Cuenca Alta del Miño	Municipios de Lugo exceptuando los que se encuentran en Galicia-Costa	No contabilizadas	No contabilizadas	Rocas metamórficas, gneisses y granitoides con franjas de caliza en algunas zonas

Sistema	Municipios	Captaciones Agua Subterránea	Captaciones Agua Superf.	Hidrogeología
Cuenca Baja del Miño	Municipios de la cuenca del Miño exceptuando la zona próxima al aluvial del Miño en A. Garda y la zona de Xinzo de Limia	No contabilizadas	No contabilizadas	Materiales metamórficos de muy baja permabilidad
Cuenca del Sil	Municipios de Orense y Lugo que vierten al Sil	No contabilizadas	No contabilizadas	Materiales metamórficos de muy baja permabilidad
Aluvial del bajo Miño	Municipios próximos a la Guardia y colindantes con Portugal en Pontevedra	No contabilizadas	No contabilizadas	Materiales cuaternarios. Depósitos de gravas y arenas con alternancia de limos y arcillas
Xinzo de Limia	Xinzo de Limia y Municipios de Ourense próximos a Xinzo de Limia	No contabilizadas	No contabilizadas	Depósitos fluvio-lacustres con intercalación potente de lignito (Antela). Actúa como un acuífero semiconfinado
Vilardevós-Laza	Laza, Vilardevós, Ríos	1	0	Materiales metamórficos paleozoicos (esquistos, filitas, limolitas y grauwacas) y graníticos
Verín	Castrelo de Val, verín, Oimbra	5	0	Depósitos detríticos de abanicos aluviales (arenas, arcillas y cantos), y los sedimentos aluviales (arenas y arcillas) de los ríos Támeiga y Bugal.

Para agrupar las distintas masas de agua se ha seguido el criterio de considerar las divisorias hidrográficas como límites, ya que el tipo de circulación de las aguas subterráneas, sobre todo en Galicia – Costa, es subsuperficial, coincidiendo la cuenca topográfica con la cuenca vertiente real (EPTISA, 2003). Recientemente Augas de Galicia (CHGC, 2005) ha remodelado las agrupaciones de agua subterránea identificando dieciocho en lugar de las anteriores diecinueve (ver Tabla 4) en la parte de Galicia-Costa.

Tabla 4. Masas de agua subterránea identificadas en Galicia (Confederación Hidrográfica Galicia Costa, 2005).

Nº	Denominación	Cuenca
1	O Morrazo – Pontevedra – Vigo - Baiona	Galicia-Costa
2	Caldas – O Salnés	Galicia-Costa
3	A Barbanza	Galicia-Costa
4	Santiago – Sar	Galicia-Costa
5	Ulla	Galicia-Costa
6	Muros – Noia	Galicia-Costa
7	Tambre	Galicia-Costa
8	Cee – Corcubión	Galicia-Costa
9	Costa da Morte	Galicia-Costa
10	Mero - Mandeo	Galicia-Costa
11	Coruña – Betanzos – Ares – Ferrol	Galicia-Costa
12	Eume	Galicia-Costa
13	As Pontes	Galicia-Costa
14	San Sadurniño	Galicia-Costa
15	Ortegal – A Mariña	Galicia-Costa
16	Ribadeo – Valdouro	Galicia-Costa
17	Interior Sur	Galicia-Costa
18	Xallas	Galicia-Costa

2.4. CARACTERIZACIÓN HIDROTÉRMAL DE GALICIA

Mediante la generación de la base de datos denominada “Balnearios” diseñada para su manejo con tecnología GIS se ha podido analizar entre otros las características hidrotermales de las aguas que forman parte de dicha base de datos. La base de datos se ha elaborado utilizando la información disponible en el “informe científico-técnico sobre las aguas minero-medicinales de Galicia” (Meijide et al, 2009). Los datos han sido sometidos a tratamiento geoquímico y geoestadístico con la finalidad de obtener entre otros un conocimiento amplio de la evolución de diferentes parámetros físico - químicos de las aguas minerales de Galicia. En la Tabla 5 se muestra la clasificación de las aguas minero-medicinales según su temperatura en el punto de alumbramiento para usos terapéuticos (Meijide et al, 2009).

Tabla 5. Clasificación de las aguas termales en el punto de alumbramiento para usos terapéuticos (Meijide et al, 2009).

CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS MINERO MEDICINALES SEGÚN SU TEMPERATURA EN EL PUNTO DE SURGENCIA:	
(Para aplicación terapéutica)	
Frías	<19,9° C
Hipotermiales	20 - 35° C
Mesotermiales	35 – 36,9° C
Hipertermiales	> 37° C

En 2009 se inventariaron 128 alumbramientos termales que forman parte de los 42 balnearios de la Comunidad de Galicia. De los 128 alumbramientos tan sólo se dispone de información de la clasificación de las aguas según su temperatura en 53 alumbramientos. De los 53 alumbramientos, 25 tienen una clasificación del agua según su temperatura de tipo “hipertermal”, 2 son de tipo “hipotermal” y 26 son de tipo “hipotermal” (ver Figuras 15 a 18).

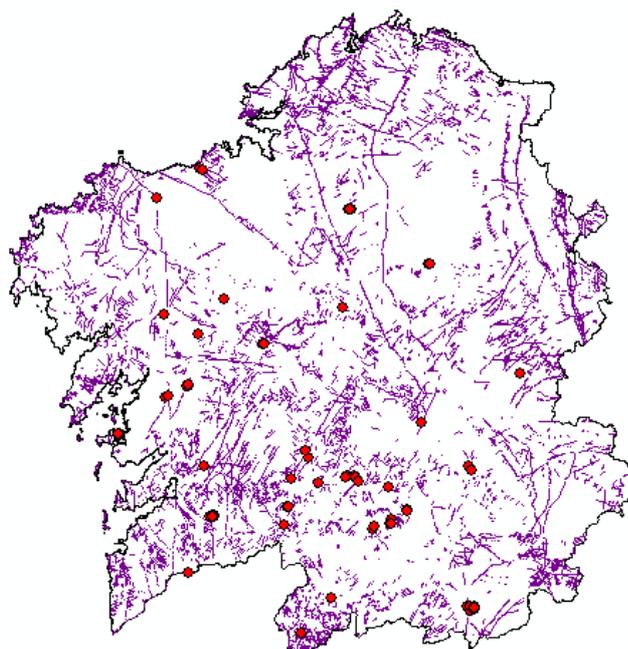


Figura 15. Sistema de fallas en la Comunidad Autónoma de Galicia y los 128 alumbramientos pertenecientes a los balnearios inventariados que conforman la base de datos.

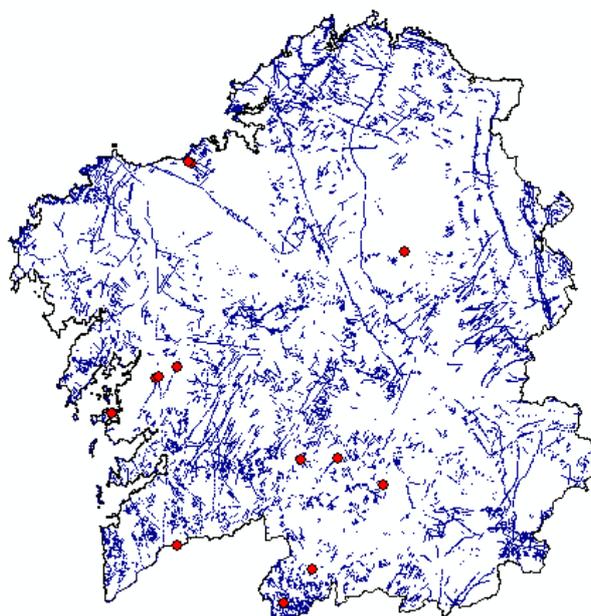


Figura 16. Sistema de fallas en la Comunidad Autónoma de Galicia y los alumbramientos de los balnearios inventariados cuya clasificación del agua según la temperatura es de tipo "hipertermal".

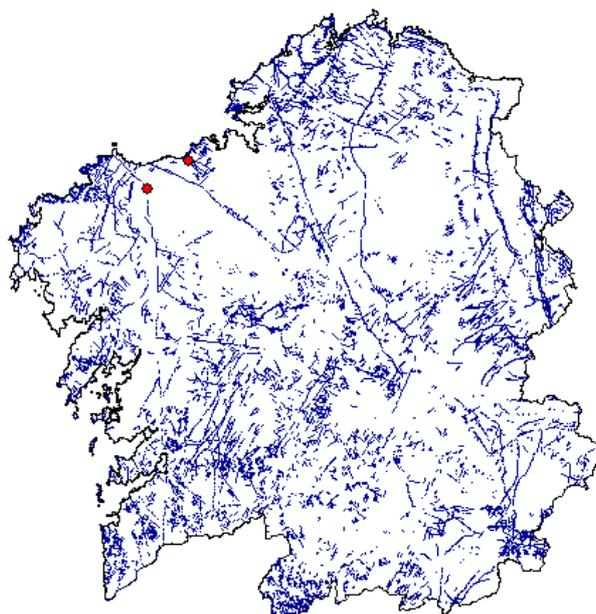


Figura 17. Sistema de fallas en la Comunidad Autónoma de Galicia y los alumbramientos de los balnearios inventariados cuya clasificación del agua según la temperatura es de tipo “mesotermal”.

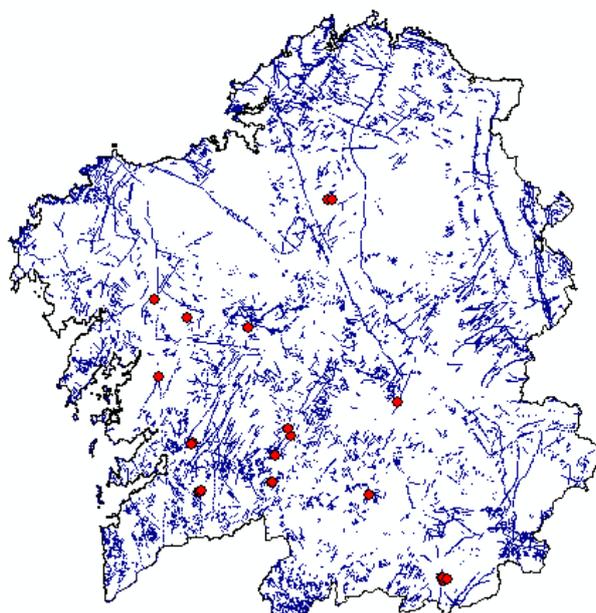


Figura 18. Sistema de fallas en la Comunidad Autónoma de Galicia y los alumbramientos de los balnearios inventariados cuya clasificación del agua según la temperatura es de tipo “hipotermal”.

Uno de los tratamientos geoquímicos realizados ha tenido como objetivo definir para cada punto de agua con análisis, su facies hidrogeoquímica o tipo de composición química. Ha sido necesario determinar la concentración relativa de los aniones y cationes mayoritarios, es decir, bicarbonatos, carbonatos, sulfatos, cloruros y fluoruros entre los aniones y calcio, magnesio, sodio y potasio entre los cationes. Por ello, para asignar facies hidrogeoquímicas a un punto determinado era necesario que su análisis correspondiente dispusiera de un valor para cada uno de los iones mayoritarios citados. De las 128 analíticas que constituyen los alumbramientos de los 42 balnearios de la base de datos, tan sólo se dispone de datos de la concentración en bicarbonatos en 73 alumbramientos, en carbonatos en 53 alumbramientos, en sulfatos en 74 alumbramientos, en cloruros en 73 alumbramientos, en fluoruros en 72 alumbramientos, en magnesio en 73 alumbramientos, en sodio en 73 alumbramientos y en potasio en 74 alumbramientos.

En la asignación de facies o denominación del tipo de composición química del agua se ha seguido el criterio más habitualmente utilizado de nombrar el agua por el anión y el catión que sobrepasan el 50% de la suma respectiva de aniones y cationes mayoritarios. En caso de que ningún anión o catión supere este 50%, se nombra a los dos más abundantes, poniendo en primer lugar el mayor de ellos.

En la Tabla 6 se muestran las diferentes facies hidroquímicas de los 128 alumbramientos que conforman los 42 balnearios analizados, el número de aguas que presenta cada facies hidroquímica y el porcentaje sobre el total de aguas analizadas. Se observa que hay 56 alumbramientos (43.75%) en los que no se dispone de información. La mayor parte de los alumbramientos tienen facies bicarbonatado – sódica ($\text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$) con 14 alumbramientos (10.94%) seguido de la facies específica bicarbonatado (fluoruro) – sodio (boro) ($\text{HCO}_3^- (\text{F}^-) - \text{Na}^+ (\text{B}^+)$) con 11 alumbramientos (8.59 %) y bicarbonatado (fluoruro, sulfuro) – sodio (boro) ($\text{HCO}_3^- (\text{F}^-, \text{S}^-) - \text{Na}^+ (\text{B}^+)$) con 10 alumbramientos (7.81 %).

Según los datos disponibles se ha podido configurar 15 grupos principales de los cuales 9 grupos corresponden a aguas bicarbonatadas o con el anión bicarbonato predominante, 4 grupos corresponden a aguas cloruradas o con el anión cloruro predominante, 1 grupo a aguas sulfatadas o con el anión sulfato predominante y 1 grupo a aguas carbonatadas o con el anión sulfato predominante (ver Figuras 19 a 24).

Analizando los grupos principales que conforman la caracterización hidrogeoquímica inicial, se ha podido realizar una simplificación de las facies hidroquímicas mediante la eliminación de iones específicos. En la Tabla 7 se muestra la simplificación de las facies hidroquímicas. Los 15 grupos iniciales se han simplificado a 5 grupos. Se observa que la facies hidroquímica mayoritaria en las aguas de los alumbramientos que conforman los 42 balnearios analizados tienen facies bicarbonatado (42.97%) de los cuales la facies bicarbonatado – sódica ($\text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$) está representada por 51 alumbramientos (39.84%) y la facies bicarbonatado – clorurado - sódica ($\text{HCO}_3^- - \text{Cl}^- - \text{Na}^+$) está representada

por 4 alumbramientos (3.13%). El segundo grupo más representativo es la facies clorurado – sódica con 15 alumbramientos (11.72 %).

Tabla 6. Facies hidroquímicas de los 128 alumbramientos que conforman los 42 balnearios analizados.

OBJECTID *	FACIES_HIDROQUIM	Cnt_FACIES_HIDROQUIM	PORCENTAJE
1	CO3 - Cl (F,S) - Na(B)	1	0.78
2	Cl - Na(B)	6	4.69
3	Cl(F) - Na	1	0.78
4	Cl(F) - Na(B)	5	3.91
5	Cl(F,S) - Na(B)	3	2.34
6	HCO3 - Cl (F,S) - Na(B)	3	2.34
7	HCO3 - Cl - Na	1	0.78
8	HCO3 - Na	14	10.94
9	HCO3 - Na(B)	1	0.78
10	HCO3(F) - Na	9	7.03
11	HCO3(F) - Na(B)	11	8.59
12	HCO3(F,S) - Na	4	3.13
13	HCO3(F,S) - Na(B)	10	7.81
14	HCO3(S) - Na	2	1.56
15	No hay info	56	43.75
16	SO4 - HCO3 - Na	1	0.78

Tabla 7. Simplificación de las facies hidroquímicas de los 128 alumbramientos que conforman los 42 balnearios analizados.

OBJECTID *	FACIES_HIDROQUIM_RECLASIF	Cnt_FACIES_HIDROQUIM_RECLASIF	PORCENTAJE
1	CO3-Cl-Na	1	0.78
2	Cl-Na	15	11.72
3	HCO3-Cl-Na	4	3.13
4	HCO3-Na	51	39.84
5	No hay info	56	43.75
6	SO4-HCO3-Na	1	0.78

En las Figura 19 a 24 se muestran los alumbramientos según su facies hidroquímica en los grupos simplificados.

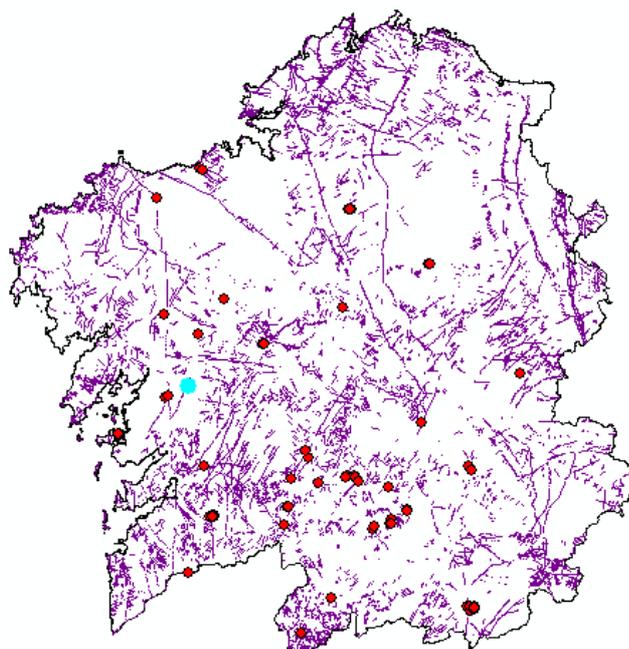


Figura 19. Ubicación de los 128 alumbraamientos que constituyen la base de datos “Balnearios”. En azul se muestra el alumbraamiento correspondiente a la facies hidroquímica $\text{CO}_3^{2-} - \text{Cl}^- - \text{Na}^+$.

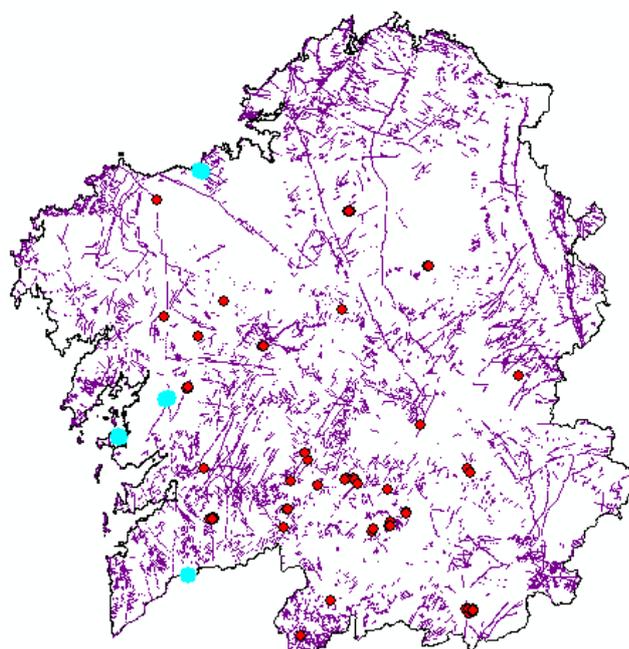


Figura 20. Ubicación de los 128 alumbraamientos que constituyen la base de datos “Balnearios”. En azul se muestran los alumbraamientos correspondientes a la facies hidroquímica $\text{Cl}^- - \text{Na}^+$.

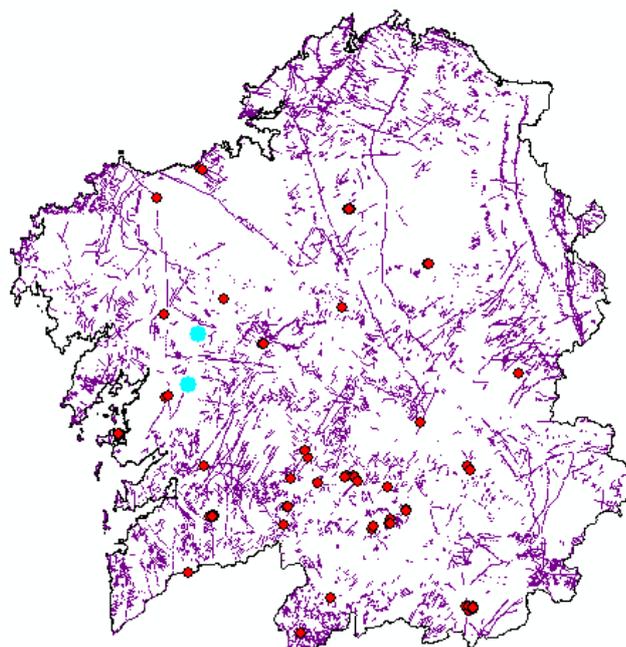


Figura 21. Ubicación de los 128 alumbraamientos que constituyen la base de datos “Balnearios”. En azul se muestran los alumbraamientos correspondientes a la facies hidroquímica $\text{HCO}_3^- - \text{Cl}^- - \text{Na}^+$.

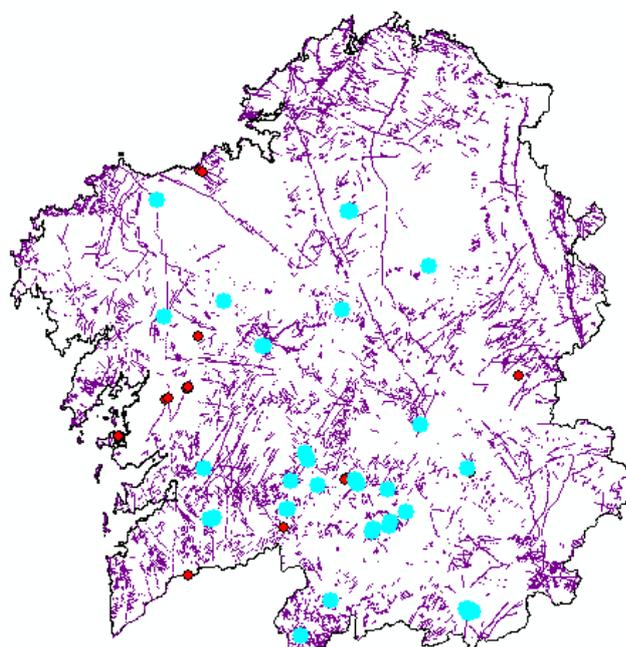


Figura 22. Ubicación de los 128 alumbraamientos que constituyen la base de datos “Balnearios”. En azul se muestran los alumbraamientos correspondientes a la facies hidroquímica $\text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$.

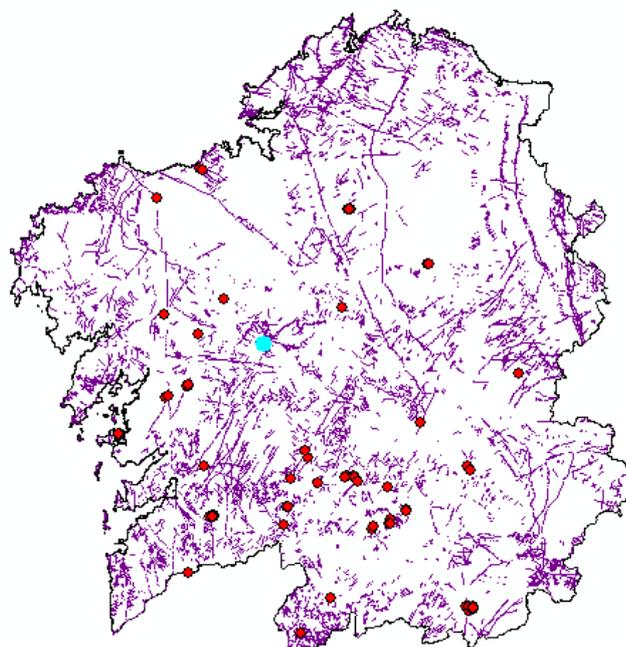


Figura 23. Ubicación de los 128 alumbramientos que constituyen la base de datos “Balnearios”. En azul se muestran los alumbramientos correspondientes a la facies hidroquímica $\text{SO}_4^{2-} - \text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$.

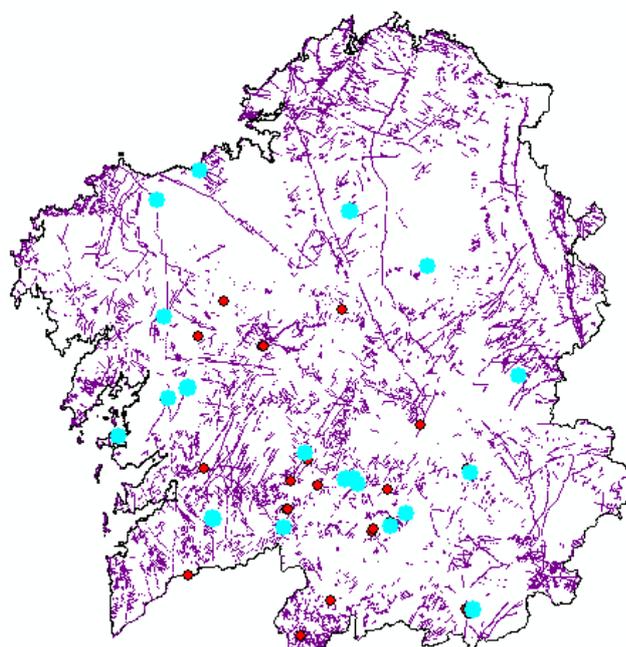


Figura 24. Ubicación de los 128 alumbramientos que constituyen la base de datos “Balnearios”. En azul se muestran los alumbramientos de los que no se dispone de información.

En el epígrafe 6.6. RELACIÓN ENTRE LA FÁCIES HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS EN LOS ALUMBRAMIENTOS DE LOS BALNEARIOS DE GALICIA Y LA GEOLOGIA. APROXIMACIÓN AL ESTABLECIMIENTO DE LOS DOMINIOS HIDROMINERALES DE GALICIA A PARTIR DE LAS FACIES HIDROQUÍMICAS se analiza en detalle la relación entre la facies de cada agua de cada alumbramiento de los que se dispone de información y la geología.

El Macizo Hercínico que constituye la mayor parte de la mitad occidental de la Península Ibérica: Galicia, zona occidental de la cuenca del Duero, Extremadura, Sistema Central, Montes de Toledo, Sierra Morena y la provincia de Huelva (Corral et al, 2008; IGME 1982; Fernández Portal et al, 2006) está constituido por gran variedad de materiales geológicos pertenecientes al Paleozóico metamorfozados por la Orogenia Hercínica o masas de rocas ígneas fundamentalmente granitoides. Las aguas minerales circulan por estos materiales a través de sistemas de fracturas y fisuras algunas a gran profundidad. Esto determina que su facies hidroquímica sea mayoritariamente bicarbonatada sódica. (Historia y Evolución Científica y Técnica del Conocimiento de las Aguas Minerales de Galicia. Corral et al, 2010. IGME). A esta circunstancia se une un elevado número de anomalías asociado a indicadores de circulación profunda: temperatura, flúor, sílice, hierro, manganeso, arsénico y sulfuros. También se observa la presencia de aguas bicarbonatadas magnésicas y cloruradas sódicas (Historia y Evolución Científica y Técnica del Conocimiento de las Aguas Minerales de Galicia. Corral et al, 2010. IGME).

En el ámbito nacional se han conformado 78 grupos o facies diferentes: 28 grupos de aguas bicarbonatadas o con el anión bicarbonato predominante 24 grupos de aguas cloruradas o con el anión cloruro predominante, y 26 grupos de aguas sulfatadas o con el anión sulfato predominante (Corral et al, 2007).

Las aguas bicarbonatadas representan el 67,14% de todas las aguas incluidas en la base de aguas minerales BAM3 y a las que se le ha podido asignar facies hidrogeoquímica, siendo las cálcicas el 38,05%, las sódicas el 15,33% y, finalmente, las magnésicas el 13,76%. Las aguas cloruradas representan en total el 17,53%, y dentro de ellas las cloruradas sódicas, alcanzan el 14,94%, siendo el 2,59% restante aguas de tipo clorurado pero con cationes dominantes diferentes del sodio. Finalmente las aguas sulfatadas representan el 15,33% del total, siendo las sulfatadas cálcicas las más abundantes con el 9,58%.

Tabla 8. Relación de aguas más representativas de ámbito nacional. Corral et al, 2007.

Facies Ampliada	Nº Puntos	Porcentaje
Bicarbonatada cálcica	675	38,05
Bicarbonatada sódica	272	15,33
Clorurada sódica	265	14,94
Bicarbonatada magnésica	244	13,76
Sulfatada cálcica	170	9,58

El grupo de las aguas bicarbonatadas se extienden por casi toda la península, con la salvedad de los terrenos pertenecientes al macizo hercínico situado en el oeste y noroeste, las depresiones terciarias del Ebro y del Guadalquivir y la zona más interna de las Cordilleras Béticas en el sureste peninsular. Se presentan, sobre todo, en las cordilleras con abundante presencia de materiales carbonatados, como Cantábrica, Pirenaica, Ibérica, Costero-Catalanas, áreas externas de las Béticas, Sierra Norte de Mallorca, o bien en las cuencas del Duero, Tajo y Guadiana.

El grupo de las aguas bicarbonatadas magnésicas se encuentra en zonas en las que existe un predominio de las dolomías o de las calizas dolomíticas sobre las calizas, o bien materiales carbonatados sometidos a procesos de metamorfismo como los mármoles. Entre las zonas se pueden destacar la parte más occidental de la Cordillera Cantábrica, algunas áreas de la Cordillera Bética como las sierras occidentales de la provincia de Málaga, las sierras Alpujárrides de Granada y Almería así como la zona más oriental del Prebético, y finalmente algunas áreas de origen volcánico al sur de Ciudad Real y en Gran Canaria.

El grupo de facies bicarbonatada sódica se origina como una evolución de las aguas de infiltración, en las que se produce la sustitución del catión Ca^{2+} por el Na^+ . El gran ámbito geológico de presencia de esta facies es el macizo hercínico, sobre todo en las áreas de predominio de rocas graníticas y metamórficas del Paleozoico, y en menor dimensión en las zonas graníticas del núcleo de la cordillera pirenaica, de la cordillera prelitoral catalana y de la provincia de Gerona. También es la facies dominante en las aguas minerales de áreas volcánicas como Tenerife, Gran Canaria y sur de Ciudad Real.

El grupo de las aguas con facies hidroquímica clorurada sódica se extiende por amplias zonas de la península. Su densidad es mayor en áreas próximas a la costa o bien en zonas geológicas con predominio de materiales triásicos de origen evaporítico. Entre las zonas marcadas cabe destacar una gran franja norte-sur en Galicia, desde las aguas de los balnearios de Arteixo y Carballo en el norte, las de La Toja o Caldas de Rey en el oeste, de Pontevedra y Caldelas de Tuy en el sur, todas ellas con salinidad relativamente elevada o muy elevada y un origen ligado al agua de mar. Existe dentro de esta franja un número elevado de puntos de agua clorurada sódica con una conductividad muy baja, poco mineralizadas, cuyo contenido en $[\text{NaCl}]$ debe encontrarse ya en el agua de infiltración, procedente de los aerosoles marinos que se incorporan al agua de lluvia en zonas costeras. Este mismo origen tiene el grupo delimitado en Asturias. Las restantes áreas están ligadas a materiales salinos de las evaporitas triásicas, cuyo lixiviado por aguas de infiltración incorporan a las mismas el $[\text{NaCl}]$. Así, las masas salinas de Cantabria o las presentes en el frente de contacto entre la Cordillera Bética y la depresión del Guadalquivir o el amplio dominio de los materiales triásicos de la Cordillera Ibérica, tanto en su vertiente norte de la Cuenca del Ebro como en su vertiente occidental de las cuencas del Tajo y Júcar, a los que geográficamente se unen las masas salinas del interior de Murcia y Alicante.

El grupo de las aguas con facies sulfatada cálcica se origina por el lixiviado de evaporitas terrestres –yesos y anhidritas– presentes fundamentalmente en materiales del Triásico o de Cuencas Terciarias. Las zonas delimitadas por mayor densidad de puntos con este tipo de facies se encuentran en el área costera de Asturias entre Gijón y Villaviciosa, en la Sierra de Alcaraz en la base del mesozoico de la Meseta, al sur de la depresión del Guadalquivir en las masas evaporíticas ligadas al frente Subbético y los Alpujarrides de la provincia de Granada donde la fuerte fracturación permite una circulación muy profunda de las aguas que se pone en contacto con capas de yesos infrayacentes y, por último, en una muy extensa zona donde se encuentran los materiales triásicos del nordeste de la Cordillera Bética (provincias de Murcia y Alicante), los de la Cordillera Ibérica en sus dos vertientes nordeste y suroeste y los del interior de la provincia de Valencia y sur de Castellón.

CAPÍTULO 3. MARCO LEGISLATIVO DE LAS AGUAS MINERALES Y TERMALES EN GALICIA

El Marco Legislativo de las aguas minero – medicinales ha sido ampliamente analizado en el “*informe científico-técnico sobre las aguas minero-medicinales de Galicia*” (Meijide et al, 2009). Los textos referentes a la legislación española sobre aguas minerales se inician con el Reglamento de Baños y Aguas Mineromedicinales de 28 de marzo de 1817, modificado por los Reglamentos de 1834, 1874 y, finalmente, por el Estatuto de 1928 sobre Explotación de Manantiales de Aguas Mineromedicinales.

La situación anterior a esta normativa queda reflejada en la Exposición de Motivos del Reglamento de 1874. El Estatuto de 1928 fue durante casi 50 años la principal norma reguladora de las aguas minerales, incluyendo su declaración de utilidad pública y el régimen de su aprovechamiento y protección, hasta que en 1973 quedó derogado (excepto en los aspectos médico - sanitarios) por la legislación de minas: la Ley de Minas y su desarrollo por el Reglamento General para el Régimen de la Minería de 1978. El estatuto permanece vigente en las comunidades autónomas que no promulgaron legislación propia, y subsidiariamente en las restantes.

3.1. DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS SEGÚN LA NORMATIVA ESPAÑOLA

La definición general del término "agua mineral" no viene definida en la legislación española, aunque se contemplan sus diferentes tipos en la vigente normativa.

(1) En la Ley 29/1985 (Ley de Aguas, 1985) modificada posteriormente por el Real Decreto Legislativo 1/2001 (texto refundido de la Ley de Aguas) considera las aguas subterráneas de dominio público. En estos textos se excluye en su terreno de aplicación, a las aguas minerales, indicando en su artículo 1.4. que "Las aguas minerales se rigen por su legislación específica", siendo esta la siguiente:

(2) Real Decreto Ley 743/28 de 25 de abril de 1928 por el que se aprueba el Estatuto sobre la Explotación de Manantiales de Aguas Minero - Medicinales (derogados aquellos artículos que se opongán a la Ley de Minas).

(3) Ley del 21 de julio 22/1973 de Minas (Ley de Minas, 1973).

(4) Real Decreto 2857/1978 (Real Decreto, 1978) de 25 de agosto por el que se aprueba el Reglamento General para el Régimen de la Minería.

(5) Real Decreto 1074/2002 (Real Decreto, 2002), de 18 de octubre, por el que se regula el proceso de Elaboración, Circulación y Comercio de Aguas de Bebida Envasadas y el R.D. 1744/2003 de 19 de diciembre por el que se modifica el R.D 1074/2002.

Con la creación de las comunidades autónomas y la transferencia de las competencias en materia de aguas minerales y termales, las comunidades autónomas de Cantabria, Castilla la Mancha, Extremadura y Galicia, asumieron competencias en la materia y elaboraron una legislación específica. Tan sólo Castilla la Mancha y Galicia contemplan en su normativa las aguas de bebida envasada. En desarrollo de dicha competencia, en estas cuatro comunidades se establecieron las siguientes leyes:

(6) Ley 2/1988 de 26 de octubre, de Fomento, Ordenación y Aprovechamiento de los Balnearios y de las Aguas Mineromedicinales y/o Termales de Cantabria, con Reglamento aprobado por el Decreto 28/1990 del 30 de mayo (BOC nº118, de 13/6/1990)

(7) La Ley 8/1990 de 28 de diciembre, de Aguas Minerales y Termales de Castilla la Mancha, con Reglamento aprobado por Decreto 4/1995 de 31 de enero.

(8) La Ley 6/1994 de 24 de noviembre, de Balnearios y de Aguas Mineromedicinales de Extremadura. Hasta la fecha no fue desarrollada reglamentariamente.

(9) La Ley 5/1995 de 7 de junio, de Regulación de las Aguas Minerales, Termales, de Manantial y de los Establecimientos Balnearios de Galicia, con Reglamento aprobado por Decreto 402/1996 de 31 de octubre.

Las siguientes comunidades autónomas, aunque legislaron en materia de aguas minerales, no asumieron competencias ni establecieron un procedimiento específico para la declaración de un agua de tipo mineral:

(10) Decreto 262/1990 de 23 de octubre. Requisitos técnico-sanitarios de los establecimientos balnearios de Cataluña. Y el Decreto 307/94 de 16 de noviembre.

(11) Murcia: Decreto 55/97

En términos generales, estas normativas autonómicas no introducen grandes modificaciones respecto de las estatales anteriormente vigentes, aunque cabe señalar que las Leyes de Castilla la Mancha, Extremadura y Galicia fijan un régimen de concesión para el aprovechamiento de las aguas minerales (el que supone reconocimiento expreso de su pertenencia al dominio público). Hay que destacar también que la legislación gallega regula con especial detalle los perímetros de protección.

Se destacan a continuación de manera resumida, los aspectos más significativos de la legislación vigente.

Real Decreto 743 de 25 de abril de 1928 por el que se aprueba el Estatuto sobre Explotación de Aguas Mineromedicinales para su Empleo en Balnearios. La utilización específica de aguas minerales en balnearios se rige básicamente por este Real Decreto.

Regula la explotación de las aguas mineromedicinales y las define como: aquellas aguas subterráneas de afloramiento natural o artificial que, por su composición y efectos terapéuticos, pueden ser clasificadas de utilidad pública.

Las características principales que legislan son:

- (1) Establece un procedimiento para la declaración de agua mineromedicinal y otro posterior para la de utilidad pública, en el que se exige el informe vinculante de Sanidad para la declaración de Utilidad Pública de un manantial.
- (2) Crea la figura del perímetro de protección y la zona de expropiación forzosa.
- (3) Regula el envasado.
- (4) Establece las normas sobre la asistencia de médicos en balnearios.
- (5) Crea la figura de Inspectores de Sanidad para balnearios y plantas embotelladoras.

Este Estatuto permanece vigente en los aspectos sanitarios en las comunidades autónomas que no legislaron.

Ley 22/1973 de 21 de julio de Minas y Real Decreto 2857/1978 de 25 de agosto por el que se aprueba el Reglamento General para el Régimen de la Minería que deroga el Título I de la propiedad de las aguas mineromedicinales y de sus derechos y obligaciones, Título III del expediente sobre declaración de utilidad pública y demás trámites que han de preceder a la explotación de aguas mineromedicinales y artículo 77 sobre abandono, cierre o cambio de uso de los manantiales.

Determina que es preciso un informe vinculante del Ministerio de Sanidad para la clasificación de un agua como mineromedicinal. La clasificación de un agua como mineromedicinal implica la declaración de Utilidad Pública.

Ambos textos clasifican y definen las aguas minerales (sin definir éstas) en minero - medicinales, minero - industriales y termales, de la siguiente manera:

- (1) Minero-medicinales: aguas alumbradas natural o artificialmente que, por sus características y calidades son declaradas de Utilidad Pública y son aptas para tratamientos terapéuticos.
- (2) Minero - industriales: aquellas que permiten el aprovechamiento racional de las sustancias que contengan, entendiéndose incluidas en este grupo las aguas tomadas del mar a estos efectos.
- (3) Termales: aquellas cuya temperatura de afloramiento sea superior por lo menos en 4º C a la media anual del lugar donde se alumbrá; la producción calórica máxima debe ser inferior a 500 termias/hora. Por su temperatura pueden ser utilizadas con fines terapéuticos en balnearios o estaciones termales.

Un aspecto importante de esta Legislación es lo establecido en el artículo 2º: “*todos los recursos geológicos son de dominio público, pudiendo explotarlos el Estado directamente o cederlos con condiciones*”. Además:

- (1) Respeta los derechos adquiridos por el Real Decreto 743 de 1928 y deroga aquellos artículos que se opongan a esta Ley.
- (2) Establece las normas para la declaración de Agua Mineral.
- (3) Regula el procedimiento para la explotación.
- (4) Establece el plazo para la puesta en funcionamiento.
- (5) Define los derechos y obligaciones de los titulares de explotación del agua.
- (6) Crea la figura de la caducidad de las concesiones de explotación.

Para la protección de estas aguas, el Reglamento General para el Régimen de la Minería establece una serie de derechos y deberes de los titulares (R.D. 2857/1978).

Es destacable que los R.D de aguas de consumo humano (R.D. 140/2003) en su artículo 2º; el R.D. de aguas de bebida envasadas (R.D.1074/2002) y la norma Codex para Aguas minerales envasadas excluyen expresamente de su terreno de aplicación las aguas utilizadas con fines terapéuticos.

Real Decreto 1074/2002, de 18 de octubre, por el que se regula el proceso de Elaboración, Circulación y Comercio de Aguas de Bebida Envasadas y el R.D. 1744/2003 de 19 de diciembre por el que se modifica el R.D 1074/2002. suponen la incorporación al ordenamiento español de las correspondientes Directivas comunitarias 80/778/CRR, 80/777/CEE y 96/70/CE relativos los requisitos sanitarios exigibles en las aguas de bebida envasada. En este R.D. se define Agua Mineral Natural: “*aquella bacteriológicamente sana que tenga su origen en un estrato o yacimiento subterráneo y que broten de un manantial en uno o varios puntos de alumbramiento, naturales o perforados*”. Estas pueden distinguirse claramente de las restantes aguas potables:

- (1) Por su naturaleza, caracterizada por su contenido en minerales, oligoelementos y otros componentes y en ocasiones, por determinados efectos.
- (2) Por su pureza original.

Estas características son conservadas intactas, dado el origen subterráneo del agua, mediante la protección del acuífero contra todo riesgo de contaminación.

Además en el Anexo 1 se especifica que las características físico-químicas se mantengan constantes dentro de los límites impuestos por las fluctuaciones naturales.

Esta es la definición común a países como Portugal, Francia o Italia en los que no existe la denominación de agua mineromedicinal sino sólo se contempla agua mineral natural.

3.2. LEGISLACIÓN AUTONÓMICA EN GALICIA

La Ley 5/1995 de 7 de junio, de Regulación de las Aguas Minerales, Termales, de Manantial y de los Establecimientos Balnearios de Galicia, con Reglamento aprobado por Decreto 402/1996 de 31 de octubre.

La legislación gallega clasifica los recursos en: Aguas minerales, que incluyen las: (1) Mineromedicinales, (2) Minero-industriales, (3) Minerales naturales, (4) Aguas termales y (5) Aguas de manantial.

Crea un registro de Aguas Minerales, Termales y de Manantial.

Se crea una Junta Asesora de Aguas Minerales, Termales, de Manantial y de Establecimientos Balnearios.

Como novedad destacada introduce una regulación precisa de las características del perímetro de protección del acuífero.

3.3. TRÁMITES PARA LA SOLICITUD DE DECLARACIÓN DE AGUA MINEROMEDICINAL DE UN MANANTIAL DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL TERRITORIO ESPAÑOL

El procedimiento es lo recogido en la Ley de Minas y en el Reglamento que la desarrolla. La declaración de la condición de mineral de un agua subterránea es requisito previo para la autorización o concesión de aprovechamiento, según el dispuesto en la legislación básica en materia de minería (arts. 24 Ley de Minas y 39 del Reglamento).

Este procedimiento es el mismo que para las aguas de bebida envasada (mineral natural y de manantial), ya que los artículos 17 y 18 del Real Decreto 1074/2002 establecen que se seguirá el procedimiento indicado en la Ley de Minas, aunque deberán acercarse los estudios y análisis requeridos en el apartado I del Anexo II.

En Galicia esta declaración, que se puede acordar de oficio o a través de la solicitud de cualquier persona que reúna las condiciones establecidas para ser titular de derechos mineros, es competencia de la Consejería competente en materia de Industria de la Xunta de Galicia, y será requisito previo para la utilización de su aprovechamiento como tal (art. 3 Ley 5/1995, de 7 de junio, de regulación de aguas minerales, termales de manantial y de los establecimientos balnearios de la comunidad Autónoma de Galicia). En este mismo sentido se manifiesta el artículo 3 del Decreto 7408/1996, de 31 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de aprovechamiento de aguas mineromedicinales, termales y de los establecimientos balnearios de la Comunidad Autónoma de

Galicia; que añade en su punto 2 que *"la declaración de un agua como mineromedicinal o termal implicará su declaración de utilidad pública"*.

De forma previa a la solicitud de declaración de la condición de agua mineral ante la comunidad autónoma, se requiere por parte del solicitante el análisis previo de doce muestras de agua con periodicidad mensual con el fin de comprobar la constancia de composición que requiere la condición de agua mineral

El procedimiento puede iniciarse bien de oficio (por la Administración competente para la tramitación y resolución), bien a instancia de parte precisando el artículo 4.1 del Decreto 7402/1996 que hará mediante la correspondiente solicitud que se presentará en la Consejería competente en materia de Industria, "con expresión de la situación y características del acuífero, los datos personales del propietario del terreno, y las del solicitante en el caso de no coincidir con el propietario de los terrenos así como cuantos datos se consideren necesarios para su exacta determinación".

Asimismo, y de acuerdo con dispuesto en el artículo 4.2 del Decreto 7402/1996, la solicitud deberá completarse con la documentación recogida en el apartado 1 del Anexo II del Real Decreto 1074/2002 de 18 de octubre, en virtud del cual se requiere que *"... las características básicas de estas aguas. ... deberán apreciarse desde los puntos de vista: a) geológico e hidrogeológico; b) físico, químico y físico-químico; c) microbiológico; y d) farmacológico, fisiológico y clínico, en su caso"*. Sin embargo, es preciso considerar que los análisis microbiológicos del agua en los puntos de alumbramiento tendrán que ser realizados *"por la Consejería competente en materia de sanidad con arreglo a la normativa aplicable"*.

Sobre el paso siguiente dispone el artículo 39 del Reglamento que el acto de iniciación debe ser publicado en el BOE o en el Boletín Oficial de la Provincia correspondiente. Conviene matizar que en el momento de la promulgación del Reglamento aun no existía la actual configuración autonómica del Estado, por el que no se hace referencia a los Boletines Oficiales de las Comunidades Autónomas; si bien en la actualidad requerirá la publicación en los referidos Boletines en el caso de las comunidades autónomas uniprovinciales, o en las comunidades pluriprovinciales, cuando los Boletines Provinciales no estén integrados en aquellos. Tras la publicación, corresponde al órgano autonómico competente fijar la fecha en la que se procederá a la toma de muestras de las aguas, que deberá notificar a las partes. Hecha la toma, se dividirá en tres partes que, una vez lacradas y selladas, serán entregadas al solicitante, al IGME, y al órgano autonómico competente. En el caso de que el solicitante no sea el propietario del terreno, habrá de dividirse la toma en cuatro partes, a efectos de entregarle una al propietario del terreno.

En el caso de que el procedimiento tuviera como objeto exclusivamente la declaración de aguas termales, la toma de muestras será sustituida por la toma de tres temperaturas, que se sucederán con un intervalo de dos horas entre cada

una. En este caso, el acta original, con el informe de la Delegación Provincial, será a que se remita al IGME.

El expediente tramitado con arreglo a lo dispuesto habrá de remitirse a la Consejería de Sanidad, al objeto de que emita un informe vinculante sobre la declaración pretendida del agua, tal y como resulta del artículo 4.2 de la Ley 5/1995 y del artículo 6 del Decreto 7402/1996.

En todo caso, en los análisis deberá determinarse si las aguas de que se trata cumplen las especificaciones previstas en el anexo II del R.D. 1074/2002. Así pues las propiedades salutíferas deberán apreciarse desde cuatro puntos de vista:

- 1) geológico e hidrogeológico;
- 2) físico, químico y físico-químico;
- 3) microbiológico y
- 4) farmacológico, fisiológico y clínico en su caso.

Además especifica que se hará con arreglo a los criterios establecidos en los siguientes apartados y con arreglo a métodos científicos reconocidos por las autoridades competentes. Las normas aplicables, los análisis clínicos y farmacológicos son:

(1) Estos análisis se efectuarán con métodos científicos reconocidos y deberán adaptarse a las características propias del agua mineral natural y a sus efectos en el organismo humano (diuréticas, funciones gastrointestinales, compensación de carencia de sustancias minerales).

(2) La comprobación de la constancia y de la concordancia en gran número de observaciones clínicas podrá sustituir, en su caso, a los análisis los que si hace referencia. Estos mismos análisis podrán ser sustituidas por exámenes clínicos cuando la concordancia de un gran número de observaciones permitan obtener los mismos resultados.

Efectuados todos los trámites señalados, y la vista del informe elaborado por el IGME y el Informe vinculante de la Consejería de Sanidad, la correspondiente Delegación Provincial de la Consejería competente en materia de Industria emitirá un informe y elevará la propuesta de resolución del expediente al Consejero competente en materia de Industria, autorizando o denegando la declaración de mineral del agua. Esta resolución deberá ser notificada a los interesados y deberá ser publicada en el BOE, en el Boletín Oficial de la Comunidad Autónoma y, en su caso, en el Boletín Oficial de la Provincia. Asimismo, en el Registro de Aguas Minerales, Termales y de Manantial de la propia Consejería deberá inscribirse de oficio toda declaración de la condición de mineromedicinal o termal de las aguas.

Para concluir con el procedimiento de declaración de la condición de mineromedicinal o termal, dispone en el artículo 8 del Decreto 7408/1996, que *"la pérdida de la condición de mineromedicinal o termal de las aguas se declarará mediante resolución motivada del Consejero competente en materia de Industria, previa audiencia del interesado y del Informe vinculante de la Consejería competente en materia de Sanidad"*. Conviene en este punto referir dos cuestiones destacadas por la doctrina, que son diferenciar este supuesto del de extinción y la suspensión de la concesión de explotación de las aguas minerales y termales, de que se ocupan los artículos 25 a 29 del Reglamento. Sorprende la ausencia del informe del IGME en este procedimiento, por cuanto su intervención había es determinante para decidir si unas aguas perdieron o no la condición de mineral.

Finalmente la Ley 5/1995 contempló en su Disposición Transitoria 1ª los derechos adquiridos por los balnearios que se encontraban en activo en el momento de su promulgación, indicando un plazo de un año para acreditar ante la Consejería competente en materia de Industria *"la existencia de una declaración de mineral o termal de los caudales aprovechados o bien las características de las aguas, en base las cuales se otorgó la citada declaración o autorización de aprovechamiento"*.

3.4. CONSECUENCIAS LEGALES DE LA DECLARACIÓN DE UN AGUA COMO MINERAL O TERMAL:

(1) En base a la declaración de un agua como mineral o termal, su gestión pasa a depender de la Consejería competente en materia de Industria de la Xunta de Galicia, sustrayendo de la competencia a los Organismos de la Cuenca.

(2) Esta declaración abre la posibilidad de que estas aguas sean aprovechadas como tales, una vez obtenida la correspondiente autorización o concesión administrativa.

(3) La administración competente para su gestión puede sacar a concurso público su aprovechamiento, en los supuestos de que la declaración la había realizado de oficio, o de no solicitud y de denegación del aprovechamiento.

(4) La declaración de un agua como mineromedicinal o termal implicará su declaración de utilidad pública.

Cabe destacar que la legislación posterior a la de la Ley de Minas introdujo algunas modificaciones en este procedimiento:

(1) El Reglamento de Dominio Público Hidráulico, aprobado por R.D. 849/1986, de 11 de abril, dispone en el artículo 1.4 que en el expediente de declaración deberá intervenir el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (hoy Ministerio de Medio Ambiente) a efectos, si procede, de la exclusión del ámbito de la Ley de Aguas del agua objeto de declaración.

(2) Este precepto dio lugar a un conflicto positivo de competencia por parte de la Comunidad Autónoma de Euskadi. Al respecto el Tribunal Constitucional resolvió en la Sentencia 227/88, de 29 de noviembre que el artículo 1.4, inciso final, del Reglamento del Dominio Público Hidráulico invadía competencias de la referida Comunidad Autónoma; fallo que puede hacerse extensivo al resto de las Comunidades Autónomas.

(3) Para la declaración de agua mineral natural, el Real Decreto 1074/2002, de 18 de octubre, por el que se regula el proceso de elaboración, circulación y comercio de aguas de bebida envasada, establece la obligación de presentar estudios geológicos e hidrogeológicos sobre el origen y características del agua y la protección del acuífero frente a la contaminación.

(4) Las Leyes de Castilla la Mancha (artículo 3.3), Extremadura (artículo 5.2) y Galicia (artículo 7), prevén un procedimiento para la declaración de la pérdida de la condición de mineral de un agua.

3.5. TRÁMITES PARA LA SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO

Para la autorización de aprovechamiento debe ser requisito previo la declaración anterior de la condición mineral de esa misma agua (art. 39.1 del Real Decreto 2857/1978).

Además de los estudios y análisis descritos para las declaraciones de agua “mineral natural” o de “manantial” así como para el resto de clasificaciones contempladas en la Ley de Minas deberá acercarse ante la autoridad minera competente de la Comunidad Autónoma una instancia en la que se acompañará los documentos requeridos:

- (1) Justificación de un derecho minero
- (2) Proyecto de aprovechamiento
- (3) Estudio económico
- (4) Propuesta de perímetro de protección

3.6. CRITERIOS SEGUIDOS PARA LA EMISIÓN DE LOS INFORMES DE SANIDAD

Tanto para la declaración de minero-medicinal como posteriormente para el aprovechamiento, la Consejería de Sanidad es requerida para que emita un informe vinculante. De este modo, la sección de minas de las consejerías de industria de las comunidades autónomas, visto el informe del IGME relativo a los análisis físico-químicas y el informe de Salud Pública relativo a los análisis microbiológicos solicita a la Dirección General de Salud Pública informe que, según la información obtenida de las distintas comunidades autónomas, es

solicitado acerca de las limitaciones existentes para el tratamiento tóxico o hidropínico del agua mineromedicinal.

En la mayor parte de las CCAA españolas estos informes vinculantes de Sanidad se realizan con los siguientes criterios:

Visto el informe del Instituto Geológico y Minero acerca de los parámetros físico-químicos del agua se aplican los criterios presentes en el R.D. 140/2003 de 7 de febrero de aguas de consumo humano y en los R.D. 1074/2002 y R.D. 1744/2003 por el que se regula el proceso de elaboración, circulación y comercio de aguas de bebida envasada estableciendo las posibles limitaciones al uso en bebida o en balneario. En algunas CCAA se solicita el informe de un médico especialista en Hidrología que mediante un informe vincule las posibles propiedades terapéuticas comparando con otras aguas de características similares y con declaración de mineromedicinal y utilizada terapéuticamente en algún balneario. En las Tablas 9 a 11 se enumeran los parámetros.

Tabla 9. Parámetros microbiológicos

Parámetros microbiológicos	
Recuento de colonias a 22 y 37 °C	Sin cambios anómalos
Recuento de coliformes totales	0 ufc/ 250 ml
Recuento de E. Coli β glucuronidasa	0 ufc/ 250 ml
Recuento de enterococos intestinales	0 ufc/ 250 ml
Recuento de clostridium perfringens	0 ufc/ 100 ml
Recuento de pseudomona aureginosa	Ausencia /250 ml

Tabla 10. Parámetros químicos

Parámetros químicos		
Parámetro	Valor paramétrico	Unidad
Acrilamida	0,10	µg/l
Antimonio	5,0	µg/l
Arsénico total	10	µg/l
Bario *	1,0	mg/l
Benceno	1,0	µg/l
Benzo(a)pireno	0,010	µg/l

Parámetros químicos		
Boro	1,0	mg/l
Bromato	10	µg/l
Cadmio	5,0	µg/l
Cromo	50	µg/l
Cobre	2,0	mg/l
Cianuro	50	µg/l
1,2-dicloroetano	3,0	µg/l
Epiclorhidrina	0,10	µg/l
Fluoruro	1,5	mg/l
Plomo	10	µg/l
Mercurio	1,0	µg/l
Níquel	20	µg/l
Nitrato	50	mg/l
Nitrito	0,50	mg/l
Plaguicidas	0,10	µg/l
Total plaguicidas	0,50	µg/l
Hidrocarburos policíclicos aromáticos	0,10	µg/l
Selenio	10	µg/l
Tetracloroetano y tricloroetano	10	µg/l
Total trihalometanos	100	µg/l
Cloruro de vinilo	0,50	µg/l

Tabla 11. Parámetros indicadores

Parámetros indicadores		
Parámetro	Valor paramétrico	Unidad
Aluminio	200	µg/l
Amonio	0,50	mg/l
Cloruro *	250	mg/l
Clostridium perfringens (incluidas esporas)	0	nº/100 ml
Color	Aceptable para os consumidores e sen cambios anómalos	
Conductividad **	2.500	µS cm ⁻¹ a 20°C
Concentración en iones hidrógeno	≥6,5 y < 9,5	Unidades pH.
Hierro *	200	µg/l
Manganeso	50	µg/l
Olor	Aceptable para os consumidores e sen cambios anómalos.	
Oxidabilidad	5,0	mg/l O ₂
Sulfato *	250	mg/l
Sodio *	200	mg/l
Sabor	Aceptable para os consumidores sn cambios anómalos.	
Carbono orgánico total (COT)	Sen cambios anómalos.	
Turbidez	Aceptable para os consumidores e sen cambios anómalos	

3.7. CONDICIONES DE PUESTA EN EXPLOTACIÓN

La explotación por parte de la autoridad minera, se otorgará con las siguientes condiciones:

- (1) Puesta en explotación, antes de un año, con prórroga no superior a seis meses.
- (2) Ha de proteger el acuífero en cantidad y calidad para lo cual podrá impedir trabajos o actividades que lo perjudiquen.

- (3) Podrán fijarse caudales máximos de extracción y condiciones de regulación.
- (4) Puede fijarse el tiempo de explotación.
- (5) Además, la autoridad minera se reserva el derecho de fijar al titular otras condiciones.

3.8. CADUCIDADES DE AUTORIZACIÓN O CONCESIÓN DE APROVECHAMIENTOS.

Las autorizaciones o concesiones de aprovechamiento pueden caducarse por las siguientes causas:

- (1) Por renuncia voluntaria del titular, aceptada por la Administración.
- (2) Por falta de pago en los impuestos mineros.
- (3) Por no comenzar los trabajos dentro del plazo fijado.
- (4) Por mantener paralizados los trabajos más de seis meses sin autorización
- (5) Por agotamiento o contaminación del recurso.

En el caso de que se produzca una caducidad por alguna de las cuatro primeras causas el Estado podrá sacar a concurso público la concesión del aprovechamiento.

CAPÍTULO 4. MODELO GIS PARA LA GESTIÓN DE LAS AGUAS MINERALES Y TERMALES EN GALICIA.

4.1. CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO DE UN MODELO GIS

GIS es un sistema de información geográfica integrado que consta de 3 elementos: (1) hardware, (2) software y (3) datos georreferenciados.

(1) El hardware como conjunto de dispositivos y componentes físicos compatibles entre sí y con el software utilizado que constituyen el equipo.

(2) El software ArcGIS como conjunto de aplicaciones que integra datos geográficos, información y herramientas para interactuar entre ellos.

(3) Los datos georreferenciados como información interrelacionada por medio de una interfaz para administrar las geodatabases en un sistema de administración de bases de datos.

En general, el término GIS ha sido definido por varios autores:

- (1) Aplicación informática cuyo objetivo era desarrollar un conjunto de tareas con información geográfica digitalizada. Se trataba del Sistema de Información Geográfica de Canadá (CGIS). (Tomlinson, 1967).
- (2) Modelo informatizado del mundo real, en un sistema de referencia ligado a la Tierra para satisfacer unas necesidades de información concretas. (F. Bouillé, 1978).
- (3) Un Sistema de Información Geográfica es un sistema informático diseñado para el manejo, análisis y cartografía de información espacial. (Berry, 1987).
- (4) Un Conjunto de herramientas para reunir, introducir (en el ordenador), almacenar, recuperar, transformar y cartografiar datos espaciales sobre el mundo real para un conjunto particular de objetivos. (Burrough, 1988).
- (5) Un GIS es una base de datos computerizada que contiene información espacial (Cebrián, 1988a).
- (6) un GIS es un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión. (NCGIA, 1990)
- (7) Conjunto integrado de medios y métodos informáticos, capaz de recoger, verificar, almacenar, gestionar, actualizar, manipular, recuperar, transformar, analizar, mostrar y transferir datos espacialmente referidos a

la Tierra. (D. J. Maguire, P. A. Burrough, M. F. Goodchild, D. W. Rhind y otros, 1991).

Un GIS funciona como una base de datos con información alfanumérica asociada a información cartográfica referenciada geográficamente. La potencia de los GIS no sólo radica en la posibilidad de localizar geográficamente la información sino en la posibilidad de interactuar con los datos para obtener conclusiones de tipo técnico, científico, administrativo, etc a través de: (1) las herramientas del software que se utiliza, (2) de aplicaciones externas acoplables al software o (3) de aplicaciones programadas para la obtención del fin que se persigue.

La información se organiza en ArcGIS a través de capas o niveles que pueden utilizarse en forma independiente o combinada. Cada capa dispone de un conjunto de datos alfanuméricos asociados. Esta información se puede consultar de forma independiente o interactuar y combinar entre sí obteniendo otras capas de resultados.

Algunas de las ventajas del uso de una GIS son: (1) fácil de usar, (2) rápida recuperación de grandes volúmenes de información, (3) sistema interactivo, (4) capacidad para elaborar modelos, (5) capacidad para tomar decisiones, (6) capacidad para realizar cálculos complejos, (7) fácil filtrado de la información, etc.

Algunas de las desventajas del uso de una GIS son: (1) disposición de datos incorrectos o no contrastados (sin metadatos, sin información sobre proyección, campos incompletos de información), (2) costes en la generación de información (captura e introducción de datos), (3) falsa sensación de fiabilidad o precisión.

Los GIS funcionan básicamente con dos tipos de información: (1) vector y (2) ráster.

- (1) Vector: utiliza objetos geométricos (punto, línea, polígono) para representar elementos reales sobre la superficie terrestre. Es el tipo de dato más conveniente para coberturas discretas con fronteras definidas.
- (2) Ráster: se compone de una rejilla continua de celdas que representan una porción de la superficie terrestre. Es el tipo de dato más conveniente para coberturas continuas con alta variación espacial.

Las principales ventajas de los GIS vectoriales son: (1) idoneidad para representar elementos geográficos bien definidos: ríos, carreteras, etc., (2) presentación de una estructura de datos compacta, generando ficheros poco voluminosos y (3) generación de topología, ofreciendo posibilidad de análisis muy potentes. Las principales desventajas de los GIS vectoriales son: (1) presentación de una estructura de datos compleja y (2) dificultad de aprendizaje.

Las principales ventajas de los GIS matriciales son: (1) idoneidad para representar elementos geográficos poco definidos (difusos o de variación espacial progresiva: tipos de suelo, humedad del suelo, modelos digitales del terreno, etc.), (2) presentación de una estructura de datos sencilla, (3) capacidad de realizar

operaciones de análisis sencillas y potentes y (3) facilidad de aprendizaje. Las principales desventajas de los GIS matriciales son: (1) presentación de una estructura de datos poco compacta, generando grandes ficheros de datos, (2) capacidad de análisis limitado por no tener funciones topológicas sofisticadas y de baja resolución.

El almacenamiento de datos en los GIS se localiza en un SGBD (Sistema de Gestión de Base de Datos) que permite relacionar los elementos geográficos con registros en una tabla alfanumérica, en cuyos campos se encuentran los atributos.

Tras la creación de la base de datos y antes de comenzar a trabajar con los datos hay que depurar errores como: (1) polígonos abiertos, (2) líneas que se cruzan, (3) extremos de líneas que no llegan hasta otro nodo, (4) extremos de líneas que atraviesan un nodo, (5) líneas superpuestas por haber sido digitalizadas dos veces, etc.

Una vez almacenados y corregidos los datos geográficos y alfanuméricos puede ser necesario efectuar algunas operaciones para que la información almacenada forme una cobertura coherente: (1) georreferenciación, (2) cambios de proyección y (3) fusión de mapas.

El GIS permite efectuar consultas selectivas a los datos almacenados y obtener mapas temáticos mediante la formulación de una pregunta al sistema, en la que pueden involucrarse tanto elementos geográficos de las coberturas como sus atributos asociados. También permite interactuar entre los datos a través de tratamientos específicos localizados en herramientas. De esta forma es posible obtener conclusiones a través de cálculos intermedios.

Por último es fundamental una salida gráfica de calidad con buena representación gráfica de las coberturas, tanto para los datos como para los resultados del análisis. Se trata de un grupo de funciones: (1) para la organización gráfica de los mapas, (2) para la utilización de librerías de símbolos, (3) paletas de colores, tramas, fuentes y (4) juegos de caracteres para textos, etc.

4.2. DESCRIPCIÓN DEL MODELO GIS “BALNEARIOS”

4.2.1 Pasos en el diseño de la base de datos “Balnearios” para tratamiento en GIS

Los pasos seguidos en el diseño de la base de datos geoespacial “Balnearios” fueron: 1) diseño conceptual: en esta fase se definieron en términos amplios y genéricos del objetivo y los requerimientos de la base de datos, 2) diseño lógico: en esta etapa se especificó la visión que el usuario iba a tener de la base de datos con una clara definición de los atributos y relaciones y 3) diseño físico: en esta etapa se especificó la estructura interna de almacenamiento y la organización de los ficheros de datos.

Algunos de los criterios fundamentales a tener en cuenta en el diseño de la base de datos son: 1) no repetición: los datos se almacenan de forma ordenada y no se repiten, 2) estructura: los datos se ordenan conforme a una estructura lógica y común entre sí, 3) concurrencia: debe contemplarse la posibilidad de que varios usuarios puedan acceder a la información sin interferencias y sin que exista la posibilidad de realizar modificaciones en la estructura e información de la base de datos.

En la implementación de la base de datos se siguieron los siguientes pasos:

- (1) Análisis previo de la información. Este paso es preliminar a la entrada de los datos. Lleva asociado: (1) la selección de la información que se va a introducir en la base de datos, (2) la agrupación de los datos por temas comunes o similares, (3) la elección de la tipología del dato (numérico tipo entero, o con coma flotante, número de decimales, tipo fecha, tipo texto, etc). La elección de la tipología dependerá del tratamiento posterior que se va a aplicar con el software GIS escogido ya que un mismo dato podría tener diferente tipología según el resultado que se pretende obtener.
- (2) Análisis de los datos. Constituye el paso previo a la entrada de información en la base de datos. Es fundamental ya que los resultados obtenidos tras la aplicación del tratamiento GIS dependerán de la veracidad de los datos así como de otra información adicional introducida a través del software GIS escogido. Habitualmente se desarrollan proyectos previos de campo y/o de gabinete independientes al propio proyecto GIS que llevan asociados la comprobación de los datos. Este paso constituye en sí mismo un proyecto “per sé”. De esta forma se pueden detectar errores que pueden subsanarse antes de la utilización de la información.
- (3) Estructura de la base de datos. Es un procedimiento que consiste en la determinación del tipo de soporte más adecuado que va a contener la información. La información debe ser coherente y ordenada convenientemente Existen varios sistemas: 1) dBase: conocido por su formato de tablas consistente en un solo archivo de extensión .dbf, 2) Microsoft Access: soporte que almacena las bases de datos en un archivo de extensión .mdb, 3) Base: parte del paquete de acceso libre OpenOffice que también utiliza un solo archivo con extensión .odb, 4) Microsoft SQL Server, Oracle, Informix, MySQL, PostgreSQL, 5) Microsoft Excel: aporta versatilidad en el manejo de la información en particular de tipo numérico. Se pueden diseñar varias tablas con información común entre sí que pueden combinarse, relacionarse e interactuar adecuadamente en el software GIS utilizado.
- (4) Entrada de datos. Es un procedimiento que consiste en introducir la información en los campos en los que se ha dividido la base de datos. Los criterios fundamentales de la base de datos son: 1) no repetición: los datos se almacenan de forma ordenada y no se repiten, 2) estructura: los datos se ordenan conforme a una estructura lógica y común entre sí, 3)

conurrencia: debe contemplarse la posibilidad de que varios usuarios puedan acceder a la información sin interferencias y sin que exista la posibilidad de realizar modificaciones en la estructura e información de la base de datos.

- (5) Tratamiento de los datos. Es un procedimiento que consiste en la aplicación de los procesos y aplicaciones del software GIS sobre los datos y sobre otra información adicional introducida (capas) que conlleva la obtención de unos resultados. El software GIS escogido dispone de aplicaciones o subrutinas. La adecuada aplicación sobre la información implica la obtención de resultados que permiten obtener nueva información con la que tomar decisiones o emitir conclusiones de tipo científico, técnico, mediambiental, urbanístico, etc.
- (6) Salida de resultados. Es un procedimiento que consiste en la representación de la información resultante por medio de representaciones gráficas, tablas, mapas, planos, etc. El resultado se puede extraer en formato digital o papel.

4.2.2 Análisis de la información

La base de datos “Balnearios” se ha elaborado utilizando la información disponible en el informe “INFORME CIENTÍFICO-TECNICO SOBRE AS AUGAS MINERO-MEDICINAIS DE GALICIA” (2009, Meijide Faílde, Rosa. Delgado Martín, Jordi. Juncosa Rivera, Ricardo. Universidad de La Coruña). Este informe tiene por objeto general proponer criterios para otorgar a las aguas el reconocimiento de minero medicinal y su aprovechamiento con fines terapéuticos por parte de la Dirección General de Salud Pública de la Consejería de Sanidad así como aportar la información disponible acerca de las aguas minero medicinales y termales utilizadas terapéuticamente en los establecimientos balnearios de la Comunidad Autónoma de Galicia.

Para la elaboración de ese informe se llevaron a cabo las siguientes acciones:

- (1) En la Dirección General de Salud Pública de la Consejería de Sanidad de la Xunta de Galicia se revisó y fotocopió toda la documentación disponible: analíticas de las aguas que fueron remitidas desde la Consejería de Industria con la solicitud del informe vinculante de declaración de mineromedicinal; comunicaciones y publicaciones de las resoluciones de las que tenían constancia documentada en la Dirección General de Salud Pública.
- (2) Ordenación y análisis de todas las analíticas recogidas.
- (3) En las dependencias de la Consejería de Industria se hizo una revisión de la documentación existente sobre aguas mineromedicinales: Los 6 tomos del trabajo encargado por la Consejería al IGME en el año 2003, y el Libro de Registro de aguas mineromedicinales y termales de Galicia. Con esta información se amplió la

documentación para hacer el catálogo de fichas de las aguas mineromedicinales declaradas de Galicia.

(4) Se revisaron los DOG para completar la información del estado de publicación de las declaraciones de mineromedicinal y de aprovechamiento de los diferentes manantiales.

(5) Se solicitó la colaboración de los gerentes y directores de los balnearios gallegos con el fin de comprobar y actualizar los datos de las captaciones y fechas de declaraciones y concesiones de aprovechamientos recogidos tanto en la Consejería de Sanidad como en la de Industria. No se obtuvo respuesta de todos ellos.

(6) Los médicos de los balnearios en activo fueron consultados acerca de las indicaciones médicas actuales de cada uno de los balnearios de cada una de las aguas mineromedicinales que tienen declaración de mineromedicinal. Fue enviada una ficha elaborada por los autores en la que constan las indicaciones reconocidas en Francia. Todos los balnearios con autorización sanitaria enviaron respuesta con las indicaciones.

(7) Se hizo una búsqueda y análisis de la situación en otros países de los requisitos para la declaración de agua mineromedicinal y su clasificación. En concreto, de Francia, Italia, Alemania y Portugal, países con termalismo muy desarrollado.

(8) Se solicitó la colaboración de profesores de informática de la Universidad de la Coruña para que a partir de las analíticas de las aguas mineromedicinales gallegas, de las indicaciones terapéuticas, y mediante un sistema de inteligencia artificial denominado "*programación genética*" hicieran cálculos para poder predecir las indicaciones terapéuticas en relación con las características químicas y físico-químicas de las aguas.

(9) Se contactó con médicos especialistas en Hidrología médica de otras comunidades autónomas para la revisión de los requisitos vigentes para la declaración de mineromedicinal en el resto del Estado español.

(10) Se solicitó la opinión del Director de la "Escuela Profesional de Hidrología Médica" de la Universidad Complutense de Madrid y la del Presidente de la Sociedad Española de Hidrología Médica acerca de los criterios para clasificar las aguas mineromedicinales y los requisitos para su declaración y aprovechamiento.

A partir del análisis de toda la documentación se realizó un catálogo de fichas. Las fichas elaboradas contienen información relativa a aspectos administrativos, hidroquímicos, terapéuticos, constructivos y de vulnerabilidad de las captaciones. Las fichas se dividen en 2 grupos de información complementaria: (1) Fichas Calidad y (2) Fichas Captaciones. Cada una de las fichas elaborada para cada alumbramiento contiene la siguiente información:

(1) Fichas Calidad: dispone de información relativa a cada alumbramiento que tiene el balneario como el nombre del balneario, provincia, situación, tipo de alumbramiento, accesibilidad, situación legal, coordenadas del perímetro de protección, fotografía del balneario, características físico – químicas, concentración en elementos traza, gases disueltos, radiactividad, plano de ubicación del balneario, usos terapéuticos, etc. Los campos de información que dispone esta ficha son:

- ✓ **NOMBRE:** se proporciona el nombre del balneario que figura en el registro.
- ✓ **SITUACIÓN:** se indica el lugar o parroquia, dentro del ayuntamiento y provincia, donde está situado el balneario.
- ✓ **FOTOGRAFÍA:** se inserta una fotografía del balneario, captación o instalaciones para su mejor identificación.
- ✓ **TIPO DE CAPTACIÓN Y REGIMEN DE EXPLOTACIÓN:** se distinguen e identifican, en general las captaciones de las que dispone el balneario, las cuales se agruparon en:
 - a) **Manantiales:** aquellas surgencias que emanan de forma natural a través de fisuras en el terreno o en arquetas excavadas, sin la construcción de obra civil para su canalización adecuada.
 - b) **Fuentes:** afloramientos naturales en los que se realizaron obras de canalización (piedra u hormigón) para su mejor aprovechamiento. En el caso de que dichas fuentes estén conectadas a un pozo en el que se disponga de un sistema de bombeo con el que se fuerce el aprovechamiento, no se considerará fuente.
 - c) **Pozo:** los pozos se construyen a partir de la perforación de sondeos y su acondicionamiento para su mejor explotación. Los pozos pueden ser:
 - **Surgentes:** si la cota piezométrica supera la cota topográfica emanando el agua de forma natural, aunque posteriormente se instale un sistema de bombeo para incrementar el caudal.
 - **Bombeo continuo:** si se dispone de un sistema de bombeo que extrae agua por debajo de los caudales de reposición que el acuífero acerca a la captación.
 - **Bombeo intermitente:** si se dispone de un sistema de bombeo que extrae agua por encima del máximo flujo subterráneo que acerca el acuífero a la captación, teniendo que cesar el bombeo para la recuperación del nivel en el pozo.
 - d) **Varios:** se encuadran otro tipo de captaciones menos frecuentes como son los drenes, alcorques y galerías. Además, en el caso de que el

balneario disponga de distintos tipos de alumbramiento (manantiales, pozos, etc) se indicará mediante esta opción.

- ✓ ESTADO / USO PÚBLICO: se distinguen los distintos usos que se hace de las captaciones, sin identificar el uso a cada captación. Puede diferenciarse un uso general y otros más específicos:
 - a) Balneario: Es el uso más común que se realiza para las aguas mineromedicinales. Engloba los usos terapéuticos bien sea baño, hidroterapia de chorro, etc.
 - b) Otros usos: se incluyen la utilización del agua para Bebida, independientemente de si es producto comercial (envasado) o de uso público, Baño (piscina) de forma lúdica y no terapéutica y otros usos, como pueden ser el uso para fabricación de jabones.
- ✓ CAPTACIONES: nombre con el que se registraron las distintas captaciones, la posición en coordenadas UTM (con las que figura en el registro) y el tipo de captación (manantial, fuente, etc)
- ✓ ACCESIBILIDAD: se hace referencia si el balneario está adaptado para discapacitados.
- ✓ SITUACIÓN LEGAL: se refleja la información disponible con respecto a la situación administrativa y legal en la que se encuentran cada una de las distintas captaciones del establecimiento. Puede ser:
 - a) Declaración Mineromedicinal: fecha de la declaración del agua del alumbramiento como mineromedicinal. Dicha declaración podrá datarse el 26/04/1928, para aquellos balnearios reconocidos en el Estatuto de 1928, o a fechas en la que emite resolución de declaración la Dirección de Minas y a que sale publicada dicha resolución en el DOGA.
 - b) Reconocimiento de derechos: fecha en que se reconoce la declaración para aquellos balnearios ya reconocidos en el Estatuto de 1928.
 - c) Autorización del aprovechamiento: fechas donde se conceden las autorizaciones del aprovechamiento. Dicha fecha puede ser la misma que figura en la de reconocimiento de derechos para los balnearios reconocidos en el estatuto de 1928. Para nuevos balnearios figurará la fecha correspondiente a la resolución emitida por la Dirección de Minas y la publicada en el DOGA.
 - d) Perímetro de protección: fechas en las que se emita, por parte de la Dirección de Minas; la aprobación del perímetro de protección o ampliaciones del perímetro por nuevas captaciones. Podrá ser distinta que la de autorización del aprovechamiento dependiendo de la antigüedad del

establecimiento. Asimismo, también figurará la fecha de la publicación en el DOGA del perímetro de protección.

e) Autorización sanitaria: la Dirección de Sanidad emite un informe vinculante y la autorización correspondiente para el aprovechamiento del recurso en los usos solicitados. En este caso, la fecha de autorización sanitaria figurará en el recuadro.

- ✓ COMO LLEGAR: mapa señalando donde se encuentra el balneario.
- ✓ PERÍMETRO DE PROTECCIÓN: se incluyen las coordenadas UTM de las zonas de restricciones absolutas, medias y mínima, en el caso de que se dispongan en el registro.
- ✓ NOTAS: comentarios con respecto a los alumbramientos u otra información relevante que ayude a aclarar la carencia o errores en la información examinada.
- ✓ FECHA DE REVISIÓN: fecha en la que se realizaron las fichas.

Asimismo para cada alumbramiento se ha realizado una ficha donde se describen distintos aspectos referentes a la calidad química de las aguas y a la propia captación:

- ✓ CAPTACIÓN: se describen los siguientes aspectos:
 - a) Nombre: nombre con el que se registró el alumbramiento.
 - b) Fecha de la analítica: de las distintas analíticas realizadas se escogió las que el IGME realiza, puesto que son las analíticas de referencia.
 - c) Laboratorio: nombre del laboratorio que realizó el análisis.
 - d) Referencia analítica: de los distintos análisis realizados se proporciona la referencia identificativa del análisis.
 - e) Número de analíticas: de las distintas analíticas del agua de la captación que pudieran existir pueden distinguirse cuatro tipos:
 - Tipo A: Número de analíticas del IGME o procedentes de la Universidad.
 - Tipo B: Número de analíticas realizadas por laboratorios de referencia.
 - Tipo C: Número de analíticas realizadas por laboratorios externos que no son de referencia.
 - Tipo D: Número de analíticas incompletas.

- ✓ ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS: los parámetros cualitativos que los sentidos pueden detectar se detallan en este apartado:
 - a) Sabor: percepción gustativa del agua (salgada, etc).
 - b) Olfato: percepción olfativa.
 - c) Color: índice o escala de color.
- ✓ PROPIEDADES: los valores de los parámetros registrados se detallan en este apartado. Dichos valores figuran en la descripción de la hoja de registro.
 - a) Caudal (l/s): caudal explotado de la captación y que figura en la descripción del aprovechamiento.
 - b) Temperatura (°C): temperatura media del agua.
 - c) Facies hidroquímica: clasificación del agua.
- ✓ PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS: valores de los parámetros físico-químicos del análisis de la muestra que figura en la referencia analítica:
 - a) Temperatura (°C): temperatura medida en el agua de la muestra.
 - b) pH: valor del pH medido en la muestra.
 - c) Conductividad eléctrica (S/cm) a 20 °C: valor de la conductividad eléctrica.
 - d) Turbidez (UNT): valor de la turbidez medida.
 - e) Dureza (mg CaCO₃/l): dureza del agua de la muestra.
 - f) Alcalinidad (mg CaCO₃/l): medida de la alcalinidad de la muestra.
 - g) TSS (mg/l): total de sólidos en suspensión.
 - h) Eh (mV): valor del Eh.
 - i) TSD a 180 °C (mg/l): total de sólidos disueltos.
- ✓ ANIONES Y CATIONES MAYORITARIOS: Las concentraciones de los cationes y aniones de la muestra definida en CAPTACIÓN se detalla a continuación:
 - a) Nombre: los cationes y aniones que se consideran son: fluoruro, cloruro, bicarbonato, carbonato, nitrato, nitrito, fosfato, sulfato, sulfuro, cianuro, litio, sodio, potasio, magnesio, calcio, estroncio, manganeso, amonio y sílice.
 - b) Expresión: símbolo de las anteriores especies.

- c) mg/l: concentración másica de la especie de la muestra.
 - d) meq/l: concentración molal en miliequivalentes.
 - e) %meq/l: expresión en porcentaje de la concentración molal.
- ✓ ELEMENTOS TRAZA: las concentraciones de elementos traza de la muestra definida en el recuadro de CAPTACIÓN se detalla a continuación:
- a) Nombre: los elementos traza que se consideran son: hierro total, bario, zinc, cobre, antimonio, níquel, cobalto, cromo, vanadio, cadmio, plata, plomo, selenio, mercurio, titanio, aluminio, arsénico y boro.
 - b) Expresión: símbolo de las anteriores especies.
 - c) gr/l: concentración de la especie de la muestra.
- ✓ GASES DISUELTOS: Las concentraciones en mg/l de los siguientes gases disueltos en el agua de la muestra definida en CAPTACIÓN se detalla a continuación:
- a) Nombre: los gases que se consideran son: anhídrido carbónico, ácido sulfhídrico, nitrógeno, oxígeno. Se proporciona el % de oxígeno en saturación
 - b) Valor: concentración en mg/l
- ✓ RADIOACTIVIDAD: la radioactividad en el agua, en Bq/l, se mide a partir de:
- a) Nombre: radón, radiación alfa total y radiación beta total.
 - b) Valor: Bq/l.
 - c) Error: error en la medición.
- ✓ NOTAS, COMENTARIOS Y REFERENCIAS: se detallan aspectos relevantes con respecto a la muestra seleccionada, el tipo hidroquímico del agua y otros aspectos de interés que completan la información del recurso.
- ✓ DIAGRAMAS: se representan los diagramas de STIFF, PIPER y SCHOELLER de la muestra.
- ✓ USOS TERAPÉUTICOS: se describen los usos terapéuticos en la actualidad en los que puede ser aplicada el agua de la captación mediante diversas técnicas. Se hizo un cuestionario con 9 de las 12 indicaciones actuales de los tratamientos termales reconocidos por la Seguridad Social francesa y fue enviado a los balnearios gallegos solicitando a sus directores médicos que la cumplimentaran.

(2) Fichas Captaciones: cada alumbramiento dispone también de otra ficha con información relativa a los aspectos constructivos del alumbramiento, de explotación y preventivos. A esta ficha se le denomina "Aguas minerales, termales y mineromedicinales". También dispone de información relativa a los aspectos legales y de titularidad, vulnerabilidad, caudal, niveles de agua, equipamiento, etc. Los campos son los siguientes:

- ✓ NOMBRE: nombre del balneario que figura en el registro.
- ✓ FECHA: la fecha en la que se llenó la ficha.
- ✓ TIPO DE CAPTACIÓN: Clasificación detallado del alumbramiento. La categoría de la captación quedará encuadrada dentro de los siguientes términos:
 - a) Manantial: afloramiento de agua de forma natural sin obras adicionales que proporciona un caudal. Se incluyen arquetas excavadas en el terreno.
 - b) Fuente surgente: obra que canaliza un afloramiento natural de agua en el terreno.
 - c) Pozo surgente: sondeo perforado en el terreno por el que surge por presión de forma natural un cierto caudal de agua.
 - d) Pozo: sondeo no surgente en el que el nivel de la lámina libre de agua se encuentra a una determinada profundidad haciéndose necesario un sistema de bombeo para su extracción.
 - e) Galería: túnel subterráneo por el que surge de forma natural agua a través de las paredes, sirviendo el propio túnel de canal o dren.
 - f) Dren: perforaciones excavadas en el terreno por los que se reconduce y aflora el agua.
- ✓ APROVECHAMIENTO: tipo de uso especificando con más detalle otros usos definidos:
 - a) Balneario terapéutico: aprovechamiento terapéutico del agua.
 - b) Patrimonio arquitectónico: se identifica y valora el edificio del establecimiento balneario
 - c) Envase: si el uso es para comercializar en forma de bebida.
 - d) Otros usos: engloba la utilización del agua para usos lúdicos (piscinas), bebida pública (fuentes), fabricación (jabones), etc
- ✓ EXPLOTACIÓN: hace referencia a la iniciativa comercial o no de la explotación del recurso:

- a) Pública y/o privada: explotación del agua, pudiendo realizarse por una entidad pública o privada.
- b) Entidad: organismo o empresa que explota el recurso.
- ✓ CLASIFICACIÓN: en este caso se trata de aguas mineromedicinales, aunque también se identifica su componente termal:
 - a) Mineral natural: aguas clasificadas por los elementos y concentraciones de los elementos que portan.
 - b) Mineromedicinal: aguas clasificadas y útiles para uso terapéutico por su composición.
 - c) Termal: dependiendo de la temperatura a la que surge el agua se clasifican en hipotermas, mesotermas e hipertermas.
 - d) Natural: aguas de mineralización muy débil.
- ✓ ASPECTO LEGAL: hace referencia a si está registrado en la Sección de Minas y cuál es el organismo que lo registró.
 - a) Registrado: alumbramiento registrado.
 - b) Entidad: organismo o empresa que registró el alumbramiento.
- ✓ NOMBRE: nombre de la captación.
- ✓ SITUACIÓN: se proporciona información geográfica de la captación:
 - a) Coordenadas UTM: coordenadas X y Y.
 - b) Cota altimétrica: cota de la captación.
 - c) Año: fecha real en la que se comienza a explotar el recurso al instalar el sistema e infraestructura correspondiente.
- ✓ CAUDAL: se proporciona información con respecto al régimen de explotación:
 - a) Explotado: caudal explotado o aprovechado.
 - b) Explotable: caudal máximo de explotación que se podría permitir.
 - c) Observaciones: información acerca de si es captación surgente o no.
 - d) Recomendación: comentarios referentes al régimen de explotación, a la captación y estado en el que se encuentra.
- ✓ BOMBA: En el caso de que la captación sea un pozo y tenga instalada una bomba se detallan aspectos técnicos del sistema de bombeo.

- a) Tipo: tipo de bomba: centrífuga, sumergible, etc
 - b) Potencia: potencia nominal de la bomba.
 - c) Diámetro: diámetro de la bomba.
 - d) Profundidad: profundidad con respecto al emboquille donde está situada la bomba.
 - e) Tubería de impulsión: diámetro de la tubería de impulsión.
 - f) Manómetro: instalación de manómetro.
 - g) Estado: tipo de material de la tubería y estado en el que se encuentra: acero, PVC, etc.
- ✓ CONDUCCIONES: detalle de las conducciones de distribución del agua captada o captaciones de dren.
- a) Diámetro: diámetro de las conducciones.
 - b) Estado: tipo de material de la tubería y estado en el que se encuentra: acero, PVC, etc.
- ✓ DEPÓSITOS: Detalle de las captaciones de arqueta y depósitos de distribución
- a) Estado: dimensiones de la arqueta o depósito.
 - b) Valvulería: tipo de válvulas instaladas.
 - c) Estado: tipo de material de la válvula y estado en el que se encuentra.
- ✓ NIVELES: En caso de captaciones no surgente el nivel al que se encuentra la lámina libre con respecto al emboquille.
- ✓ TEMPERATURA: Temperatura del agua en el afloramiento.
- ✓ PROFUNDIDAD: en caso de un sondeo se proporciona la profundidad del mismo, en caso de una arqueta la profundidad del fondo, o en caso de una galería, la profundidad la que se encuentra.
- ✓ TUBERÍA DE SOSTENIMIENTO: en el caso de que la captación sea un sondeo se proporciona información referente a esta.
- a) Diámetro: diámetro de la tubería.
 - b) Tipo: hace referencia si es ranurada o ciega.
 - c) Material: tipo de material (acero, polietileno, etc)

- d) Profundidad: profundidad de la tubería.
- e) Hormigonado: si está cementada en el emboquille y en el espacio anular.
- ✓ TUBERÍA: en el caso de que la captación sea un sondeo se proporciona información de la tubería.
 - a) Diámetro: diámetro de la tubería.
 - b) Tipo: si es ranurada o ciega o no hay tubería
 - c) Material: hace referencia al tipo de material (acero, PVC,...)
 - d) Profundidad: profundidad a la que llega.
 - e) Engravillado: si existe engravillado entre el sondeo y la tubería.
 - f) Ranuración: tamaño de la ranura.
 - g) Relación ranura / tramo ciego: proporción y situación de la zona ranurada.
 - h) Tapón: si existe tapón de hormigón en el fondo.
- ✓ FUENTE: en el caso de que la captación sea una fuente se proporciona información de la misma:
 - a) Características: características constructivas de la fuente.
- ✓ GALERÍAS: En el caso de que la captación sea una galería o dren se proporciona información de la misma:
 - a) Sección transversal: área de captación de la galería.
 - b) Tipo de excavación: si es en roca medio poroso.
 - c) Pendiente: para captaciones en gravedad, pendiente de la misma.
- ✓ MANANTIAL: en el caso de que la captación sea un manantial o un dren se proporciona información de la misma:
 - a) Características: características constructivas del manantial o alcorque.
- ✓ AÑO: fecha de construcción de la captación.
- ✓ ESTADO: Características constructivas de las captaciones mostrando carencias y detalles.
- ✓ PERÍMETROS DE PROTECCIÓN: definición y estimación de los perímetros de protección:

- a) AÑO: fecha de registro en la Sección de Minas.
 - b) RESTRICCIONES MÍNIMAS: si está definido el perímetro.
 - c) RESTRICCIONES MEDIAS: si está definido el perímetro.
 - d) RESTRICCIONES MÁXIMAS: si está definido el perímetro.
 - e) ESTADO: si está definido completamente.
 - f) REGISTRADO: si está registrado en la Sección de Minas.
 - g) ENTIDAD: organismo o empresa que lo registró.
- ✓ PLAN DE VIGILANCIA Y CONTROL: definición de un plan de vigilancia y el control de la captación frente a la contaminación y deterioro:
 - a) Libro de registros: s existe un libro de registro de incidencias.
 - b) Mantenimiento: e el caso de que exista libro de registro la frecuencia de mantenimiento de la captación.
 - c) Inspección: frecuencia de inspección.
 - ✓ VULNERABILIDAD: detalle de los posibles focos de contaminación y deterioro que puede sufrir la captación.
 - ✓ RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES: actuaciones que habría que desarrollar para disminuir la vulnerabilidad de la captación.

Para desarrollar la base de datos “balnearios” se recopiló íntegramente el catálogo de fichas. Toda la información disponible de los alumbramientos estructurada en los 2 tipos de fichas ha sido nuevamente analizada, estructurada y filtrada conforme al diseño de la base de datos para tratamiento GIS. Se han seleccionado los siguientes campos principales de información de cada alumbramiento:

- ✓ Datos geográficos. Corresponden a las coordenadas X e Y del alumbramiento georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N.
- ✓ Denominación de los alumbramientos. Corresponde al nombre del alumbramiento (manantial, fuente, pozo, etc) que cada balneario ha registrado en la Dirección de Minas de la Xunta de Galicia.
- ✓ Datos específicos de las instalaciones. Corresponde a información de las instalaciones de cada alumbramiento.
- ✓ Datos constructivos de los alumbramientos. Corresponde a características técnicas y físicas constructivas de los alumbramientos.

- ✓ Datos generales del acondicionamiento del entorno de los alumbramientos. Corresponde a información general referente al acondicionamiento del entorno de cada alumbramiento.
- ✓ Clasificación de las aguas según diferentes parámetros. Corresponde a la clasificación de las aguas en función de la temperatura, mineralización, composición química, facies, etc.
- ✓ Usos terapéuticos de las aguas. Corresponde a los usos terapéuticos de cada alumbramiento. Con carácter general la Administración ha caracterizado las aguas de los diferentes alumbramientos de un balneario con las mismas propiedades terapéuticas o simplemente no se especifican mas que en un solo alumbramiento de un balneario.
- ✓ Denominación de la explotación. Corresponde al nombre de la explotación, balneario en general.
- ✓ Localización. Corresponde a la ubicación en la que se encuentra la explotación (provincia, concello y parroquia).
- ✓ Observaciones de las instalaciones. Corresponden a otras observaciones generales de las instalaciones del balneario o de los alumbramientos.
- ✓ Tipo de permiso o autorización. Corresponde a información legal en la que se encuentra cada alumbramiento. Con carácter general la Administración ha autorizado las aguas de los diferentes alumbramientos de un balneario con el mismo permiso o simplemente no se especifican mas que en un solo alumbramiento de un balneario.
- ✓ Fecha de obtención. Corresponde a la fecha en la que la Administración autorizó la explotación.
- ✓ Fecha de publicación en boletines oficiales. Corresponde a la fecha de publicación en los Boletines Oficiales de las autorizaciones de explotación.
- ✓ Organismo que concede el permiso o autorización. Corresponde a la Administración que otorgó los permisos. En General Minas es quien en última estancia otorga los diferentes permisos de explotación.
- ✓ Fecha de las analíticas. Corresponde a la fecha en la que se realizaron las analíticas.
- ✓ Laboratorio de análisis. Corresponde al nombre del laboratorio que realizó las analíticas.
- ✓ Fiabilidad de la analítica. Corresponde al tipo de fiabilidad que se le otorga a la analítica. Puede ser: Tipo A, Tipo B, Tipo C o Tipo D (Ver epígrafe 4.2.2. Análisis de la información).

- ✓ Caracteres organolépticos. Corresponde a los caracteres preceptivos: sabor, color y olfato.
- ✓ Parámetros físico – químicos. Corresponde a los parámetros del tipo: temperatura (°C), dureza (mg CaCO₃/L), TSD a 180 °C (mg/L), pH, alcalinidad (mg CaCO₃/L), C.E. (µS/cm) a 20 °C, TSS (mg/L), Turbidez (UNT) y EH (mV).
- ✓ Elementos químicos mayoritarios. Corresponde a los parámetros mayoritarios: fluoruro, cloruro, bicarbonato, carbonato, nitrato, nitrito, fosfato, sulfato, sulfuro, cianuros, litio, sodio, potasio, magnesio, calcio, estroncio, manganeso, amonio y sílice.
- ✓ Elementos traza. Corresponde a los elementos minoritarios o traza: hierro total, bario, cinc, cobre, antimonio, níquel, cobalto, cromo, vanadio, cadmio, plata, plomo, selenio, mercurio, titanio, aluminio, arsénico y boro.
- ✓ Gases disueltos. Corresponde a los gases disueltos del tipo: dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, nitrógeno, oxígeno y oxígeno saturado.
- ✓ Radiactividad. Corresponde a los parámetros de radiactividad del tipo: radón, alfa total y beta total así como los errores en las mediciones.
- ✓ Datos de la mercantil que explota la concesión. Corresponde al nombre de la persona física o jurídica que explota el balneario.
- ✓ Dirección fiscal, teléfono y persona de contacto. Corresponde a la dirección fiscal de la forma jurídica que explota el balneario, teléfono y persona de contacto.
- ✓ Coordenadas de los vértices del perímetro de protección correspondiente a la zona de máxima restricción. Corresponde a las diferentes coordenadas X e Y de la poligonal georreferenciadas al Datum ETRS89 UTM Zone 29N que la Administración otorgó a cada alumbramiento para la zona de máxima restricción. Con carácter general la Administración ha autorizado las mismas coordenadas de perímetro de protección de máxima restricción a todos los alumbramientos de un mismo balneario e incluso a alumbramientos de diferentes balnearios.
- ✓ Coordenadas de los vértices del perímetro de protección correspondiente a la zona de media restricción. Corresponde a las diferentes coordenadas X e Y de la poligonal georreferenciadas al Datum ETRS89 UTM Zone 29N que la Administración otorgó a cada alumbramiento para la zona de media restricción. Con carácter general la Administración ha autorizado las mismas coordenadas de perímetro de protección de media restricción a todos los alumbramientos de un mismo balneario e incluso a alumbramientos de diferentes balnearios.

- ✓ Coordinadas de los vértices del perímetro de protección correspondiente a la zona de mínima restricción. Corresponde a las diferentes coordenadas X e Y de la poligonal georeferenciadas al Datum ETRS89 UTM Zone 29N que la Administración otorgó a cada alumbramiento para la zona de mínima restricción. Con carácter general la Administración ha autorizado las mismas coordenadas de perímetro de protección de mínima restricción a todos los alumbramientos de un mismo balneario e incluso a alumbramientos de diferentes balnearios.

Esta información disponible se ha estructurado de forma coherente según su temática y siguiendo las reglas básicas de construcción de bases de datos para tratamiento GIS (ver epígrafe 4.2.1. Pasos en el diseño de la base de datos “Balnearios” para tratamiento en GIS. Para la entrada de datos se ha utilizado una hoja Excel convencional por su facilidad de manejo de los datos y versatilidad en la tipología de datos. La información se ha estructurado y dividido en 6 tablas independientes (ver epígrafe 4.2.5 Estructura de la base de datos. Diseño de las tablas):

- (1) Tb_1_Captaciones
- (2) Tb_2_Balnearios
- (3) Tb_3_Situacion_Legal
- (4) Tb_4_Prop_Quim
- (5) Tb_5_Explotacion
- (6) Tb_6_Perimetros

En el epígrafe 5.2. ANÁLISIS ALFANUMÉRICO: TABLAS y ANEJO 1 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN se desarrolla el contenido y estructura de cada una de las tablas.

4.2.3 Análisis de los datos. Detección de errores

Tal y como se explicó en el epígrafe 1.1.1. Pasos en el diseño de una base de datos para tratamiento en GIS, un paso previo a la entrada de datos es el “Análisis de los datos”. Es fundamental ya que los resultados obtenidos tras la aplicación del tratamiento GIS dependerán de la veracidad de los datos así como de otra información adicional introducida a través del software GIS escogido. Habitualmente se desarrollan proyectos previos de campo y/o de gabinete independientes al propio proyecto GIS que llevan asociados la comprobación de los datos. Este paso constituye en sí mismo un proyecto “per se”. De esta forma se pueden detectar errores que pueden subsanarse antes de la utilización de la información.

Sin embargo en muchas ocasiones no se detectan errores en los datos, incoherencias o ausencia de información hasta que no se inicia un procedimiento que conlleve el uso de esos datos. La estructura de los datos en tablas permite

conocer qué campos están incompletos. El uso de los datos para procesos de cálculo permite conocer errores en estos datos.

En el informe de referencia 2009, "INFORME CIENTÍFICO-TECNICO SOBRE AS AUGAS MINERO-MEDICINAIS DE GALICIA" se contemplan comentarios referentes a las carencias. A partir de la información que se pudo obtener de los datos existentes en el registro de la Dirección de Minas, en el IGME y en la Dirección de Sanidad pueden establecerse las siguientes carencias y recomendaciones:

(1) Desde el punto de vista administrativo:

(1) No existe un organismo que centralice toda la información, que, en este caso, le correspondería a la Dirección de Minas, puesto que hay autorizaciones sanitarias en la Dirección de Sanidad de las que no se tiene constancia en los otros organismos administrativos.

(2) Hay captaciones en las que no hay ni declaración administrativa ni técnica y se desconoce su función.

(3) El procedimiento de concesión es demasiado largo, desde el punto de vista temporal, pudiendo acortarse, sobre todo para nuevas captaciones perforadas o realizadas en lo incluso acuífero.

(4) Hay cierta descoordinación entre administraciones, aunque el concepto y definición de puerta única no fue aprovechado óptimamente.

(5) La existencia de un procedimiento único administrativo, con los pasos a seguir por parte de la entidad o empresario, en la que se fijen plazos en el tiempo y que no ralentice la autorización de concesión no está elaborado y llevado a la práctica, lo que ocasiona que la puesta en funcionamiento de un establecimiento balneario lleve unos 4 años.

(6) Posterior al otorgamiento de la concesión no hay un seguimiento administrativo o un plazo para comprobar que la ejecución de las obras necesarias para la protección de las captaciones e instalaciones es la adecuada y diseñada en el proyecto de aprovechamiento.

(7) Hay captaciones cuyo aprovechamiento fue autorizado y, posteriormente no se publicó en el DOGA. No hay control administrativo.

(8) Para nuevos establecimientos balnearios puede existir cierta incompatibilidad urbanística, lo que conlleva un punto de estancamiento en el aprovechamiento práctico del recurso y en el trámite administrativo.

(2) Desde el punto de vista técnico-sanitario:

(1) La petición de análisis completos por parte de los distintos organismos lleva un gasto innecesario, ya que supone una duplicidad.

(2) La petición de análisis completos durante un año no parece totalmente correcto, ya que podrían hacerse dos completos, uno el principio y otro a mediados del año y cada mes uno incluyendo los parámetros que definen la estabilidad. La petición de nuevos análisis debería realizarse de acuerdo al estudio de vulnerabilidad que acompaña el proyecto de aprovechamiento. No es necesario hacer nuevas analíticas completas todos los meses.

(3) Hay captaciones cuyo estado no es el más adecuado, no se hicieron las obras necesarias para preservar su seguridad, lo que las hace vulnerables.

(4) Los sistemas y materiales instalados para aprovechar el recurso, en algunas ocasiones, no son los más adecuados, lo que causa que el deterioro del sistema se produzca antes y el aprovechamiento, por ejemplo termal, no sea el óptimo.

(5) En cuanto al régimen de explotación apenas existe información de caudales de aprovechamiento y en que tramos diarios se bombea, el cual debería estar bien definido, para evitar la sobreexplotación del recurso. No se evalúa la recarga y se conceden caudales sin hacer un mínimo cálculo de recarga y sin saber qué otras explotaciones o captaciones hay en las cercanías.

(6) La mayoría de proyectos existentes son insuficientes pues carecen de estudios de vulnerabilidad, una explicación más detallada del sistema de captación, extracción y distribución, y los perímetros de protección no están justificados.

(7) Algunas captaciones carecen de la definición de alguna zona de protección, y la estimación de la delimitación de las existentes no ha sentido en algunos casos.

(8) Hay discrepancia en las coordenadas de la posición UTM registrada y la que figura en el IGME.

(9) Existen declaraciones de agua mineromedicinal y aprovechamientos que no especifican el manantial al que se refieren. Además las captaciones no están debidamente identificadas. Algunas denominaciones pueden ser comunes a múltiples captaciones y una misma captación puede ser denominada con diversos nombres (castellano, gallego, variantes locales, etc). Esto introduce ambigüedad en la identificación.

(10) En la mayor parte de los balnearios se emplean varias captaciones con declaración de mineromedicinal sin especificar el uso que se hace de cada una de ellas o la mezcla que si emplea, y tampoco se clausuran aprovechamientos de captaciones que ya no se usan sea por falta de caudal o por contaminación o por uso de nuevas captaciones.

En líneas generales el informe analiza desde el punto de vista administrativo y técnico – sanitario la información y pone en evidencia ciertas carencias en estos dos aspectos. Este trabajo fue desarrollado durante años y se ha basado en la

documentación administrativa y técnico – sanitaria existente hasta el momento en las Administraciones Públicas.

En el análisis detallado que se ha desarrollado para la elaboración de la base de datos “Balnearios” para tratamiento GIS se han podido evidenciar otras muchas deficiencias, incoherencias en información referentes a los alumbramientos o a un balneario, errores contenidos entre la información disponible y falta de datos. Algunas de estas deficiencias, incoherencias y errores se han podido subsanar. Otras quedan para un posterior análisis y actualización de la información disponible ya que quedan fuera del alcance y objetivos de este proyecto de tesis doctoral. Las carencias de información, incoherencias, deficiencias, errores y/o falta de datos se pueden agrupar en los siguientes tipos:

- (1) Errores en las coordenadas de ubicación de los alumbramientos.
- (2) Ausencia de coordenadas de localización de los alumbramientos
- (3) Errores en las coordenadas de los perímetros de protección, ausencia de perímetros de protección de varios alumbramientos y coincidencia del perímetro de protección para los alumbramientos de un mismo balneario y para balnearios diferentes.
- (4) Ausencia de información correspondiente a algunos parámetros analíticos cuantitativos.
- (5) Ausencia de información correspondiente a parámetros cuantitativos analíticos completos.
- (6) Incoherencias internas entre los datos en las Fichas.
- (7) Diferencias entre la información contenida en campos equivalente en fichas diferentes para un mismo alumbramiento.
- (8) Ausencia de determinados datos.
- (9) Errores de identificación de alumbramientos.
- (10) Otro tipo de errores.

En el CAPÍTULO 6. ESTUDIO Y ANÁLISIS HIDROGEOTERMAL DE LA INFORMACIÓN se realizan varios tratamientos GIS de la información que conlleva la consecución de conclusiones de diferente índole. En los epígrafes que constituyen este capítulo se analizan aquellos datos que se van a utilizar en el tratamiento GIS ya que la ausencia o carencia de determinados datos conlleva reservas en las conclusiones.

(1) Errores en las coordenadas de ubicación de los alumbramientos.

Hay varios alumbramientos que contienen errores en alguno de los dígitos de las coordenadas de ubicación. Estos errores pueden ser: (1) debido a un fallo en la

transcripción de los dígitos contenidos en los informes de la Administración, (2) error en la medida de los puntos de ubicación de los alumbramientos o (3) que alguna de las fichas (de calidad o de captación) contenga las coordenadas de ubicación pero la otra ficha no disponga de esta información.

Este error no es de fácil detección ya que mientras no se trabaje con los datos correspondientes a las coordenadas en GIS no se puede conocer la ubicación exacta de los puntos y por tanto no es posible saber si la información disponible es veraz o no. Una vez que las coordenadas se introducen en GIS y se georreferencian al Datum ETRS89 UTM Zone 29N se comprueba la ubicación de cada uno de los alumbramientos. Para ello: (1) se revisan para cada balneario la información correspondiente a las coordenadas de los alumbramientos en GIS y (2) se contrastan los resultados obtenidos con los resultados obtenidos mediante el uso de un visor convencional de Internet.

Los errores de este tipo detectados son:

(1) El balneario “BAÑOS DE BREA” no tiene las coordenadas de 2 captaciones en la ficha del balneario pero sí están en las fichas de las captaciones.

(2) En el Balneario “CALDAS DE PARTOVIA”, la información correspondiente a las coordenadas de los alumbramientos de la Ficha de Calidad no coinciden con las de la Ficha de captaciones. Después de introducir en GIS todos los datos se comprueba que los datos de las coordenadas de ubicación de los alumbramientos disponibles en la Ficha de Calidad no son correctas. Se han considerado las de la Fichas Captaciones.

(3) En el Balneario de “BERÁN” la información correspondiente a la coordenada Y del manantial en la Ficha de Calidad no coincide con la de la Ficha de Captación. Después de introducir en GIS todos los datos y después de contrastar esos datos con los correspondientes a los vértices del perímetro de protección se concluye que las coordenadas contenidas en la Ficha de Captación no son correctas. Se han considerado las de la Ficha de Calidad.

(4) Balneario de “GUITIRIZ” la información correspondiente a la coordenada X no es correcta.

(2) Ausencia de coordenadas de localización de los alumbramientos

Los alumbramientos de los que no se dispone de coordenada se resumen en la Tabla 12. Este tipo de dato pudo corregirse mediante: (1) revisión de la documentación de la Administración, (2) puesta en contacto con los balnearios en cuyos alumbramientos no se disponía del dato y (3) tratamiento con Visores de acceso público para la comprobación de la información.

Tabla 12. Resumen de los alumbramientos de los que no se dispone de coordenadas UTM.

ObjectID	X	Y	BALNEARIO	NOMBRE_CAPTACION
52			De Lobios	Río Clado nº 60 ó Río Caldo
61			De Lugo	Manantial Patio
62			De Lugo	Manantial Lecho Río
77			De Augas Santas de Pantón	Os Baños - Aguas Santas
78			De Augas Santas de Pantón	Captación A
79			De Augas Santas de Pantón	Captación B
80			De Augas Santas de Pantón	Captación C
81			Valmaior	Valmaior
85			De Castro Caldelas	Castro Candelas
97			De Ourense - Cidade	Outariz nº 77-1, 77-2, 77-3, 77-4 e 77-5
100			Do Carballiño	Xardín do Carballiño nº 71
103			De Pontecaldelas	A Veiga 2, P-4 o nº 47
104			De la Fuente Santa / Lardeiros	No hay info
105			Eo dos Menecos	Eo dos Menecos
110			De Bande	San Xoan de Baños o Baño nº 67
125			De O Ferradal	O Ferradal nº 62
126			De Santán	Santán nº 63

Esta información afecta a 13 balnearios. Corresponde al 13.28% de la información correspondiente a las coordenadas de los alumbramientos.

(3) Errores en las coordenadas de los perímetros de protección, ausencia de perímetros de protección de varios alumbramientos y coincidencia del perímetro de protección para los alumbramientos tanto de un mismo balneario como para balnearios diferentes

Como en el caso anterior, este error no es de fácil detección ya que mientras no se trabaje con los datos correspondientes a las coordenadas de los perímetros de protección en GIS no se puede conocer la ubicación exacta de los puntos y por tanto no es posible saber si la información disponible es veraz o no. Una vez que las coordenadas se introducen en el GIS y se georreferencian al Datum ETRS89 UTM Zone 29N se comprueba la ubicación de cada uno de los vértices de los perímetros de protección. Para ello: (1) se revisan para cada balneario del que se dispone de este tipo de información las coordenadas de los vértices en GIS y (2) se contrastan los resultados obtenidos con los resultados obtenidos mediante el uso de un visor convencional de Internet.

Estos errores no se pueden corregir ya que los perímetros de protección deben ser el resultado del estudio hidrogeológico para cada alumbramiento. Los perímetros de protección deben ser propuestos en los estudios hidrogeológicos previos a la adjudicación de los permisos de explotación.

En general se observan varios tipos de error:

(1) Los perímetros de protección se han concedido a los Balnearios en lugar de ser concedidos a los alumbramientos individualmente. Es un error de concepto común excepto en los Balnearios de Acuña y Caldelas de Tui. El Balneario Acuña está formado por 3 alumbramientos (Fuente de los Ojos, Pozo Bomba o Acuña y Pozo de Acuña). De los 3 alumbramientos 2 de ellos comparten el perímetro de protección ZMA (Fuente de los Ojos y Pozo Bomba) y es diferente del perímetro ZMA del tercer alumbramiento (Pozo de Acuña). Sin embargo, el perímetro de protección de las zonas ZME y ZMI es común a los 3 alumbramientos. Asimismo, el Balneario Caldelas de Tui está constituido por 3 alumbramientos (María Cruz nº 751, Pozo San Antonio y Pozo San Francisco). De los 3 alumbramientos 2 de ellos comparten el perímetro de protección ZMA (Pozo San Antonio y Pozo San Francisco) y es diferente del perímetro ZMA del tercer alumbramiento (María Cruz nº 751). Sin embargo, el perímetro de protección de las zonas ZME y ZMI es común a los 3 alumbramientos. Cada alumbramiento tiene unas características hidrogeológicas, profundidad de explotación, caudales explotados, características constructivas, etc diferentes entre sí por lo que su comportamiento hidrogeológico es diferente. Estas propiedades intrínsecas deben ser definidas en los estudios hidrogeológicos que deben ser realizados previamente a la adjudicación de los permisos de explotación. Además es de obligado cumplimiento la propuesta de un perímetro de protección que se

debe estimar para cada alumbramiento, por lo que los perímetros de protección deben ser asignados a los alumbramientos, no a los balnearios.

(2) Los perímetros de protección asignados corresponden a poligonales que no tienen sentido desde un punto de vista del comportamiento hidrogeológico de las aguas subterráneas. La excepción corresponde al Balneario de Lobios en el que se puede observar un abanico típico en la determinación de un perímetro de protección mediante el método de Jacobs y Bear (Bear, 1979, en Lallemand-Barrès y Roux, 1989). Para aplicar este método hay que partir de los siguientes supuestos: acuífero, homogéneo, isótropo y de extensión infinita, sometido a un gradiente regional uniforme y un único pozo. Jacobs y Bear elaboraron un ábaco consistente en una colección de curvas, correspondiendo cada una al tiempo de tránsito, cuyo eje de simetría coincide con el del flujo de agua subterránea.

(3) Los perímetros de protección concedidos por la Sección de Minas (organismo que otorga en última instancia la concesión minera), no coinciden con los perímetros de protección aprobados por el Instituto Geológico y Minero. Las cuadrículas Mineras no coinciden ni en las coordenadas ni en la profundidad con las cuadrículas del IGME. Así, mientras el IGME otorga protección del alumbramiento no sólo en superficie sino en profundidad, Minas otorga protección en superficie y no limita la protección en profundidad.

(4) Hay varios puntos correspondientes a vértices del perímetro de protección que no son correctas (ver Figuras 25 y 26).

(5) En uno de los casos no sólo no se asigna el perímetro de protección al alumbramiento o por defecto al Balneario sino que hay un caso en el que el perímetro de protección es común a 2 Balnearios.

(6) En varios casos el perímetro de protección no viene definido por las 3 zonas correspondientes a: (1) la Zona de Máxima Protección (ZMA), (2) la Zona de Media Protección (ZME) y (3) la Zona de Mínima Protección (ZMI). Hay Balnearios en los que las 3 zonas del perímetro de protección coinciden en coordenadas o falta alguna de las zonas de protección o faltan las 3 zonas del perímetro.

(7) En ocasiones el orden en el que se presentan las coordenadas de los vértices no es correcto. Esto se observa en la poligonal resultante que no corresponde a una superficie ordenada o cerrada (ver Figura 27).

(8) Otro error común suele ser la aplicación de la Zona de Máxima Protección (ZMA) a las coordenadas del alumbramiento o en un entorno muy cercano, siendo insuficiente la superficie de protección en el mismo punto o en este entorno inmediato.

(9) Ausencia de un criterio común a la definición de los perímetros de protección de los alumbramientos.

En particular, los errores detectados son:

- (1) En el Balneario de “ACUÑA”, la coordenada “Y” del perímetro de protección correspondiente a la zona de máxima protección (ZMA) comienza por “4...”Debería comenzar por “47...”. Por ese motivo su representación georreferenciada no se corresponde con el punto correcto.
- (2) Los Balnearios “ACUÑA” y “DÁVILA” comparten perímetro de protección. Además no aparecen los datos de las coordenadas correspondientes a la Zona de Máxima Protección (ZMA). Y por otra parte, las coordenadas correspondientes a la Zona de Media Protección (ZME) no son correctas.
- (3) En el Balneario de “ARTEIXO” las coordenadas del perímetro correspondientes de la ZMA, ZME y ZMI coinciden.
- (4) En el Balneario de “O TREMO” una de las coordenadas X de la ZMI no es correcta. Además ZME y ZMI son iguales.
- (5) En el Balneario de “CALDELAS DE TUI” hay 3 alumbramientos de los cuales 2 de ellos (Pozo San Antonio y Pozo San Francisco) tienen el mismo perímetro de protección en la ZMA, ZME y ZMI. El tercer alumbramiento (el manantial María Cruz nº 751) tiene diferente perímetro a los otros 2 en la ZMA siendo las ZME y ZMI iguales a los anteriores.
- (6) En el Balneario “BAÑOS DE MOLGAS” no se ha definido la ZMA para los 2 manantiales que forman parte de la explotación.
- (7) En el Balneario “DE BERÁN” el manantial que surte de agua a las instalaciones sólo tiene zona de protección de tipo medio (ZME).
- (8) En el Balneario de “PONTECALDELAS” sólo tiene protegidos 1 de los 2 alumbramientos que componen el Balneario y además la zona ZME y la ZMI son iguales.
- (9) En el Balneario “CALDAS DE PARTOVIA” no coinciden las coordenadas del Perímetro de Protección de la Ficha de Calidad con las coordenadas de la publicación del DOG. Se han considerado las coordenadas de la Ficha de Calidad.
- (10) En el Balneario de “BERÁN” la coordenada Y de la ZMA no es correcta. Entre la documentación disponible se comprueba que la zona ZMA no dispone de coordenadas y las ZME y ZMI no coinciden con las descritas en la Ficha de Calidad. Se ha incluido la información de la Ficha Balnearios. Además, la coordenada Y del manantial en la Ficha de Calidad no coincide con la de la Ficha Captación. Se admite como correcta la de la Ficha de Calidad teniendo en cuenta las coordenadas Y del perímetro de protección. Por otra parte, en las observaciones del campo “Recomendaciones” se dice que no está justificada la ZMA. Sin embargo, en la Ficha de Calidad sí se aportan las coordenadas.

En la Figuras 25 a 57 se ha representado las coordenadas de los puntos correspondientes a los perímetros de protección disponibles. Se pueden observar en detalle los diferentes errores descritos anteriormente.



Figura 25. Mapa en GIS Galicia georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices de los perímetros de protección de los balnearios correspondientes a (1) la Zona de Máxima Protección (ZMA), (2) la Zona de Media Protección (ZME) y (3) la Zona de Mínima Protección (ZMI). Se observa que hay una coordenada que está completamente fuera de rango.

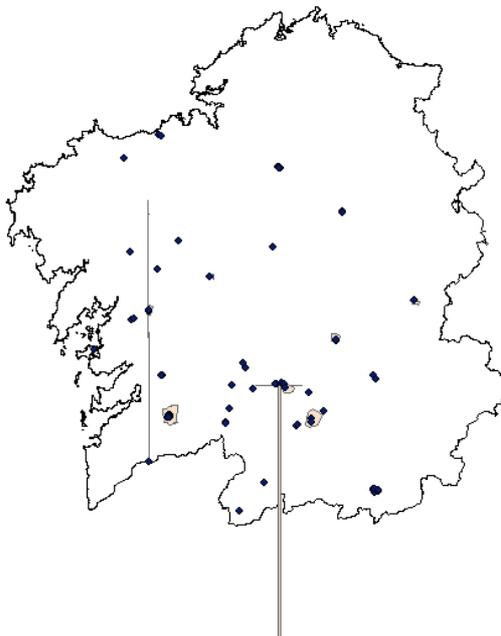
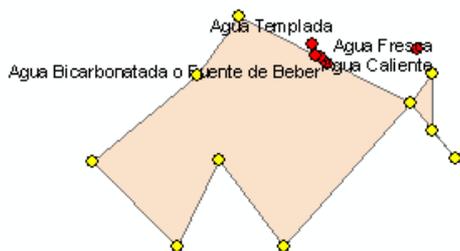


Figura 26. Mapa en GIS de Galicia georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices de los perímetros de protección de los balnearios correspondientes a la Zona de Máxima Protección (ZMA) y las coordenadas de los alumbramientos de los balnearios.

Se observa que hay coordenadas de los perímetros de protección que están completamente fuera de rango.



Loureda
●

Figura 27. Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del balneario de Arteixo correspondientes a la Zona de Máxima Protección (ZMA) y de los alumbramientos.

El balneario de Arteixo tiene perímetro ZMA pero no está englobando a los alumbramientos. Se observan puntos desordenados sin poligonal cerrada y perímetro común para todos los alumbramientos. El balneario de Loureda tiene un alumbramiento tipo pozo sin perímetro de protección ZMA.

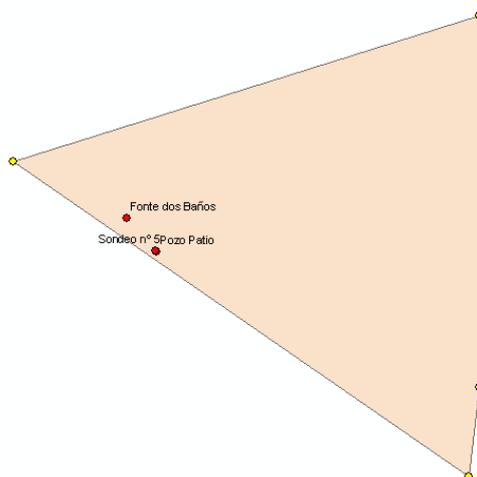


Figura 28. Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del balneario de Brea correspondientes a la Zona de Máxima Protección (ZMA) y de los alumbramientos.

El perímetro de protección ZMA se encuentra desplazado respecto a los 3 alumbramientos del balneario. Los alumbramientos Sondeo nº 5 y Pozo Patio se encuentran tan sólo a 6.61 m de distancia entre sí.



Figura 29. Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del balneario de Cuntis correspondientes a la Zona de Máxima Protección (ZMA) y de los alumbramientos.

El Balneario de Cuntis tiene 19 alumbramientos. Se ha propuesto un perímetro de protección ZMA constituido por un rectángulo. Todos los alumbramientos se encuentran en el interior de la poligonal.



Figura 30. Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices de los perímetros de protección de los Balnearios de Acuña y Dávila correspondientes a la Zona de Máxima Protección (ZMA) y de los alumbramientos.

Los Balnearios de Acuña y Dávila se encuentran muy cercanos entre sí. El balneario Dávila tiene un perímetro de protección para la zona ZMA pero se encuentra desplazado y no engloba al alumbramiento. El Balneario Acuña tiene 3 alumbramientos: 2 de ellos comparten las mismas coordenadas de perímetro ZMA (el Pozo Bomba o Acuña y la Fuente de los Ojos) y otro alumbramiento con diferentes coordenadas y englobando al alumbramiento (Pozo de Acuña). El perímetro de protección ZMA del balneario Dávila está desplazado respecto al alumbramiento.

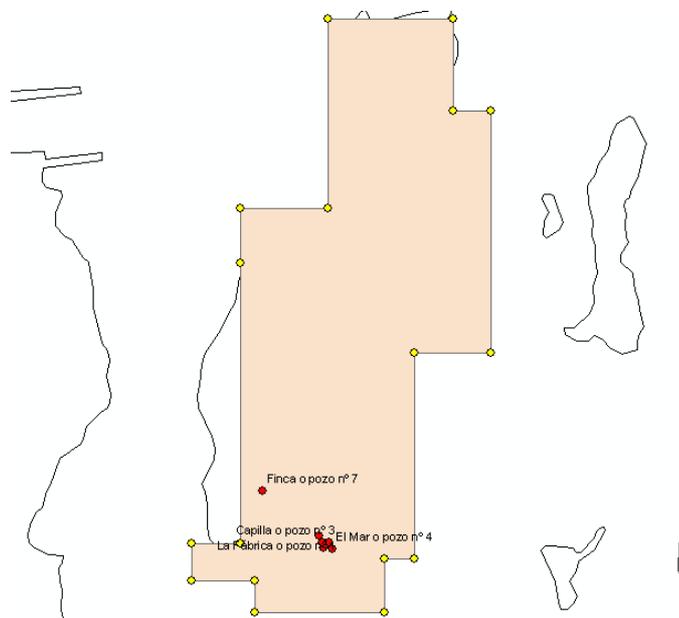


Figura 31. Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario de A Toxa correspondientes a la Zona de Máxima Protección (ZMA) y de los alumbramientos.

Se observa una geometría lineal compleja que engloba a todos los alumbramientos del balneario.

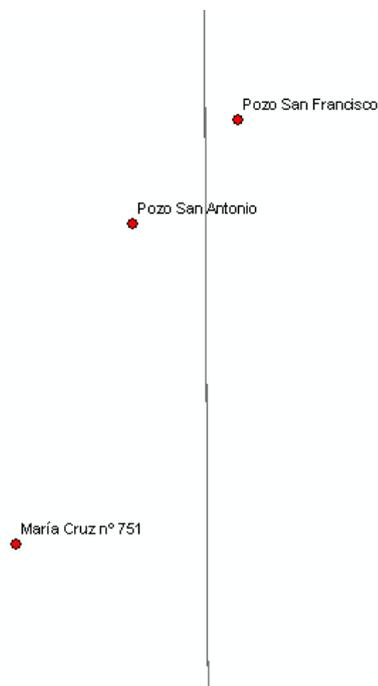


Figura 32. Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los alumbramientos del Balneario Caldelas de Tui.

Se observa que los alumbramientos no disponen de perímetro de protección ZMA.



Figura 33. Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario del Río Pambre correspondientes a la Zona de Máxima Protección (ZMA) y del alumbramiento. El perímetro de protección ZMA se encuentra desplazado respecto al alumbramiento.

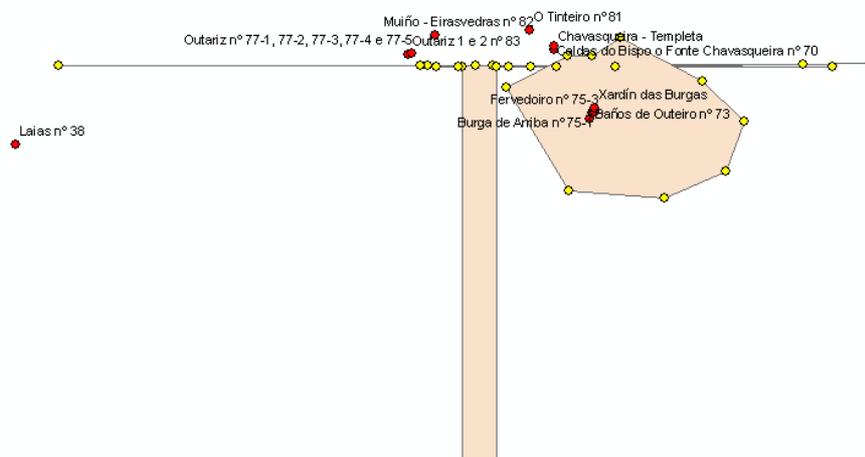


Figura 34. Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices de los perímetros de protección de los Balnearios Das Burgas, De Ourense Cidade, De Outeiro, De Laias y As Means correspondientes a la Zona de Máxima Protección (ZMA) y de los alumbramientos.

Gráficamente no es posible distinguir a que alumbramiento o balneario pertenecen los perímetros de la ZMA. Además se observan errores en las coordenadas de los vértices de los perímetros.

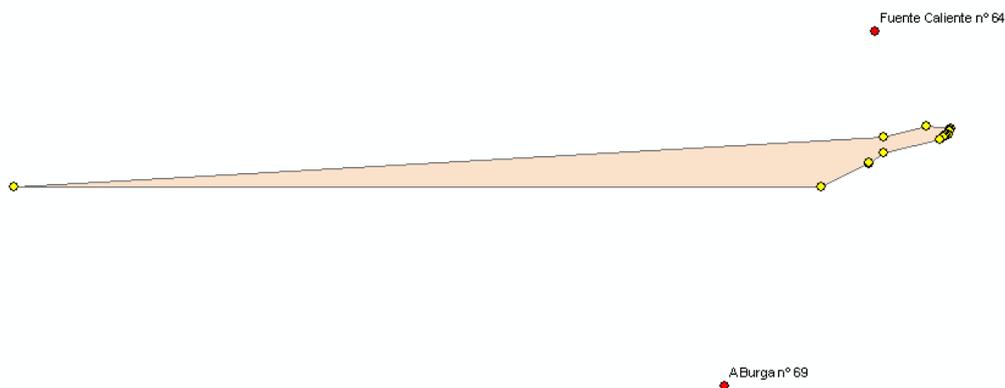


Figura 35. Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario de Molgas correspondientes a la Zona de Máxima Protección (ZMA) y de los alumbramientos.

Se observa que el perímetro ZMA está desplazado respecto a los alumbramientos del balneario.

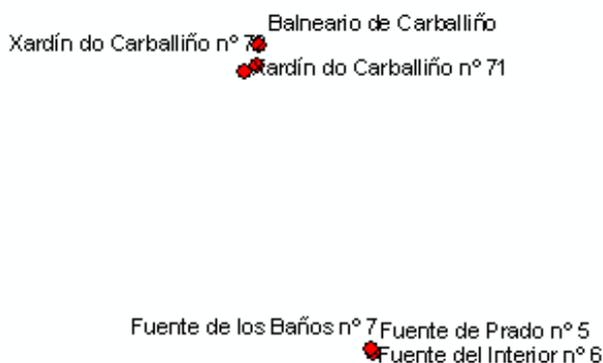


Figura 36. Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los alumbramientos de los Balnearios de Carballiño y Caldas de Partovía.

Se observa que los alumbramientos no disponen de perímetro de protección ZMA.

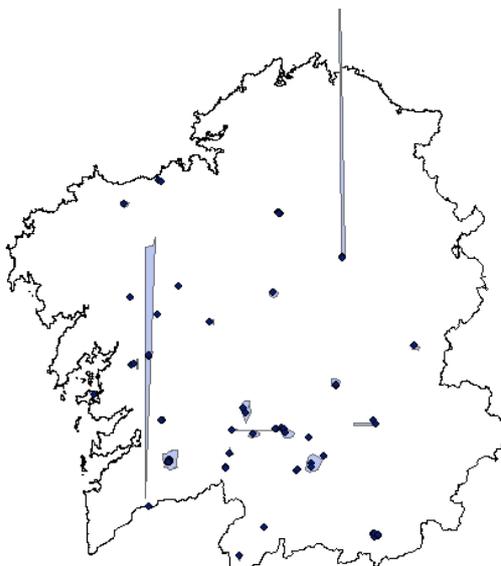


Figura 37. Mapa en GIS de Galicia georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices de los perímetros de protección de los balnearios correspondientes a la Zona de Media Protección (ZME) y las coordenadas de los alumbramientos.

Se observa que hay coordenadas que están completamente fuera de rango y desorden en la exposición de las coordenadas.

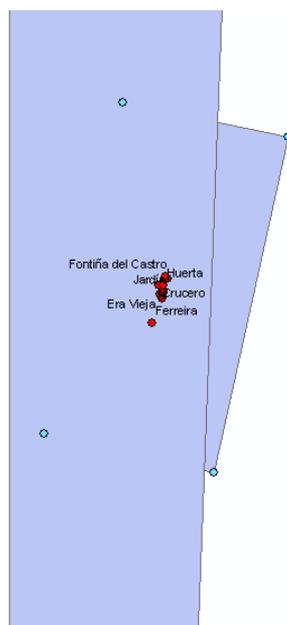


Figura 38. Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario de Cuntis correspondientes a la Zona de Media Protección (ZME) y de los alumbramientos.

Gráficamente no se distingue si los vértices del perímetro de protección ZME engloba a los alumbramientos o hay errores en las coordenadas.



Figura 39. Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices de los perímetros de protección de los Balnearios de Dávila y Acuña correspondientes a la Zona de Media Protección (ZME) y de los alumbramientos.

Los Balnearios Dávila y Acuña. comparten perímetro ZME. Además los perímetros ZME se encuentran desplazados respecto a los alumbramientos.

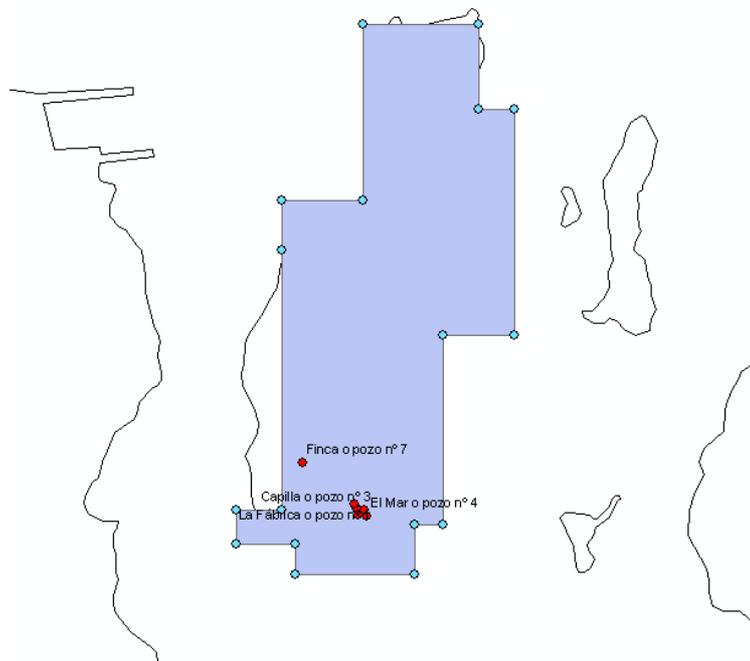


Figura 40. Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario A Toxa correspondientes a la Zona de Media Protección (ZME) y de los alumbramientos.

Las coordenadas del perímetro ZME coinciden con las de ZMA.

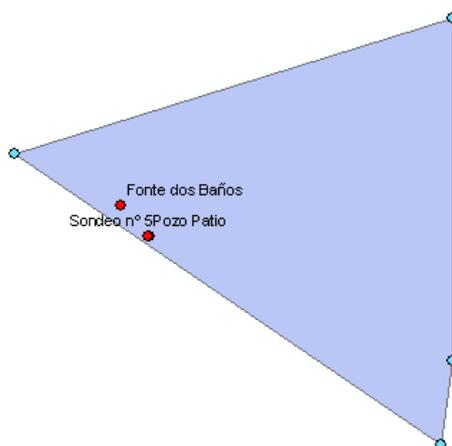


Figura 41. Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario Da Brea correspondientes a la Zona de Media Protección (ZME) y de los alumbramientos.

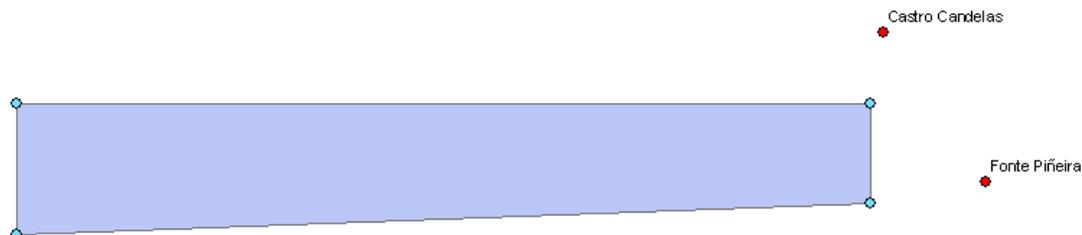


Figura 44. Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario de Castro Caldelas correspondientes a la Zona de Media Protección (ZME) y de los alumbramientos.

El perímetro de protección ZME está desplazado respecto a los alumbramientos.

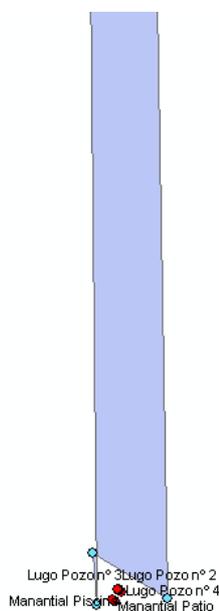


Figura 45. Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario de Lugo correspondientes a la Zona de Media Protección (ZME) y de los alumbramientos.

El perímetro de protección ZME está desplazado respecto a los alumbramientos y las coordenadas contienen errores.

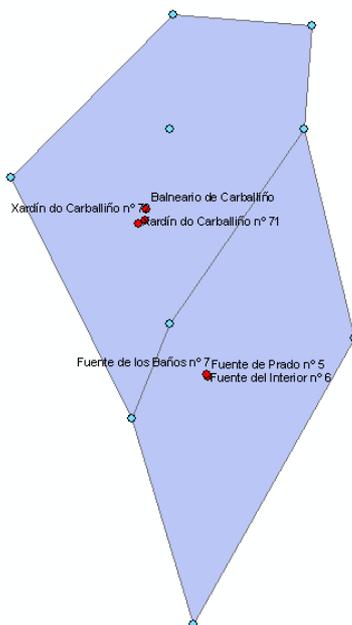


Figura 46. Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices de los perímetros de protección de los Balnearios de Carballiño y Caldas de Partovía correspondientes a la Zona de Media Protección (ZME) y de los alumbramientos.

Las coordenadas del perímetro ZME coinciden con las de ZMA.

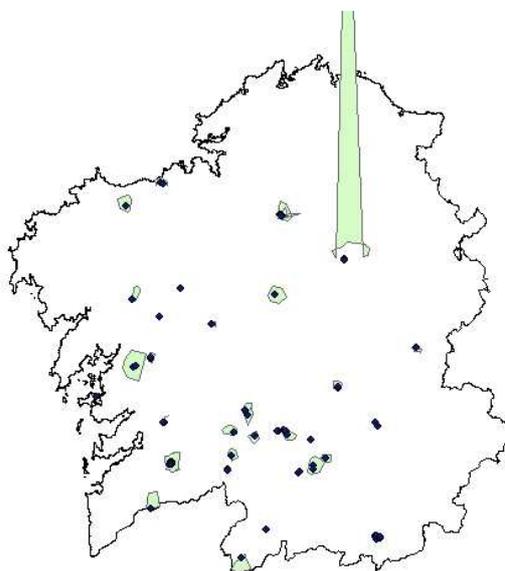


Figura 47. Mapa en GIS de Galicia georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices de los perímetros de protección de los balnearios correspondientes a la Zona de Mínima Protección (ZMI).

Se observa que hay coordenadas que están completamente fuera de rango y desorden en la exposición de las coordenadas.

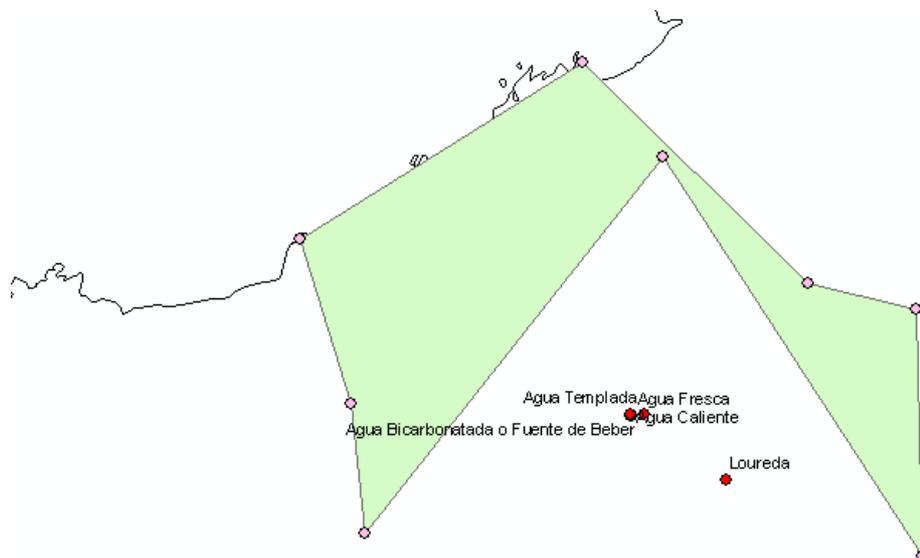


Figura 48. Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario de Loureda correspondientes a la Zona de Mínima Protección (ZMI) y de los alumbramientos.

Las coordenadas del perímetro ZMI contienen errores.

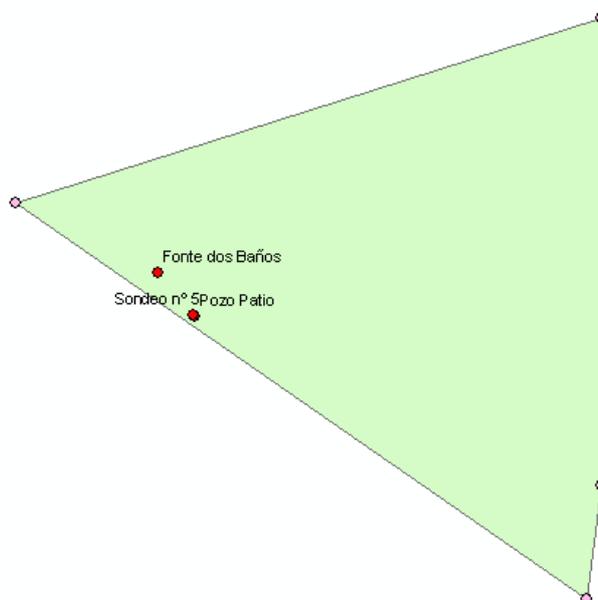


Figura 49. Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario Da Brea correspondientes a la Zona de Mínima Protección (ZMI) y de los alumbramientos.

Las coordenadas del perímetro ZMI coinciden con las de ZME y ZMA.

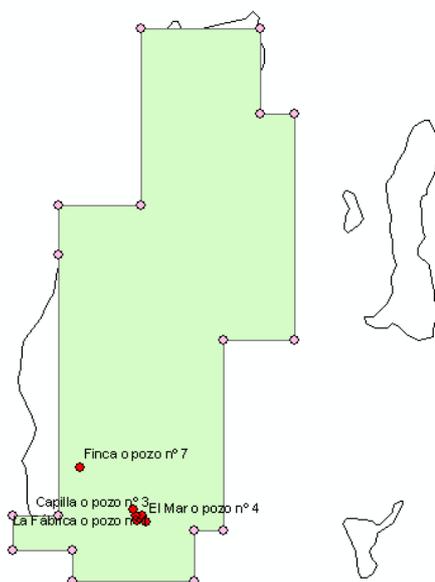


Figura 50. Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario A Toxa correspondientes a la Zona de Mínima Protección (ZMI) y de los alumbramientos.

Las coordenadas del perímetro ZMI coinciden con las de ZME y ZMA.

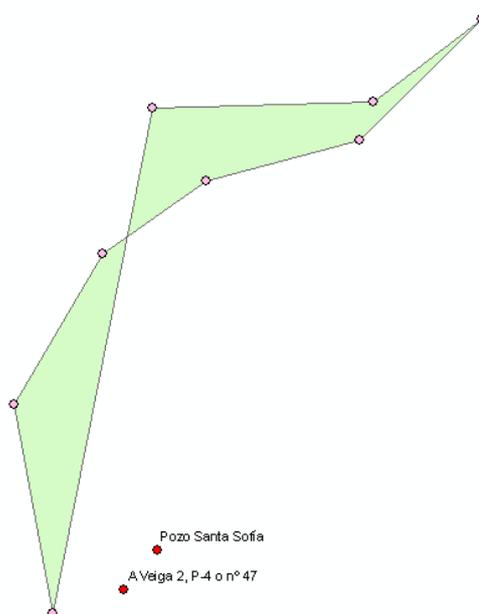


Figura 51. Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario de Pontecaldelas correspondientes a la Zona de Mínima Protección (ZMI) y de los alumbramientos.

Las coordenadas del perímetro ZMI contienen errores.

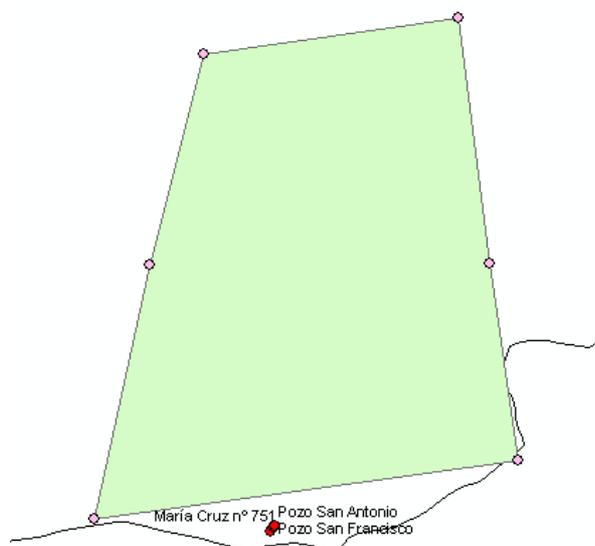


Figura 52. Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario de Caldelas de Tui correspondientes a la Zona de Mínima Protección (ZMI) y de los alumbramientos.

El perímetro de protección ZMI no engloba a los alumbramientos.

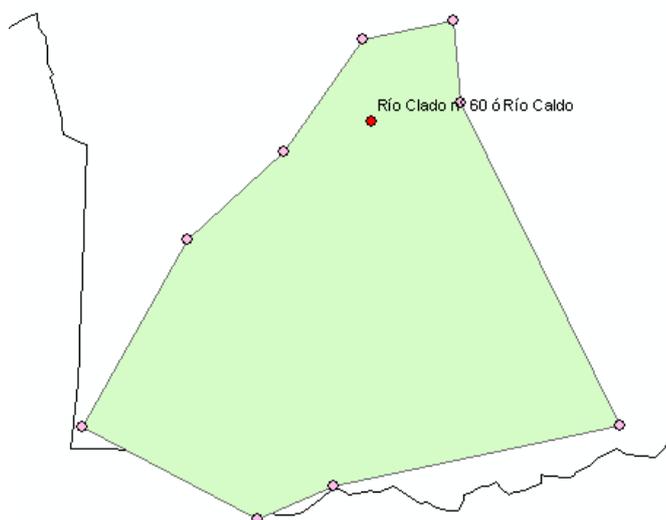


Figura 53. Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario de Lobios de Tui correspondientes a la Zona de Mínima Protección (ZMI) y de los alumbramientos.

Es el único perímetro de protección con morfología de abanico propio del método de Jacobs y Bear (Bear, 1979, en Lallemand-Barrès y Roux, 1989).

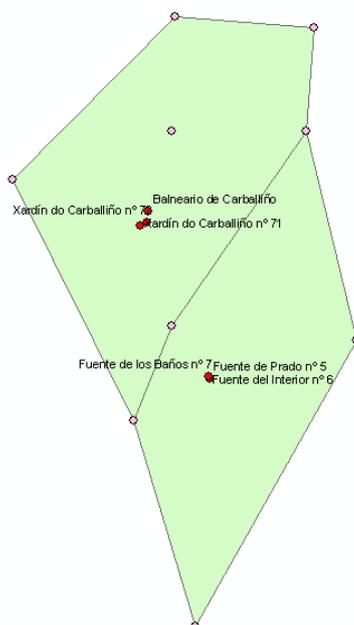


Figura 54. Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices de los perímetros de protección de los Balnearios de Carballiño y Caldas de Partovía correspondientes a la Zona de Mínima Protección (ZMI) y de los alumbramientos.

Las coordenadas del perímetro ZMI coinciden con las de ZME y ZMA.

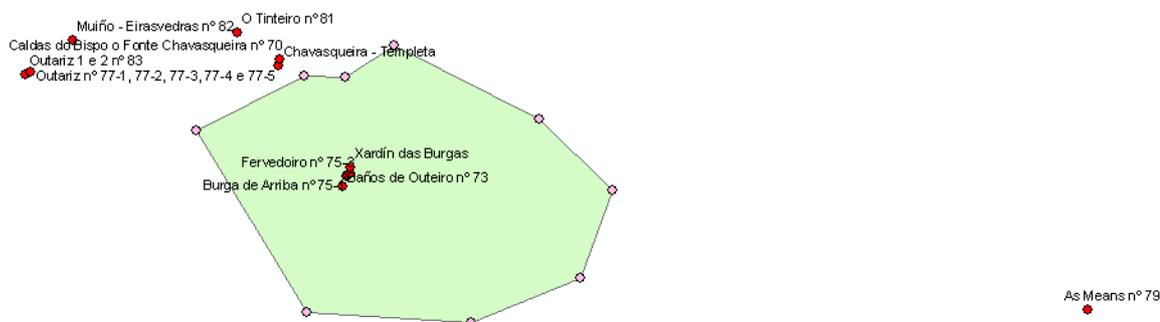


Figura 55. Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices de los perímetros de protección de los Balnearios Das Burgas, De Ourense Cidade, De Outeiro, De Laidas y As Means correspondientes a la Zona de Mínima Protección (ZMI) y de los alumbramientos.

Gráficamente no es posible distinguir a que alumbramiento o balneario pertenecen los perímetros de la ZMI. Además se observan errores en las coordenadas de los vértices de los perímetros. El alumbramiento del balneario Das Burgas comparte perímetro de protección ZMI con algunos alumbramientos del Balneario Ourense – Cidade. Además hay alumbramientos de Ourense – Cidade que quedan fuera de esta zona.

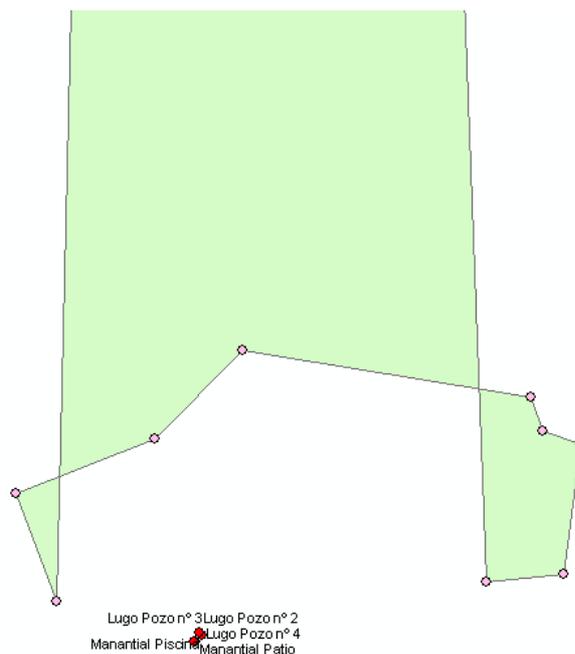


Figura 56. Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario de Lugo correspondientes a la Zona de Mínima Protección (ZMI) y de los alumbramientos.

Se observa que hay errores en las coordenadas de los puntos. El perímetro propuesto no engloba a los alumbramientos.

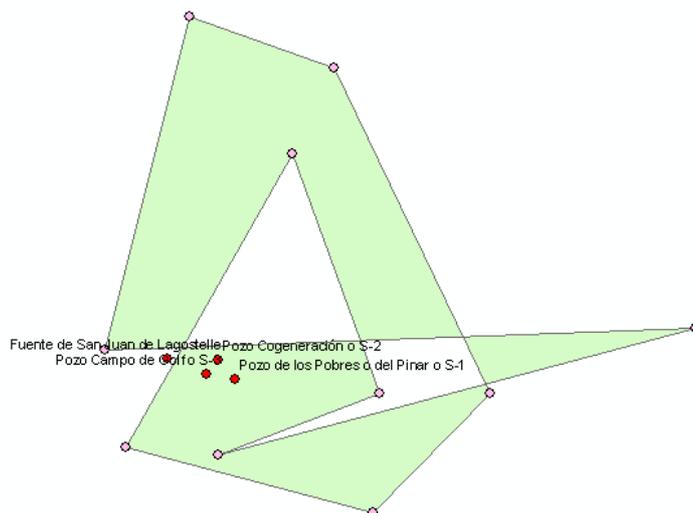


Figura 57. Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario de Guitiriz correspondientes a la Zona de Mínima Protección (ZMI) y de los alumbramientos.

Se observa que hay errores en las coordenadas de los puntos. El perímetro propuesto no engloba a los alumbramientos.

(4) Ausencia de información correspondiente a algunos parámetros analíticos cuantitativos.

La realización de ensayos cualitativos o el tratamiento de los valores en ensayos cuantitativos por debajo del límite de detección (<LOD) constituye un problema estadístico cuya resolución pasa por la toma de un criterio. Diversos autores han abordado este tema. El criterio que se ha adoptado al respecto es el propuesto por Alley (1993) y que consiste en atribuir a aquellos parámetros cualitativos o que están por debajo del LOD un valor de concentración igual a la mitad de su límite de detección. Esta atribución, que afecta de forma muy concreta a los elementos traza y radiactivos introduce un sesgo en los datos que debe ser tenida en consideración a la hora de interpretar los resultados obtenidos después de realizar el tratamiento GIS.

Al aplicar este criterio los campos se tratan con formato numérico y no como texto. De esta manera se puede disponer de la información para su tratamiento GIS aunque con reservas. Cuando se utiliza el valor medio en aquellas analíticas en las que se ha realizado ensayo cualitativo o el resultado está por debajo del límite de detección (fosfato, antimonio, elementos traza, radiactividad, etc) no se obtienen resultados demasiado indicativos ya que no representan la realidad, si bien orientan sobre la tendencia.

Teniendo en cuenta: (1) a gran cantidad de datos con valor cualitativo o por debajo del límite de detección y (2) que no es un objetivo de este proyecto de tesis doctoral la definición explícita de todos y cada uno de los parámetros erróneos porque esta labor constituye en sí mismo un proyecto, no se exponen de forma pormenorizada los parámetros que cumplen con estas premisas. Sin embargo, en el CAPÍTULO 6. ESTUDIO Y ANÁLISIS HIDROGEOTERMAL DE LA INFORMACIÓN se realizan varios tratamientos de la información que conlleva la consecución de conclusiones de diferente índole. En los epígrafes que constituyen este capítulo se analizan aquellos datos que se van a utilizar en el tratamiento GIS.

(5) Ausencia de información correspondiente a parámetros cuantitativos analíticos completos.

En este caso el campo quedará vacío (Null) y no contribuirá en los diferentes tratamientos GIS aplicados en el CAPÍTULO 6. ESTUDIO Y ANÁLISIS HIDROGEOTERMAL DE LA INFORMACIÓN. La ausencia de parámetros conlleva la aplicación de reservas en las conclusiones y el sesgo en los resultados.

(6) Incoherencias internas entre los datos en las Fichas.

Corresponde principalmente a información cualitativa de tipo "texto". La detección de estos errores es evidente y en general tiene fácil solución. Los errores de este tipo detectados son:

- (1) En el Balneario de “ACUÑA” no es coherente que la Fuente de los Ojos no esté en uso y sin embargo tenga un caudal explotado de 0.8 l/seg.
- (2) En el Balneario de “BERÁN” en el campo “Recomendaciones” se dice que no está justificada el perímetro de protección ZMA. Sin embargo, en la Ficha de Calidad se aportan las coordenadas del mismo.
- (3) En el Balneario de “CUNTIS” En la Ficha de Calidad aparece la captación nº 19 “Pozo San Marcial y San Enrique” sin perímetro de protección. En la Ficha Captación aparece que el perímetro de protección se concedió en la misma fecha que el resto (09-12-1997). Por otra parte la captación nº 19 se perforó en 1997, tiene Autorización Sanitaria desde el 20-04-1999 y declaración minero medicinal 10 años después, el 29-05-2009 (DOG).
- (4) En el Balneario “A TOXA” el Pozo nº 2 viene descrito en la Ficha Captaciones como “galería” mientras que en la Ficha de Calidad se describe como “pozo” de tipo “surgente”. También en la Ficha de Calidad figura un caudal de 1.5 l/seg y en la Ficha Captaciones 1.2 l/seg.
- (5) El balneario “BAÑOS DE BREA” no tiene las coordenadas de 2 captaciones en la Ficha de Calidad pero sí están recogidas en las fichas de las Fichas Captaciones. En el mismo balneario hay una incoherencia en el pozo “Patio” porque el tipo de tubería exterior (ranurada de 0 a 28 m de prof.) no coincide con el ratio de tubería ranurada/ciega (de 5 a 25 m de prof.).
- (6) En el Balneario “DE LOBIOS” no se dispone de las coordenadas UTM de la captación. En la Ficha de Calidad uno de los alumbramientos figura como “manantial” y en la Ficha de Captaciones como “dren”.
- (7) En el Balneario de “ARTEIXO” uno de los alumbramientos se clasifica como “fuente surgente” pero en las observaciones se dice que emana de forma forzada.
- (8) En el Balneario “O TREMO” en la Ficha de Balneario se clasifica como “manantial” y en la Ficha de Captaciones como “Fuente Surgente”. Además la empresa que explota el balneario es Hesperia S.A. en lugar de Hesperia, S.L.
- (9) En los Baños de “LOUREDA” no se dispone de la Ficha de Captaciones. Sin embargo se dispone de toda la información: datos de la captación: profundidad, diámetro y caudal, T (°C), fecha de la Autorización del Aprovechamiento, caudal registrado 2180 l/hora=0.60 l/seg aunque, en la Ficha de Calidad figura 6 l/seg. En la base de datos “Balnearios” se ha incluido el dato de la ficha 6.0 l/seg. No se dispone de datos que informen si los alumbramientos están en uso. Además la Ficha de Calidad contiene errores: uno de los alumbramientos no es un “manantial” sino un pozo de 136 m de prof.
- (10) En el Balneario “CALDAS DE PARTOVIA”, no coinciden las coordenadas del Perímetro de Protección de la Ficha del Balneario con las coordenadas de la publicación del DOG. Se han considerado las coordenadas de la Ficha de

Calidad. En la Ficha Captaciones se clasifica como “fuente surgente” y en la Ficha de Calidad como “manantial”.

(11) En el balneario “AGUA DE FONTENOVA” el alumbramiento “Manantial Principal”, hay confusión entre la captación utilizada para envasado y el propio manantial. En la Ficha de Calidad aparece declarada MM en 1928, pero se corresponde al antiguo manantial no a la captación propiamente dicha. Se ha incluido esta información a pesar de ser confusa.

(12) En el Balneario “DE CABREIROÁ” las fichas contienen información de los alumbramientos como “Sin Declaración MM”. Sin embargo, en la Ficha de Calidad tienen Declaración MM de 1928. Se ha catalogado como balneario CON DECLARACIÓN MM según la ficha. Por otra parte, la tubería de sostenimiento de la captación nº 2 (150 mm) no puede ser menor que la tubería interior ranurada (180 mm). Se ha contemplado una tubería de sostenimiento de 250 mm.

(7) Diferencias entre la información contenida en campos equivalente en fichas diferentes para un mismo alumbramiento.

Habitualmente el campo “temperatura” y el campo “caudal” no suele coincidir entre las Fichas de Calidad y las Fichas Captaciones. Ejemplo: Balneario ACUÑA.

(8) Ausencia de determinados datos.

La ausencia de datos puede ser puntual en determinadas fichas o ausencia de datos total.

Los errores de este tipo detectados son:

(1) En el Balneario “DE SOUSAS” no se dispone de la Ficha de Captación de Sousas Manantial II.

(2) En el balneario XARDÍN DAS BURGAS., en el informe de la Xunta se dice que hay 5 manantiales denominados “Xardín Das Burgas” si bien se verifica tan sólo la existencia de 3 de ellos: M3 (Fonte), M4 (Poza) y M5 (Charca). En la Ficha de Calidad del alumbramiento y de la captación tan sólo se cita el alumbramiento como Xardín Das Burgas. Se plantean varias cuestiones: ¿de cuál de los 5 alumbramientos procede la analítica?, ¿por qué no se han especificado los 5 alumbramientos?. En la base de datos se ha incluido la información tal y como aparece en las fichas.

(9) Errores de identificación de alumbramientos.

Los errores de este tipo detectados son:

(1) En el Balneario FONTE DE O FERRADAL, la Ficha de Calidad del manantial O Ferradal tiene como nombre de la ficha el alumbramiento Eo dos Menecos. Se ha comprobado la composición química con la ficha Eo dos

Menecos y se comprueba que son distintas. Se ha introducido en la base de datos la información del manantial. Se concluye que se ha tomado como base la ficha Eo dos Menecos para desarrollar la ficha de O Ferradal pero no se ha cambiado el nombre del alumbramiento.

(2) En el Balneario XARDÍN DAS BURGAS, en el informe de la Xunta se dice que hay 5 manantiales denominados “Xardín Das Burgas” si bien se verifica tan sólo la existencia de 3 de ellos: M3 (Fonte), M4 (Poza) y M5 (Charca). En la Ficha de Calidad del alumbramiento y de la captación tan sólo se cita el alumbramiento como Xardín Das Burgas. Se plantean varias cuestiones: ¿de cuál de los 5 alumbramientos procede la analítica?, ¿por qué no se han especificado los 5 alumbramientos?. En la base de datos se ha incluido la información tal y como aparece en las fichas.

(10) Otro tipo de errores

(1) En general, la concentración de COBALTO es cualitativa. Sin embargo, el límite de detección varía según el balneario. Por ejemplo, el balneario ACUÑA indica un límite de detección < 1. El balneario de CUNTIS <0.2. El balneario A TOXA < 10.

(2) El balneario A TOXA es el único que tiene entre los resultados de la analítica correspondiente a la PLATA un indicador <50. El resto de analíticas cualitativas <1. Por este motivo se ha considerado un valor <1. Por tanto se ha registrado un valor 0.5.

(3) En el Balneario “AUGAS SANTAS DE PANTÓN” no hay coordenadas de los alumbramientos, ni información de los alumbramientos. Se dispone de otra información p. e. El titular de la explotación pero no se ha incluido en las fichas. El perímetros de protección sí estaba entre la documentación pero no está incluida en las fichas. En la nota de la Ficha de Calidad se dice que se dispone de información de las captaciones pero no se ha encontrado. La fecha de Autorización de aprovechamiento aparece: 16-01-2008 (DOG) pero la fecha de la publicación del DOG es 14-01-2008. Se ha incluido en la Tabla el dato de la Ficha. Se han incluido los datos del Perímetro de Protección. No se dispone de información sobre si los alumbramientos están en uso. En la Tabla Situación Legal se ha contemplado que las Captaciones A, B y C no están declaradas MM porque no hay información de las mismas. Sin embargo, se dice que la información de la analítica de la Captación A es una tabla resumen y que no se dispone de la original del IGME aunque en la propia ficha se cita que la fuente de la información es el IGME. En la base de datos se ha contemplado como laboratorio el IGME.

4.2.4 Componentes de la base de datos “Balnearios”

El diseño de la base de datos “Balnearios” se inicia con la elaboración de una serie de tablas Excel con información coherente y ordenada convenientemente. Los criterios fundamentales utilizados en la creación de la base de datos son:

- (1) no repetición: los datos se almacenan de forma ordenada y no se repiten.
- (2) estructura: los datos se ordenan conforme a una estructura lógica y común entre sí y con independencia del posible tratamiento que se vaya a dar.
- (3) concurrencia: debe contemplarse la posibilidad de que varios usuarios puedan acceder a la información sin interferencias y sin que exista la posibilidad de realizar modificaciones en la estructura e información de la base de datos.

Se dispone de 128 alumbramientos con 213 tipos de datos diferentes. Los campos de datos tienen los siguientes formatos: (1) numérico entero doble, (2) numérico decimal doble, (3) texto con 255 caracteres y (4) fecha. Además cada alumbramiento dispone de los diagramas de Piper, Stiff y Schoeller y de la fotografía de la instalación a la que pertenece. Esta información gráfica está vinculada al archivo correspondiente.

La base de datos está constituida por 6 Tablas Excel independientes entre sí. Las tablas Tb_2_Balnearios a Tb_5_Explotación se han vinculado a la tabla Tb_1_Captaciones en ArcGIS. A la capa resultante se la ha denominado "Captaciones_Vinculado" (ver epígrafe 4.2.5. Estructura de la base de datos. Diseño de las tablas).

Las capas que constituyen la base de datos "Balnearios" son:

- (1) Captaciones_Vinculado. Esta es la capa principal de la base de datos "Balnearios". Contiene toda la información disponible. Esta capa contiene las coordenadas de los puntos que representan los alumbramientos y 212 tipos de datos diferentes, así como información gráfica y fotográfica. Está georreferenciada al Datum ETRS89 UTM Zone 29N.
- (2) zma. Capa constituida por los polígonos de los perímetros de protección correspondiente a la Zona de Máxima Protección de los alumbramientos. Está georreferenciada al Datum ETRS89 UTM Zone 29N.
- (3) zma_coord. Capa constituida por los vértices (puntos) de los perímetros de protección correspondiente a la Zona de Máxima Protección de los alumbramientos. Se ha representado en una capa independiente porque hay varios alumbramientos que tienen como Zona de Máxima Protección el propio alumbramiento por lo que no eran visible. Está georreferenciada al Datum ETRS89 UTM Zone 29N.
- (4) zme. Capa constituida por los polígonos de los perímetros de protección correspondiente a la Zona de Media Protección de los alumbramientos. Está georreferenciada al Datum ETRS89 UTM Zone 29N.
- (5) zmi. Capa constituida por los polígonos de los perímetros de protección correspondiente a la Zona de Mínima Protección de los alumbramientos. Está georreferenciada al Datum ETRS89 UTM Zone 29N.

A su vez, la base de datos “Balnearios” se ha utilizado en diferentes proyectos de trabajo para el desarrollo científico – técnico de esta tesis doctoral. El proyecto principal en ArcGIS se denomina “Balnearios.mxd”. Este proyecto está constituido por las capas anteriormente descritas y por las siguientes:

- (1) GALICIA_25. Capa constituida por polígono de tipo simple georreferenciada al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. Representa el contorno de la Comunidad Autónoma de Galicia.
- (2) XEOLOXIA_50. Capa constituida por polígono de tipo simple georreferenciada al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. Representa la geología de superficie de la Comunidad Autónoma de Galicia. Esta capa está constituida por un conjunto de códigos de colores que representan la geología de superficie de Galicia. No dispone de la información correspondiente a la litología.
- (3) FAIA_50: Capa constituida por líneas de superficie de tipo simple georreferenciada al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. Representa las fallas de la Comunidad Autónoma de Galicia.
- (4) LITOLOXIA. Capa constituida por una base de datos de tipo tabla que contiene toda la información geológica. Esta capa se ha vinculado con la capa XEOLOXIA_50 con lo que la información de la tabla queda georreferenciada al Datum ETRS89 UTM Zone 29N.
- (5) Reclasificacion_Facies. Capa constituida por puntos georreferenciada al Datum ETRS89 UTM Zone 29N que representan los alumbramientos de los balnearios y que contiene la información referente a las Facies Hidroquímicas de las aguas de los alumbramientos y su reclasificación simplificada.
- (6) Tablas resumen. Capa constituida por bases de datos del tipo tablas “resumen” que contienen diferente información relativa a: situación legal, usos, declaración MM, etc. Se han elaborado 71 tablas para conocer porcentaje de de todos los alumbramientos de la base de datos tiene declaración minero medicinal, cuales no tienen declaración minero medicinal, y cuáles no contienen información, etc. Se ha introducido un campo relativo al porcentaje que representa cada uno de los campos requeridos. En el epígrafe 5.2.3. Tablas resumen y en el ANEJO 1 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN se muestra toda la información correspondiente a fuentes de información.

En el proyecto “Balnearios.mxd” se pueden visualizar los perímetros de protección, los datos, gráficas, realizar operaciones de tipo análisis alfanumérico con las tablas de información, obtener resúmenes, obtener estadísticas, realizar operaciones de tipo análisis alfanumérico gráfico, etc.

La base de datos “Balnearios” constituye la base para el desarrollo de: (1) todas las bases de datos generadas para el desarrollo del CAPÍTULO 6. ESTUDIO Y ANÁLISIS HIDROGEOTERMAL DE LA INFORMACIÓN, (2) todos los proyectos

desarrollados para crear el mismo CAPÍTULO 6 y (3) el desarrollo de la herramienta informática visor de tratamiento de la información desde Internet. Constituye un entorno de trabajo que contiene (1) los datos con posibilidad de edición, (2) el visor y (3) todas las herramientas necesarias para la optimización de los recursos.

Todas las bases de datos generadas se pueden relacionar entre sí. Es posible la selección de capas desarrolladas en diferentes bases de datos para la elaboración de determinados tratamientos GIS.

En el CAPÍTULO 6. ESTUDIO Y ANÁLISIS HIDROGEOTERMAL DE LA INFORMACIÓN se analizan los diferentes desarrollos que se han elaborado con las bases de datos generadas y otros tratamientos de la información. Asimismo se analiza la fiabilidad de la información tratada teniendo en cuenta la escasa información disponible para determinados campos y el uso del criterio de Alley (1993) que consiste en atribuir a aquellos parámetros cualitativos o que están por debajo del LOD un valor de concentración igual a la mitad de su límite de detección.

4.2.5 Estructura de la base de datos. Diseño de las tablas

Tras el análisis de la información contenida en las fichas efectuado en el epígrafe 4.2.2. Análisis de la información, se estructuró la información en 6 tablas Excel. Las tablas son editables e independientes entre sí si bien se pueden vincular en GIS las tablas Tb_1_Captaciones a Tb_5_Explotacion para disponer de toda la información en una misma capa (Captaciones_Vinculado). La estructura de la información atiende a criterios descritos en el epígrafe 4.2.4. Componentes de la base de datos "Balnearios".

Cada una de las tablas contiene un identificador denominado ObjectID. Este identificador es necesario para que software GIS disponga de un ordinal en la información. Los títulos de los campos de información deben cumplir unas condiciones que vienen dadas por las limitaciones del software GIS. Son las siguientes:

- (1) el GIS no reconoce caracteres en blanco, por lo que el texto utilizado en los títulos de los campos están interconectadas por medio del símbolo "_".
- (2) el formato de los campos de los títulos de información debe ser de tipo "texto" o "general"
- (3) no se permite el uso de caracteres especiales como "%", o el uso de formato subíndices, superíndices, etc.
- (4) el número de caracteres de tipo "texto" máximo admisible es 210 caracteres. Esta limitación es común a los campos de información de tipo texto.
- (5) no se admiten las tildes en los campos de los títulos de información.

La información disponible se ha estructurado de forma coherente según su temática. Para la entrada de datos se ha utilizado 6 hojas Excel convencionales por su facilidad de manejo y versatilidad en la tipología de datos. Las tablas que se han desarrollado para el manejo de la información son:

- (1) Tb_1_Captaciones
- (2) Tb_2_Balnearios
- (3) Tb_3_Situacion_Legal
- (4) Tb_4_Prop_Quim
- (5) Tb_5_Explotacion
- (6) Tb_6_Perimetros

(1) Tb_1_Captaciones. Es la tabla principal ya que contiene las coordenadas de ubicación de los alumbramientos y por lo tanto está georreferenciada al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. Está constituida por 75 datos diferentes divididos en los siguientes grupos de información:

- ✓ Datos geográficos.
- ✓ Denominación de los alumbramientos.
- ✓ Datos específicos de las instalaciones.
- ✓ Datos constructivos de los alumbramientos.
- ✓ Datos generales del acondicionamiento del entorno de los alumbramientos.
- ✓ Clasificación de las aguas según diferentes parámetros.
- ✓ Usos terapéuticos de las aguas.

Esta tabla dispone de una serie de campos que permite relacionar la relación de esta tabla con el resto. Estos campos son: ObjectID, BALNEARIO, EXPLOTACION y SITUAC_LEGAL. El campo ObjectID permite relacionar la tabla Tb_1_Captaciones con la tabla Tb_4_Prop_Quim. El campo BALNEARIO permite relacionar la tabla Tb_1_Captaciones con la tabla Tb_2_Balnearios. El campo EXPLOTACION permite relacionar la tabla Tb_1_Captaciones con la tabla Tb_5_Explotacion. El campo SITUAC_LEGAL permite relacionar la tabla Tb_1_Captaciones con el campo ID de la tabla Tb_3_Situacion_legal. La tabla Tb_6_Perimetros es independiente al resto. De esta forma la información de un alumbramiento se puede ordenar de forma lógica sin correr el riesgo de mezclar información entre alumbramientos.

(2) Tb_2_Balnearios. Esta tabla se ha vinculado a la tabla Tb_1_Captaciones a través del campo BALNEARIO y por tanto toda la información que contiene

está georreferenciada en la base de datos. Está constituida por 9 datos diferentes divididos en los siguientes grupos de información:

- ✓ Denominación de la explotación
- ✓ Localización
- ✓ Observaciones de las instalaciones

(3) Tb_3_Situacion_Legal. Esta tabla se ha vinculado a la tabla Tb_1_Captaciones a través de los campos SITUAC_LEGAL e ID de la tabla Tb_3_Situacion_Legal y por tanto toda la información que contiene está georreferenciada en la base de datos. Está constituida por 14 datos diferentes divididos en los siguientes grupos de información:

- ✓ Tipo de permiso o autorización
- ✓ Fecha de obtención
- ✓ Fecha de publicación en boletines oficiales
- ✓ Organismo que concede el permiso o autorización

(4) Tb_4_Prop_Quim. Esta tabla se ha vinculado a la tabla Tb_1_Captaciones a través del campo ObjectID y por tanto toda la información que contiene está georreferenciada en la base de datos. Está constituida por 105 datos diferentes divididos en los siguientes grupos de información:

- ✓ Fecha de las analíticas
- ✓ Laboratorio de análisis
- ✓ Fiabilidad de la analítica
- ✓ Caracteres organolépticos
- ✓ Parámetros físico – químicos
- ✓ Elementos químicos mayoritarios
- ✓ Elementos traza
- ✓ Gases disueltos
- ✓ Radiactividad

(5) Tb_5_Explotacion. Esta tabla se ha vinculado a la tabla Tb_1_Captaciones a través del campo EXPLOTACION y por tanto toda la información que contiene está georreferenciada en la base de datos. Está constituida por 7 datos diferentes divididos en los siguientes grupos de información:

- ✓ Datos de la mercantil que explota la concesión.
- ✓ Dirección fiscal, teléfono y persona de contacto.

(6) Tb_6_Perímetros. Esta tabla no se ha vinculado a la tabla Tb_1_Captaciones. La información que contiene está georreferenciada en la base de datos ya que está formada por pares de coordenadas. Está constituida por 3 datos diferentes divididos en los siguientes grupos de información:

- ✓ Coordenadas de los vértices del perímetro de protección correspondiente a la zona de máxima restricción.
- ✓ Coordenadas de los vértices del perímetro de protección correspondiente a la zona de media restricción.
- ✓ Coordenadas de los vértices del perímetro de protección correspondiente a la zona de mínima restricción.

El alcance de cada tipo de datos se ha analizado en el epígrafe 4.2.2. Análisis de la información. Asimismo, en el ANEJO 2 DESCRIPCIÓN DE LOS CAMPOS DE LA CAPA "CAPTACIONES_VINCULADO" se explica el formato, tipo de dato, etc de cada uno de los campos de la tabla.

4.2.6 Estructura de los campos de la base de datos. Tipo de datos

En el ANEJO 2 DESCRIPCIÓN DE LOS CAMPOS DE LA CAPA "CAPTACIONES_VINCULADO" se muestra detalladamente la composición de los campos que constituyen las tablas. Se describe: (1) denominación del campo, (2) tipo de dato, (3) información que contiene, (4) posibles valores que puede contener y (5) si admite la posibilidad de no contener información.

(1) Tb_1_Captaciones.

Esta tabla está constituida por 128 filas de información correspondiente a los 128 alumbramientos. Los campos de información de la tabla Tb_1_Captaciones son:

ObjectID	EXPLOTACION
X	SITUAC_LEGAL
Y	USO
BALNEARIO	NOTAS_CAPT
NOMBRE_CAPTACION	CAUDAL_EXPLOTADO_L_SEG
TIPO	CAUDAL_EXPLOTABLE_L_SEG
REV_DATOS	TRANSMISIVIDAD_M2_D
APROVECHAMIENTO	PERMEABILIDAD_M_SEG

FACIES_HIDROQUIM	OTRAS_OBSERVACIONES_CAPTACIONES
EN_USO	UBICACIÓN_CAPTACION_FUENTE
PROFUNDIDAD_M	CLASIFICACION
DIAMETRO_MM	CLASIF_TEMPERATURA
ANNO_CONSTRUCC	MINERALIZACION
BOMBA	COMPOSICION
PROF_BOMBA_M	IONES_PREDOMIN
POTENCIA_CV	PAT_OTORRINO
DIAM_TUBERIA_SOSTENIMIENTO_MM	PAT_BRONQUIAL
TIPO_TUBERIA	PAT_REUMA
MATER_TUBERIA	PAT_PSIQUIATRIA
PROFUNDIDAD_TUBERIA	PAT_DERMATOL
DIAM_TUBERIA_SOSTENIMIENTO2_MM	PAT_NEUROLOGICA
TIPO_TUBERIA2	PAT_FLEBOLOXIA
MATER_TUBERIA2	PAT_DIGESTIVO_METABOLICO
PROFUNDIDAD_TUBERIA2	PAT_URINARIO
DIAM_ENTUBADO_MM	PAT_ESP_BRONQUIAL
TIPO_ENTUBADO	PAT_ESP_ORL_ALERG
MATERIAL_ENTUBADO	PAT_ESP_ORL_INFEC
PROFUNDIDAD_ENTUBADO	PAT_ESP_ARTROS
TUBERIA_RANURADA	PAT_ESP_REUMATISMOS
RATIO_RANURA_TRAMO_CIEGO	PAT_ESP_ARTICULARES
TUBERIA_IMPULSION_MM	PAT_ESP_ANSIEDAD
NIVEL_M	PAT_ESP_DEPRESION
ARQUETA	PAT_ESP_ESTRES
DIMENSIONES	PAT_ESP_DERMAT_ATOPICA

PAT_ESP_NEUROLOGICA	VULNERABILIDAD
PAT_ESP_VENAS	RECOMENDACIONES
PAT_ESP_DIGESTIVO	RECOMENDAC_PENDIENTE
PAT_ESP_URINARIO	

(2) Tb_2_Balnearios.

Esta tabla está constituida por 42 filas de información correspondiente a los 42 balnearios. Los campos de información de la tabla Tb_2_Balnearios son:

ObjectID	CONCELLO
BALNEARIO	PARROQUIA_LUGAR
NOMBRE	ACCESIBILIDAD
ESTADO	NOTAS_BALN
PROVINCIA	OBSERVAC_INSTALACIONES

(3) Tb_3_Situacion_Legal.

Esta tabla está constituida por 39 filas de información correspondiente a los 39 tipos de situaciones legales diferentes de los 128 alumbramientos descritos. Los campos de información de la tabla Tb_3_Situacion_Legal son:

ID	PUBLICAC_DOG_APROV
DECLARAC_MM	ORGANISMO
FECHA_DECLARAC_MM	PERIM_PROTEC
FECHA_PUBLICAC_DOG_MM	FECHA_PERIM_PROTEC
FECHA_DERECH_RECONOC	PUBLICAC_DOG_PERIM
ORGANISMO	AUTORIZAC_SANIT
AUTORIZAC_APROV	FECHA_AUTORIZAC_SANIT
FECHA_AUTORIZAC_APROV	

(4) Tb_4_Prop_Quim.

Esta tabla está constituida por 128 filas de información correspondiente a los 128 alumbramientos. Los campos de información de la tabla Tb_4_Prop_Quim son:

ID	FECHA_ANALIT
ID_CAPTACION	LABORAT

REF_ANALIT	LITIO_MG_L
NUM_ANALIT_TIPO_A	SODIO_MG_L
NUM_ANALIT_TIPO_B	POTASIO_MG_L
NUM_ANALIT_TIPO_C	MAGNESIO_MG_L
NUM_ANALIT_TIPO_D	CALCIO_MG_L
SABOR	ESTRONCIO_MG_L
OLOR	MANGANESO_MG_L
COR_UD_PT_CO	AMONIO_MG_L
TEMPERATURA_C	SILICE_MG_L
pH	FLUORURO_MEQ_L
C_E_microS_cm_a_20_C	CLORURO_MEQ_L
TURBIDEZ_UNT	BICARBONATO_MEQ_L
DUREZA_mg_CaCO3_L	CARBONATO_MEQ_L
ALCALINIDAD_mg_CaCO3_L	NITRATO_MEQ_L
TSS_mg_L	NITRITO_MEQ_L
EH_mV	FOSFATO_MEQ_L
TSD_a_180_C_mg_L	SULFATO_MEQ_L
FLUORURO_MG_L	SULFURO_MEQ_L
CLORURO_MG_L	CIANUROS_MEQ_L
BICARBONATO_MG_L	LITIO_MEQ_L
CARBONATO_MG_L	SODIO_MEQ_L
NITRATO_MG_L	POTASIO_MEQ_L
NITRITO_MG_L	MAGNESIO_MEQ_L
FOSFATO_MG_L	CALCIO_MEQ_L
SULFATO_MG_L	ESTRONCIO_MEQ_L
SULFURO_MG_L	MANGANESO_MEQ_L
CIANUROS_MG_L	AMONIO_MEQ_L

SILICE_MEQ_L	NIQUEL_microGR_L
FLUORURO_PORCMEQ_L	COBALTO_microGR_L
CLORURO_PORCMEQ_L	CROMO_microGR_L
BICARBONATO_PORCMEQ_L	VANADIO_microGR_L
CARBONATO_PORCMEQ_L	CADMIO_microGR_L
NITRATO_PORCMEQ_L	PLATA_microGR_L
NITRITO_PORCMEQ_L	PLOMO_microGR_L
FOSFATO_PORCMEQ_L	SELENIO_microGR_L
SULFATO_PORCMEQ_L	MERCURIO_microGR_L
SULFURO_PORCMEQ_L	TITANIO_microGR_L
CIANUROS_PORCMEQ_L	ALUMINIO_microGR_L
LITIO_PORCMEQ_L	ARSENICO_microGR_L
SODIO_PORCMEQ_L	BORO_microGR_L
POTASIO_PORCMEQ_L	DIOX_CARB_MG_L
MAGNESIO_PORCMEQ_L	SULF_DE_HIDRG_MG_L
CALCIO_PORCMEQ_L	NITROGENO_MG_L
ESTRONCIO_PORCMEQ_L	OXIGENO_MG_L
MANGANESO_PORCMEQ_L	OXIGENO_PORC_SAT_MG_L
AMONIO_PORCMEQ_L	RADON_Bq_L
SILICE_PORCMEQ_L	ERROR
HIERRO_TOTAL_microGR_L	ALFA_TOTAL_Bq_L
BARIO_microGR_L	ERROR
CINC_microGR_L	BETA_TOTAL_Bq_L
COBRE_microGR_L	ERROR
ANTIMONIO_microGR_L	

(5) Tb_5_Explotacion.

Esta tabla está constituida por 34 filas de información correspondiente a las 34 empresas en sus diferentes formas jurídicas que explotan los 42 balnearios. Los campos de información de la tabla Tb_5_Explotacion son:

ID	LOCALIDAD
EXPLOTACION	PROVINCIA
DIRECCION	TELEFONO
COD_POSTAL	PERS_CONTACT

(6) Tb_6_Perimetros.

Esta tabla está constituida por 128 filas de información correspondiente a los 128 alumbramientos. Los campos de información de la tabla Tb_6_Perimetros son:

ObjectID	PERIM_PROTEC_ZMA_9_X
PERIM_PROTEC_ZMA_1_X	PERIM_PROTEC_ZMA_9_Y
PERIM_PROTEC_ZMA_1_Y	PERIM_PROTEC_ZMA_10_X
PERIM_PROTEC_ZMA_2_X	PERIM_PROTEC_ZMA_10_Y
PERIM_PROTEC_ZMA_2_Y	PERIM_PROTEC_ZMA_11_X
PERIM_PROTEC_ZMA_3_X	PERIM_PROTEC_ZMA_11_Y
PERIM_PROTEC_ZMA_3_Y	PERIM_PROTEC_ZMA_12_X
PERIM_PROTEC_ZMA_4_X	PERIM_PROTEC_ZMA_12_Y
PERIM_PROTEC_ZMA_4_Y	PERIM_PROTEC_ZMA_13_X
PERIM_PROTEC_ZMA_5_X	PERIM_PROTEC_ZMA_13_Y
PERIM_PROTEC_ZMA_5_Y	PERIM_PROTEC_ZMA_14_X
PERIM_PROTEC_ZMA_6_X	PERIM_PROTEC_ZMA_14_Y
PERIM_PROTEC_ZMA_6_Y	PERIM_PROTEC_ZMA_15_X
PERIM_PROTEC_ZMA_7_X	PERIM_PROTEC_ZMA_15_Y
PERIM_PROTEC_ZMA_7_Y	PERIM_PROTEC_ZMA_16_X
PERIM_PROTEC_ZMA_8_X	PERIM_PROTEC_ZMA_16_Y
PERIM_PROTEC_ZMA_8_Y	PERIM_PROTEC_ZMA_17_X

PERIM_PROTEC_ZMA_17_Y	PERIM_PROTEC_ZME_11_X
PERIM_PROTEC_ZMA_18_X	PERIM_PROTEC_ZME_11_Y
PERIM_PROTEC_ZMA_18_Y	PERIM_PROTEC_ZME_12_X
PERIM_PROTEC_ZMA_19_X	PERIM_PROTEC_ZME_12_Y
PERIM_PROTEC_ZMA_19_Y	PERIM_PROTEC_ZME_13_X
PERIM_PROTEC_ZMA_20_X	PERIM_PROTEC_ZME_13_Y
PERIM_PROTEC_ZMA_20_Y	PERIM_PROTEC_ZME_14_X
PERIM_PROTEC_ZME_1_X	PERIM_PROTEC_ZME_14_Y
PERIM_PROTEC_ZME_1_Y	PERIM_PROTEC_ZME_15_X
PERIM_PROTEC_ZME_2_X	PERIM_PROTEC_ZME_15_Y
PERIM_PROTEC_ZME_2_Y	PERIM_PROTEC_ZME_16_X
PERIM_PROTEC_ZME_3_X	PERIM_PROTEC_ZME_16_Y
PERIM_PROTEC_ZME_3_Y	PERIM_PROTEC_ZME_17_X
PERIM_PROTEC_ZME_4_X	PERIM_PROTEC_ZME_17_Y
PERIM_PROTEC_ZME_4_Y	PERIM_PROTEC_ZME_18_X
PERIM_PROTEC_ZME_5_X	PERIM_PROTEC_ZME_18_Y
PERIM_PROTEC_ZME_5_Y	PERIM_PROTEC_ZME_19_X
PERIM_PROTEC_ZME_6_X	PERIM_PROTEC_ZME_19_Y
PERIM_PROTEC_ZME_6_Y	PERIM_PROTEC_ZME_20_X
PERIM_PROTEC_ZME_7_X	PERIM_PROTEC_ZME_20_Y
PERIM_PROTEC_ZME_7_Y	PERIM_PROTEC_ZMI_1_X
PERIM_PROTEC_ZME_8_X	PERIM_PROTEC_ZMI_1_Y
PERIM_PROTEC_ZME_8_Y	PERIM_PROTEC_ZMI_2_X
PERIM_PROTEC_ZME_9_X	PERIM_PROTEC_ZMI_2_Y
PERIM_PROTEC_ZME_9_Y	PERIM_PROTEC_ZMI_3_X
PERIM_PROTEC_ZME_10_X	PERIM_PROTEC_ZMI_3_Y
PERIM_PROTEC_ZME_10_Y	PERIM_PROTEC_ZMI_4_X

PERIM_PROTEC_ZMI_4_Y	PERIM_PROTEC_ZMI_13_X
PERIM_PROTEC_ZMI_5_X	PERIM_PROTEC_ZMI_13_Y
PERIM_PROTEC_ZMI_5_Y	PERIM_PROTEC_ZMI_14_X
PERIM_PROTEC_ZMI_6_X	PERIM_PROTEC_ZMI_14_Y
PERIM_PROTEC_ZMI_6_Y	PERIM_PROTEC_ZMI_15_X
PERIM_PROTEC_ZMI_7_X	PERIM_PROTEC_ZMI_15_Y
PERIM_PROTEC_ZMI_7_Y	PERIM_PROTEC_ZMI_16_X
PERIM_PROTEC_ZMI_8_X	PERIM_PROTEC_ZMI_16_Y
PERIM_PROTEC_ZMI_8_Y	PERIM_PROTEC_ZMI_17_X
PERIM_PROTEC_ZMI_9_X	PERIM_PROTEC_ZMI_17_Y
PERIM_PROTEC_ZMI_9_Y	PERIM_PROTEC_ZMI_18_X
PERIM_PROTEC_ZMI_10_X	PERIM_PROTEC_ZMI_18_Y
PERIM_PROTEC_ZMI_10_Y	PERIM_PROTEC_ZMI_19_X
PERIM_PROTEC_ZMI_11_X	PERIM_PROTEC_ZMI_19_Y
PERIM_PROTEC_ZMI_11_Y	PERIM_PROTEC_ZMI_20_X
PERIM_PROTEC_ZMI_12_X	PERIM_PROTEC_ZMI_20_Y
PERIM_PROTEC_ZMI_12_Y	

4.2.7 Entrada de datos. Actualización de la base de datos

Un GIS debe tener la capacidad de recibir datos de diferentes maneras:

- (1) Digitalización directa: por medio de la digitalización de mapas en papel, foto aérea, reproducción escaneada, etc.
- (2) Entrada de coordenadas en archivos digitales: en aquellos casos en los que se dispone de las coordenadas de los puntos e información.
- (3) Teledetección: mediante la introducción en el proyecto de otras capas de información georreferenciada.

La gestión de la base de datos “Balnearios” es muy sencilla. La actualización de los datos se realiza a través de las tablas Excel de información. En el CAPÍTULO 7. VISOR “BALGAGIS” se comprobará que a través de este entorno la actualización de los datos es más sencilla e intuitiva.

Sin embargo, la actualización de los datos de la base de datos “Balnearios” no lleva asociado la actualización de los diferentes tratamientos científico – técnicos realizados en el CAPÍTULO 5 y CAPÍTULO 6 o que se puedan desarrollar en el futuro. Tras la actualización de datos hay que repetir los diferentes procedimientos de trabajo en GIS para actualizar las capas elaboradas. El desarrollo de una capa a partir de datos constituye un archivo invariable y tan sólo es actualizado mediante la repetición de los procedimientos que han llevado a su constitución a partir de los datos nuevos.

La actualización de los datos de la base de datos “Balnearios” puede realizarse: (1) en las tablas Excel ó (2) en el visor programado para la gestión de determinadas tareas.

La actualización de los datos implica:

- (1) revisión de toda la información disponible hasta 2009
- (2) revisión de la información generada a partir de 2009
- (3) disposición de un administrador encargado de la gestión de la base de datos

Teniendo en cuenta las características de la información, la Administración Pública es el organismo encargado de la gestión de la base de datos o cualquier otro organismo, entidad o persona física designado por la propia administración.

4.2.8 Tratamiento de los datos

El sistema de gestión de base de datos permite la entrada de datos, su edición, desarrollo de procedimientos GIS y la salida de resultados. Muchas operaciones con los datos son importantes desde la perspectiva de la cartografía. Muchos mapas capturados de diferentes hojas deben ser combinados conjuntamente, o a veces una máscara debe ser aplicada sobre los datos para excluir características del GIS. Incluso, de manera más compleja, un río o un límite político puede ser seccionado o pueden añadirse nuevas capas. Esta característica, denominada segmentación dinámica, puede ser realizada automáticamente por el GIS.

Las herramientas de análisis de datos incluyen: (1) agregación, (2) clasificación, (3) medición, (4) superposición, (5) creación de bandas, (6) traza de líneas de contorno, (7) redes y (8) álgebra de mapas.

- (1) La agregación ayuda al usuario en la interpretación de los datos.
- (2) La clasificación permite al usuario clasificar áreas dentro de un mapa.
- (3) La medición puede ser utilizada para determinar el tamaño de cualquier área.

(4) La función de superposición permite al usuario ubicar capas de un mapa sobre otro.

(5) La función de creación de bandas examina un área que rodea una característica de interés. El análisis de redes examina el movimiento de los objetos a lo largo de un camino interconectado. El álgebra de mapas permite al usuario especificar relaciones matemáticas entre capas de un mapa.

(6) La traza de líneas de contorno implica la interpolación de líneas de igual elevación a partir de datos de altura disponibles. Por ejemplo, el cálculo de la altura de los contornos desde los cuales generar datos de elevación e inclinación para cualquier tipo de superficie.

(7) El análisis de redes implica la traza a través de una red de líneas conectadas, para simular flujos de tráfico o agua. Generalmente este tipo de análisis permite calcular el camino más corto o rápido entre dos puntos de una red. Por ejemplo, el cálculo de rutas óptimas.

(8) El álgebra de mapas o análisis de terreno implica la creación de vistas en tres dimensiones o modelos digitales de terreno (DTM) provenientes de datos de altura disponibles. Por ejemplo, una vista en tres dimensiones de un paisaje puede ser utilizada para evaluar el impacto visual en un programa de repoblación forestal.

Los cálculos de área implica el cálculo del área de un polígono o la longitud de una línea. Generalmente estos simples cálculos pueden ser restringidos para incluir sólo aquellas características que satisfacen cierto criterio de selección. Por ejemplo, cálculo del área de un parque que necesita mantenimiento, dentro una ciudad.

En los CAPÍTULOS 5 y 6 se analizan los diferentes desarrollos realizados en la base de datos “Balnearios”.

4.2.9 Salida de datos

Un GIS soporta la obtención o consulta tanto de sus características espaciales, como de sus atributos. El análisis geográfico requiere una asociación cercana entre elementos espaciales y sus atributos. Previamente cada uno de ellos ha sido gestionado separadamente dentro de paquetes automatizados de cartografía y base de datos respectivamente. GIS provee la tecnología para realizar análisis más sofisticados, haciendo uso del vínculo entre ambos. Las consultas realizadas a un GIS pueden ser gráficas o de datos. Las consultas gráficas involucran elementos espaciales, basadas en la búsqueda de objetos y la obtención de los atributos asociados al mismo; o pueden involucrar la selección de alguna característica gráfica y la obtención de la información asociada. Las consultas de datos involucran el uso de valores de datos de manera selectiva para visualizar la congruencia con las características espaciales, o el uso de atributos para determinar los patrones de colores de relevancia para los elementos espaciales.

Algunos tipos de análisis espaciales disponibles dentro de un GIS son:

- (1) Mapas temáticos cuantitativos: las diferentes áreas son clasificadas de acuerdo a sus atributos. Una leyenda actúa como una tabla de búsqueda, donde cada rango de valores esta asociado a un color o patrón de sombra.
- (2) Generación de bandas: los límites son creados alrededor de puntos, líneas o áreas a una distancia igual en todas las direcciones. Estos límites con forma circular o de polígono representan áreas como conjunto de distancias desde el objeto original.
- (3) Superposición de polígonos: las distintas áreas en una capa de datos son superpuestas en otras capas para calcular áreas que tienen una cierta combinación de atributos o falta de ciertos valores.

La salida en un GIS puede ser vista en forma de visualización interactiva de los gráficos y/o atributos, o de manera tradicional a través de mapas, tablas y reportes. Las técnicas de cartografía automatizada son empleadas para producir salidas gráficas de un GIS. Para lograr dichas salidas, comúnmente se utilizan dispositivos como ploters, impresoras chorro de tinta, láser, etc. En muchos casos un GIS es capaz de convertir sus datos internos en otros formatos estándares, para su posterior utilización por parte de procesadores de texto.

En el presente proyecto de tesis doctoral se han desarrollado las siguientes salidas GIS:

- (1) ANÁLISIS ALFANUMÉRICO: TABLAS: (1) consultas simples, (2) consultas combinadas, (3) tablas resumen, (4) representación de la información. Mapas 1 y (5) representación de la información. Diagramas de Stiff, Piper y Schoeller.
- (2) RELACIÓN ENTRE LOS USOS TERAPÉUTICOS Y LA COMPOSICIÓN DE LAS AGUAS.
- (3) RELACIÓN ENTRE LA FÁCIES HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS EN LOS ALUMBRAMIENTOS DE LOS BALNEARIOS DE GALICIA Y LA GEOLOGIA. APROXIMACIÓN AL ESTABLECIMIENTO DE LOS DOMINIOS HIDROMINERALES DE GALICIA.
- (4) EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE IÓN SODIO EN EL ENTORNO DEL BALNEARIO DE A TOXA. MAPAS DE ISOCONCENTRACIÓN.
- (5) EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS IONES BICARBONATO, SULFURO, SODIO Y CLORURO DE LAS AGUAS DE LOS BALNEARIOS DE GALICIA. MAPAS DE ISOCONCENTRACIÓN.
- (6) MAPAS DE ISOTEMPERATURAS DE LAS AGUAS DE LOS BALNEARIOS DE GALICIA.

(7) RELACIÓN ENTRE LA TEMPERATURA Y LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS AGUAS DE LOS BALNEARIOS DE GALICIA. HIDROTERMALISMO.

(8) BÚSQUEDA DE LA MEJOR LOCALIZACIÓN PARA LA PERFORACIÓN DE UNA CAPTACIÓN SEGÚN CRITERIOS ADMINISTRATIVOS. BALNEARIO DE MONDARIZ.

CAPÍTULO 5. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

5.1. INTRODUCCIÓN

La información disponible en la base de datos “Balnearios” puede tratarse de diferentes formas: (1) se pueden visualizar los perímetros de protección, (2) datos, (3) gráficas, (4) mapas de datos, (5) realizar operaciones de tipo análisis alfanumérico con las tablas de información, (6) obtener resúmenes, (7) obtener estadísticas, (8) realizar operaciones de tipo análisis alfanumérico gráfico, etc.

En el presente epígrafe se han tratado algunas de las funciones y potencialidades del tratamiento de la base de datos “Balnearios”: consultas simples, consultas combinadas, tablas resumen, representación de la información. Mapas 1, representación de la información. Mapas 2 y representación de la información. Diagramas de Stiff, Piper y Schoeller. Teniendo en cuenta la gran extensión de los desarrollos realizados, se han extraído del presente epígrafe todos los tratamientos aplicados a los datos de la base de datos “Balnearios” (consultas, mapas, etc) y se han incluido en el ANEJO 1. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.

5.2. ANÁLISIS ALFANUMÉRICO: TABLAS

El análisis alfanumérico consiste en la obtención de información nueva a partir de los atributos de las entidades espaciales disponibles en las tablas de las capas. Estos análisis incluyen consultas, resúmenes estadísticos, nuevos datos a partir de los existentes, etc. Las consultas se realizan para extraer información de los datos geográficos aprovechando tanto las capacidades gráficas como las capacidades de las bases de datos asociadas a la información geográfica que se pueden integrar en un GIS. Los tipos de consultas en GIS son:

- ✓ **Consulta directa.** Con el botón de información o con la herramienta de selección sobre algún elemento de la parte gráfica. Es el método más sencillo de obtener información de los datos geográficos. Se usan los datos espaciales de una única capa y es posible establecer las capas sobre las que se puede ejecutar las herramientas de selección.

Se pueden realizar pidiendo información sobre alguna entidad, apareciendo los datos de la base de datos asociados a esa entidad. También se pueden realizar con las herramientas de selección. Posteriormente, abriendo la base de datos, se obtiene la información de las entidades que hemos consultado.

- ✓ **Consulta gráfica.** Aprovechando las cualidades topográficas de la información geográfica y la relación entre los puntos, líneas y polígonos de las distintas capas. Es un método de selección por atributos y

características de la información geográfica basados en criterios gráficos: intersecciones, cruces, etc.

En este tipo de consultas se van a usar las características espaciales de una capa para seleccionar los elementos geográficos de otra capa que cumplan unas condiciones.

- ✓ **Consulta en la base de datos.** Mediante sentencias de consulta en formato SQL. Para realizar este tipo de consultas hay que utilizar un lenguaje específico, si bien los software GIS suelen disponer de una interfaz diseñada para realizar consultas de manera sencilla.

La relación e interactividad entre los datos espaciales y la base de datos es el principio fundamental del GIS. Todo lo seleccionado en la base de datos queda seleccionado en los datos espaciales para realizar las consultas. Las consultas implican una selección de elementos pertenecientes a una capa.

5.2.1 Consultas simples

La posibilidad de realizar consultas de información constituye una de las innumerables aplicaciones de los GIS. Para ello debe enlazarse la base de datos espacial (mapa vectorial) con la base de datos temática (tablas) mediante una columna en una de las tablas de la base de datos que contenga los mismos identificadores que las entidades en la base de datos espacial.

Un mapa vectorial está constituida por una tabla en la que cada registro (fila) es un objeto (polígono, línea o punto) que contiene un campo identificador y un campo que contiene la localización (conjunto de coordenadas X e Y de tamaño variable). El hecho de que esta información se presente en forma de tabla o en forma de mapa es simplemente una cuestión de conveniencia.

Si como resultado de una consulta a la base de datos temática se solicitan estos identificadores comunes el resultado son objetos espaciales. Los resultados de las consultas podrían presentarse en forma de mapa en lugar de en forma de tabla de modo que a los diferentes polígonos se le asignarían diferentes colores en función de que se cumpliera o no una determinada condición, o de los valores que adoptase una variable o índice.

Cuando se trabaja con un GIS enlazado a una base de datos se pretende que las consultas incluyan condiciones espaciales. Es posible realizar consultas interactivas en las que las condiciones se formulan en función de donde haya pinchado el usuario en un mapa mostrado en pantalla o mediante una consulta en la interfaz que accede a las tablas de información de una determinada capa. Estas consultas realizadas a través de la interfaz pueden ser simples (una sola variable consultada) o complejas (más de una variable).

En el modelo GIS toda la información geométrica y topológica de las consultas deberá preprocesarse y postprocesarse.

(1) Preprocesamiento. El módulo que construye de forma automática consultas SQL deberá hacerlo teniendo en cuenta una serie de criterios espaciales definidos por el usuario.

(2) Postprocesamiento. Los resultados de la consulta SQL deben filtrarse para determinar cuales cumplen determinadas condiciones relacionadas con el espacio.

El enlace de un GIS con una base de datos se realiza fundamentalmente en formato vectorial, si bien se puede enlazar una base de datos con un mapa ráster que contenga polígonos o una variable cualitativa.

En el caso de los mapas de puntos, las propiedades geométricas están constituidas por dos coordenadas y los datos. Por tanto los mapas de puntos pueden almacenarse como tablas en una base de datos tal y como se ha realizado en este proyecto de tesis doctoral. Las consultas permitirán obtener resultados que puede utilizarse como información de entrada para aplicar otras herramientas GIS para obtener conclusiones científico - técnicas.

La realización de una consulta lleva asociado: (1) la construcción de la misma basada en los atributos, (2) la indicación sólo de los elementos seleccionados y (3) la garantía de no modificación de los datos después de realizar la consulta.

La creación de una consulta se puede ejecutar de 2 formas:

(1) desde la opción "Definition Query" ("Definición de Consulta") en las propiedades de un archivo. Los elementos seleccionados se despliegan en la vista.

(2) desde la opción "selección por atributos". Los elementos seleccionados también se despliegan en la vista si la capa está georreferenciada. Utiliza la expresión SQL para consultar información a través de una interfaz lo que permite realizar consultas complejas. Es posible guardar y recuperar la expresión formulada. Este tipo de selección se define mediante una expresión lógica, basada en los valores de los campos de la tabla de atributos de la capa.

En el ANEJO 1 se muestran diferentes ejemplos ilustrativos de consultas simples que se pueden realizar con la información contenida en las tablas. Se muestra el mapa de Galicia con los puntos que cumplen las condiciones consultadas en color azul. Asimismo se muestra la tabla correspondiente a la información de aquellos alumbramientos que cumplen los planteamientos realizados.

5.2.2 Consultas combinadas

En este epígrafe se han considerado varios desarrollos de consultas combinadas de forma ilustrativa ya que las combinaciones posibles son innumerables. Este tratamiento de la información puede ser un fin en sí mismo, como por ejemplo un filtro de información para discriminar los alumbramientos que no cumplen con unas condiciones concretas o puede ser un paso previo al tratamiento

geoestadístico de los datos y postproceso de los resultados en GIS. En el ANEJO 1 se muestran diferentes ejemplos ilustrativos de consultas combinadas que se pueden realizar con la información contenida en las tablas. Como en caso anterior, se muestra el mapa de Galicia con los puntos que cumplen las condiciones consultadas en color azul. Asimismo se muestra la tabla correspondiente a la información de aquellos alumbramientos que cumplen los planteamientos realizados.

5.2.3 Tablas resumen

Una tabla resumen es la segregación de una serie de datos de uno o varios campos basándose en los valores únicos de otro campo. Se crea una tabla nueva sin información geográfica en la que se agrega un registro por cada valor distinto del campo seleccionado y se crea un campo nuevo donde se indica el número de veces que aparece cada uno de estos valores en la tabla de origen (frecuencia). Se utiliza para contar elementos con igual valor y simplificar tablas. También permite la agregación de campos numéricos aplicando estadísticos (suma, media, desviación, etc). En el ANEJO 1 se muestran diferentes ejemplos ilustrativos de tablas resumen.

5.2.4 Representación de la información. Mapas 1

Una de las capacidades principales de los GIS es su salida gráfica a través de figuras en la que se pueden representar diferentes campos de la base de datos y con distintos rangos o categorías. En el ANEJO 1 se presentan varios ejemplos en los que se muestra el mapa geológico de Galicia y la representación de los campos numéricos de la base de datos "Balnearios" según el código indicando en la leyenda para cada caso. De esta forma puede establecerse de forma gráfica la representación de un campo numérico (concentración de ion cloruro, p. ej.) y observar de forma rápida qué alumbramientos tienen mayor valor numérico del parámetro representado y cuáles menor.

5.2.5 Representación de la información. Mapas 2

En el ANEJO 1 se muestran algunos ejemplos en los que se presenta el mapa geológico del entorno del balneario de Mondariz y los alumbramientos que lo conforman. Según la consulta gráfica realizada correspondiente a los campos numéricos, se presentan los puntos que representan los alumbramientos con diferente tamaño dependiendo del valor numérico del parámetro representado.

5.2.6 Representación de la información. Diagramas de Stiff, Piper y Schoeller

En GIS existe la posibilidad de implementar la interfaz de salida gráfica mediante la codificación de utilidades en lenguaje Phyton. Esta es una herramienta muy útil en hidrogeología para obtener diagramas de Stiff, Piper, Schoeller, etc de diferentes alumbramientos y en diferentes fechas de los que se disponga de analítica. Sin embargo, la codificación de estas herramientas constituyen

proyectos de investigación en sí mismos y quedan fuera de este proyecto de tesis doctoral. Existe la opción de vincular en cada alumbramiento georreferenciado cualquier tipo de archivo gráfico, mapa, plano, fotografía, etc que sea de interés.

Cada alumbramiento se ha vinculado con los diagramas de Stiff, Piper, Schoeller y fotografía de las instalaciones en aquellos casos en los que se disponía de analítica. Para ello, se han recogido en un mismo archivo de imagen los diagramas mencionados para aquellos alumbramientos de una misma explotación. De esta manera se puede comprobar en un vistazo si las aguas de los alumbramientos de un mismo balneario tienen un origen común o no. De forma ilustrativa se incluyen en este epígrafe los diagramas disponibles de las analíticas de los alumbramientos del balneario de Mondariz.

CAPÍTULO 6. ESTUDIO Y ANÁLISIS HIDROGEOTERMAL DE LA INFORMACIÓN

6.1. RELACIÓN ENTRE LOS USOS TERAPÉUTICOS Y LA COMPOSICIÓN DE LAS AGUAS

6.1.1 Acciones específicas de las aguas mineromedicinales dependiendo de su composición físico – química

Tradicionalmente se han atribuido a las aguas mineromedicinales acciones específicas beneficiosas para la salud derivadas de su mineralización y de las vías de administración. En la Tabla 13 se muestra un resumen de las principales acciones de las aguas mineromedicinales según su composición físico – química (Meijide et al, 2009).

Tabla 13. Resumen de las principales acciones de las aguas mineromedicinales según su composición físico – química (Meijide et al, 2009).

ACCIONES DE LAS AGUAS MINEROMEDICINALES SEGÚN SU COMPOSICIÓN FÍSICO – QUÍMICA	
Cloruradas	Estimulantes de las funciones orgánicas y metabólicas Potenciadora del trofismo celular y de los procesos de cicatrización y reparación celular Favorecen la circulación sanguínea y linfática
Sulfatadas	Purgantes Coleréticas Estimulantes del peristaltismo intestinal
Bicarbonatadas	Antiácidas Aumentan la actividad pancreática Favorecen el poder saponificador de la grasa por la bilis Hepatoprotectoras Favorecen la glicogénesis Favorecen la movilización y eliminación de ácido úrico del riñón
Carbogaseosas	Por vía oral: (más de 1000 mg/l) Facilitan la digestión; enmascaran los sabores Estimulan la secreción y motilidad gástrica Facilitan la función intestinal Por vía tópica (más de 400 mg/l) Acción vasodilatadora periférica Diminuyen el gradiente térmico

ACCIONES DE LAS AGUAS MINEROMEDICINALES SEGÚN SU COMPOSICIÓN FÍSICO – QUÍMICA	
Sulfuradas	Activan los procesos óxido-reductores metabólicos Efectos antitóxicos, antialérgicos y mejoran el trofismo Acción reguladora de las secreciones respiratorias Efectos inmunológicos en la piel
Ferruginosas	Activan la circulación sanguínea y las funciones oxidativas celulares Mejoran el trofismo celular
Radioactivas	Sedativas y analgésicas Antiespasmódicas y decontracturantes Reguladoras del sistema nervioso vegetativo
Con mineralización inferior a 500 mg/l	Efectos diuréticos Acción mecánica de lavado y arrastre que dificulta todo tipo de cálculos

Desde el punto de vista terapéutico los tipos de aguas que tienen mayor interés son las aguas sulfuradas, las bicarbonatadas carbogaseosas, las cloruradas, las sulfatadas y las de mineralización débil (Meijide et al, 2009). Teniendo en cuenta que en este epígrafe se pretende analizar la relación entre los usos terapéuticos y la composición físico – química, no se van a analizar las aguas de mineralización débil. Tampoco se he podido realizar un análisis exhaustivo de las aguas de composición bicarbonatada sódica porque no se dispone de la información de los usos terapéuticos de las aguas con esta composición.

Este análisis se ha realizado a partir de la información contenida en los campos de los usos terapéuticos recogidos en la base de datos “Balnearios”. Esta información se ha procesado con tecnología GIS. Constituye un planteamiento de análisis vectorial de datos. Paralelamente al análisis que se ha realizado en el presente epígrafe, es posible establecer las posibles relaciones entre los usos terapéuticos de un agua y: (1) las facies hidroquímicas, (2) la mineralización, (3) la clasificación según su temperatura, (4) la concentración en iones predominantes, etc.

En general, **no hay relación entre las acciones médicas de las aguas mineromedicinales y los usos terapéuticos reconocidos por los balnearios.** Es necesaria la indicación de criterios por parte de la administración para unificar los usos terapéuticos de las aguas de los balnearios en función de su composición físico – química, mineralización, temperatura, etc.

(1) Aguas sulfuradas

Se distinguen por tener azufre en varios estados de oxidación. Las especies en las que se presentan dependen de si se el azufre se encuentra en forma reducida o en forma oxidada. Las principales especies son:

- 1) Sulfuro $[H_2S]$, $[HS]^-$, $[S]^{2-}$, $[RS]^-$, donde R es un radical orgánico
- 2) Polisulfuros $[HS]^{n-}$, $[S_n]^{2-}$, con $n > 1$
- 3) Azufre elemental $[S_8]$
- 4) Tiosulfatos $[S_2O_3]^{2-}$
- 5) Sulfatos $[SO_4]^{2-}$.

La presencia de especies reducidas otorgan al agua un potencial redox negativo que promueve los procesos de oxidación - reducción. Esto hace que las aguas sulfuradas sean muy inestables.

El contenido en sulfuros (expresado en forma de $[H_2S] = [H_2S] + [HS]^- + [S]^{2-}$ en milimoles por litro o mg/l) varía entre 0,01 mM/l (equivalente a 0,3 mg/l) para la mayoría de aguas bajas en sulfuro y 4,3 mM/l (150 mg/l) para las más ricas. Niveles inferiores a 0,01 mM/l no son típicos de aguas sulfuradas y corresponden a una ligera reducción microbiológica accidental de sulfatos en sulfuros. La máxima concentración tolerable por vía tóxica en exposiciones prolongadas son 20 mg/l produciendo irritación ocular y faríngea y edema de glotis. En las aguas minerales las concentraciones suelen sobrepasar los 10 mg/l.

La distribución entre las distintas especies de sulfuros depende directamente del pH del agua, así bajo condiciones alcalinas predominan las especies $[HS]^-$ y $[S]^{2-}$ mientras que en medios neutros y ácidos $[H_2S]$ y $[HS]^-$ en menor medida son los predominantes, lo que explica el característico olor de ácido sulfhídrico a "huevos podridos" en los establecimientos balnearios.

Existen dos categorías de aguas sulfuradas:

1) Aguas sulfuradas sódicas (características del Pirineo francés y también en buena parte de las aguas gallegas). Se caracterizan porque: 1) son poco mineralizadas (residuo seco inferior a 400 mg/l), 2) temperatura caliente a muy caliente (30 a 65 °C), 3) el contenido de sulfuros $[H_2S]$ a pH alcalino (8 a 10), 4) 0,05- 0,4 mM/l (o 13,6 mg/l expresada en H_2S), 5) el sodio es el catión dominante, 6) frecuentemente abunda la sílice y flúor en cantidades importantes (90 y 16 mg/l), 7) la sílice total, que las veces representa el 25% de los elementos presentes, está parcialmente ionizada en pH alcalino y forma $[H_3SiO_4]$, 8) pH alcalino que crea condiciones propicias para el desarrollo de plancton termal que se recoge para preparación de peloides y 9) se emplean sobretodo en las enfermedades respiratorias, ORL, y dermatológicas.

2) Aguas sulfuradas cálcicas. Pertencen a la familia de aguas que contienen sulfuros asociados al calcio principalmente y al sodio en pequeñas cantidades. Se caracterizan porque: 1) presentan una amplia franja de temperatura y mineralización (desde algunos miligramos por litro a varios gramos), 2) pH entre 7 y 8, que induce la liberación, de $[H_2S]$, 3) el calcio es el catión dominante, mientras que los aniones dominantes son los sulfatos y los cloruros

ocasionalmente, 4) el mecanismos de oxidación de estas aguas son más complejos que el grupo anterior y por eso se produce la formación de otras especies, además de sulfatos, como el azufre elemental o carbonato cálcico, ambos insolubles, 5) en Galicia no hay aguas de este tipo y 6) las aguas sulfuradas son explotadas por las propiedades del sulfuro de hidrógeno, sílice y sodio para el tratamiento de infecciones respiratorias o dermatológicas.

En la Figura 58 se muestran los 30 alumbramientos que tienen “COMPOSICIÓN” sulfurada así como los balnearios de Galicia a los que pertenecen.

En general, las acciones médicas que las aguas mineromedicinales con composición sulfurada ejercen en la salud son diferentes a las acciones terapéuticas reconocidas por los balnearios.

Las acciones que las aguas mineromedicinales con composición sulfurada ejercen en la salud son: 1) activación de los procesos óxido-reductores metabólicos, 2) efectos antitóxicos, antialérgicos y mejora del crecimiento, 3) acción reguladora de las secreciones respiratorias y 4) efectos inmunológicos en la piel. Por otra parte, los balnearios reconocen efectos terapéuticos contra las siguientes patologías generales: 1) otorrino, 2) bronquial, 3) reuma, 4) psiquiatría y 5) dermatológica principalmente. Y hay algunos balnearios que también reconocen efectos terapéuticos del tipo: 1) neurológico, 2) flebología y 3) digestivo – metabólico. No están reconocidos por los balnearios usos terapéuticos de tipo urinario.

En la Tabla 14 se muestran los alumbramientos que tienen una composición sulfurada y otra información adicional.

No existe un criterio común en la determinación de las acciones terapéuticas de las aguas de los alumbramientos porque no todos los alumbramientos que tienen aguas con composición sulfurada tienen indicaciones terapéuticas idénticas reconocidas por los balnearios.

Sólo existe coincidencia entre las aguas mineromedicinales sulfuradas y los usos terapéuticos reconocidos por los balnearios en los campos 1) digestivo – metabólico y 2) dermatológico. Para el resto no existe relación entre los usos reconocidos y las acciones médicas para las aguas sulfuradas. Los balnearios han reconocido usos terapéuticos para las aguas sulfuradas con un alcance mayor que el especificado médicamente (ver Tabla 15).

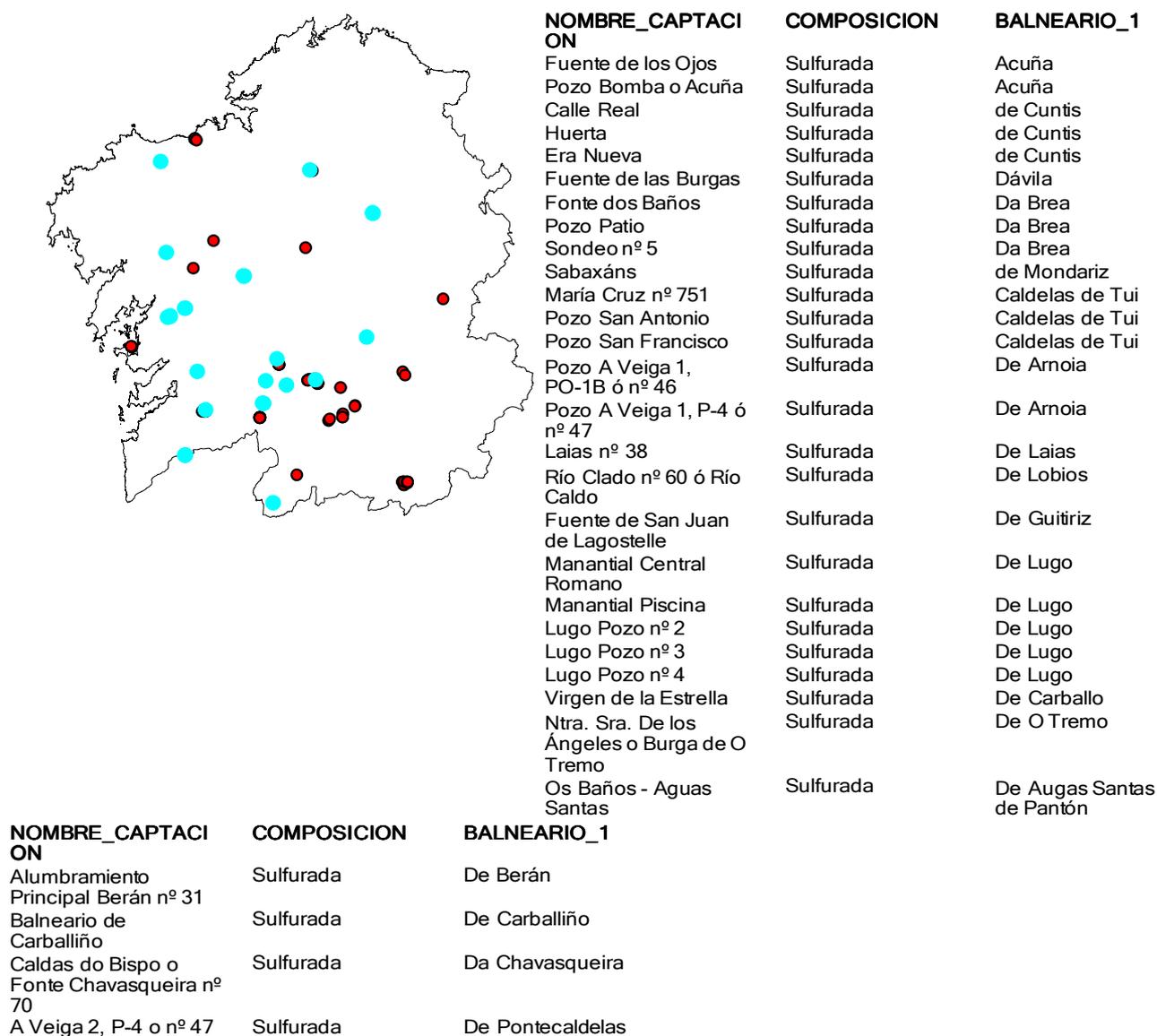


Figura 58. Situación y denominación de los alubramientos que tienen “COMPOSICIÓN” sulfurada y balnearios de Galicia al que pertenecen. Los puntos de color azul corresponden a los alubramientos que cumplen las condiciones consultadas.

Ángel Antonio Ruiz Pico
Aplicaciones GIS a la Hidrogeología: Balnearios de Galicia

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTACION	TIPO	FACIES_HIDROQUIM	PROFUNDIDAD_M	NIVEL_M	CLASIFICACION	CLASIF_TEMPERATURA	MINERALIZACION	COMPOSICION	PAT_OTORRINOL	PAT_BRONCOPAT	PAT_REUMAPAT	PAT_PSIQUIAT	PAT_DERMATOPAT	PAT_NEUROLOG	PAT_FLEBOPAT	PAT_DIGESTIV	PAT_URINAR
Balneario Acuña	Fuente de los Ojos	Fuente	Cl (F) - Na(B)			Mineromedicinal-Termal	Hipoterma	Media	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO
Balneario Acuña	Pozo Bomba o Acuña	Pozo	Cl (F) - Na(B)	5.5	0.70	Mineromedicinal-Termal	Hipertermal	Media	Sulfurada	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info
Balneario de Cunitis	Calle Real	Manantial	HCO3-CI (F,S)-Na(B)	4.0		Mineromedicinal-Termal	Hipoterma	Débil	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO
Balneario de Cunitis	Huerta	Pozo surgente	HCO3-CI (F,S)-Na(B)	27.0		Mineromedicinal-Termal	Hipertermal	Débil	Sulfurada	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info
Balneario de Cunitis	Era Nueva	Pozo	CO3 - CI (F,S)-Na(B)	25.0		Mineromedicinal-Termal	Hipertermal	Débil	Sulfurada	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info
Balneario Dávila	Fuente de las Burgas	Manantial	Cl (F) - Na(B)	2.0		Mineromedicinal-Termal	Hipoterma	Media	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO
Baños da Brea	Fonte dos Baños	Manantial	HCO3(S,F) - Na(B)	2.0		Mineromedicinal	Hipoterma	Débil	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO
Baños da Brea	Pozo Pallo	Pozo	SO4 - HCO3 - Na	28.0		Mineromedicinal	Hipoterma	Débil	Sulfurada	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info
Baños da Brea	Sondeo nº 5	Pozo surgente	HCO3(S,F) - Na(B)	60.0		Mineromedicinal-Termal	Hipoterma	Débil	Sulfurada	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info
Balneario de Mondariz	Sabaxáns	Fuente	HCO3(S) - Na	2.0		Mineromedicinal	Hipoterma	Débil	Sulfurada	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info
Balneario de Caldeas de Tui	Maria Cruz nº 751	Manantial	Cl(F,S) - Na(B)			Mineromedicinal-Termal	Hipertermal	Media	Sulfurada	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO
Balneario de Caldeas de Tui	Pozo San Antonio	Pozo surgente	Cl(F,S) - Na(B)	67.0		Mineromedicinal-Termal	Hipertermal	Media	Sulfurada	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO
Balneario de Caldeas de Tui	Pozo San Francisco	Pozo surgente	Cl(F,S) - Na(B)	108.0		Mineromedicinal-Termal	Hipertermal	Media	Sulfurada	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info
Balneario de Arnoia	Pozo A Veiga 1, PO-1B 6	Pozo	HCO3(F,S) - Na	238.0	0.48	Mineromedicinal	Hipoterma	Débil	Sulfurada	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO
Balneario de Arnoia	Pozo A Veiga 1, P-4 6 nº 47	Pozo	HCO3(F,S) - Na	250.0		Mineromedicinal	Hipoterma	Débil	Sulfurada	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info
Balneario de Lobos	Lalás nº 38	Pozo surgente	HCO3(F,S) - Na	3.6	0.81	Mineromedicinal-Termal	Hipertermal	Media	Sulfurada	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	NO	NO
Balneario de Lobos	Río Clado nº 60 0 Río Caldo	Dren	HCO3(F) - Na	18.8		Mineromedicinal-Termal	Hipertermal	Muy Débil	Sulfurada	NO	NO	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO
Balneario de Gulliriz	Fuente de San Juan de Laopostelle	Fuente	HCO3(S) - Na			Mineromedicinal	Hipoterma	Débil	Sulfurada	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO
Balneario de Lugo	Manantial Central Romano	Dren	HCO3(F,S) - Na (B)			Mineromedicinal-Termal	Hipertermal	Débil	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO

BALNEARIO	NOMBRE CAPTACION	TIPO	FACIES. HIDROQUIM	PROFUNDIDAD_M	NIVEL_M	CLASIFICACION	CLASIF. TEMPERA TURA	MINERALIZACION COMPOSICION	PAT_OTORR	PAT_BRONC	PAT_REUMAT	PAT_PSIQUI	PAT_DERMAT	PAT_NEUR	PAT_FLEBO	PAT_DIGEST	PAT_URINAR
Balneario de Lugo	Manantial Piscina	Manantial	HCO3(F.S) - Na (B)			Mineromedicinal-Termal	Hipertermal	Sulfurada	No hay info								
Balneario de Lugo	Lugo Pozo nº 2	Pozo	HCO3(F.S) - Na (B)	25.5	1.76	Mineromedicinal	Hipertermal	Sulfurada	No hay info								
Balneario de Lugo	Lugo Pozo nº 3	Pozo	HCO3(F.S) - Na (B)	19.0	0.35	Mineromedicinal	Hipertermal	Sulfurada	No hay info								
Balneario de Lugo	Lugo Pozo nº 4	Pozo	HCO3(F.S) - Na (B)	25.0	1.48	Mineromedicinal	Hipertermal	Sulfurada	No hay info								
Baños Vellos de Carballo	Virgen de la Estrella	Pozo	HCO3(F.S) - Na (B)	150.0		Mineromedicinal	Mesotermal	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO
Balneario de O Treme	Nra. Sra. De los Angeles o Burja de O Treme	Manantial	HCO3(F.S) - Na (B)	1.5		Mineromedicinal	Hipotermal	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO
Balneario de O Treme	Os Baños - Aguas Santas de Santas	Manantial	HCO3(F) - Na			Mineromedicinal	Hipotermal	Sulfurada	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Berán	Alumbramiento Principal Berán nº 31	Manantial	HCO3(F.S) - Na(B)			Mineromedicinal-Termal	Hipotermal	Sulfurada	No hay info								
Balneario de Carballedo	Balneario de Carballedo	Manantial	HCO3 - Na	2.5		Mineromedicinal	Hipotermal	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO
Balneario de Chavasqueira	Caldas do Bispo o Fonte Chavasqueira nº 70	Manantial	HCO3(F) - Na			Mineromedicinal-Termal	No hay info	Sulfurada	No hay info								
Balneario de Pontecaldes	A Veiga 2, P-4 o nº 47	Pozo surgente	HCO3(F.S) - Na			Mineromedicinal-Termal	Hipotermal	Sulfurada	No hay info								

Tabla 14. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen una composición química sulfurada. Se muestra también la siguiente información adicional: 1) balneario al que pertenece, 2) tipo de alumbramiento, 3) facies hidroquímica, 4) profundidad del alumbramiento, 5) nivel del agua, 6) clasificación, 7) clasificación según la temperatura (°C), 8) mineralización, 9) uso terapéutico contra patología otorrino, 10) uso terapéutico contra patología bronquial, 11) uso terapéutico contra patología reumática, 12) uso terapéutico contra patología psiquiátrica, 13) uso terapéutico contra patología dermatológica, 14) uso terapéutico contra patología neurológica, 15) uso terapéutico contra patología flebología, 16) uso terapéutico contra patología digestivo – metabólico y 17) uso terapéutico contra patología urinario.

	Activación de los procesos óxido-reductores metabólicos	Efectos antitóxicos, antialérgicos y mejora del tropismo	Acción reguladora de las segregaciones respiratorias	Efectos inmunológicos en la piel
PAT_OTORRINO				
PAT_BRONQUIAL				
PAT_REUMA				
PAT_PSIQUIATRIA				
PAT_DERMATOL				SI
PAT_NEUROLOGICA				
PAT_FLEBOLOXIA				
PAT_DIGESTIVO_METABOLICO	SI			
PAT_URINARIO				

Tabla 15. Relación entre los usos terapéuticos reconocidos por los balnearios de Galicia y las acciones médicas de las aguas mineralmedicinales sobre la salud para una composición sulfurada de las aguas. En azul se indica la relación entre los usos reconocidos y las acciones médicas.

En la Figura 59 se muestran los alumbramientos de Galicia que tienen aguas con composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo **otorrino**.

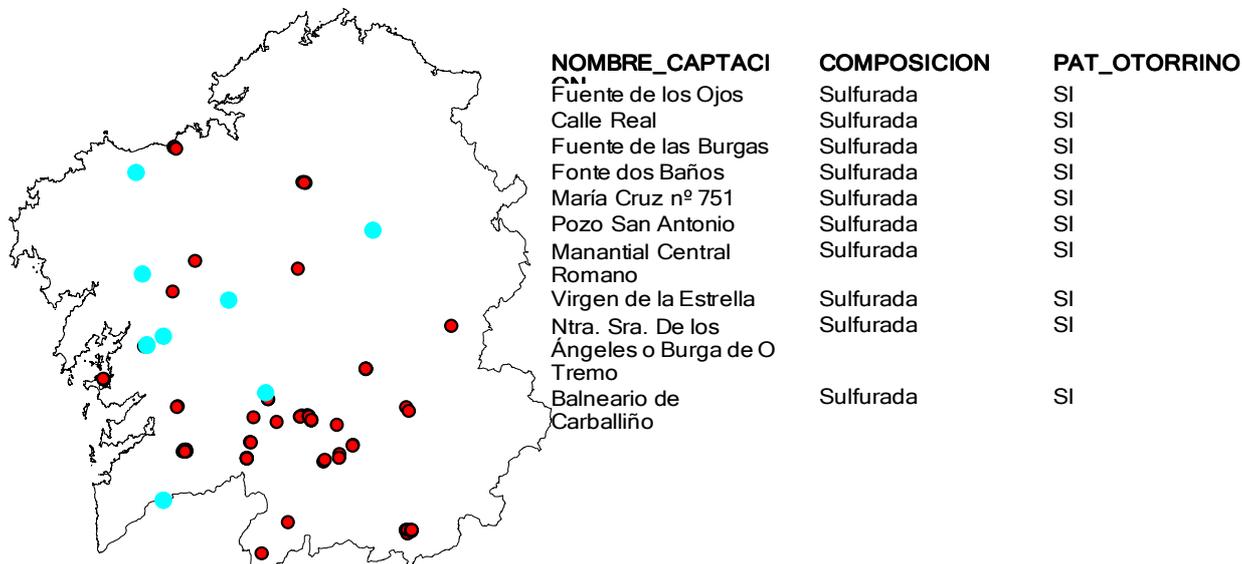


Figura 59. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo otorrino.

En la Tabla 17 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo otorrino así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que tan sólo 10 alumbramientos (33.3 %) con composición sulfurada tienen indicaciones para tratamientos del tipo otorrino.

Sin embargo, de los 128 alumbramientos que constituyen los balnearios de Galicia hay 12 alumbramientos (9.38%) que tienen indicaciones para tratamientos del tipo otorrino (ver Tabla 16). Los 2 alumbramientos adicionales para tratamiento de esta patología son Fuente Caliente nº 64 (Baños de Molgas) y Troncoso (Balneario de Mondariz). El primer alumbramiento tiene composición bicarbonatado sódico carbogaseosa mientras que el segundo alumbramiento no se dispone de información sobre su composición si bien se conocen los iones predominantes (bicarbonato y sodio).

Se observa que aquellos alumbramientos que son indicados para tratamientos de la patología otorrino también son indicados para los tratamientos de las dolencias bronquial y reumática. Sin embargo, hay más alumbramientos que siendo indicadas para tratamientos de las dolencias bronquial y reumática no lo son para el tratamiento del uso terapéutico otorrino (ver Tablas 20 y 23).

Tabla 16. Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_OTORRINO" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.

OBJECTID	PAT_OTORRINO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	NO	11	8.59
2	No hay info	105	82.03
3	SI	12	9.38

En la Tabla 18 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y no son indicadas para tratamientos de tipo otorrino así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 5 alumbramientos (16.6 %) con composición sulfurada no tienen indicaciones para tratamientos del tipo otorrino. Además, de los 128 alumbramientos se observa que hay 11 alumbramientos (8.59%) que no tienen indicaciones para tratamientos del tipo otorrino (ver Tabla 16). Por otra parte, hay 15 alumbramientos (50.0%) que tienen composición sulfurada y no se dispone de información sobre los efectos terapéuticos para tratamientos de tipo otorrino.

Se observa que aquellos alumbramientos de composición sulfurada que no son indicados para tratamientos de la patología otorrino sí lo son para los tratamientos de las dolencias bronquial y reumática (ver Tabla 18).

BALNEARIO	NOMBRE_C APTACION	COMPOSICION	PAT_OTOR RINO	PAT_BRON QUIAL	PAT_REUM A	PAT_PSIQUI ATRIA	PAT_DERM ATOL	PAT_NEUR OLOGICA	PAT_FLEBO LOXIA	PAT_DIGES TIVO_META BOLICO	PAT_URINA RIO
Balneario de Acuña	Fuente de los Ojos	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Cuntis	Calle Real	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO
Balneario de Dávila	Fuente de las Burgas	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Baños da Brea	Fonte dos Baños	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO
Balneario de Caldelas de Tui	María Cruz nº 751	Sulfurada	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Caldelas de Tui	Pozo San Antonio	Sulfurada	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Lugo	Manantial Central Romano	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Baños Vellos de Carballo	Virgen de la Estrella	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO
Balneario de O Tremo	Ntra. Sra. De los Angeles o Burga de O Tremo	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO
Balneario de Carballiño	Balneario de Carballiño	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO

Tabla 17. Alumbraamientos que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo otorrino así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de la Comunidad Autónoma de Galicia.

BALNEARIO	NOMBRE_C APTACION	COMPOSICI ON	PAT_OTOR RINO	PAT_BRON QUIAL	PAT_REUM A	PAT_PSIQUI ATRIA	PAT_DERM ATOL	PAT_NEUR OLOGICA	PAT_FLEBO LOXIA	PAT_DIGES TIVO_META BOLICO	PAT_URINA RIO
Balneario de Arnoia	Pozo A Veiga 1, PO-1B ó nº 46	Sulfurada	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
Balneario de Lajas	Lajas nº 38	Sulfurada	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO
Balneario de Lobos	Río Clado nº 60 ó Río Caldo	Sulfurada	NO	NO	SI	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Balneario de Guitiriz	Fuente de San Juan de Lagostelle	Sulfurada	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
Balneario de Augas Santas de Pantón	Os Baños - Augas Santas	Sulfurada	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO

Tabla 18. Alumbramientos que tienen composición sulfurada y no son indicadas para tratamientos de tipo otorrino así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de la Comunidad Autónoma de Galicia.

En la Figura 60 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo **bronquial**.

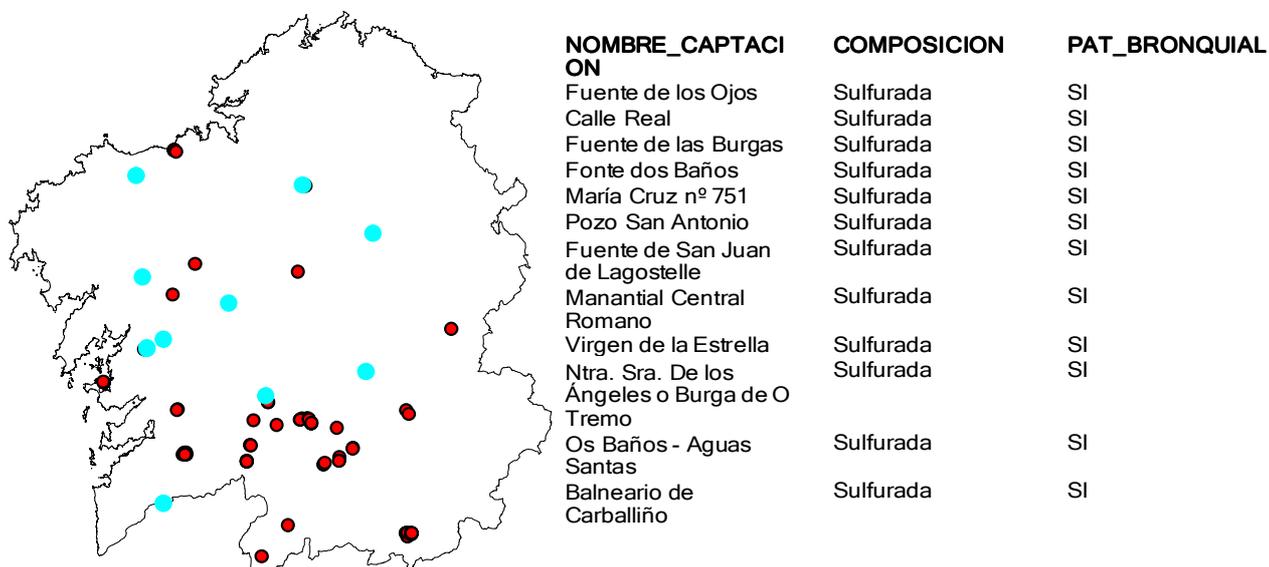


Figura 60. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo bronquial.

En la Tabla 20 se muestran los alumbramientos que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo bronquial así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Hay 12 alumbramientos (40.0 %) con composición sulfurada que tienen indicaciones para tratamientos del tipo bronquial.

Sin embargo, de los 128 alumbramientos hay 18 alumbramientos (14.06%) que tienen indicaciones para tratamientos del tipo bronquial (ver Tabla 19). Los 6 alumbramientos adicionales para tratamiento de esta patología son: 1) la Fábrica o Pozo nº 1 perteneciente al balneario de A Toxa y composición clorurada sódica, 2) Troncoso perteneciente al balneario de Mondariz y no se dispone de información sobre su composición si bien se conocen los iones predominantes (bicarbonato y sodio), 3) Fuente Caliente nº 64 perteneciente a los Baños de Molgas y composición bicarbonatado sódico carbogaseosa, 4) Nai de Deus perteneciente al balneario del Río Tambre y no se dispone de información sobre su composición si bien se conocen los iones predominantes (bicarbonato y sodio), 5) Agua Caliente perteneciente al balneario de Arteixo y composición clorurado sódica y 6) Fuente de Prado nº 5 perteneciente al balneario Caldas de Partovía y no se dispone de información sobre su composición si bien se conocen los iones predominantes (bicarbonato y sodio).

Aquellos alumbramientos que son indicados para tratamientos de la patología bronquial también son indicados para los tratamientos de las dolencias otorrino y

reumática. Sin embargo, hay más alumbramientos que siendo indicados para tratamientos de la dolencia reumática no lo son para el tratamiento del uso terapéutico bronquial (ver Tabla 23).

Tabla 19. Tabla resumen de la información contenida en el campo “PAT_BRONQUIAL” de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.

OBJECTID *	PAT_BRONQUIAL	FRECUECIA	PORCENTAJE
1	NO	5	3.91
2	No hay info	105	82.03
3	SI	18	14.06

En la Tabla 21 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y no son indicadas para tratamientos de tipo bronquial así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Hay 3 alumbramientos (10.0 %) con composición sulfurada que no tienen indicaciones para tratamientos del tipo bronquial. Sin embargo, de los 128 alumbramientos hay 5 alumbramientos (3.91%) que no tienen indicaciones para tratamientos del tipo bronquial (ver Tabla 19). Por otra parte, hay 15 alumbramientos (50.0%) que tienen composición sulfurada y no se dispone de información sobre los efectos terapéuticos para tratamientos de tipo bronquial.

Los alumbramientos de composición sulfurada que no son indicados para tratamientos de la patología bronquial sí lo son para los tratamientos de la dolencia reumática (ver Tabla 21).

BALNEARIO	NOMBRE_C APTACION	COMPOSICI ON	PAT_OTOR RINO	PAT_BRON QUIAL	PAT_REUM A	PAT_PSQUI ATRIA	PAT_DERM ATOL	PAT_NEUR OLOGICA	PAT_FLEBO LOXIA	PAT_DIGES TIVO_META BOLICO	PAT_URINA RIO
Balneario Acuña	Fuente de los Ojos	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Cuntis	Calle Real	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO
Balneario Dávila	Fuente de las Burgas	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Baños da Brea	Fonte dos Baños	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO
Balneario de Caldelas de Tui	María Cruz nº 751	Sulfurada	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Caldelas de Tui	Pozo San Antonio	Sulfurada	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Guitiriz	Fuente de San Juan de Lagostelle	Sulfurada	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
Balneario de Lugo	Manantial Central Romano	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Baños Vellos de Carballo	Virgen de la Estrella	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO
Balneario de O Tremo	Ntra. Sra. De los Angeles o Burga de O Tremo	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO
Balneario de Augas Santas de Pantón	Os Baños - Augas Santas	Sulfurada	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Carballiño	Balneario de Carballiño	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO

Tabla 20. Alumbramientos que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo bronquial así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

BALNEARIO	NOMBRE_C APTACION	COMPOSICI ON	PAT_OTOR RINO	PAT_BRON QUIAL	PAT_REUM A	PAT_PSIQUI ATRIA	PAT_DERM ATOL	PAT_NEUR OLOGICA	PAT_FLEBO LOXIA	PAT_DIGES TIVO_META BOLICO	PAT_URINA RIO
Balneario de Arnoia	Pozo A Veiga 1, PO-1B ó nº 46	Sulfurada	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
Balneario de Laias	Laias nº 38	Sulfurada	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO
Balneario de Lobios	Río Clado nº 60 ó Río Caldo	Sulfurada	NO	NO	SI	SI	NO	SI	NO	SI	NO

Tabla 21. Alumbramientos que tienen composición sulfurada y no son indicadas para tratamientos de tipo bronquial así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

En la Figura 61 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo reumático.

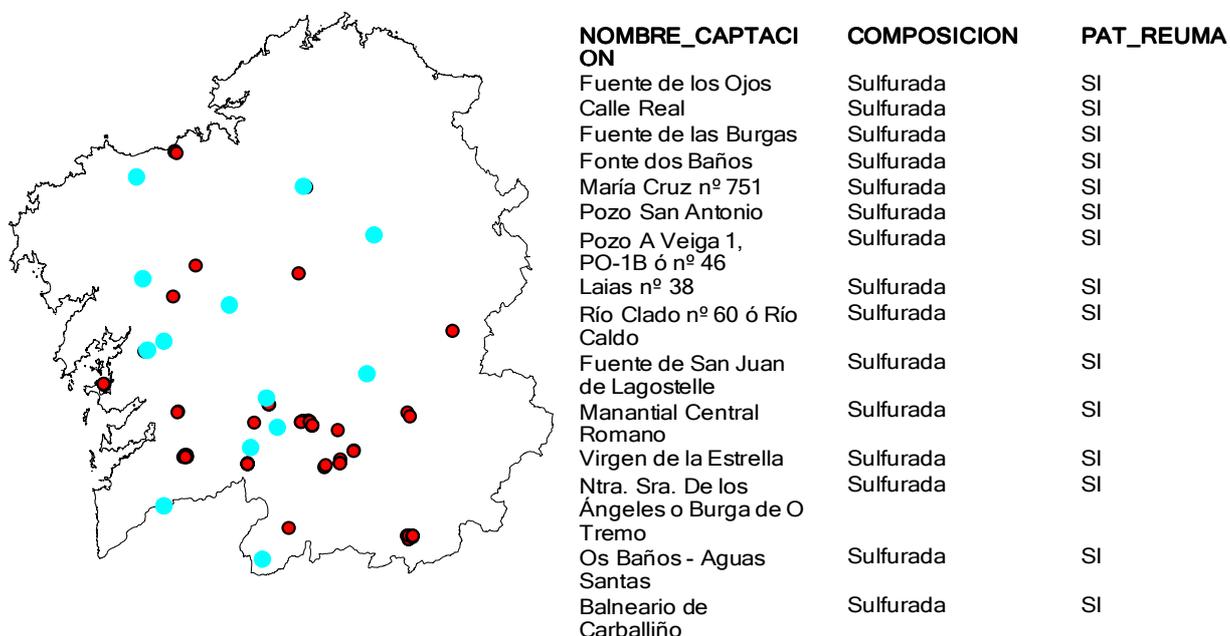


Figura 61. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo reumático.

En la Tabla 23 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo reumático así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Hay 15 alumbramientos (50.0 %) con composición sulfurada que tienen indicaciones para tratamientos del tipo reumático.

Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 21 alumbramientos (16.41%) que tienen indicaciones para tratamientos del tipo reumático (ver Tabla 22). Los 6 alumbramientos adicionales para tratamiento de esta patología son los mismos que los alumbramientos que son indicados para el tratamiento de la patología bronquial.

Los alumbramientos que son indicados para tratamientos de la patología reumática también son indicados para los tratamientos de las dolencias otorrino y bronquial.

Tabla 22. Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_REUMA" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.

OBJECTID *	PAT_REUMA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	NO	2	1.56
2	No hay info	105	82.03
▶ 3	SI	21	16.41

No hay alumbramientos de los balnearios de Galicia que teniendo composición sulfurada no sean indicadas para tratamientos de tipo reumático. Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 2 alumbramientos (1.56%) que no tienen indicaciones para tratamientos del tipo bronquial (ver Tabla 22). Por otra parte, hay 15 alumbramientos (50.0%) que tienen composición sulfurada y no se dispone de información sobre los efectos terapéuticos para tratamientos de tipo bronquial.

BALNEARIO	NOMBRE_C APTACION	COMPOSICION	PAT_OTOR RINO	PAT_BRON QUIAL	PAT_REUM A	PAT_PSIQUI ATRIA	PAT_DERM ATOL	PAT_NEUR OLOGICA	PAT_FLEBO LOXIA	PAT_DIGES TIVO_META BOLICO	PAT_URINA RIO
Balneario Acuña	Fuente de los Olos	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Curnis	Calle Real	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario Dávila	Fuente de las Burgas	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Baños da Brega	Fonte dos Baños	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO
Balneario de Cadelas de Tui	María Cruz nº 751	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Cadelas de Tui	Pozo San Antonio	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Arnoia	Pozo A Veiga 1, PO-1B ó nº 46	Sulfurada	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
Balneario de Laias	Laias nº 38	Sulfurada	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO
Balneario de Lobios	Río Clado nº 6 ó Rto Caldo	Sulfurada	NO	NO	SI	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Balneario de Guitiriz	Fuente de San Juan de Lagoelle	Sulfurada	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
Balneario de Lugo	Manantial Central Romario	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Baños Vellos de Carballo	Virgen de la Estrella	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO
Balneario de Os Baños - Aguas Santas de Pantón	Ntra. Sra. De los Angeles o Burga de O Tremo	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO
Balneario de Os Baños - Aguas Santas de Pantón	Os Baños - Aguas Santas	Sulfurada	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Carballiño	Balneario de Carballiño	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO

Tabla 23. Alumbraamientos que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo reumático así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

En la Figura 62 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y son indicados para tratamientos de tipo **psiquiátrico**.

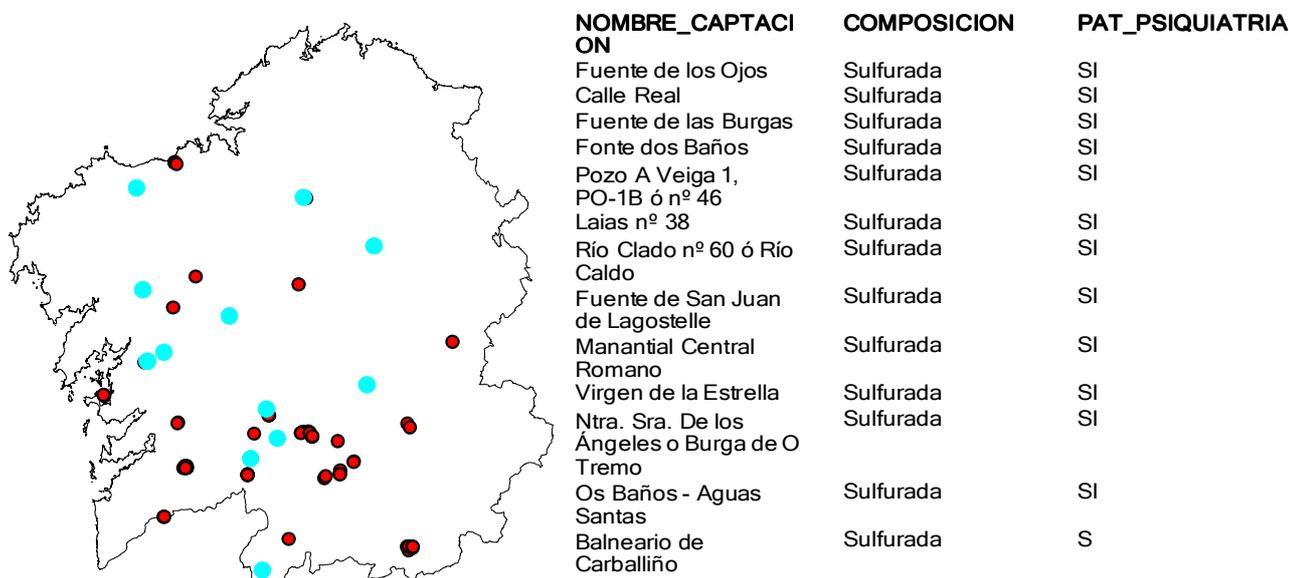


Figura 62. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y son indicados para tratamientos de tipo psiquiátrico.

En la Tabla 25 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y son indicados para tratamientos de tipo psiquiátrico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Hay 13 alumbramientos (43.33 %) con composición sulfurada que tienen indicaciones para tratamientos del tipo psiquiátrico.

Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 17 alumbramientos (13.28%) que tienen indicaciones para tratamientos del tipo psiquiátrico (ver Tabla 24). Los 4 alumbramientos adicionales para tratamiento de esta patología son: 1) la Fábrica o Pozo nº 1 perteneciente al balneario de A Toxa y composición clorurada sódica, 2) Troncoso perteneciente al balneario de Mondariz y no se dispone de información sobre su composición si bien se conocen los iones predominantes (bicarbonato y sodio), 3) Fuente Caliente nº 64 perteneciente a los Baños de Molgas y composición bicarbonatado sódico carbogaseosa, 4) Agua Caliente perteneciente al balneario de Arteixo y composición clorurado sódica.

Los alumbramientos que son indicados para tratamientos de la patología psiquiátrica también son indicados para los tratamientos de la dolencia reumática. Sin embargo, hay más alumbramientos que siendo indicados para tratamientos de la dolencia reumática no lo son para el tratamiento del uso terapéutico psiquiátrico (ver Tablas 25 y 26).

Tabla 24. Tabla resumen de la información contenida en el campo “PAT_PSIQUIATRIA” de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.

OBJECTID ^	PAT_PSIQUIATRIA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	NO	6	4.69
2	No hay info	105	82.03
3	SI	17	13.28

En la Tabla 26 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y no son indicados para tratamientos de tipo psiquiátrico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 2 alumbramientos (6.66 %) con composición sulfurada no tienen indicaciones para tratamientos del tipo psiquiátrico. Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 6 alumbramientos (4.69%) que no tienen indicaciones para tratamientos del tipo psiquiátrico (ver Tabla 24). Por otra parte, hay 15 alumbramientos (50.0%) que tienen composición sulfurada y no se dispone de información sobre los efectos terapéuticos para tratamientos de tipo psiquiátrico.

Se observa que aquellos alumbramientos de composición sulfurada que no son indicados para tratamientos de la patología psiquiátrica sí lo son para los tratamientos de la dolencia reumática (ver Tabla 26).

BALNEARIO	NOMBRE_C APTACION	COMPOSICI ON	PAT_OTOR RINO	PAT_BRON QUIAL	PAT_REUM A	PAT_PSIQUI ATRIA	PAT_DERM ATOL	PAT_NEUR OLOGICA	PAT_FLEBO LOXIA	PAT_DIGES TIVO_META BOLICO	PAT_URINA RIO
Balneario Acuña	Fuente de los Ojos	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Cuntis	Calle Real	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario Dávila	Fuente de las Burgas	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Baños da Brea	Fonte dos Baños	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO
Balneario de Arnoia	Pozo A Veiga 1, PO-1B ó nº 46	Sulfurada	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
Balneario de Laias	Laias nº 38	Sulfurada	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
Balneario de Lobios	Río Clado nº 60 ó Río Caldo	Sulfurada	NO	NO	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO
Balneario de Guitriz	Fuente de San Juan de Lagostelle	Sulfurada	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
Balneario de Lugo	Manantial Central Romano	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Baños Vello de Carballo	Virgen de la Estrella	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO
Balneario de O Tremo	Ntra. Sra. De los Ángeles o Burga de O Tremo	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO
Balneario de Aguas Santas de Pantón	Os Baños - Aguas Santas	Sulfurada	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Carballiño	Balneario de Carballiño	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO

Tabla 25. Alumbraamientos que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo psiquiátrico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

BALNEARIO	NOMBRE_C APTACION	COMPOSICI ON	PAT_OTOR RINO	PAT_BRON QUIAL	PAT_REUM A	PAT_PSIQUI ATRIA	PAT_DERM ATOL	PAT_NEUR OLOGICA	PAT_FLEBO LOXIA	PAT_DIGES TIVO_META BOLICO	PAT_URINA RIO
Balneario de Caldelas de Tui	María Cruz nº 751	Sulfurada	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Caldelas de Tui	Pozo San Antonio	Sulfurada	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO

Tabla 26. Alumbramientos que tienen composición sulfurada y no son indicadas para tratamientos de tipo psiquiátrico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

En la Figura 63 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y son indicados para tratamientos de tipo dermatológico.

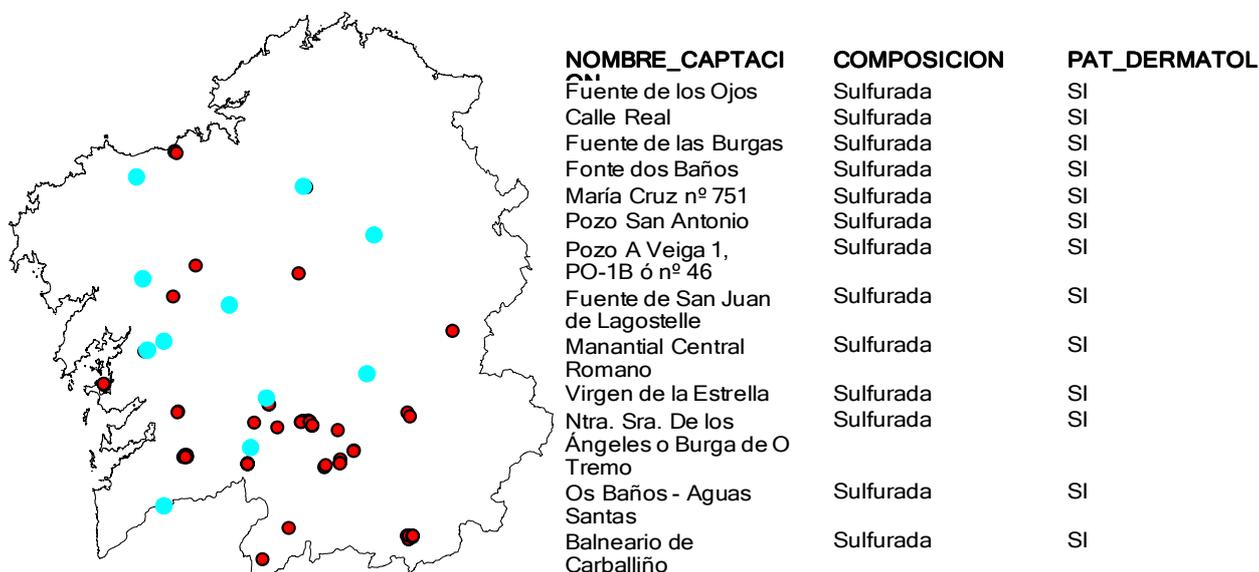


Figura 63. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y son indicados para tratamientos de tipo dermatológico.

En la Tabla 28 se muestran los alumbramientos que tienen composición sulfurada y son indicados para tratamientos de tipo dermatológico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 13 alumbramientos (43.33 %) con composición sulfurada tienen indicaciones para tratamientos del tipo dermatológico.

Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 18 alumbramientos (14.06%) que tienen indicaciones para tratamientos del tipo dermatológico (ver Tabla 27). Los 5 alumbramientos adicionales para tratamiento de esta patología son: 1) la Fábrica o Pozo nº 1 perteneciente al balneario de A Toxa y composición clorurada sódica, 2) Troncoso perteneciente al balneario de Mondariz y no se dispone de información sobre su composición si bien se conocen los iones predominantes (bicarbonato y sodio), 3) Fuente Caliente nº 64 perteneciente a los Baños de Molgas y composición bicarbonatado sódico carbogaseosa, 4) Agua Caliente perteneciente al balneario de Arteixo y composición clorurado sódica y 5) Fuente del Prado nº 5 perteneciente al balneario Caldas de Partovía y no se dispone de información sobre su composición si bien se conocen los iones predominantes (bicarbonato y sodio).

Los alumbramientos que son indicados para tratamientos de la patología dermatológica también son indicados para los tratamientos de la dolencia

reumática. Sin embargo, hay más alumbramientos que siendo indicados para tratamientos de la dolencia reumática y psiquiátrica no lo son para el tratamiento del uso terapéutico dermatológica (ver Tablas 28 y 29).

Tabla 27. Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_DERMATOL" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.

	OBJECTID *	PAT_DERMATOL	FRECUENCIA	PORCENTAJE
	1	NO	5	3.91
	2	No hay info	105	82.03
▶	3	SI	18	14.06

En la Tabla 29 se muestran los alumbramientos de la Comunidad Autónoma de Galicia que tienen composición sulfurada y no son indicadas para tratamientos de tipo dermatológico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 2 alumbramientos (6.66 %) con composición sulfurada no tienen indicaciones para tratamientos del tipo dermatológico. Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 5 alumbramientos (3.91%) que no tienen indicaciones para tratamientos del tipo dermatológico (ver Tabla 27). Por otra parte, hay 15 alumbramientos (50.0%) que tienen composición sulfurada y no se dispone de información sobre los efectos terapéuticos para tratamientos de tipo dermatológico.

Se observa que aquellos alumbramientos de composición sulfurada que no son indicados para tratamientos de la patología dermatológico sí lo son para los tratamientos de la dolencia reumática y psiquiátrica (ver Tabla 29).

BALNEARIO	NOMBRE_C APTACION	COMPOSICI ON	PAT_OTOR RINO	PAT_BRON QUIAL	PAT_REUM A	PAT_PSIQUI ATRIA	PAT_DERM ATOL	PAT_NEUR OLOGICA	PAT_FLEBO LOXIA	PAT_DIGES TIVO META BOLICO	PAT_URINA RIO
Balneario Acuña	Fuente de los Opos	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Curtis	Calle Real	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario Dávila	Fuente de las Burgas	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Baños da Brea	Fonte dos Baños	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO
Balneario de Caldelas de Tui	María Cruz nº 751	Sulfurada	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Caldelas de Tui	Pozo San Antonio	Sulfurada	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Arnoia	Pozo A Veiga 1, PO-1B ó nº 46	Sulfurada	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
Balneario de Guitriz	Fuente de San Juan de Lagostelle	Sulfurada	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
Balneario de Lugo	Mamantal Central Romano	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Baños Vellos de Carballo	Virgen de la Estrella	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO
Balneario de O Tremo	Ntra. Sra. De los Angeles o Burga de O Tremo	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO
Balneario de Augas Santas de Pantón	Os Baños - Augas Santas	Sulfurada	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Carballiño	Balneario de Carballiño	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO

Tabla 28. Alumbraamientos que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo dermatológico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

BALNEARIO	NOMBRE_C APTACION	COMPOSICI ON	PAT_OTOR RINO	PAT_BRON QUIAL	PAT_REUM A	PAT_PSIQUI ATRIA	PAT_DERM ATOL	PAT_NEUR OLOGICA	PAT_FLEBO LOXIA	PAT_DIGES TIVO_META BOLICO	PAT_URINA RIO
Balneario de Lajas	Lajas nº 38	Sulfurada	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO
Balneario de Lobios	Río Clado nº 60 ó Río Caldó	Sulfurada	NO	NO	SI	SI	NO	SI	NO	SI	NO

Tabla 29. Alumbramientos que tienen composición sulfurada y no son indicadas para tratamientos de tipo dermatológico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

En la Figura 64 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo **neurológico**.

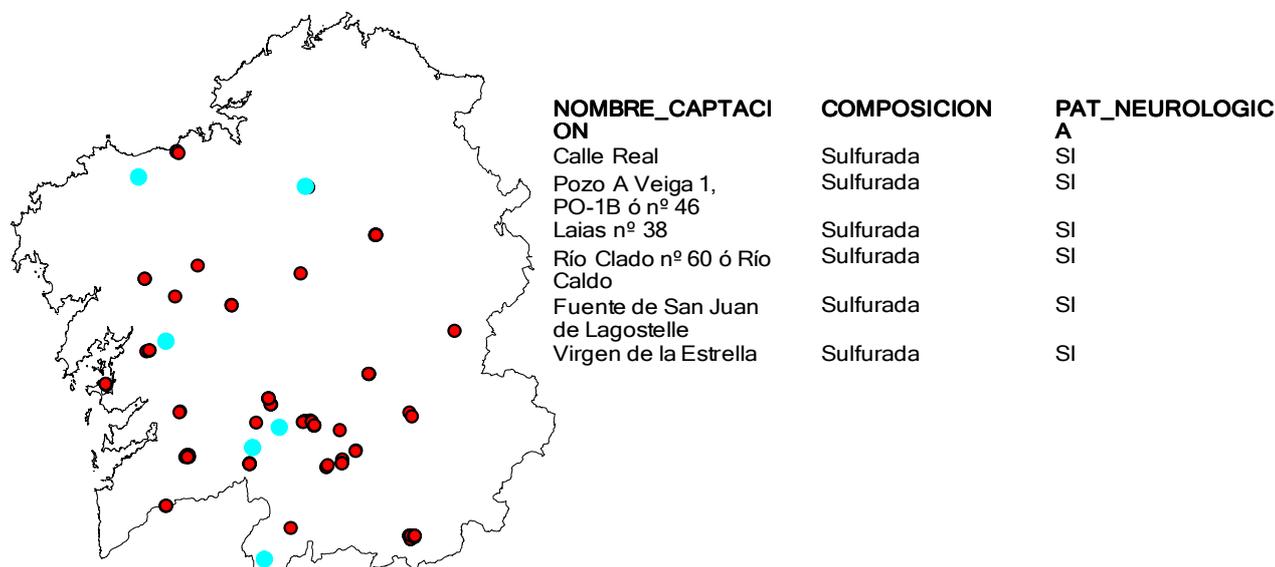


Figura 64. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo neurológico.

En la Tabla 31 se muestran los alumbramientos de Galicia que tienen composición sulfurada y son indicados para tratamientos de tipo neurológico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 6 alumbramientos (20 %) con composición sulfurada tienen indicaciones para tratamientos del tipo neurológico.

Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 10 alumbramientos (7.81%) que tienen indicaciones para tratamientos del tipo neurológico (ver Tabla 30). Los 4 alumbramientos adicionales para tratamiento de esta patología son: 1) la Fábrica o Pozo nº 1 perteneciente al balneario de A Toxa y composición clorurada sódica, 2) Troncoso perteneciente al balneario de Mondariz y no se dispone de información sobre su composición si bien se conocen los iones predominantes (bicarbonato y sodio), 3) Agua Caliente perteneciente al balneario de Arteixo y composición clorurado sódica y 4) Fuente del Prado nº 5 perteneciente al balneario Caldas de Partovía y no se dispone de información sobre su composición si bien se conocen los iones predominantes (bicarbonato y sodio).

Se observa que aquellos alumbramientos que son indicados para tratamientos de la patología neurológica también son indicados para los tratamientos de la dolencia reumática y psiquiátrica. Sin embargo, hay más alumbramientos que

siendo indicados para tratamientos de la dolencia reumática y psiquiátrica no lo son para el tratamiento del uso terapéutico dermatológica (ver Tablas 31 y 32).

Tabla 30. Tabla resumen de la información contenida en el campo “PAT_NEUROLOGICA” de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.

OBJECTID ^	PAT_NEUROLOGICA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	NO	13	10.16
2	No hay info	105	82.03
3	SI	10	7.81

En la Tabla 32 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y no son indicadas para tratamientos de tipo neurológico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Hay 9 alumbramientos (30.00 %) con composición sulfurada que no tienen indicaciones para tratamientos del tipo neurológico. Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 13 alumbramientos (10.16%) que no tienen indicaciones para tratamientos del tipo neurológico (ver Tabla 30). Por otra parte, hay 15 alumbramientos (50.0%) que tienen composición sulfurada y no se dispone de información sobre los efectos terapéuticos para tratamientos de tipo neurológico.

Se observa que aquellos alumbramientos de composición sulfurada que no son indicados para tratamientos de la patología neurológica sí lo son para los tratamientos de la dolencia reumática y psiquiátrica (ver Tabla 32).

BALNEARIO	NOMBRE_C APTACION	COMPOSICI ON	PAT_OTOR RINO	PAT_BRON QUIAL	PAT_REUM A	PAT_PSIQUI ATRIA	PAT_DERM ATOL	PAT_NEUR OLOGICA	PAT_FLEBO LOXIA	PAT_DIGES TIVO_META BOLICO	PAT_URINA RIO
Balneario de Cuntis	Calle Real	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO
Balneario de Arnoia	Pozo A Veiga 1, PO-1B ó nº 46	Sulfurada	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
Balneario de Laias	Laias nº 38	Sulfurada	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO
Balneario de Lobios	Río Ciado nº 60 ó Río Caldo	Sulfurada	NO	NO	SI	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Balneario de Guitiriz	Fuente de San Juan de Lagostelle	Sulfurada	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
Baños Vellos de Carballo	Virgen de la Estrella	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO

Tabla 31. Alumbramientos que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo neurológico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

BALNEARIO	NOMBRE_C APTACION	COMPOSICI ON	PAT_OTOR RINO	PAT_BRON QUIAL	PAT_REUM A	PAT_PSIQUI ATRIA	PAT_DERM ATOL	PAT_NEUR OLOGICA	PAT_FLEBO LOXIA	PAT_DIGES TIVO_META BOLICO	PAT_URINA RIO
Balneario de Acuña	Fuente de los Ojos	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Dávila	Fuente de las Burgas	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Baños de Brea	Fonte dos Baños	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO
Balneario de Caldelas de Tui	María Cruz nº 751	Sulfurada	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Caldelas de Tui	Pozo San Antonio	Sulfurada	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Lugo	Manantial Central Romano	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de O Tremo	Ntra. Sra. De los Angeles o Burga de O Tremo	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO
Balneario de Augas Santas de Pantón	Os Baños - Augas Santas	Sulfurada	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Carballiño	Balneario de Carballiño	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO

Tabla 32. Alumbraamientos que tienen composición sulfurada y no son indicadas para tratamientos de tipo neurológico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

En la Figura 65 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo **flebología (venas)**.

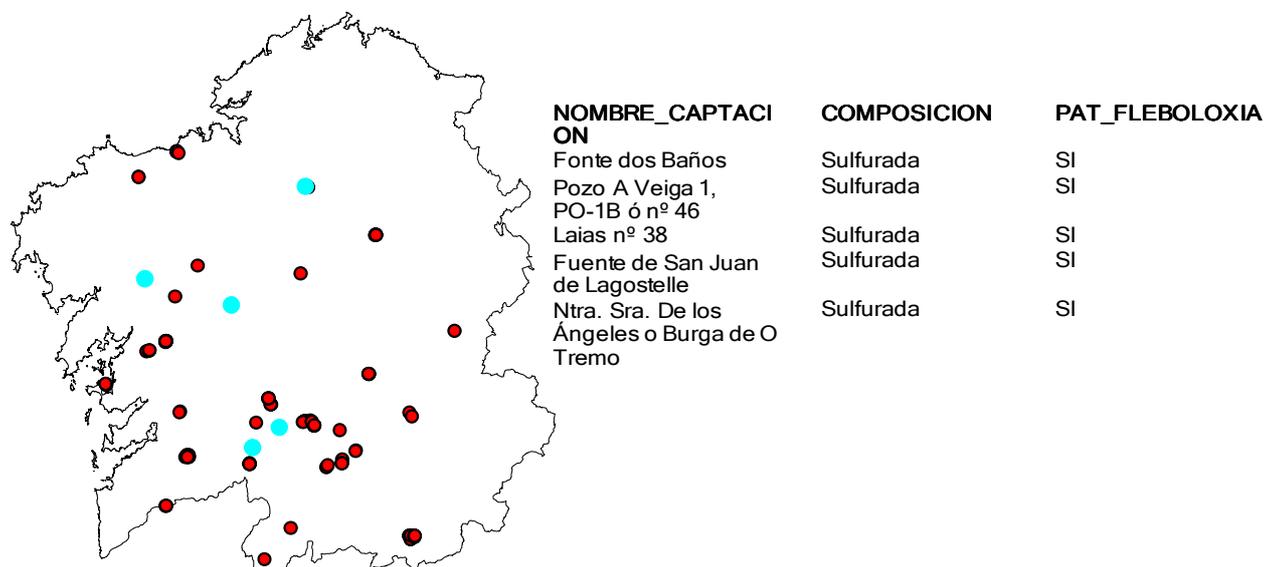


Figura 65. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo venas.

En la Tabla 34 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo venas así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 5 alumbramientos (16.66 %) con composición sulfurada tienen indicaciones para tratamientos del tipo venas.

Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 9 alumbramientos (7.03%) que tienen indicaciones para tratamientos del tipo venas (ver Tabla 33). Los 4 alumbramientos adicionales para tratamiento de esta patología son: 1) la Fábrica o Pozo nº 1 perteneciente al balneario de A Toxa y composición clorurada sódica, 2) Troncoso perteneciente al balneario de Mondariz y no se dispone de información sobre su composición si bien se conocen los iones predominantes (bicarbonato y sodio), 3) Fuente Caliente nº 64 perteneciente a los Baños de Molgas y composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y 4) Fuente del Prado nº 5 perteneciente al balneario Caldas de Partovía y no se dispone de información sobre su composición si bien se conocen los iones predominantes (bicarbonato y sodio).

Los alumbramientos que son indicados para tratamientos de la patología venas también son indicados para los tratamientos de las dolencias reumática y psiquiátrica. Sin embargo, hay más alumbramientos que siendo indicados para

tratamientos de las dolencias reumática y psiquiátrica no lo son para el tratamiento del uso terapéutico venas (ver Tablas 34 y 35).

Tabla 33. Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_FLEBOLOXIA" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.

OBJECTID *	PAT_FLEBOLOXIA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	NO	14	10.94
2	No hay info	105	82.03
3	SI	9	7.03

En la Tabla 35 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y no son indicadas para tratamientos de tipo venas así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 10 alumbramientos (33.33 %) con composición sulfurada no tienen indicaciones para tratamientos del tipo venas. Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 14 alumbramientos (10.94%) que no tienen indicaciones para tratamientos del tipo venas (ver Tabla 33). Por otra parte, hay 16 alumbramientos (53.33%) que tienen composición sulfurada y no se dispone de información sobre los efectos terapéuticos para tratamientos de tipo venas.

Se observa que aquellos alumbramientos de composición sulfurada que no son indicados para tratamientos de la patología venas sí lo son para los tratamientos de las dolencias reumática y psiquiátrica (ver Tabla 35).

BALNEARIO	NOMBRE_C APTACION	COMPOSICI ON	PAT_OTOR RINO	PAT_BRON QUIAL	PAT_REUM A	PAT_PSIQUI ATRIA	PAT_DERM ATOL	PAT_NEUR OLOGICA	PAT_FLEBO LOXIA	PAT_DIGES TIVO_META BOLICO	PAT_URINA RIO
Baños da Brea	Fonte dos Baños	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO
Balneario de Arnoia	Pozo A Veiga 1, PO-1B ó nº 46	Sulfurada	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
Balneario de Laias	Laias nº 38	Sulfurada	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO
Balneario de Guitiriz	Fuente de San Juan de Lagostelle	Sulfurada	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
Balneario de O Tremo	Ntra. Stra. De los Ángeles o Burga de O Tremo	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO

Tabla 34. Alumbramientos que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo venas así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

BALNEARIO	NOMBRE_C APTACION	COMPOSICI ON	PAT_OTOR RINO	PAT_BRON QUIAL	PAT_REUM A	PAT_PSIQUI ATRIA	PAT_DERM ATOL	PAT_NEUR OLOGICA	PAT_FLEBO LOXIA	PAT_DIGES TIVO_META BOLICO	PAT_URINA RIO
Balneario Acuña	Fuente de los Ojos	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Cuntis	Calle Real	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO
Balneario Dávila	Fuente de las Burgas	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Caldelas de Tui	María Cruz nº 751	Sulfurada	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Caldelas de Tui	Pozo San Antonio	Sulfurada	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Lobos	Río Clado nº 60 ó Río Caldo	Sulfurada	NO	NO	SI	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Balneario de Lugo	Manantial Central Romano	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Baños Vellos de Carballo	Virgen de la Estrella	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO
Balneario de Augas Santas de Pantón	Os Baños - Augas Santas	Sulfurada	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Carballiño	Balneario de Carballiño	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO

Tabla 35. Alumbramientos que tienen composición sulfurada y no son indicadas para tratamientos de tipo venas así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

En la Figura 66 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo **digestivo - metabólico**.

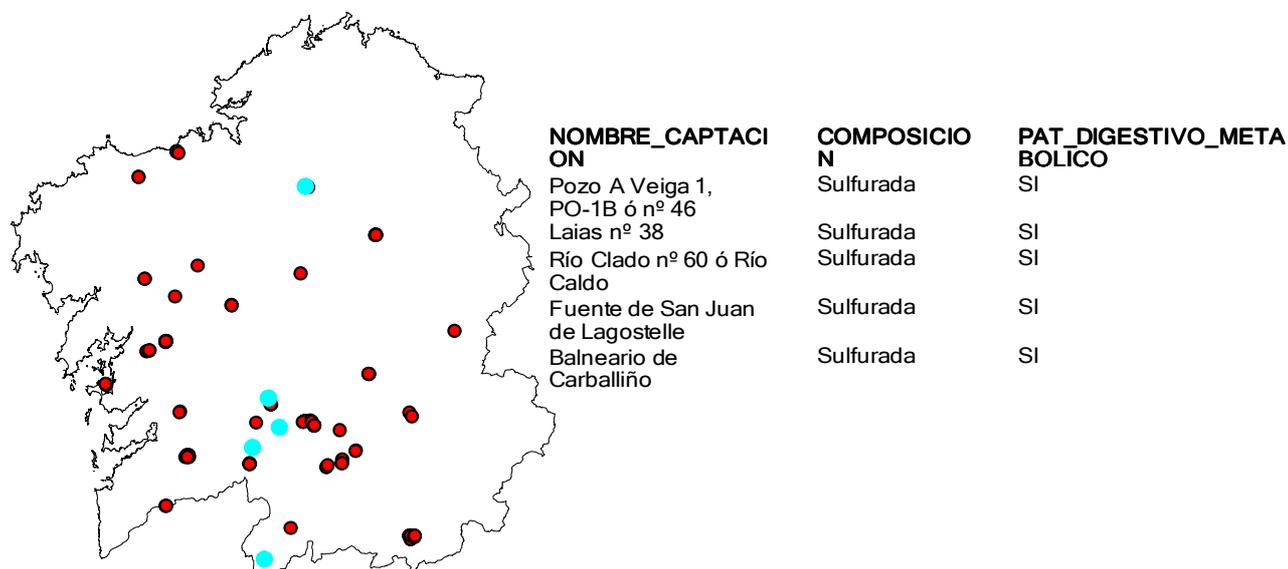


Figura 66. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo digestivo - metabólico.

En la Tabla 37 se muestran los alumbramientos que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo digestivo - metabólico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 5 alumbramientos (16.66 %) con composición sulfurada tienen indicaciones para tratamientos del tipo digestivo - metabólico.

Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 9 alumbramientos (7.03%) que tienen indicaciones para tratamientos del tipo digestivo - metabólico (ver Tabla 36). Los 4 alumbramientos adicionales para tratamiento de esta patología son: 1) Troncoso perteneciente al balneario de Mondariz y no se dispone de información sobre su composición si bien se conocen los iones predominantes (bicarbonato y sodio), 2) Fuente del Prado nº 5 perteneciente al balneario Caldas de Partovía y no se dispone de información sobre su composición si bien se conocen los iones predominantes (bicarbonato y sodio), 3) Manantial Principal perteneciente al balneario de Fontenova y composición bicarbonatada sódico carbogaseosa y 4) Agua de Cabreiroá con gas nº 2 perteneciente al balneario de Cabreiroá y composición bicarbonatada sódico carbogaseosa.

Se observa que aquellos alumbramientos que son indicados para tratamientos de la patología digestivo - metabólico también son indicados para los tratamientos de

las dolencias reumática y psiquiátrica. Sin embargo, hay más alumbramientos que siendo indicados para tratamientos de las dolencias reumática y psiquiátrica no lo son para el tratamiento del uso terapéutico digestivo - metabólico (ver Tablas 37 y 38).

Tabla 36. Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_DIGESTIVO_METABOLICO" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.

OBJECTID *	PAT_DIGESTIVO_METABOLICO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	NO	14	10.94
2	No hay info	105	82.03
3	SI	9	7.03

En la Tabla 38 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y no son indicadas para tratamientos de tipo digestivo - metabólico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 10 alumbramientos (33.33 %) con composición sulfurada no tienen indicaciones para tratamientos del tipo digestivo - metabólico. Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 14 alumbramientos (10.94%) que no tienen indicaciones para tratamientos del tipo digestivo - metabólico (ver Tabla 36). Por otra parte, hay 16 alumbramientos (53.33%) que tienen composición sulfurada y no se dispone de información sobre los efectos terapéuticos para tratamientos de tipo digestivo - metabólico.

Se observa que aquellos alumbramientos de composición sulfurada que no son indicados para tratamientos de la patología digestivo - metabólico sí lo son para los tratamientos de las dolencias reumática y psiquiátrica (ver Tabla 38).

BALNEARIO	NOMBRE_C APTACION	COMPOSICI ON	PAT_OTOR RINO	PAT_BRON QUIAL	PAT_REUM A	PAT_PSIQUI ATRIA	PAT_DERM ATOL	PAT_NEUR OLOGICA	PAT_FLEBO LOXIA	PAT_DIGES TIVO_META BOLICO	PAT_URINA RIO
Balneario de Arnoia	Pozo A Veiga 1, PO-1B ó nº 46	Sulfurada	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
Balneario de Lajas	Lajas nº 38	Sulfurada	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO
Balneario de Lobios	Río Clado nº 60 ó Río Caldo	Sulfurada	NO	NO	SI	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Balneario de Guitiriz	Fuente de San Juan de Lagostelle	Sulfurada	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
Balneario de Carballiño	Balneario de Carballiño	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO

Tabla 37. Alumbramientos que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo digestivo – metabólico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

BALNEARIO	NOMBRE_C APTACION	COMPOSICI ON	PAT_OTOR RINO	PAT_BRON QUIAL	PAT_REUM A	PAT_PSIQUI ATRIA	PAT_DERM ATOL	PAT_NEUR OLOGICA	PAT_FLEBO LOXIA	PAT_DIGES TIVO_META BOLICO	PAT_URINA RIO
Balneario Acuña	Fuente de los Ojos	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Cunitis	Calle Real	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO
Balneario Dávila	Fuente de las Burgas	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Baños da Brea	Fonte dos Baños	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO
Balneario de Caldelas de Tui	María Cruz nº 751	Sulfurada	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Caldelas de Tui	Pozo San Antonio	Sulfurada	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Lugo	Manantial Central Romano	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Baños Vellos de Carballo	Virgen de la Estrella	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO
Balneario de O Tremo	Ntra. Sra. De los Angeles o Burga de O Tremo	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO
Balneario de Aguas Santas de Pantón	Os Baños - Aguas Santas	Sulfurada	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO

Tabla 38. Alumbraamientos que tienen composición sulfurada y no son indicadas para tratamientos de tipo digestivo – metabólico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

No hay alumbramientos de la Comunidad Autónoma de Galicia que tengan composición sulfurada y sean indicadas para tratamientos de tipo **urinario**.

Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 4 alumbramientos (3.13%) que tienen indicaciones para tratamientos del tipo urinario (ver Tabla 39). Los 4 alumbramientos para tratamiento de esta patología son: 1) Troncoso perteneciente al balneario de Mondariz y no se dispone de información sobre su composición si bien se conocen los iones predominantes (bicarbonato y sodio), 2) Fuente del Prado nº 5 perteneciente al balneario Caldas de Partovía y no se dispone de información sobre su composición si bien se conocen los iones predominantes (bicarbonato y sodio), 3) Manantial Principal perteneciente al balneario de Fontenova y composición bicarbonatada sódico carbogaseosa y 4) Agua de Cabreiroá con gas nº 2 perteneciente al balneario de Cabreiroá y composición bicarbonatada sódico carbogaseosa.

Tabla 39. Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_DIGESTIVO_METABOLICO" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.

OBJECTID *	PAT_URINARIO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	NO	19	14.84
2	No hay info	105	82.03
3	SI	4	3.13

En la Tabla 40 se muestran los alumbramientos de la Comunidad Autónoma de Galicia que tienen composición sulfurada y no son indicadas para tratamientos de tipo urinario así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Hay 17 alumbramientos (56.66 %) con composición sulfurada que no tienen indicaciones para tratamientos del tipo urinario. Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 19 alumbramientos (14.84%) que no tienen indicaciones para tratamientos del tipo urinario (ver Tabla 39). Por otra parte, hay 13 alumbramientos (43.33%) que tienen composición sulfurada y no se dispone de información sobre los efectos terapéuticos para tratamientos de tipo urinario.

BALNEARIO	NOMBRE_C APTACION	COMPOSICI ON	PAT_OTOR RINO	PAT_BRON QUIAL	PAT_REUM A	PAT_PSIQUI ATRIA	PAT_DERM ATOL	PAT_NEUR OLOGICA	PAT_FLEBO LOXIA	PAT_DIGES TIVO META BOLICO	PAT_URINA RIO
Balneario Acuña	Fuente de los Ojos	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Curtis	Calle Real	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario Dávila	Fuente de las Burgas	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Baños da Brea	Fonte dos Baños	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO
Balneario de Cadelas de Tui	María Cruz nº 751	Sulfurada	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Cadelas de Tui	Pozo San Antonio	Sulfurada	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Arnoia	Pozo A Veiga 1, PO-1B ó nº 46	Sulfurada	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
Balneario de Laias	Laias nº 38	Sulfurada	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO
Balneario de Lobios	Río Ciado nº 60 ó Río Caldo	Sulfurada	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO	SI	NO
Balneario de Guitiriz	Fuente de San Juan de Lagostelle	Sulfurada	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
Balneario de Lugo	Manantial Central Romano	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Baños Vellos de Carballo	Virgen de la Estrella	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO
Balneario de O Tremo	Ntra. Sra. De los Angeles o Burga de O Tremo	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO
Balneario de Aguas Santas de Pantón	Os Baños - Aguas Santas Santas	Sulfurada	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Balneario de Carballiño	Balneario de Carballiño	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO

BALNEARIO	NOMBRE_C APTACION	COMPOSICI ON	PAT_OTOR RINO	PAT_BRON QUIAL	PAT_REUM A	PAT_PSIQUI ATRIA	PAT_DERM ATOL	PAT_NEUR OLOGICA	PAT_FLEBO LOXIA	PAT_DIGES TIVO_META BOLICO	PAT_URINA RIO
Balneario de Cuntis	Calle Real	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO
Baños Vellos de Carballo	Virgen de la Estrella	Sulfurada	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO

Tabla 40. Alumbraamientos que tienen composición sulfurada y no son indicadas para tratamientos de tipo urinario así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

(2) Aguas sulfuradas cálcicas

Pertencen a la familia de aguas que contienen sulfuros asociados a calcio principalmente y a sodio en pequeñas cantidades. Presentan una amplia franja de temperatura y mineralización (desde algunos miligramos por litro a varios gramos). Tienen pH entre 7 y 8, que induce la liberación, de $[H_2S]$. El calcio es el catión dominante, mientras que los aniones dominantes son los sulfatos y los cloruros ocasionalmente.

Los mecanismos de oxidación de estas aguas son más complejos que el grupo anterior y por esto se produce la formación de otras especies, además de sulfatos, como el azufre elemental o carbonato cálcico, ambos insolubles.

Las aguas sulfuradas son explotadas por las propiedades del sulfuro de hidrógeno, sílice y sodio para el tratamiento de infecciones respiratorias o dermatológicas.

Entre los 128 alumbramientos que constituyen los 42 balnearios de Galicia no hay ningún agua que tenga composición sulfurada cálcica.

(3) Aguas sulfatadas

Son aguas que contienen iones de sulfato $[SO_4]^{2-}$ asociados a calcio y magnesio. Generalmente, el magnesio aparece en cantidades mucho menores que las de calcio. De acuerdo con la naturaleza de los cationes asociados se dividen en:

- 1) Sulfatadas sódicas y magnésicas
- 2) Sulfatadas cálcicas, cuando el contenido de calcio permanece elevado en relación al sodio.

También hay presencia de estroncio a niveles de hasta 10 mg / l en algunas aguas de esta clase.

En Galicia no hay aguas de este tipo que se empleen por vía oral por su efecto de estímulo del tránsito intestinal, y por el efecto de estímulo pancreático-biliar.

Entre los 128 alumbramientos que constituyen los 42 balnearios de Galicia no hay ningún agua que tenga composición sulfurada cálcica.

(4) Aguas cloruradas sódicas

Contienen el ion dominante $[Cl]^-$ asociado principalmente al sodio. Estas aguas son muy corrosivas con materiales metálicos especialmente en presencia de oxígeno.

Estas aguas se dividen en varias categorías dependiendo de la cantidad de minerales.

Las acciones de las aguas mineromedicinales cloruradas son diferentes que las acciones terapéuticas reconocidas por cada balneario. Así, las acciones médicas que las aguas mineromedicinales cloruradas ejercen en la salud son: 1) estimulantes de las funciones orgánicas y metabólicas, 2) potenciadora del trofismo celular y de los procesos de cicatrización y reparación celular, 3) favorecen la circulación sanguínea y linfática, 4) reumatología y 5) recuperación de procesos traumatológicos y ortopédicos debido a que frecuentemente son hipertermales y presentan una densidad mayor que en el agua convencional.

Sin embargo, los balnearios reconocen efectos terapéuticos principales contra las siguientes patologías generales: 1) otorrino, 2) bronquial, 3) reuma, 4) psiquiatría y 5) dermatológica principalmente. Y hay algunos balnearios que también reconocen efectos terapéuticos del tipo: 1) neurológico y 2) flebología. No están reconocidos por los balnearios usos terapéuticos de tipo: (1) otorrino, 2) digestivo – metabólico y 3) urinario.

En la Tabla 42 se observa que existe una relación directa entre las aguas mineromedicinales según su composición físico – química y los usos terapéuticos reconocidos por los balnearios para el caso de las aguas cloruradas sódicas en los campos 1) digestivo – metabólico, 2) dermatológico, 3) flebológico y 4) reumático. Tan sólo la acción “*recuperación de procesos traumatológicos y ortopédicos*” no dispone de un uso terapéutico principal reconocido. Sin embargo, entre los usos terapéuticos especiales declarados por los balnearios se observa que el alumbramiento la Fábrica o Pozo nº 1 perteneciente al balneario de A Toxa tiene indicaciones de tipo reumatismos y articulaciones por lo que se puede concluir que la coincidencia entre las acciones y los usos reconocidos es completa. No obstante, **los balnearios han reconocido usos terapéuticos para sus aguas cloruradas con un alcance mayor que el especificado médicamente.**

No existe un criterio común en la determinación de las acciones terapéuticas de las aguas de los alumbramientos ya que no todos los alumbramientos que tienen una composición clorurada sódica tienen indicaciones terapéuticas reconocidas por los balnearios idénticas.

En la Tabla 41 se muestran los alumbramientos que tienen una composición clorurada sódica y otra información adicional: 1) balneario al que pertenece, 2) tipo de alumbramiento, 3) facies hidroquímica, 4) profundidad del alumbramiento, 5) nivel del agua, 6) clasificación, 7) clasificación según la temperatura (°C), 8) mineralización, 9) uso terapéutico contra patología otorrino, 10) uso terapéutico contra patología bronquial, 11) uso terapéutico contra patología reumática, 12) uso terapéutico contra patología psiquiátrica, 13) uso terapéutico contra patología dermatológica, 14) uso terapéutico contra patología neurológica, 15) uso terapéutico contra patología flebología, 16) uso terapéutico contra patología digestivo – metabólico y 17) uso terapéutico contra patología urinario.

En la Figura 67 se muestran los 9 alumbramientos que tienen “COMPOSICIÓN” clorurada sódica y el balneario de Galicia al que pertenecen.

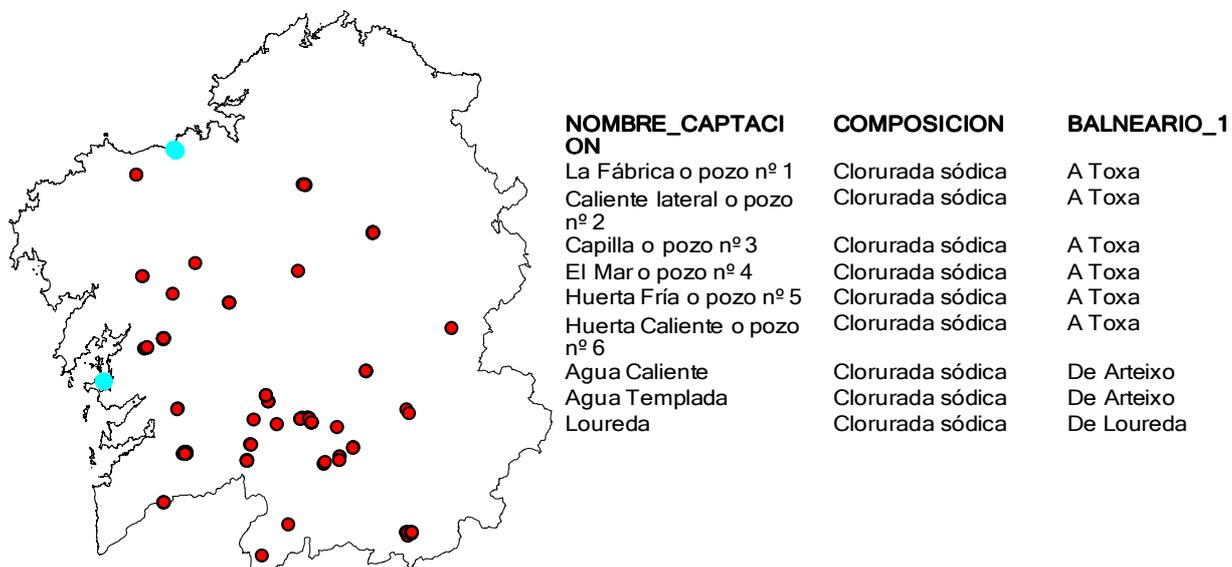


Figura 67. Situación y denominación de los alubramientos que tienen “COMPOSICIÓN” clorurada sódica pertenecientes a los balnearios de Galicia. Los puntos de color azul corresponden a los alubramientos que cumplen las condiciones consultadas.

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTION	TIPO	FACIES_HIDROQUIM	FACIES_HIDROQUIM	RECLASIF	HIDROQUIM	PROFUNDIDAD D.M	NIVEL_MN	CLASIFICACION	CLASIF_RATURA	TEMPERATURA	MINERALIZACION	COMPOSICION	PAT_OTORRINO	PAT_BRONQUIAL	PAT_REUMATICA	PAT_PSIQUIATRIA	PAT_DERMATOL	PAT_NEUROLOGICA	PAT_FLEBOLOGIA	PAT_DIGESTIVO	PAT_URINARIO
Balneario A Toxa nº 1	La Fábrica o pozo nº 1	Pozo/Galería	Cl - Na(B)	Cl - Na	Cl - Na	3.0			Mineromedicinal Termal	Hipertermal		Fuerte	Clorurada sódica	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO
Balneario A Toxa pozo nº 2	Caliente lateral o pozo nº 2	Pozo/Galería	Cl - Na(B)	Cl - Na	Cl - Na	3.0			Mineromedicinal Termal	Hipertermal		Fuerte	Clorurada sódica	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info
Balneario A Toxa pozo nº 3	Capilla o pozo nº 3	Pozo	Cl - Na(B)	Cl - Na	Cl - Na	5.2			Mineromedicinal Termal	Hipertermal		Fuerte	Clorurada sódica	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info
Balneario A Toxa pozo nº 4	El Mar o pozo nº 4	Pozo	Cl - Na(B)	Cl - Na	Cl - Na	3.0			Mineromedicinal Termal	Hipertermal		Fuerte	Clorurada sódica	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info
Balneario A Toxa pozo nº 5	Huerta Fria o pozo nº 5	Pozo	Cl - Na(B)	Cl - Na	Cl - Na	5.5			Mineromedicinal Termal	Hipertermal		Fuerte	Clorurada sódica	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info
Balneario A Toxa pozo nº 6	Huerta Caliente o pozo nº 6	Pozo	Cl - Na(B)	Cl - Na	Cl - Na	2.5			Mineromedicinal Termal	Hipertermal		Fuerte	Clorurada sódica	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info
Balneario de Arteixo	Agua Caliente	Pozo surgente	Cl(F) - Na(B)	Cl - Na	Cl - Na	5.0			Mineromedicinal Termal	Hipertermal		Fuerte	Clorurada sódica	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO
Balneario de Arteixo	Agua Templada	Pozo surgente	Cl(F) - Na(B)	Cl - Na	Cl - Na	5.0			Mineromedicinal Termal	Mesotermal		Fuerte	Clorurada sódica	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info
Balneario de Loureda	Loureda	Pozo	Cl(F) - Na	Cl - Na	Cl - Na	136.0			Mineromedicinal	Hipertermal		Fuerte	Clorurada sódica	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info

Tabla 41. Alumbraamientos que tienen una composición química clorurada sódica. Se muestra también la siguiente información adicional: 1) balneario al que pertenece, 2) tipo de alumbraamiento, 3) facies hidroquímica, 4) profundidad del alumbraamiento, 5) nivel del agua, 6) clasificación, 7) clasificación según la temperatura (°C), 8) mineralización, 9) uso terapéutico contra patología reumática, 10) uso terapéutico contra patología bronquial, 11) uso terapéutico contra patología reumática, 12) uso terapéutico contra patología psiquiátrica, 13) uso terapéutico contra patología dermatológica, 14) uso terapéutico contra patología neurológica, 15) uso terapéutico contra patología flebología, 16) uso terapéutico contra patología digestivo – metabólico y 17) uso terapéutico contra patología urinaria.

	Estimulantes de las funciones orgánicas y metabólicas	Potenciadora del trofismo celular y de los procesos de cicatrización y reparación celular	Favorecen la circulación sanguínea y linfática	Reumatología	Recuperación de procesos traumatológicos y ortopédicos
PAT_OTORRINO					
PAT_BRONQUIAL					
PAT_REUMA				SI	
PAT_PSIQUIATRIA					
PAT_DERMATOL		SI			
PAT_NEUROLOGICA					
PAT_FLEBOLOXIA			SI		
PAT_DIGESTIVO_METABOLICO					
PAT_URINARIO					

Tabla 42. Relación entre los usos terapéuticos reconocidos por los Balnearios de Galicia y las acciones de las aguas mineromedicinales según su cloruro sódico. En azul se indica la relación entre los usos reconocidos y las acciones médicas.

No hay alumbramientos de los balnearios de Galicia que tengan composición clorurada sódica y sean indicadas para tratamientos de tipo **otorrino**.

Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 12 alumbramientos (9.38%) que tienen indicaciones para tratamientos del tipo otorrino (ver Tabla 43 1) aguas sulfuradas). Por tanto, **parece que las aguas clorurado sódicas no están indicadas a priori para tratamiento de dolencias de tipo otorrino ya que hay un consenso común en todos los balnearios.**

Tabla 43. Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_OTORRINO" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.

OBJECTID *	PAT_OTORRINO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	NO	11	8.59
2	No hay info	105	82.03
3	SI	12	9.38

En la Tabla 44 se muestran los alumbramientos que tienen composición clorurada sódica y no son indicadas para tratamientos de tipo otorrino así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 2 alumbramientos (22.22 %) con composición clorurado sódica no tienen indicaciones para tratamientos del tipo otorrino. Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 11 alumbramientos (8.59%) que no tienen indicaciones para tratamientos del tipo otorrino (ver Tabla 43). Por otra parte, hay 7 alumbramientos (77.77%) que tienen composición clorurado sódica y no se dispone de información sobre los efectos terapéuticos para tratamientos de tipo otorrino.

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTA CION	COMPOSICION	PAT_OTORRINO	PAT_BRONQUIAL	PAT_REUMA	PAT_PSIQUIATRIA	PAT_DERMATOL	PAT_NEUROLOGICA	PAT_FLEBOOXIA	PAT_DIGESTIVO_META BOLICO	PAT_URINARIO
Balneario A Toxa	La Fábrica o pozo nº 1	Clorurada sódica	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO
Balneario de Arteixo	Agua Caliente	Clorurada sódica	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO

Tabla 44. Alumbraamientos que tienen composición clorurada sódica y no son indicadas para tratamientos de tipo otorrino así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

En la Figura 68 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo bronquial.

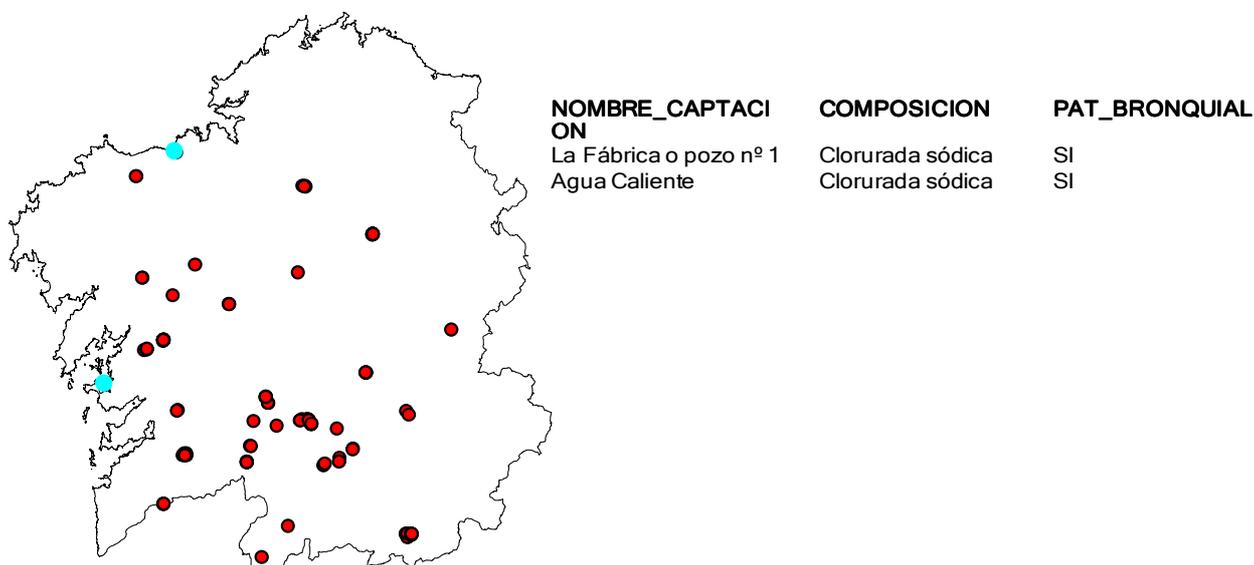


Figura 68. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo bronquial.

En la Tabla 46 se muestran los alumbramientos que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo bronquial así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 2 alumbramientos (22.22 %) con composición clorurada sódica tienen indicaciones para tratamientos del tipo bronquial.

Sin embargo, de los 128 alumbramientos hay 18 alumbramientos (14.06%) que tienen indicaciones para tratamientos del tipo bronquial (ver Tabla 45).

Los alumbramientos que son indicados para tratamientos de la patología bronquial también son indicados para los tratamientos de las dolencias reumática, psiquiátrica, dermatológica y neurológica (ver Tabla 46)

Por otra parte, hay 7 alumbramientos (77.77 %) que tienen composición clorurada sódica y no se dispone de información sobre los efectos terapéuticos para tratamientos de tipo bronquial.

Tabla 45. Tabla resumen de la información contenida en el campo “PAT_BRONQUIAL” de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.

	OBJECTID ^	PAT_BRONQUIAL	FRECUENCIA	PORCENTAJE
	1	NO	5	3.91
	2	No hay info	105	82.03
▶	3	SI	18	14.06

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTACION	COMPOSICION	PAT_OTORRINO	PAT_BRONQUIAL	PAT_REUMA	PAT_PSIQUIATRIA	PAT_DERMATOL	PAT_NEUROLOGICA	PAT_FLEBOXIA	PAT_DIGESTIVO_METABOLICO	PAT_URINARIO
Balneario A Toxa	La Fábrica o pozo nº 1	Clorurada sódica	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO
Balneario de Arteixo	Agua Caliente	Clorurada sódica	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO

Tabla 46. Alumbraamientos que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo bronquial así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

En la Figura 69 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo **reumático**.

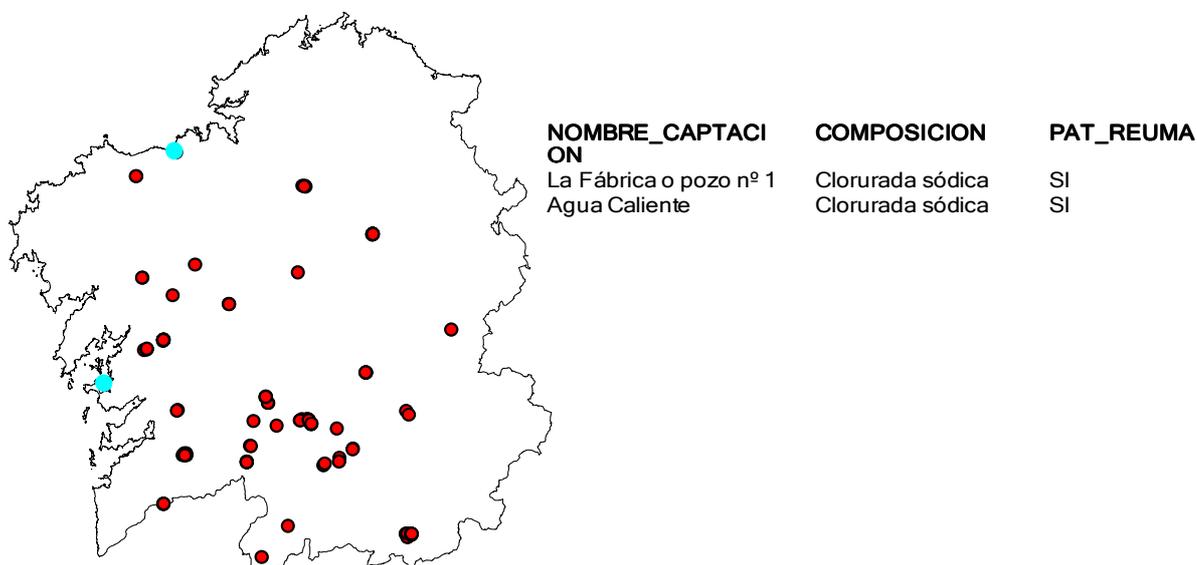


Figura 69. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo reumático.

En la Tabla 48 se muestran los alumbramientos que tienen composición clorurada sódica y son indicados para tratamientos de tipo reumático así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 2 alumbramientos (22.22 %) con composición clorurada sódica tienen indicaciones para tratamientos del tipo reumático.

Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 21 alumbramientos (16.41%) que tienen indicaciones para tratamientos del tipo reumático (ver Tabla 47).

Se observa que aquellos alumbramientos que son indicados para tratamientos de la patología reumática también son indicados para los tratamientos de las dolencias bronquial, psiquiátrica, dermatológica y neurológica (ver Tablas 48 y 49)

Por otra parte, hay 7 alumbramientos (77.77 %) que tienen composición clorurada sódica y no se dispone de información sobre los efectos terapéuticos para tratamientos de tipo reumático.

Tabla 47. Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_REUMA" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.

OBJECTID ^	PAT_REUMA	FRECUENCIA	PORCENTAKE
1	NO	2	1.56
2	No hay info	105	82.03
▶ 3	SI	21	16.41

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTACION	COMPOSICION	PAT_OTORRINO	PAT_BRONQUIAL	PAT_REUMA	PAT_PSIQUIATRIA	PAT_DERMATOL	PAT_NEUROLOGICA	PAT_FLEBOOXIA	PAT_DIGESTIVO_METABOLICO	PAT_URINARIO
Balneario A Toxa	La Fábrica o pozo nº 1	Clorurada sódica	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO
Balneario de Arteixo	Agua Caliente	Clorurada sódica	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO

Tabla 48. Alumbraamientos que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo reumática así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

En la Figura 70 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo **psiquiátrico**.

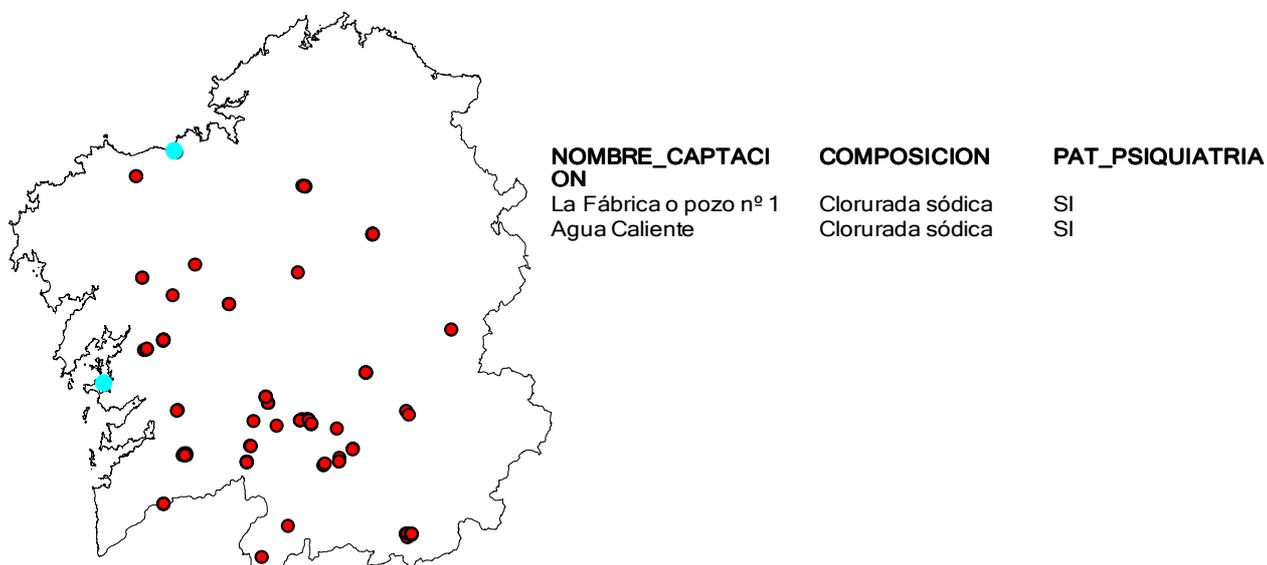


Figura 70. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo psiquiátrico.

En la Tabla 50 se muestran los alumbramientos de Galicia que tienen composición clorurada sódica y son indicados para tratamientos de tipo psiquiátrico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 2 alumbramientos (22.22 %) con composición clorurada sódica tienen indicaciones para tratamientos del tipo psiquiátrico.

De los 128 alumbramientos hay 17 alumbramientos (13.28%) que tienen indicaciones para tratamientos del tipo psiquiátrico (ver Tabla 49).

Se observa que aquellos alumbramientos que son indicados para tratamientos de la patología psiquiátrica también son indicados para los tratamientos de las dolencias bronquial, reumática, dermatológica y neurológica (ver Tabla 50).

Por otra parte, hay 7 alumbramientos (77.77 %) que tienen composición clorurada sódica y no se dispone de información sobre los efectos terapéuticos para tratamientos de tipo psiquiátrico.

Tabla 49. Tabla resumen de la información contenida en el campo “PAT_PSIQUIATRIA” de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de la Comunidad Autónoma de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.

	OBJECTID ^	PAT_PSIQUIATRIA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
	1	NO	6	4.69
	2	No hay info	105	82.03
▶	3	SI	17	13.28

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTACION	COMPOSICION	PAT_OTORRINO	PAT_BRONQUIAL	PAT_REUMA	PAT_PSIQUIATRIA	PAT_DERMATOL	PAT_NEUROLOGICA	PAT_FLEBOOXIA	PAT_DIGESTIVO_METABOLICO	PAT_URINARIO
Bañerío A Toxa	La Fábrica o pozo nº 1	Clorurada sódica	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO
Bañerío de Arteixo	Agua Caliente	Clorurada sódica	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO

Tabla 50. Alumbraamientos que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo psiquiátrico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los bañerios de Galicia.

En la Figura 71 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo **dermatológico**.

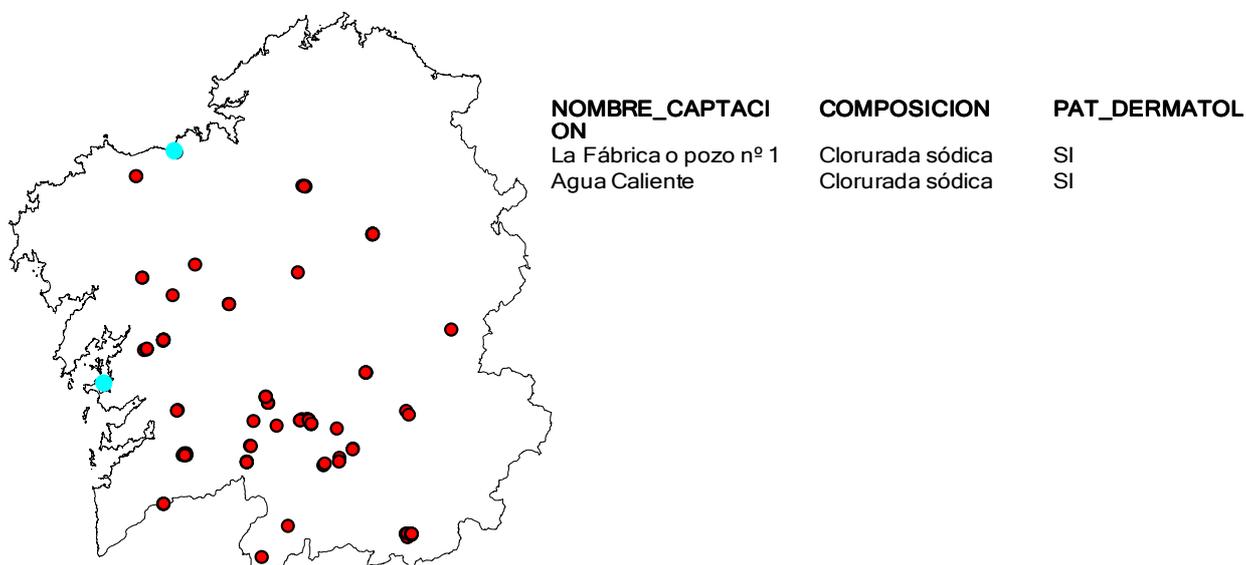


Figura 71. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo dermatológico.

En la Tabla 52 se muestran los alumbramientos de Galicia que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo dermatológico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 2 alumbramientos (22.22 %) con composición clorurada sódica tienen indicaciones para tratamientos del tipo dermatológico.

Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 18 alumbramientos (14.06%) que tienen indicaciones para tratamientos del tipo dermatológico (ver Tabla 51).

Los alumbramientos que son indicados para tratamientos de la patología dermatológica también son indicados para los tratamientos de las dolencias bronquial, reumática, psiquiátrica y neurológica (ver Tabla 52).

Por otra parte, hay 7 alumbramientos (77.77 %) que tienen composición clorurada sódica y no se dispone de información sobre los efectos terapéuticos para tratamientos de tipo dermatológico.

Tabla 51. Tabla resumen de la información contenida en el campo “PAT_DERMATOL” de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.

	OBJECTID *	PAT_DERMATOL	FRECUENCIA	PORCENTAJE
	1	NO	5	3.91
	2	No hay info	105	82.03
▶	3	SI	18	14.06

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTACION	COMPOSICION	PAT_OTORRINO	PAT_BRONQUIAL	PAT_REUMA	PAT_PSIQUIATRIA	PAT_DERMATOL	PAT_NEUROLOGICA	PAT_FLEBOOXIA	PAT_DIGESTIVO_METABOLICO	PAT_URINARIO
Balneario A Toxa	La Fábrica o pozo nº 1	Clorurada sódica	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO
Balneario de Arteixo	Agua Caliente	Clorurada sódica	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO

Tabla 52. Alumbraamientos que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo dermatológico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

En la Figura 72 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo **neurológico**.

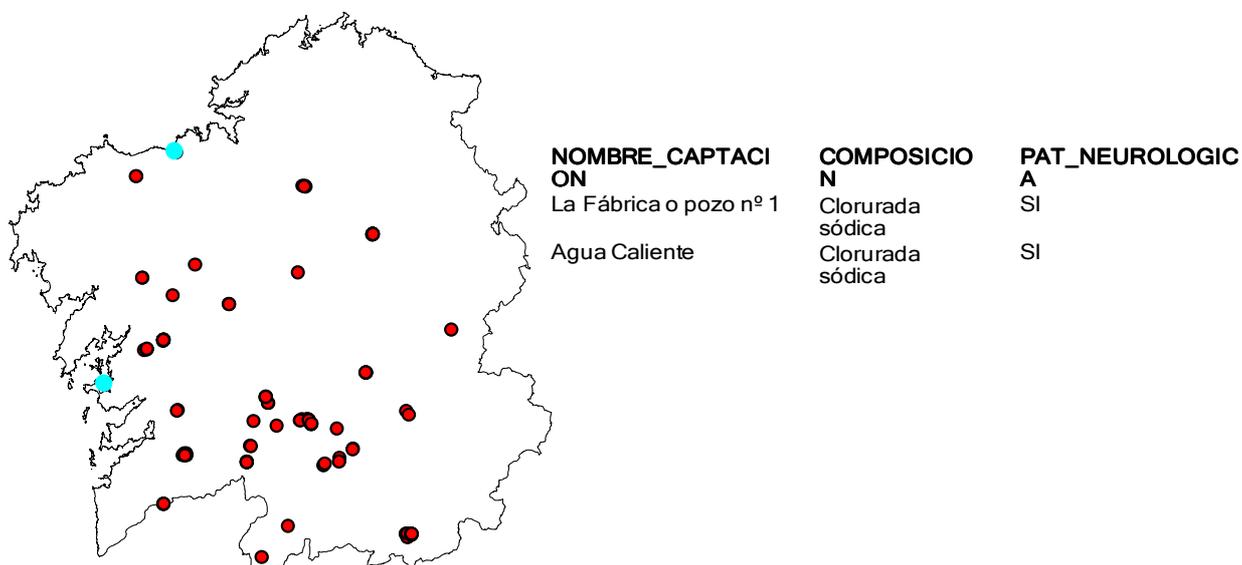


Figura 72. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo neurológico.

En la Tabla 54 se muestran los alumbramientos que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo neurológico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 2 alumbramientos (22.22 %) con composición clorurada sódica tienen indicaciones para tratamientos del tipo neurológico.

De los 128 alumbramientos hay 10 alumbramientos (7.81%) que tienen indicaciones para tratamientos del tipo neurológico (ver Tabla 53).

Se observa que aquellos alumbramientos que son indicados para tratamientos de la patología neurológica también son indicados para los tratamientos de las dolencias bronquial, reumática, psiquiátrica y dermatológica (ver Tabla 4).

Asimismo, hay 7 alumbramientos (77.77 %) que tienen composición clorurada sódica y no se dispone de información sobre los efectos terapéuticos para tratamientos de tipo neurológico.

Tabla 53. Tabla resumen de la información contenida en el campo “PAT_NEUROLOGICA” de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.

OBJECTID ^	PAT_NEUROLOGICA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	NO	13	10.16
2	No hay info	105	82.03
3	SI	10	7.81

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTACION	COMPOSICION	PAT_OTORRINO	PAT_BRONQUIAL	PAT_REUMA	PAT_PSIQUIATRIA	PAT_DERMATOL	PAT_NEUROLOGICA	PAT_FLEBOXIA	PAT_DIGESTIVO_METABOLICO	PAT_URINARIO
Balneario A Toxa	La Fábrica o pozo nº 1	Clorurada sódica	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO
Balneario de Arteixo	Agua Caliente	Clorurada sódica	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO

Tabla 54. Alumbraamientos que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo neurológico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

En la Figura 73 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo **flebología (venas)**.

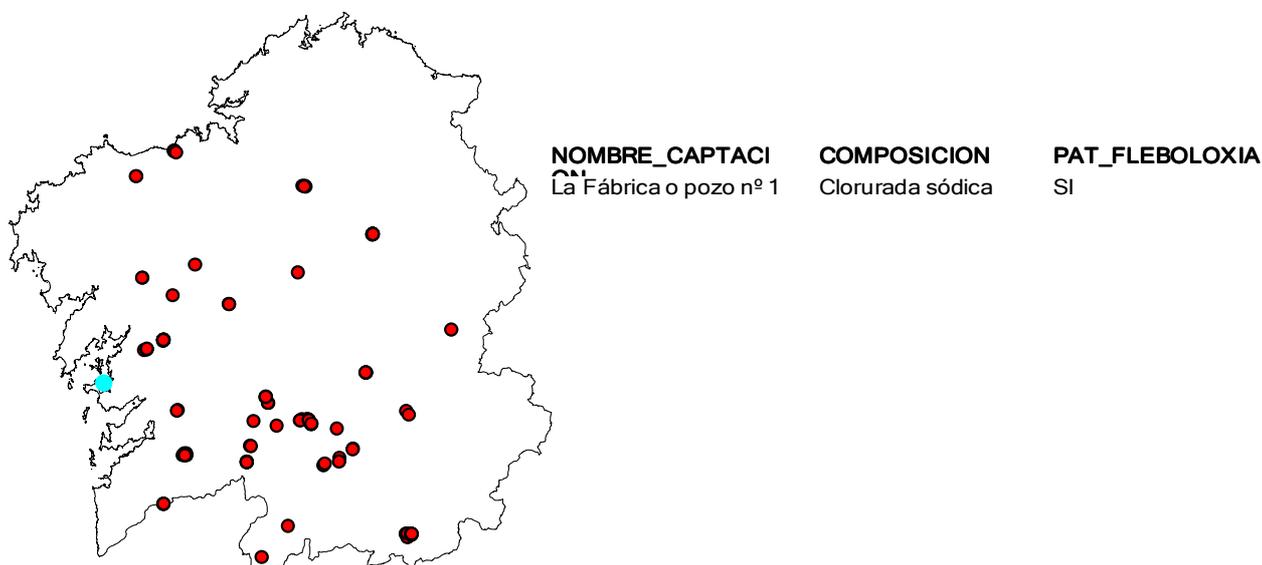


Figura 73. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo venas.

En la Tabla 56 se muestran los alumbramientos que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo venas así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 1 alumbramiento (11.11 %) con composición clorurada sódica tienen indicaciones para tratamientos del tipo venas.

Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 9 alumbramientos (7.03%) que tienen indicaciones para tratamientos del tipo venas (ver Tabla 55).

Se observa que aquellos alumbramientos que son indicados para tratamientos de la patología venas también son indicados para los tratamientos de las dolencias bronquial, reumática, psiquiátrica, dermatológica y neurológica. Sin embargo, hay más alumbramientos que siendo indicados para tratamientos de las dolencias bronquial, reumática, psiquiátrica, dermatológica y neurológica no lo son para el tratamiento del uso terapéutico venas (ver Tablas 56 y 57).

Tabla 55. Tabla resumen de la información contenida en el campo “PAT_FLEBOLOXIA” de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.

OBJECTID *	PAT_FLEBOLOXIA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	NO	14	10.94
2	No hay info	105	82.03
3	SI	9	7.03

En la Tabla 57 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición clorurada sódica y no son indicadas para tratamientos de tipo venas así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 1 alumbramiento (11.11 %) con composición clorurada sódica no tiene indicaciones para tratamientos del tipo venas. Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 14 alumbramientos (10.94%) que no tienen indicaciones para tratamientos del tipo venas (ver Tabla 55). Por otra parte, hay 7 alumbramientos (77.77 %) que tienen composición clorurada sódica y no se dispone de información sobre los efectos terapéuticos para tratamientos de tipo neurológico.

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTACION	COMPOSICION	PAT_OTORRINO	PAT_BRONQUIAL	PAT_REUMA	PAT_PSIQUIATRIA	PAT_DERMATOL	PAT_NEUROLOGICA	PAT_FLEBOOXIA	PAT_DIGESTIVO_METAOLICO	PAT_URINARIO
Balneario A Toxa	La Fábrica o pozo nº 1	Clorurada sódica	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO

Tabla 56. Alumbraamientos que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo venas así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTACION	COMPOSICION	PAT_OTORRINO	PAT_BRONQUIAL	PAT_REUMA	PAT_PSIQUIATRIA	PAT_DERMATOL	PAT_NEUROLOGICA	PAT_FLEBOOXIA	PAT_DIGESTIVO_METAOLICO	PAT_URINARIO
Balneario de Arteixo	Agua Caliente	Clorurada sódica	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO

Tabla 57. Alumbraamientos que tienen composición clorurada sódica y no son indicadas para tratamientos de tipo venas así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

No hay alumbramientos de los balnearios de Galicia que tengan composición clorurada sódica y sean indicadas para tratamientos de tipo **digestivo - metabólico**.

Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 9 alumbramientos (7.03%) que tienen indicaciones para tratamientos del tipo digestivo - metabólico (ver Tabla 58 1) aguas sulfuradas). Por tanto, **parece que las aguas clorurado sódicas no están indicadas a priori para tratamiento de dolencias de tipo digestivo - metabólico ya que hay un consenso común en todos los balnearios**.

Tabla 58. Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_ DIGESTIVO - METABOLICO" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.

OBJECTID *	PAT_DIGESTIVO_METABOLICO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	NO	14	10.94
2	No hay info	105	82.03
▶ 3	SI	9	7.03

En la Tabla 59 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición clorurada sódica y no son indicadas para tratamientos de tipo digestivo - metabólico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 2 alumbramientos (22.22 %) con composición clorurado sódica no tienen indicaciones para tratamientos del tipo digestivo - metabólico. Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 14 alumbramientos (10.94%) que no tienen indicaciones para tratamientos del tipo digestivo - metabólico (ver Tabla 58). Por otra parte, hay 7 alumbramientos (77.77%) que tienen composición clorurado sódica y no se dispone de información sobre los efectos terapéuticos para tratamientos de tipo digestivo - metabólico.

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTACION	COMPOSICION	PAT_OTORRINO	PAT_BRONQUIAL	PAT_REUMA	PAT_PSIQUIATRIA	PAT_DERMATOL	PAT_NEUROLOGICA	PAT_FLEBOOXIA	PAT_DIGESTIVO_METABOLICO	PAT_URINARIO
Balneario A Toxa	La Fábrica o pozo nº 1	Clorurada sódica	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO
Balneario de Arteixo	Agua Caliente	Clorurada sódica	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO

Tabla 59. Alumbramientos que tienen composición clorurada sódica y no son indicadas para tratamientos de tipo digestivo - metabólico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

No hay alumbramientos de los balnearios de Galicia que tengan composición clorurada sódica y sean indicadas para tratamientos de **tipo urinario**.

Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 4 alumbramientos (3.13%) que tienen indicaciones para tratamientos del tipo urinario (ver Tabla 60 1) aguas sulfuradas). Por tanto, **parece que las aguas clorurado sódicas no están indicadas a priori para tratamiento de dolencias de tipo digestivo - metabólico ya que hay un consenso común en todos los balnearios.**

Tabla 60. Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_ URINARIO" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.

OBJECTID *	PAT_URINARIO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	NO	19	14.84
2	No hay info	105	82.03
3	SI	4	3.13

En la Tabla 61 se muestran los alumbramientos que tienen composición clorurada sódica y no son indicadas para tratamientos de tipo urinario así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 2 alumbramientos (22.22 %) con composición clorurado sódica no tienen indicaciones para tratamientos del tipo urinario. Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 19 alumbramientos (14.84%) que no tienen indicaciones para tratamientos del tipo urinario (ver Tabla 60). Por otra parte, hay 7 alumbramientos (77.77%) que tienen composición clorurado sódica y no se dispone de información sobre los efectos terapéuticos para tratamientos de tipo urinario.

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTACION	COMPOSICION	PAT_OTORRINO	PAT_BRONQUIAL	PAT_REUMA	PAT_PSIQUIATRIA	PAT_DERMATOL	PAT_NEUROLOGICA	PAT_FLEBOOXIA	PAT_DIGESTIVO_METABOLICO	PAT_URINARIO
Balneario A Toxa	La Fábrica o pozo nº 1	Clorurada sódica	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO
Balneario de Arteixo	Agua Caliente	Clorurada sódica	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO

Tabla 61. Alumbraamientos que tienen composición clorurada sódica y no son indicadas para tratamientos de tipo urinario así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

(5) Aguas bicarbonatadas (sódicas) (carbo)gaseosas

Estas aguas incluyen iones bicarbonato $[\text{HCO}_3^-]$ y CO_2 libre en cantidades variables, y así entran en una categoría que podría ser llamada "agua bicarbonatada". Mientras, la presencia de dióxido de carbono libre otorga propiedades que justifican una categoría específica. El término "agua bicarbonatada gaseosa" se refiere a un agua con abundante CO_2 libre (por encima de 250 mg/l) y niveles particularmente altos de $[\text{HCO}_3^-]$, generalmente más de 1gr/l de $[\text{HCO}_3^-]$.

El pH del agua es siempre ácido. El sodio suele ser el catión dominante, más de un gramo por litro, aunque en otras veces domina el calcio, pero sin tratarse de cantidades importantes.

Las aguas gaseosas sódicas y cálcicas son las más explotadas por sus propiedades gustativas en el embotellado.

En Europa y por su riqueza en CO_2 libre se emplean en la rehabilitación de las dolencias cardio-vasculares y para tratamiento del tracto respiratorio. En Galicia no existe tradición de uso para estos tipos de tratamientos. En este tipo de agua también hay presencia de flúor y silicio en cantidades sustanciales.

Se observa que las acciones médicas de las aguas mineromedicinales bicarbonatadas sódico carbogaseosas **coinciden** con las acciones terapéuticas reconocidas por cada balneario, excepto en la acción de disminución del gradiente térmico que no es reconocido por los balnearios.

Las acciones médicas de las aguas mineromedicinales bicarbonatadas sódico carbogaseosas son: **Por vía oral: (más de 1000 mg/l):** 1) facilitan la digestión; enmascaran los sabores, 2) estimulan la secreción y motilidad gástrica, 3) facilitan la función intestinal, **Por vía tópica (más de 400 mg/l):** 4) acción vasodilatadora periférica y 5) disminuyen el dintel térmico. Los balnearios reconocen efectos terapéuticos principales contra las siguientes patologías generales: 1) otorrino, 2) bronquial, 3) reuma, 4) psiquiatría y 5) dermatológica principalmente. Además hay algunos balnearios que también reconocen efectos terapéuticos del tipo: 1) neurológico, 2) flebología, 3) digestivo – metabólico y 4) urinario.

De los 4 alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatadas sódico carbogaseosas hay 3 que tienen usos terapéuticos reconocidos. Los 3 alumbramientos coinciden en el reconocimiento de sus usos terapéuticos. El cuarto alumbramiento es Gándara, que pertenece al balneario de Mondariz al igual que Troncoso. Los diagramas de Stiff y Piper correspondientes a la clasificación química de las aguas de ambos alumbramientos es similar por lo que se asume que los usos terapéuticos para ambos alumbramientos son los mismos. Sin embargo, en las Fichas de Calidad no hay información de los usos terapéuticos del alumbramiento Gándara por lo que no puede contabilizar en las estadísticas como tal.

En la Tabla 63 se observa que existe una relación directa entre los usos médicos de las aguas mineromedicinales bicarbonatadas sódico carbogaseosas y los usos terapéuticos reconocidos por los balnearios en los campos 1) digestivo – metabólico y 2) flebológico. Casi todas las acciones de este tipo de aguas están indicadas para usos de patologías digestivo - metabólico. Sin embargo, **los balnearios han reconocido usos terapéuticos para sus aguas bicarbonatadas sódico carbogaseosas con un alcance mayor que el especificado médicamente.**

En la Tabla 62 se muestran los alumbramientos que tienen una composición bicarbonatada sódico carbogaseosa y otra información adicional.

En la Figura 74 se muestran los 4 alumbramientos que tienen “COMPOSICIÓN” bicarbonatada sódico carbogaseosa y el balneario de la Comunidad Autónoma de Galicia al que pertenecen.

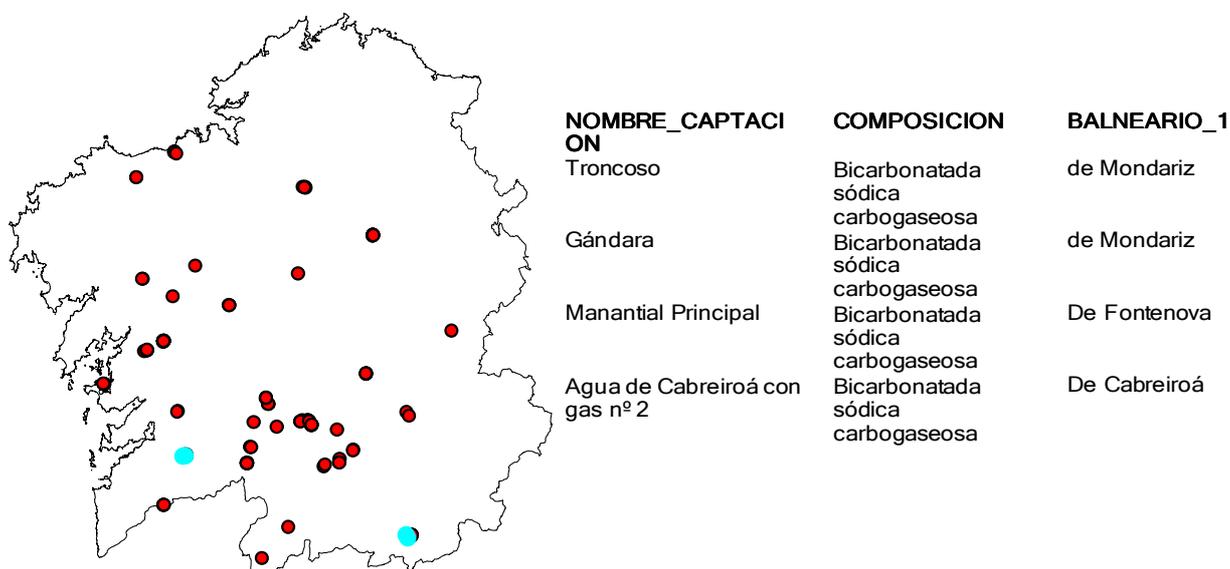


Figura 74. Situación y denominación de los alumbramientos que tienen “COMPOSICIÓN” bicarbonatada sódico carbogaseosa pertenecientes a los balnearios de Galicia. Los puntos de color azul corresponden a los alumbramientos que cumplen las condiciones consultadas.

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTACION	TIPO	FACIES_HIDROQUIM	FACIES_HIDROQUIM_RECLASIF	PROFUNDIDAD_M	NIVEL_M	CLASIFICACION	CLASIF_TEMPERATURA	MINERALIZACION	COMPOSICION	IONES_DOMINANTES	PAT_OTORRINO	PAT_BRONQUIAL	PAT_REUMATICA	PAT_PSIQUIATRIA	PAT_DERMATOL	PAT_NEUROLOGICA	PAT_FLEBOLOXIA	PAT_DIGESTIVO_BOLICO	PAT_URINARIO
Balneario de Mondariz	Tronoso	Fuente	HCO ₃ - Na(B)	HCO ₃ - Na	2.5		Mineromedicinal	Hipotermal	Fuente	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	No hay info	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Balneario de Mondariz	Gándara	Pozo Surgente	HCO ₃ - Na	HCO ₃ - Na	51.0		Mineromedicinal	Hipotermal	Fuente	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info
Balneario de Fontenova	Manantial Principal	Pozo	HCO ₃ (F) - Na(B)	HCO ₃ - Na	34.0		Mineral Natural	Hipotermal	Fuente	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	No hay info	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Balneario de Cabreiroá	Agua de Cabreiroá con gas nº 2	Pozo	HCO ₃ (F) - Na(B)	HCO ₃ - Na	119.0		Mineral Natural	Hipotermal	Fuente	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	No hay info	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Tabla 62. Alumbraamientos que tienen una composición química bicarbonatada sódico carbogaseosa. Se muestra también la siguiente información adicional: 1) balneario al que pertenece, 2) tipo de alumbraamiento, 3) facies hidroquímica, 4) profundidad del alumbraamiento, 5) nivel del agua, 6) clasificación, 7) clasificación según la temperatura (°C), 8) mineralización, 9) uso terapéutico contra patología otorrino, 10) uso terapéutico contra patología bronquial, 11) uso terapéutico contra patología reumática, 12) uso terapéutico contra patología psiquiátrica, 13) uso terapéutico contra patología dermatológica, 14) uso terapéutico contra patología neurológica, 15) uso terapéutico contra patología flebología, 16) uso terapéutico contra patología digestivo – metabólico y 17) uso terapéutico contra patología urinario.

	Facilitan la digestión y enmascaran los sabores	Estimulan la secreción y motilidad gástrica	Facilitan la función intestinal	Acción vasodilatadora periférica	Disminuyen el dintel térmico
PAT_OTORRINO					
PAT_BRONQUIAL					
PAT_REUMA					
PAT_PSIQUIATRIA					
PAT_DERMATOL					
PAT_NEUROLOGICA					
PAT_FLEBOLOXIA				SI	
PAT_DIGESTIVO_METABOLICO	SI	SI	SI		
PAT_URINARIO					

Tabla 63. Relación entre los usos terapéuticos reconocidos por los balnearios de Galicia y las acciones médicas de las aguas mineromedicinales según su composición bicarbonatado sódico carbogaseosa. En azul se indica la relación entre los usos reconocidos y las acciones médicas.

En la Figura 75 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatada sódica carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo **otorrino**.

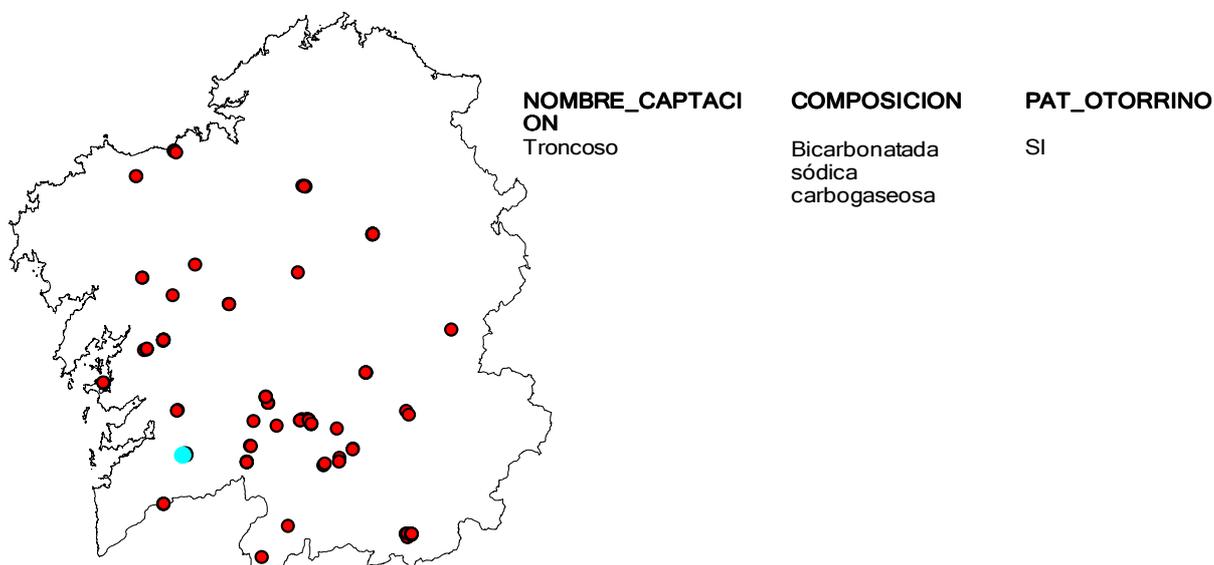


Figura 75. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo otorrino.

En la Tabla 65 se muestran los alumbramientos de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo otorrino así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que tan sólo 1 alumbramiento (25.0 %) con composición bicarbonatado sódico carbogaseosa tiene indicaciones para tratamientos del tipo otorrino.

De los 128 alumbramientos se observa que hay 12 alumbramientos (9.38%) que tienen indicaciones para tratamientos del tipo otorrino (ver Tabla 64).

Los alumbramientos que son indicados para tratamientos de la patología otorrino también son indicados para los tratamientos del resto de dolencias principales. Sin embargo, hay más alumbramientos que siendo indicadas para tratamientos de las dolencias digestivo – metabólico y urinario no lo son para el tratamiento del uso terapéutico otorrino (ver Tablas 65 y 66).

Tabla 64. Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_OTORRINO" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.

OBJECTID	PAT_OTORRINO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	NO	11	8.59
2	No hay info	105	82.03
3	SI	12	9.38

En la Tabla 66 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no son indicadas para tratamientos de tipo otorrino así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 2 alumbramientos (50.0 %) con composición bicarbonatado sódico carbogaseosa no tienen indicaciones para tratamientos del tipo otorrino. Además, de los 128 alumbramientos se observa que hay 11 alumbramientos (8.59%) que no tienen indicaciones para tratamientos del tipo otorrino (ver Tabla 64). Por otra parte, hay 1 alumbramiento (25.0%) que tiene composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no se dispone de información sobre los efectos terapéuticos para tratamientos de tipo otorrino.

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTACION	COMPOSICION	PAT_OTORRINO	PAT_BRONQUIAL	PAT_REUMATISMO	PAT_PSIQUIATRIA	PAT_DERMATOL	PAT_NEUROLOGICA	PAT_FLEBOLOXIA	PAT_DIGESTIVO_META_BOLICO	PAT_URINARIO
Balneario de Mondariz	Troncoso	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 65. Alumbraamientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo otorrino así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTACION	COMPOSICION	PAT_OTORRINO	PAT_BRONQUIAL	PAT_REUMATISMO	PAT_PSIQUIATRIA	PAT_DERMATOL	PAT_NEUROLOGICA	PAT_FLEBOLOXIA	PAT_DIGESTIVO_META_BOLICO	PAT_URINARIO
Balneario de Fontenova	Manantial Principal	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI
Balneario de Cabreiroá	Agua de Cabreiroá con gas nº 2	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI

Tabla 66. Alumbraamientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no son indicadas para tratamientos de tipo otorrino así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

En la Figura 76 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo **bronquial**.

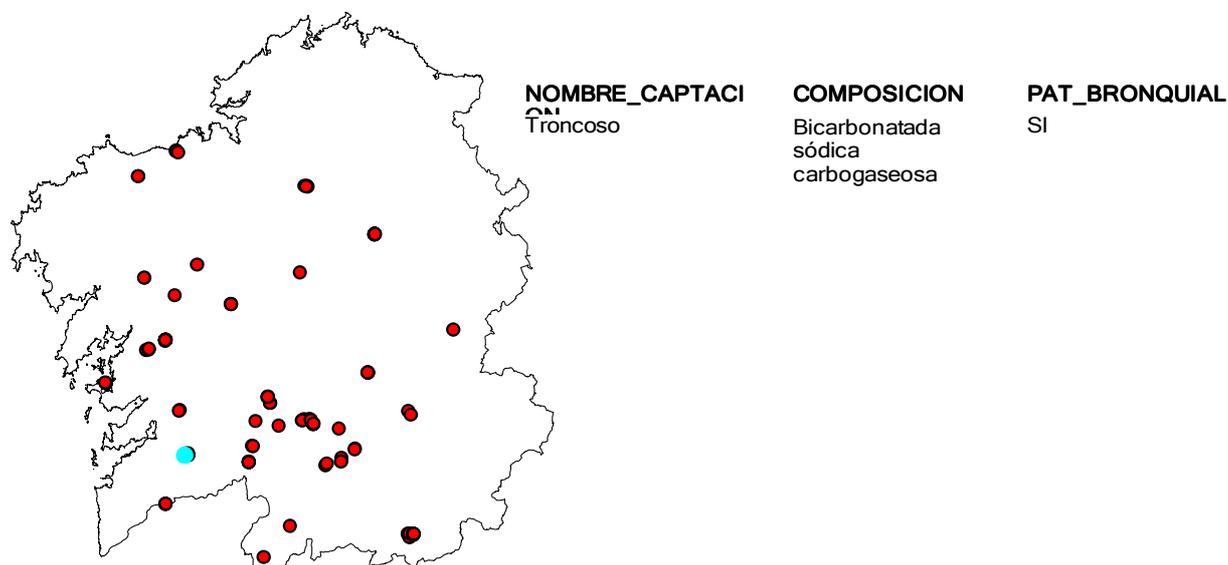


Figura 76. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo bronquial.

En la Tabla 68 se muestran los alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo bronquial así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que tan sólo 1 alumbramiento (25.0 %) con composición bicarbonatado sódico carbogaseosa tiene indicaciones para tratamientos del tipo otorrino.

Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 18 alumbramientos (14.06%) que tienen indicaciones para tratamientos del tipo bronquial (ver Tabla 67).

Se observa que aquellos alumbramientos que son indicados para tratamientos de la patología bronquial también son indicados para los tratamientos del resto de dolencias principales. Sin embargo, hay más alumbramientos que siendo indicados para tratamientos de las dolencias digestivo – metabólico y urinario no lo son para el tratamiento del uso terapéutico bronquial (ver Tablas 68 y 69).

Tabla 67. Tabla resumen de la información contenida en el campo “PAT_BRONQUIAL” de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.

OBJECTID ^	PAT_BRONQUIAL	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	NO	5	3.91
2	No hay info	105	82.03
▶ 3	SI	18	14.06

En la Tabla 69 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no son indicados para tratamientos de tipo bronquial así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 2 alumbramientos (50.0 %) con composición bicarbonatado sódico carbogaseosa no tienen indicaciones para tratamientos del tipo bronquial. Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 5 alumbramientos (3.91%) que no tienen indicaciones para tratamientos del tipo bronquial (ver Tabla 67). Por otra parte, hay 1 alumbramiento (25.0%) que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no se dispone de información sobre los efectos terapéuticos para tratamientos de tipo bronquial.

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTACION	COMPOSICION	PAT_OTORRINO	PAT_BRONQUIAL	PAT_REUMA	PAT_PSIQUIATRIA	PAT_DERMATOL	PAT_NEUROLOGICA	PAT_FLEBOLOXIA	PAT_DIGESTIVO_META_BOLICO	PAT_URINARIO
Balneario de Mondariz	Troncoso	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 68. Alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo bronquial así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTACION	COMPOSICION	PAT_OTORRINO	PAT_BRONQUIAL	PAT_REUMA	PAT_PSIQUIATRIA	PAT_DERMATOL	PAT_NEUROLOGICA	PAT_FLEBOLOXIA	PAT_DIGESTIVO_META_BOLICO	PAT_URINARIO
Balneario de Fontenova	Manantial Principal	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI
Balneario de Cabreiroá	Agua de Cabreiroá con gas nº 2	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI

Tabla 69. Alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no son indicadas para tratamientos de tipo bronquial así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

En la Figura 77 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicados para tratamientos de tipo **reumático**.

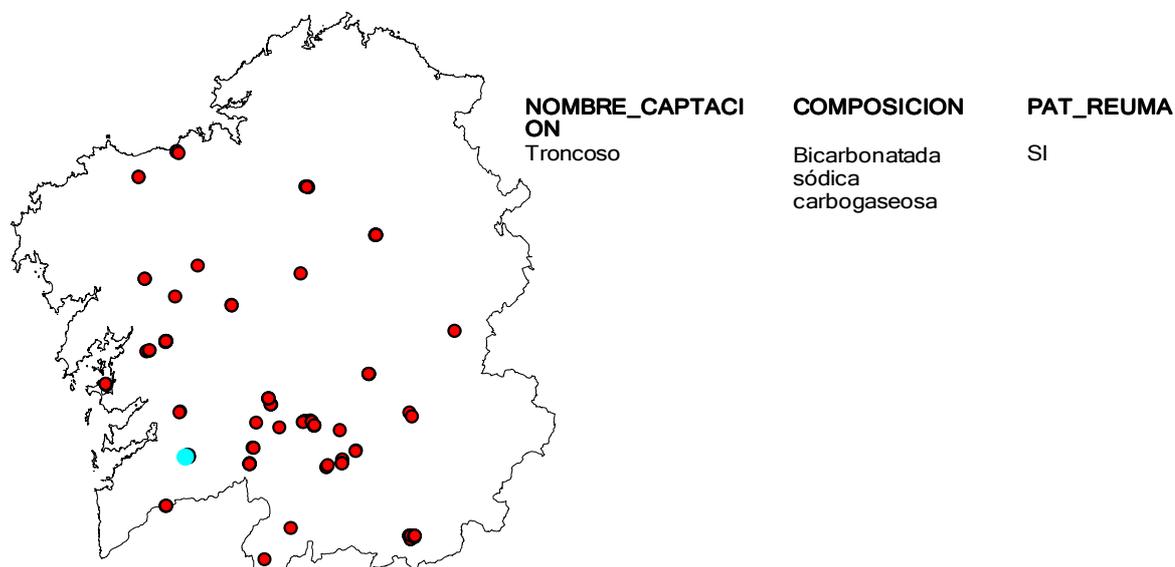


Figura 77. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo reumático.

En la Tabla 71 se muestran los alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo reumático así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 1 alumbramiento (25.0 %) con composición bicarbonatado sódico carbogaseosa tiene indicaciones para tratamientos del tipo reumático.

De los 128 alumbramientos se observa que hay 21 alumbramientos (16.41%) que tienen indicaciones para tratamientos del tipo reumático (ver Tabla 70).

Los alumbramientos que son indicados para tratamientos de la patología reumática también son indicados para los tratamientos del resto de dolencias principales. Sin embargo, hay más alumbramientos que siendo indicados para tratamientos de las dolencias digestivo – metabólico y urinario no lo son para el tratamiento del uso terapéutico reumático (ver Tablas 71 y 72).

Tabla 70. Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_REUMA" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.

OBJECTID *	PAT_REUMA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	NO	2	1.56
2	No hay info	105	82.03
3	SI	21	16.41

En la Tabla 72 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no son indicadas para tratamientos de tipo reumático así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 2 alumbramientos (50.0 %) con composición bicarbonatado sódico carbogaseosa no tienen indicaciones para tratamientos del tipo reumático y de los 128 alumbramientos se observa que hay 2 alumbramientos (3.91%) que no tienen indicaciones para tratamientos del tipo reumático (ver Tabla 70). Por otra parte, hay 1 alumbramiento (25.0%) que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no se dispone de información sobre los efectos terapéuticos para tratamientos de tipo reumático.

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTACION	COMPOSICION	PAT_OTORRINO	PAT_BRONQUIAL	PAT_REUMATISMO	PAT_PSIQUIATRIA	PAT_DERMATOL	PAT_NEUROLOGICA	PAT_FLEBOLOXIA	PAT_DIGESTIVO_META_BOLICO	PAT_URINARIO
Balneario de Mondariz	Troncoso	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 71. Alumbraamientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo reumático así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTACION	COMPOSICION	PAT_OTORRINO	PAT_BRONQUIAL	PAT_REUMATISMO	PAT_PSIQUIATRIA	PAT_DERMATOL	PAT_NEUROLOGICA	PAT_FLEBOLOXIA	PAT_DIGESTIVO_META_BOLICO	PAT_URINARIO
Balneario de Fontenova	Manantial Principal	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI
Balneario de Cabreiroá	Agua de Cabreiroá con gas nº 2	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI

Tabla 72. Alumbraamientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no son indicadas para tratamientos de tipo reumático así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

En la Figura 78 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo **psiquiátrico**.

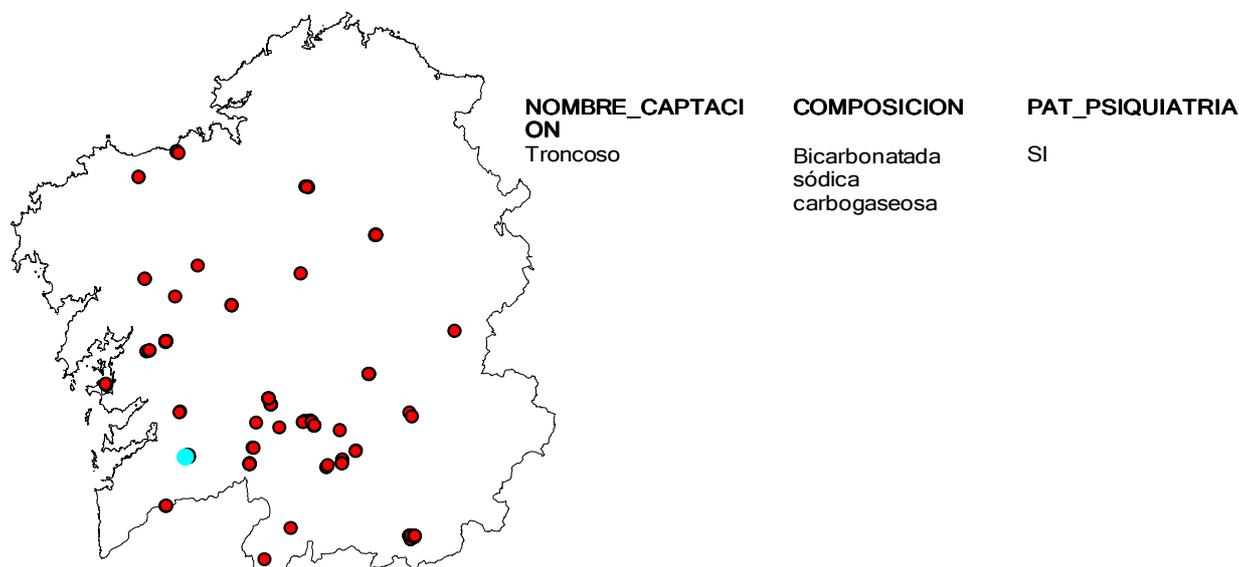


Figura 78. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo psiquiátrico.

En la Tabla 74 se muestran los alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo psiquiátrico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 1 alumbramiento (25.0 %) con composición bicarbonatado sódico carbogaseosa tiene indicaciones para tratamientos del tipo psiquiátrico.

Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 17 alumbramientos (13.28%) que tienen indicaciones para tratamientos del tipo psiquiátrico (ver Tabla 73).

Se observa que aquellos alumbramientos que son indicados para tratamientos de la patología psiquiátrico también son indicados para los tratamientos del resto de dolencias principales. Sin embargo, hay más alumbramientos que siendo indicados para tratamientos de las dolencias digestivo – metabólico y urinario no lo son para el tratamiento del uso terapéutico psiquiátrico (ver Tablas 74 y 75).

Tabla 73. Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_PSIQUIATRIA" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.

OBJECTID ^	PAT_PSIQUIATRIA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	NO	6	4.69
2	No hay info	105	82.03
3	SI	17	13.28

En la Tabla 75 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no son indicados para tratamientos de tipo psiquiátrico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 2 alumbramientos (50.0 %) con composición bicarbonatado sódico carbogaseosa no tienen indicaciones para tratamientos del tipo psiquiátrico y de los 128 alumbramientos se observa que hay 2 alumbramientos (3.91%) que no tienen indicaciones para tratamientos del tipo psiquiátrico (ver Tabla 73). Por otra parte, hay 1 alumbramiento (25.0%) que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no se dispone de información sobre los efectos terapéuticos para tratamientos de tipo psiquiátrico.

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTACION	COMPOSICION	PAT_OTORRINO	PAT_BRONQUIAL	PAT_REUMATISMO	PAT_PSIQUIATRIA	PAT_DERMATOL	PAT_NEUROLOGICA	PAT_FLEBOLOXIA	PAT_DIGESTIVO_META_BOLICO	PAT_URINARIO
Balneario de Mondariz	Troncoso	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 74. Alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo psiquiátrico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTACION	COMPOSICION	PAT_OTORRINO	PAT_BRONQUIAL	PAT_REUMATISMO	PAT_PSIQUIATRIA	PAT_DERMATOL	PAT_NEUROLOGICA	PAT_FLEBOLOXIA	PAT_DIGESTIVO_META_BOLICO	PAT_URINARIO
Balneario de Fontenova	Manantial Principal	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI
Balneario de Cabreiroá	Agua de Cabreiroá con gas nº 2	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI

Tabla 75. Alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no son indicadas para tratamientos de tipo psiquiátrico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

En la Figura 79 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicados para tratamientos de tipo **dermatológico**.

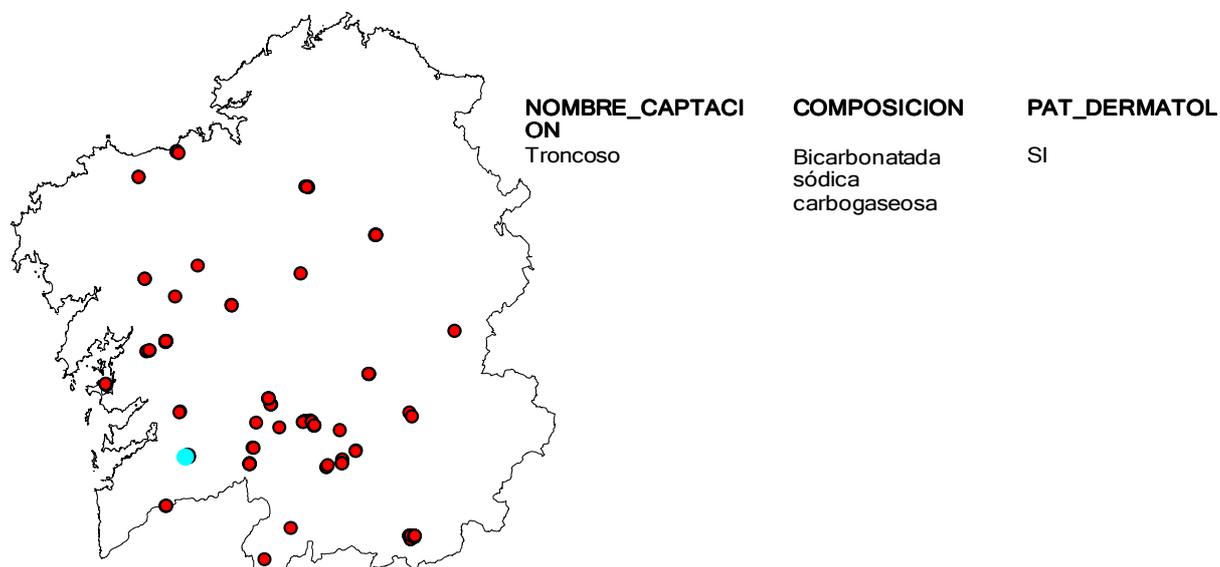


Figura 79. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo dermatológico.

En la Tabla 77 se muestran los alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo dermatológico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 1 alumbramiento (25.0 %) con composición bicarbonatado sódico carbogaseosa tiene indicaciones para tratamientos del tipo dermatológico.

Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 18 alumbramientos (14.06%) que tienen indicaciones para tratamientos del tipo dermatológico (ver Tabla 76).

Se observa que aquellos alumbramientos que son indicados para tratamientos de la patología dermatológica también son indicados para los tratamientos del resto de dolencias principales. Sin embargo, hay más alumbramientos que siendo indicados para tratamientos de las dolencias digestivo – metabólico y urinario no lo son para el tratamiento del uso terapéutico dermatológico (ver Tablas 77 y 78).

Tabla 76. Tabla resumen de la información contenida en el campo “PAT_DERMATOL” de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.

	OBJECTID *	PAT_DERMATOL	FRECUENCIA	PORCENTAJE
	1	NO	5	3.91
	2	No hay info	105	82.03
▶	3	SI	18	14.06

En la Tabla 78 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no son indicadas para tratamientos de tipo dermatológico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 2 alumbramientos (50.0 %) con composición bicarbonatado sódico carbogaseosa no tienen indicaciones para tratamientos del tipo dermatológico y de los 128 alumbramientos se observa que hay 2 alumbramientos (3.91%) que no tienen indicaciones para tratamientos del tipo dermatológico (ver Tabla 76). Por otra parte, hay 1 alumbramiento (25.0%) que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no se dispone de información sobre los efectos terapéuticos para tratamientos de tipo dermatológico.

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTACION	COMPOSICION	PAT_OTORRINO	PAT_BRONQUIAL	PAT_REUMATISMO	PAT_PSIQUIATRIA	PAT_DERMATOL	PAT_NEUROLOGICA	PAT_FLEBOLOXIA	PAT_DIGESTIVO_META_BOLICO	PAT_URINARIO
Balneario de Mondariz	Troncoso	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 77. Alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo dermatológico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTACION	COMPOSICION	PAT_OTORRINO	PAT_BRONQUIAL	PAT_REUMATISMO	PAT_PSIQUIATRIA	PAT_DERMATOL	PAT_NEUROLOGICA	PAT_FLEBOLOXIA	PAT_DIGESTIVO_META_BOLICO	PAT_URINARIO
Balneario de Fontenova	Manantial Principal	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI
Balneario de Cabreiroá	Agua de Cabreiroá con gas nº 2	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI

Tabla 78. Alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no son indicadas para tratamientos de tipo dermatológico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

En la Figura 80 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo **neurológico**.

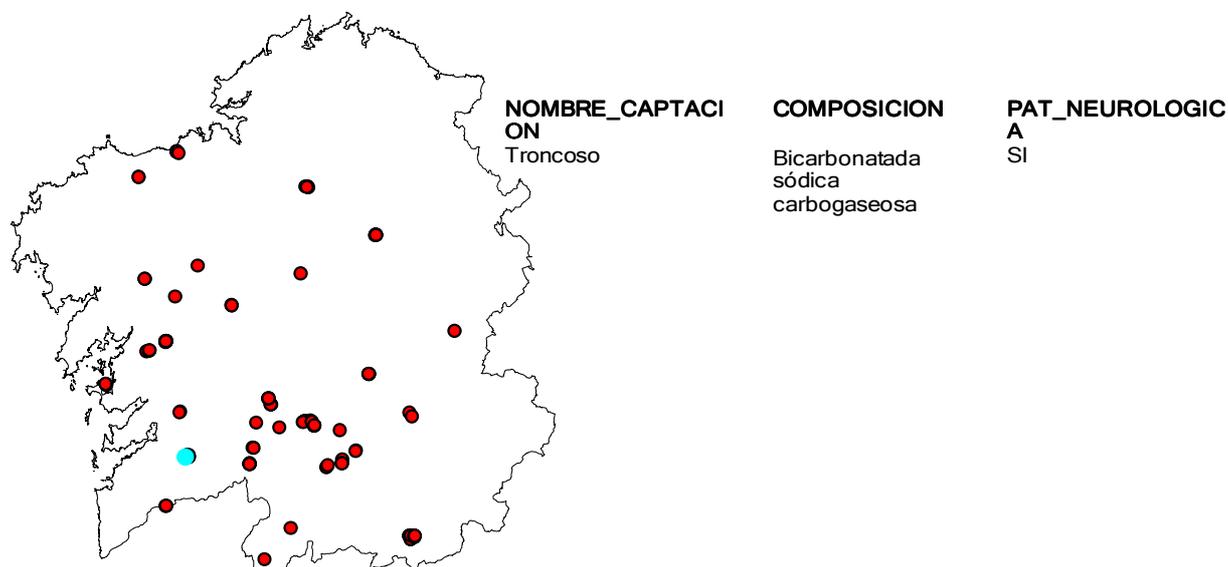


Figura 80. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo neurológico.

En la Tabla 80 se muestran los alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo neurológico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 1 alumbramiento (25.0 %) con composición bicarbonatado sódico carbogaseosa tiene indicaciones para tratamientos del tipo neurológico.

De los 128 alumbramientos se observa que hay 10 alumbramientos (7.81%) que tienen indicaciones para tratamientos del tipo neurológico (ver Tabla 79).

Los alumbramientos que son indicados para tratamientos de la patología neurológica también son indicados para los tratamientos del resto de dolencias principales. Sin embargo, hay más alumbramientos que siendo indicados para tratamientos de las dolencias digestivo – metabólico y urinario no lo son para el tratamiento del uso terapéutico neurológico (ver Tablas 80 y 81).

Tabla 79. Tabla resumen de la información contenida en el campo “PAT_NEUROLOGICA” de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.

OBJECTID *	PAT_NEUROLOGICA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	NO	13	10.16
2	No hay info	105	82.03
3	SI	10	7.81

En la Tabla 81 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no son indicadas para tratamientos de tipo neurológico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 2 alumbramientos (50.0 %) con composición bicarbonatado sódico carbogaseosa no tienen indicaciones para tratamientos del tipo neurológico y de los 128 alumbramientos se observa que hay 2 alumbramientos (3.91%) que no tienen indicaciones para tratamientos del tipo neurológico (ver Tabla 79). Por otra parte, hay 1 alumbramiento (25.0%) que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no se dispone de información sobre los efectos terapéuticos para tratamientos de tipo neurológico.

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTACION	COMPOSICION	PAT_OTORRINO	PAT_BRONQUIAL	PAT_REUMATICA	PAT_PSIQUIATRIA	PAT_DERMATOL	PAT_NEUROLOGICA	PAT_FLEBOLOXIA	PAT_DIGESTIVO_META_BOLICO	PAT_URINARIO
Balneario de Mondariz	Troncoso	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 80. Alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo neurológico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTACION	COMPOSICION	PAT_OTORRINO	PAT_BRONQUIAL	PAT_REUMATICA	PAT_PSIQUIATRIA	PAT_DERMATOL	PAT_NEUROLOGICA	PAT_FLEBOLOXIA	PAT_DIGESTIVO_META_BOLICO	PAT_URINARIO
Balneario de Fontenova	Manantial Principal	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI
Balneario de Cabreiroá	Agua de Cabreiroá con gas nº 2	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI

Tabla 81. Alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no son indicadas para tratamientos de tipo neurológico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

En la Figura 81 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo **fleboología (venas)**.

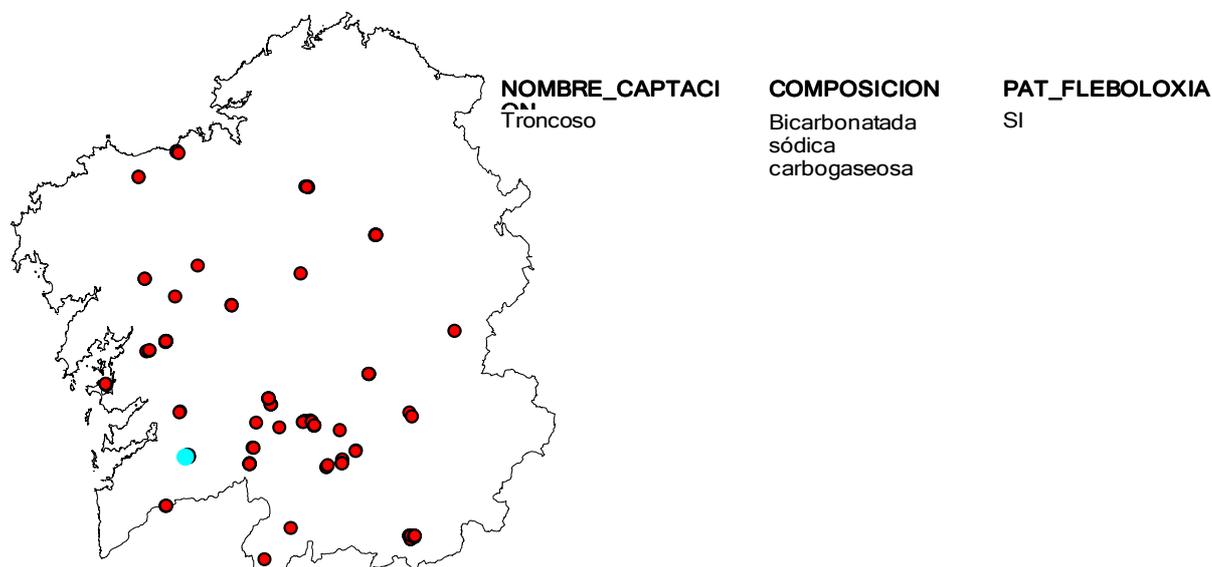


Figura 81. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo venas.

En la Tabla 83 se muestran los alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo venas así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 1 alumbramientos (25.0 %) con composición bicarbonatado sódico carbogaseosa tienen indicaciones para tratamientos del tipo venas.

De los 128 alumbramientos se observa que hay 9 alumbramientos (7.03%) que tienen indicaciones para tratamientos del tipo venas (ver Tabla 82).

Se observa que aquellos alumbramientos que son indicados para tratamientos de la patología venas también son indicados para los tratamientos del resto de dolencias principales. Sin embargo, hay más alumbramientos que siendo indicados para tratamientos de las dolencias digestivo – metabólico y urinario no lo son para el tratamiento del uso terapéutico venas (ver Tablas 83 y 84).

Tabla 82. Tabla resumen de la información contenida en el campo “PAT_FLEBOLOXIA” de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.

OBJECTID *	PAT_FLEBOLOXIA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	NO	14	10.94
2	No hay info	105	82.03
3	SI	9	7.03

En la Tabla 84 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no son indicadas para tratamientos de tipo venas así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 2 alumbramientos (50.0 %) con composición bicarbonatado sódico carbogaseosa no tienen indicaciones para tratamientos del tipo venas y de los 128 alumbramientos se observa que hay 2 alumbramientos (3.91%) que no tienen indicaciones para tratamientos del tipo venas (ver Tabla 82). Por otra parte, hay 1 alumbramiento (25.0%) que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no se dispone de información sobre los efectos terapéuticos para tratamientos de tipo venas.

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTACION	COMPOSICION	PAT_OTORRINO	PAT_BRONQUIAL	PAT_REUMATISMO	PAT_PSIQUIATRIA	PAT_DERMATOL	PAT_NEUROLOGICA	PAT_FLEBOLOXIA	PAT_DIGESTIVO_META_BOLICO	PAT_URINARIO
Balneario de Mondariz	Troncoso	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 83. Alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo venas así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTACION	COMPOSICION	PAT_OTORRINO	PAT_BRONQUIAL	PAT_REUMATISMO	PAT_PSIQUIATRIA	PAT_DERMATOL	PAT_NEUROLOGICA	PAT_FLEBOLOXIA	PAT_DIGESTIVO_META_BOLICO	PAT_URINARIO
Balneario de Fontenova	Manantial Principal	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI
Balneario de Cabreiroá	Agua de Cabreiroá con gas nº 2	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI

Tabla 84. Alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no son indicadas para tratamientos de tipo venas así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

En la Figura 82 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo **digestivo - metabólico**.

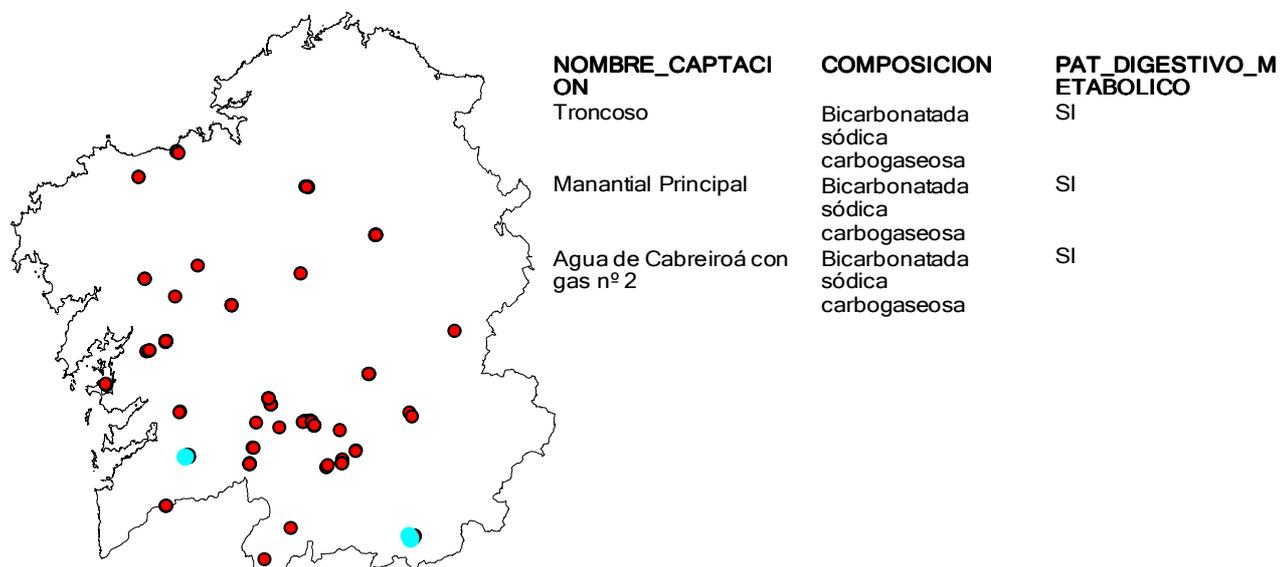


Figura 82. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo digestivo - metabólico.

En la Tabla 86 se muestran los alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo digestivo - metabólico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 3 alumbramientos (75.0 %) con composición bicarbonatado sódico carbogaseosa tienen indicaciones para tratamientos del tipo digestivo - metabólico.

De los 128 alumbramientos se observa que hay 9 alumbramientos (7.03%) que tienen indicaciones para tratamientos del tipo digestivo - metabólico (ver Tabla 85).

Hay más alumbramientos que siendo indicados para tratamientos de las dolencias digestivo – metabólico y urinario no lo son para el tratamiento del resto de usos terapéuticos (ver Tabla 86).

Tabla 85. Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_DIGESTIVO_METABOLICO" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.

	OBJECTID *	PAT_DIGESTIVO_METABOLICO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
	1	NO	14	10.94
	2	No hay info	105	82.03
▶	3	SI	9	7.03

No hay alumbramientos con composición bicarbonatado sódico carbogaseosa que no sean indicados para el tratamiento de la patología digestivo – metabólico. Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 14 alumbramientos (10.94%) que no tienen indicaciones para tratamientos del tipo digestivo - metabólico (ver Tabla 85). Por otra parte, hay 1 alumbramiento (25.0%) que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no se dispone de información sobre los efectos terapéuticos para tratamientos de tipo digestivo - metabólico.

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTACION	COMPOSICION	PAT_OTORRINO	PAT_BRONQUIAL	PAT_REUMA	PAT_PSIQUIATRIA	PAT_DERMATOL	PAT_NEUROLOGICA	PAT_FLEBOLOXIA	PAT_DIGESTIVO METABOLICO	PAT_URINARIO
Balneario de Mondariz	Troncoso	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Balneario de Fontenova	Manantial Principal	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI
Balneario de Cabreiroá	Agua de Cabreiroá con gas nº 2	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI

Tabla 86. Alumbramientos que tienen composición bicarbonatada sódica carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo digestivo – metabólico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

En la Figura 83 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo **urinario**.

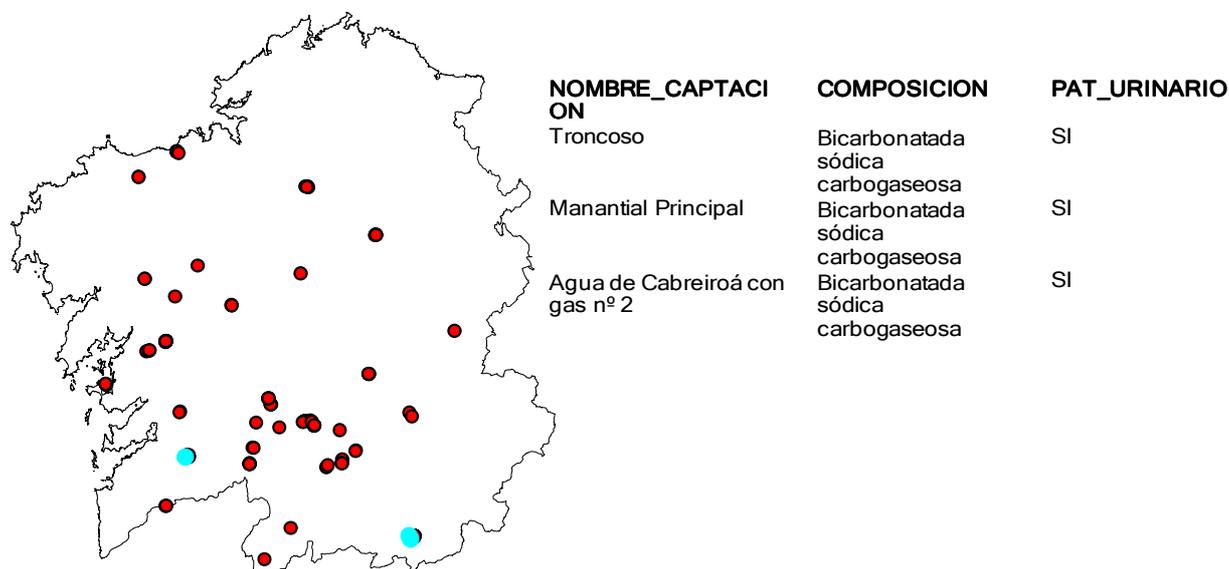


Figura 83. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo **urinario**.

En la Tabla 88 se muestran los alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo **urinario** así como el resto de indicaciones terapéuticas principales. Se observa que 3 alumbramientos (75.0 %) con composición bicarbonatado sódico carbogaseosa tienen indicaciones para tratamientos del tipo **urinario**.

Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 4 alumbramientos (3.13%) que tienen indicaciones para tratamientos del tipo **urinario** (ver Tabla 87).

Se observa que hay más alumbramientos que siendo indicados para tratamientos de las dolencias digestivo – metabólico y **urinario** no lo son para el tratamiento del resto de usos terapéuticos (ver Tabla 88).

Tabla 87. Tabla resumen de la información contenida en el campo “PAT_URINARIO” de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.

OBJECTID ^	PAT_URINARIO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	NO	19	14.84
2	No hay info	105	82.03
3	SI	4	3.13

No hay alumbramientos con composición bicarbonatado sódico carbogaseosa que no sean indicados para el tratamiento de la patología urinaria. Sin embargo, de los 128 alumbramientos se observa que hay 19 alumbramientos (14.84%) que no tienen indicaciones para tratamientos del tipo urinario (ver Tabla 87). Por otra parte, hay 1 alumbramiento (25.0%) que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no se dispone de información sobre los efectos terapéuticos para tratamientos de tipo urinario.

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTACION	COMPOSICION	PAT_OTORRINO	PAT_BRONQUIAL	PAT_REUMATISMO	PAT_PSIQUIATRIA	PAT_DERMATOL	PAT_NEUROLOGICA	PAT_FLEBOLOXIA	PAT_DIGESTIVO_METABOLICO	PAT_URINARIO
Balneario de Mondariz	Troncoso	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Balneario de Fontenova	Manantial Principal	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI
Balneario de Cabreiroá	Agua de Cabreiroá con gas nº 2	Bicarbonatada sódica carbogaseosa	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI

Tabla 88. Alumbramientos que tienen composición bicarbonatada sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo urinario así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.

(6) Aguas ferruginosas

Un agua tiene una composición ferruginosa cuando tiene una concentración mayor a 5 mg/l de ion hierro bivalente $[\text{Fe}^{2+}]$.

Entre los 128 alumbramientos que constituyen los 42 balnearios de Galicia no hay ningún agua que tenga composición ferruginosa.

Este tipo de aguas no constituye una categoría propiamente dicha, puesto que el hierro soluble nunca es el elemento dominante. Aparece asociado a otros elementos como bicarbonato, cloruros y sulfatos de sodio y calcio, formará una subcategoría mixta de las tres categorías precedentes.

Son aguas que contienen hierro como elemento soluble. Este elemento se encuentra principalmente en las aguas pobres en oxígeno y frecuentemente asociadas a manganeso en bajas cantidades, en su forma soluble $[\text{Mn}]^{2+}$. Debido a la acción del oxígeno procedente de la aireación del agua durante el transporte o el almacenamiento estos elementos se oxidan en $[\text{Fe}]^{3+}$ o en $[\text{Mn}]^{4+}$ y precipitan como hidróxidos o carbonato de hierro utilizados principalmente como fangos ferruginosos. En España y en Galicia no consta que se obtengan este tipo de fangos.

(6) Aguas bicarbonatadas sódicas

Estas aguas incluyen iones bicarbonato $[\text{HCO}_3^-]$ en cantidades variables, y así entran en una categoría que podría denominarse "agua bicarbonatada". El término "agua bicarbonatada" se refiere a un agua con niveles particularmente altos de $[\text{HCO}_3^-]$, generalmente más de 1gr/l de $[\text{HCO}_3^-]$.

El pH del agua es siempre ácido. El sodio suele ser el catión dominante, más de un gramo por litro, aunque en otras veces domina el calcio, pero sin tratarse de cantidades importantes.

Las acciones médicas de las aguas mineromedicinales bicarbonatado sódicas son: 1) antiácidas, 2) aumentan la actividad pancreática, 3) favorecen el poder saponificador de la grasa por la bilis, 4) hepatoprotectoras, 5) favorecen la glicogénesis y 6) favorecen la movilización y eliminación de ácido úrico del riñón mientras que los balnearios no aportan información sobre los efectos terapéuticos principales contra las patologías generales.

Los alumbramientos con composición bicarbonatado sódica (Sousas Manantial I o Tradicional y Sousas Manantial II) no disponen de la información sobre los usos terapéuticos de sus aguas ya que en las Fichas de Calidad no se dispone de esta información (ver Tabla 90).

En la Tabla 89 se muestran los alumbramientos que tienen una composición bicarbonatada sódica y otra información adicional.

En la Figura 84 se muestran los 2 alumbramientos que tienen “COMPOSICIÓN” bicarbonatada sódica y el balneario de Galicia al que pertenecen.

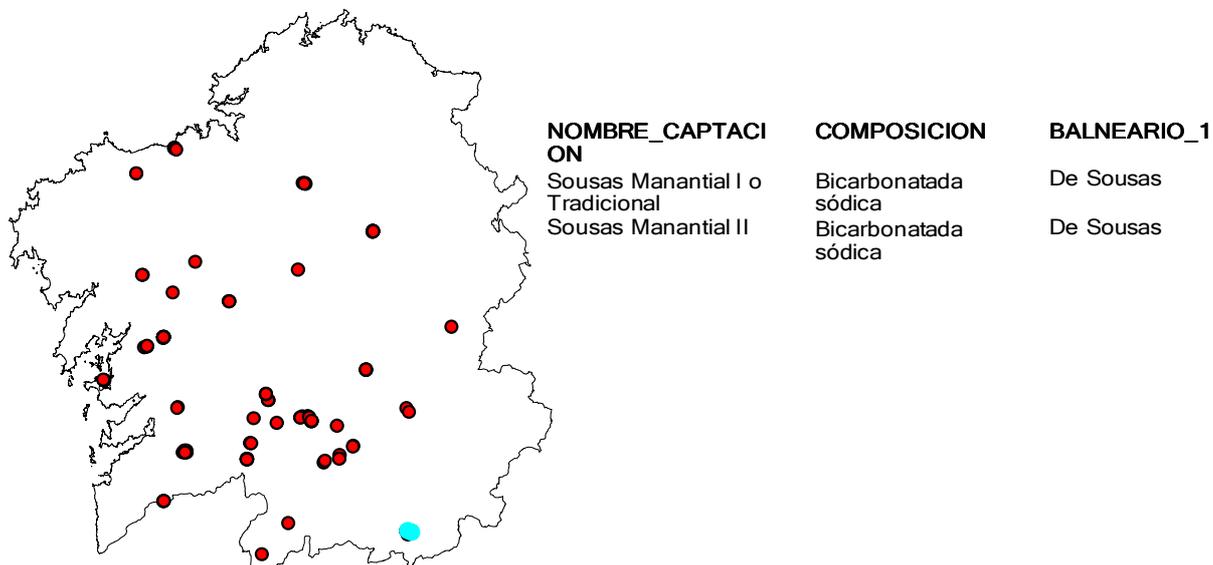


Figura 84. Situación y denominación de los alumbramientos que tienen “COMPOSICIÓN” bicarbonatada sódica pertenecientes a los balnearios de Galicia. Los puntos de color azul corresponden a los alumbramientos que cumplen las condiciones consultadas.

BALNEARIO	NOMBRE_CAPTACION	TIPO	FACIES_HIDROQUIM	FACIES_HIDROQUIM_RECLASIFIC	PROFUNDIDAD_M	NIVEL_M	CLASIFICACION	CLASIF_TEMPERATURA	MINERALIZACION	COMPOSICION	IONES_PR_EDOMIN	PAT_OTORRINO	PAT_BRONQUIAL	PAT_REUMATICA	PAT_PSIQUIATRIA	PAT_DERMATOL	PAT_NEUROLOGICA	PAT_FLEBOLOGIA	PAT_DIGESTIVO_METABOLICO	PAT_URINARIO
Balneario de Sousas	Sousas Mananital I o Tradicional	Pozo	HCO3(F) - Na(B)	HCO3 - Na	30.0		Mineral Natural	Hipotermal	Fuente	Bicarbonatada sódica	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info
Balneario de Sousas	Sousas Mananital II	Pozo	HCO3(F) - Na(B)	HCO3 - Na			Mineral Natural	Hipotermal	Medio	Bicarbonatada sódica	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info	No hay info

Tabla 89. Alumbraamientos que tienen una composición química bicarbonatada sódica. Se muestra también la siguiente información adicional: 1) balneario al que pertenece, 2) tipo de alumbraamiento, 3) facies hidroquímica, 4) profundidad del alumbraamiento, 5) nivel del agua, 6) clasificación, 7) clasificación según la temperatura (°C), 8) mineralización, 9) uso terapéutico contra patología otorrino, 10) uso terapéutico contra patología bronquial, 11) uso terapéutico contra patología reumática, 12) uso terapéutico contra patología psiquiátrica, 13) uso terapéutico contra patología dermatológica, 14) uso terapéutico contra patología neurológica, 15) uso terapéutico contra patología flebología, 16) uso terapéutico contra patología digestivo – metabólico y 17) uso terapéutico contra patología urinario.

	Antiácidas	Aumentan la actividad pancreática	Favorecen el poder saponificador de la grasa por la bilis	Hepatoprotectoras	Favorecen la glicogénesis	Favorecen la movilización y eliminación de ácido úrico del riñón
PAT_OTORRINO						
PAT_BRONQUIAL						
PAT_REUMA						
PAT_PSIQUIATRIA						
PAT_DERMATOL						
PAT_NEUROLOGICA						
PAT_FLEBOLOXIA						
PAT_DIGESTIVO_METABOLICO						
PAT_URINARIO						

Tabla 90. Relación entre los usos terapéuticos reconocidos por los balnearios de Galicia y las acciones de las aguas minerales segun su composición físico – química para una composición de las aguas de los alumbraamientos bicarbonatada sódica. No se puede establecer la relación ya que no se dispone de la información de los usos terapéuticos de los alumbraamientos con esta composición

6.2. EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE IÓN SODIO EN EL ENTORNO DEL BALNEARIO DE A TOXA. MAPAS DE ISOCONCENTRACIÓN

6.2.1 Introducción

Este caso constituye un planteamiento de análisis geoestadístico de datos correspondientes a una variable natural. La información sobre los atributos de las entidades así como también sus ubicaciones es inherente en los datos GIS. Esta información se utiliza para crear mapas que se pueden analizar de manera visual. El análisis geoestadístico ayuda a extraer información adicional de los datos GIS que podría no ser evidente mirando el mapa simplemente. Se trata de información sobre, por ejemplo, cómo se distribuyen los valores de atributos, si hay tendencias espaciales en los datos, o si las entidades forman patrones espaciales. El análisis geoestadístico revela las características de un conjunto de entidades como un todo.

El análisis geoestadístico se utiliza para explorar los datos, para examinar la distribución de valores para un atributo en particular o para encontrar valores atípicos (valores extremadamente altos o bajos). Contar con esta información es útil cuando se definen clases y rangos en un mapa, cuando se reclasifican datos, cuando se buscan errores, resumir datos.

El análisis geoestadístico también se utiliza para identificar y confirmar los patrones espaciales, tales como el centro de un grupo de entidades, la tendencia direccional o si las entidades forman clusters. Aunque los patrones pueden ser evidentes en un mapa, podría ser difícil tratar de sacar conclusiones desde un mapa. La forma en que se clasifican y simbolizan los datos puede oscurecer o exagerar los patrones. Las funciones estadísticas analizan los datos subyacentes y proporcionan una medida que se puede utilizar para confirmar la existencia y la fortaleza del patrón.

Las funciones de análisis geoestadístico en ArcGIS Desktop pueden ser: (1) no espaciales (tabulares) y (2) espaciales (contienen la ubicación).

(1) Las estadísticas no espaciales se utilizan para analizar los valores de atributos asociados con las entidades. Se accede a los valores directamente desde una tabla de atributos de entidades de una capa. Ejemplos de estadísticas no espaciales incluyen el valor medio y la desviación estándar.

Se utiliza un Diagrama cuantil-cuantil normal para evaluar la similitud de la distribución de un conjunto de valores con el de una distribución normal estándar (la típica curva de campana, cuando se muestra en un histograma). La línea en el diagrama cuantil-cuantil normal muestra los valores esperados para una distribución normal. Cuanto más cerca estén los valores de la línea, más se acercará la distribución a lo normal. La herramienta Diagrama cuantil-cuantil normal es una de las herramientas de exploración de datos disponible con la extensión de Geostatistical Analyst.

Por otro lado, la geoestadística en GIS se centran en las relaciones espaciales entre las entidades: si están más o menos dispersas las entidades entre sí, si están orientadas en una dirección en particular y si forman clusters. La relación espacial generalmente se define como distancia (si están muy alejadas o no las entidades entre sí) pero también puede tener otras formas de interacción entre entidades.

Algunas geoestadísticas en GIS consideran tanto las relaciones espaciales de las entidades como los valores de un atributo asociado con las entidades. Se conocen como estadísticas ponderadas: la relación espacial depende de los valores. Las geoestadísticas en GIS ponderadas se utilizan para saber si las entidades que tienen valores similares ocurren juntas.

Las funciones geoestadísticas también se pueden clasificar en: (1) descriptivas o (2) deductivas.

(1) Las geoestadísticas descriptivas resumen algunas características de los valores o las entidades que está analizando: el valor medio, la distribución de frecuencia de valores o la tendencia direccional de un grupo de entidades. Las estadísticas descriptivas son útiles para comparar dos conjuntos de entidades para la misma área.

(2) Las estadísticas deductivas utilizan la teoría de la probabilidad ya sea para prever la probable ocurrencia de valores (mediante un conjunto de valores conocidos), o para evaluar la posibilidad de que cualquier patrón o tendencia que vea en los datos no se debe al azar. La función proporciona una medida del patrón o la relación. Luego se realiza una prueba estadística sobre esta medida para determinar si es significativa en algún nivel de confianza. Esencialmente para determinar la probabilidad, la prueba compara la medida que obtiene para las entidades existentes con la medida que esperaría obtener para la misma cantidad de entidades extendidas sobre la misma área, pero distribuidas de manera aleatoria.

Las funciones de análisis geoestadístico en ArcGIS Desktop se localizan en ArcMap, ArcCatalog y geoprocésamiento, así como también dentro de dos extensiones: Spatial Analyst y Geostatistical Analyst

Geostatistical Analyst se centra en la creación de la superficie desde un conjunto de puntos de muestra y contiene un conjunto de herramientas para la exploración visual de los valores de datos mediante diagramas y gráficos. Se utilizan antes de la creación de la superficie para decidir qué parámetros utilizar para un conjunto específico de datos pero también se pueden utilizar para explorar el dataset. Las herramientas le permiten explorar la distribución de los valores, si hay una tendencia direccional en los datos y si hay relaciones entre dos atributos.

Kriging es un procedimiento geoestadístico avanzado que genera una superficie estimada a partir de un conjunto de puntos dispersados con valores z. A diferencia de otros métodos de interpolación en el conjunto de herramientas de

Interpolación, utilizar la herramienta Kriging en forma efectiva implica una investigación interactiva del comportamiento espacial del fenómeno representado por los valores z antes de seleccionar el mejor método de estimación para generar la superficie de salida.

Las herramientas de interpolación IDW (Distancia inversa ponderada) y Spline son consideradas métodos de interpolación determinísticos porque están basados directamente en los valores medidos circundantes o en fórmulas matemáticas especificadas que determinan la suavidad de la superficie resultante. Hay una segunda familia de métodos de interpolación que consta de métodos geoestadísticos, como kriging, que está basado en modelos estadísticos que incluyen la auto correlación, es decir, las relaciones estadísticas entre los puntos medidos. Gracias a esto, las técnicas de estadística geográfica no solo tienen la capacidad de producir una superficie de predicción sino que también proporcionan alguna medida de certeza o precisión de las predicciones.

Kriging presupone que la distancia o la dirección entre los puntos de muestra reflejan una correlación espacial que puede utilizarse para explicar la variación en la superficie. La herramienta Kriging ajusta una función matemática a una cantidad especificada de puntos o a todos los puntos dentro de un radio específico para determinar el valor de salida para cada ubicación. Es un proceso que tiene los siguientes pasos: (1) el análisis estadístico exploratorio de los datos, (2) el modelado de variogramas, (3) la creación de la superficie y (4) la exploración de la superficie de varianza (opcional). Este método es más adecuado cuando se sabe que hay una influencia direccional o de la distancia correlacionada espacialmente en los datos.

Para llevar a cabo una predicción con el método de interpolación de kriging, es necesario realizar dos tareas: (1) descubrir las reglas de dependencia y (2) realizar las predicciones.

Para completar estas dos tareas, kriging atraviesa un proceso de dos pasos: (1) crea los variogramas y (2) las funciones de covarianza. Ambos procesos se realizan para calcular los valores de dependencia estadística (denominada autocorrelación espacial) que dependen del modelo de autocorrelación (ajustar un modelo).

La aplicación de este método implica que los datos se utilicen dos veces, debido a estas dos tareas bien distintivas: la primera vez, para calcular la autocorrelación espacial de los datos, y la segunda, para hacer las predicciones.

El ajuste de un modelo, o modelado espacial, también se conoce como análisis estructural o variografía. En el modelado espacial de la estructura de los puntos medidos, se comienza con el gráfico del semivariograma empírico. La fórmula implica calcular la diferencia cuadrada entre los valores de las ubicaciones asociadas.

A veces cada par de ubicaciones tiene una distancia única y suele haber varios pares de puntos. La representación de todos los pares rápidamente se vuelve imposible de administrar. En lugar de representar cada par, los pares se agrupan en parejas de intervalo.

La autocorrelación espacial cuantifica un principio básico de geografía: es más probable que las cosas que están más cerca sean más parecidas que las que están más alejadas. Entonces, los pares de ubicaciones que están más cerca deberían tener valores más similares. A medida que los pares de ubicaciones estén más separados entre sí, deberían ser más distintos y tener una diferencia cuadrada más grande.

El siguiente paso es ajustar un modelo a los puntos que forman el semivariograma empírico. El moldeado del semivariograma es un paso clave entre la descripción espacial y la predicción espacial. La aplicación principal de kriging es la predicción de los valores de atributo en las ubicaciones que no fueron muestreadas. El semivariograma empírico proporciona información sobre la autocorrelación espacial de los datos. Sin embargo, no suministra información para todas las direcciones y distancias posibles. Por esta razón, y para asegurar que las predicciones de kriging tengan varianzas de kriging positivas, es necesario ajustar un modelo (es decir, una función o curva continua) al semivariograma empírico.

Para ajustar un modelo al semivariograma empírico, se selecciona una función que sirva como modelo, por ejemplo, un tipo esférico que se eleve y nivele las distancias más grandes que sobrepasan un determinado rango. Existen desviaciones de los puntos en el semivariograma empírico con respecto al modelo; algunos están por encima de la curva del modelo y algunos están por debajo. Sin embargo, si se suma la distancia de cada punto por encima de la línea y la distancia de cada punto por debajo, los dos valores deberían ser similares.

La herramienta Kriging proporciona las siguientes funciones para elegir el modelado del semivariograma empírico: (1) circular, (2) esférica, (3) exponencial, (4) gaussiana y (5) lineal.

El modelo seleccionado influye en la predicción de los valores desconocidos, en particular cuando la forma de la curva cercana al origen difiere significativamente. Cuanto más pronunciada sea la curva cercana al origen, más influirán los vecinos más cercanos en la predicción. Como resultado, la superficie de salida será menos suave. Cada modelo está diseñado para ajustarse a diferentes tipos de fenómenos de forma más precisa.

Como se indicó previamente, el semivariograma muestra la autocorrelación espacial de los puntos de muestra medidos. Tal como lo expresa un principio básico de la geografía (las cosas más cercanas son más parecidas), los puntos medidos que están cerca por lo general tendrán una diferencia cuadrada menor que la de aquellos que están más distanciados. Una vez representados todos los pares de ubicaciones se ajusta un modelo para estas ubicaciones.

Cuando se ha descubierto la autocorrelación entre los datos y se ha finalizado con el primer uso de los datos (usar la información espacial de los datos para calcular las distancias y modelar la autocorrelación espacial) se puede realizar una predicción utilizando el modelo ajustado. Después de esto, se aparta el semivariograma empírico.

Al igual que la interpolación de IDW, kriging forma ponderaciones a partir de los valores medidos circundantes para prever ubicaciones sin dato. Asimismo, los valores medidos que estén más cerca de las ubicaciones sin medida tienen la mayor influencia. Sin embargo, las ponderaciones de kriging para los puntos medidos circundantes son más sofisticadas que las del método IDW. Este último utiliza un algoritmo simple basado en la distancia, mientras que las ponderaciones de kriging provienen de un semivariograma que se desarrolló observando la naturaleza espacial de los datos. Para crear una superficie continua del fenómeno, se realizan predicciones para cada ubicación, o centro de celda, en el área de estudio basadas en el semivariograma y la disposición espacial de los valores medidos que son cercanos.

Existen dos métodos kriging: (1) ordinario y (2) universal.

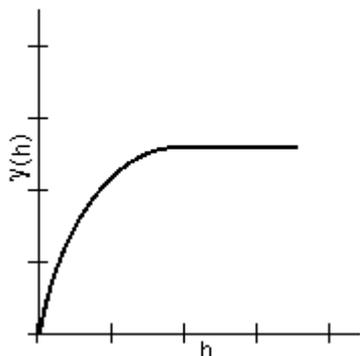
(1) El kriging ordinario es el más general y más utilizado de los métodos kriging y es el predeterminado. Presupone que el valor medio constante es desconocido. Esa es una presuposición razonable a menos que haya una razón científica para rechazarla.

(2) El kriging universal presupone que hay una tendencia de invalidación en los datos que puede modelarse a través de la función determinística polinómica. Esta función polinómica se resta de los puntos medidos originalmente y la autocorrelación se modela a partir de los errores aleatorios. Una vez que el modelo se ajusta a los errores aleatorios y antes de realizar una predicción, se vuelve a sumar la función polinómica a las predicciones para obtener resultados significativos. El kriging universal solo se debe utilizar si se conoce una tendencia en los datos y se puede dar una justificación científica para describirla.

Kriging es un procedimiento complejo que requiere de un mayor conocimiento sobre las estadísticas espaciales. Kriging se basa en una teoría de variables regionalizadas que presupone que la variación espacial en el fenómeno representado por los valores z es estadísticamente homogénea a lo largo de toda la superficie. Esta hipótesis de homogeneidad espacial es fundamental para la teoría de variables regionalizadas.

Las formas generales y las ecuaciones de los modelos matemáticos utilizados para describir la semivarianza son (ver Figura 85):

SPHERICAL

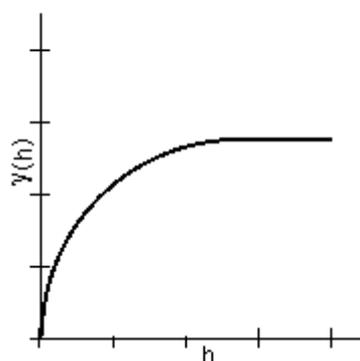


$$\psi(h) = c_0 + c \left(\frac{3h}{2\alpha} - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{\alpha} \right)^3 \right) \quad 0 < h \leq \alpha$$

$$\psi(h) = c_0 + c \quad h > \alpha$$

$$\psi(0) = 0$$

CIRCULAR

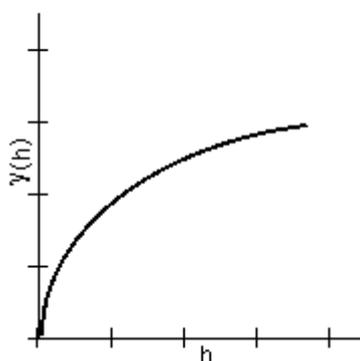


$$\psi(h) = c_0 + c \left(1 - \frac{2}{\pi} \cos^{-1} \left(\frac{h}{\alpha} \right) + \sqrt{1 - \frac{h^2}{\alpha^2}} \right) \quad 0 < h \leq \alpha$$

$$\psi(h) = c_0 + c \quad h > \alpha$$

$$\psi(0) = 0$$

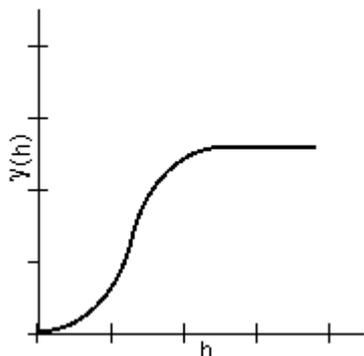
EXPONENTIAL



$$\psi(h) = c_0 + c \left(1 - \exp \left(-\frac{h}{r} \right) \right) \quad h > 0$$

$$\psi(0) = 0$$

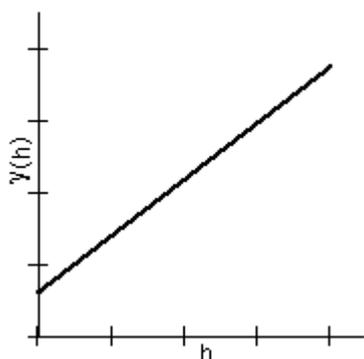
GAUSSIAN



$$\gamma(h) = c_0 + c \left(1 - \exp\left(-\frac{h^2}{r^2}\right) \right) \quad h > 0$$

$$\gamma(0) = 0$$

LINEAR



$$\gamma(h) = c_0 + c \left(\frac{h}{\alpha} \right) \quad 0 < h \leq \alpha$$

$$\gamma(h) = c_0 + c \quad h > \alpha$$

$$\gamma(0) = 0$$

Figura 85. Formas generales y las ecuaciones de los modelos matemáticos utilizados para describir la semivarianza (sacado de ArcGis DeskTop Help versión 10.1).

6.2.2 Mapas de isoconcentración de ion sodio en el entorno del balneario de A Toxa

6.2.2.1 Análisis de los datos utilizados

El balneario de A Toxa está formado por 7 alumbramientos: (1) la Fábrica o Pozo nº 1, (2) Caliente Lateral o Pozo nº 2, (3) Capilla o pozo nº 3, (4) El Mar o Pozo nº 4, (5) Huerta Fría o Pozo nº 5, (6) Huerta Caliente o Pozo nº 6 y (7) Finca o Pozo nº 7.

Todos los alumbramientos son de tipo “pozo” si bien los alumbramientos la Fábrica o Pozo nº 1 y Caliente Lateral o Pozo nº 2 han sido calificados como tipo “pozo/galería”. Se trata de pozos someros con una profundidad entre 2.5 m y 5.5 m. No se dispone de información de profundidad en el alumbramiento Finca o Pozo nº 7. Todas las aguas están clasificadas como Mineromedicinal – Termal, Hipertermal, de mineralización fuerte y composición clorurado sódico. No se dispone de esta información del alumbramiento Finca o Pozo nº 7.

Para realizar este tratamiento geoestadístico se han utilizado los datos de concentración de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos del balneario de A Toxa.

Tan sólo el alumbramiento Finca o Pozo nº 7 no dispone de dato. Este tratamiento es una aproximación al mapa de predicción elaborado con kriging. Los alumbramientos están muy cerca entre sí (entre 16.00 y 32.00 m) excepto el alumbramiento Finca o Pozo nº 7 (a 265 m) por lo que a priori cabe esperar un mapa de isoconcentración de ion sodio con un escaso desarrollo en superficie.

Antes de realizar un tratamiento geoestadístico hay que analizar los datos disponibles. Los estadísticos muestran que se dispone de 6 datos de concentración de ion sodio (mg/l) con un valor mínimo de concentración de 10200 mg/l y un valor máximo de 11100 mg/l. El valor medio es 10417 mg/l (ver Figura 86). Estas concentraciones de ion sodio corresponden a agua de mar por lo que cabe esperar un fenómeno de intrusión marina en la que la concentración de ion sodio disminuye hacia el interior de la isla.

La mediana es 10250 mg/l ligeramente diferente a la media por lo que se estima realizar un análisis logarítmico de los datos (ver Figura 87). Tras el análisis logarítmico se observa que media y mediana se aproximan por lo que se decide realizar un análisis geoestadístico logarítmico de los datos.

Para realizar el análisis geoestadístico se han utilizado las siguientes capas:

(1) Captaciones_Vinculado. Capa de tipo punto que contiene toda la información de la base de datos "Balnearios". Los datos de la capa se han filtrado y se ha extraído la información correspondiente a la concentración de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos del balneario de A Toxa.

(2) A_Toxa_Sodio_MG_L. Capa resultante de la aplicación de los filtros sobre la capa Captaciones_Vinculado. Contiene la información correspondiente a la concentración de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos del balneario de A Toxa por duplicado para poder aplicar el procedimiento kriging.

(3) Galicia_25. Capa poligonal simple escala 1:25.000 que contiene la geometría de la Comunidad Autónoma de Galicia.

(4) Xeoloxia_50. Capa poligonal simple escala 1:50.000 que contiene la geología de la Comunidad Autónoma de Galicia.

(5) Litoloxia. Tabla de datos que contiene la información referente a la litología de las unidades geológicas. Esta tabla se ha relacionado con la capa Xeoloxia_50.

(6) Faia_50. Capa de líneas simple escala 1:50.000 que contiene las fallas de la Comunidad Autónoma de Galicia.

Todas las capas están georreferenciadas al Datum ETRS89 UTM Zone 29N.

En la Figuras 86 a 89 se muestra el análisis de los histogramas y de los gráficos cuantil-cuantil normal de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos del balneario de A Toxa. Asimismo se muestra el gráfico de tendencia, semivariograma y covarianza de los datos. El análisis de estos diagramas

permite conocer: (1) el tipo de dato disponible, (2) su comportamiento, (3) tendencia, (4) dispersión, (5) errores, etc. En las Figuras 90 a 92 se muestra la tendencia de los datos, semivariograma y covarianza respectivamente.

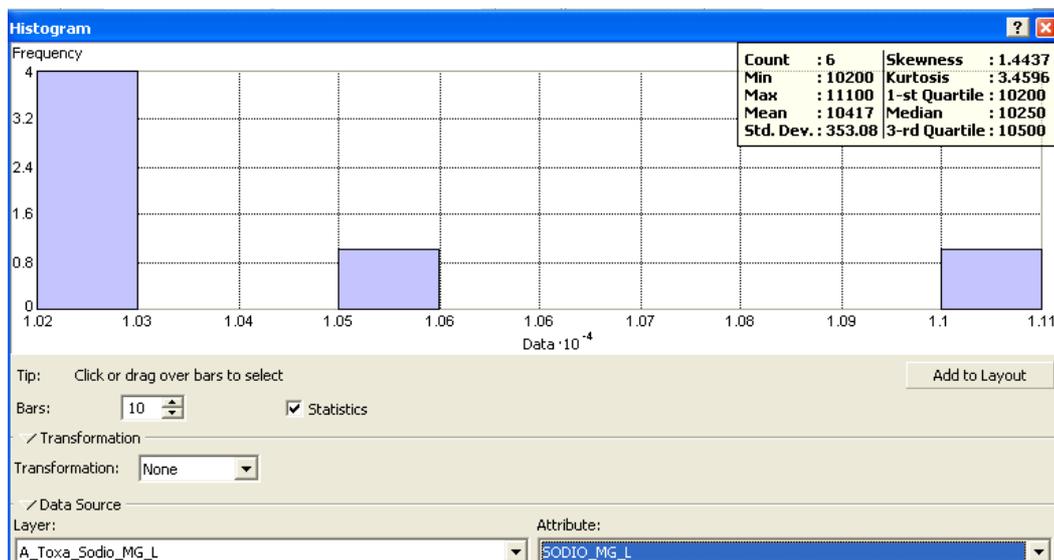


Figura 86. Histograma de los datos correspondiente a la concentración de ion sodio (mg/l) sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).

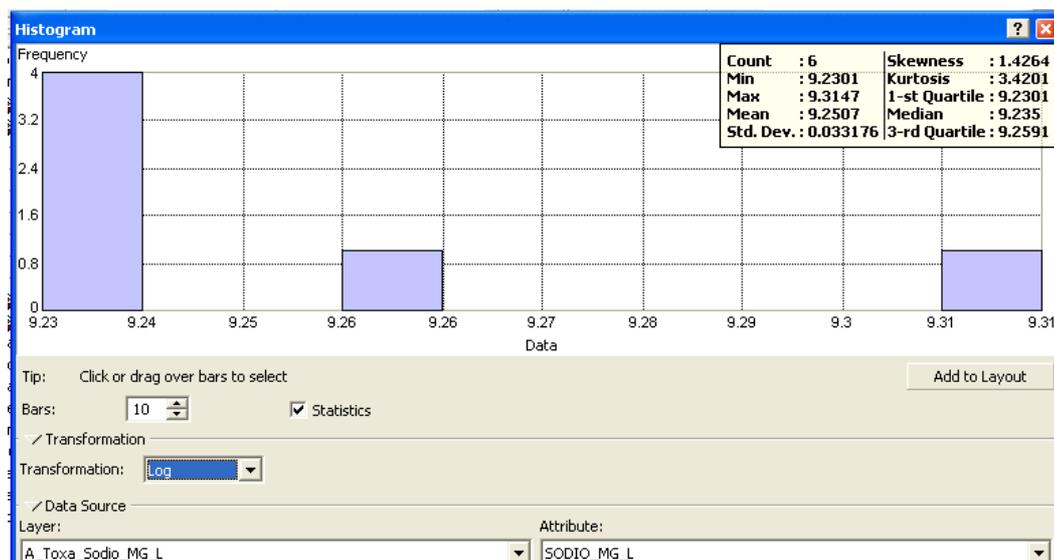


Figura 87. Histograma de los datos correspondiente a la concentración de ion sodio (mg/l) tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución logarítmica).

Tras el análisis de los datos mediante el histograma se analiza el gráfico cuantil-cuantil normal para evaluar la similitud de la distribución de los valores con el de una distribución normal estándar. La línea en el diagrama cuantil-cuantil normal muestra los valores esperados para una distribución normal. Se observa que el diagrama se aleja ligeramente de los valores esperados para una distribución

normal (ver Figura 88). Se decide mantener el tratamiento geoestadístico logarítmico de los datos (ver Figura 89).

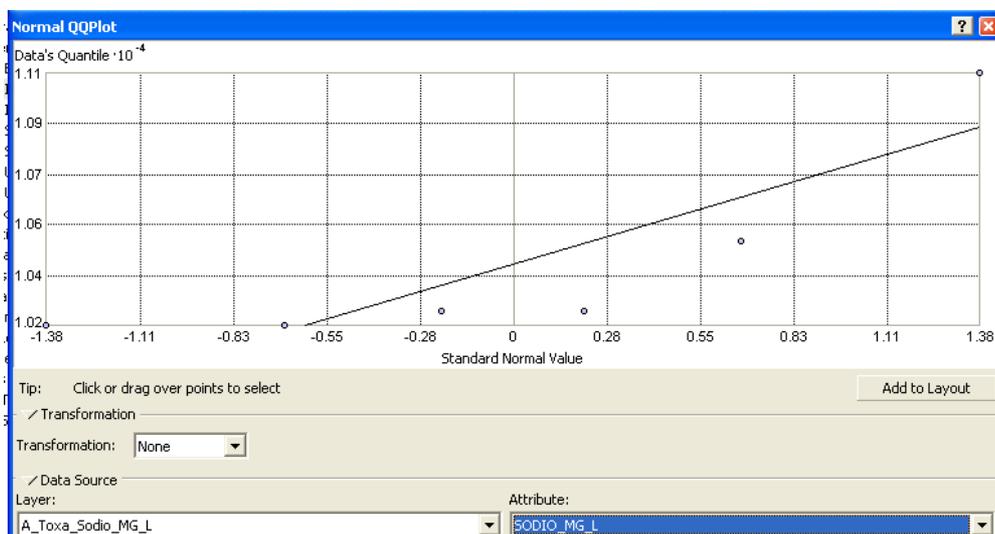


Figura 88. Diagrama cuantil - cuantil normal de los datos correspondiente a la concentración de ion sodio (mg/l) sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).

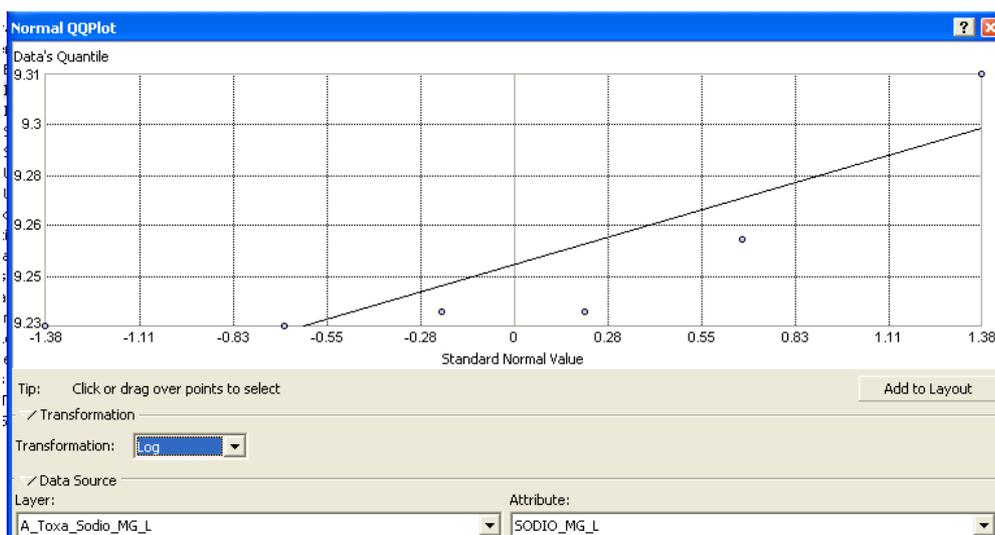


Figura 89. Diagrama cuantil-cuantil logarítmico de los datos correspondiente a la concentración de ion sodio (mg/l) tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución normal).

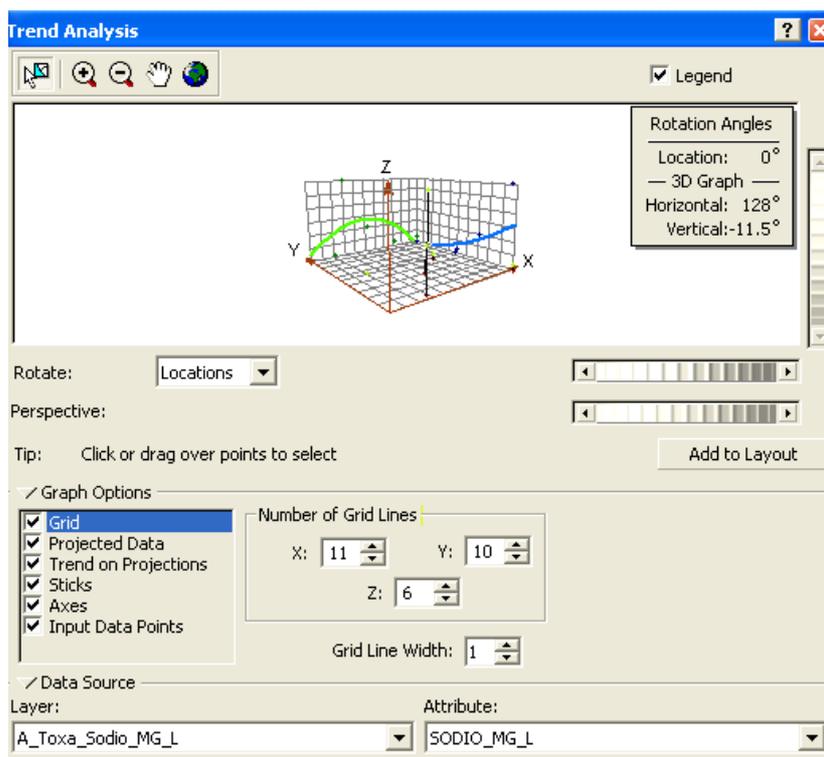


Figura 90. Análisis de tendencia de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos del balneario de A Toxa. Se observa que los datos tienen una tendencia cuadrática.

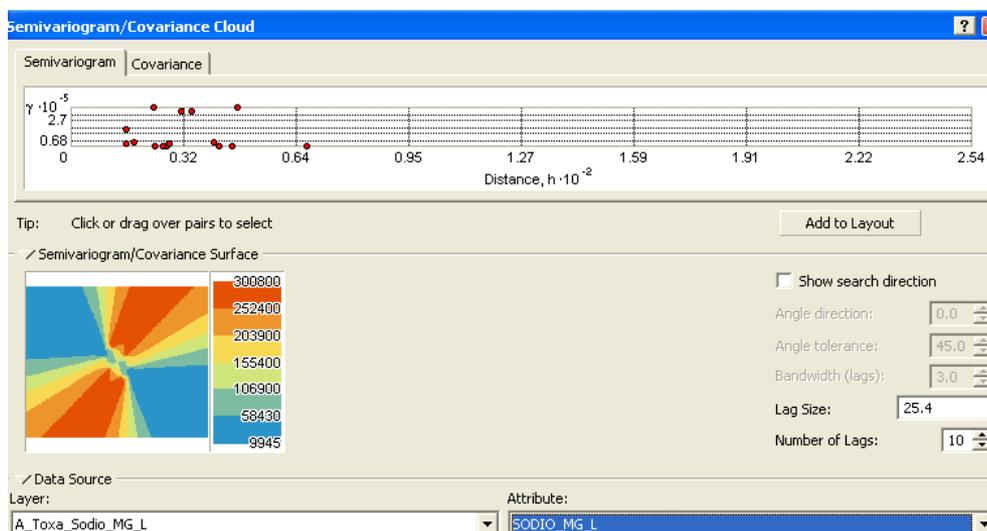


Figura 91. Semivariograma de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos del balneario de A Toxa.

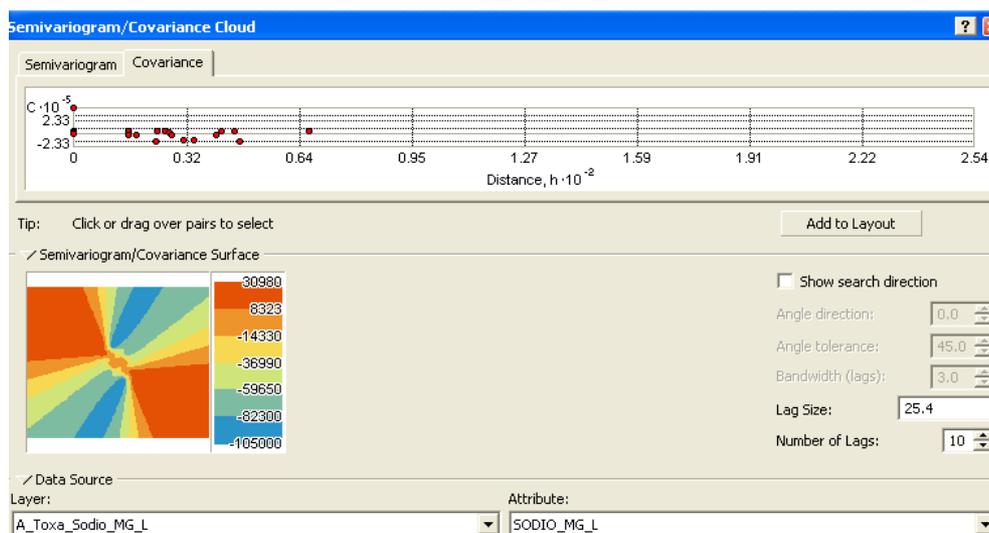


Figura 92. Covarianza de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos del balneario de A Toxa.

6.2.2.2 Análisis de resultados

Tras el análisis de los estadísticos se procede a la aplicación del procedimiento de kriging sobre los datos disponibles de concentración de ion sodio (mg/l) en los alumbramientos del balneario de A Toxa. Para ello se aplica un modelo de predicción y una transformación logarítmica a los datos. Para ajustar un modelo al semivariograma empírico, se selecciona una función de tipo esférico y se indica que se trata de un medio anisótropo. Existen desviaciones de los puntos en el semivariograma empírico con respecto al modelo; algunos están por encima de la curva del modelo y algunos están por debajo. Sin embargo, si suma la distancia de cada punto por encima de la línea y la distancia de cada punto por debajo, los dos valores deberían ser similares. En el semivariograma se observa que no hay efecto nugget (pepita).

En las Figuras 93 a 97 se muestra el semivariograma empírico y el análisis de validación cruzada.

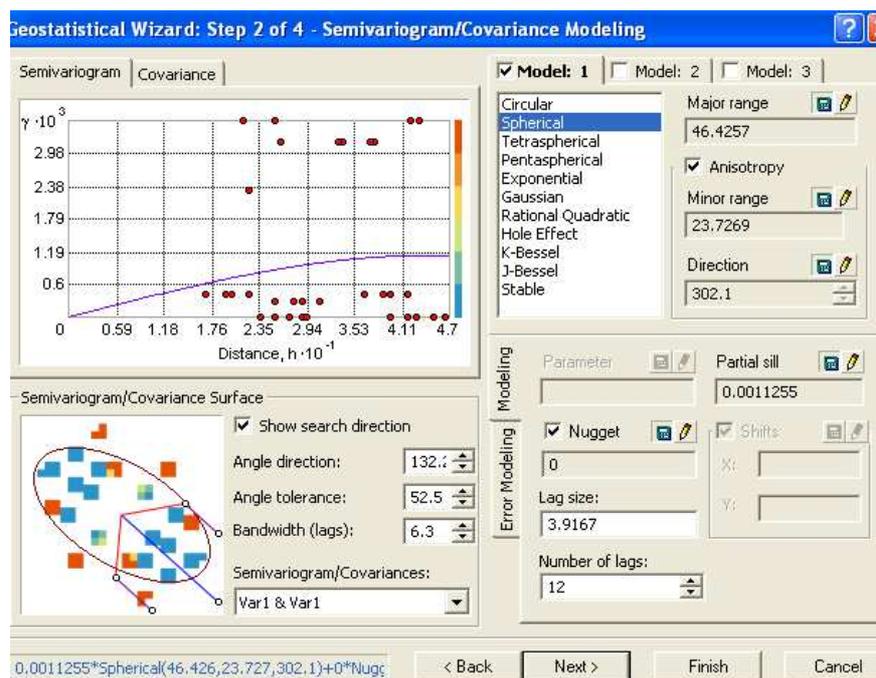


Figura 93. Semivariograma empírico de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) en el balneario de A Toxa. Se ha aplicado un modelo esférico y anisótropo.

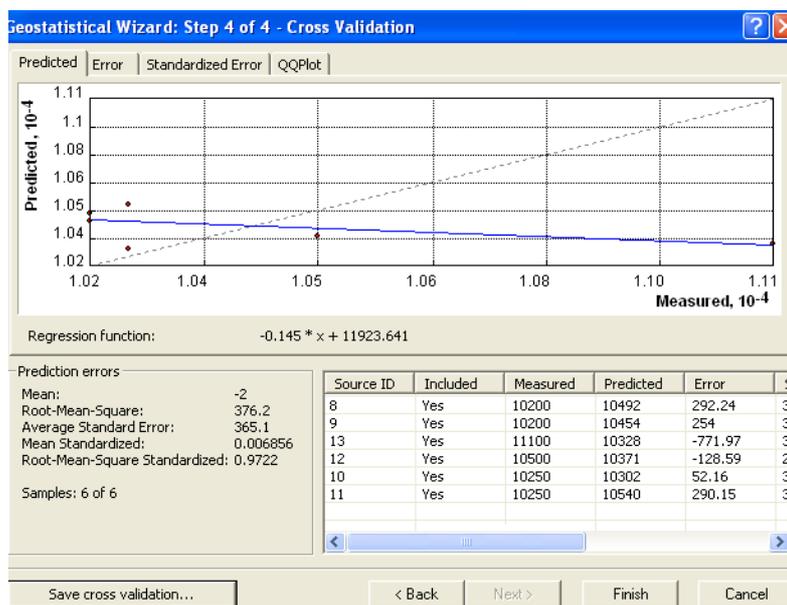


Figura 94. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) en el balneario de A Toxa.

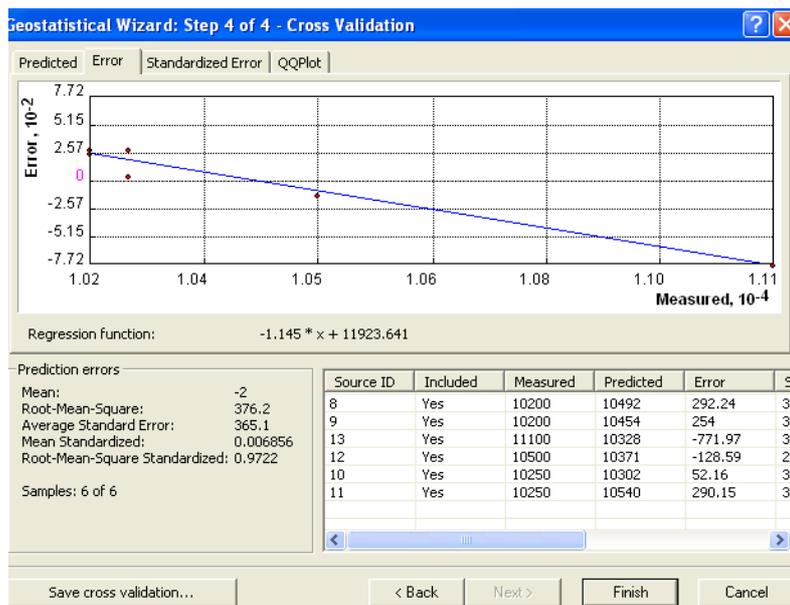


Figura 95. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) en el balneario de A Toxa. Curva de errores.

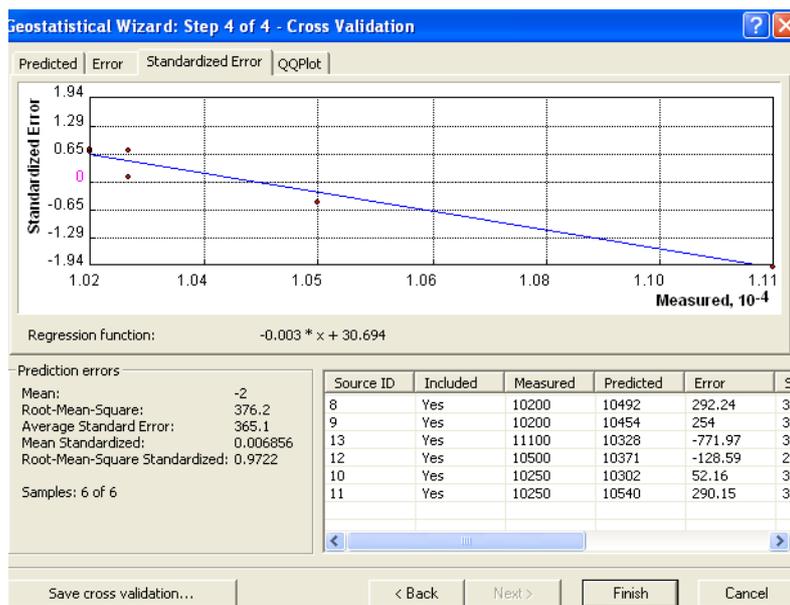


Figura 96. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) en el balneario de A Toxa. Curva de errores estandarizados.

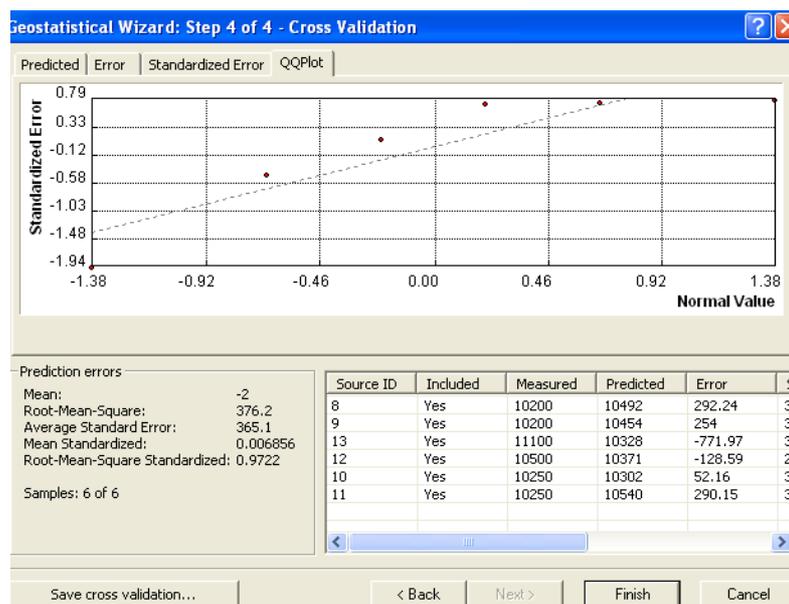


Figura 97. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) en el balneario de A Toxa. Curva cuantil-cuantil normal.

En la Figura 98 se muestra un detalle de los alumbramientos con el nombre de cada uno de los ellos. En la Figura 99 se muestra la ortofoto con la ubicación general de los alumbramientos del balneario de A Toxa. Las ortofotos se han extraído de la aplicación visor desarrollado en este proyecto de tesis BALGAGIS. En la Figura 100 se muestra un detalle de los alumbramientos con el nombre de cada uno de ellos sobre el mapa geológico de la zona. Se observa que los materiales geológicos que afloran en superficie están constituidos por granito y granodiorita biótica de Caldas de Reis.

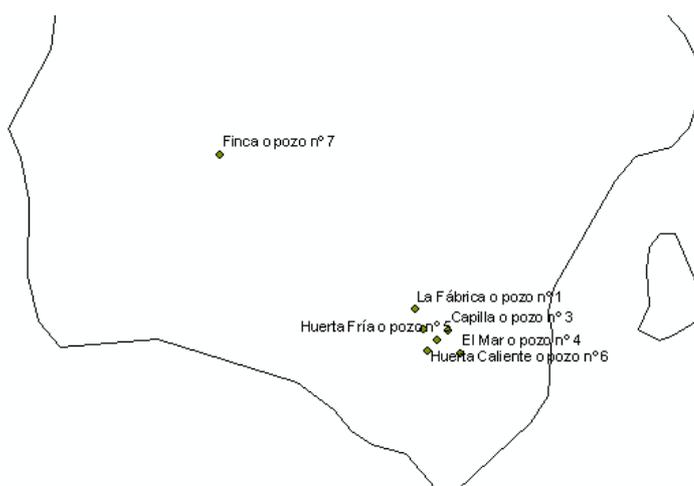


Figura 98. Mapa GIS de la isla de A Toxa. Se muestran los puntos correspondientes a los alumbramientos del balneario de A Toxa y el nombre de los alumbramientos.

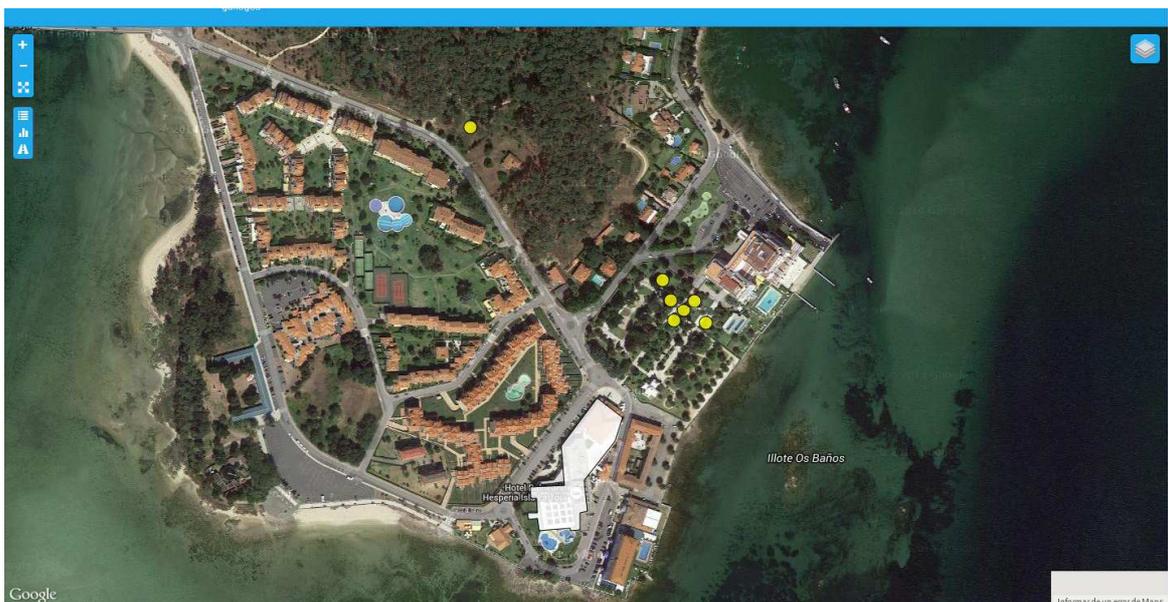


Figura 99. Ortofoto de las instalaciones del balneario de A Toxa. Los puntos en color amarillo correspondientes a los alumbramientos del balneario de A Toxa. Extraído del visor BALGAGIS.

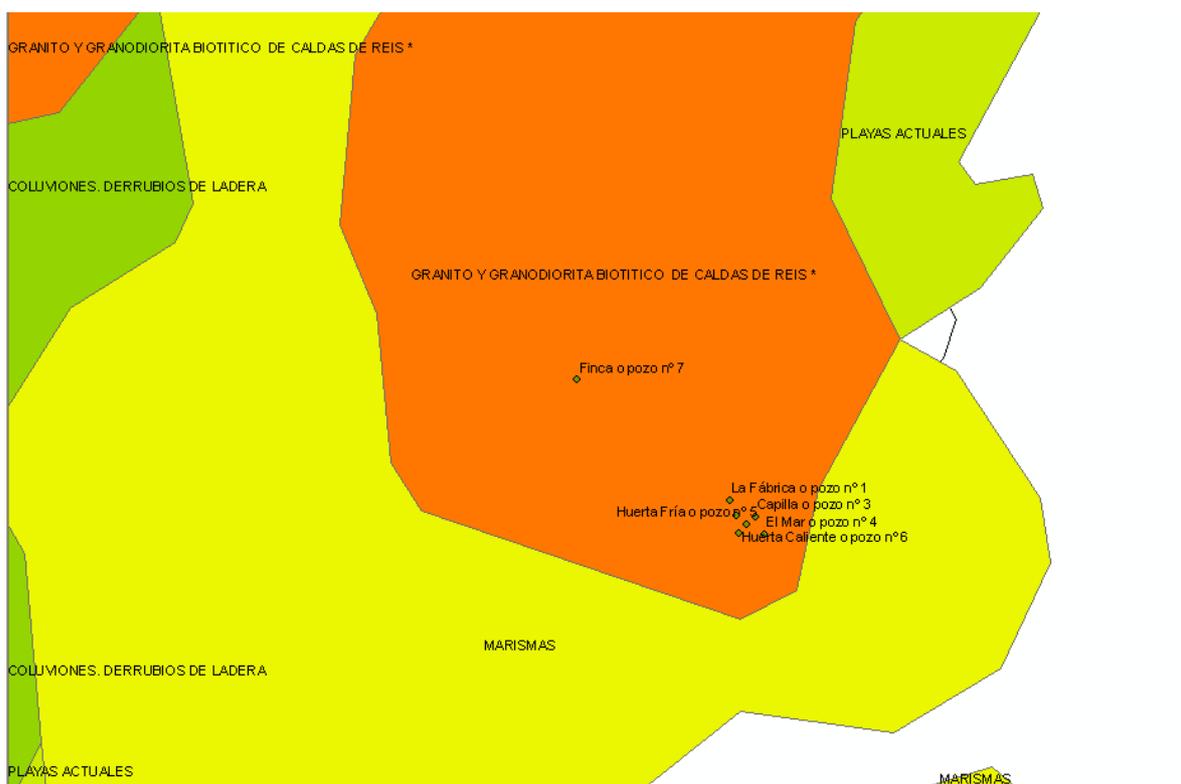


Figura 100. Mapa GIS de la isla de A Toxa. Se muestran los puntos correspondientes a los alumbramientos del balneario de A Toxa y el nombre de los alumbramientos. También se muestra la geología del entorno y la litología correspondiente.

Tras la aplicación del procedimiento kriging descrito en los epígrafes anteriores se obtienen mapas de predicción de valores de concentración de ion sodio (mg/l) en aquellos puntos en los que no se dispone de información. Se trata de mapas de isoconcentración.

Los alumbramientos están muy cerca entre sí (entre 16.00 y 32.00 m) excepto el alumbramiento Finca o Pozo nº 7 (a 265 m) por lo que el mapa de isoconcentración de ion sodio presenta un escaso desarrollo en superficie (ver Figura 101).

Todos los alumbramientos son de tipo “pozo” si bien los alumbramientos la Fábrica o Pozo nº 1 y Caliente Lateral o Pozo nº 2 han sido calificados como tipo “pozo/galería”. Se trata de pozos someros con una profundidad entre 2.5 m y 5.5 m. No se dispone de esta información del alumbramiento Finca o Pozo nº 7.

Todas las aguas están clasificadas como Mineromedicinal – Termal, Hipertermal, de mineralización fuerte y composición clorurado sódico. No se dispone de esta información del alumbramiento Finca o Pozo nº 7.

Teniendo en cuenta: (1) la alta concentración de ion sodio (mg/l) y de otros iones, (2) la poca profundidad de los alumbramientos, (3) la distancia a la línea de costa (100,0 m desde el alumbramiento el Mar o Pozo nº 4), (4) el escaso desnivel que existe entre la línea de costa y los alumbramientos, mucho menor en marea alta y (5) la superficie topográfica plana se concluye que se produce un fenómeno de intrusión marina en los alumbramientos.

Este hecho se corrobora con el mapa de isoconcentración de ion sodio (mg/l). Se observa que las mayores concentraciones de ion sodio (mg/l) se producen en zonas cercanas al litoral (alumbramiento Huerta Caliente o Pozo nº 6). La concentración en ion sodio disminuye progresivamente tal y como se observa en las Figura 102 y 103.

Teniendo en cuenta: (1) el carácter hipertermal de las aguas ($T > 36.9$ °C) con temperaturas de hasta 61 °C en el alumbramiento Huerta Caliente o Pozo nº 6, (2) las altas concentraciones en iones y (3) la mineralización fuerte de las aguas, se produce una mezcla de aguas procedentes de altas profundidades y el agua del mar.

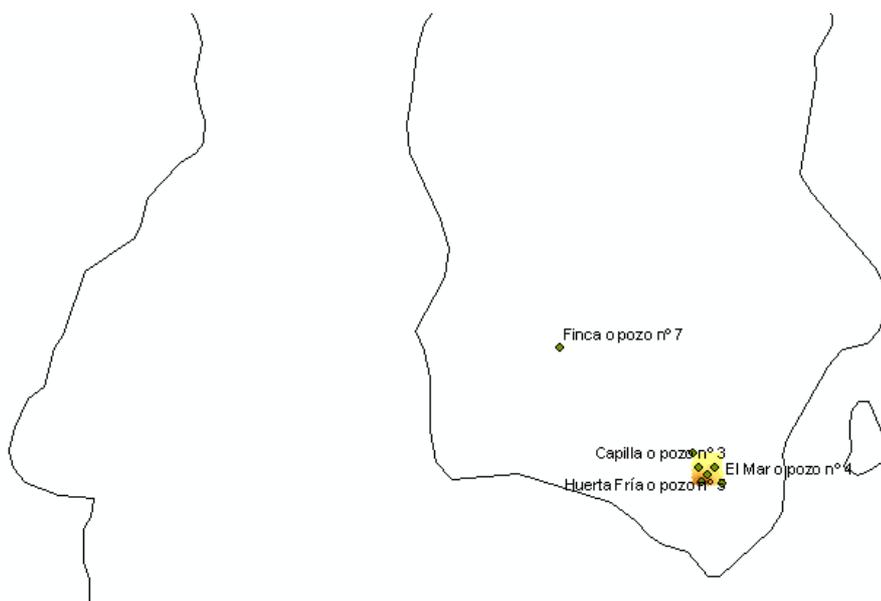


Figura 101. Mapa general de isoconcentraciones de ion sodio (mg/l) de las aguas de los alumbramientos del balneario de A Toxa.

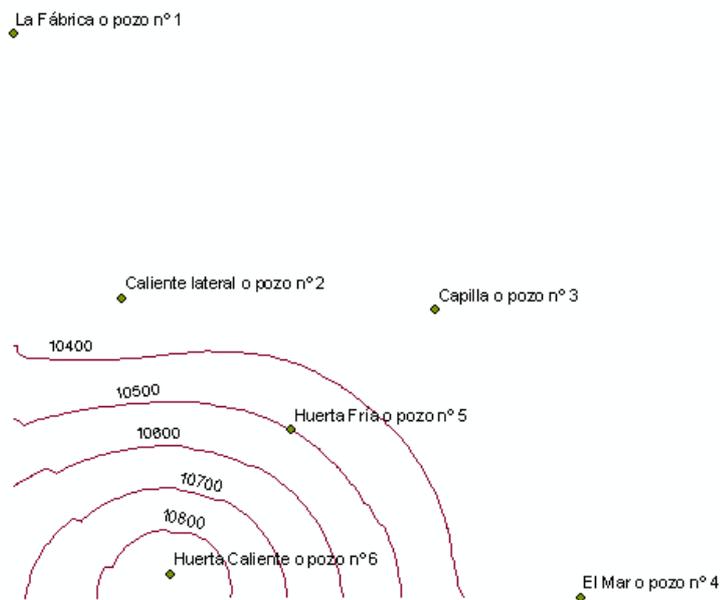


Figura 102. Mapa detalle de isoconcentraciones de ion sodio (mg/l) de las aguas de los alumbramientos del balneario de A Toxa.

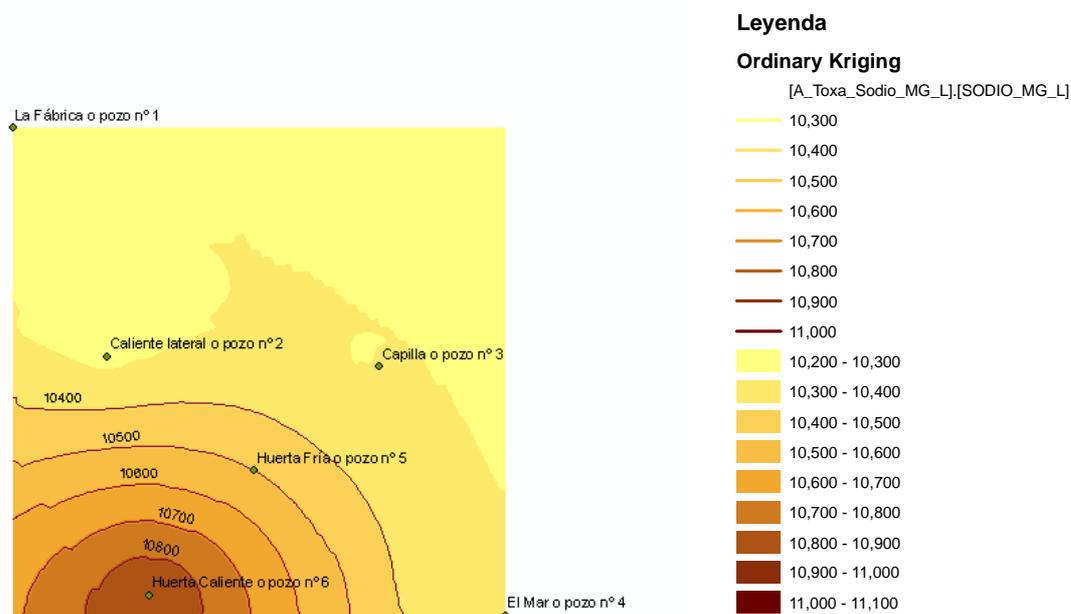


Figura 103. Mapa detalle de isoconcentraciones (contorno) de ion sodio (mg/l) de las aguas de los alumbramientos del balneario de A Toxa.

6.2.2.3 Discusión

El kriging constituye un modelo eficaz de predicción de fenómenos naturales. Su aplicación en la elaboración de mapas de isoconcentración conlleva la disponibilidad de datos veraces y suficientes para la obtención de resultados. Mediante la aplicación de este método se han elaborado mapas de isoconcentración de ion sodio (mg/l) en los alumbramientos del balneario de A Toxa.

Teniendo en cuenta: (1) la interpretación de los mapas de isoconcentraciones, (2) la concentración en otros iones de las aguas de los alumbramientos, (3) la temperatura de las aguas de los alumbramientos y (4) otros parámetros analizados se observa que se produce un fenómeno de intrusión marina y de mezcla de aguas entre las aguas procedentes de altas profundidades y el agua del mar procedente de la intrusión marina.

Las mayores concentraciones de ion sodio (mg/l) se producen en zonas cercanas al litoral (alumbramiento Huerta Caliente o Pozo nº 6). La concentración en ion sodio disminuye progresivamente.

6.3. EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS IONES BICARBONATO, SULFURO, SODIO Y CLORURO DE LAS AGUAS DE LOS BALNEARIOS DE GALICIA. MAPAS DE ISOCONCENTRACIÓN

6.3.1 Mapas de isoconcentración de ion bicarbonato (mg/l) de las aguas de los balnearios de Galicia

6.3.1.1 Introducción

El tratamiento matemático aplicado a los datos es el mismo que el realizado en el epígrafe 6.2.1. Introducción.

6.3.1.2 Análisis de los datos utilizados

De los 128 alumbramientos que forman parte de los balnearios de Galicia, se dispone de información de ion bicarbonato (mg/l) en 73 alumbramientos. En la Tabla 91 se muestran los alumbramientos de los que se dispone de dato de concentración en ion bicarbonato (mg/l) y otra información adicional.

Hay 2 alumbramientos que son de tipo “dren”, 8 de tipo “fuente”, 24 de tipo “manantial”, 26 de tipo “pozo”, 11 de tipo “pozo surgente” y 2 de tipo “pozo/galería” (ver Tablas XXX a 97). La profundidad de los alumbramientos varía entre 1.50 m (Ntra. Sra. De los Ángeles o Burga de O Tremo, Fuente de Prado nº 5, Fuente del Interior nº 6 y Fuente de los Baños nº 7) y 250 m (Pozo A Veiga 1, P-4 ó nº 47).

Asimismo hay 26 alumbramientos que están clasificados según su temperatura de alumbramiento como hipertermal, 27 hipotermal, 2 mesotermal y 18 sin información. Además hay 6 alumbramientos clasificados como mineral natural, 21 mineromedicinal, 35 mineromedicinal termal y 11 sin información.

Tabla 91. Alumbramientos de los balnearios Galicia que disponen de datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l). Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento y valor de concentración de ion bicarbonato (mg/l).

FID	Shape *	ObjectID	X	Y	HOMBRE_CAP	BICARBOIAT
0	Point	1	529400	4716900	Fuente de los Ojos	152
1	Point	2	528244	4716624	Pozo Bomba o Acuña	174
5	Point	6	535873	4720527	Calle Real	61
11	Point	12	535869	4720583	Huerta	76
16	Point	17	535833	4720471	Era Nueva	45
21	Point	22	535842	4720560	San Marcial y San Enrique	91
22	Point	23	529375	4717100	Fuente de las Burgas	164
23	Point	24	512628	4703648	La Fábrica o pozo nº 1	268
24	Point	25	512637	4703626	Caliente lateral o pozo nº 2	202
25	Point	26	512663	4703625	Capilla o pozo nº 3	263
26	Point	27	512675	4703601	El Mar o pozo nº 4	239
27	Point	28	512651	4703615	Huerta Fría o pozo nº 5	256
28	Point	29	512641	4703603	Huerta Caliente o pozo nº 6	209
30	Point	31	561300	4734750	Fonte dos Baños	207
31	Point	32	561431	4734600	Pozo Patio	85
32	Point	33	561425	4734603	Sondeo nº 5	188
33	Point	34	543403	4675252	Troncoso	1710
34	Point	35	544233	4675288	Gándara	980
35	Point	36	544715	4675997	Sabaxáns	209
45	Point	46	535850	4656050	María Cruz nº 751	98
46	Point	47	535873	4656114	Pozo San Antonio	99
47	Point	48	535894	4656135	Pozo San Francisco	108
48	Point	49	569546	4678922	Pozo A Veiga 1, PO-1B ó nº 46	124
49	Point	50	569958	4678736	Pozo A Veiga 1, P-4 ó nº 47	105
50	Point	51	579900	4686800	Leias nº 38	400
51	Point	52	574076	4635225	Río Clado nº 60 ó Río Caldo	139
52	Point	53	609695	4677809	Fuente Caliente nº 64	636
54	Point	55	590025	4781200	Fuente de San Juan de Lagostelle	74
55	Point	56	591153	4780849	Pozo de los Potres o del Pinar o S-1	87
58	Point	59	617450	4762200	Manantial Central Romano	175
59	Point	60	617368	4762252	Manantial Piscina	186
62	Point	63	617354	4762270	Lugo Pozo nº 2	181
63	Point	64	617366	4762260	Lugo Pozo nº 3	170
64	Point	65	617432	4762207	Lugo Pozo nº 4	171
65	Point	66	588165	4747138	Nai de Deus	96
66	Point	67	540024	4794823	Agua Caliente	106
67	Point	68	540020	4794835	Agua Templada	119
71	Point	72	525250	4784825	Virgen de la Estrella	117
73	Point	74	527650	4744950	Ntra. Sra. De los Angeles o Burga de O Tremo	138
75	Point	76	540760	4794308	Loureda	129
76	Point	77	614767	4707766	Os Baños - Aguas Santas	188
77	Point	78	614687	4707637	Captación A	185
78	Point	79	614698	4707689	Captación B	232
79	Point	80	614661	4707811	Captación C	180
81	Point	82	576657	4695727	Fuente de Prado nº 5	67
82	Point	83	576637	4695751	Fuente del Interior nº 6	69
83	Point	84	576647	4695762	Fuente de los Baños nº 7	68
84	Point	85	630417	4692600	Castro Candelas	118,3
86	Point	87	570904	4688655	Alumbramiento Principal Berán nº 31	74
87	Point	88	575725	4698300	Balneario de Carballiño	59
88	Point	89	593391	4687398	Baños de Outeiro nº 73	550
89	Point	90	604360	4674225	Fuente del Baño nº 30	684
90	Point	91	593492	4687560	Burga de Arriba nº 75-1	516
91	Point	92	593462	4687548	Burga de Abaixo nº 75-2	512
97	Point	98	592541	4689129	Caldas do Bispo o Fonte Chavasqueira nº 70	322
100	Point	101	575701	4698132	Xardín do Carballiño nº 72	78
101	Point	102	541328	4692967	Pozo Santa Sofía	181
102	Point	103	541141	4692742	A Veiga 2, P-4 o nº 47	105
103	Point	104	548183	4750115	Fonte Santa	28
104	Point	105	539436	4738100	Eo dos Menecos	37
105	Point	106	630279	4644382	Manantial Principal	1610
106	Point	107	630291	4644341	Agua de Fortenova nº 2	242
107	Point	108	630876	4642967	Agua de Cabreiroá sin gas nº 1	140
108	Point	109	630876	4643092	Agua de Cabreiroá con gas nº 2	1490
109	Point	110	584386	4647429	San Xoan de Baños o Baño nº 67	572
110	Point	111	568364	4672507	Fonte dos Ollos nº 6	220
116	Point	117	604257	4672798	Porteiro nº 76	640
118	Point	119	630940	4644462	Sousas Manantial I o Tradicional	1180
119	Point	120	632471	4643790	Sousas Manantial II	732
124	Point	125	598230	4671259	O Ferradal nº 62	69
125	Point	126	596680	4672036	Santán nº 63	38
126	Point	127	603427	4685706	As Means nº 79	28
127	Point	128	593493	4687651	Xardín das Burgas	9

Tabla 92. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) y son de tipo dren. Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	TIPO
574076	4635225	Río Clado nº 60 ó Río Ca	Dren
617450	4762200	Manantial Central Romar	Dren

Tabla 93. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) y son de tipo fuente. Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	TIPO
529400	4716900	Fuente de los Ojos	Fuente
543403	4675252	Troncoso	Fuente
544715	4675997	Sabaxáns	Fuente
590025	4781200	Fuente de San Juan de L	Fuente
604360	4674225	Fuente del Baño nº 30	Fuente
593492	4687560	Burga de Arriba nº 75-1	Fuente
593462	4687548	Burga de Abaixo nº 75-2	Fuente
568364	4672507	Fonte dos Ollos nº 6	Fuente

Tabla 94. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) y son de tipo fuente surgente. Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	TIPO
535869	4720583	Huerta	Pozo surge
535842	4720560	San Marcial y San Enriqu	Pozo surge
561425	4734603	Sondeo nº 5	Pozo surge
544233	4675288	Gándara	Pozo surge
535873	4656114	Pozo San Antonio	Pozo surge
535894	4656135	Pozo San Francisco	Pozo surge
579900	4686800	Laias nº 38	Pozo surge
540024	4794823	Agua Caliente	Pozo surge
540020	4794835	Agua Templada	Pozo surge
541328	4692967	Pozo Santa Sofía	Pozo surge
541141	4692742	A Veiga 2, P-4 o nº 47	Pozo surge

Tabla 95. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) y son de tipo manantial. Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	TIPO
535873	4720527	Calle Real	Manantial
529375	4717100	Fuente de las Burgas	Manantial
561300	4734750	Fonte dos Baños	Manantial
535850	4656050	María Cruz nº 751	Manantial
609695	4677809	Fuente Caliente nº 64	Manantial
617368	4762252	Manantial Piscina	Manantial
527650	4744950	Ntra. Sra. De los Angeles	Manantial
614767	4707766	Os Baños - Aguas Santa	Manantial
576657	4695727	Fuente de Prado nº 5	Manantial
576637	4695751	Fuente del Interior nº 6	Manantial
576647	4695762	Fuente de los Baños nº 7	Manantial
630417	4692600	Castro Candelas	Manantial
570904	4688655	Alumbramiento Principal	Manantial
575725	4698300	Balneario de Carballiño	Manantial
593391	4687398	Baños de Outeiro nº 73	Manantial
592541	4689129	Caldas do Bispo o Fonte	Manantial
575701	4698132	Xardín do Carballiño nº 7	Manantial
548183	4750115	Fonte Santa	Manantial
539436	4738100	Eo dos Menecos	Manantial
584386	4647429	San Xoan de Baños o Ba	Manantial
604257	4672798	Porteiro nº 76	Manantial
598230	4671259	O Ferradal nº 62	Manantial
598680	4672036	Santán nº 63	Manantial

Tabla 96. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) y son de tipo pozo/galería. Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	TIPO
512628	4703648	La Fábrica o pozo nº 1	Pozo/Galería
512637	4703626	Caliente lateral o pozo nº	Pozo/Galería

Tabla 97. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) y son de tipo pozo. Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	TIPO
528244	4716624	Pozo Bomba o Acuña	Pozo
535833	4720471	Era Nueva	Pozo
512663	4703625	Capilla o pozo nº 3	Pozo
512675	4703601	El Mar o pozo nº 4	Pozo
512651	4703615	Huerta Fría o pozo nº 5	Pozo
512641	4703603	Huerta Caliente o pozo nº 6	Pozo
561431	4734600	Pozo Patio	Pozo
569546	4678922	Pozo A Veiga 1, PO-1B ó nº 1	Pozo
569958	4678736	Pozo A Veiga 1, P-4 ó nº 2	Pozo
591153	4780849	Pozo de los Pobres o del	Pozo
617354	4762270	Lugo Pozo nº 2	Pozo
617366	4762260	Lugo Pozo nº 3	Pozo
617432	4762207	Lugo Pozo nº 4	Pozo
588165	4747138	Nai de Deus	Pozo
525250	4784825	Virgen de la Estrella	Pozo
540760	4794308	Loureda	Pozo
614687	4707637	Captación A	Pozo
614698	4707689	Captación B	Pozo
614661	4707811	Captación C	Pozo
630279	4644382	Manantial Principal	Pozo
630291	4644341	Agua de Fontenova nº 2	Pozo
630876	4642967	Agua de Cabreiroá sin g	Pozo
630876	4643092	Agua de Cabreiroá con g	Pozo
630940	4644462	Sousas Manantial I o Tra	Pozo
632471	4643790	Sousas Manantial II	Pozo
603427	4685706	As Means nº 79	Pozo

Teniendo en cuenta la distribución espacial de los datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) en Galicia se estima que los mapas de isoconcentración se concentrarán en aquellas zonas en las que se dispone de datos mientras que aquellas en las que no hay información quedarán sin predicción.

Los estadísticos analizados antes de realizar el tratamiento kriging muestran que el valor mínimo de concentración de ion bicarbonato es 9.0 mg/l y el valor máximo es 1710 mg/l. El valor medio es 277.54 mg/l (ver Figura 104). La mediana es 170 mg/l ligeramente diferente a la media por lo que se estima realizar un análisis logarítmico de los datos (ver Figura 105).

En la realización del análisis geoestadístico se han utilizado las siguientes capas:

(1) Captaciones_Vinculado. Capa de tipo punto que contiene toda la información de la base de datos "Balnearios". Los datos de la capa se han filtrado y se ha extraído la información correspondiente a la concentración de ion bicarbonato (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

(2) Galicia_Bicarbonato_MG_L. Capa resultante de la aplicación de los filtros sobre la capa Captaciones_Vinculado. Contiene la información correspondiente a la concentración de ion bicarbonato (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

(3) Galicia_25. Capa poligonal simple escala 1:25.000 que contiene la geometría de la Comunidad Autónoma de Galicia.

(4) Xeoloxia_50. Capa poligonal simple escala 1:50.000 que contiene la geología de la Comunidad Autónoma de Galicia.

(5) Litoloxia. Tabla de datos que contiene la información referente a la litología de las unidades geológicas. Esta tabla se ha relacionado con la capa Xeoloxia_50.

(6) Faia_50. Capa de líneas simple escala 1:50.000 que contiene las fallas de la Comunidad Autónoma de Galicia.

Todas las capas están georreferenciadas al Datum ETRS89 UTM Zone 29N.

En la Figuras 104 a 107 se muestra el análisis de los histogramas y de los gráficos cuantil-cuantil normal de los datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Asimismo se muestra el gráfico de tendencia, semivariograma y covarianza de los datos.

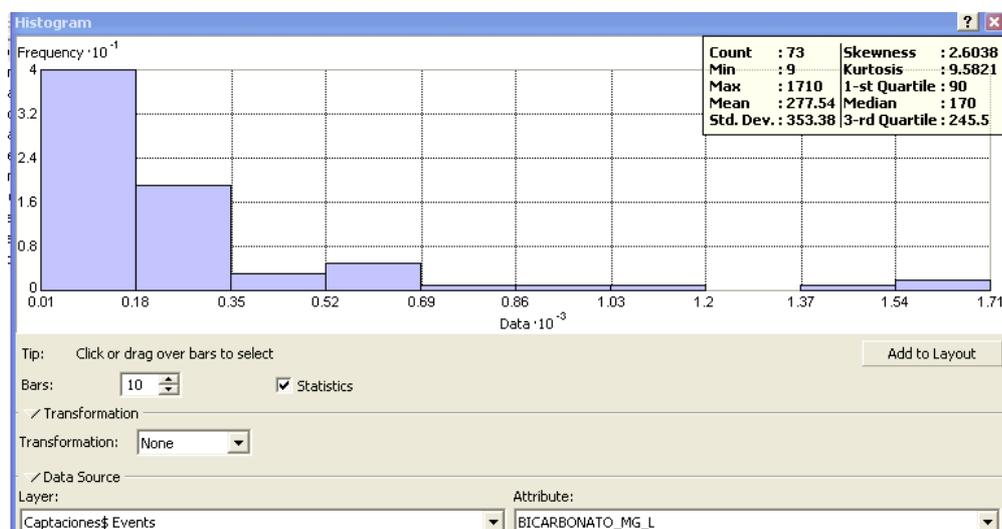


Figura 104. Histograma de los datos correspondiente a la concentración de ion bicarbonato (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).

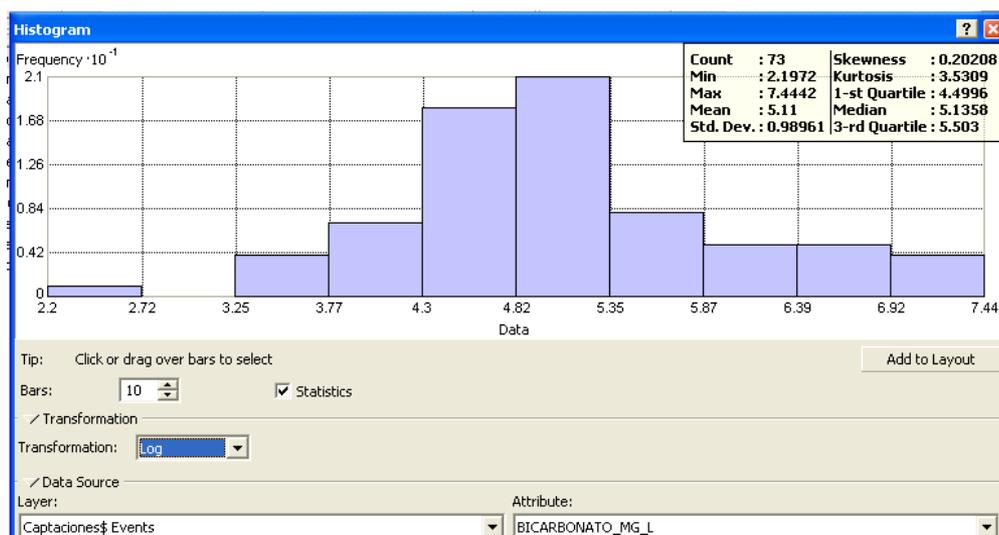


Figura 105. Histograma de los datos correspondiente a la concentración de ion bicarbonato (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución logarítmica).

Tras el análisis de los datos mediante el histograma se analiza el gráfico cuantil-cuantil normal para evaluar la similitud de la distribución de los valores con el de una distribución normal estándar. La línea en el diagrama cuantil-cuantil normal muestra los valores esperados para una distribución normal. Se observa que el diagrama se aleja ligeramente de los valores esperados para una distribución normal (ver Figura 106). Se decide mantener el tratamiento geoestadístico logarítmico de los datos (ver Figura 107).

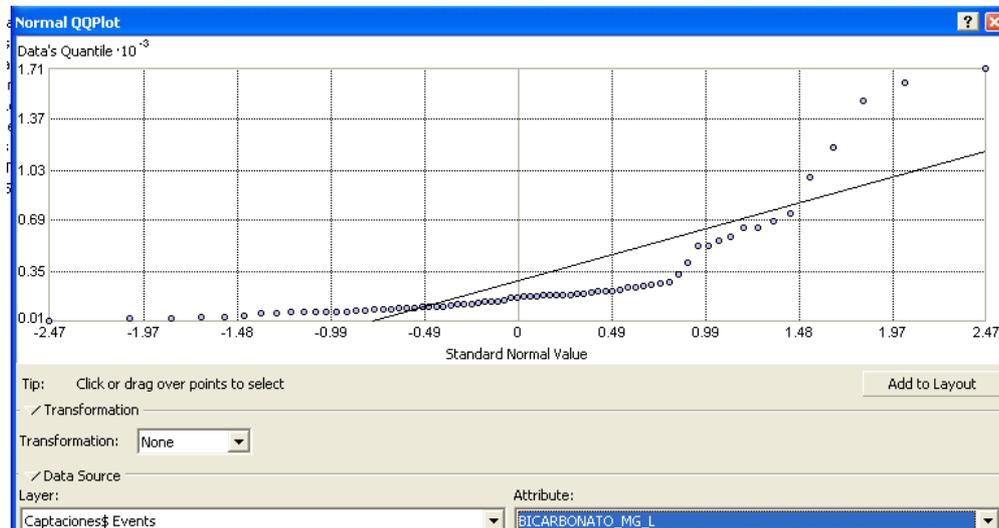


Figura 106. Diagrama cuantil-cuantil normal de los datos correspondiente a la concentración de ion bicarbonato (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).

Asimismo, en las Figuras 108 a 110 se muestra la tendencia de los datos, semivariograma y covarianza respectivamente.

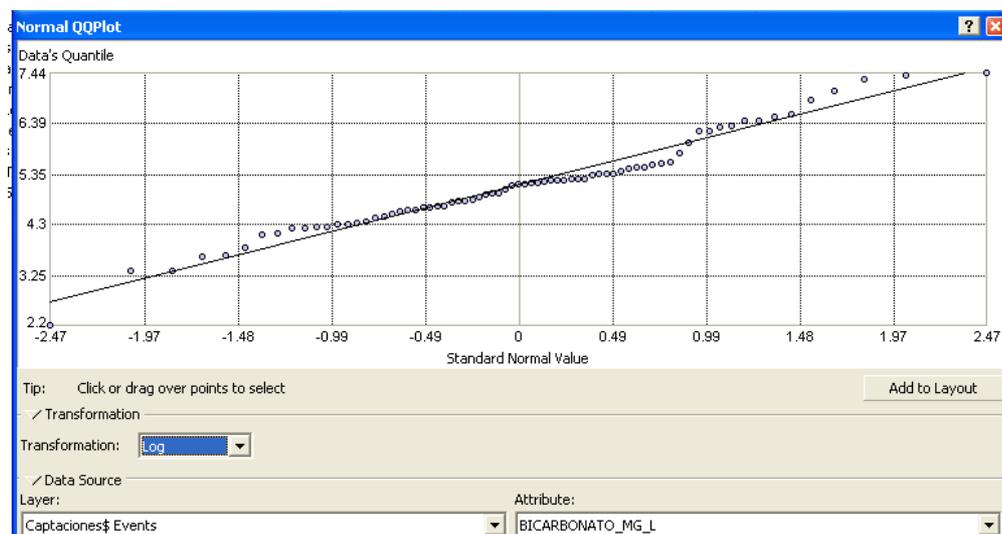


Figura 107. Diagrama cuantil-cuantil logarítmico de los datos correspondiente a la concentración de ion bicarbonato (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución normal).

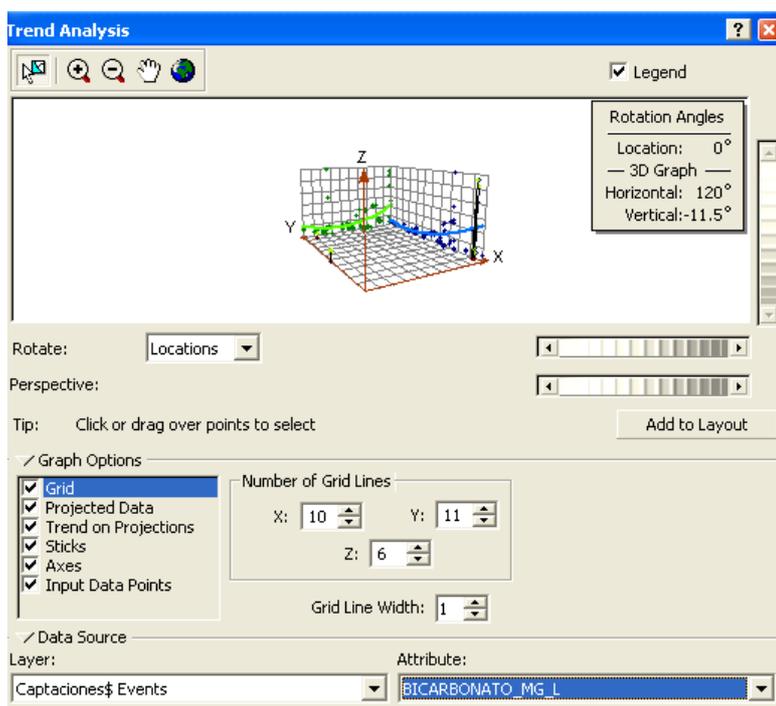


Figura 108. Análisis de tendencia de los datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se observa que los datos tienen una tendencia cuadrática.

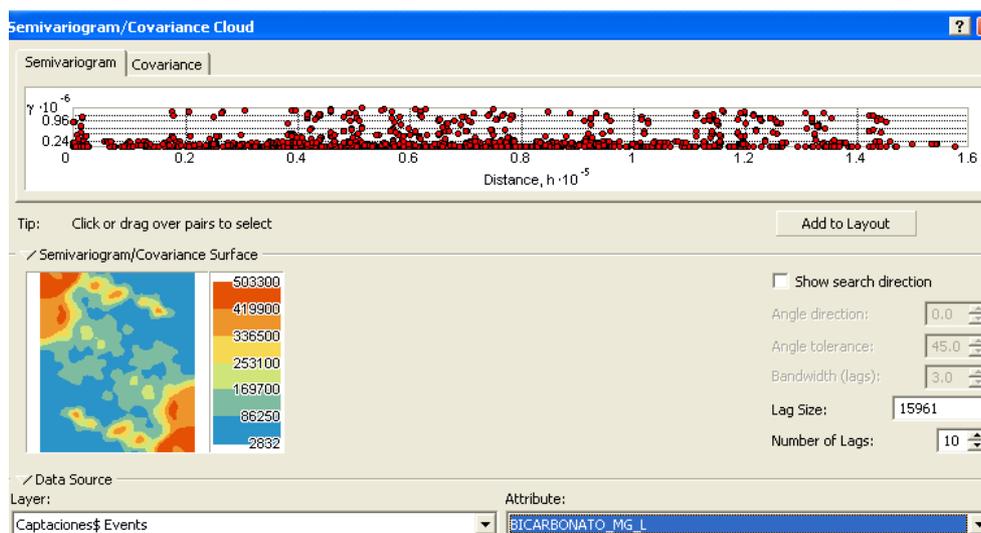


Figura 109. Semivariograma de los datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

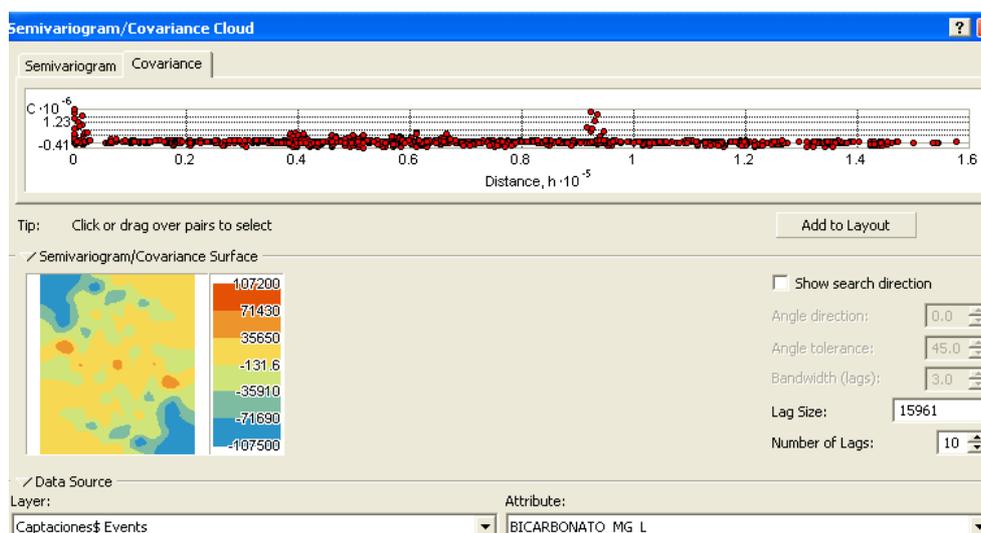


Figura 110. Covarianza de los datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

6.3.1.3 Análisis de resultados

Para ajustar un modelo al semivariograma empírico, se selecciona una función de tipo esférico y se indica que se trata de un medio anisótropo. En el semivariograma se observa que hay efecto nugget (pepita).

En las Figuras 111 a 115 se muestra el semivariograma empírico y el análisis de validación cruzada.

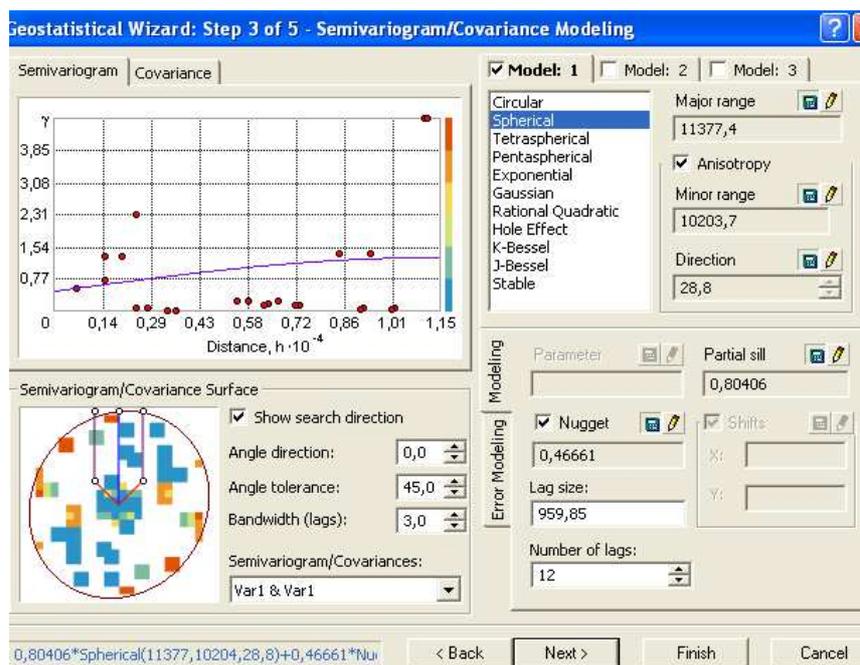


Figura 111. Semivariograma empírico de los datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se ha aplicado un modelo esférico y anisótropo.

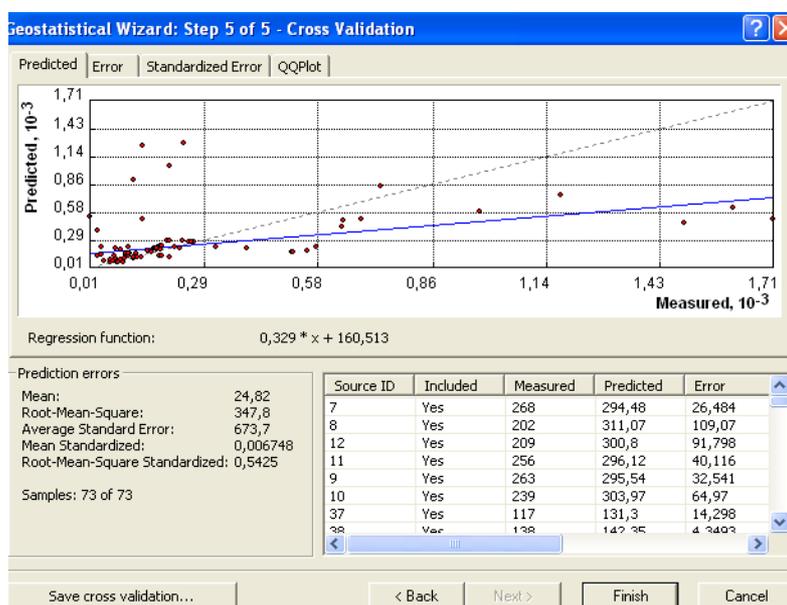


Figura 112. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

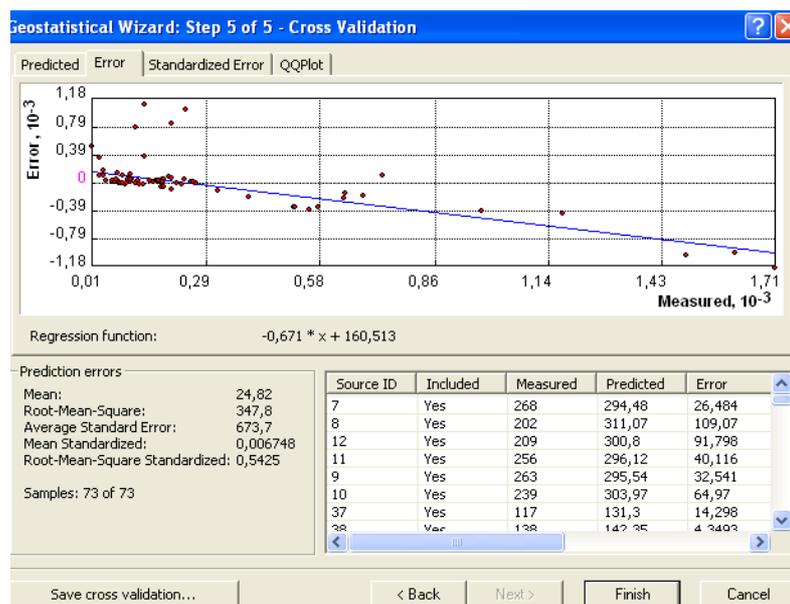


Figura 113. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva de errores.

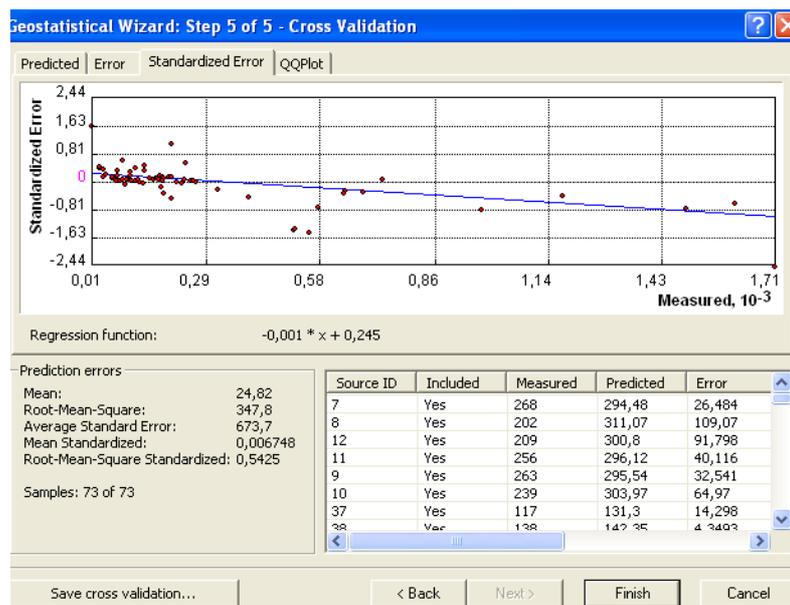


Figura 114. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva de errores estandarizados.

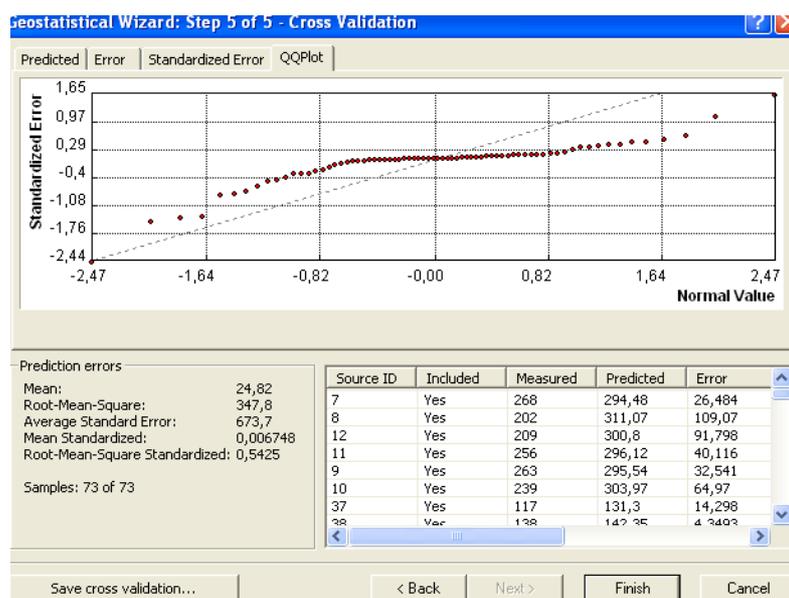


Figura 115. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva cuantil-cuantil normal.

En la Figura 116 se muestra la ortofoto con la ubicación general de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. La ortofoto se ha extraído de la aplicación visor desarrollado en este proyecto de tesis BALGAGIS. En la Figura 117 se muestra la ubicación general en GIS de los alumbramientos de los balnearios de Galicia y el nombre de cada alumbramiento.

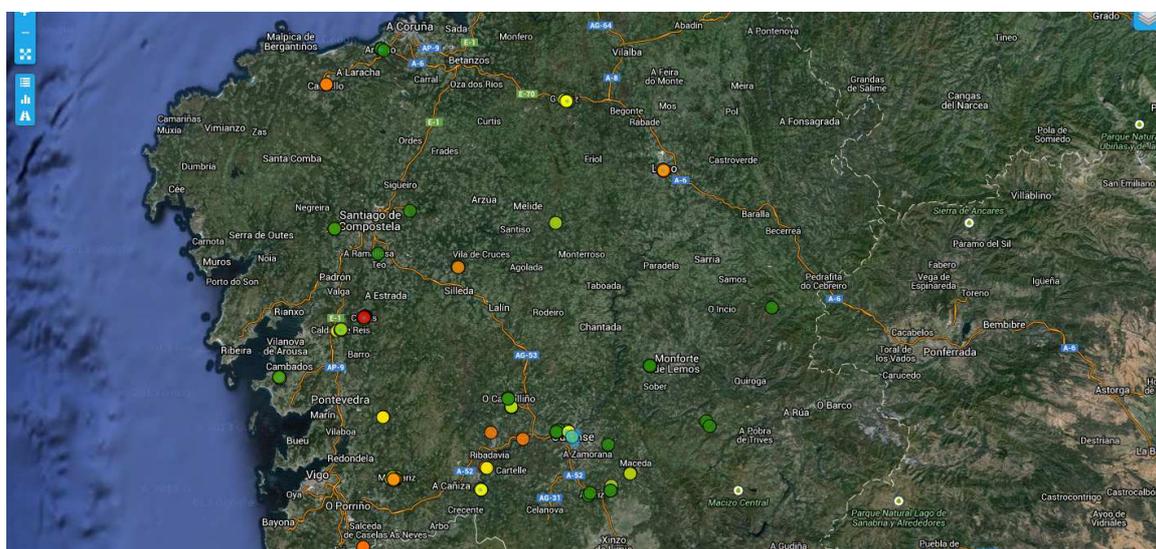


Figura 116. Ortofoto de Galicia. Los puntos de colores correspondientes a los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Extraído del visor BALGAGIS.

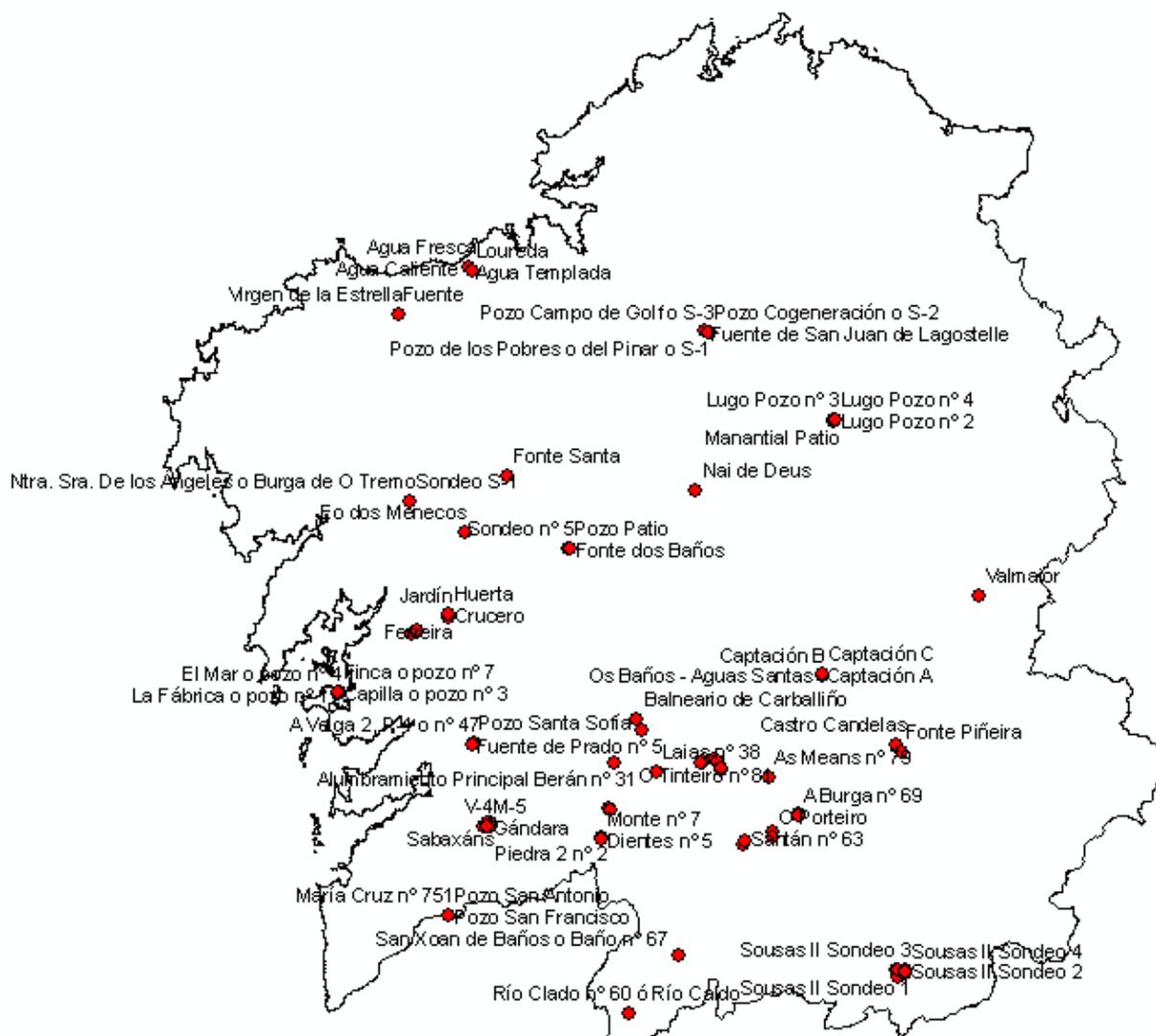


Figura 117. Mapa de Galicia generado en GIS. Se muestran los puntos correspondientes a los alumbramientos y el nombre de los mismos.

En la Figura 118 se muestra el mapa generado en GIS de concentraciones de ion bicarbonato (mg/l) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Los puntos de color azul oscuro representan los alumbramientos con concentración de ion bicarbonato entre 0.00 – 45.00 mg/l. Los puntos de color azul claro representan los alumbramientos con concentración de ion bicarbonato entre 45.01 – 155.00 mg/l. Los puntos de color verde representan los alumbramientos con concentración de ion bicarbonato entre 155.01 – 400.00 mg/l. Los puntos de color amarillo representan los alumbramientos con concentración de ion bicarbonato entre 400.01 – 1000.00 mg/l. Los puntos de color rojo representan los alumbramientos con concentración de ion bicarbonato entre 1000.01 – 1710.00 mg/l. Se observa que las mayores concentraciones de ion bicarbonato (mg/l) en las aguas de los alumbramientos de

los balnearios de Galicia se encuentran en la mitad sur de Galicia. En la zona noroeste se encuentran los alumbramientos con menores concentraciones de ion bicarbonato (mg/l). Hay una franja en la zona este de Galicia de la que no se dispone de información.

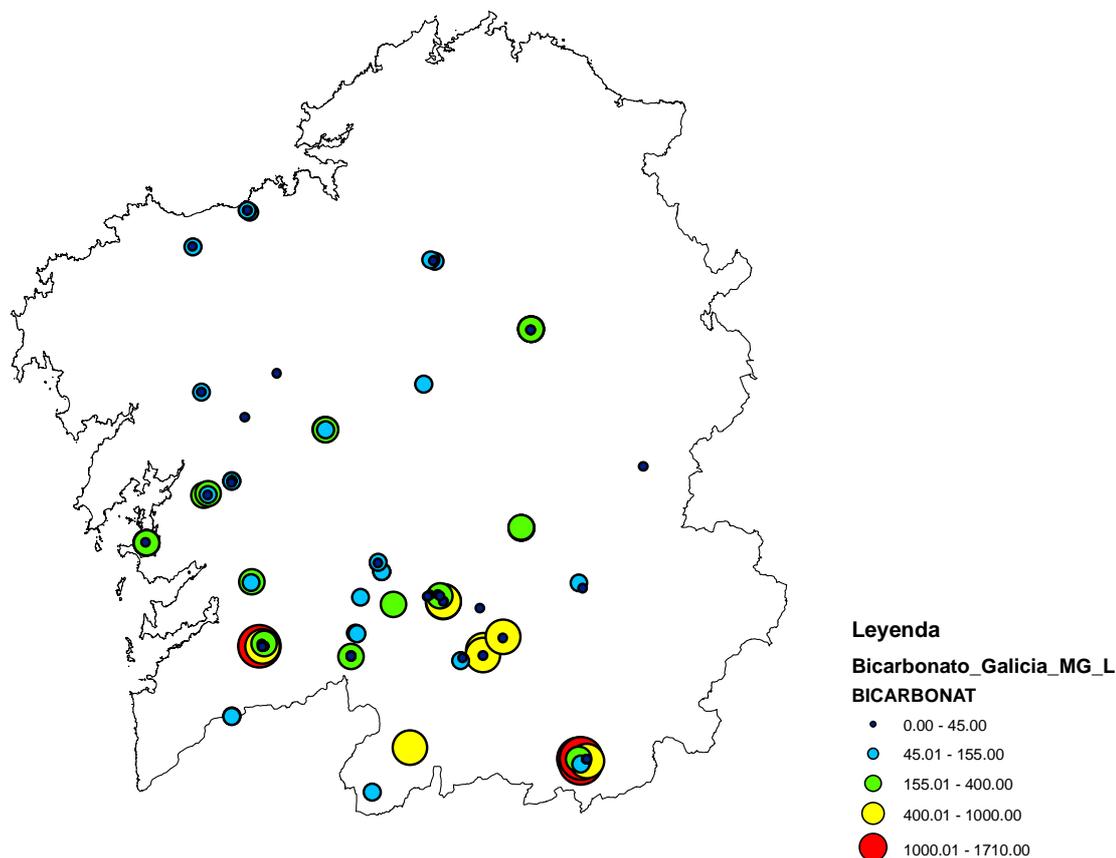


Figura 118. Mapa de la concentración de ion bicarbonato (mg/l) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Los puntos azul oscuro representan los alumbramientos con menor concentración de ion bicarbonato (mg/l). Los puntos de color rojo representan los alumbramientos con mayor concentración de ion bicarbonato (mg/l).

En la Figura 119 se muestra el mapa de concentraciones de ion bicarbonato (mg/l) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia y el mapa geológico de la Comunidad Autónoma.

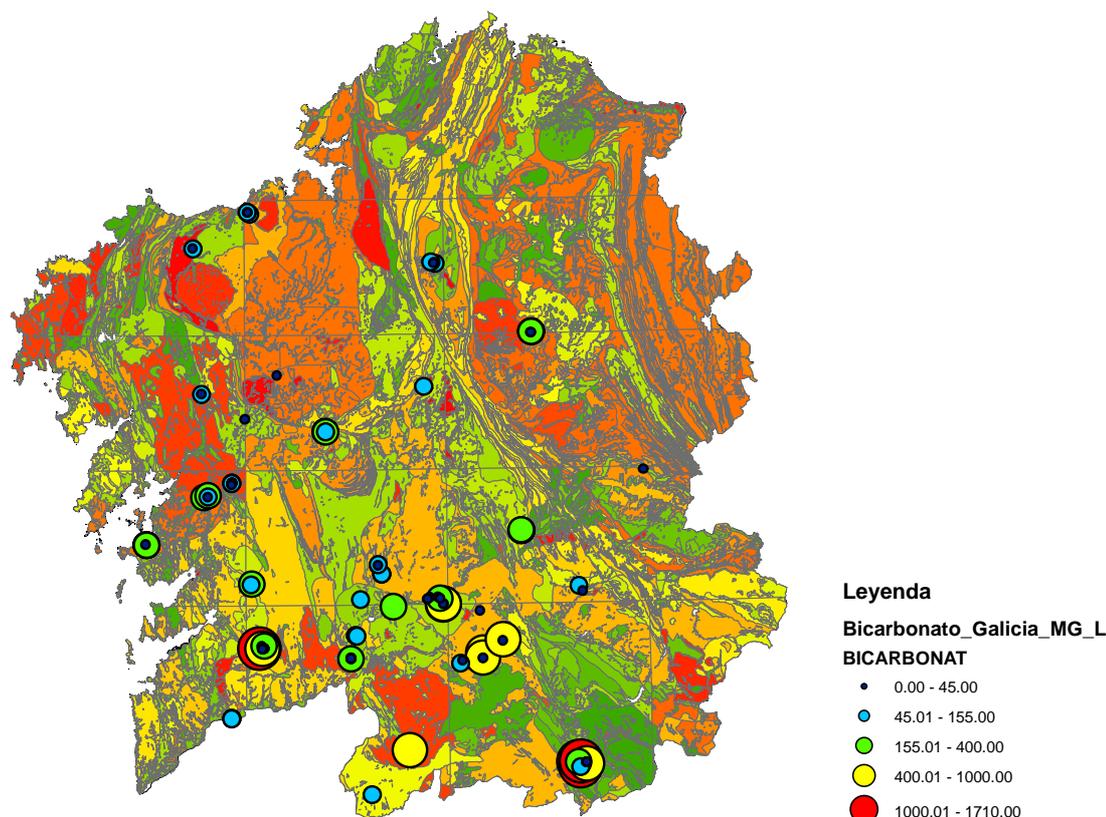


Figura 119. Mapa de la concentración de ion bicarbonato (mg/l) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia y la geología de la Comunidad Autónoma.

En la Figura 120 se muestran los alumbramientos que presentan una concentración mayor de 400.00 mg/l de ion bicarbonato (indicados en color azul). En la Figura 121 se muestra un detalle de los alumbramientos que presentan una concentración mayor de 400.00 mg/l de ion bicarbonato (indicados en color azul) y la geología. Asimismo, en la Tabla 98 se muestran los alumbramientos que presentan una concentración mayor de 400.00 mg/l de ion bicarbonato. Hay 13 alumbramientos que cumplen esta condición. Estos alumbramientos se localizan en el sector sur – suroeste de Galicia. En la Tabla 99 se muestran los alumbramientos que presentan una concentración mayor de 400.00 mg/l de ion bicarbonato y la geología de superficie correspondiente a cada alumbramiento.

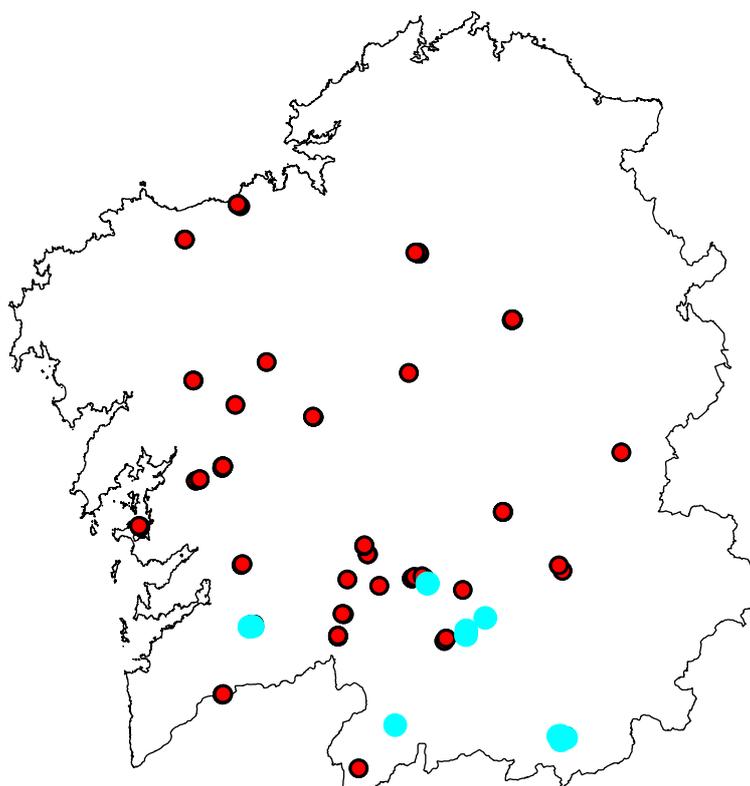


Figura 120. Situación de los alumbramientos de los balnearios de Galicia con concentración de ion bicarbonato mayor de 400.00 mg/l (en color azul).

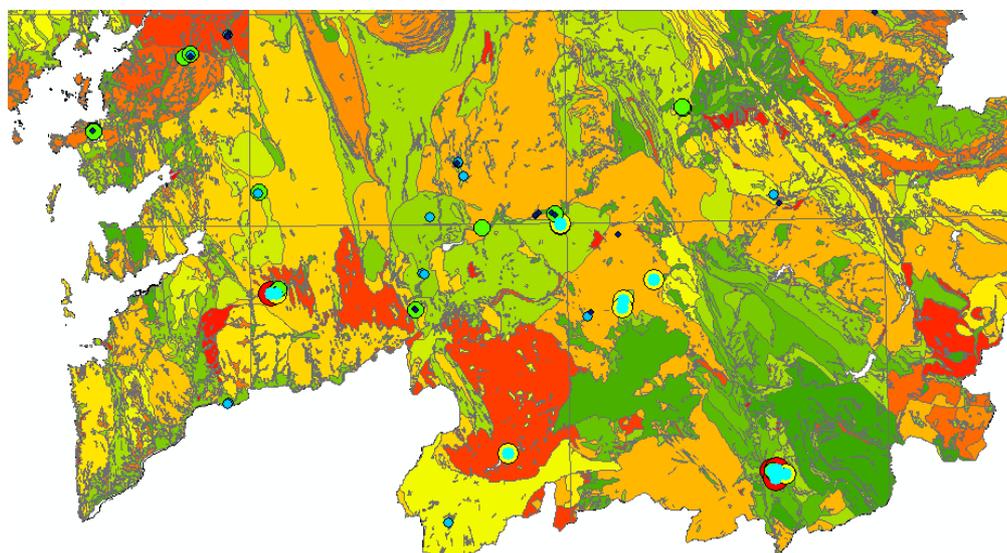


Figura 121. Detalle de la situación de los alumbramientos de los balnearios de Galicia con concentración de ion bicarbonato mayor de 400.00 mg/l (en color azul) y la geología.

Tabla 98. Alumbramientos de los balnearios de Galicia con concentración en ion bicarbonato mayor de 400.00 mg/l.

	FID	Shape *	ObjectID	X	Y	HOMBRE_CAP	BICARBONAT
▶	33	Point	34	543403	4675252	Troncoso	1710
	34	Point	35	544233	4675288	Gándara	980
	52	Point	53	609695	4677809	Fuente Caliente nº 64	636
	88	Point	89	593391	4687398	Baños de Outeiro nº 73	550
	89	Point	90	604360	4674225	Fuente del Bañiño nº 30	684
	90	Point	91	593492	4687560	Burga de Arriba nº 75-1	516
	91	Point	92	593462	4687548	Burga de Abaixo nº 75-2	512
	105	Point	106	630279	4644382	Manantial Principal	1610
	108	Point	109	630876	4643092	Agua de Cabreiroá con gas nº 2	1490
	109	Point	110	584386	4647429	San Xoan de Baños o Baño nº 67	572
	116	Point	117	604257	4672798	Porteiro nº 76	640
	118	Point	119	630940	4644462	Sousas Manantial I o Tradicional	1180
	119	Point	120	632471	4643790	Sousas Manantial II	732

Tabla 99. Alumbramientos que presentan una concentración mayor de 400.00 mg/l de ion bicarbonato y la geología de superficie correspondiente.

NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO_1	NOM_LITO
Agua de Cabreiroá con gas nº 2	De Cabreiroá	ABANICOS ALUVIALES.
Sousas Manantial II	De Sousas	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE VERIN
Manantial Principal	De Fontenova	ABANICOS ALUVIALES.
Sousas Manantial I o Tradicional	De Sousas	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE VERIN
San Xoan de Baños o Baño nº 67	De Bande	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS
Porteiro nº 76	De Porteiro	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE XUNQUEIRA DE AMBIA
Fuente del Bañiño nº 30	Do Bañiño	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE XUNQUEIRA DE AMBIA
Troncoso	de Mondariz	ALINEACION A CAÑIZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO
Gándara	de Mondariz	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS

NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO_1	NOM_LITO
Fuente Caliente nº 64	De Molgas	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC
Baños de Outeiro nº 73	De Outeiro	MACIZO DE OURENSE
Burga de Abaixo nº 75-2	De Ourense - Cidade	MACIZO DE OURENSE
Burga de Arriba nº 75-1	De Ourense - Cidade	MACIZO DE OURENSE

En la Figura 122 se muestra el mapa de predicción de isoconcentraciones de ion bicarbonato (mg/l) después de aplicar kriging. Se muestran los valores de las isolíneas y los valores de ion bicarbonato (mg/l) en los alumbramientos en los que se dispone de dato. También se muestran los resultados a través de un código de tonalidades de color en la que los tonos claros representan las menores concentraciones de ion bicarbonato y los tonos oscuros las mayores concentraciones (ver leyenda).

En la Figura 123 se muestra el mapa de predicción de isoconcentraciones de ion bicarbonato (mg/l) simplificado después de aplicar kriging. Se muestran los valores de ion bicarbonato (mg/l) en los alumbramientos en los que se dispone de dato. También se muestran los resultados a través de un código de tonalidades de color en la que los tonos claros representan las menores concentraciones de ion bicarbonato y los tonos oscuros las mayores concentraciones (ver leyenda).

Las mayores concentraciones de ion bicarbonato (mg/l) se localizan en el suroeste en el entorno del balneario de Mondariz y sureste en el entorno del balneario de Sousas. Corresponde a varias formaciones calizas y sedimentarias. Asimismo aparecen granitos de 2 micas leucocráticos. En el epígrafe 6.6. RELACIÓN ENTRE LA FÁCIES HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS EN LOS ALUMBRAMIENTOS DE LOS BALNEARIOS DE GALICIA Y LA GEOLOGIA. APROXIMACIÓN AL ESTABLECIMIENTO DE LOS DOMINIOS HIDROMINERALES DE GALICIA A PARTIR DE LAS FACIES HIDROQUÍMICA se analiza la relación entre las facies hidroquímicas de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia, la composición química y la geología.

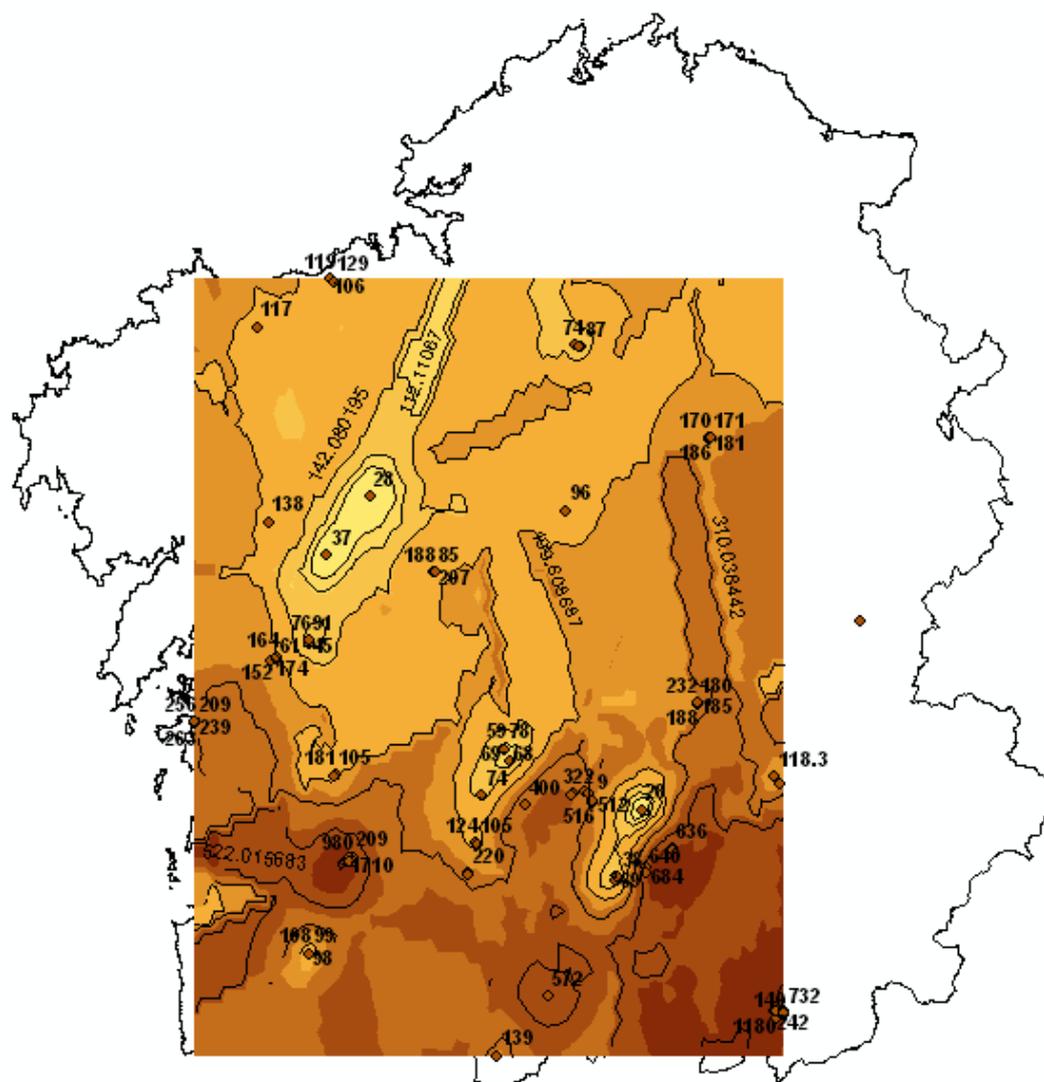


Figura 122. Mapa de isoconcentraciones de ion bicarbonato (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.

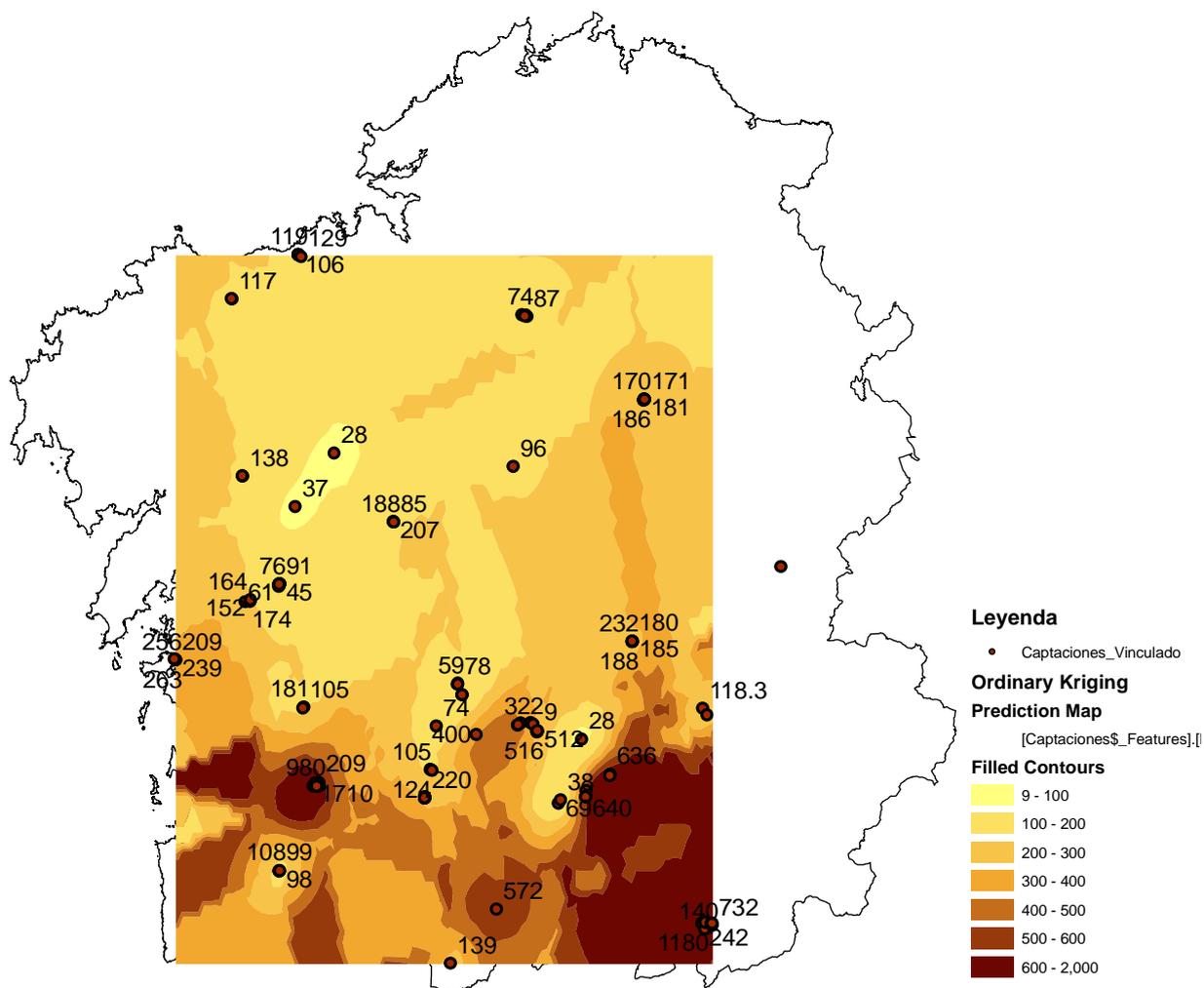


Figura 123. Mapa de isoconcentraciones simplificado de ion bicarbonato (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.

En la Figura 124 se muestra el mapa de isoconcentraciones de ion bicarbonato (mg/l) con los valores de las isolíneas predichos y los valores de concentración del ion bicarbonato en los puntos en los que se dispone de dato.

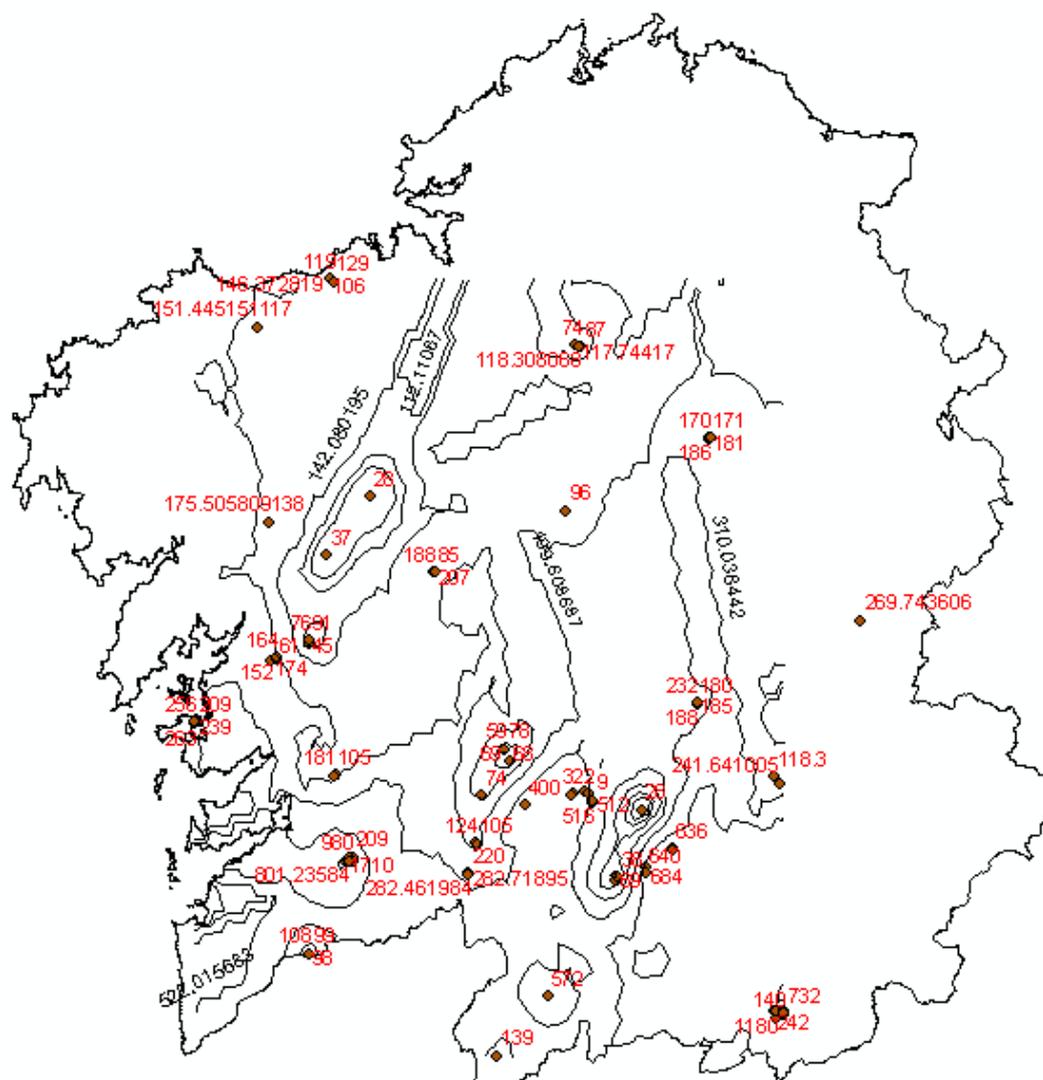


Figura 124. Mapa de predicción de isoconcentraciones de ion bicarbonato (mg/l) de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

En la Figura 125 se muestra el mapa de contorno de predicción de isoconcentraciones de ion bicarbonato (mg/l) después de aplicar kriging. Se muestran los valores de ion bicarbonato (mg/l) en los alumbramientos en los que se dispone de dato. Asimismo se muestran los resultados a través de un código de colores entre 65 mg/l (color rojo) y más de 670 mg/l (color verde claro).

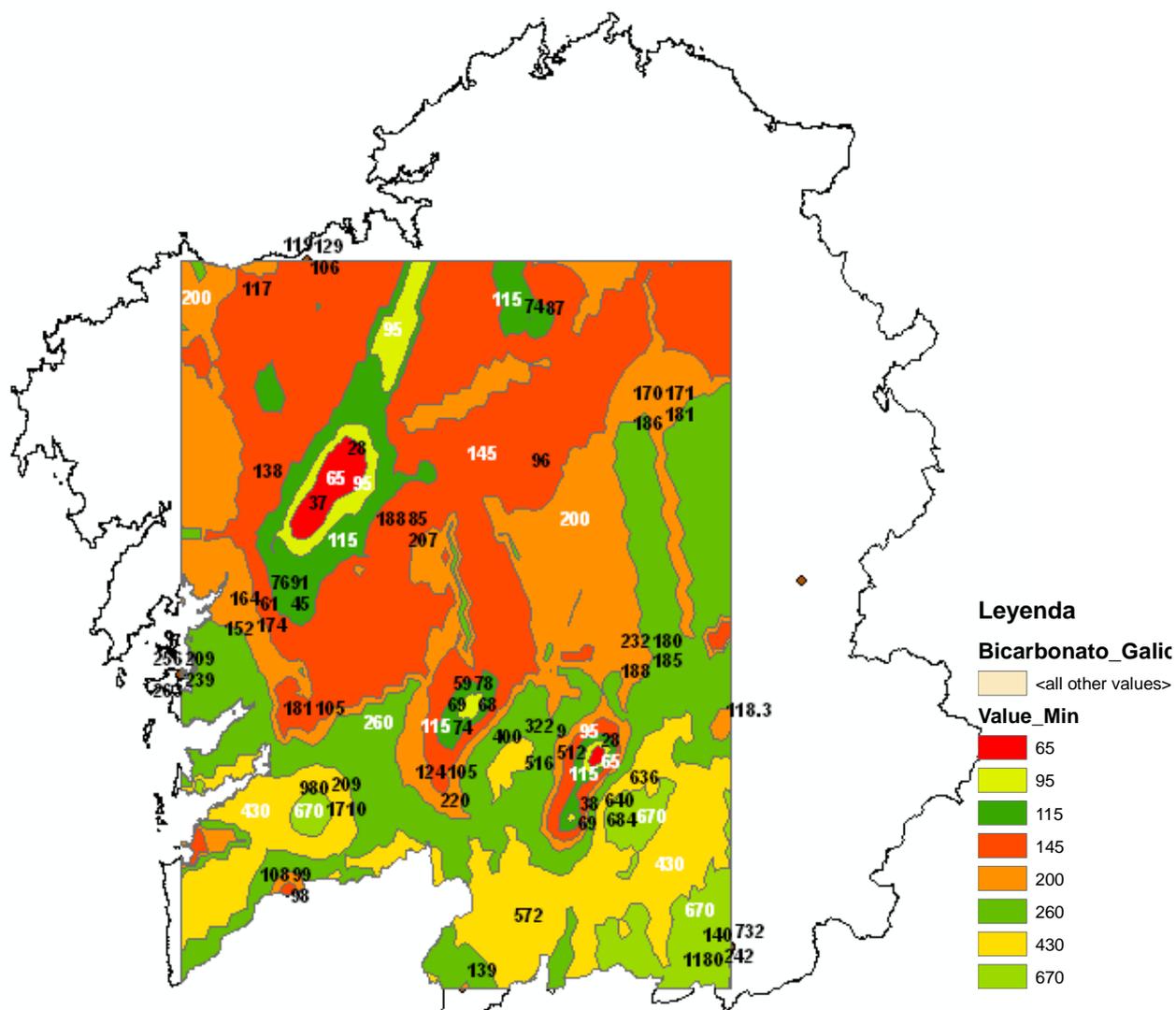


Figura 125. Mapa de predicción de isoconcentraciones (contorno) de ion bicarbonato (mg/l) de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

6.3.1.4 Discusión

Las mayores concentraciones de ion bicarbonato (mg/l) se localizan en el suroeste en el entorno del balneario de Mondariz y sureste en el entorno del balneario de Sousas.

La naturaleza geológica por la que atraviesan las aguas subterráneas es fundamental en el enriquecimiento en determinados iones. Se observa que en el sur de Galicia existen más cadenas montañosas de naturaleza caliza y materiales sedimentarios que en la zona norte así como granitos de 2 micas leucocráticos. En el epígrafe 6.6. RELACIÓN ENTRE LA FÁCIES HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS EN LOS ALUMBRAMIENTOS DE LOS BALNEARIOS DE GALICIA Y LA GEOLOGIA. APROXIMACIÓN AL ESTABLECIMIENTO DE LOS DOMINIOS

HIDROMINERALES DE GALICIA A PARTIR DE LAS FACIES HIDROQUÍMICA se analiza la relación entre las facies hidroquímicas de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia, la composición química y la geología..

6.3.2 Mapas de isoconcentración de ion sulfuro (mg/l) de las aguas de los balnearios de Galicia

6.3.2.1 Introducción

El tratamiento matemático es el mismo que el aplicado en el epígrafe 6.2.1. Introducción.

6.3.2.2 Análisis de los datos utilizados

En este caso se dispone de información de este parámetro en 43 alumbramientos. En la Tabla 100 se muestra los alumbramientos de los que se dispone de dato de concentración en ion sulfuro (mg/l).

De los 43 alumbramientos hay 1 que es de tipo “dren”, 5 de tipo “fuente”, 11 de tipo “manantial”, 18 de tipo “pozo” y 8 de tipo “pozo surgente” (ver Tablas 101 a 105). La profundidad de los alumbramientos varía entre 1.50 m (Ntra. Sra. De los Ángeles o Burga de O Tremo) y 250 m (Pozo A Veiga 1, P-4 ó nº 47).

Además, hay 20 alumbramientos que están clasificados según su temperatura de alumbramiento como hipertermal, 19 hipotermal, 2 mesotermal y 2 sin información.

Asimismo, de los 43 alumbramientos hay 6 clasificados como mineral natural, 12 mineromedicinal y 25 mineromedicinal termal.

Tabla 100. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de concentración de ion sulfuro (mg/l). Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento y valor de concentración de ion sulfuro (mg/l).

FID	Shape ^	ObjectID	X	Y	HOMBRE_CAP	SULFURO_MG
0	Point	1	529400	4716900	Fuente de los Ojos	3
1	Point	2	528244	4716624	Pozo Bomba o Acuña	7
2	Point	6	535873	4720527	Calle Real	36
3	Point	12	535869	4720583	Huerta	37
4	Point	17	535833	4720471	Era Nueva	26
5	Point	23	529375	4717100	Fuente de las Burgas	5
6	Point	26	512663	4703625	Capilla o pozo nº 3	11
7	Point	27	512675	4703601	El Mar o pozo nº 4	9
8	Point	28	512651	4703615	Huerta Fría o pozo nº 5	10
9	Point	29	512641	4703603	Huerta Caliente o pozo nº 6	9
10	Point	31	561300	4734750	Fonte dos Baños	28
11	Point	33	561425	4734603	Sondeo nº 5	44
12	Point	36	544715	4675997	Sabaxáns	14
13	Point	46	535850	4656050	María Cruz nº 751	26
14	Point	47	535873	4656114	Pozo San Antonio	11
15	Point	48	535894	4656135	Pozo San Francisco	12
16	Point	49	569546	4678922	Pozo A Veiga 1, PO-1B ó nº 46	28
17	Point	50	569958	4678736	Pozo A Veiga 1, P-4 ó nº 47	16
18	Point	51	579900	4686800	Laias nº 38	11
19	Point	53	609695	4677809	Fuente Caliente nº 64	2.2
20	Point	55	590025	4781200	Fuente de San Juan de Lagostelle	66
21	Point	59	617450	4762200	Manantial Central Romano	20
22	Point	60	617368	4762252	Manantial Piscina	17
23	Point	63	617354	4762270	Lugo Pozo nº 2	27
24	Point	64	617366	4762260	Lugo Pozo nº 3	27
25	Point	65	617432	4762207	Lugo Pozo nº 4	25
26	Point	67	540024	4794823	Agua Caliente	4
27	Point	68	540020	4794835	Agua Templada	4
28	Point	72	525250	4784825	Virgen de la Estrella	36
29	Point	74	527650	4744950	Ntra. Sra. De los Ángeles o Burga de O Tremo	16
30	Point	77	614767	4707766	Os Baños - Aguas Santas	20.73
31	Point	87	570904	4688655	Alumbramiento Principal Berán nº 31	2.29
32	Point	88	575725	4698300	Balneario de Carballiño	20
33	Point	90	604360	4674225	Fuente del Bañiño nº 30	2
34	Point	98	592541	4689129	Caldas do Bispo o Fonte Chavasqueira nº 70	2.59
35	Point	103	541141	4692742	A Veiga 2, P-4 o nº 47	16
36	Point	106	630279	4644382	Manantial Principal	1.8
37	Point	107	630291	4644341	Agua de Fontenova nº 2	1.4
38	Point	108	630876	4642967	Agua de Cabreiroá sin gas nº 1	1.8
39	Point	109	630876	4643092	Agua de Cabreiroá con gas nº 2	1.8
40	Point	111	568364	4672507	Fonte dos Ollos nº 6	7.63
41	Point	119	630940	4644462	Sousas Manantial I o Tradicional	1.8
42	Point	120	632471	4643790	Sousas Manantial II	1.4

Record: 1 Show: All Selected Records (0 out of 43 Selected) Options

Tabla 101. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) y son de tipo dren. Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	TIPO
617450	4762200	Manantial Central Romano	Dren

Tabla 102. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) y son de tipo fuente. Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	TIPO
529400	4716900	Fuente de los Ojos	Fuente
544715	4675997	Sabaxáns	Fuente
590025	4781200	Fuente de San Juan de Lagostelle	Fuente
604360	4674225	Fuente del Bañiño nº 30	Fuente
568364	4672507	Fonte dos Ollos nº 6	Fuente

Tabla 103. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) y son de tipo fuente surgente. Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	TIPO
535869	4720583	Huerta	Pozo surgente
561425	4734603	Sondeo nº 5	Pozo surgente
535873	4656114	Pozo San Antonio	Pozo surgente
535894	4656135	Pozo San Francisco	Pozo surgente
579900	4686800	Laias nº 38	Pozo surgente
540024	4794823	Agua Caliente	Pozo surgente
540020	4794835	Agua Templada	Pozo surgente
541141	4692742	A Veiga 2, P-4 o nº 47	Pozo surgente

Tabla 104. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) y son de tipo manantial. Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	TIPO
535873	4720527	Calle Real	Manantial
529375	4717100	Fuente de las Burgas	Manantial
561300	4734750	Fonte dos Baños	Manantial
535850	4656050	María Cruz nº 751	Manantial
609695	4677809	Fuente Caliente nº 64	Manantial
617368	4762252	Manantial Piscina	Manantial
527650	4744950	Ntra. Sra. De los Angeles o Burga de O Tremo	Manantial
614767	4707766	Os Baños - Aguas Santas	Manantial
570904	4688655	Alumbramiento Principal Berán nº 31	Manantial
575725	4698300	Balneario de Carballiño	Manantial
592541	4689129	Caldas do Bispo o Fonte Chavasqueira nº 70	Manantial

Tabla 105. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) y son de tipo pozo. Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	TIPO
528244	4716624	Pozo Bomba o Acuña	Pozo
535833	4720471	Era Nueva	Pozo
512663	4703625	Capilla o pozo nº 3	Pozo
512675	4703601	El Mar o pozo nº 4	Pozo
512651	4703615	Huerta Fría o pozo nº 5	Pozo
512641	4703603	Huerta Caliente o pozo nº 6	Pozo
569546	4678922	Pozo A Veiga 1, PO-1B ó nº 46	Pozo
569958	4678736	Pozo A Veiga 1, P-4 ó nº 47	Pozo
617354	4762270	Lugo Pozo nº 2	Pozo
617366	4762260	Lugo Pozo nº 3	Pozo
617432	4762207	Lugo Pozo nº 4	Pozo
525250	4784825	Virgen de la Estrella	Pozo
630279	4644382	Manantial Principal	Pozo
630291	4644341	Agua de Fontenova nº 2	Pozo
630876	4642967	Agua de Cabreiroá sin gas nº 1	Pozo
630876	4643092	Agua de Cabreiroá con gas nº 2	Pozo
630940	4644462	Sousas Manantial I o Tradicional	Pozo
632471	4643790	Sousas Manantial II	Pozo

El análisis de los estadísticos de los datos de concentración de ion sulfuro (mg/l) indican que se dispone de 43 datos de con un valor mínimo de concentración de 1.4 mg/l y un valor máximo de 66.0 mg/l. El valor medio es 15.545 mg/l (ver Figura 126). La mediana es 11.0 mg/l ligeramente diferente a la media por lo que se estima realizar un análisis logarítmico de los datos (ver Figura 127).

Para realizar el análisis geoestadístico se han utilizado las siguientes capas:

(1) Captaciones_Vinculado. Capa de tipo punto que contiene toda la información de la base de datos “Balnearios”. Los datos de la capa se han filtrado y se ha extraído la información correspondiente a la concentración de ion sulfuro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

(2) Galicia_Sulfuro_MG_L. Capa resultante de la aplicación de los filtros sobre la capa Captaciones_Vinculado. Contiene la información correspondiente a la concentración de ion sulfuro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

También se ha utilizado las capas: (1) Galicia_25, (2) Xeoloxia_50, (3) Litoloxia y (4) Faia_50 utilizadas en el epígrafe anterior.

Todas las capas están georreferenciadas al Datum ETRS89 UTM Zone 29N.

En la Figuras 126 a 132 se muestra el análisis de los histogramas y los gráficos cuantil-cuantil normal de los datos de concentración de ion sulfuro (mg/l) de los

alumbramientos de los balnearios de Galicia. Asimismo se muestra el gráfico de tendencia, semivariograma y covarianza de los datos, respectivamente.

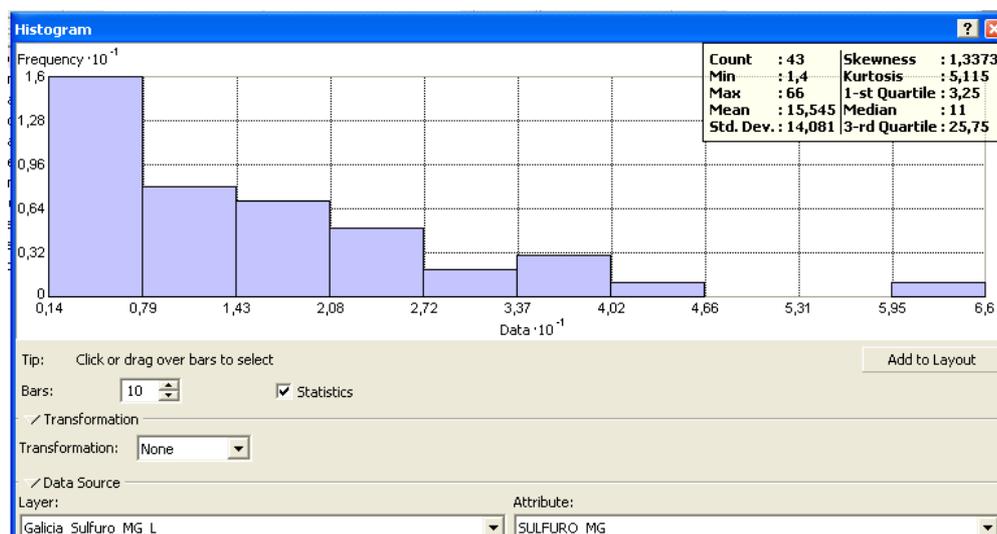


Figura 126. Histograma de los datos correspondiente a la concentración de ion sulfuro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).

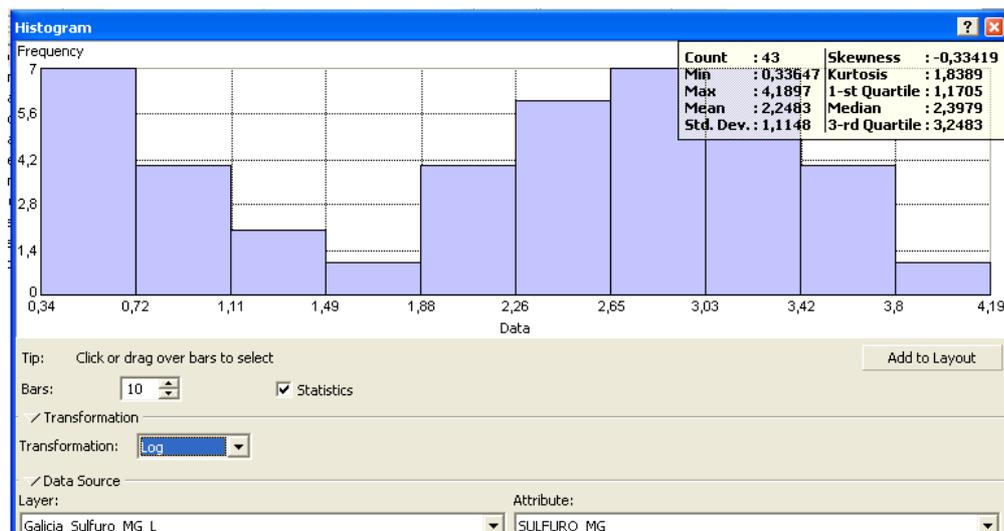


Figura 127. Histograma de los datos correspondiente a la concentración de ion sulfuro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución logarítmica).

Tras el análisis de los datos mediante el histograma se analiza el gráfico cuantil-cuantil normal para evaluar la similitud de la distribución de los valores con el de una distribución normal estándar. La línea en el diagrama cuantil-cuantil normal muestra los valores esperados para una distribución normal. Se observa que el diagrama se aleja ligeramente de los valores esperados para una distribución

normal (ver Figura 128). Se decide mantener el tratamiento geoestadístico logarítmico de los datos (ver Figura 129).

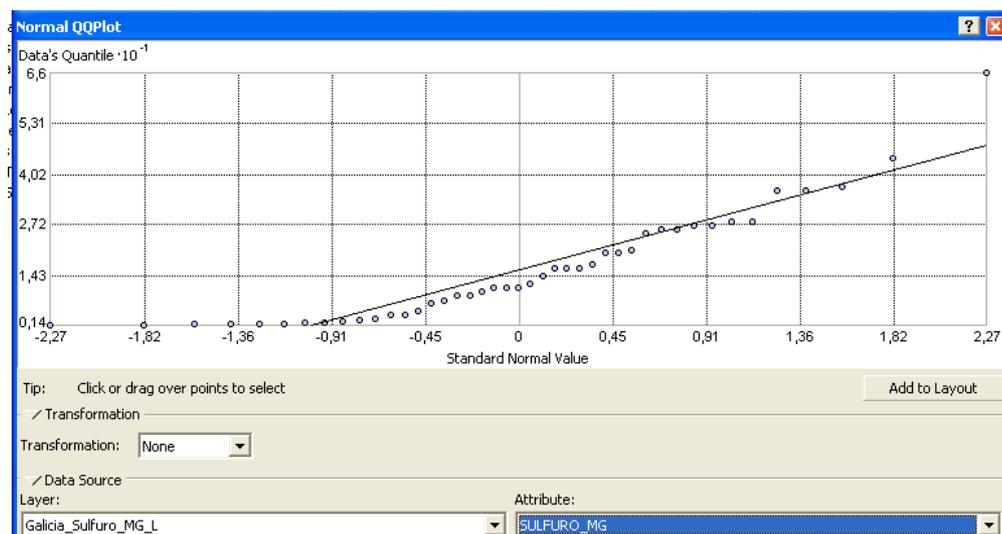


Figura 128. Diagrama cuantil-cuantil normal de los datos correspondiente a la concentración de ion sulfuro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).

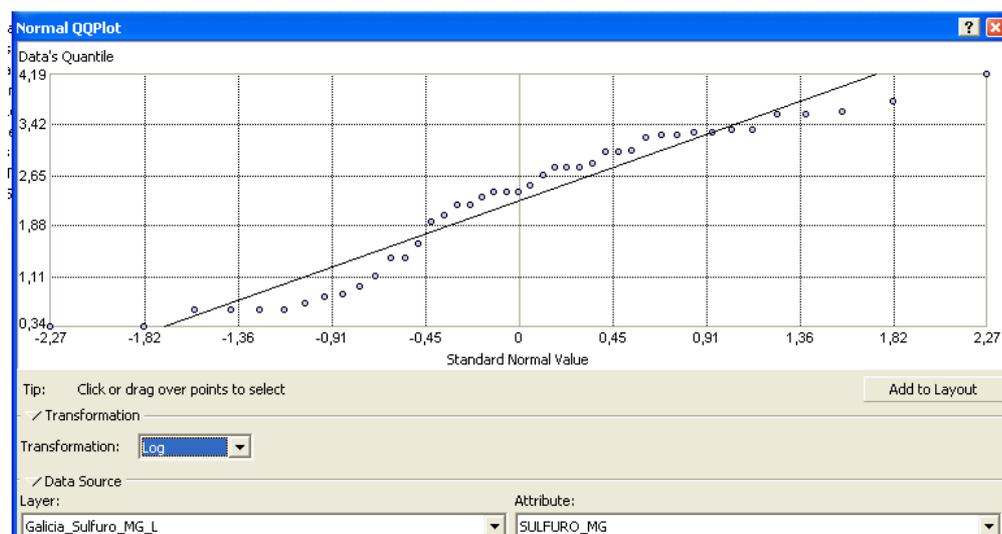


Figura 129. Diagrama cuantil-cuantil logarítmico de los datos correspondiente a la concentración de ion sulfuro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución normal).

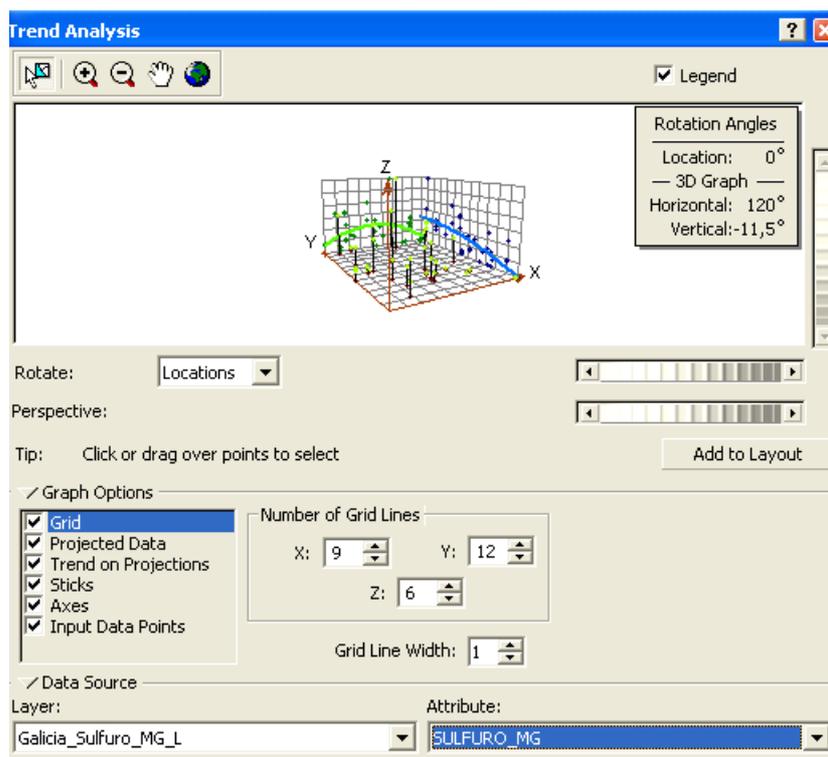


Figura 130. Análisis de tendencia de los datos de concentración de ion sulfuro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se observa que los datos tienen una tendencia cuadrática.

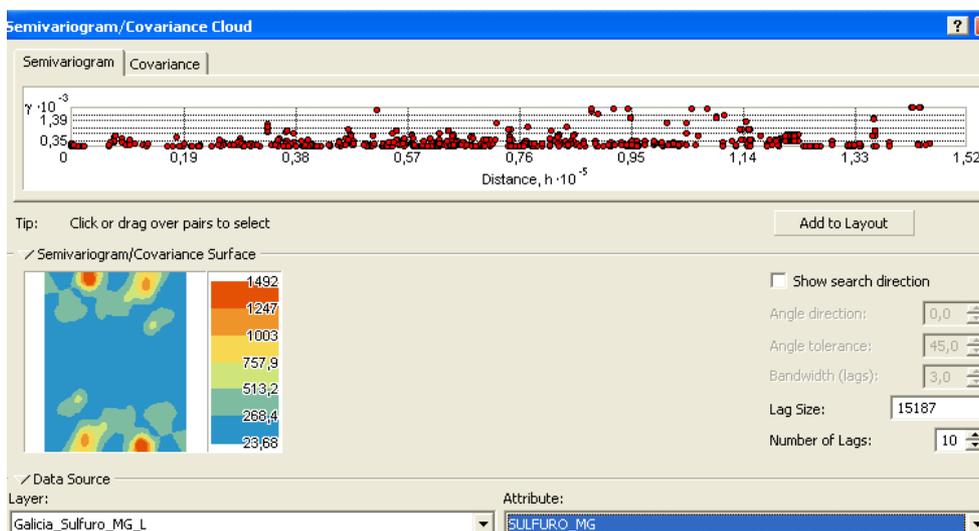


Figura 131. Semivariograma de los datos de concentración de ion sulfuro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

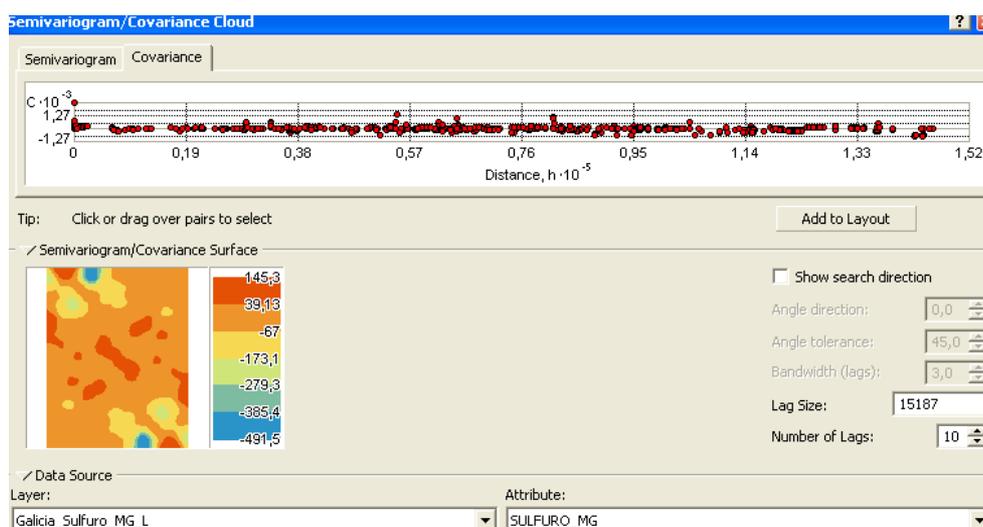


Figura 132. Covarianza de los datos de concentración de ion sulfuro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

6.3.2.3 Análisis de resultados

Para ajustar un modelo al semivariograma empírico, se selecciona una función de tipo esférico y un medio anisótropo. En el semivariograma se observa que no hay efecto nugget (pepita). En las Figuras 133 a 137 se muestra el semivariograma empírico y el análisis de validación cruzada.

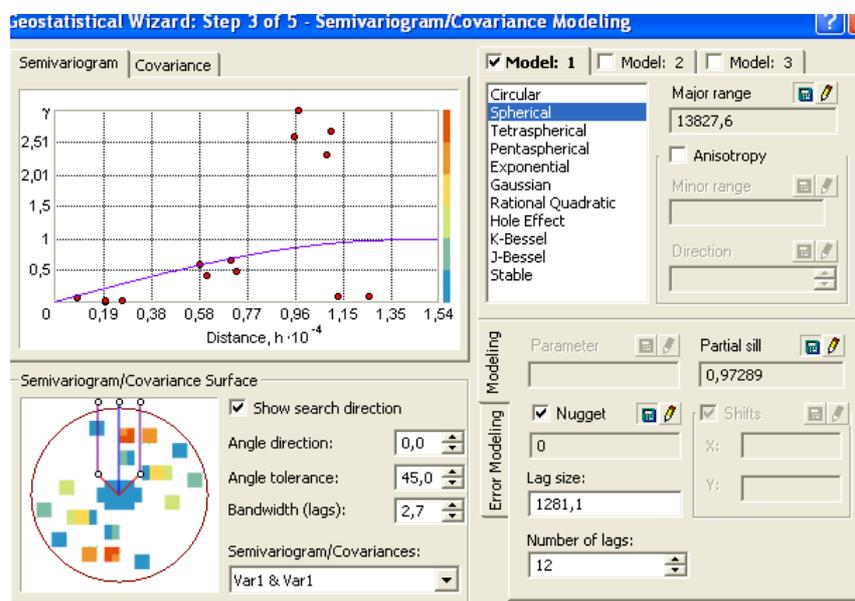


Figura 133. Semivariograma empírico de los datos de concentración de ion sulfuro (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se ha aplicado un modelo esférico y anisótropo.

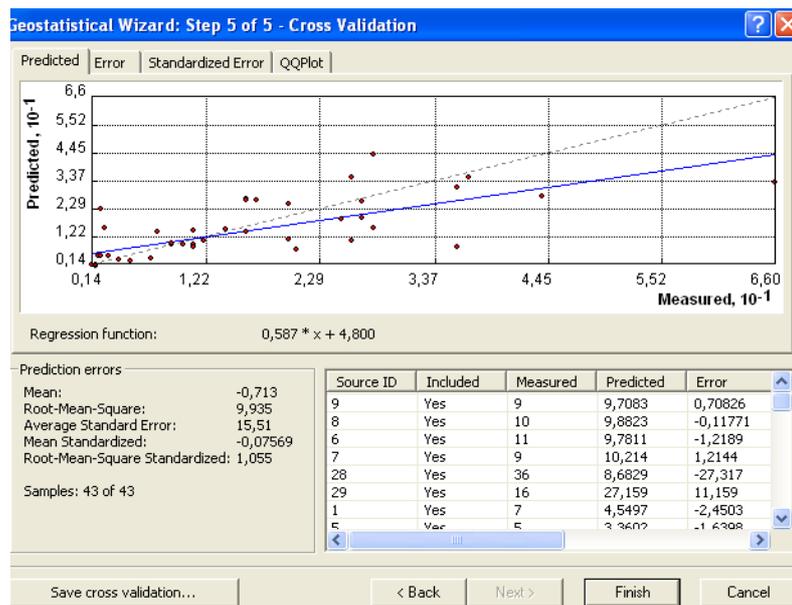


Figura 134. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion sulfuro (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

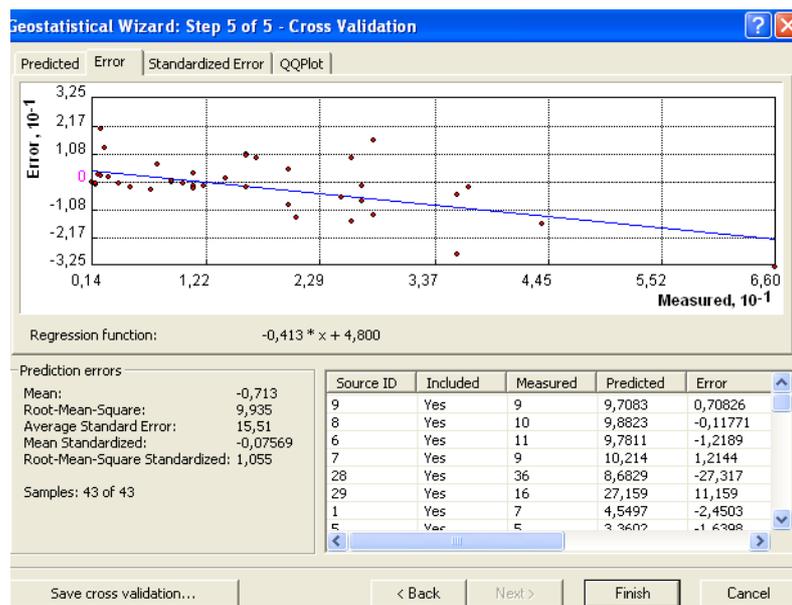


Figura 135. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion sulfuro (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva de errores.

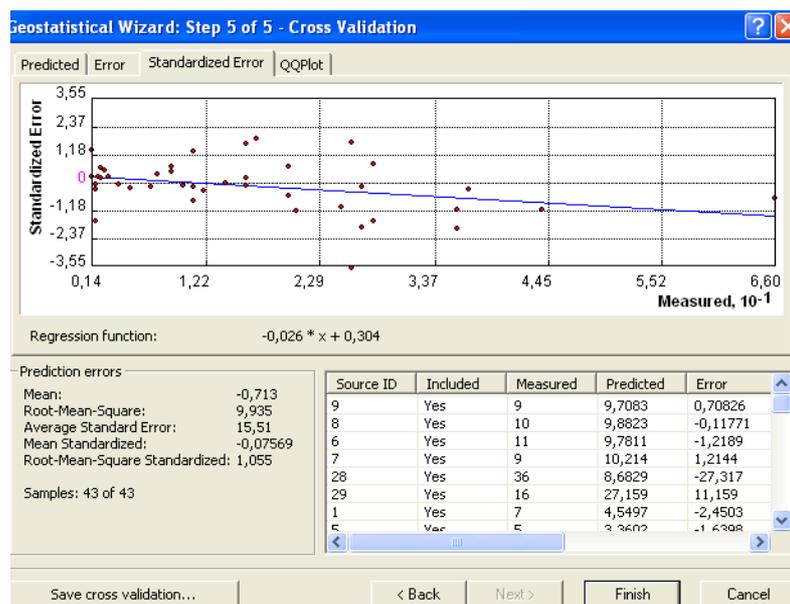


Figura 136. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion sulfuro (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva de errores estandarizados.

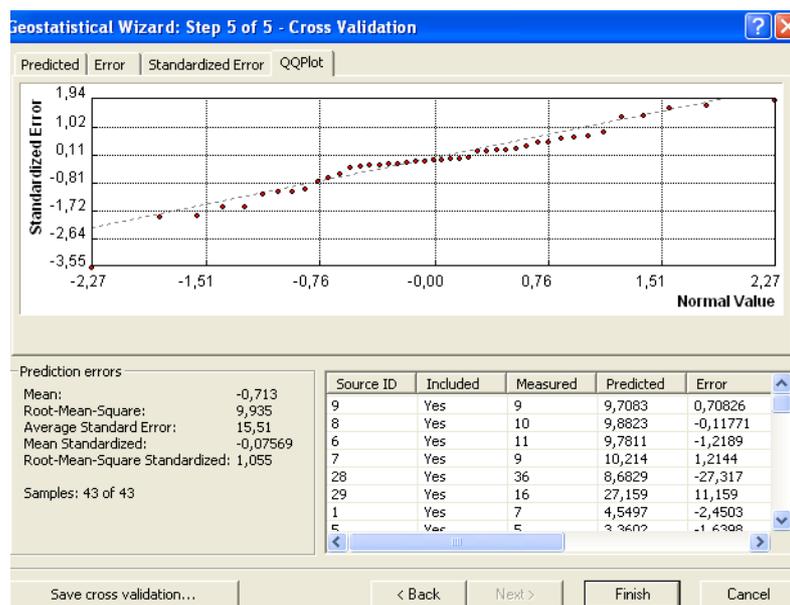


Figura 137. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion sulfuro (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva cuantil-cuantil normal.

En la Figura 138 se muestra el mapa de concentraciones de ion sulfuro (mg/l) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Los puntos de color azul oscuro representan los alumbramientos con concentración de ion sulfuro entre 0.00 – 5.00 mg/l). Los puntos de color azul claro representan los alumbramientos con concentración de ion sulfuro entre 5.01 – 12.00 mg/l). Los puntos de color verde representan los alumbramientos con concentración de ion sulfuro entre 12.01 – 25.00 mg/l). Los puntos de color amarillo representan los alumbramientos con concentración de ion sulfuro entre 25.01 – 45.00 mg/l). Los puntos de color rojo representan los alumbramientos con concentración de ion sulfuro entre 45.01 – 66.00 mg/l). Se observa que las mayores concentraciones de ion sulfuro (mg/l) en las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia se encuentran en la mitad norte de Galicia si bien no hay una tendencia claramente definida a primera vista.

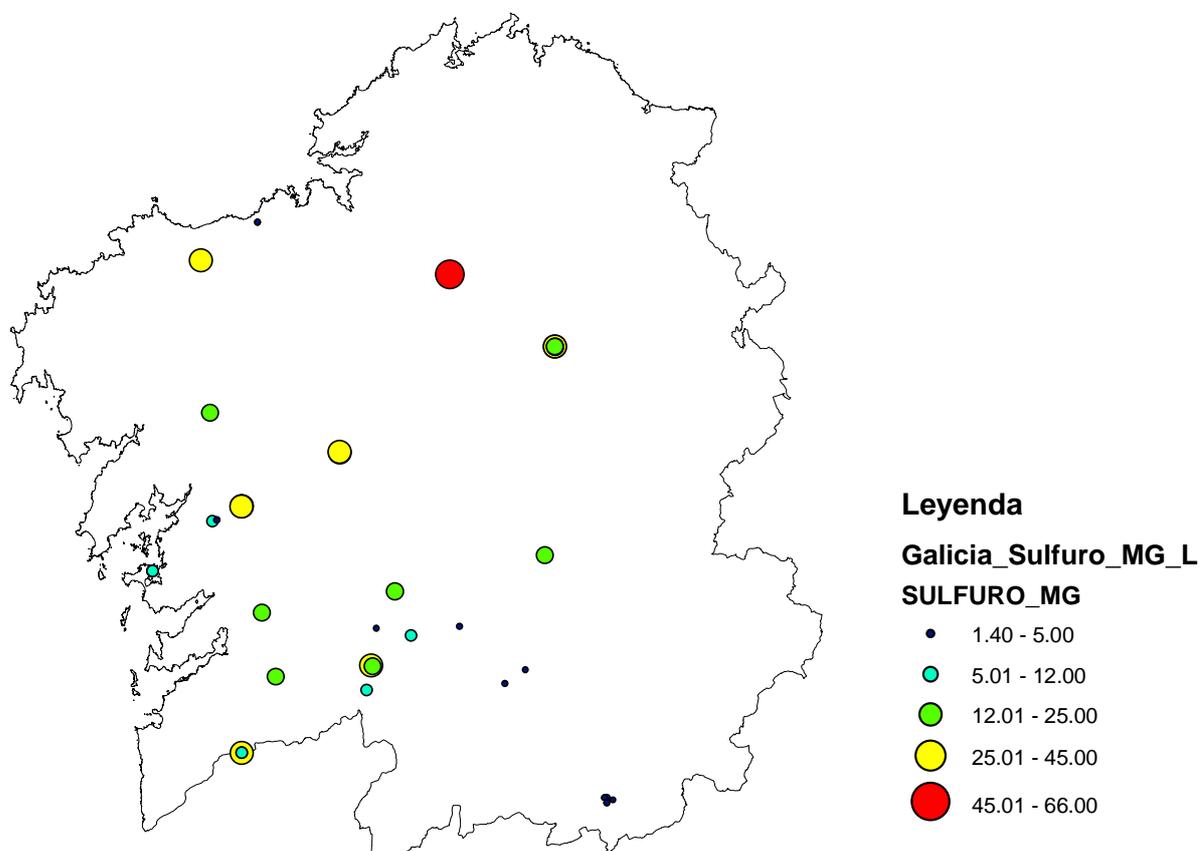


Figura 138. Mapa de la concentración de ion sulfuro (mg/l) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Los puntos azul oscuro representan los alumbramientos con menor concentración de ion sulfuro (mg/l). Los puntos de color rojo representan los alumbramientos con mayor concentración de ion sulfuro (mg/l).

En la Figura 139 se muestra el mapa de concentraciones de ion sulfuro (mg/l) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia y el mapa geológico de la Comunidad Autónoma.

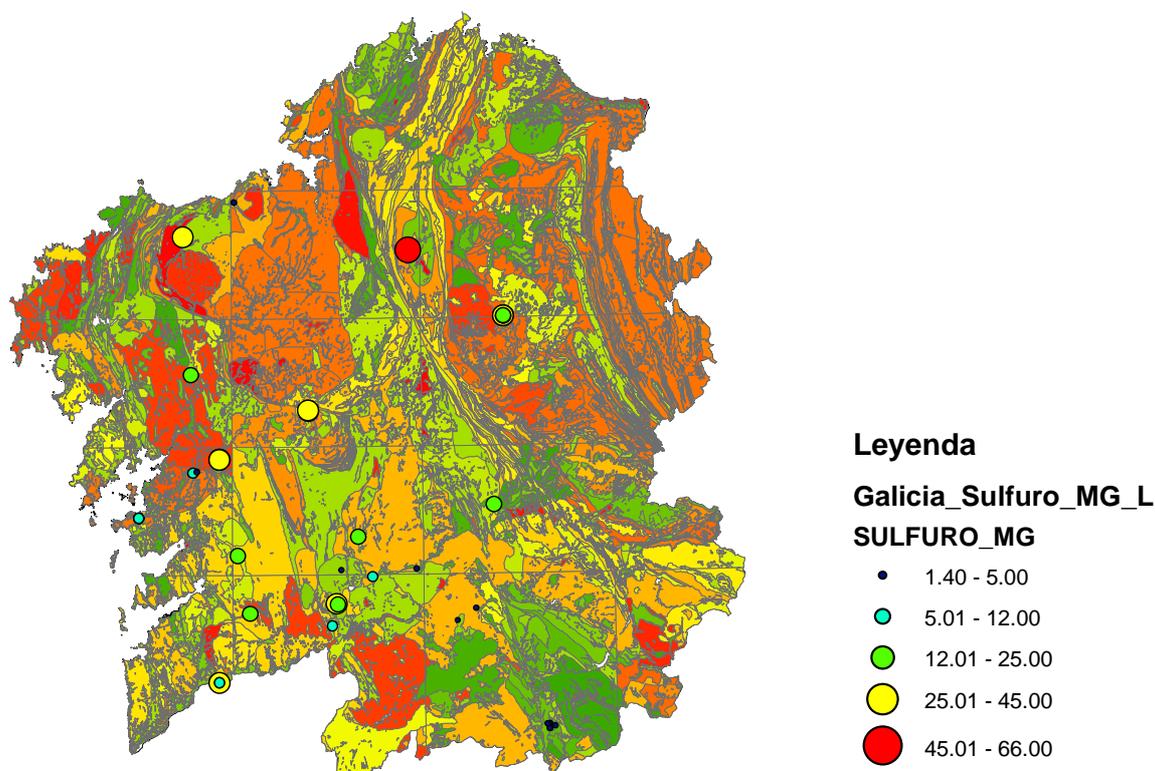


Figura 139. Mapa de la concentración de ion sulfuro (mg/l) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia y la geología de la Comunidad Autónoma.

En la Figura 140 se muestran los alumbramientos que presentan una concentración mayor de 25.00 mg/l de ion sulfuro (indicados en color azul). En la Figura 141 se muestra un detalle de los alumbramientos que presentan una concentración mayor de 25.00 mg/l de ion sulfuro (indicados en color azul) y la geología. Asimismo, en la Tabla 106 se muestran los alumbramientos que presentan una concentración mayor de 25.00 mg/l de ion sulfuro. Hay 11 alumbramientos que cumplen esta condición. Estos alumbramientos se localizan en la mitad norte y suroeste de Galicia. En la Tabla 107 se muestran los alumbramientos que presentan una concentración mayor de 25.00 mg/l de ion sulfuro y la geología de superficie correspondiente a cada alumbramiento.

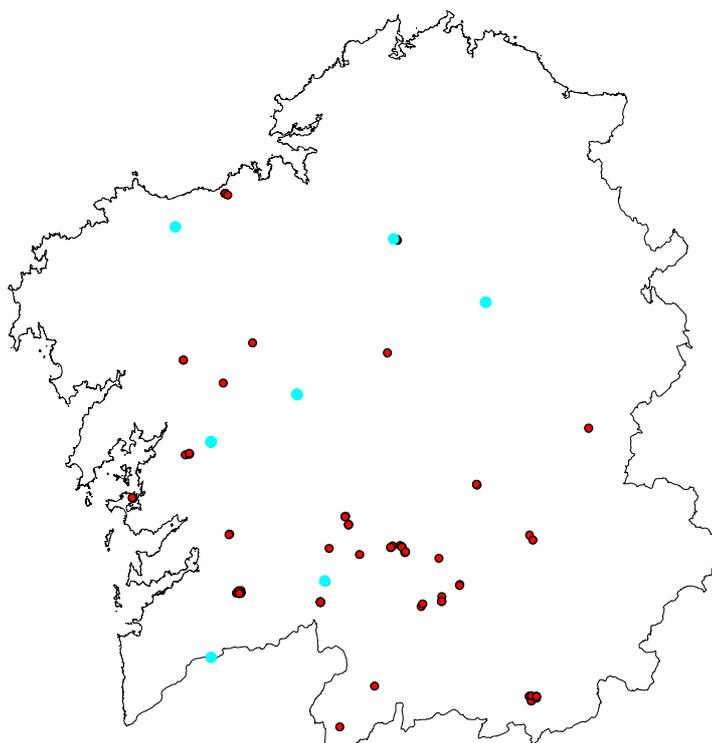


Figura 140. Situación de los alubramientos de los balnearios de Galicia con concentración de ion sulfuro mayor de 25.00 mg/l (en color azul).

Tabla 106. Alubramientos de los balnearios de Galicia con concentración en ion sulfuro mayor de 25.00 mg/l.

FID	Shape *	ObjectID	X	Y	HOMBRE_CAP	SULFURO_MG
2	Point	6	535873	4720527	Calle Real	36
3	Point	12	535869	4720583	Huerta	37
4	Point	17	535833	4720471	Era Nueva	26
10	Point	31	561300	4734750	Fonte dos Baños	28
11	Point	33	561425	4734603	Sondeo nº 5	44
13	Point	46	535850	4656050	María Cruz nº 751	26
16	Point	49	569546	4678922	Pozo A Veiga 1, PO-1B ó nº 46	28
20	Point	55	590025	4781200	Fuente de San Juan de Lagostelle	66
23	Point	63	617354	4762270	Lugo Pozo nº 2	27
24	Point	64	617366	4762260	Lugo Pozo nº 3	27
28	Point	72	525250	4784825	Virgen de la Estrella	36

En general se observa que la ubicación de estos alubramientos se encuentra sobre materiales metamórficos tipo esquistos, pizarras y gneisses.

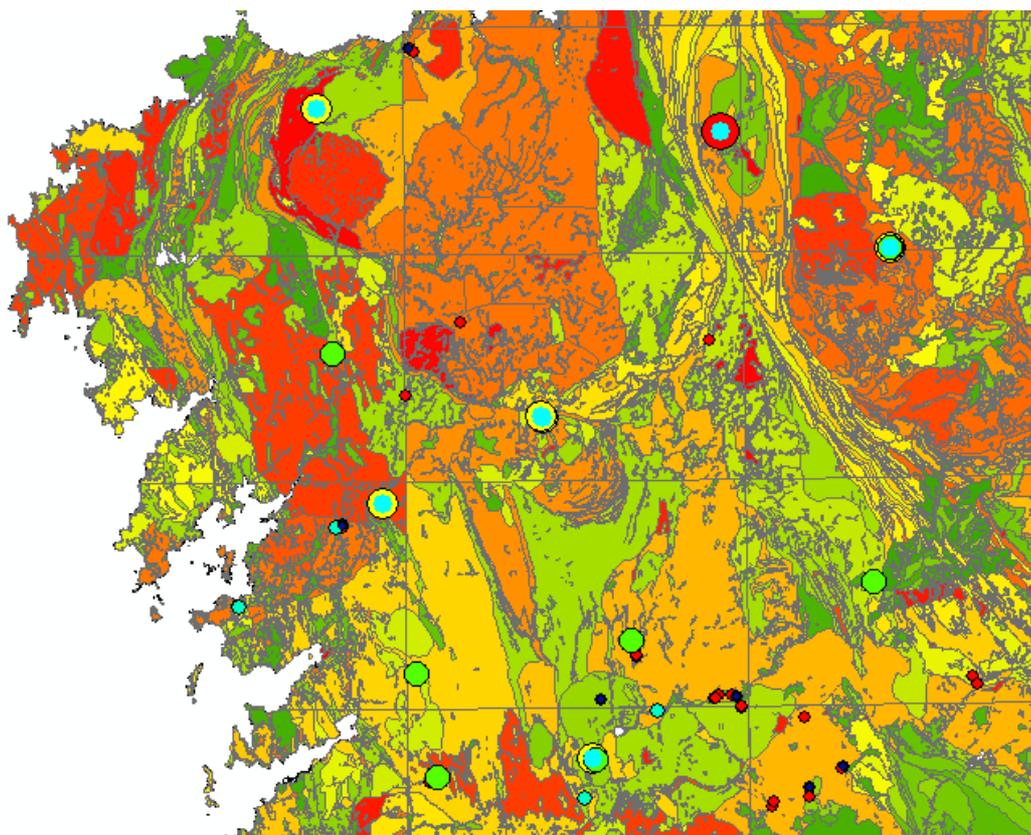


Figura 141. Detalle de la situación de los alumbramientos de los balnearios de Galicia con concentración de ion sulfuro mayor de 25.00 mg/l (en color azul) y la geología.

En la Figura 142 se muestra el mapa de predicción de isoconcentraciones de ion sulfuro (mg/l) después de aplicar kriging. Se muestran los valores de las isolíneas y los valores de ion sulfuro (mg/l) en los alumbramientos en los que se dispone de dato. Asimismo se muestran los resultados a través de un código de tonalidades de color en la que los tonos claros representan las menores concentraciones de ion sulfuro y los tonos oscuros las mayores concentraciones (ver leyenda).

Hay 2 balnearios cuyos alumbramientos se encuentran en terrazas o depósitos aluviales: (1) Caldelas de Tui y (2) Cuntis. (1) Los alumbramientos de Caldelas de Tui que están ubicados sobre terrazas. Sin embargo, los alumbramientos tienen una profundidad entre 67.0 – 108.0 m por lo que alcanzan formaciones graníticas y granodioríticas precoces. (2) Los 3 alumbramientos de Cuntis (Era Nueva, Calle Real y Huerta) se caracterizan porque se encuentran sobre depósitos aluviales de escaso desarrollo en profundidad. Era Nueva es un pozo de 25 m de profundidad, Calle Real es un manantial de 4 m de profundidad y Huerta es un pozo surgente de 27 m de profundidad. Estas aguas están clasificadas por su temperatura como hipertermal, con clasificación de las aguas mineral medicinal – termal y mineralización débil. Alcanzan la formación granitoide inhomogéneo, granito migmatítico de 2 micas. Se trata de aguas graníticas profundas.

Tabla 107. Alumbramientos que presentan una concentración mayor de 25.00 mg/l de ion sulfuro y la geología de superficie correspondiente.

NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO_1	NOM_LITO
María Cruz nº 751	Caldelas de Tui	TERRAZAS
Pozo A Veiga 1, PO-1B ó nº 46	De Arnoia	MACIZO DE RIBADAVIA
Era Nueva	de Cuntis	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
Calle Real	de Cuntis	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS
Huerta	de Cuntis	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS
Sondeo nº 5	Da Brea	ANFIBOLITAS OSCURAS LOCALMENTE CON ESTRUCTURA FLASHER.
Fonte dos Baños	Da Brea	ESQUISTOS VERDES .ESQUISTOS ANFIBOLICOS, ANFIBOLITAS Y LOCALMENTE ROCAS MAS ACIDAS.
Lugo Pozo nº 3	De Lugo	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.A RENISCAS.ESQUISTO S.GNEISES ANFIBOLICOS
Lugo Pozo nº 2	De Lugo	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.A RENISCAS.ESQUISTO S.GNEISES ANFIBOLICOS
Fuente de San Juan de Lagostelle	De Guitiriz	GUITIRIZ
Virgen de la Estrella	De Carballo	METABASITAS EN FACIE ANFIBOLITA, LOCALMENTE EN FACIE GRANULITA

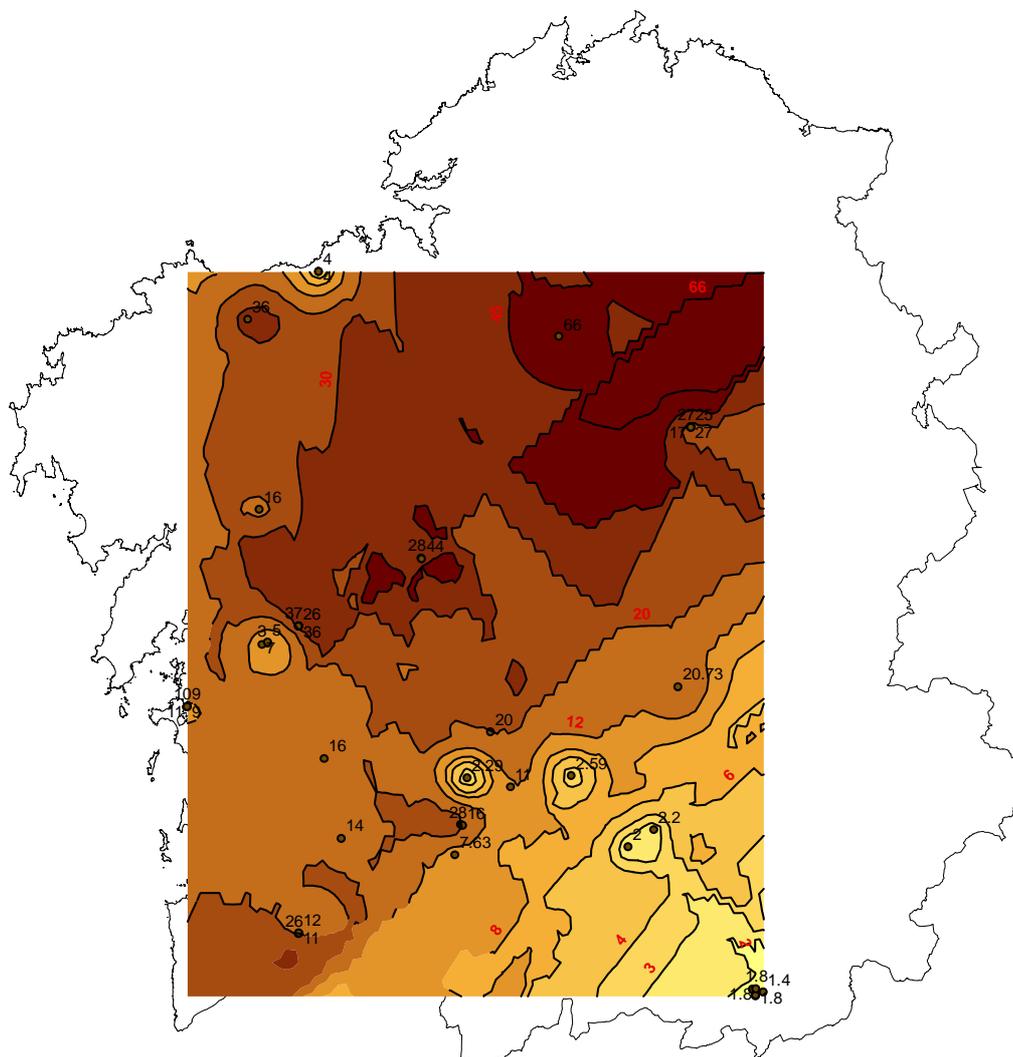


Figura 142. Mapa de isoconcentraciones de ion sulfuro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.

En la Figura 143 se muestra el mapa de predicción de isoconcentraciones de ion sulfuro (mg/l) simplificado después de aplicar kriging. Se muestran los valores de ion sulfuro (mg/l) en los alumbramientos en los que se dispone de dato. Asimismo se muestran los resultados a través de un código de tonalidades de color en la que los tonos claros representan las menores concentraciones de ion bicarbonato y los tonos oscuros las mayores concentraciones (ver leyenda).

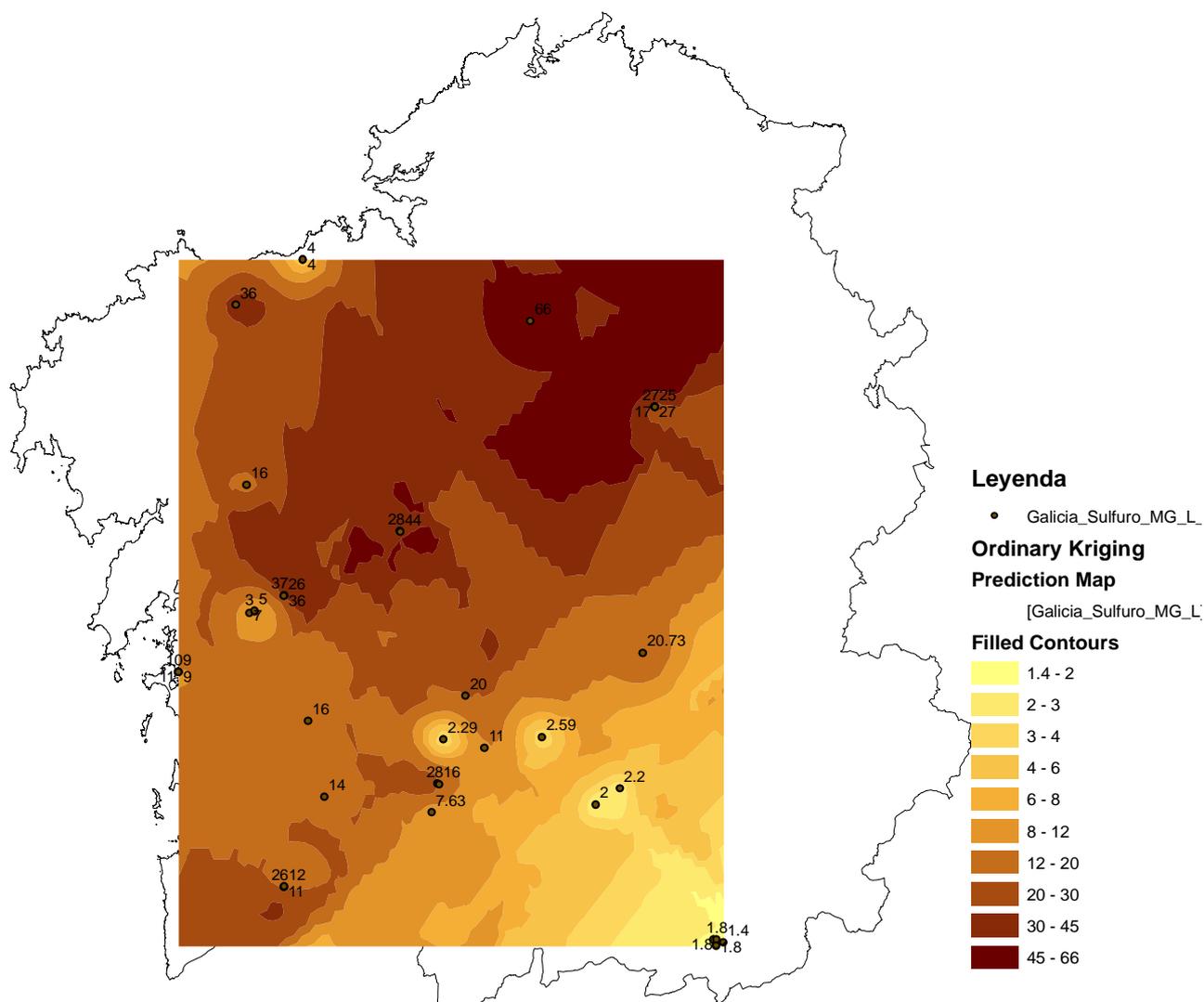


Figura 143. Mapa de isoconcentraciones simplificado de ion sulfuro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.

Se observa que las mayores concentraciones de ion sulfuro (mg/l) se localizan en la mitad norte de Galicia, al noreste y centro. El máximo valor medido se ha recogido en el balneario de Guitiriz.

En la Figura 144 se muestran los mapas de isoconcentraciones de ion sulfuro (mg/l) con los valores de las isolíneas predichos y los valores de concentración del ion sulfuro en los puntos en los que se dispone de dato.

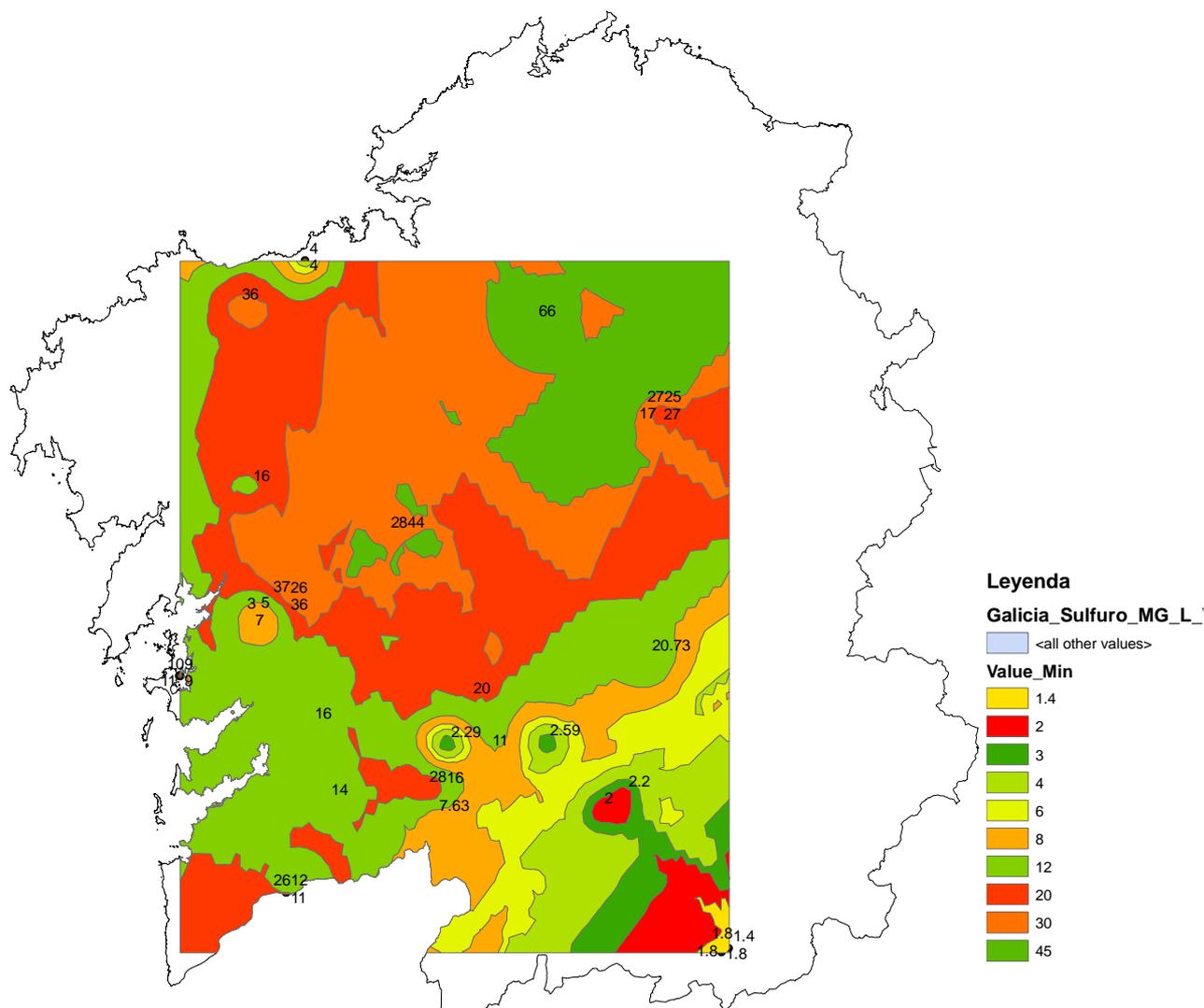


Figura 145. Mapa de predicción de isoconcentraciones (contorno) de ion sulfuro (mg/l) de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

6.3.2.4 Discusión

Las mayores concentraciones de ion sulfuro (mg/l) se localizan en el noreste y centro de Galicia. La mayor concentración de ion sulfuro (mg/l) se ha medido en el balneario de Guitiriz.

La ubicación de estos alumbramientos se encuentra sobre materiales metamórficos tipo esquistos, pizarras y gneisses. Las aguas de los alumbramientos de Caldelas de Tui y Cuntis se encuentran ubicados sobre terrazas y depósitos sedimentarios. Sin embargo, los alumbramientos alcanzan formaciones graníticas, granodioríticas precoces los primeros y la formación

granitoide inhomogéneo, granito migmatítico de 2 micas los segundos. En todos los casos se trata de aguas profundas.

En general se observa que la ubicación de estos alumbramientos se encuentra sobre materiales metamórficos tipo esquistos, pizarras y gneisses.

6.3.3 Mapas de isoconcentración de ion sodio (mg/l) de las aguas de los balnearios de Galicia

6.3.3.1 Introducción

El tratamiento matemático es el mismo que el aplicado en el epígrafe 6.2.1. Introducción.

6.3.3.2 Análisis de los datos utilizados

Se dispone de información de este parámetro en 73 alumbramientos, los mismos de los que se dispone de información para la elaboración del mapa de isoconcentración del ion bicarbonato (ver 6.3.1.2. Análisis de los datos utilizados).

Los estadísticos muestran que el valor mínimo de concentración de ion sodio (mg/l) es 0.87 mg/l y un valor máximo es 11100 mg/l. El valor medio es 1016.4 mg/l (ver Figura 146). La mediana es 132 mg/l ligeramente diferente a la media por lo que se estima realizar un análisis logarítmico de los datos (ver Figura 147).

Para realizar el análisis geoestadístico se han utilizado las siguientes capas:

(1) Captaciones_Vinculado. Capa de tipo punto que contiene toda la información de la base de datos "Balnearios". Los datos de la capa se han filtrado y se ha extraído la información correspondiente a la concentración de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

(2) Galicia_Sodio_MG_L. Capa resultante de la aplicación de los filtros sobre la capa Captaciones_Vinculado. Contiene la información correspondiente a la concentración de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

También se ha utilizado las capas: (1) Galicia_25, (2) Xeoloxia_50, (3) Litoloxia y (4) Faia_50 utilizadas en el epígrafe anterior.

Todas las capas están georreferenciadas al Datum ETRS89 UTM Zone 29N.

En la Figuras 146 a 152 se muestra el análisis de los histogramas y de los gráficos cuantil-cuantil normal de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Asimismo se muestra el gráfico de tendencia, semivariograma y covarianza de los datos.

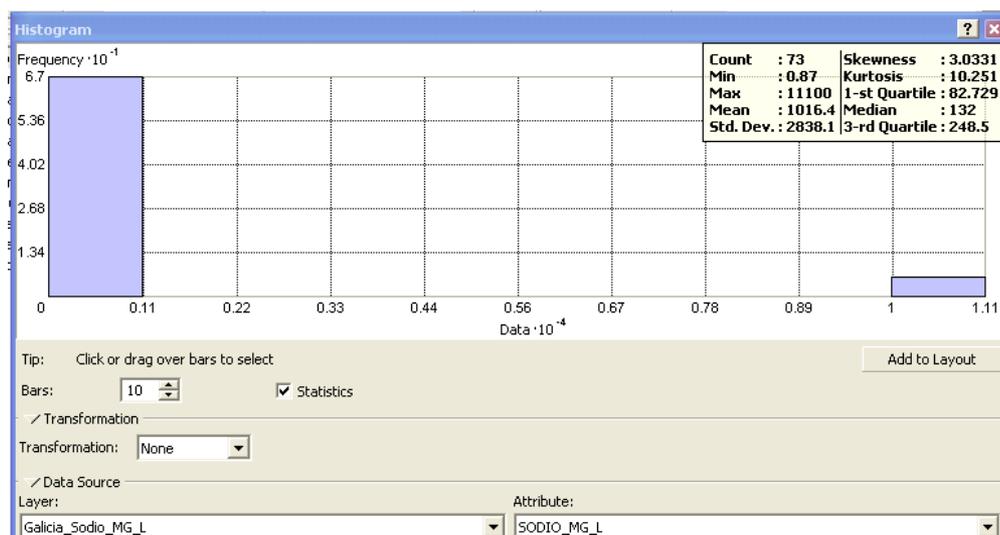


Figura 146. Histograma de los datos correspondiente a la concentración de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).

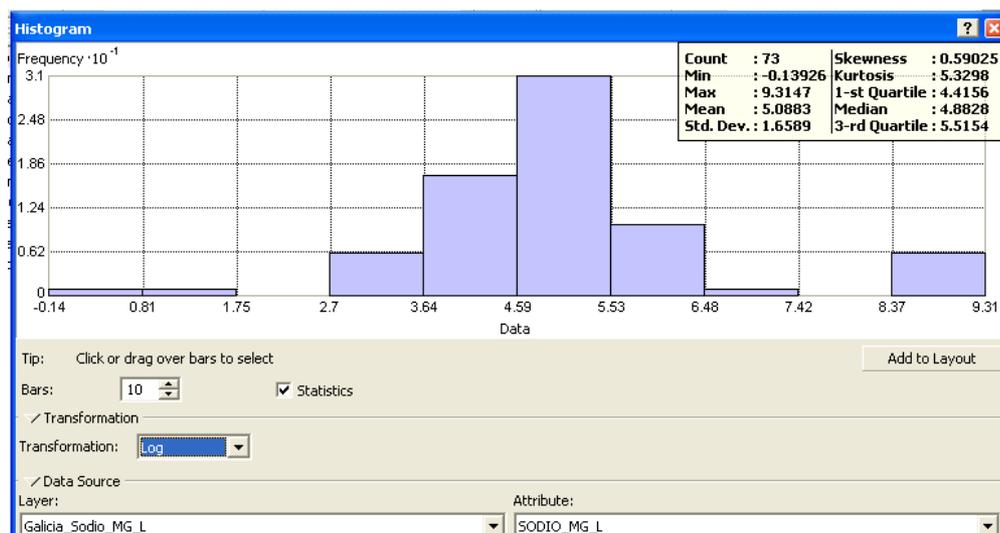


Figura 147. Histograma de los datos correspondiente a la concentración de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución logarítmica).

La línea en el diagrama cuantil-cuantil normal muestra los valores esperados para una distribución normal. Se observa que el diagrama se aleja ligeramente de los valores esperados para una distribución normal (ver Figura 148). Se decide mantener el tratamiento geoestadístico logarítmico de los datos (ver Figura 149).

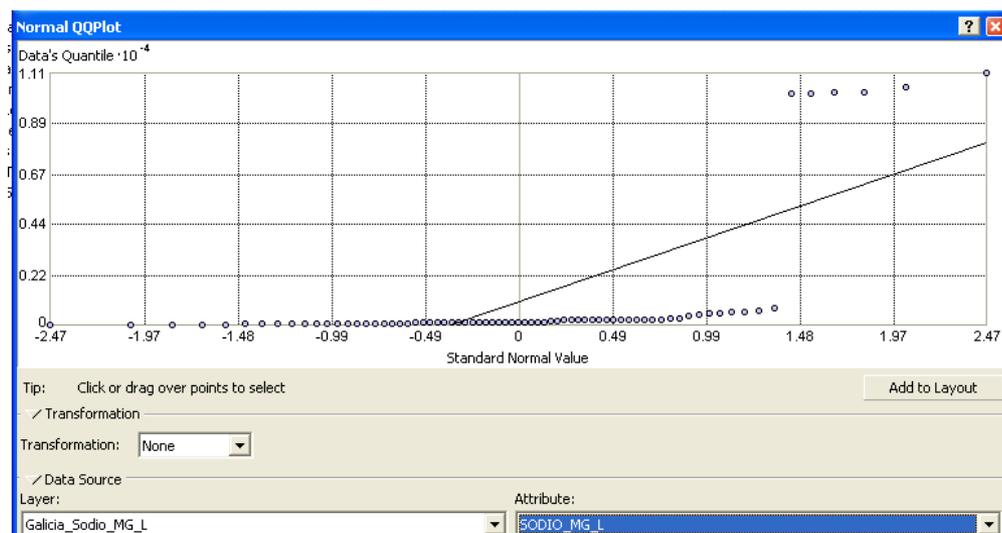


Figura 148. Diagrama cuantil-cuantil normal de los datos correspondiente a la concentración de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).

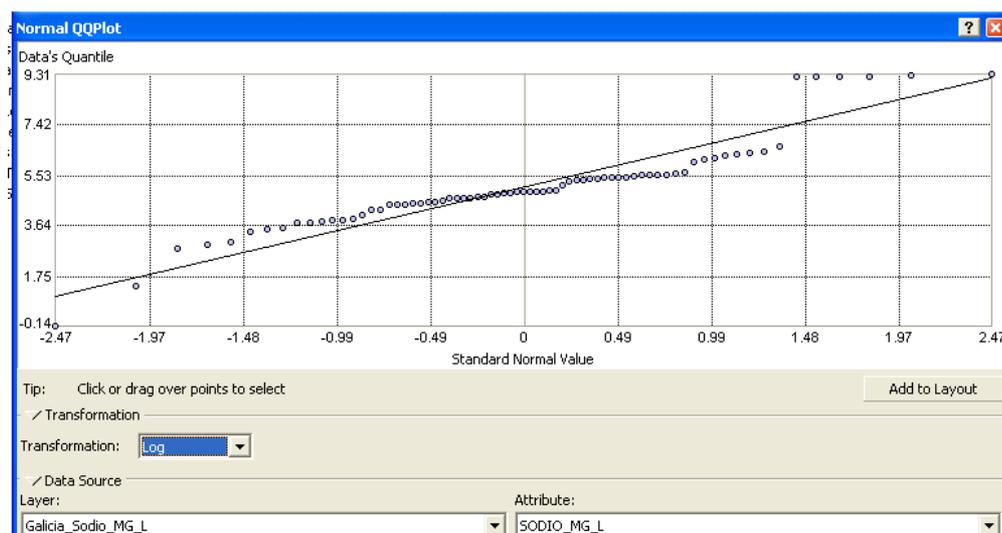


Figura 149. Diagrama cuantil-cuantil logarítmico de los datos correspondiente a la concentración de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución normal).

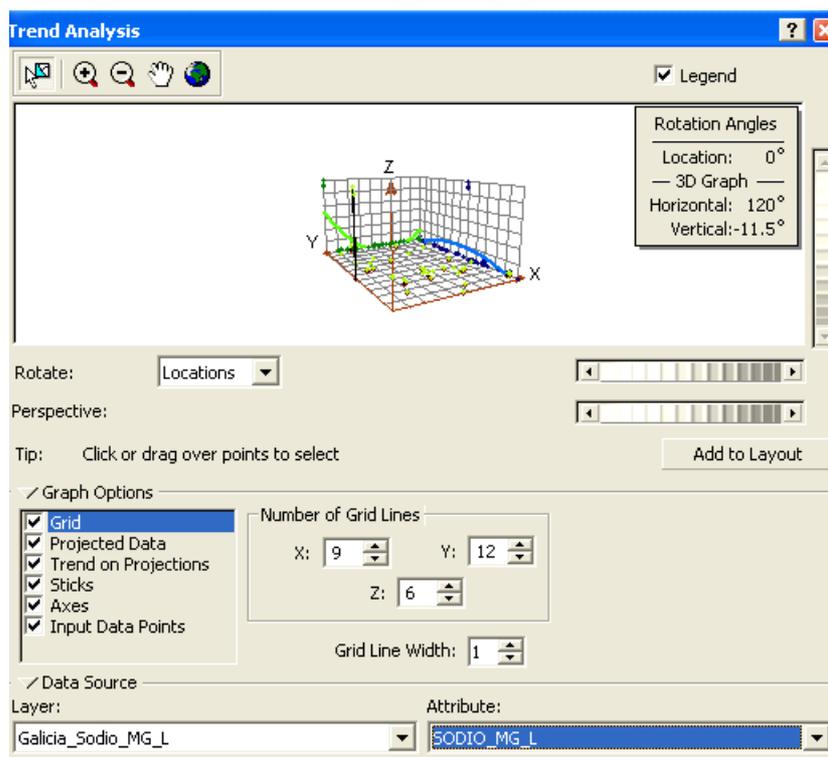


Figura 150. Análisis de tendencia de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se observa que los datos tienen una tendencia cuadrática.

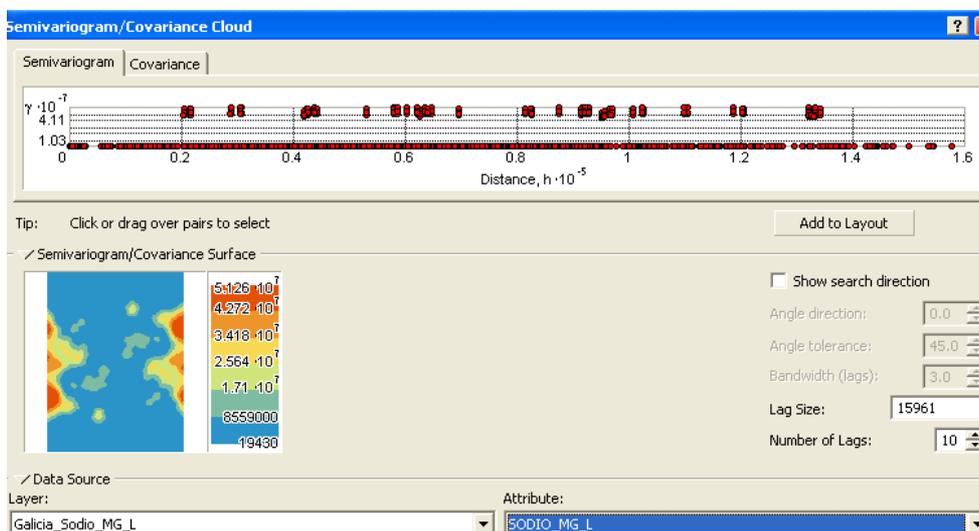


Figura 151. Semivariograma de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

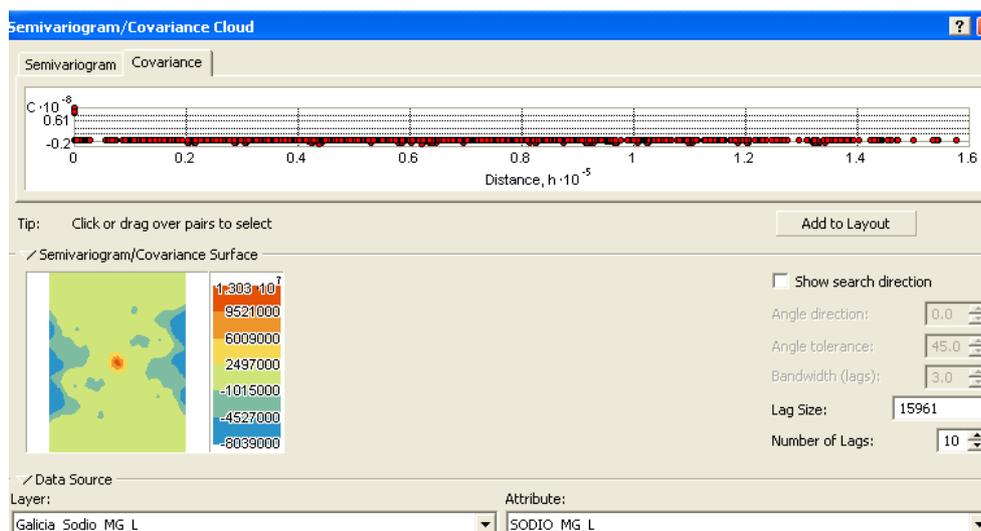


Figura 152. Covarianza de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

6.3.3.3 Análisis de resultados

Para el ajuste del modelo al semivariograma empírico, se selecciona una función de tipo esférico y se indica que se trata de un medio anisótropo. En el semivariograma se observa que hay efecto nugget (pepita). En las Figuras 153 a 157 se muestra el semivariograma empírico y el análisis de validación cruzada.

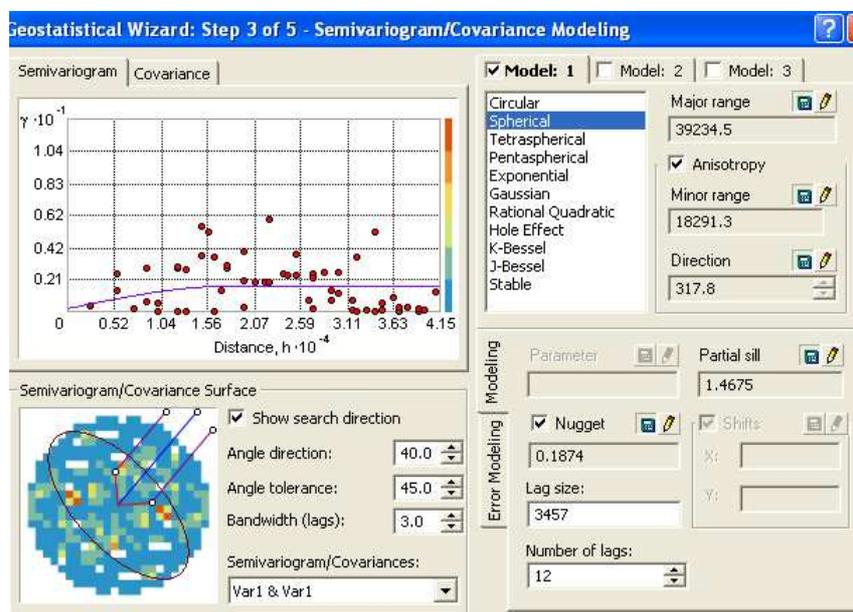


Figura 153. Semivariograma empírico de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se ha aplicado un modelo esférico y anisótropo.

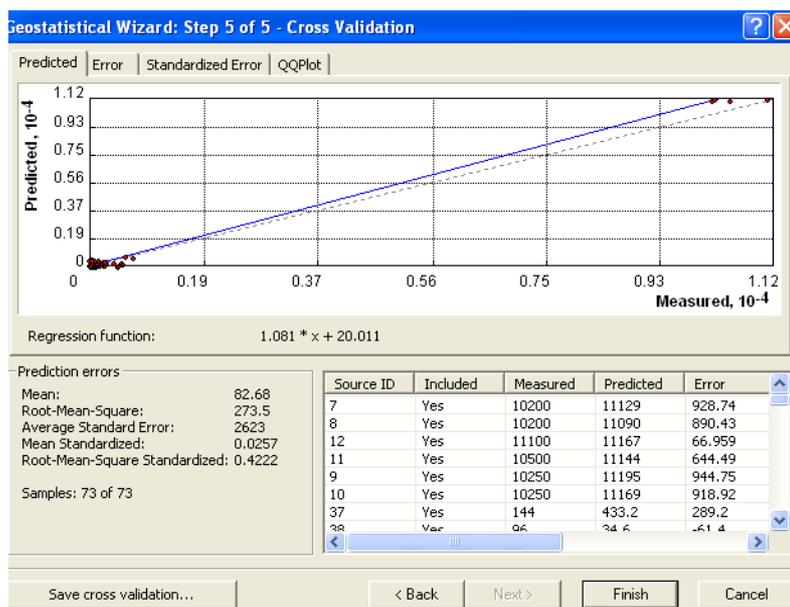


Figura 154. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

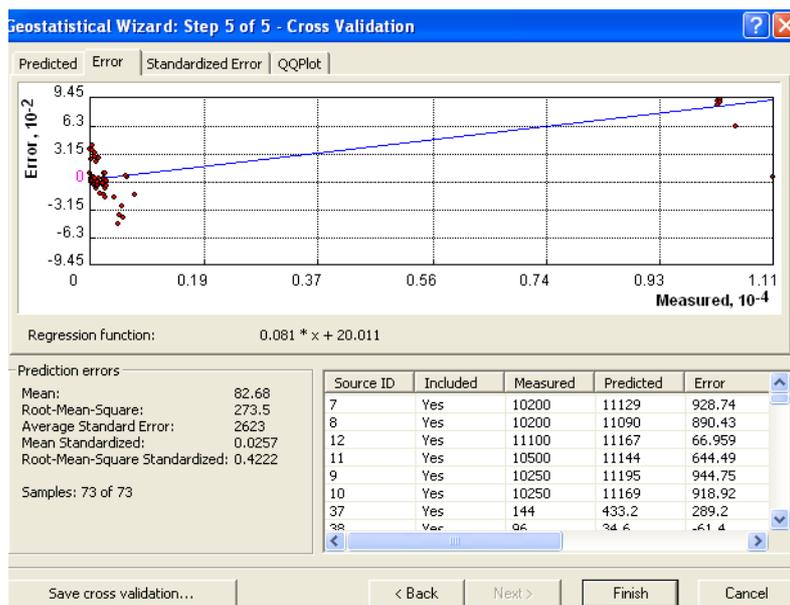


Figura 155. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva de errores.

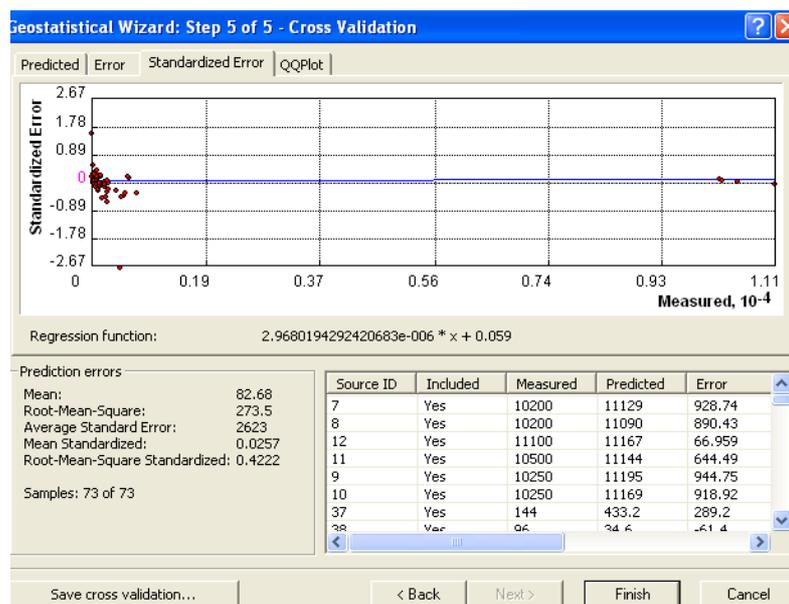


Figura 156. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva de errores estandarizados.

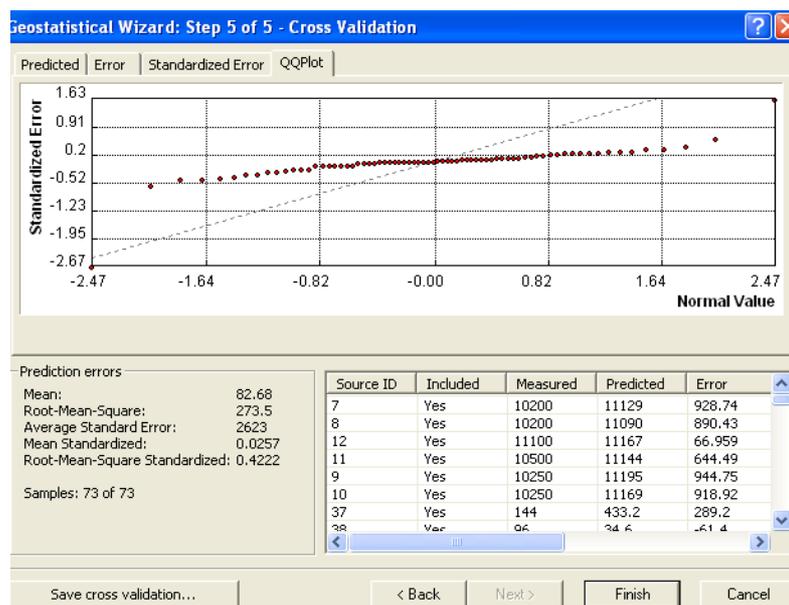


Figura 157. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva cuantil-cuantil normal.

En la Figura 158 se muestra el mapa de concentraciones de ion sodio (mg/l) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Los puntos de color azul oscuro representan los alumbramientos con concentración de ion sodio entre 0.00 – 70.00 mg/l. Los puntos de color azul claro representan los alumbramientos con concentración de ion sodio entre 70.01 –

175.00 mg/l. Los puntos de color verde representan los alumbramientos con concentración de ion sodio entre 175.01 – 280.00 mg/l. Los puntos de color amarillo representan los alumbramientos con concentración de ion sodio entre 280.01 – 725.00 mg/l. Los puntos de color rojo representan los alumbramientos con concentración de ion sodio entre 725.01 – 11100.00 mg/l. Se observa que las mayores concentraciones de ion sodio (mg/l) en las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia se encuentran en la mitad sur de Galicia así como en los balnearios que se encuentran cercanos la línea de costa. En la zona noroeste se encuentran los alumbramientos con menores concentraciones de ion sodio (mg/l). Hay una franja en la zona este de Galicia de la que no se dispone de información. Los mayores valores de concentración de ion sodio (mg/l) se registran en los alumbramientos del balneario de A Toxa.

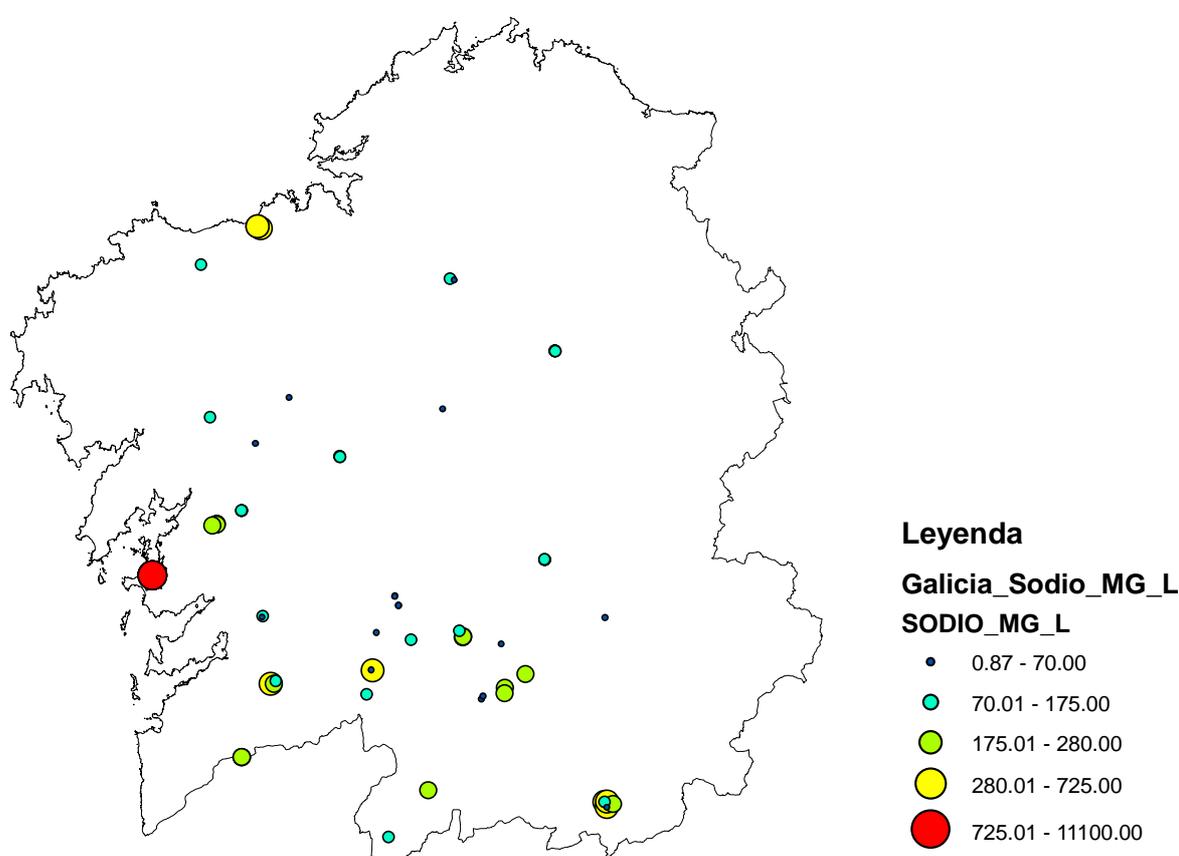


Figura 158. Mapa de la concentración de ion sodio (mg/l) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Los puntos azul oscuro representan los alumbramientos con menor concentración de ion sodio (mg/l). Los puntos de color rojo representan los alumbramientos con mayor concentración de ion sodio (mg/l).

En la Figura 159 se muestra el mapa de concentraciones de ion sodio (mg/l) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia y el mapa geológico de la Comunidad Autónoma.

En la Figura 160 se muestran los alumbramientos que presentan una concentración mayor de 280.00 mg/l de ion sodio (indicados en color azul). En las Figuras 161 y 162 se muestra un detalle de los alumbramientos que presentan una concentración mayor de 280.00 mg/l de ion sodio (indicados en color azul) y la geología. Asimismo, en la Tabla 108 se muestran los alumbramientos que presentan una concentración mayor de 280.00 mg/l de ion sodio. Hay 14 alumbramientos que cumplen esta condición. Estos alumbramientos se localizan en la mitad sur de Galicia así como en los balnearios que se encuentran cercanos la línea de costa. En la Tabla 109 se muestran los alumbramientos que presentan una concentración mayor de 280.00 mg/l de ion sodio y la geología de superficie correspondiente a cada alumbramiento.

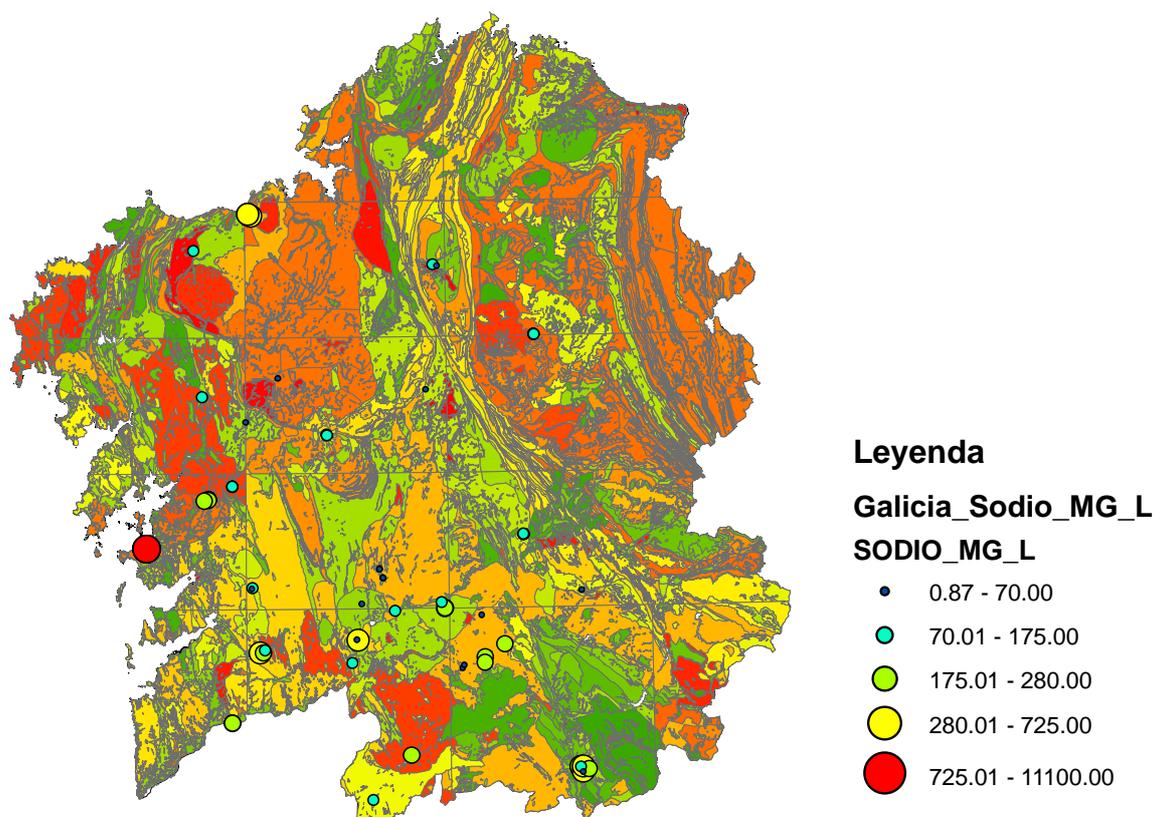


Figura 159. Mapa de la concentración de ion sodio (mg/l) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia y la geología de la Comunidad Autónoma.

Tabla 108. Alumbramientos de los balnearios de Galicia con concentración en ion sodio mayor de 280.00 mg/l.

ObjectID	X	Y	NOMBRE_CAPTACION	SODIO_MG_L
24	512628	4703648	La Fábrica o pozo n° 1	10200
25	512637	4703626	Caliente lateral o pozo n° 2	10200
26	512663	4703625	Capilla o pozo n° 3	10250
27	512675	4703601	El Mar o pozo n° 4	10250
28	512651	4703615	Huerta Fría o pozo n° 5	10500
29	512641	4703603	Huerta Caliente o pozo n° 6	11100
34	543403	4675252	Troncoso	530
50	569958	4678736	Pozo A. Veiga 1, P-4 ó n° 47	461
67	540024	4794823	Agua Caliente	590
68	540020	4794835	Agua Templada	601
76	540760	4794308	Loureda	724
106	630279	4644382	Manantial Principal	552
109	630876	4643092	Agua de Cabreiroá con gas n° 2	485
119	630940	4644462	Sousas Manantial I o Tradicional	408

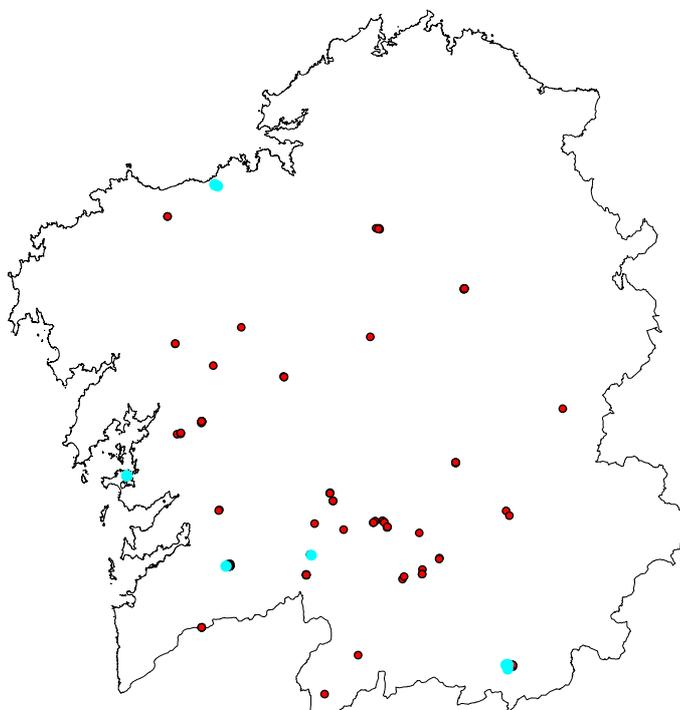


Figura 160. Situación de los alumbramientos de los balnearios de Galicia con concentración de ion sodio mayor de 280.00 mg/l (en color azul).

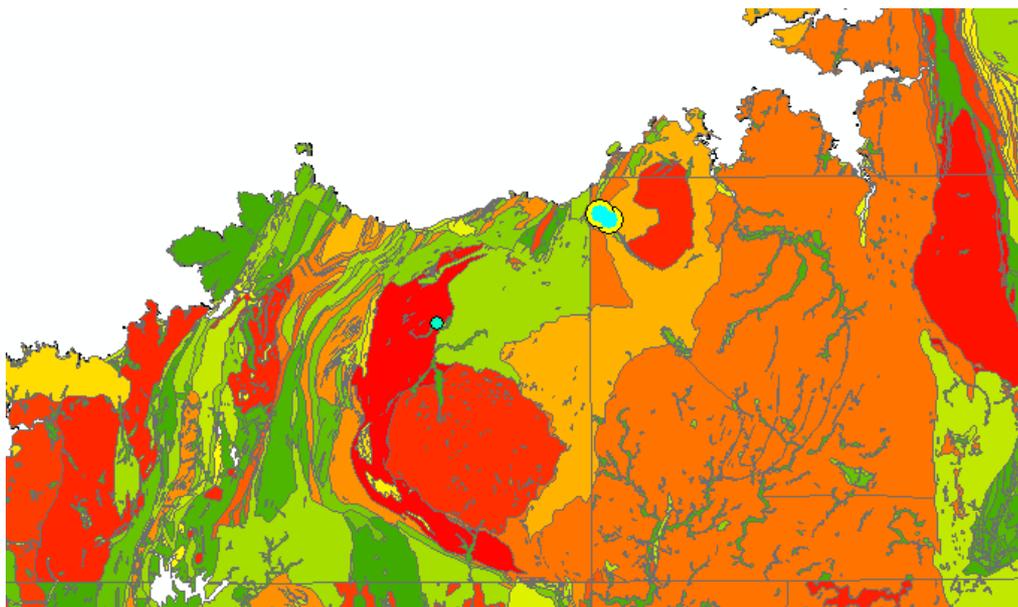


Figura 161. Detalle de la situación de los alumbramientos de los balnearios de Galicia con concentración de ion sodio mayor de 280.00 mg/l en la zona norte (en color azul) y la geología.

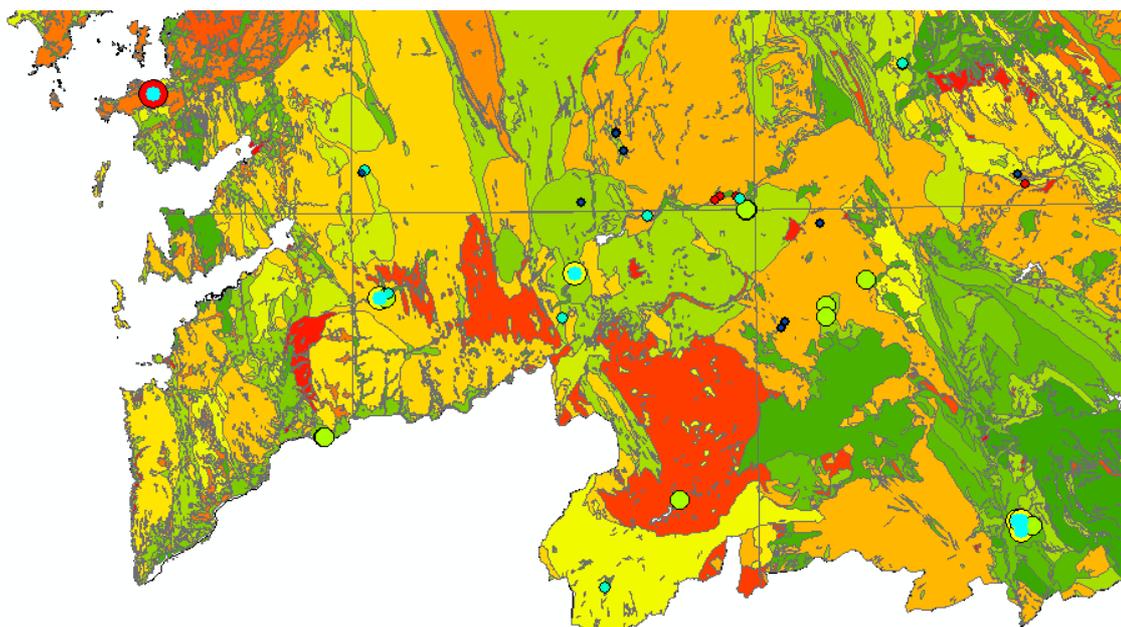


Figura 162. Detalle de la situación de los alumbramientos de los balnearios de Galicia con concentración de ion sodio mayor de 280.00 mg/l en la zona oeste y sur (en color azul) y la geología.

Se observa que en la zona sur hay varias formaciones calizas y sedimentarias. Asimismo aparecen granitos de 2 micas leucocráticos.

Los alumbramientos de los balnearios de Cabreiroá y Fontenova se encuentran sobre materiales cuaternarios (abanicos aluviales). Sin embargo, el alumbramiento del balneario de Sousas se encuentra sobre materiales granitos de 2 micas muy leucocráticos. Los 3 balnearios se encuentran entre 0.70 – 1.4 Km entre sí. El alumbramiento del balneario de Cabreiroá es un pozo de 119 m cuya agua es de tipo mineral natural de mineralización fuerte y clasificación según la temperatura de tipo hipotermal. El alumbramiento del balneario de Fontenova es un pozo de 34 m de profundidad es también un agua mineral natural de mineralización fuerte y clasificación según la temperatura de tipo hipotermal. En ambos casos se atraviesa la formación de granitos de 2 micas muy leucocráticos. El resto de alumbramientos se encuentran sobre materiales graníticos o calizas.

Tras la aplicación del procedimiento kriging se observa que las mayores concentraciones de ion sodio (mg/l) se localizan en el suroeste y oeste de Galicia. En la concentración de ion sodio en las aguas no sólo influye la geología del entorno sino también: (1) intrusión marina, (2) splash (formación de microgotas de agua de mar que se forman tras el golpeo del oleaje en la línea de costa) que puede ser desplazado por el viento cientos de metros hacia el interior, (3) mayor concentración de iones en las aguas de precipitación en las zonas cercanas a la costa, (4) mezcla de aguas profundas, etc provocan que las concentraciones de ion cloruro (mg/l) sea mayor en estas zonas.

Tabla 109. Alumbramientos que presentan una concentración mayor de 280.00 mg/l de ion sodio y la geología de superficie correspondiente.

NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO_1	NOM_LITO
Agua de Cabreiroá con gas nº 2	De Cabreiroá	ABANICOS ALUVIALES.
Manantial Principal	De Fontenova	ABANICOS ALUVIALES.
Sousas Manantial I o Tradicional	De Sousas	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE VERIN
Troncoso	de Mondariz	ALINEACION A CA#IZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO
Pozo A Veiga 1, P-4 ó nº 47	De Arnoia	MACIZO DE RIBADAVIA
El Mar o pozo nº 4	A Toxa	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *
Huerta Caliente o pozo nº 6	A Toxa	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *
Huerta Fría o pozo nº 5	A Toxa	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *
Capilla o pozo nº 3	A Toxa	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *
Caliente lateral o pozo nº 2	A Toxa	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *
La Fábrica o pozo nº 1	A Toxa	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *
Loureda	De Loureda	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
Agua Caliente	De Arteixo	MACIZO DE A CORU#A-FERROL. GRANODIORITAS Y GRANITOS BIOTITICOS PRECOCES
Agua Templada	De Arteixo	MACIZO DE A CORU#A-FERROL. GRANODIORITAS Y GRANITOS BIOTITICOS PRECOCES

En la Figura 163 se muestra el mapa de predicción de isoconcentraciones de ion sodio (mg/l) después de aplicar kriging. Se muestran los valores de las isolíneas y los valores de ion sodio (mg/l) en los alumbramientos en los que se dispone de dato. Asimismo se muestran los resultados a través de un código de tonalidades

de color en la que los tonos claros representan las menores concentraciones de ion sodio y los tonos oscuros las mayores concentraciones (ver leyenda).

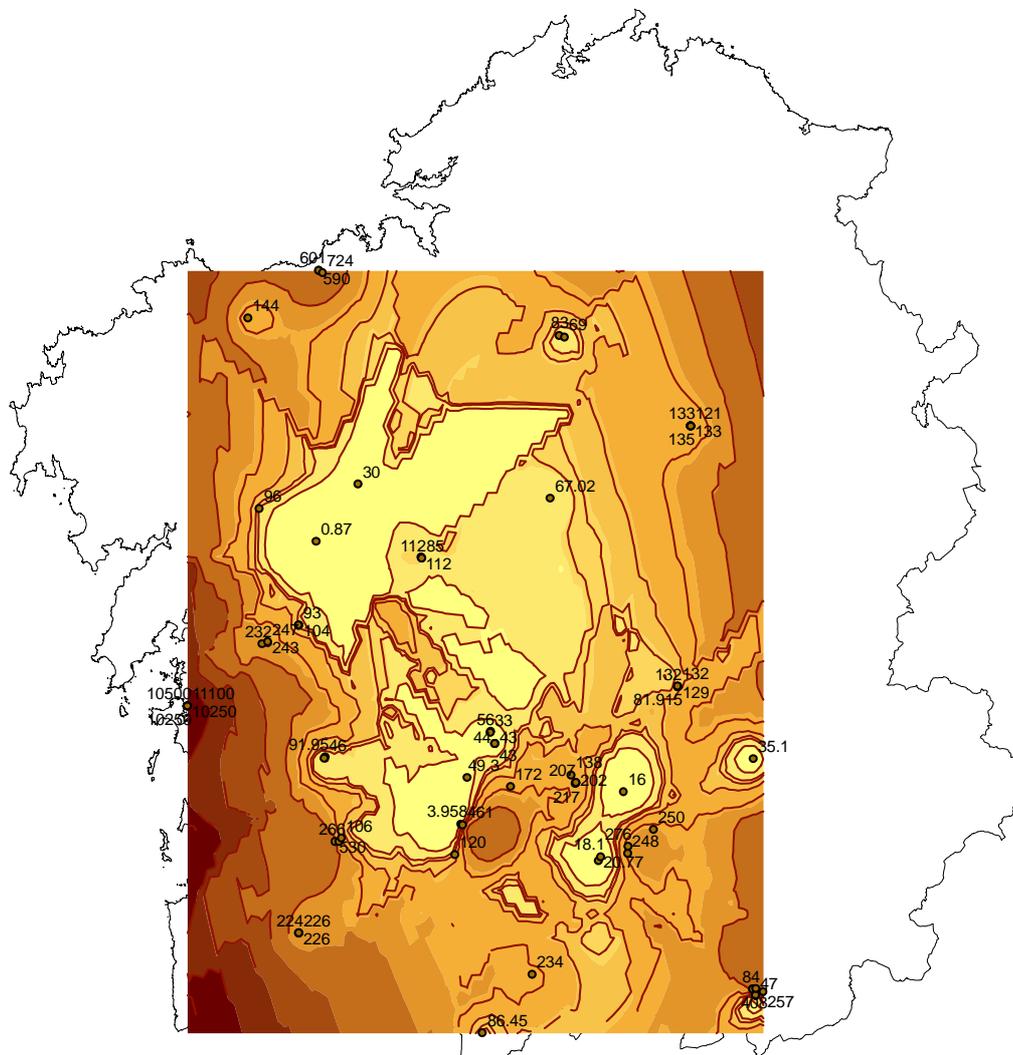


Figura 163. Mapa de isoconcentraciones de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.

En la Figura 164 se muestra el mapa de predicción de isoconcentraciones de ion sodio (mg/l) simplificado después de aplicar kriging. Se muestran los valores de ion sodio (mg/l) en los alumbramientos en los que se dispone de dato. Asimismo se muestran los resultados a través de un código de tonalidades de color en la que los tonos claros representan las menores concentraciones de ion sodio y los tonos oscuros las mayores concentraciones (ver leyenda).

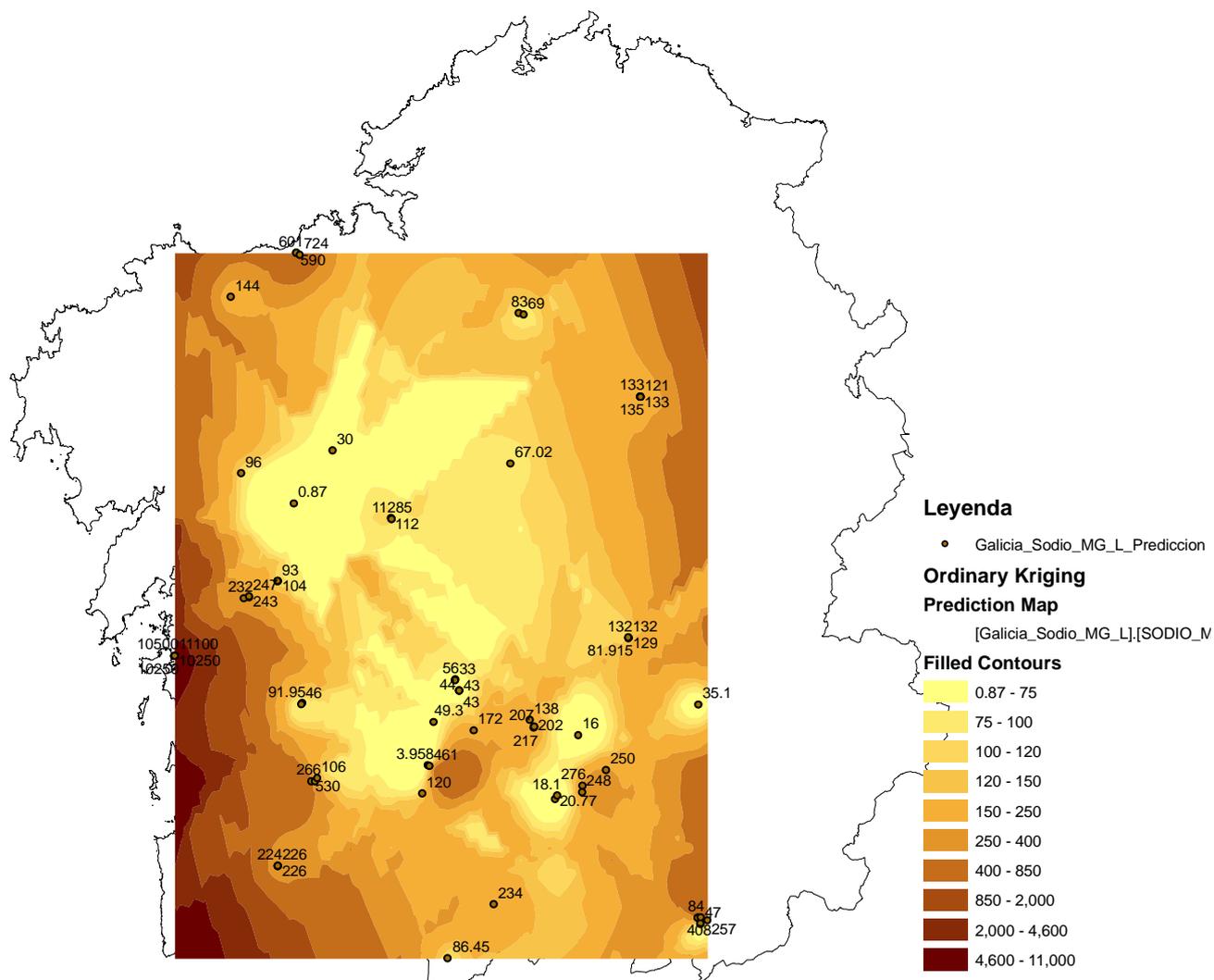


Figura 164. Mapa de isoconcentraciones simplificado de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.

En la Figura 165 se muestran los mapas de isoconcentraciones de ion sodio (mg/l) con los valores de las isolíneas predichos y los valores de concentración del ion sodio en los puntos en los que se dispone de dato.

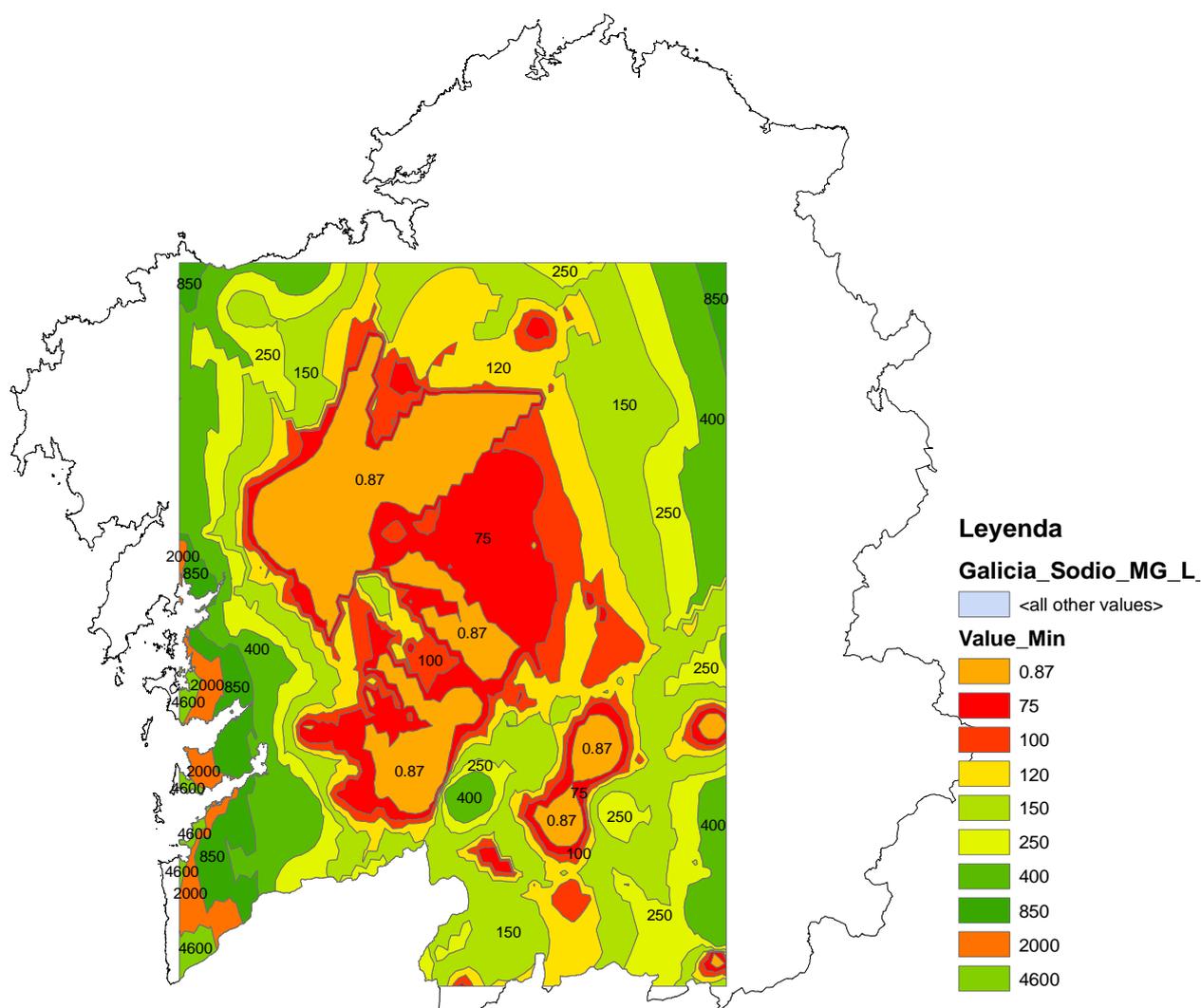


Figura 166. Mapa de predicción de isoconcentraciones (contorno) de ion sodio (mg/l) de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

6.3.3.4 Discusión

Las mayores concentraciones de ion sodio (mg/l) se localizan en la mitad sur y soroeste de Galicia así como en los balnearios que se encuentran cercanos la línea de costa. En la zona noroeste se encuentran los alumbramientos con menores concentraciones de ion sodio (mg/l). Los mayores valores de concentración de ion sodio (mg/l) se registran en los alumbramientos del balneario de A Toxa.

En la concentración de ion sodio en las aguas no sólo influye la geología del entorno sino también: (1) intrusión marina, (2) splash (formación de microgotas de agua de mar que se forman tras el golpeo del oleaje en la línea de costa) que puede ser desplazado por el viento cientos de metros hacia el interior, (3) mayor

concentración de de iones en las aguas de precipitación en las zonas cercanas a la costa, (4) mezcla de aguas profundas, etc provocan que las concentraciones de ion cloruro (mg/l) sea mayor en estas zonas.

6.3.4 Mapas de isoconcentración de ion cloruro (mg/l) de las aguas de los balnearios de Galicia

6.3.4.1 Introducción

El tratamiento matemático es el mismo que el aplicado en el epígrafe 6.2.1. Introducción.

6.3.4.2 Análisis de los datos utilizados

Como en el caso anterior, se dispone de información de este parámetro en 73 alumbramientos, los mismos de los que se dispone de información para la elaboración del mapa de isoconcentración del ion bicarbonato (ver epígrafe 6.3.1.2. Análisis de los datos utilizados).

Los estadísticos muestran que el valor mínimo de concentración es 3.0 mg/l y el valor máximo es 19200 mg/l. El valor medio es 1603.7 mg/l (ver Figura 167). La mediana es 36 mg/l muy diferente a la media por lo que se estima realizar un análisis logarítmico de los datos (ver Figura 168).

Para realizar el análisis geoestadístico se han utilizado las siguientes capas:

(1) Captaciones_Vinculado. Capa de tipo punto que contiene toda la información de la base de datos "Balnearios". Los datos de la capa se han filtrado y se ha extraído la información correspondiente a la concentración de ion bicarbonato (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

(2) Galicia_Cloruro_MG_L. Capa resultante de la aplicación de los filtros sobre la capa Captaciones_Vinculado. Contiene la información correspondiente a la concentración de ion cloruro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

Igualmente se ha utilizado las capas: (1) Galicia_25, (2) Xeoloxia_50, (3) Litoloxia y (4) Faia_50 utilizadas en el epígrafe anterior.

Todas las capas están georreferenciadas al Datum ETRS89 UTM Zone 29N.

En las Figuras 167 a 173 se muestran los histogramas y los gráficos cuantil-cuantil normal de los datos de concentración de ion cloruro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. También se muestra el gráfico de tendencia, semivariograma y covarianza de los datos.

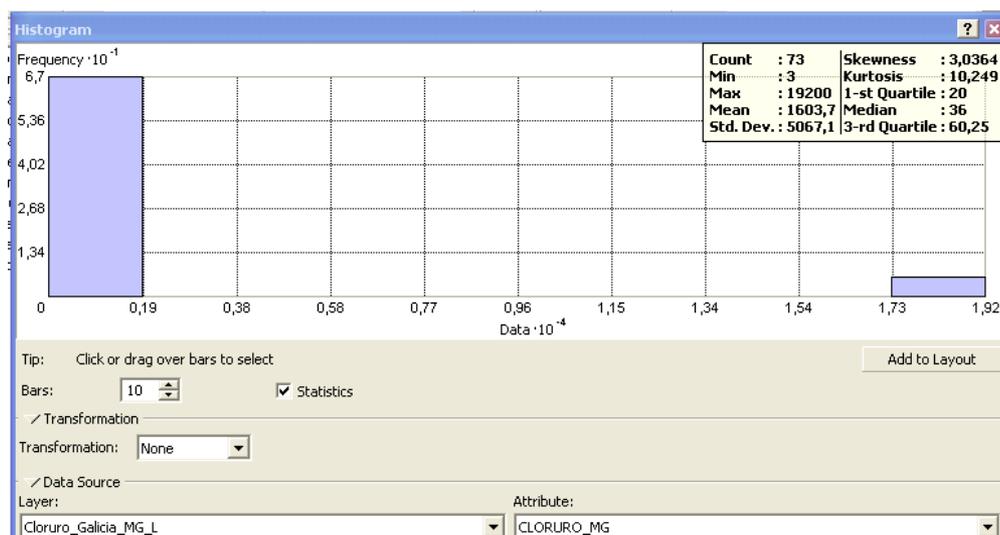


Figura 167. Histograma de los datos correspondiente a la concentración de ion cloruro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).

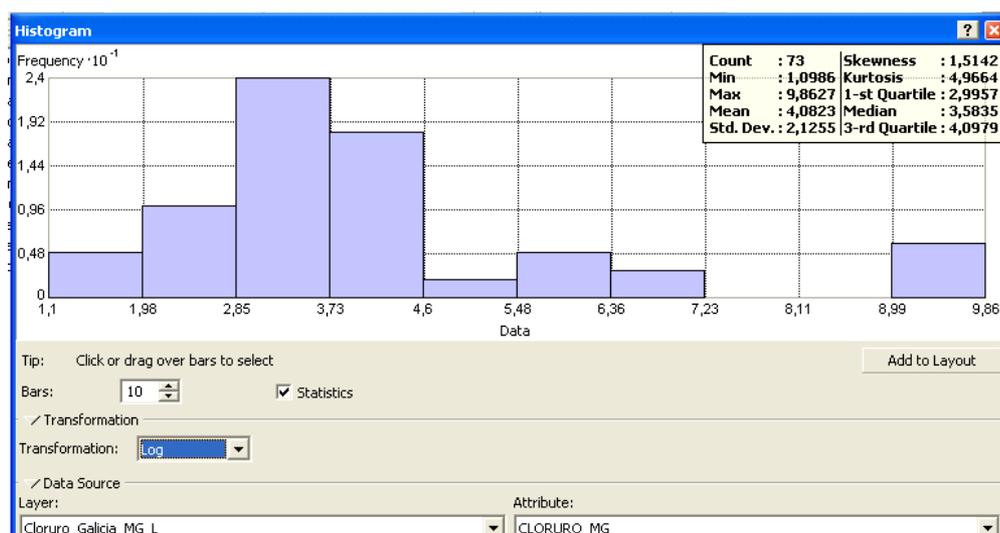


Figura 168. Histograma de los datos correspondiente a la concentración de ion cloruro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución logarítmica).

Tras el análisis de los datos mediante el histograma se analiza el gráfico cuantil-cuantil normal. La línea en el diagrama cuantil-cuantil normal muestra los valores esperados para una distribución normal. Se observa que el diagrama se aleja ligeramente de los valores esperados para una distribución normal (ver Figura 169). Se decide mantener el tratamiento geoestadístico logarítmico de los datos (ver Figura 170).

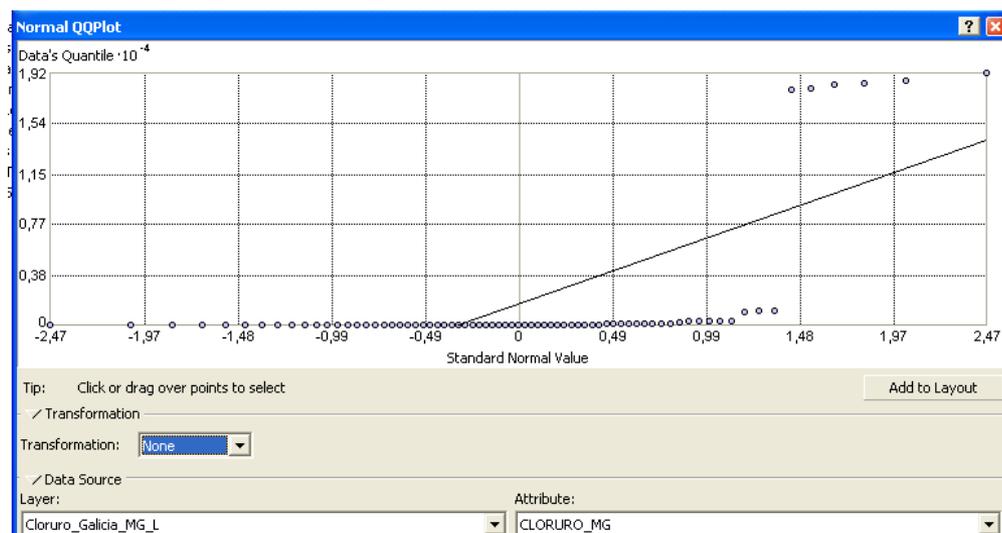


Figura 169. Diagrama cuantil-cuantil normal de los datos correspondientes a la concentración de ion cloruro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).

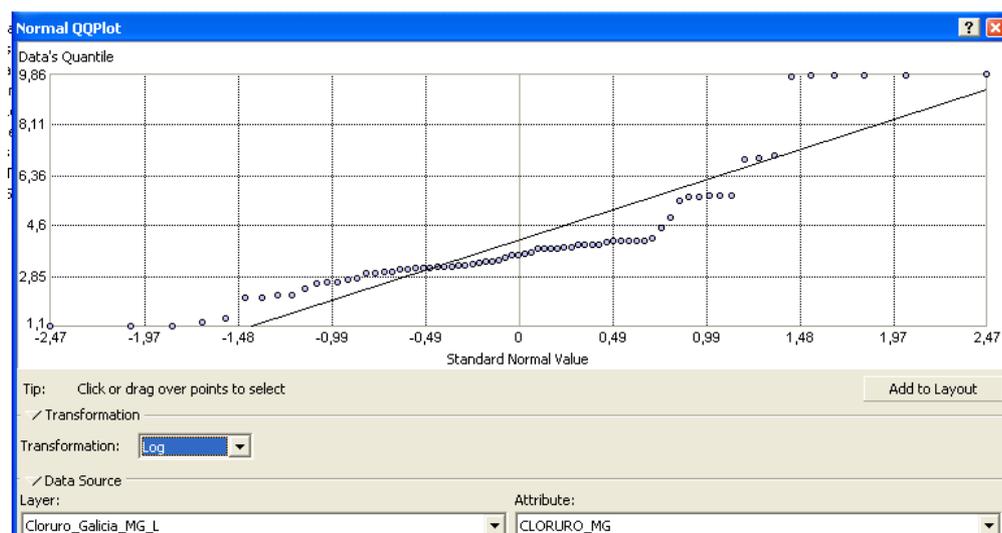


Figura 170. Diagrama cuantil-cuantil logarítmico de los datos correspondientes a la concentración de ion cloruro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución normal).

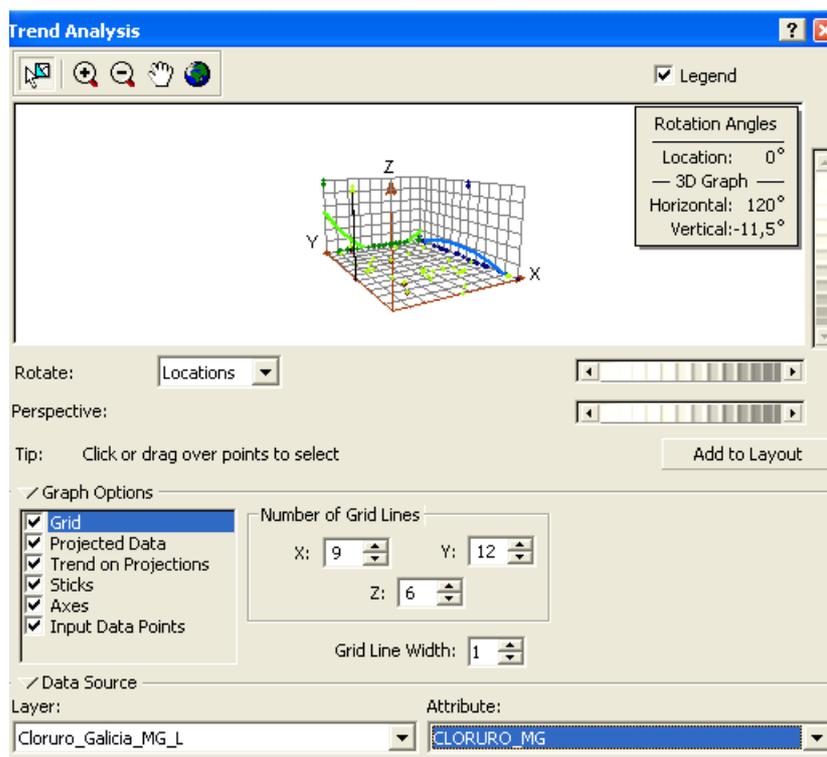


Figura 171. Análisis de tendencia de los datos de concentración de ion cloruro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se observa que los datos tienen una tendencia cuadrática.

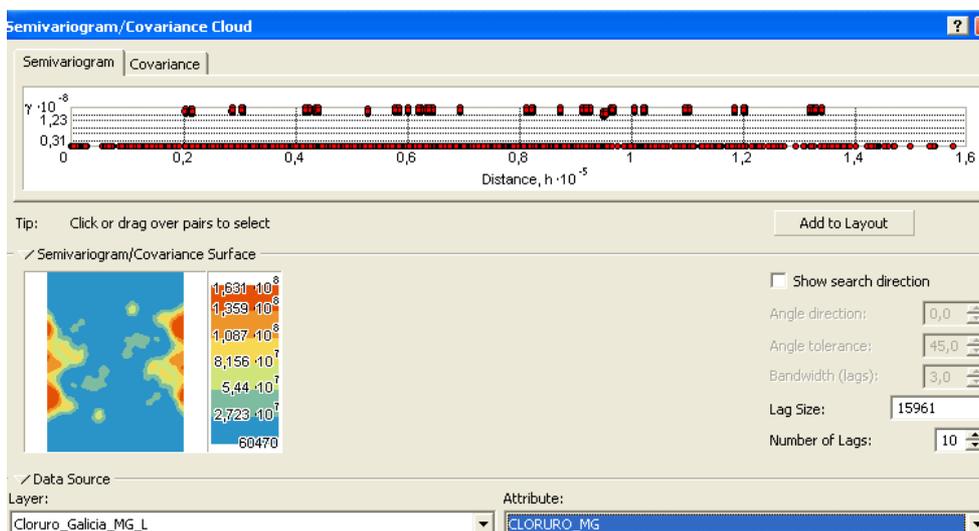


Figura 172. Semivariograma de los datos de concentración de ion cloruro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

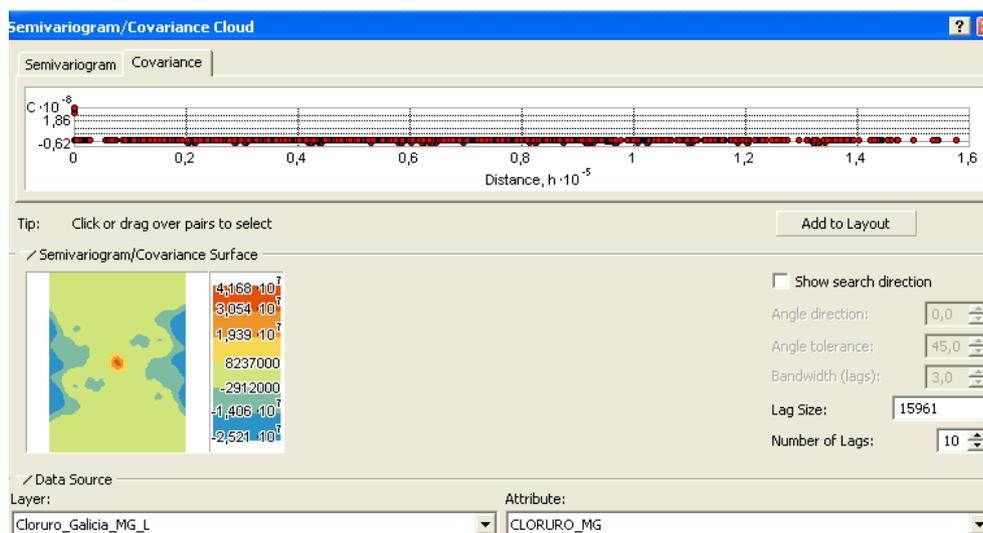


Figura 173. Covarianza de los datos de concentración de ion cloruro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

En los datos de concentración de ion cloruro (mg/l) se observan importantes diferencias en los valores. Las altas concentraciones de ion cloruro se concentran en el balneario de A Toxa. El resto de valores se reparten tal y como se analizará en el epígrafe siguiente.

6.3.4.3 Análisis de resultados

Se aplica un modelo de predicción y una transformación logarítmica a los datos y un modelo esférico y en medio anisótropo para ajustar al semivariograma empírico. En el semivariograma se observa que hay efecto nugget (pepita).

En las Figuras 174 a 178 se muestra el semivariograma empírico y el análisis de validación cruzada.

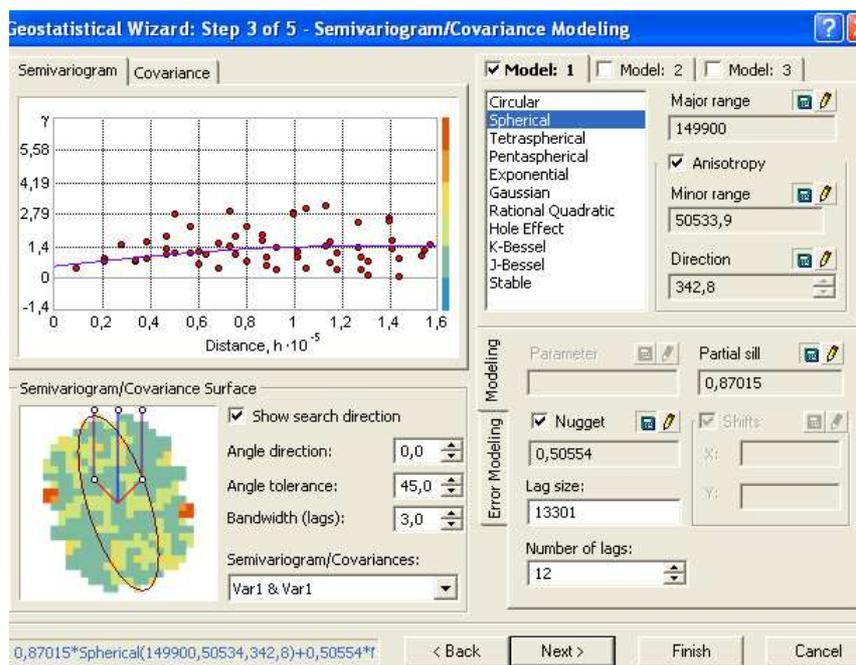


Figura 174. Semivariograma empírico de los datos de concentración de ion cloruro (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se ha aplicado un modelo esférico y anisótropo.

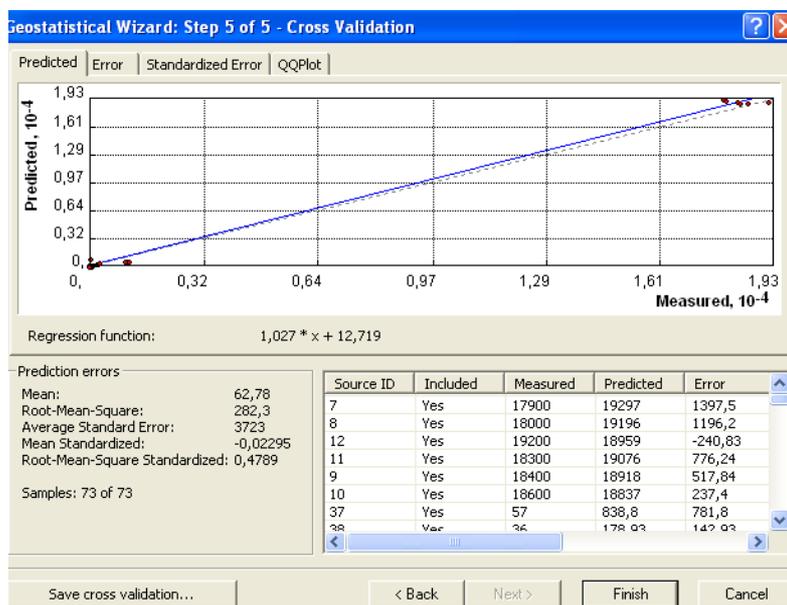


Figura 175. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion cloruro (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

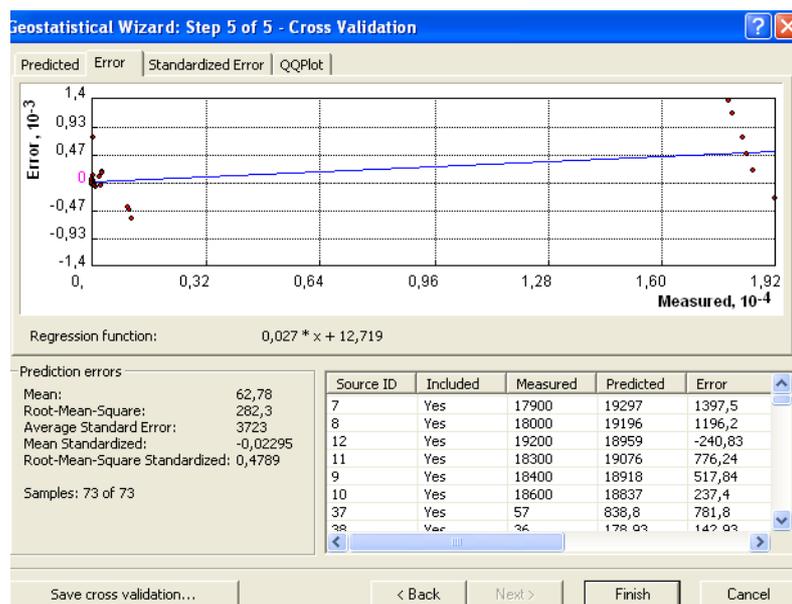


Figura 176. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion cloruro (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva de errores.

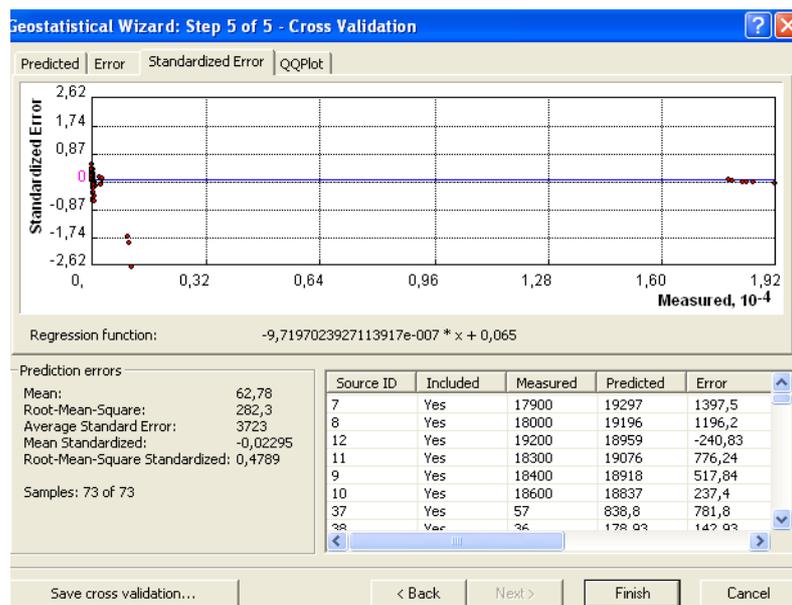


Figura 177. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion cloruro (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva de errores estandarizados.

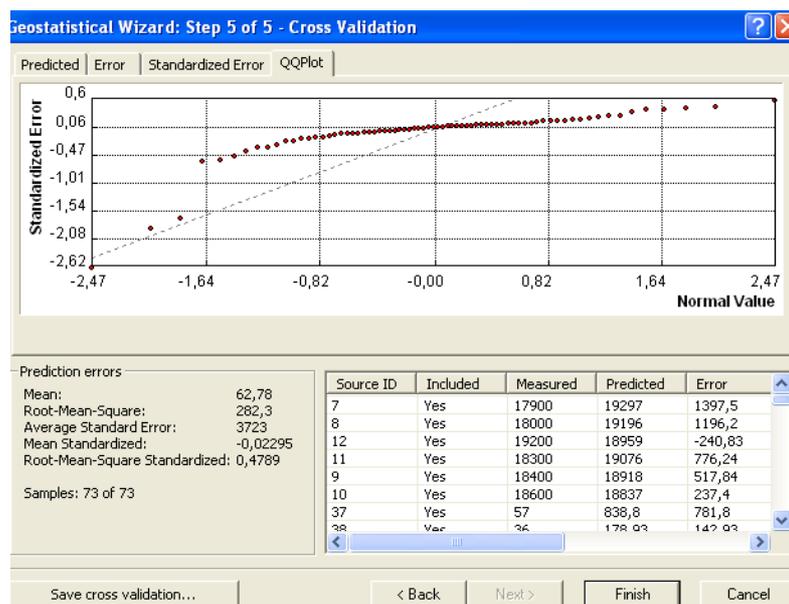


Figura 178. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion cloruro (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva cuantil-cuantil normal.

En la Figura 179 se muestra el mapa de concentraciones de ion cloruro (mg/l) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Los puntos de color azul oscuro representan los alumbramientos con concentración de ion cloruro entre 0.00 –36.00 mg/l. Los puntos de color azul claro representan los alumbramientos con concentración de ion cloruro entre 36.01 – 130.00 mg/l. Los puntos de color verde representan los alumbramientos con concentración de ion cloruro entre 130.01 – 300.00 mg/l. Los puntos de color amarillo representan los alumbramientos con concentración de ion cloruro entre 300.01 – 1200.00 mg/l. Los puntos de color rojo representan los alumbramientos con concentración de ion cloruro entre 1200.01 – 19200.00 mg/l. Se observa que las mayores concentraciones de ion cloruro (mg/l) en las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia se encuentran en aquellos balnearios situados cerca del litoral. Los alumbramientos con mayor concentración de ion cloruro se encuentran en el balneario de A Toxa al este de Galicia. Presentan concentración de ion cloruro entre 17900 – 19200 mg/l. Estos alumbramientos se encuentran a escasos metros de la línea de costa. En el epígrafe 6.3.3. Mapas de isoconcentración de ion sodio (mg/l) de las aguas de los balnearios de Galicia, se muestran los resultados de evolución de concentración de ion sodio (mg/l). Se concluye que hay mezcla de agua entre las aguas procedentes de altas profundidades y el agua del mar.

Los siguientes alumbramientos con mayor concentración de ion cloruro pertenecen al balneario de Arteixo y a Baños de Loureda. Se encuentran al norte de Galicia. Presentan concentración de ion cloruro entre 300.01 – 1200.00 mg/l. los alumbramientos se encuentran a una distancia entre 2.4 – 3.1 Km respecto de la línea de costa.

Finalmente los alumbramientos pertenecientes al balneario de Caldelas de Tui (al sur de Galicia) y a los balnearios de Acuña y Dávila (al oeste de Galicia) presentan una concentración de ion cloruro entre 130.01 – 300.00 mg/l. Los alumbramientos de Caldelas de Tui se encuentran entre 200 – 240 m de distancia de la línea de costa. Los alumbramientos de Acuña y Dávila se encuentran entre 9.00 – 10.00 Km de distancia de la línea de costa.

A los fenómenos propios de intrusión marina y mezcla de aguas profundas hay que suma: (1) la mayor salinidad de las aguas de las precipitaciones en las zonas cercanas a la costa y (2) fenómenos de “splash” por el que se generan microgotas de agua de mar producidas por el golpeo del oleaje con la línea de costa que pueden ser trasladadas cientos de metros de distancia.

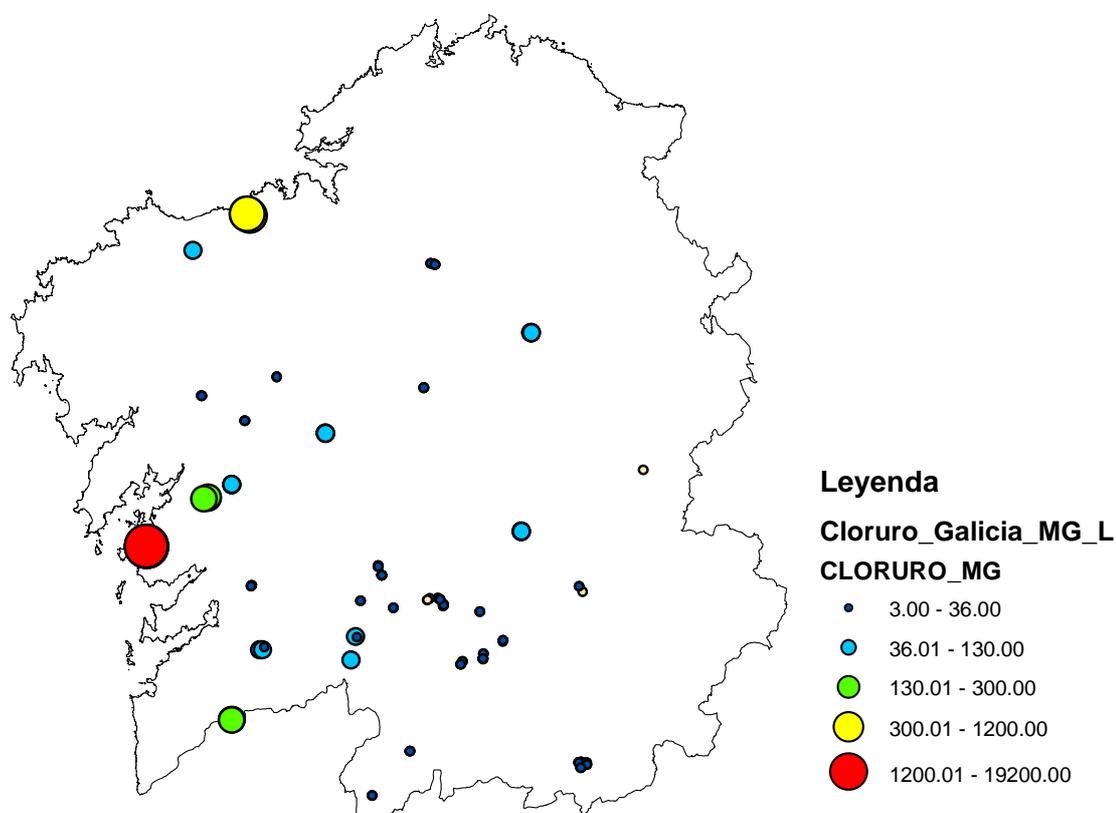


Figura 179. Mapa de la concentración de ion cloruro (mg/l) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Los puntos azul oscuro representan los alumbramientos con menor concentración de ion cloruro (mg/l). Los puntos de color rojo representan los alumbramientos con mayor concentración de ion cloruro (mg/l).

En la Figura 180 se muestra el mapa de concentraciones de ion cloruro (mg/l) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia y el mapa geológico de la Comunidad Autónoma.

En la Figura 181 se muestran los alumbramientos que presentan una concentración mayor de 130.00 mg/l de ion cloruro (indicados en color azul). En las Figuras 182 y 183 se muestra un detalle de los alumbramientos que presentan una concentración mayor de 130.00 mg/l de ion cloruro (indicados en color azul) y la geología. Asimismo, en la Tabla 110 se muestran los alumbramientos que presentan una concentración mayor de 130.00 mg/l de ion cloruro. Hay 15 alumbramientos que cumplen esta condición. Estos alumbramientos se localizan en zonas cercanas a la línea de costa. En la Tabla 111 se muestran los alumbramientos que presentan una concentración mayor de 130.00 mg/l de ion cloruro y la geología de superficie correspondiente a cada alumbramiento.

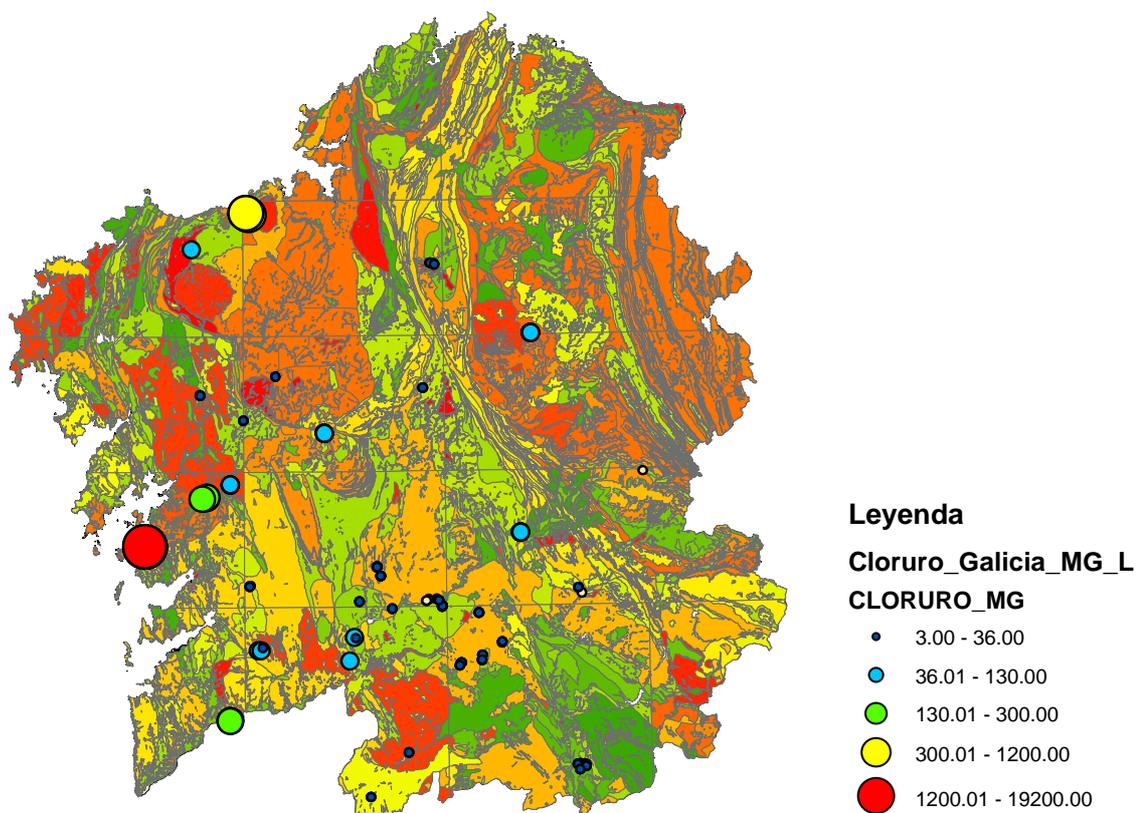


Figura 180. Mapa de la concentración de ion cloruro (mg/l) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia y la geología de la Comunidad Autónoma.

Tabla 110. Alumbramientos de los balnearios de Galicia con concentración en ion cloruro mayor de 130.00 mg/l.

FID	Shape	ObjectID	X	Y	HOMBRE_CAP	CLORURO_MG
0	Point	1	529400	4716900	Fuente de los Ojos	269
1	Point	2	528244	4716624	Pozo Bomba o Acuña	233
6	Point	23	529375	4717100	Fuente de las Burgas	268
7	Point	24	512628	4703648	La Fábrica o pozo nº 1	17900
8	Point	25	512637	4703626	Caliente lateral o pozo nº 2	18000
9	Point	26	512663	4703625	Capilla o pozo nº 3	18400
10	Point	27	512675	4703601	El Mar o pozo nº 4	18600
11	Point	28	512651	4703615	Huerta Fría o pozo nº 5	18300
12	Point	29	512641	4703603	Huerta Caliente o pozo nº 6	19200
19	Point	46	535850	4656050	María Cruz nº 751	281
20	Point	47	535873	4656114	Pozo San Antonio	286
21	Point	48	535894	4656135	Pozo San Francisco	285
35	Point	67	540024	4794823	Agua Caliente	1010
36	Point	68	540020	4794835	Agua Templada	1050
39	Point	76	540760	4794308	Loureda	1120

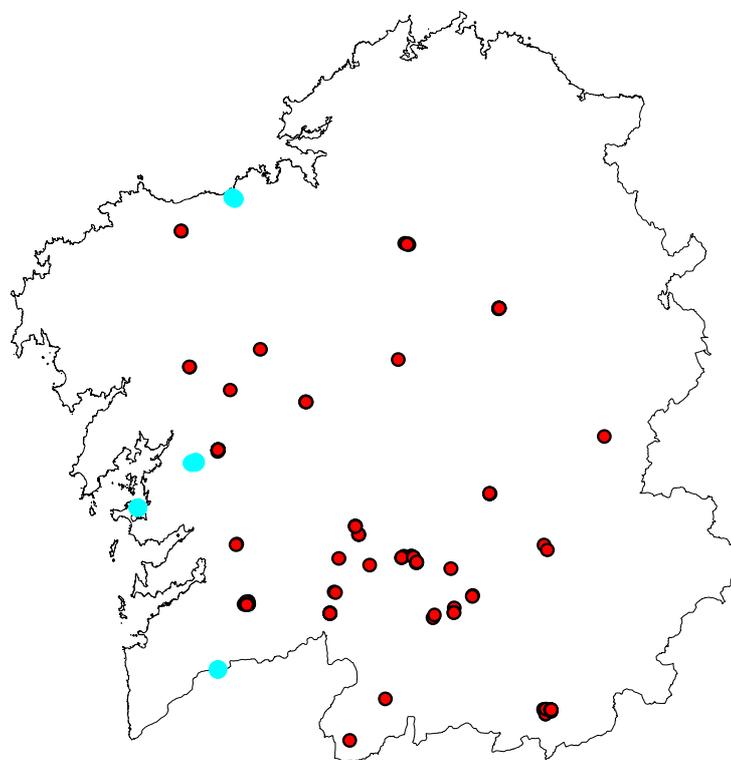


Figura 181. Situación de los alumbramientos de los balnearios de Galicia con concentración de ion cloruro mayor de 130.00 mg/l (en color azul).

Los alumbramientos de Caldelas de Tui que están ubicados sobre terrazas. Sin embargo se encuentran situados entre 200 – 240 m de distancia de la línea de costa por lo que las altas concentraciones de ion cloruro (mg/l) se deben a fenómenos de intrusión marina (ver Figura 182). Además los alumbramientos tienen una profundidad entre 67.0 – 108.0 m por lo que alcanzan formaciones graníticas y granodioríticas precoces.

El resto de alumbramientos con concentración de ion cloruro mayor de 130.00 mg/l se encuentran en granitos y granodioritas.

Tabla 111. Alumbramientos que presentan una concentración mayor de 130.00 mg/l de ion cloruro y la geología de superficie correspondiente.

NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO_1	NOM_LITO
María Cruz nº 751	Caldelas de Tui	TERRAZAS
Pozo San Antonio	Caldelas de Tui	TERRAZAS
Pozo San Francisco	Caldelas de Tui	TERRAZAS
El Mar o pozo nº 4	A Toxa	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *
Huerta Caliente o pozo nº 6	A Toxa	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *
Huerta Fría o pozo nº 5	A Toxa	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *
Capilla o pozo nº 3	A Toxa	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *
Caliente lateral o pozo nº 2	A Toxa	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *
La Fábrica o pozo nº 1	A Toxa	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *
Pozo Bomba o Acuña	Acuña	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
Fuente de los Ojos	Acuña	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *
Fuente de las Burgas	Dávila	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
Loureda	De Loureda	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
Agua Caliente	De Arteixo	MACIZO DE A CORUÑA-FERROL. GRANODIORITAS Y GRANITOS BIOTITICOS PRECOCES
Agua Templada	De Arteixo	MACIZO DE A CORUÑA-FERROL. GRANODIORITAS Y GRANITOS BIOTITICOS PRECOCES

En la Figura 184 se muestra el mapa de predicción de isoconcentraciones de ion cloruro (mg/l) después de aplicar kriging. Se muestran los valores de las isolíneas

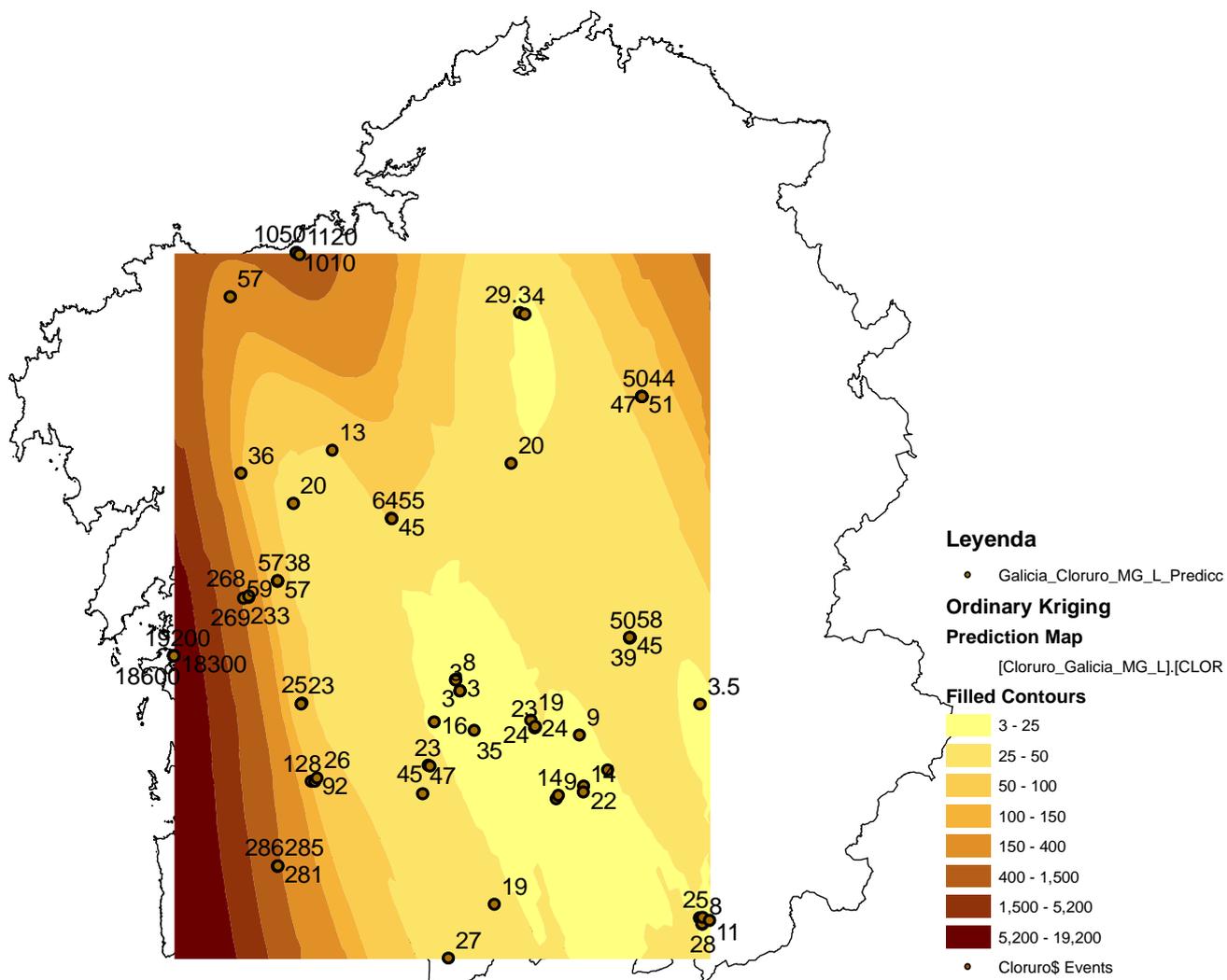


Figura 185. Mapa de isoconcentraciones simplificado de ion cloruro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.

Se observa que las mayores concentraciones de ion cloruro (mg/l) se localizan en las zonas cercanas a las líneas de costa. También se observa una graduación desde el centro de Galicia hacia la costa.

En la Figura 186 se muestra el mapa de isoconcentración de ion cloruro (mg/l) con los valores de las isólinas predichos y los puntos en los que se dispone de dato.

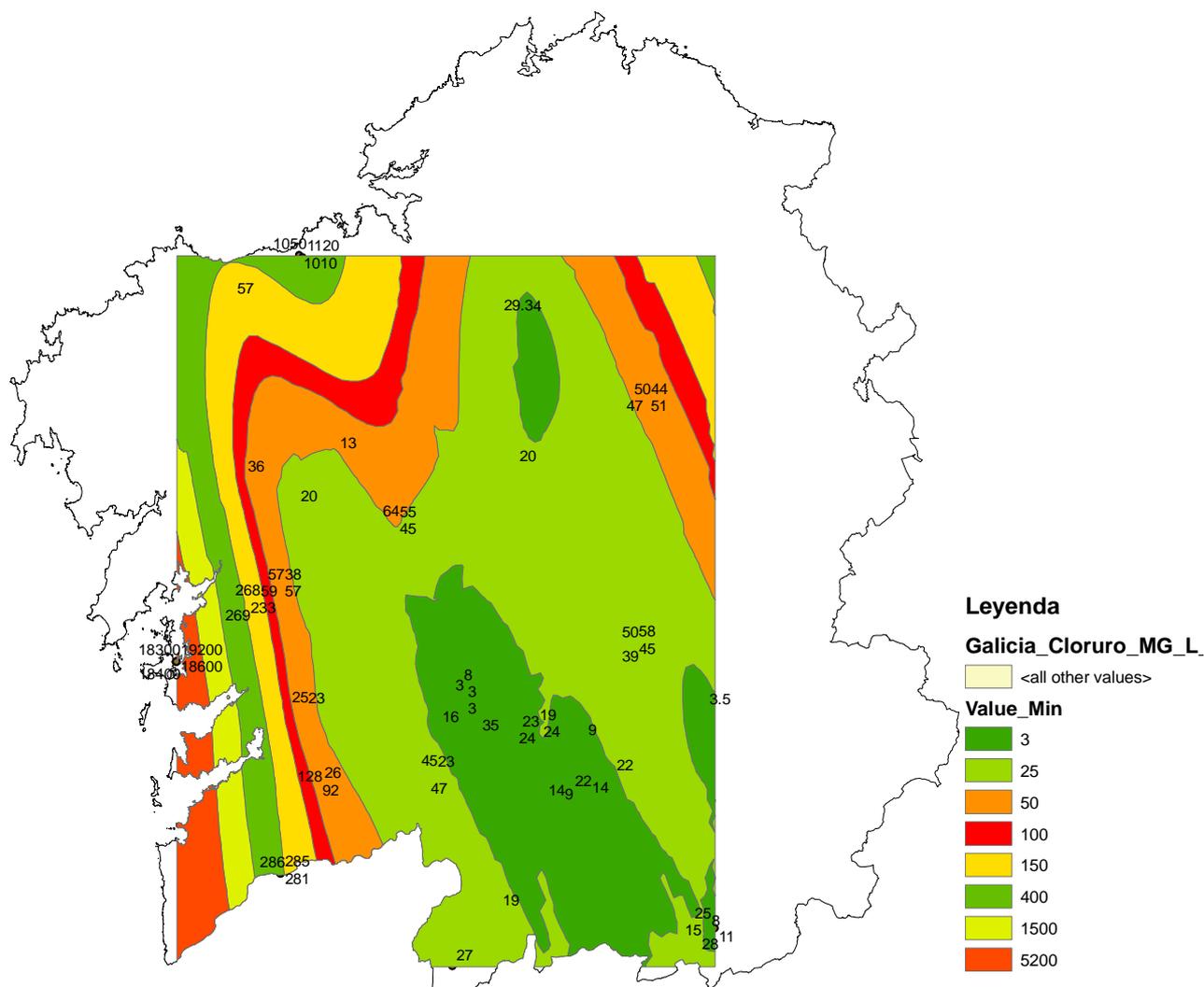


Figura 187. Mapa de predicción de isoconcentraciones (contorno) de ion cloruro (mg/l) de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

6.3.4.4 Discusión

Las mayores concentraciones de ion cloruro (mg/l) se encuentran en las zonas cercanas a la línea de costa. Fenómenos como (1) intrusión marina, (2) splash (formación de microgotas de agua de mar que se forman tras el golpeo del oleaje en la línea de costa) que puede ser desplazado por el viento cientos de metros hacia el interior, (3) mayor concentración de iones en las aguas de precipitación en las zonas cercanas a la costa, (4) mezcla de aguas profundas, etc provocan que las concentraciones de ion cloruro (mg/l) sea mayor en estas zonas. Se observa asimismo una graduación desde el centro de Galicia hacia la costa.

Los alumbramientos con mayor concentración de ion cloruro se encuentran en el balneario de A Toxa al este de Galicia seguidos de los alumbramientos

pertenecientes a los balnearios de Arteixo, a Baños de Loureda, Caldelas de Tui, Acuña y Dávila. Algunos de estos alumbramientos se encuentran a escasos metros de la línea de costa.

6.4. EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN LAS AGUAS DE LOS BALNEARIOS DE GALICIA. MAPAS DE ISOTEMPERATURAS

6.4.1 Introducción

Los alumbramientos que constituyen los balnearios de Galicia se clasifican según el campo “TIPO” en: (1) dren, (2) fuente, (3) manantial, (4) pozo, (5) pozo surgente y (6) pozo/galería. En la Tabla 112 se muestra la tabla resumen de los alumbramientos de los balnearios de Galicia según el campo “TIPO”.

Tabla 112. Resumen de la información contenida en el campo “TIPO” de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.

OBJECTID *	TIPO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	Dren	3	2.34
2	Fuente	13	10.16
3	Manantial	45	35.16
4	Pozo	50	39.06
5	Pozo surgente	15	11.72
6	Pozo/Galería	2	1.56

Se observa que de los 128 alumbramientos hay 65 que son de tipo “pozo” y “pozo surgente” y 45 que son de tipo “manantial”. Teniendo en cuenta que el origen geológico y tipo de alumbramiento de las aguas es diferente según el caso, se han considerado 3 casos independientes en la realización de este análisis: (1) mapas de isotemperaturas de las aguas de los balnearios de Galicia, (2) mapas de isotemperaturas de las aguas de los manantiales de los balnearios de Galicia y (3) mapas de isotemperaturas de las aguas de los pozos y pozos surgentes de los balnearios de Galicia.

6.4.2 Mapas de isotemperaturas de las aguas de los balnearios de Galicia

6.4.2.1 Introducción

El tratamiento matemático es el mismo que el aplicado en el epígrafe 6.2.1. Introducción.

6.4.2.2 Análisis de los datos utilizados

Para realizar este análisis geoestadístico se dispone de los datos de temperatura (°C) de 86 alumbramientos. En la Tabla 113 se muestran los alumbramientos de los que se dispone de dato de temperatura (°C) así como otra información adicional.

De los 86 alumbramientos hay 3 que son de tipo “dren”, 11 de tipo “fuente”, 26 de tipo “manantial”, 32 de tipo “pozo”, 12 de tipo “pozo surgente” y 2 de tipo

“pozo/galería” (ver Tablas 114 a 119). La profundidad de los alumbramientos varía entre 1.50 m (Ntra. Sra. De los Ángeles o Burga de O Tremo, Fuente de Prado nº 5, Fuente del Interior nº 6 y Fuente de los Baños nº 7) y 250 m (Pozo A Veiga 1, P-4 ó nº 47).

Además hay 26 que están clasificados según su temperatura de alumbramiento como hipertermal, 26 hipotermal, 2 mesotermal y 32 sin información. Asimismo, hay 8 clasificados como mineral natural, 23 mineromedicinal, 44 mineromedicinal termal y 11 sin información.

Tabla 113. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de temperatura (°C). Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento y valor de temperatura (°C).

ObjectID	X	Y	HOMBRE_CAPTACION	TEMPERATURA_C
1	529400	4716900	Fuente de los Ojos	23.9
2	528244	4716624	Pozo Bomba o Acuña	38
4	535867	4720486	Fuego de Dios ó Fuente de la Plaza	59
6	535873	4720527	Calle Real	53
12	535869	4720583	Huerta	42
17	535833	4720471	Era Nueva	37
22	535842	4720560	San Marcial y San Enrique	62
23	529375	4717100	Fuente de las Burgas	48
24	512628	4703648	La Fábrica o pozo nº 1	20
25	512637	4703626	Caliente lateral o pozo nº 2	53
26	512663	4703625	Capilla o pozo nº 3	43
27	512675	4703601	El Mar o pozo nº 4	47
28	512651	4703615	Huerta Fría o pozo nº 5	34
29	512641	4703603	Huerta Caliente o pozo nº 6	61
31	561300	4734750	Fonte dos Baños	22
32	561431	4734600	Pozo Patio	24.8
33	561425	4734603	Sondeo nº 5	23
34	543403	4675252	Troncoso	15.5
35	544233	4675288	Gándara	15
36	544715	4675997	Sabaxáns	17.5
37	544187	4675405	Mondariz nº 2	16.5
38	544186	4675412	Mondariz nº 3	17
39	544194	4675390	Mondariz nº 1	16.3
40	544008	4675955	Fuente del Val nº 1	16.5
41	544747	4675309	Fuente del Val nº 2	16.5
42	544749	4675367	Fuente del Val	15
43	544664	4675232	V-4	15
44	544067	4675172	M-5	17
45	544220	4675193	Mondariz nº 4	18
46	535850	4656050	María Cruz nº 751	44
47	535873	4656114	Pozo San Antonio	56
48	535894	4656135	Pozo San Francisco	56
49	569546	4678922	Pozo A Veiga 1, PO-1B ó nº 46	22.9
50	569558	4678736	Pozo A Veiga 1, P-4 ó nº 47	22.9
51	579900	4686800	Laias nº 38	50
52	574076	4635225	Río Clado nº 60 ó Río Caldo	77
53	609695	4677809	Fuente Caliente nº 64	42.3
54	609600	4677583	A Burga nº 69	46
55	590025	4781200	Fuente de San Juan de Lagostelle	15.2
56	591153	4780849	Pozo de los Pobres o del Pinar o S-1	14.7
59	617450	4762200	Manantial Central Romano	44
60	617368	4762252	Manantial Piscina	43.8
61	617278	4762014	Manantial Patio	43.8
62	617241	4762021	Manantial Lecho Río	43.8
63	617354	4762270	Lugo Pozo nº 2	42
64	617366	4762260	Lugo Pozo nº 3	42.6
65	617432	4762207	Lugo Pozo nº 4	26.9

ObjectID	X	Y	NOMBRE_CAPTACION	TEMPERATURA_C
66	588165	4747138	Nai de Deus	16
67	540024	4794823	Agua Caliente	39.8
68	540020	4794835	Agua Templada	36
69	540035	4794815	Agua Fresca	25
70	540028	4794821	Agua Bicarbonatada o Fuente de Beber	20
71	540130	4794830	Agua Ferruginosa	18
72	525250	4784825	Virgen de la Estrella	36.2
74	527650	4744950	Ntra. Sra. De los Ángeles o Burga de O Trem	17
76	540760	4794308	Loureda	57
77	614767	4707766	Os Baños - Aguas Santas	20
82	576657	4695727	Fuente de Prado nº 5	21.2
83	576637	4695751	Fuente del Interior nº 6	30.4
84	576647	4695762	Fuente de los Baños nº 7	37
87	570904	4688655	Alumbramiento Principal Berán nº 31	28
88	575725	4698300	Balneario de Carballiño	26.2
89	593391	4687398	Baños de Outeiro nº 73	43
90	604360	4674225	Fuente del Bañiño nº 30	24
91	593492	4687560	Burga de Arriba nº 75-1	64.5
92	593462	4687548	Burga de Abaixo nº 75-2	65.2
98	592541	4689129	Caldas do Bispo o Fonte Chavasqueira nº 70	48.1
99	592537	4689043	Chavasqueira - Templeta	60
101	575701	4698132	Xardín do Carballiño nº 72	49.5
102	541328	4692967	Pozo Santa Sofía	27
103	541141	4692742	A. Veiga 2, P-4 o nº 47	22.9
104	548183	4750115	Fonte Santa	22
106	630279	4644382	Manantial Principal	18.9
107	630291	4644341	Agua de Fontenova nº 2	14.2
108	630876	4642967	Agua de Cabreiroá sin gas nº 1	14.5
109	630876	4643092	Agua de Cabreiroá con gas nº 2	18.4
110	584386	4647429	San Xoan de Baños o Baño nº 67	46
111	568364	4672507	Fonte dos Ollos nº 6	44
112	568289	4672714	Campo 2 nº 1	24.4
113	568359	4672515	Dientes nº 5	28.7
114	568359	4672502	Monte nº 7	36.7
115	568287	4672670	Piedra 2 nº 2	30.6
116	568356	4672518	Pozo Novo nº 3	37
119	630940	4644462	Sousas Manantial I o Tradicional	17.8
120	632471	4643790	Sousas Manantial II	18.4
128	593493	4687651	Xardín das Burgas	49

Tabla 114. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de temperatura (°C) y son de tipo dren. Se muestran las coordenadas, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	TIPO
574076	4635225	Río Clado nº 60 ó Río Caldo	Dren
617450	4762200	Manantial Central Romano	Dren
540130	4794830	Agua Ferruginosa	Dren

Tabla 115. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos temperatura (°C) y son de tipo pozo/galería. Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	TIPO
512628	4703648	La Fábrica o pozo nº 1	Pozo/Galería
512637	4703626	Caliente lateral o pozo nº 2	Pozo/Galería

Tabla 116. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de temperatura (°C) y son de tipo fuente. Se muestran las coordenadas, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	TIPO
529400	4716900	Fuente de los Ojos	Fuente
543403	4675252	Troncoso	Fuente
544715	4675997	Sabaxáns	Fuente
590025	4781200	Fuente de San Juan de Lagostelle	Fuente
540028	4794821	Agua Bicarbonatada o Fuente de Beber	Fuente
604360	4674225	Fuente del Baño nº 30	Fuente
593492	4687560	Burga de Arriba nº 75-1	Fuente
593462	4687548	Burga de Abaixo nº 75-2	Fuente
568364	4672507	Fonte dos Ollos nº 6	Fuente
568359	4672515	Dientes nº 5	Fuente
568359	4672502	Monte nº 7	Fuente

Tabla 117. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de temperatura (°C) y son de tipo pozo surgente. Se muestran las coordenadas, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	TIPO
535869	4720583	Huerta	Pozo surgente
535842	4720560	San Marcial y San Enrique	Pozo surgente
561425	4734603	Sondeo nº 5	Pozo surgente
544233	4675288	Gándara	Pozo surgente
544220	4675193	Mondariz nº 4	Pozo surgente
535873	4656114	Pozo San Antonio	Pozo surgente
535894	4656135	Pozo San Francisco	Pozo surgente
579900	4686800	Laias nº 38	Pozo surgente
540024	4794823	Agua Caliente	Pozo surgente
540020	4794835	Agua Templada	Pozo surgente
541328	4692967	Pozo Santa Sofía	Pozo surgente
541141	4692742	A Veiga 2, P-4 o nº 47	Pozo surgente

Tabla 118. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de temperatura (°C) y son de tipo manantial. Se muestran las coordenadas, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	TIPO
535867	4720486	Fuego de Dios ó Fuente de la Plaza	Manantial
535873	4720527	Calle Real	Manantial
529375	4717100	Fuente de las Burgas	Manantial
561300	4734750	Fonte dos Baños	Manantial
544749	4675367	Fuente del Val	Manantial
535850	4656050	María Cruz nº 751	Manantial
609695	4677809	Fuente Caliente nº 64	Manantial
609600	4677583	A Burga nº 69	Manantial
617368	4762252	Manantial Piscina	Manantial
617278	4762014	Manantial Patio	Manantial
617241	4762021	Manantial Lecho Río	Manantial
540035	4794815	Agua Fresca	Manantial
527650	4744950	Ntra. Sra. De los Angeles o Burga de O Tremo	Manantial
614767	4707766	Os Baños - Aguas Santas	Manantial
576657	4695727	Fuente de Prado nº 5	Manantial
576637	4695751	Fuente del Interior nº 6	Manantial
576647	4695762	Fuente de los Baños nº 7	Manantial
570904	4688655	Alumbramiento Principal Berán nº 31	Manantial
575725	4698300	Balneario de Carballiño	Manantial
593391	4687398	Baños de Outeiro nº 73	Manantial
592541	4689129	Caldas do Bispo o Fonte Chavasqueira nº 70	Manantial
592537	4689043	Chavasqueira - Templeta	Manantial
575701	4698132	Xardín do Carballiño nº 72	Manantial
548183	4750115	Fonte Santa	Manantial
584386	4647429	San Xoan de Baños o Baño nº 67	Manantial
593493	4687651	Xardín das Burgas	Manantial

Tabla 119. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de temperatura (°C) y son de tipo pozo. Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	TIPO
528244	4716624	Pozo Bomba o Acuña	Pozo
535833	4720471	Era Nueva	Pozo
512663	4703625	Capilla o pozo nº 3	Pozo
512675	4703601	El Mar o pozo nº 4	Pozo
512651	4703615	Huerta Fría o pozo nº 5	Pozo
512641	4703603	Huerta Caliente o pozo nº 6	Pozo
561431	4734600	Pozo Patio	Pozo
544187	4675405	Mondariz nº 2	Pozo
544186	4675412	Mondariz nº 3	Pozo
544194	4675390	Mondariz nº 1	Pozo
544008	4675955	Fuente del Val nº 1	Pozo
544747	4675309	Fuente del Val nº 2	Pozo
544664	4675232	V-4	Pozo
544067	4675172	M-5	Pozo
569546	4678922	Pozo A Veiga 1, PO-1B ó nº 46	Pozo
569958	4678736	Pozo A Veiga 1, P-4 ó nº 47	Pozo
591153	4780849	Pozo de los Pobres o del Pinar o S-1	Pozo
617354	4762270	Lugo Pozo nº 2	Pozo
617366	4762260	Lugo Pozo nº 3	Pozo
617432	4762207	Lugo Pozo nº 4	Pozo
588165	4747138	Nai de Deus	Pozo
525250	4784825	Virgen de la Estrella	Pozo
540760	4794308	Loureda	Pozo
630279	4644382	Manantial Principal	Pozo
630291	4644341	Agua de Fontenova nº 2	Pozo
630876	4642967	Agua de Cabreiroá sin gas nº 1	Pozo
630876	4643092	Agua de Cabreiroá con gas nº 2	Pozo
568289	4672714	Campo 2 nº 1	Pozo
568287	4672670	Piedra 2 nº 2	Pozo
568356	4672518	Pozo Novo nº 3	Pozo
630940	4644462	Sousas Manantial I o Tradicional	Pozo
632471	4643790	Sousas Manantial II	Pozo

El valor mínimo de temperatura en los alumbramientos de los balnearios de Galicia es 14.2°C y un valor máximo es 77.0 °C. El valor medio es 33.407°C (ver Figura 188).

La mediana es 29.55 °C diferente a la media por lo que se estima realizar un análisis logarítmico de los datos (ver Figura 189). Tras el análisis logarítmico se

observa que media y mediana se aproximan por lo que se decide realizar un análisis geostatístico logarítmico de los datos.

Para realizar el análisis geostatístico se han utilizado las siguientes capas:

(1) Captaciones_Vinculado. Capa de tipo punto que contiene toda la información de la base de datos “Balnearios”. Los datos de la capa se han filtrado y se ha extraído la información correspondiente a la temperatura (°C) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

(2) Galicia_Temperatura_C. Capa resultante de la aplicación de los filtros sobre la capa Captaciones_Vinculado. Contiene la información correspondiente a la temperatura (°C) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

Como en los casos anteriores también se han utilizado las capas: (1) Galicia_25, (2) Xeoloxia_50, (3) Litoloxia y (4) Faia_50 utilizadas en el epígrafe anterior.

Todas las capas están georreferenciadas al Datum ETRS89 UTM Zone 29N.

En la Figuras 188 a 194 se muestra el análisis de los histogramas y de los gráficos cuantil-cuantil normal de los datos de temperatura (°C) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Asimismo se muestra el gráfico de tendencia, semivariograma y covarianza de los datos.

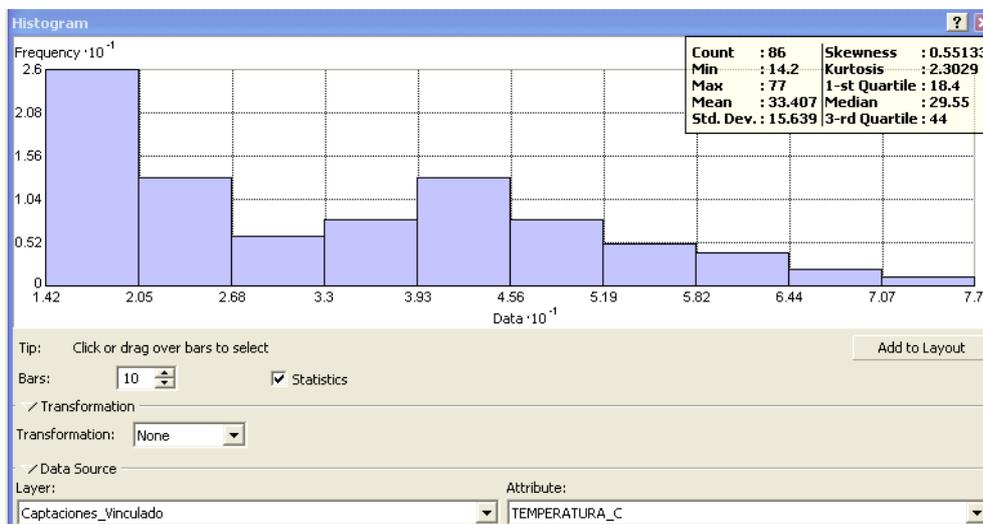


Figura 188. Histograma de los datos correspondiente a la temperatura (°C) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).

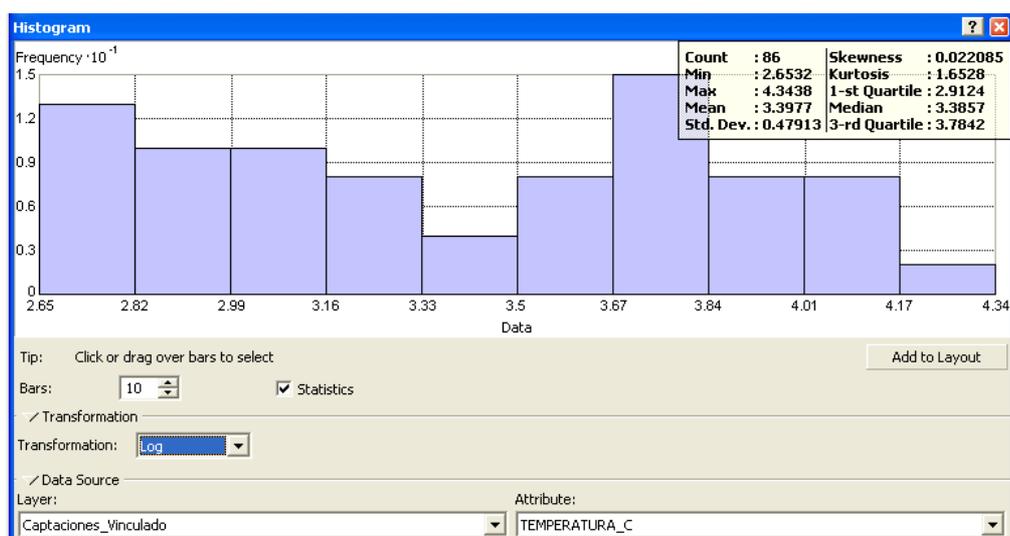


Figura 189. Histograma de los datos correspondiente a la temperatura (°C) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución logarítmica).

Tras el análisis de los datos mediante el histograma se analiza el gráfico cuantil-cuantil normal para evaluar la similitud de la distribución de los valores con el de una distribución normal estándar. La línea en el diagrama cuantil-cuantil normal muestra los valores esperados para una distribución normal. Se observa que el diagrama se aleja ligeramente de los valores esperados para una distribución normal (ver Figura 190). Se decide mantener el tratamiento geoestadístico logarítmico de los datos (ver Figura 191).

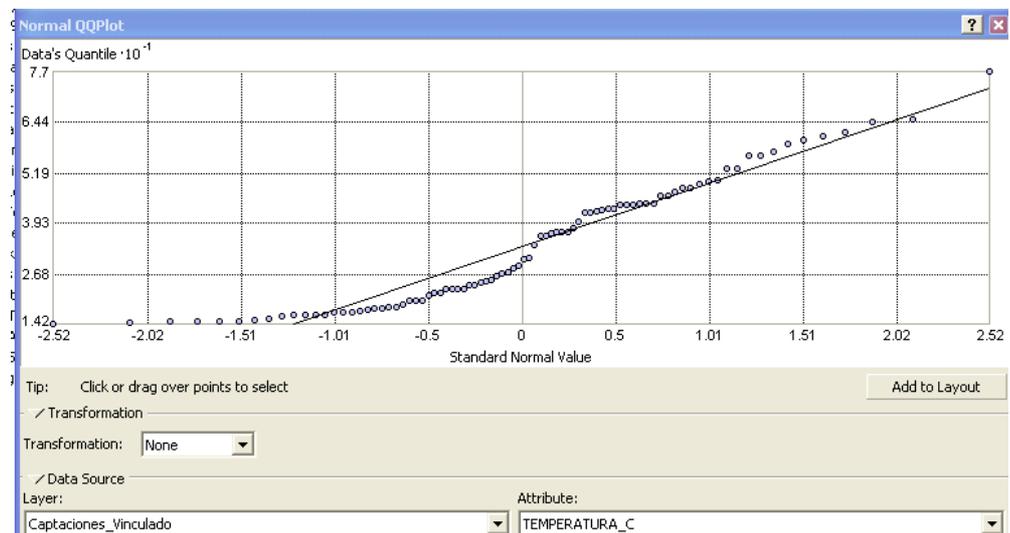


Figura 190. Diagrama cuantil-cuantil normal de los datos correspondientes a la temperatura (°C) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).

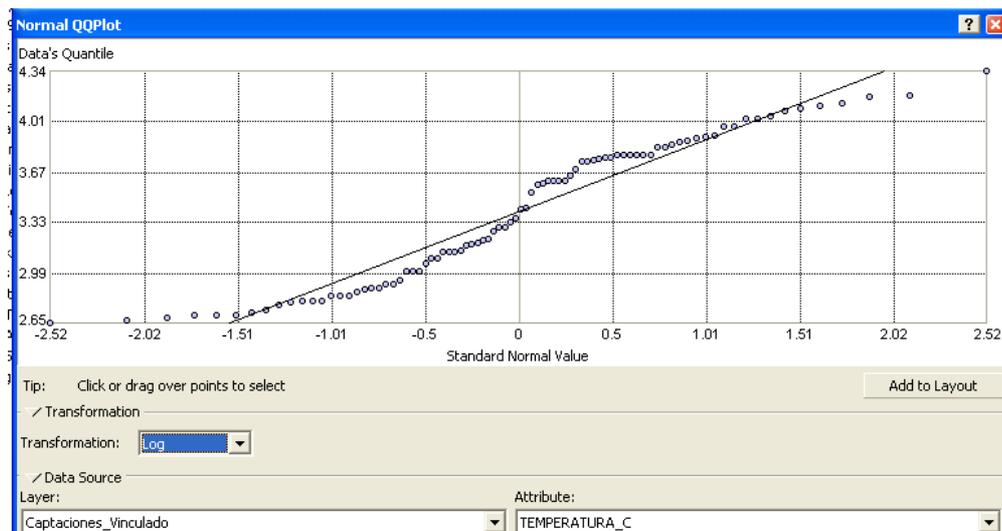


Figura 191. Diagrama cuantil-cuantil logarítmico de los datos correspondientes a la temperatura (°C) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución normal).

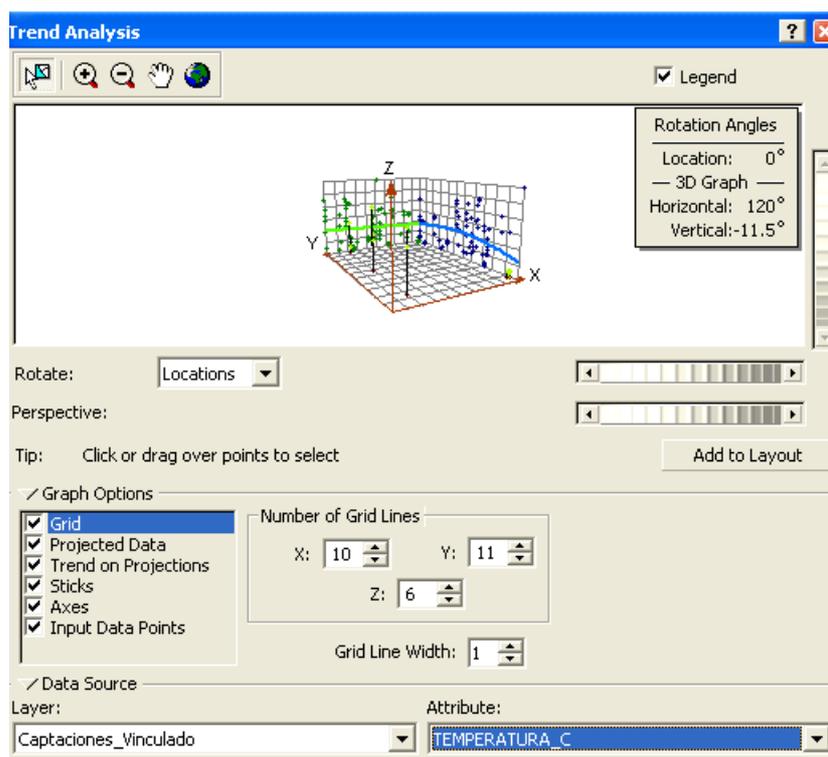


Figura 192. Análisis de tendencia de los datos de temperatura (°C) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se observa que los datos tienen una tendencia cuadrática.

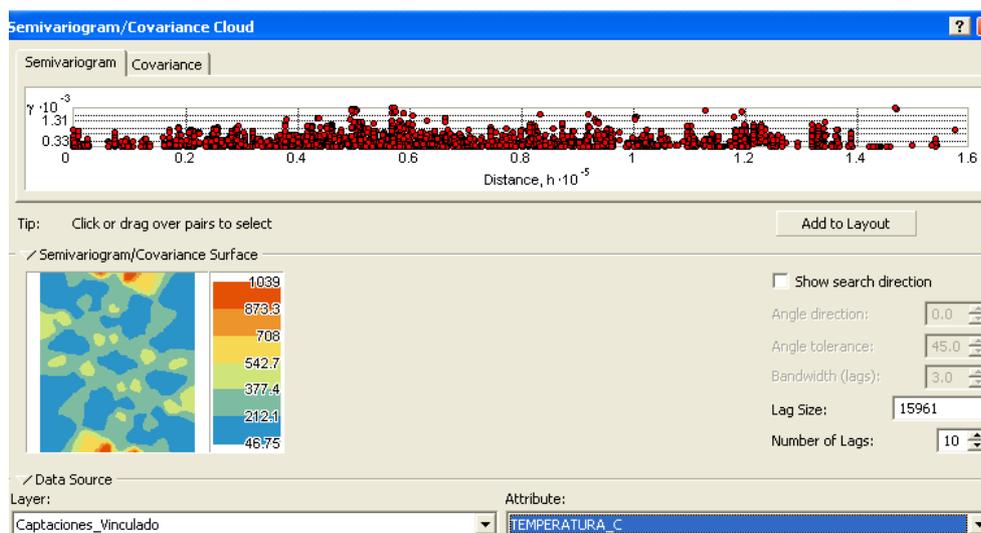


Figura 193. Semivariograma de los datos de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

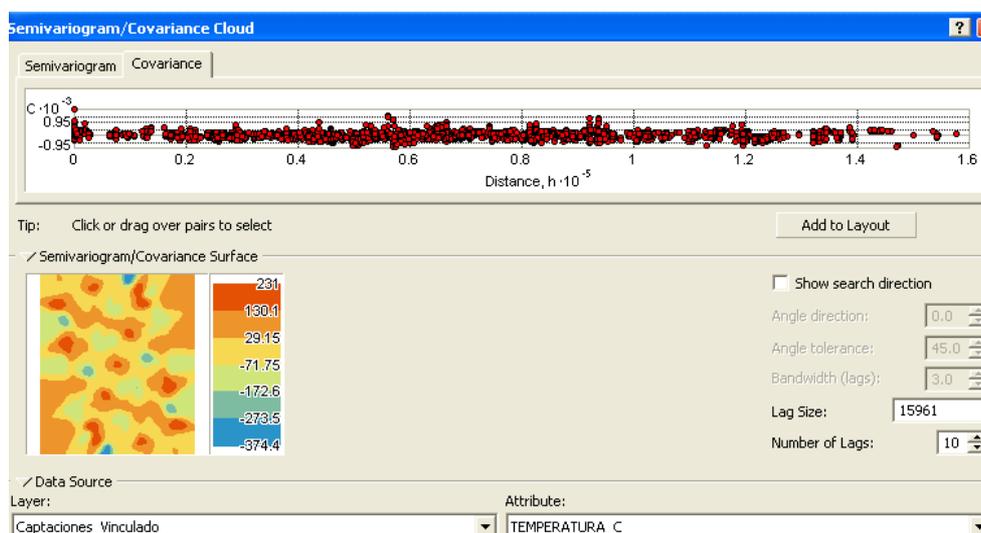


Figura 194. Covarianza de los datos de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

6.4.2.3 Análisis de resultados

Como en los casos anteriores, para ajustar el modelo al semivariograma empírico, se selecciona una función de tipo esférico y se indica que se trata de un medio anisótropo. Existen desviaciones de los puntos en el semivariograma empírico con respecto al modelo. En el semivariograma se observa que hay efecto nugget (pepita). En las Figuras 195 a 199 se muestra el semivariograma empírico y el análisis de validación cruzada.

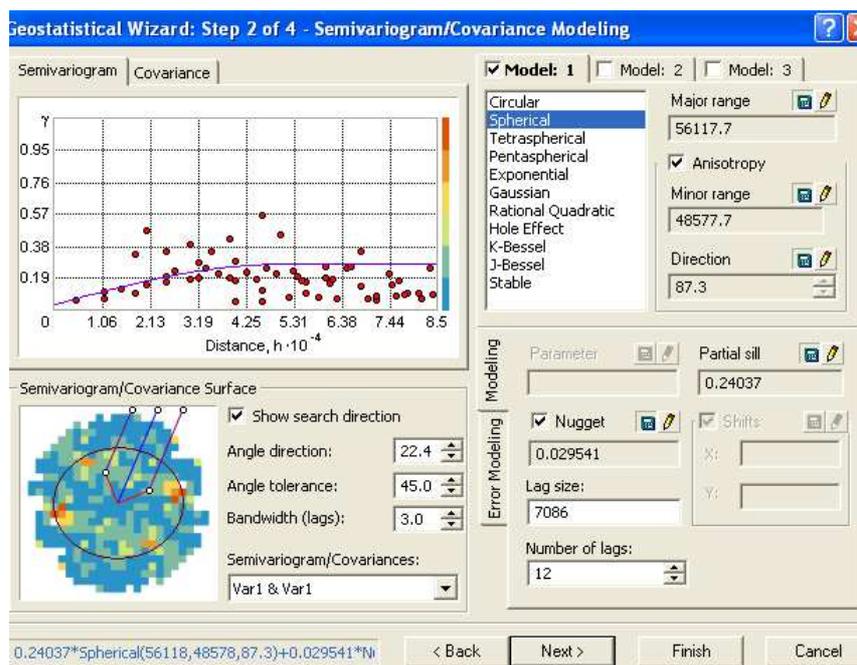


Figura 195. Semivariograma empírico de los datos de temperatura (°C) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se ha aplicado un modelo esférico y anisótropo.

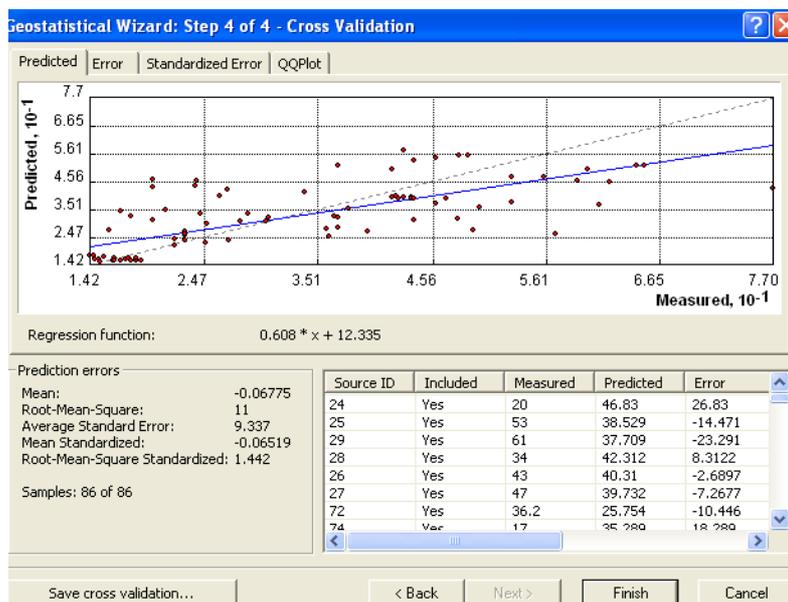


Figura 196. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura (°C) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

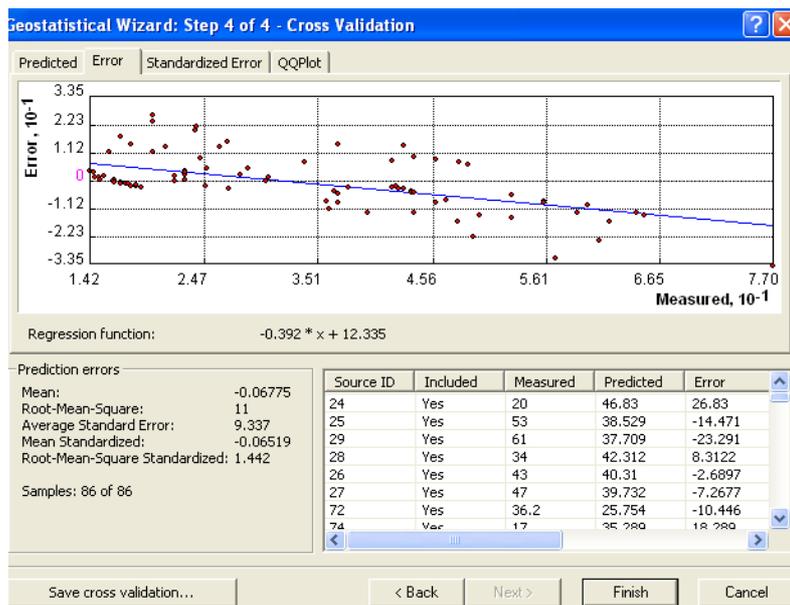


Figura 197. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura (°C) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva de errores.

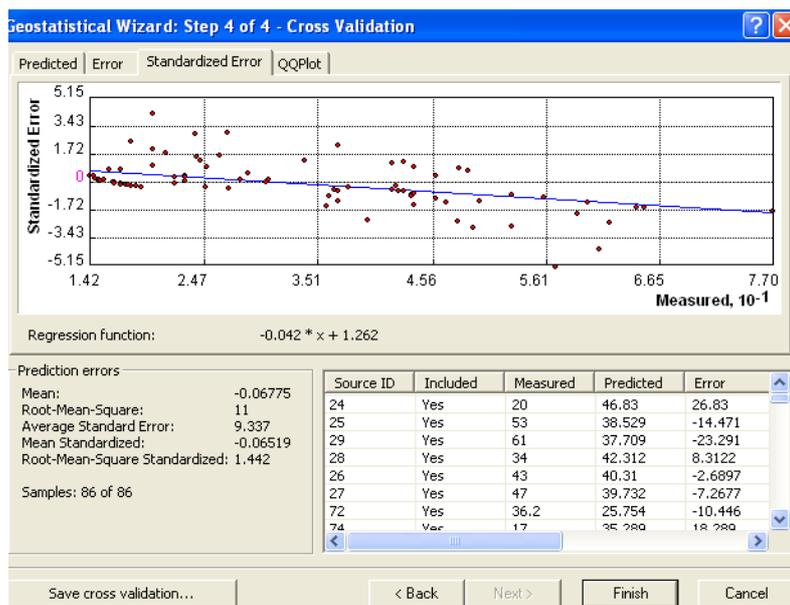


Figura 198. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura (°C) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva de errores estandarizados.

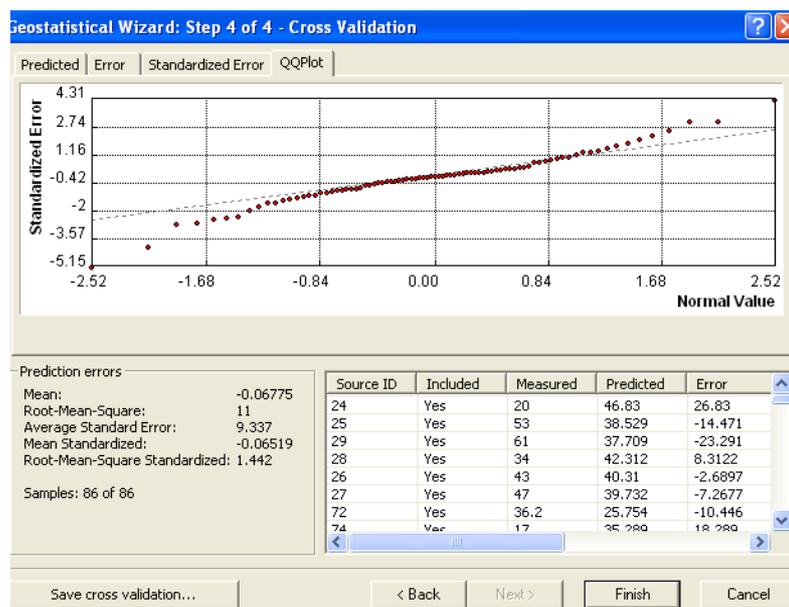


Figura 199. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura (°C) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva cuantil-cuantil normal.

Tras la aplicación del procedimiento kriging descrito en el epígrafe 6.2.1. Introducción, se obtienen mapas de predicción de valores de temperatura (°C) en aquellos puntos en los que no se dispone de información.

En la Figura 200 se muestra el mapa de temperaturas (°C) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se ha realizado una división de la temperatura de las aguas de los alumbramientos de Galicia a partir de la clasificación según la temperatura de las aguas mineromedicinales. Los puntos de color azul oscuro representan los alumbramientos con temperatura entre 0.0 – 19.9 °C (aguas frías). Los puntos de color azul claro representan los alumbramientos con temperatura entre 20.0 – 34.9 °C (aguas hipotermiales). Los puntos de color verde representan los alumbramientos con temperatura entre 35.0 – 36.9 °C (aguas mesotermiales). Los puntos de color amarillo representan los alumbramientos con temperatura entre 37.0 – 55.0 °C (aguas hipertermiales). Los puntos de color rojo representan los alumbramientos con temperatura entre 55.1 – 77.0 mg/l (aguas hipertermiales).

Se observa que las mayores temperaturas (°C) en las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia se encuentran localizados fundamentalmente en la mitad sur. Los alumbramientos con mayor temperatura se encuentran en el balneario de Loureda (en la mitad norte) y de Cuntis, A Toxa, Da Chavasqueira, de Ourense – Cidade, Caldelas de Tui y de Lobios (en la mitad sur). Presentan temperaturas entre 55.01 – 77.00 °C. En el epígrafe 6.4.2.4. Discusión, se muestran los resultados de evolución de la temperatura (°C).

Los siguientes alumbramientos con mayor temperatura (entre 37.0 – 55.0 °C) pertenecen a los balnearios de Ateixo y de Lugo (en la mitad norte) y de Cuntis,

Acuña, Dávila, A Toxa, Caldelas de Tui, de Cortegada, de Chavasqueira, de Outeiro, de Molgas, das Burgas, de Carballiño, Caldas de Partovía, de Lais y de Bande.

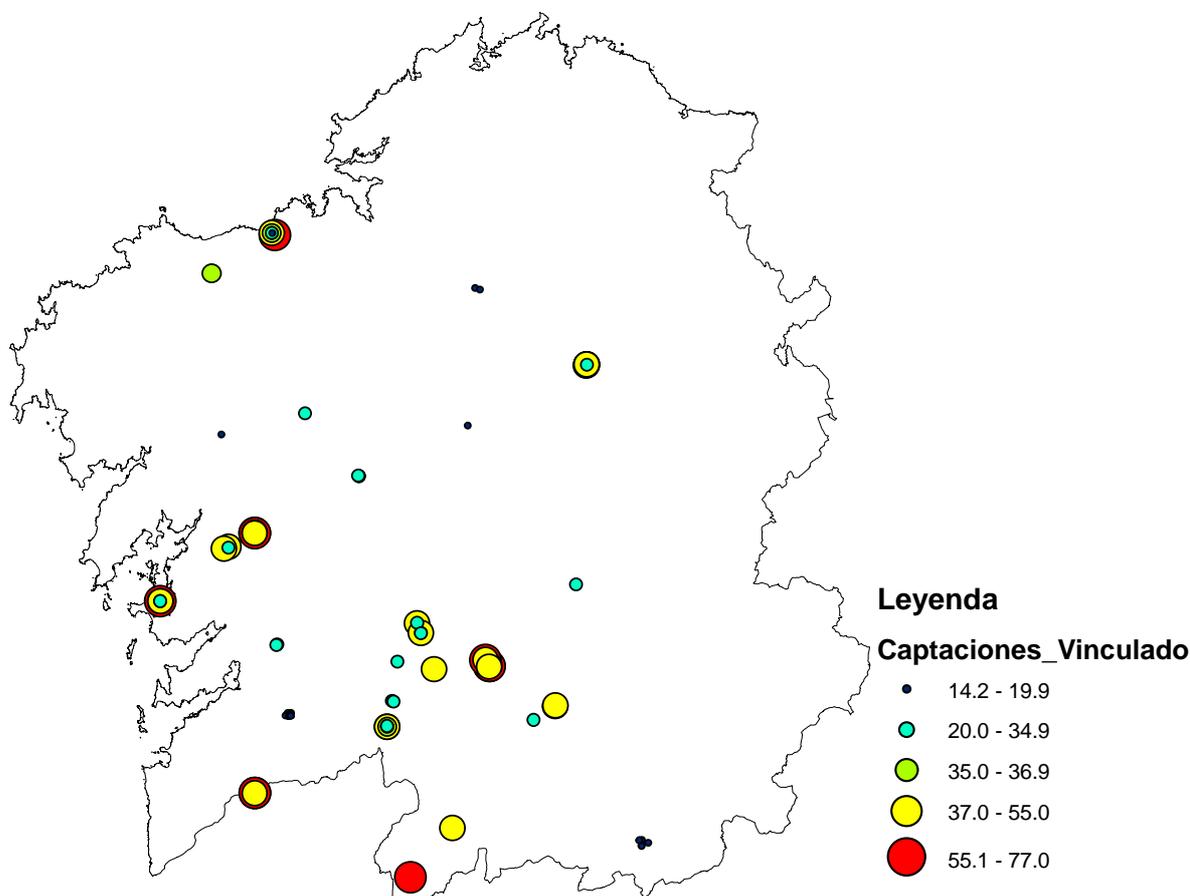


Figura 200. Mapa de la temperatura (°C) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Los puntos azul oscuro representan los alumbramientos con menor temperatura (°C). Los puntos de color rojo representan los alumbramientos con mayor temperatura (°C).

En la Figura 201 se muestra el mapa de temperatura (°C) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia y el mapa geológico de Galicia.

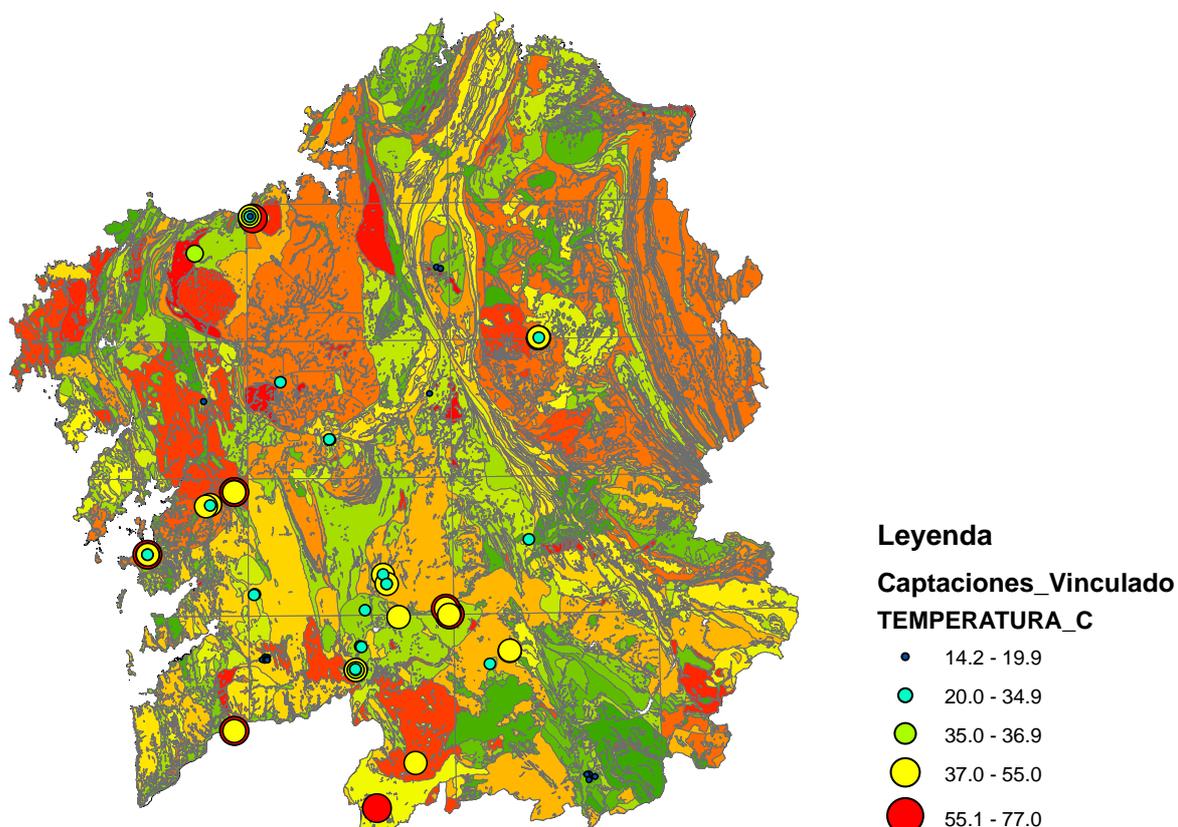


Figura 201. Mapa de la temperatura (°C) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia y la geología de la Comunidad Autónoma.

Según la clasificación de las aguas mineromedicinales según su temperatura en el punto de surgencia, se consideran aguas hipertermales aquellas que tienen una temperatura mayor de 36.9°C. En la Figura 202 se muestran los alumbramientos que presentan una temperatura mayor de 36.9(°C) (indicados en color azul) y que representan las aguas hipertermales. En las Figuras 2003 y 204 se muestra un detalle de los alumbramientos que presentan una temperatura mayor de 36.9(°C) (indicados en color azul) y la geología. Asimismo, en la Tabla 120 se muestran los alumbramientos que presentan una temperatura mayor de 36.9(°C) y en la Tabla 121 se muestra un resumen de los tipos de alumbramientos que presentan un agua hipertermal. Hay 37 alumbramientos que cumplen esta condición. Estos alumbramientos se localizan fundamentalmente en la mitad sur de Galicia. En la Tabla 122 se muestran los alumbramientos que presentan una temperatura mayor de 36.9°C, tipo de alumbramiento, balneario y la geología de superficie.

Tabla 120. Alumbramientos de los balnearios de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C.

ObjectID	X	Y	NOMBRE_CAPTACION	TEMPERATURA_C
2	528244	4716624	Pozo Bomba o Acuña	38
4	535867	4720486	Fuego de Dios ó Fuente de la Plaza	59
6	535873	4720527	Calle Real	53
12	535869	4720583	Huerta	42
17	535833	4720471	Era Nueva	37
22	535842	4720560	San Marcial y San Enrique	62
23	529375	4717100	Fuente de las Burgas	48
25	512637	4703626	Caliente lateral o pozo nº 2	53
26	512663	4703625	Capilla o pozo nº 3	43
27	512675	4703601	El Mar o pozo nº 4	47
29	512641	4703603	Huerta Caliente o pozo nº 6	61
46	535850	4656050	María Cruz nº 751	44
47	535873	4656114	Pozo San Antonio	56
48	535894	4656135	Pozo San Francisco	56
51	579900	4686800	Laias nº 38	50
52	574076	4635225	Río Clado nº 60 ó Río Caldo	77
53	609695	4677809	Fuente Caliente nº 64	42.3
54	609600	4677583	A Burga nº 69	46
59	617450	4762200	Manantial Central Romano	44
60	617368	4762252	Manantial Piscina	43.8
61	617278	4762014	Manantial Patio	43.8
62	617241	4762021	Manantial Lecho Río	43.8
63	617354	4762270	Lugo Pozo nº 2	42
64	617366	4762260	Lugo Pozo nº 3	42.6
67	540024	4794823	Agua Caliente	39.8
76	540760	4794308	Loureda	57
84	576647	4695762	Fuente de los Baños nº 7	37
89	593391	4687398	Baños de Outeiro nº 73	43
91	593492	4687560	Burga de Arriba nº 75-1	64.5
92	593462	4687548	Burga de Abaixo nº 75-2	65.2
98	592541	4689129	Caldas do Bispo o Fonte Chavasqueira nº 70	48.1
99	592537	4689043	Chavasqueira - Templeta	60
101	575701	4698132	Xardín do Carballiño nº 72	49.5
110	584386	4647429	San Xoan de Baños o Baño nº 67	46
111	568364	4672507	Fonte dos Ollos nº 6	44
116	568356	4672518	Pozo Novo nº 3	37
128	593493	4687651	Xardín das Burgas	49

Tabla 121. Resumen de los tipos de alumbramientos que presentan un agua de tipo hipertermal.

OBJECTID *	TIPO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	Dren	2	5.4
2	Fuente	3	8.1
3	Manantial	16	43.2
4	Pozo	9	24.3
5	Pozo surgente	6	16.2
6	Pozo/Galería	1	2.7

Se observa que la mayor parte de las aguas hipertermales proceden de alumbramientos de tipo manantial (43.2%). En epígrafes posteriores se analizará qué relación hay entre el termalismo, los alumbramientos, la geología y las zonas de falla.

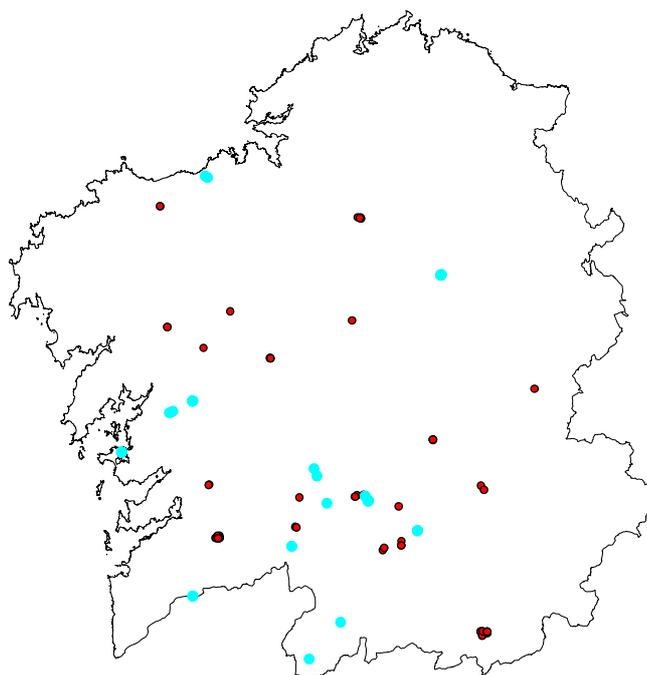


Figura 202. Situación de los alumbramientos de los balnearios de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C (en color azul).

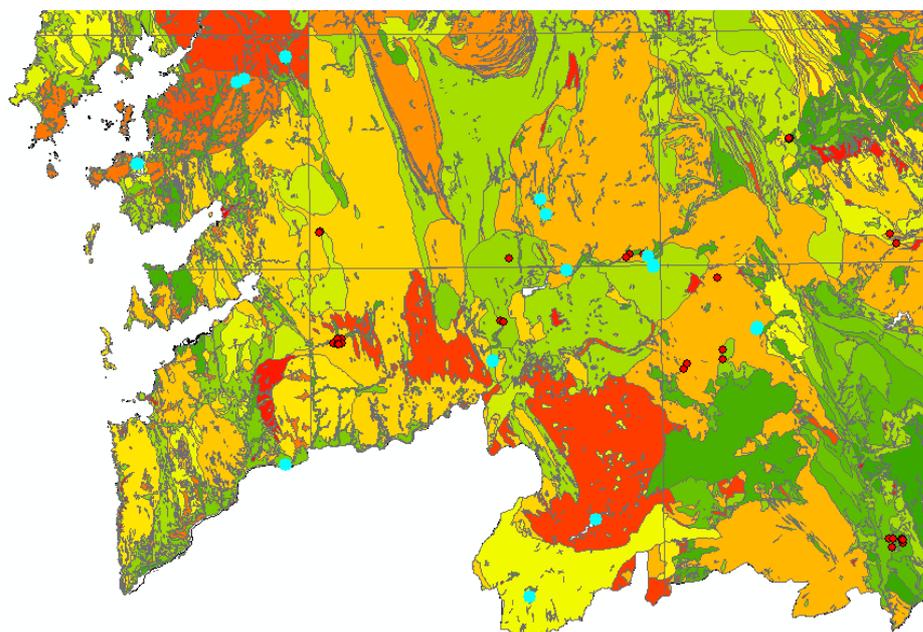


Figura 203. Detalle de la situación de los alumbramientos de los balnearios situados en la mitad sur de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C (en color azul) y la geología.

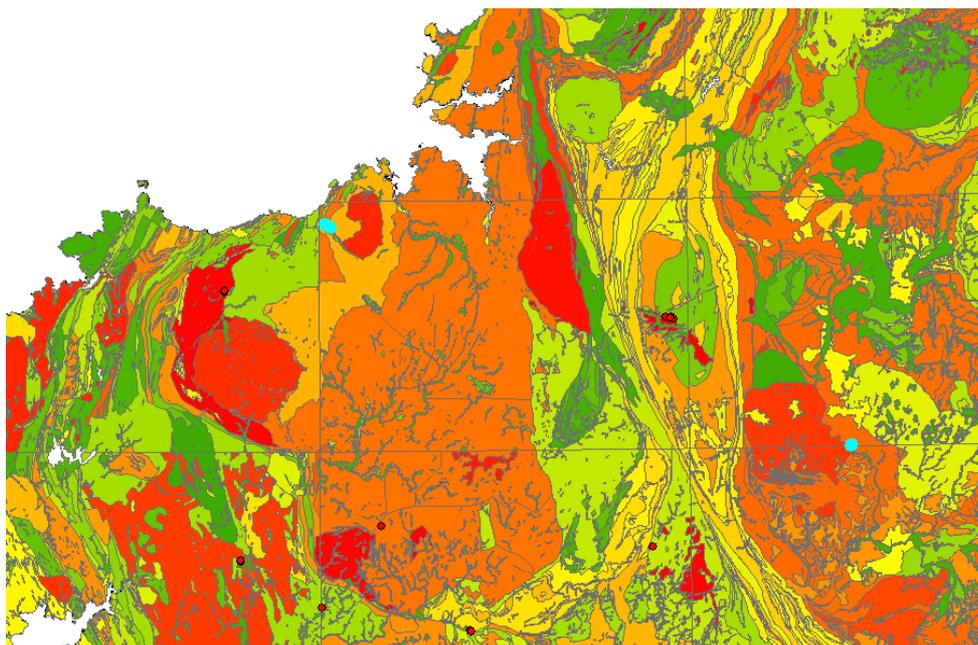


Figura 204. Detalle de la situación de los alumbramientos de los balnearios situados en la mitad norte de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C (en color azul) y la geología.

Tabla 122. Alumbramientos que presentan una temperatura mayor que 36.9°C, tipo de alumbramiento y geología de superficie correspondiente.

NOMBRE_CAPTACION	TIPO	BALNEARIO_1	NOM_LITO
Río Clado nº 60 ó Río Caldo	Dren	De Lobios	MACIZO DE LOBIOS
San Xoan de Baños o Baño nº 67	Manantial	De Bande	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS TERRAZAS
María Cruz nº 751	Manantial	Caldelas de Tui	TERRAZAS
Pozo San Antonio	Pozo surgente	Caldelas de Tui	TERRAZAS
Pozo San Francisco	Pozo surgente	Caldelas de Tui	TERRAZAS
Fonte dos Ollos nº 6	Fuente	De Cortegada	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS
Pozo Novo nº 3	Pozo	De Cortegada	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS
A Burga nº 69	Manantial	De Molgas	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC

NOMBRE_CAPTACION	TIPO	BALNEARIO_1	NOM_LITO
Fuego de Dios ó Fuente de la Plaza	Manantial	de Cuntis	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS
Calle Real	Manantial	de Cuntis	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS
San Marcial y San Enrique	Pozo surgente	de Cuntis	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
Huerta	Pozo surgente	de Cuntis	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS
Manantial Patio	Manantial	De Lugo	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
Manantial Lecho Río	Manantial	De Lugo	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS .ARENISCAS.ESQUISTOS.GNEISES ANFIBOLICOS
Manantial Central Romano	Dren	De Lugo	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS .ARENISCAS.ESQUISTOS.GNEISES ANFIBOLICOS
Manantial Piscina	Manantial	De Lugo	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS .ARENISCAS.ESQUISTOS.GNEISES ANFIBOLICOS
Lugo Pozo nº 3	Pozo	De Lugo	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS .ARENISCAS.ESQUISTOS.GNEISES ANFIBOLICOS
Lugo Pozo nº 2	Pozo	De Lugo	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS .ARENISCAS.ESQUISTOS.GNEISES ANFIBOLICOS
Loureda	Pozo	De Loureda	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
Agua Caliente	Pozo surgente	De Arteixo	MACIZO DE A CORUÑA-FERROL. GRANODIORITAS Y GRANITOS BIOTITICOS PRECOCES

NOMBRE_CAP TACION	TIPO	BALNEARIO_1	NOM_LITO
Xardín do Carballiño nº 72	Manantial	Do Carballiño	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC
El Mar o pozo nº 4	Pozo	A Toxa	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *
Huerta Caliente o pozo nº 6	Pozo	A Toxa	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *
Capilla o pozo nº 3	Pozo	A Toxa	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *
Caliente lateral o pozo nº 2	Pozo/Galería	A Toxa	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *
Pozo Bomba o Acuña	Pozo	Acuña	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
Fuente de las Burgas	Manantial	Dávila	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
Era Nueva	Pozo	de Cuntis	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
Fuente Caliente nº 64	Manantial	De Moigas	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC
Laias nº 38	Pozo surgente	De Laias	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC
Baños de Outeiro nº 73	Manantial	De Outeiro	MACIZO DE OURENSE
Burga de Abaixo nº 75-2	Fuente	De Ourense - Cidade	MACIZO DE OURENSE
Burga de Arriba nº 75-1	Fuente	De Ourense - Cidade	MACIZO DE OURENSE
Xardín das Burgas	Manantial	Das Burgas	
Chavasqueira - Templeta	Manantial	Da Chavasqueira	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
Caldas do Bispo o Fonte Chavasqueira nº 70	Manantial	Da Chavasqueira	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
Fuente de los Baños nº 7	Manantial	Caldas de Partovia	ESQUISTOS, ESQUISTOS, GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS

claros representan las temperaturas más bajas y los tonos oscuros las temperaturas más altas (ver leyenda).

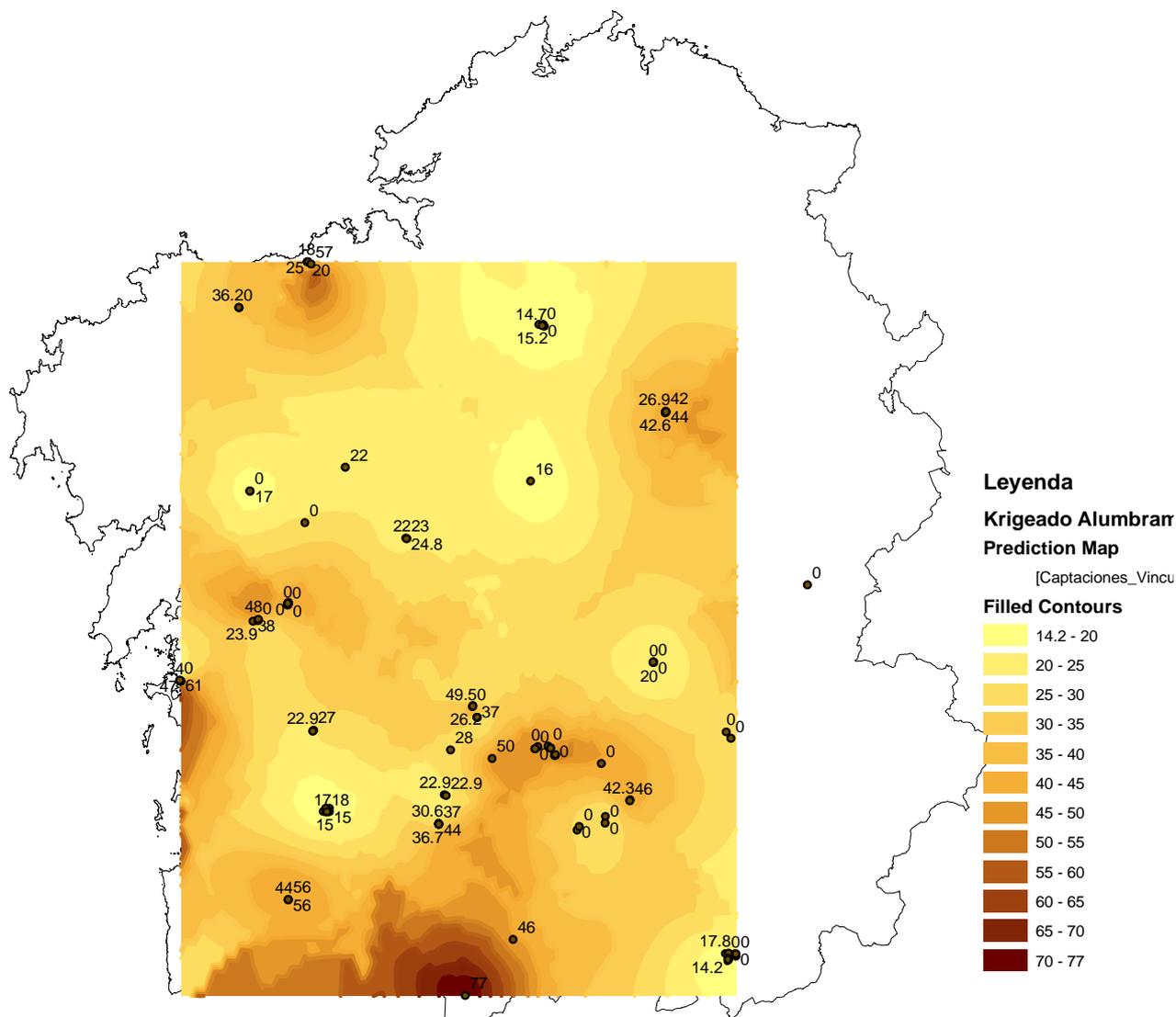


Figura 206. Mapa de temperaturas (°C) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.

Se observa que las temperaturas (°C) más altas se localizan en varias zonas: al norte y sobre todo al sur de Galicia. No se observa una graduación de unas zonas hacia otras.

En la Figuras 207 se muestra el mapa de temperatura (°C) con los valores de las isólineas predichos y los puntos en los que se dispone de dato.

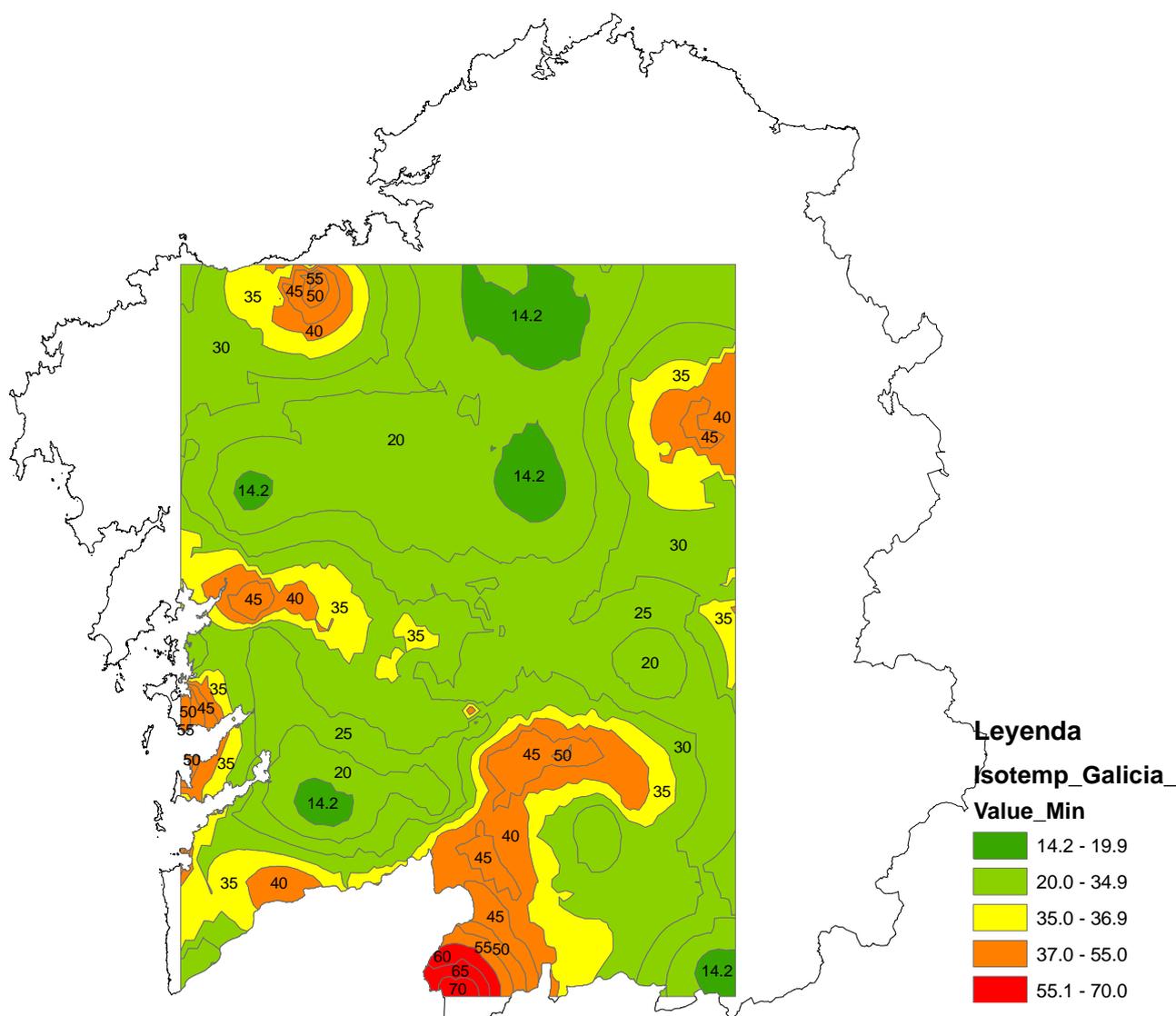


Figura 208. Mapa de predicción de temperaturas (°C) (contorno) de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

6.4.2.4 Discusión

Las temperaturas mayores se encuentran localizadas fundamentalmente en la mitad sur. Los alumbramientos con mayor temperatura se encuentran en el balneario de Loureda (en la mitad norte) y de Cuntis, A Toxa, Da Chavasqueira, de Ourense – Cidade, Caldelas de Tui y de Lobios (en la mitad sur). Presentan temperaturas entre 55.01 – 77.00 °C. En el epígrafe 6.5. RELACIÓN ENTRE LA TEMPERATURA Y LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS AGUAS DE LOS BALNEARIOS DE GALICIA. HIDROTERMALISMO se analiza la relación entre el termalismo, los alumbramientos, la geología y las zonas de falla.

Los siguientes alumbramientos con mayor temperatura (entre 37.0 – 55.0 °C) pertenecen a los balnearios de Ateixo y de Lugo (en la mitad norte) y de Cuntis,

Acuña, Dávila, A Toxa, Caldelas de Tui, de Cortegada, de Chavasqueira, de Outeiro, de Molgas, das Burgas, de Carballiño, Caldas de Partovía, de Laidas y de Bande.

6.4.3 Mapas de isotemperaturas de las aguas de manantiales de los balnearios de Galicia

6.4.3.1 Introducción

El tratamiento matemático es el mismo que el aplicado en el epígrafe 6.2.1. Introducción.

6.4.3.2 Análisis de los datos utilizados

Para realizar este análisis geoestadístico se dispone de los datos de temperatura (°C) en 26 alumbramientos de tipo manantial que forman parte de los 42 balnearios. En la Tabla 123 se muestra los alumbramientos de tipo manantial de los que se dispone de dato de temperatura (°C) y otra información adicional.

De los 26 alumbramientos de tipo manantial hay 7 que están clasificados según su temperatura de alumbramiento como hipertermal, 7 hipotermal y 12 sin información. Asimismo, hay 6 clasificados como mineromedicinal, 14 mineromedicinal termal y 6 sin información.

Los estadísticos muestran que se dispone de 26 datos de temperatura (°C) con un valor mínimo de 15.0°C y un valor máximo de 60.0 °C. El valor medio es 37.812°C (ver Figura 209).

La mediana es 43.40 °C diferente a la media por lo que se estima realizar un análisis logarítmico de los datos (ver Figura 210). Tras el análisis logarítmico se observa que media y mediana se aproximan por lo que se decide realizar un análisis geoestadístico logarítmico de los datos.

Para realizar el análisis geoestadístico se han utilizado las siguientes capas:

(1) Captaciones_Vinculado. Capa de tipo punto que contiene toda la información de la base de datos "Balnearios". Los datos de la capa se han filtrado y se ha extraído la información correspondiente a la temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia.

(2) Isotemperaturas_Manantiales. Capa resultante de la aplicación de los filtros sobre la capa Captaciones_Vinculado. Contiene la información correspondiente a la temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia.

También se han utilizado las capas: (1) Galicia_25, (2) Xeoloxia_50, (3) Litoloxia y (4) Faia_50 utilizadas en el epígrafe anterior.

Todas las capas están georreferenciadas al Datum ETRS89 UTM Zone 29N.

Tabla 123. Alumbramientos tipo manantial de Galicia que disponen de datos de temperatura (°C). Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento y valor de temperatura (°C).

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	TEMPERATURA_C
535867	4720486	Fuego de Dios ó Fuente de la Plaza	59.0
535873	4720527	Calle Real	53.0
529375	4717100	Fuente de las Burgas	48.0
561300	4734750	Fonte dos Baños	22.0
544749	4675367	Fuente del Val	15.0
535850	4656050	María Cruz nº 751	44.0
609695	4677809	Fuente Caliente nº 64	42.3
609600	4677583	A Burga nº 69	46.0
617368	4762252	Manantial Piscina	43.8
617278	4762014	Manantial Patio	43.8
617241	4762021	Manantial Lecho Río	43.8
540035	4794815	Agua Fresca	25.0
527650	4744950	Ntra. Sra. De los Angeles o Burga de O Tremo	17.0
614767	4707766	Os Baños - Aguas Santas	20.0
576657	4695727	Fuente de Prado nº 5	21.2
576637	4695751	Fuente del Interior nº 6	30.4
576647	4695762	Fuente de los Baños nº 7	37.0
570904	4688655	Alumbramiento Principal Berán nº 31	28.0
575725	4698300	Balneario de Carballiño	26.2
593391	4687398	Baños de Outeiro nº 73	43.0
592541	4689129	Caldas do Bispo o Fonte Chavasqueira nº 70	48.1
592537	4689043	Chavasqueira - Templeta	60.0
575701	4698132	Xardín do Carballiño nº 72	49.5
548183	4750115	Fonte Santa	22.0
584386	4647429	San Xoan de Baños o Baño nº 67	46.0
593493	4687651	Xardín das Burgas	49.0

En la Figuras 2009 a 2015 se muestra el análisis de los histogramas y de los gráficos cuantil-cuantil normal de los datos de temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia. También se muestra el gráfico de tendencia, semivariograma y covarianza de los datos.

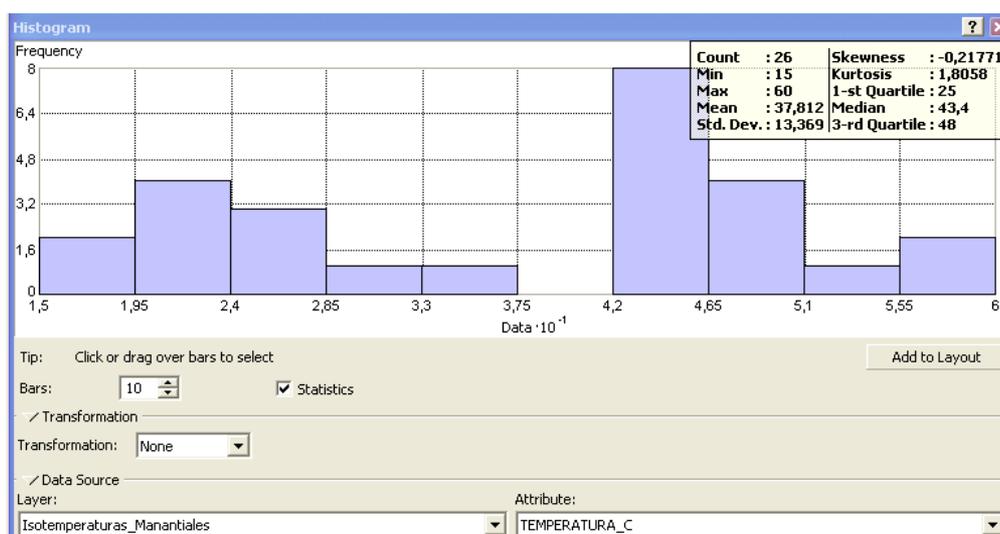


Figura 209. Histograma de los datos correspondiente a la temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).

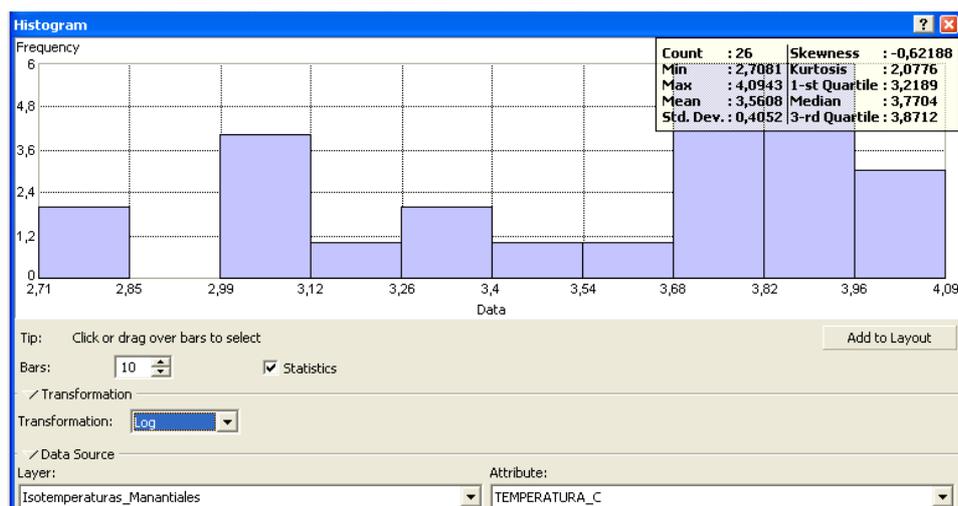


Figura 210. Histograma de los datos correspondiente a la temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución logarítmica).

La línea en el diagrama cuantil-cuantil normal muestra los valores esperados para una distribución normal. Se observa que el diagrama se aleja ligeramente de los valores esperados para una distribución normal (ver Figura 211). Se decide mantener el tratamiento geoestadístico logarítmico de los datos (ver Figura 212).

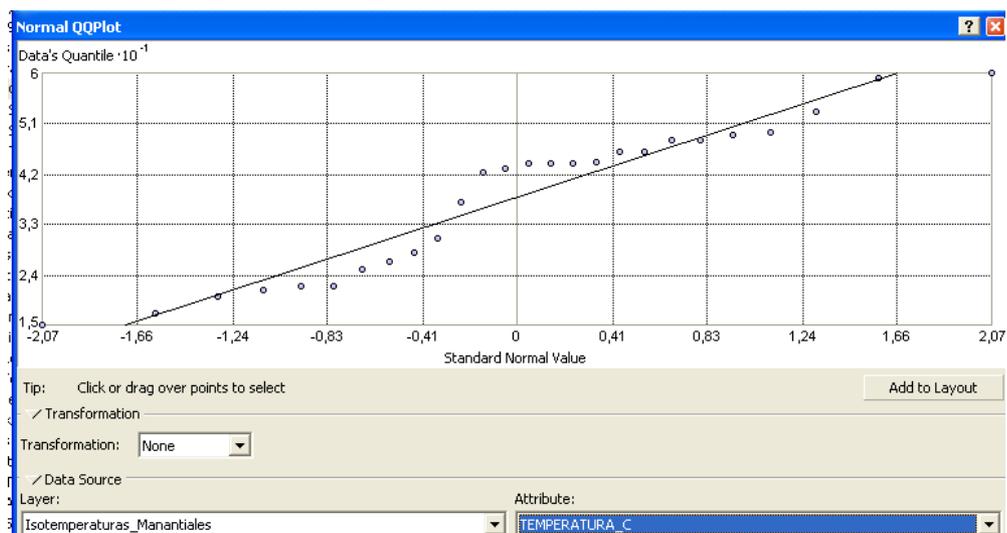


Figura 211. Diagrama cuantil-cuantil normal de los datos correspondientes a la temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).

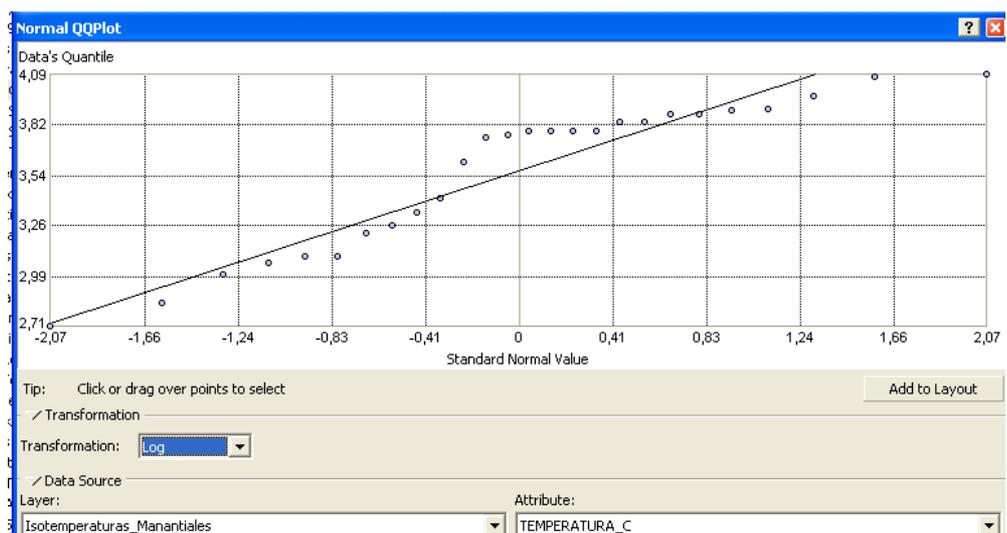


Figura 212. Diagrama cuantil-cuantil logarítmico de los datos correspondientes a la temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución normal).

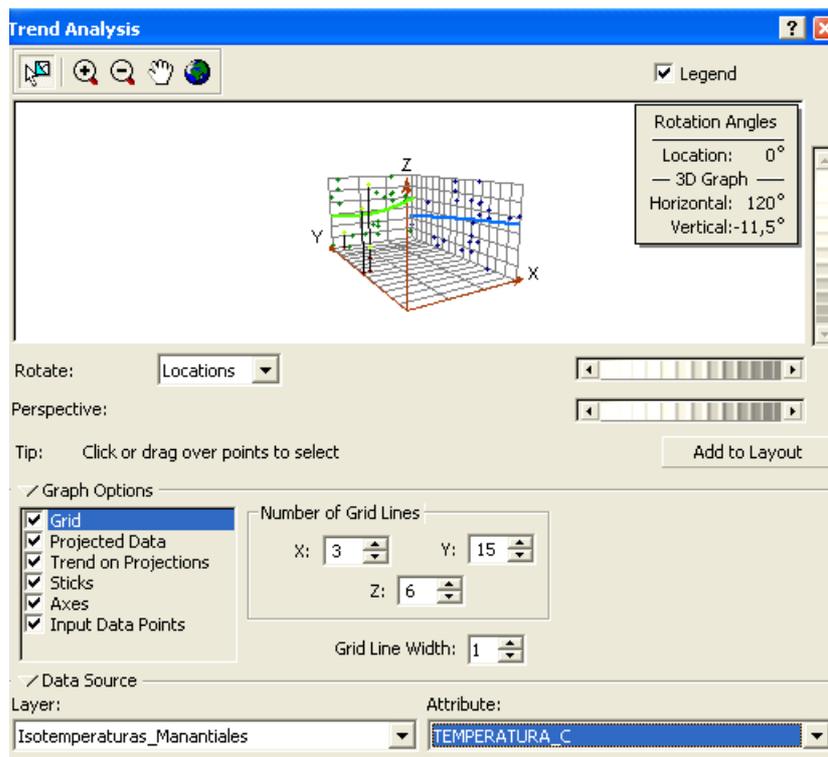


Figura 213. Análisis de tendencia de los datos de temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia. Se observa que los datos tienen una tendencia cuadrática.

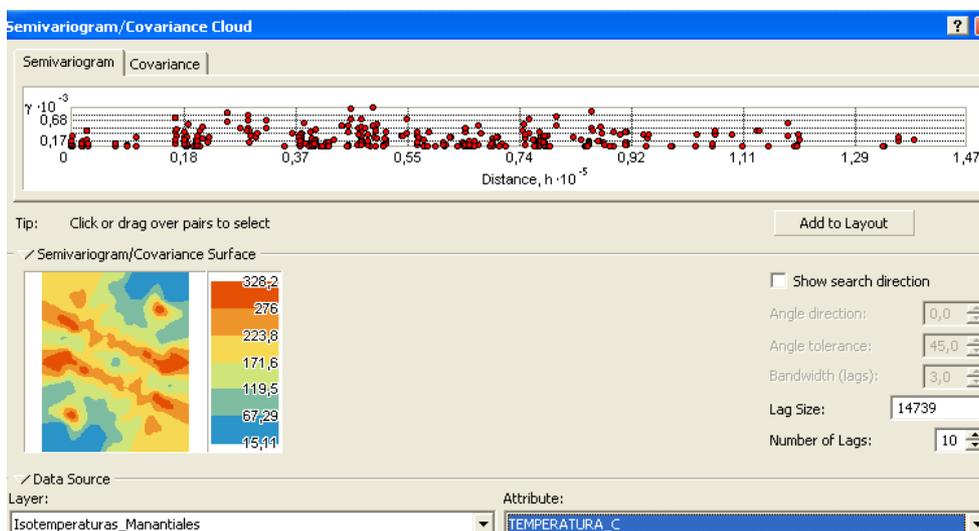


Figura 214. Semivariograma de los datos de temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia.

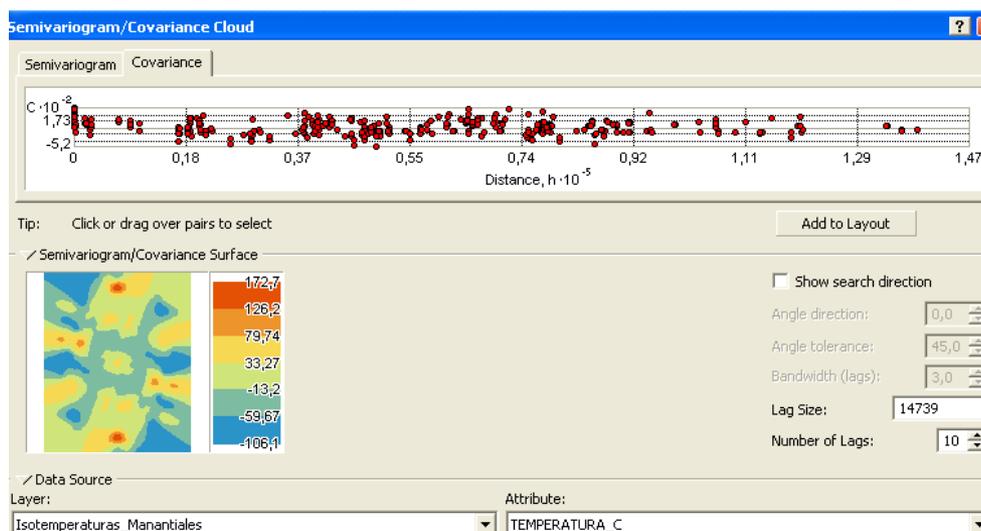


Figura 215. Covarianza de los datos de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia.

6.4.3.3 Análisis de resultados

Para ajustar un modelo al semivariograma empírico, se selecciona una función de tipo esférico y se indica que se trata de un medio anisótropo. En el semivariograma se observa que hay efecto nugget (pepita). En las Figuras 216 a 220 se muestra el semivariograma empírico y el análisis de validación cruzada.

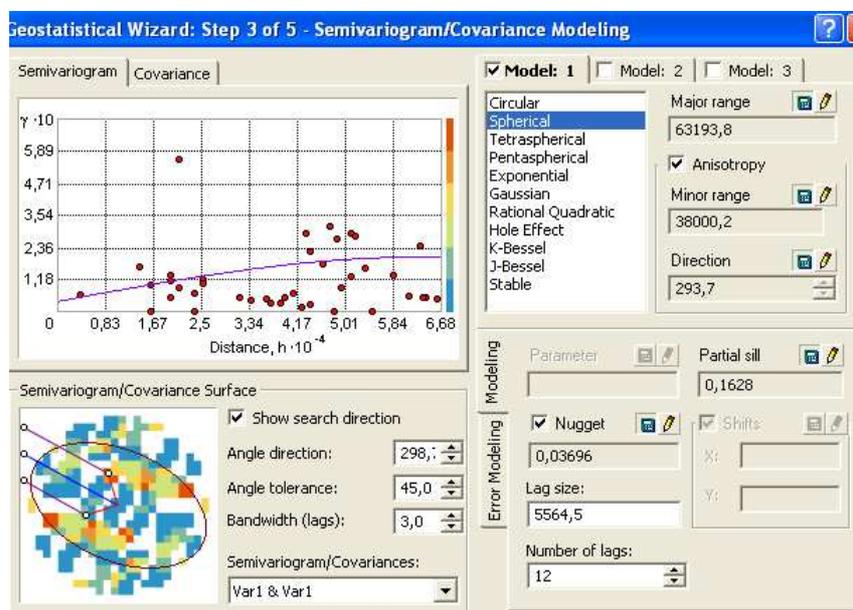


Figura 216. Semivariograma empírico de los datos de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia. Se ha aplicado un modelo esférico y anisótropo.

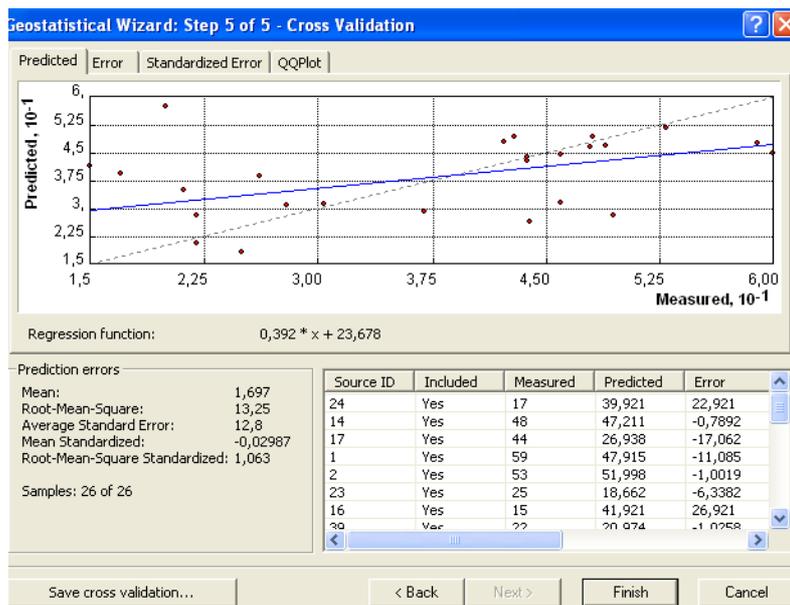


Figura 217. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura (°C) en los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia.

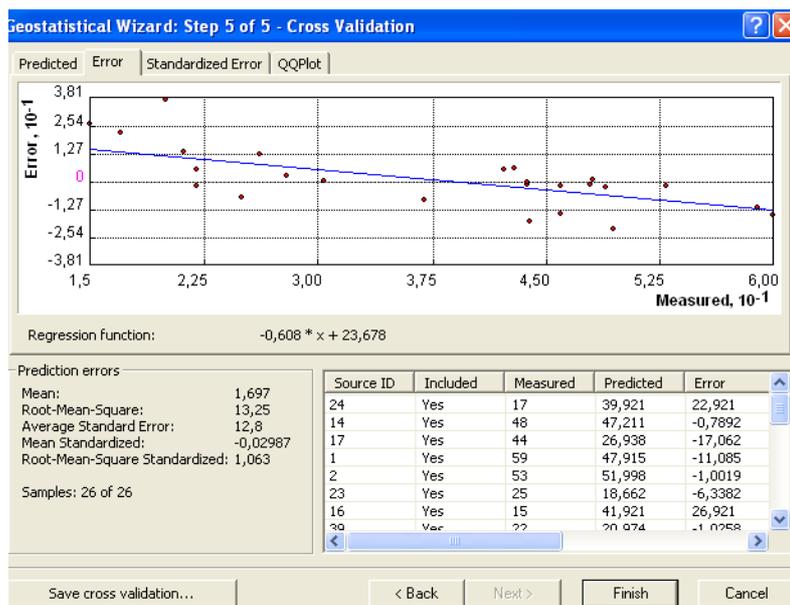


Figura 218. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura (°C) en los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia. Curva de errores.

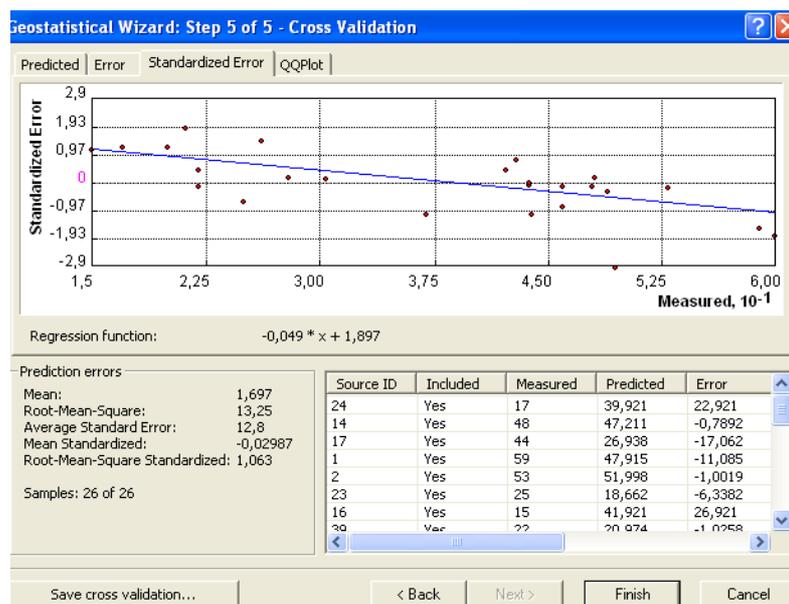


Figura 219. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura (°C) en los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia. Curva de errores estandarizados.

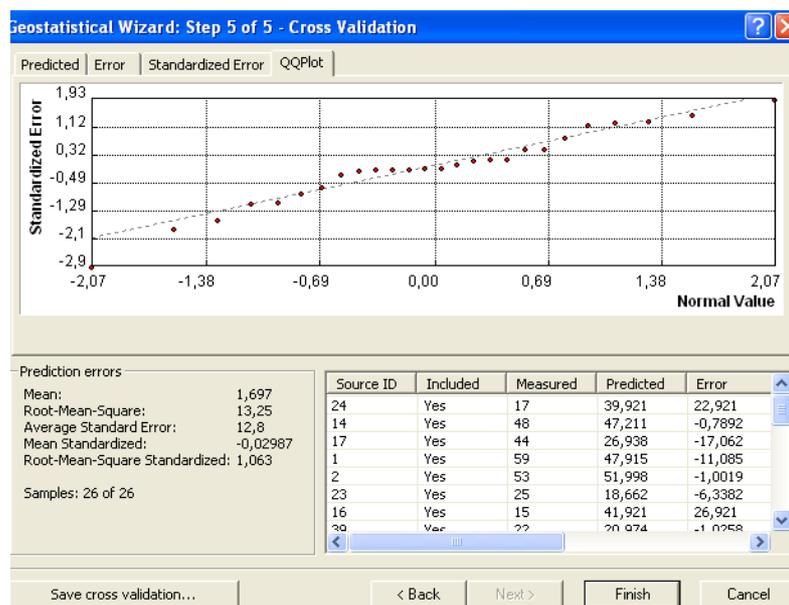


Figura 220. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura (°C) en los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia. Curva cuantil-cuantil normal.

Tras la aplicación del procedimiento kriging descrito en el epígrafe 6.2.1. Introducción se obtienen mapas de predicción de valores de temperatura (°C) en aquellos puntos en los que no se dispone de información. Se trata de mapas de isoterperaturas.

En la Figura 221 se muestra el mapa de temperaturas (°C) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia. Se ha realizado una división de la temperatura de las aguas de los alumbramientos de tipo manantial de Galicia a partir de la clasificación según la temperatura de las aguas mineromedicinales. Los puntos de color azul oscuro representan los alumbramientos con temperatura entre 0.0 – 19.9 °C (aguas frías). Los puntos de color azul claro representan los alumbramientos con temperatura entre 20.0 – 34.9 °C (aguas hipotermas). Los puntos de color verde representan los alumbramientos con temperatura entre 35.0 – 36.9 °C (aguas mesotermas). Los puntos de color amarillo representan los alumbramientos con temperatura entre 37.0 – 55.0 °C (aguas hipertermas). Los puntos de color rojo representan los alumbramientos con temperatura entre 55.1 – 77.0 mg/l (aguas hipertermas).

Se observa que las mayores temperaturas (°C) en las aguas de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia se encuentran localizados fundamentalmente en la mitad sur. Los alumbramientos con mayor temperatura se encuentran en los balnearios de Cuntis y Da Chavasqueira (en la mitad sur). Presentan temperaturas entre 55.01 – 60.00 °C. En el epígrafe 6.4.3.4 Discusión, se muestran los resultados de evolución de la temperatura (°C).

Los siguientes alumbramientos con mayor temperatura (entre 37.0 – 55.0 °C) pertenecen a los balnearios de Lugo (en la mitad norte) y de Cuntis, Dávila, Caldelas de Tui, de Chavasqueira, de Outeiro, de Molgas, das Burgas, de Carballiño, Caldas de Partovía y de Bande (en la mitas sur).

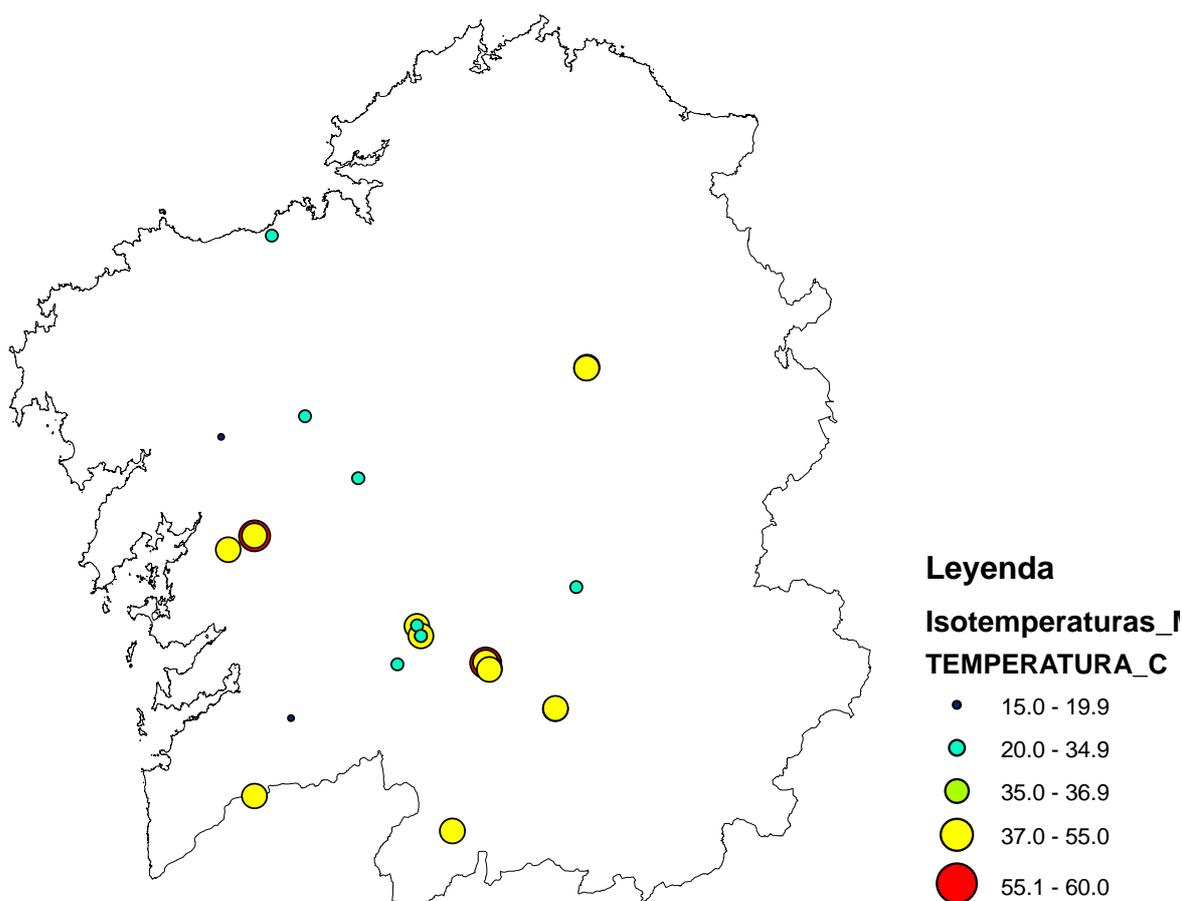


Figura 221. Mapa de la temperatura (°C) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia. Los puntos azul oscuro representan los alumbramientos con menor temperatura (°C). Los puntos de color rojo representan los alumbramientos con mayor temperatura (°C).

En la Figura 222 se muestra el mapa de temperatura (°C) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia y el mapa geológico de la Comunidad Autónoma.

En la Figura 223 se muestran los alumbramientos de tipo manantial que presentan una temperatura mayor de 36.9(°C) (indicados en color azul) y que representan las aguas hipertermales. En las Figuras 224 y 225 se muestra un detalle de los alumbramientos de tipo manantial que presentan una temperatura mayor de 36.9(°C) (indicados en color azul) y la geología. Asimismo, en la Tabla 124 se muestran los alumbramientos de tipo manantial que presentan una temperatura mayor de 36.9(°C). Hay 16 alumbramientos de tipo manantial que cumplen esta condición. Estos alumbramientos se localizan fundamentalmente en la mitad sur – suroeste de Galicia. En la Tabla 125 se muestran los alumbramientos de tipo manantial que presentan una temperatura mayor de 36.9°C, balneario y la geología de superficie.

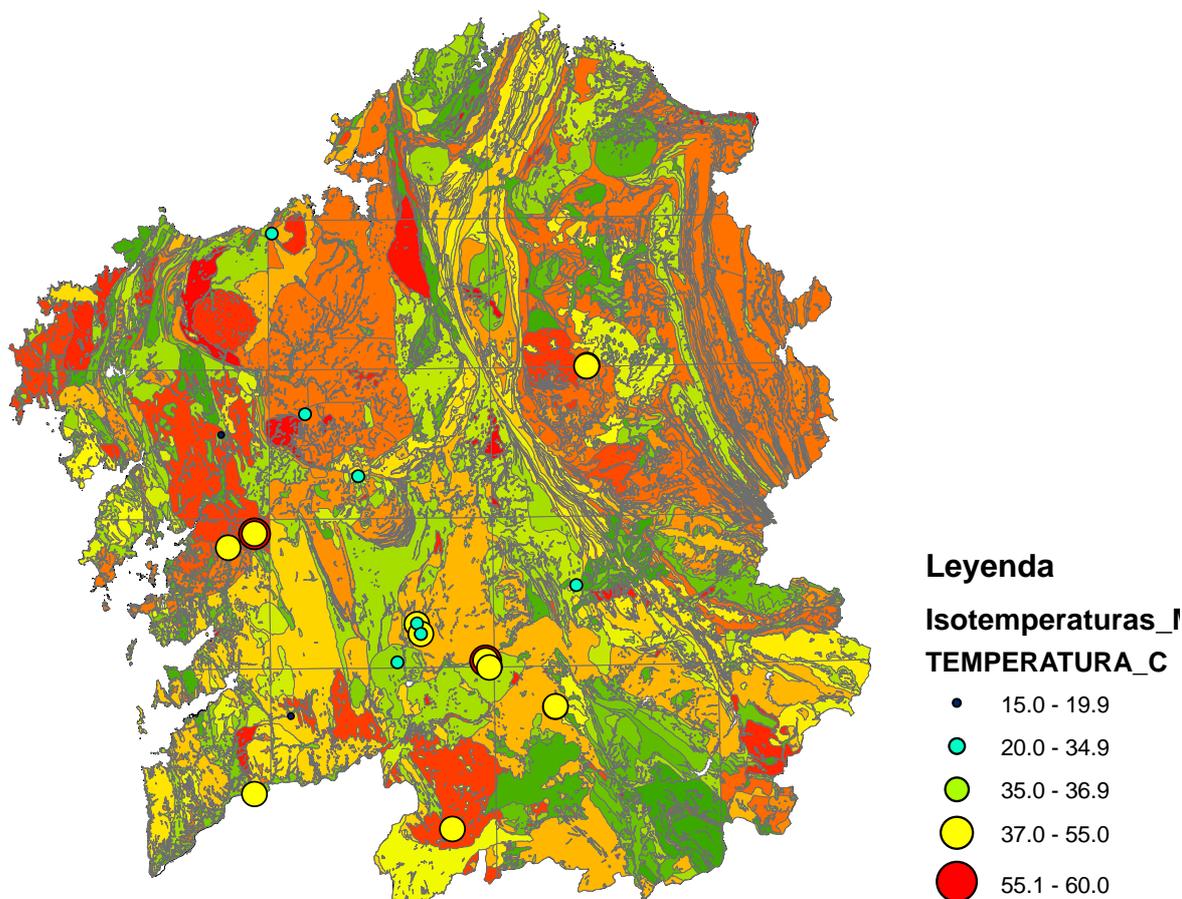


Figura 222. Mapa de la temperatura (°C) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia y la geología de la Comunidad Autónoma.

Tabla 124. Alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C.

ObjectID	X	Y	HOMBRE_CAPTACION	TEMPERATURA_C
4	535867	4720486	Fuego de Dios ó Fuente de la Plaza	59
6	535873	4720527	Calle Real	53
23	529375	4717100	Fuente de las Burgas	48
46	535850	4656050	María Cruz nº 751	44
53	609695	4677809	Fuente Caliente nº 64	42.3
54	609600	4677583	A. Burga nº 69	46
60	617368	4762252	Manantial Piscina	43.8
61	617278	4762014	Manantial Patio	43.8
62	617241	4762021	Manantial Lecho Río	43.8
84	576647	4695762	Fuente de los Baños nº 7	37
89	593391	4687398	Baños de Outeiro nº 73	43
98	592541	4689129	Caldas do Bispo o Fonte Chavasqueira nº 70	48.1
99	592537	4689043	Chavasqueira - Templeta	60
101	575701	4698132	Xardín do Carballiño nº 72	49.5
110	584386	4647429	San Xoan de Baños o Baño nº 67	46
128	593493	4687651	Xardín das Burgas	49

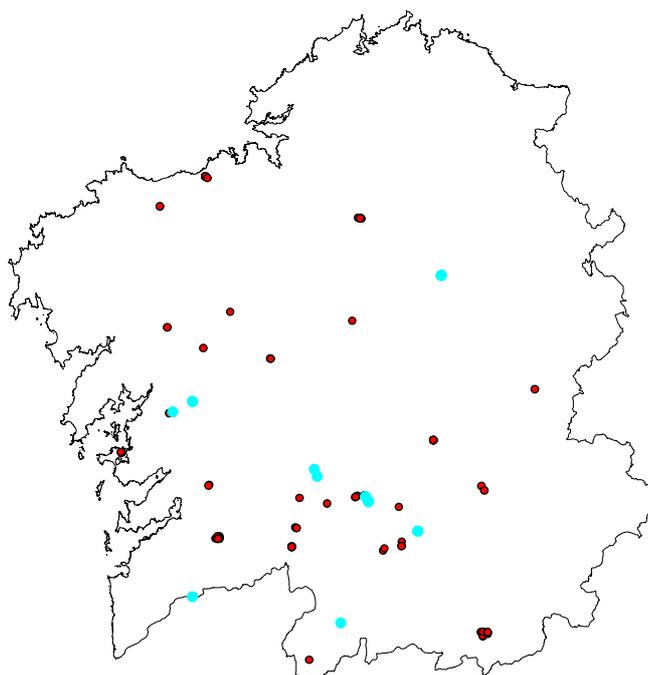


Figura 223. Situación de los alumbraamientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C (en color azul).

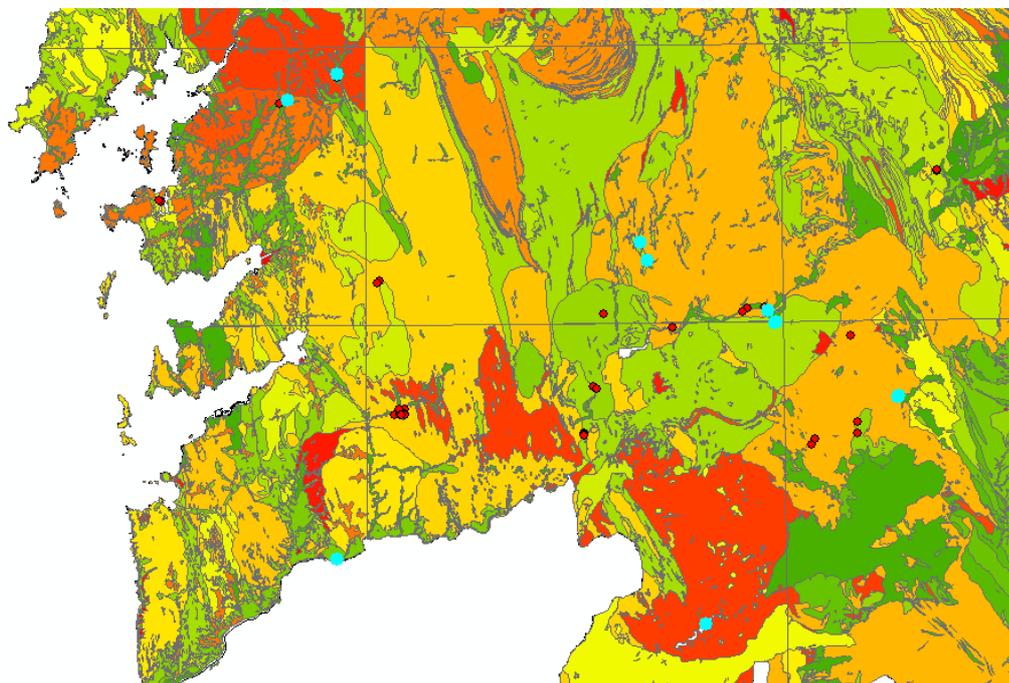


Figura 224. Detalle de la situación de los alumbraamientos de tipo manantial de los balnearios situados en la mitad sur de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C (en color azul) y la geología.

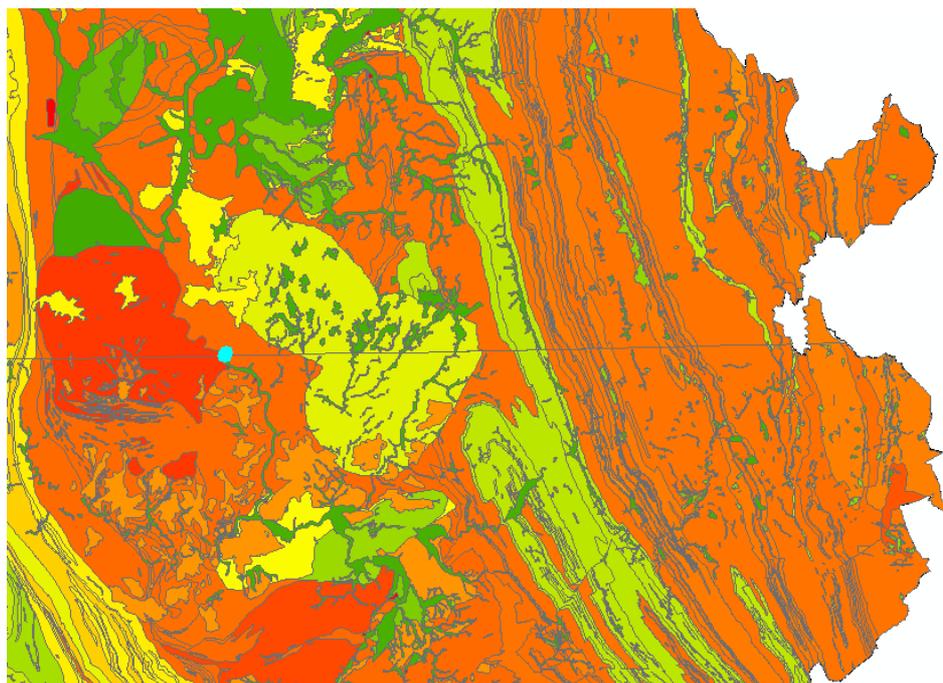


Figura 225. Detalle de la situación de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios situados en la mitad norte de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C (en color azul) y la geología.

En la Figura 226 se muestra el mapa de predicción de temperaturas (°C) después de aplicar kriging. Se muestran los valores de las isótermas y los valores de temperatura (°C) en los alumbramientos de tipo manantial en los que se dispone de dato. Asimismo se muestran los resultados a través de un código de tonalidades de color en la que los tonos claros representan las menores temperaturas (°C) y los tonos oscuros las mayores temperaturas (ver leyenda).

Tabla 125. Alumbramientos de tipo manantial que presentan una temperatura mayor que 36.9°C, balneario y geología de superficie correspondiente.

NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO_1	NOM_LITO
San Xoan de Baños o Baño nº 67	De Bande	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS
María Cruz nº 751 A Burga nº 69	Caldelas de Tui De Molgas	TERRAZAS MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC
Fuente Caliente nº 64	De Molgas	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC
Baños de Outeiro nº 73	De Outeiro	MACIZO DE OURENSE
Xardín das Burgas Chavasqueira - Templeta	Das Burgas Da Chavasqueira	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
Caldas do Bispo o Fonte Chavasqueira nº 70	Da Chavasqueira	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
Fuente de los Baños nº 7	Caldas de Partovia	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS
Xardín do Carballiño nº 72	Do Carballiño	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC
Fuente de las Burgas	Dávila	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
Fuego de Dios ó Fuente de la Plaza	de Cuntis	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS
Calle Real	de Cuntis	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS
Manantial Patio	De Lugo	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
Manantial Lecho Río	De Lugo	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENIS CAS.ESQUISTOS.GNEISES ANFIBOLICOS
Manantial Piscina	De Lugo	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENIS CAS.ESQUISTOS.GNEISES ANFIBOLICOS

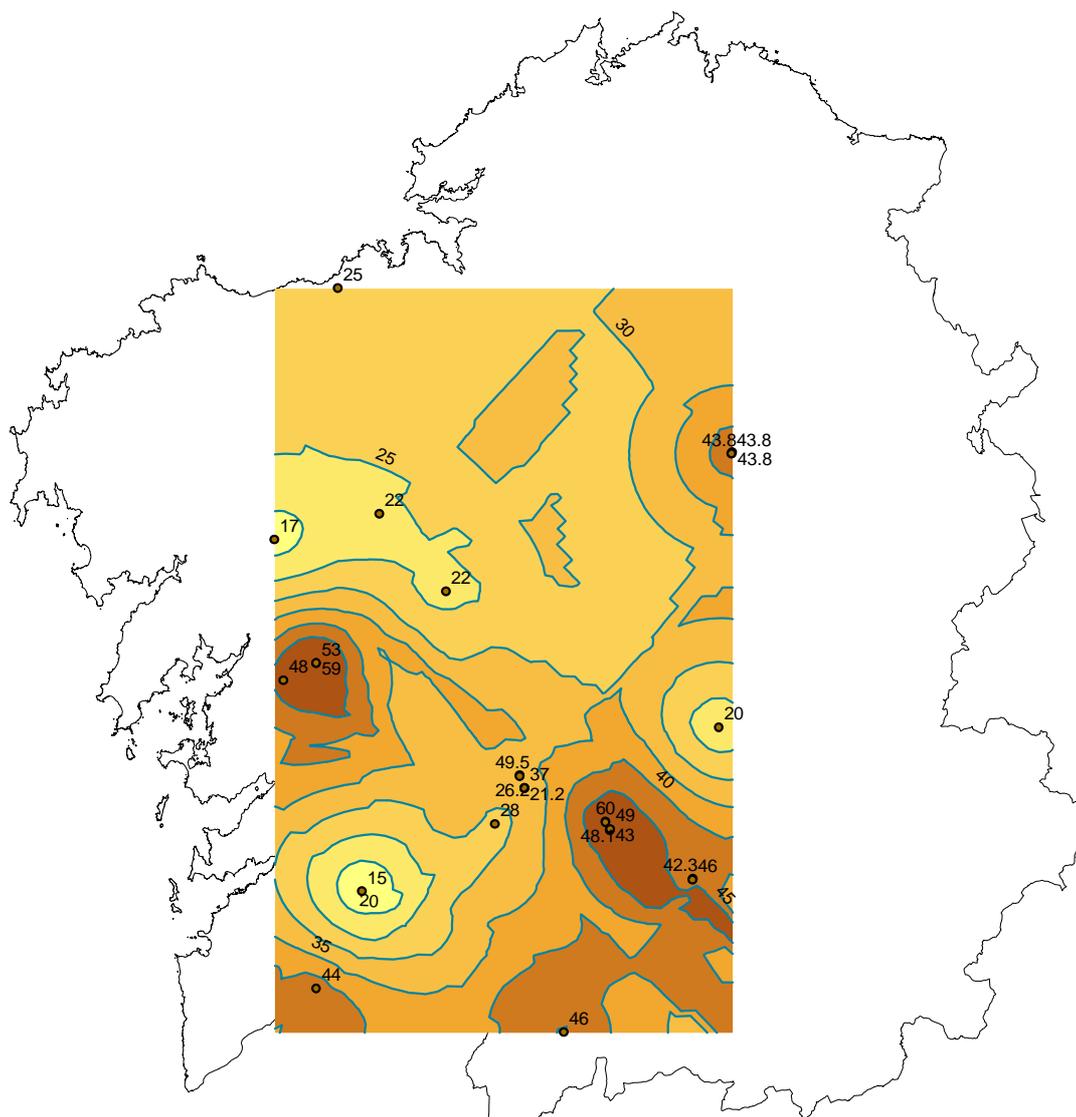


Figura 226. Mapa de temperaturas (°C) de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.

En la Figura 227 se muestra el mapa de predicción de temperaturas (°C) simplificado después de aplicar kriging. Se muestran los valores de temperatura (°C) en los alumbramientos de tipo manantial en los que se dispone de dato. Asimismo se muestran los resultados a través de un código de tonalidades de color en la que los tonos claros representan las temperaturas más bajas y los tonos oscuros las temperaturas más altas (ver leyenda).

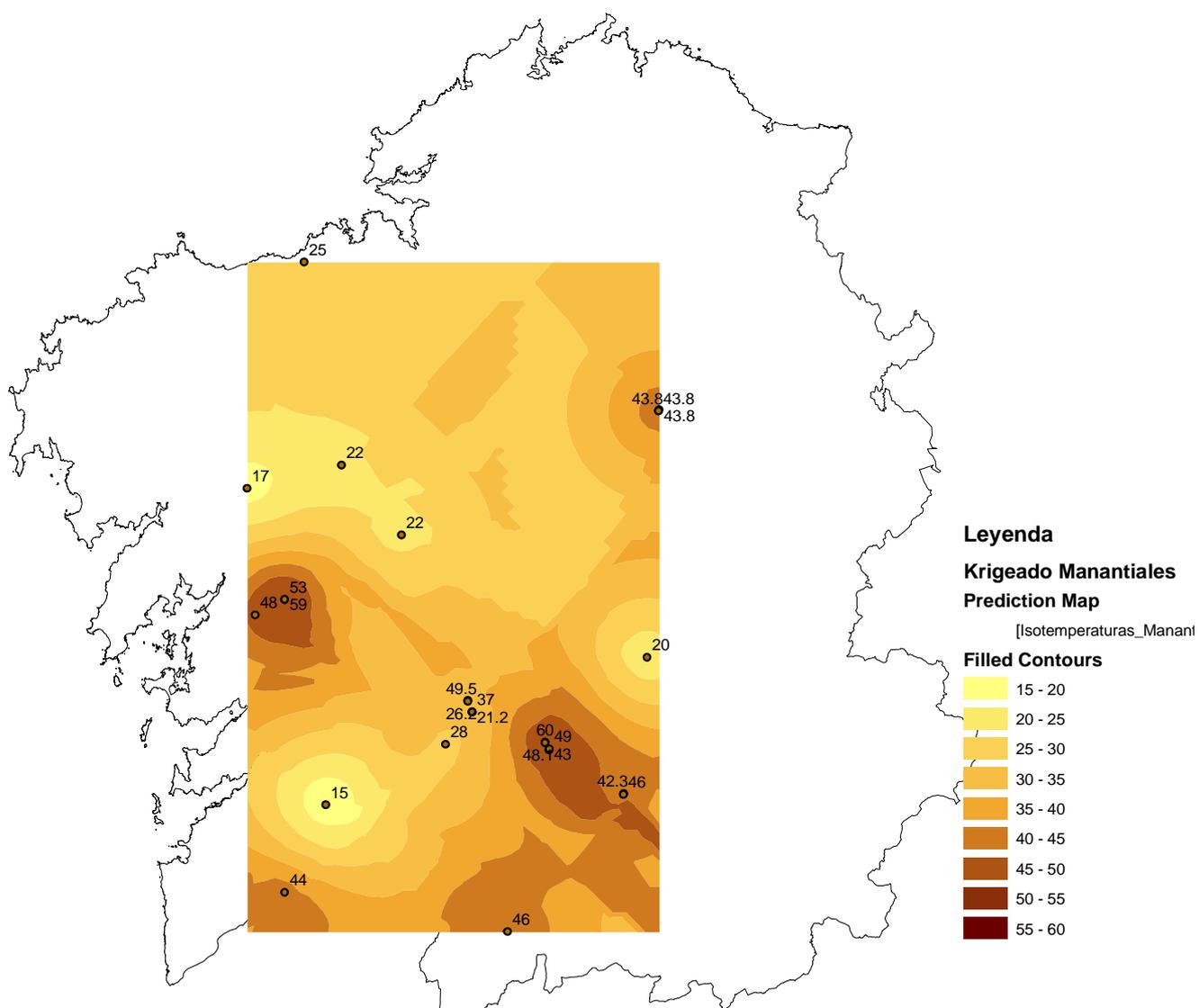


Figura 227. Mapa de temperaturas (°C) de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.

Se observa que las temperaturas (°C) más altas se localizan en varios puntos al sur y al noreste de Galicia. No se observa una graduación de unas zonas hacia otras.

En la Figura 228 se muestra el mapa de temperatura (°C) con los valores de las isólineas predichos y los puntos en los que se dispone de dato.

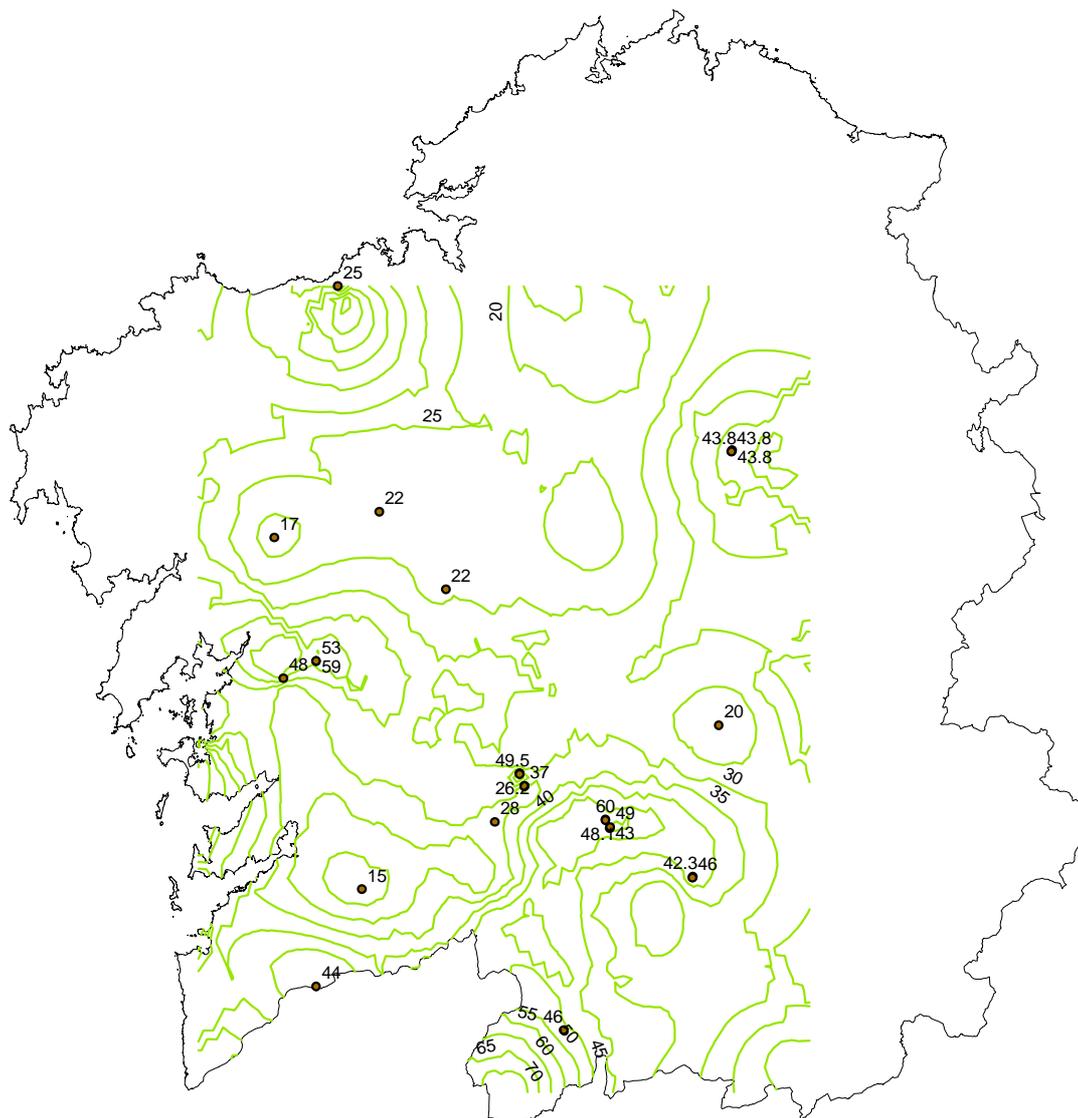


Figura 228. Mapa de predicción de temperaturas (°C) de las aguas de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia.

En la Figura 229 se muestra el mapa de contorno de predicción de temperaturas (°C) después de aplicar kriging. Se muestran los valores de temperatura (°C) en los alumbramientos de tipo manantial en los que se dispone de dato. Asimismo se muestran los resultados a través de un código de colores entre 15 °C (color verde) y más de 45.0 °C (color rojo).

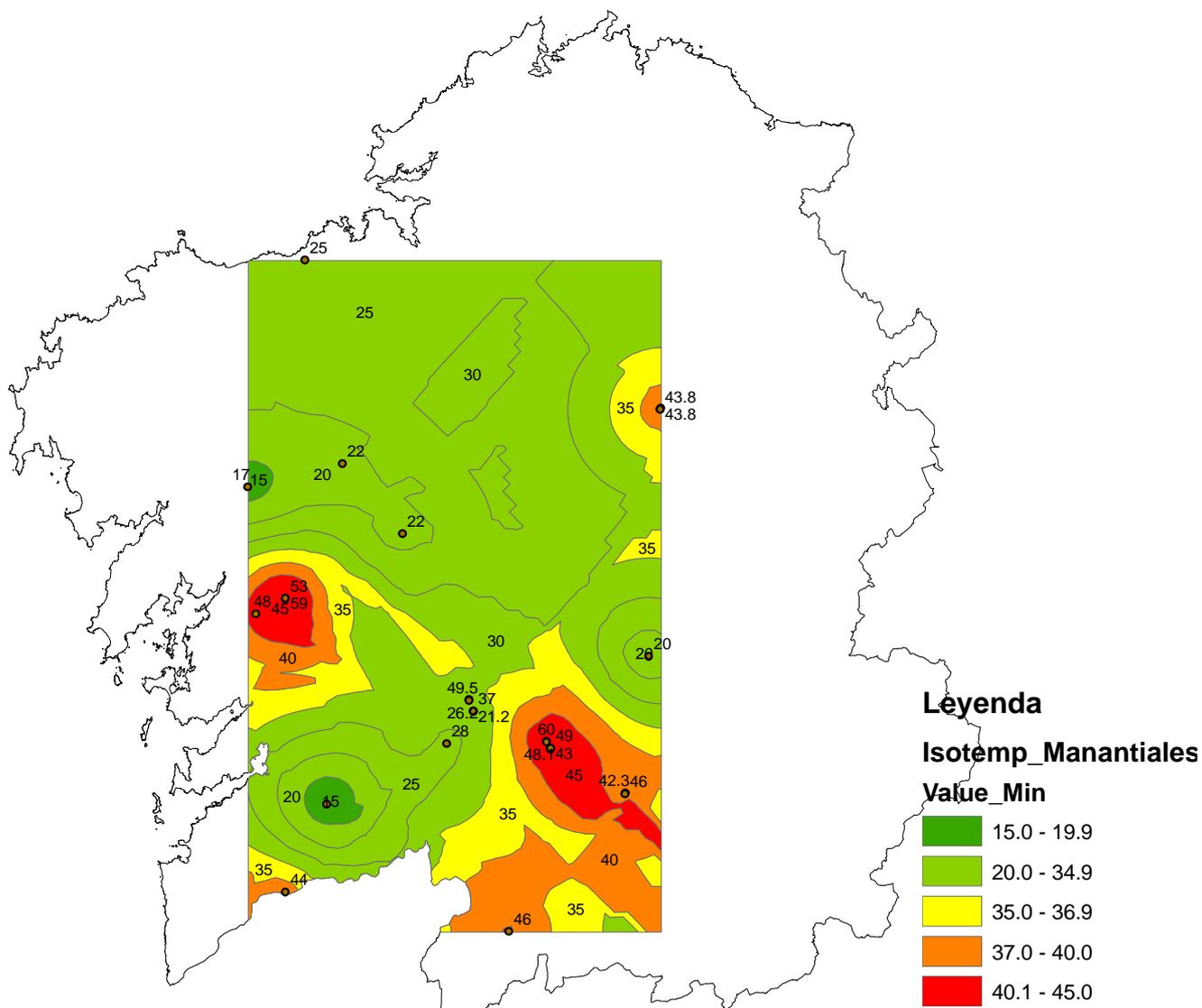


Figura 229. Mapa de predicción de temperaturas (°C) (contorno) de las aguas de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia.

6.4.3.4 Discusión

Las temperaturas mayores se encuentran localizados fundamentalmente en la mitad sur de Galicia. Los alumbramientos con mayor temperatura se encuentran en los balnearios de Cuntis y Da Chavasqueira (en la mitad sur). Presentan temperaturas entre 55.01 – 60.00 °C. En el epígrafe 6.5. RELACIÓN ENTRE LA TEMPERATURA Y LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS AGUAS DE LOS BALNEARIOS DE GALICIA. HIDROTHERMALISMO se analiza la relación entre el termalismo, los alumbramientos, la geología y las zonas de falla.

6.4.4 Mapas de isotemperaturas de las aguas de pozos y pozos surgentes de los balnearios de Galicia

6.4.4.1 Introducción

El tratamiento matemático es el mismo que el aplicado en el epígrafe 6.2.1. Introducción.

6.4.4.2 Análisis de los datos utilizados

Para realizar este análisis geoestadístico se dispone de los datos de temperatura (°C) en 32 alumbramientos de tipo pozo y 12 de tipo pozo/surgente que forman parte de los 42 balnearios. En total 44 alumbramientos de tipo pozo en general. En la Tabla 126 se muestra los alumbramientos de tipo pozo y pozo/surgente de los que se dispone de dato de temperatura (°C) en la que además se muestran las coordenadas, los nombres y las temperaturas (°C).

De los 44 alumbramientos de tipo pozo hay 15 que están clasificados según su temperatura de alumbramiento como hipertermal, 14 hipotermal, 2 mesotermal y 13 sin información.

Asimismo, hay 8 clasificados como mineral natural, 12 mineromedicinal, 19 mineromedicinal termal y 5 sin información.

Los estadísticos muestran el valor mínimo de temperatura es 14.2°C y el valor máximo es 62.0 °C. El valor medio es 30.061°C (ver Figura 230). La mediana es 24.6 °C diferente a la media por lo que se estima realizar un análisis logarítmico de los datos (ver Figura 231).

Para realizar el análisis geoestadístico se han utilizado las siguientes capas:

(1) Captaciones_Vinculado. Capa de tipo punto que contiene toda la información de la base de datos "Balnearios". Los datos de la capa se han filtrado y se ha extraído la información correspondiente a la temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia.

(2) Isotemperaturas_Pozos. Capa resultante de la aplicación de los filtros sobre la capa Captaciones_Vinculado. Contiene la información correspondiente a la temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia.

También se han utilizado las capas: (1) Galicia_25, (2) Xeoloxia_50, (3) Litoloxia y (4) Faia_50 utilizadas en el epígrafe anterior.

Todas las capas están georreferenciadas al Datum ETRS89 UTM Zone 29N.

Tabla 126. Alumbramientos tipo pozo de los balnearios de Galicia que disponen de datos de temperatura (°C). Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento y valor de temperatura (°C).

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	TEMPERATURA_C
528244	4716624	Pozo Bomba o Acuña	38.0
535833	4720471	Era Nueva	37.0
512663	4703625	Capilla o pozo nº 3	43.0
512675	4703601	El Mar o pozo nº 4	47.0
512651	4703615	Huerta Fría o pozo nº 5	34.0
512641	4703603	Huerta Caliente o pozo nº 6	61.0
561431	4734600	Pozo Patio	24.8
544187	4675405	Mondariz nº 2	16.5
544186	4675412	Mondariz nº 3	17.0
544194	4675390	Mondariz nº 1	16.3
544008	4675955	Fuente del Val nº 1	16.5
544747	4675309	Fuente del Val nº 2	16.5
544664	4675232	V-4	15.0
544067	4675172	M-5	17.0
569546	4678922	Pozo A Veiga 1, PO-1B ó nº 46	22.9
569958	4678736	Pozo A Veiga 1, P-4 ó nº 47	22.9
591153	4780849	Pozo de los Pobres o del Pinar o S-1	14.7
617354	4762270	Lugo Pozo nº 2	42.0
617366	4762260	Lugo Pozo nº 3	42.6
617432	4762207	Lugo Pozo nº 4	26.9
588165	4747138	Nai de Deus	16.0
525250	4784825	Virgen de la Estrella	36.2
540760	4794308	Loureda	57.0
630279	4644382	Manantial Principal	18.9
630291	4644341	Agua de Fontenova nº 2	14.2
630876	4642967	Agua de Cabreiroá sin gas nº 1	14.5
630876	4643092	Agua de Cabreiroá con gas nº 2	18.4
568289	4672714	Campo 2 nº 1	24.4
568287	4672670	Piedra 2 nº 2	30.6
568356	4672518	Pozo Novo nº 3	37.0
630940	4644462	Sousas Manantial I o Tradicional	17.8
632471	4643790	Sousas Manantial II	18.4
535869	4720583	Huerta	42.0
535842	4720560	San Marcial y San Enrique	62.0
561425	4734603	Sondeo nº 5	23.0
544233	4675288	Gándara	15.0
544220	4675193	Mondariz nº 4	18.0
535873	4656114	Pozo San Antonio	56.0
535894	4656135	Pozo San Francisco	56.0
579900	4686800	Laias nº 38	50.0
540024	4794823	Agua Caliente	39.8
540020	4794835	Agua Templada	36.0
541328	4692967	Pozo Santa Sofía	27.0
541141	4692742	A Veiga 2, P-4 o nº 47	22.9

En la Figuras 230 a 236 se muestra el análisis de los histogramas y de los gráficos cuantil-cuantil normal de los datos de temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia. Asimismo se muestra el gráfico de tendencia, semivariograma y covarianza de los datos.

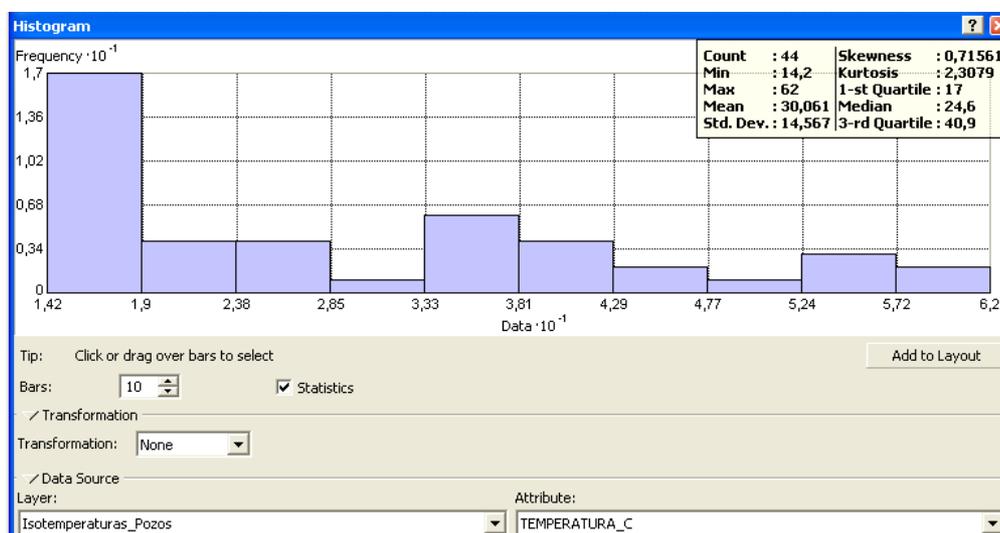


Figura 230. Histograma de los datos correspondiente a la temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).

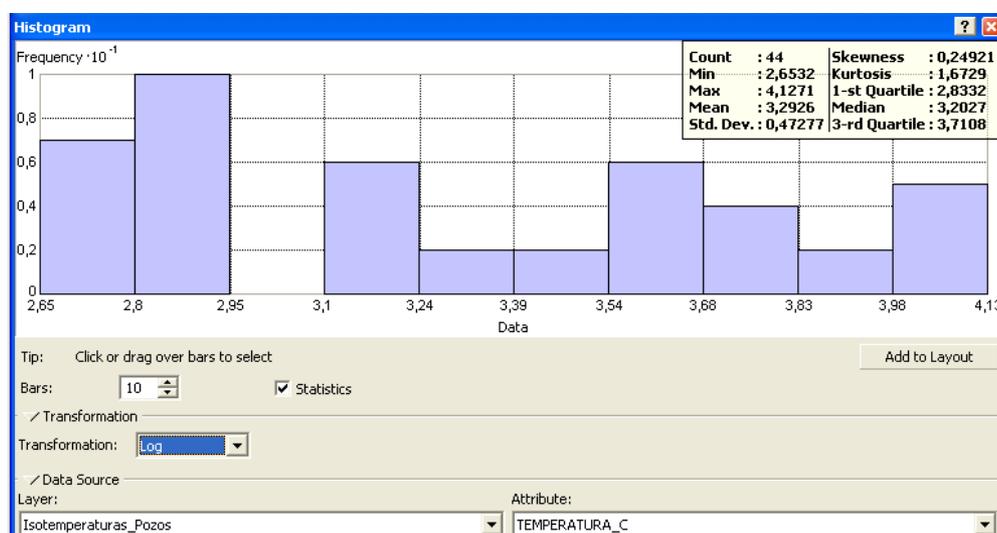


Figura 231. Histograma de los datos correspondiente a la temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución logarítmica).

El diagrama cuantil – cuantil normal se aleja ligeramente de los valores esperados para una distribución normal (ver Figura 232) por lo que se mantiene el tratamiento geoestadístico logarítmico de los datos (ver Figura 233).

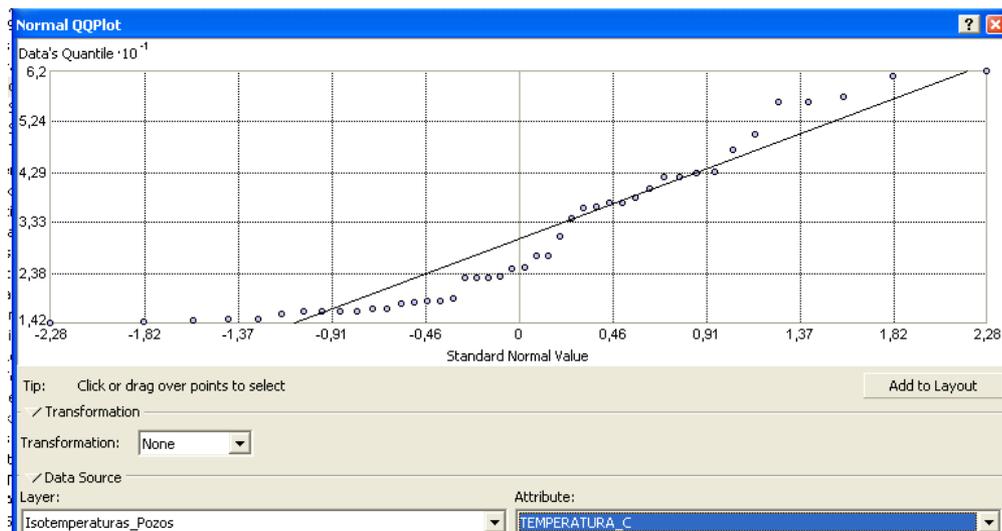


Figura 232. Diagrama cuantil-cuantil normal de los datos correspondientes a la temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).

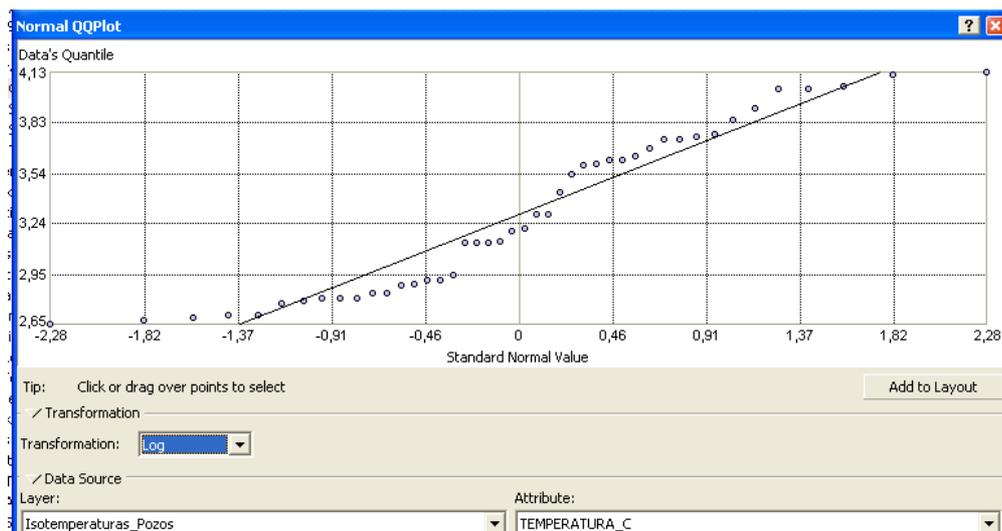


Figura 233. Diagrama cuantil-cuantil logarítmico de los datos correspondientes a la temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución normal).

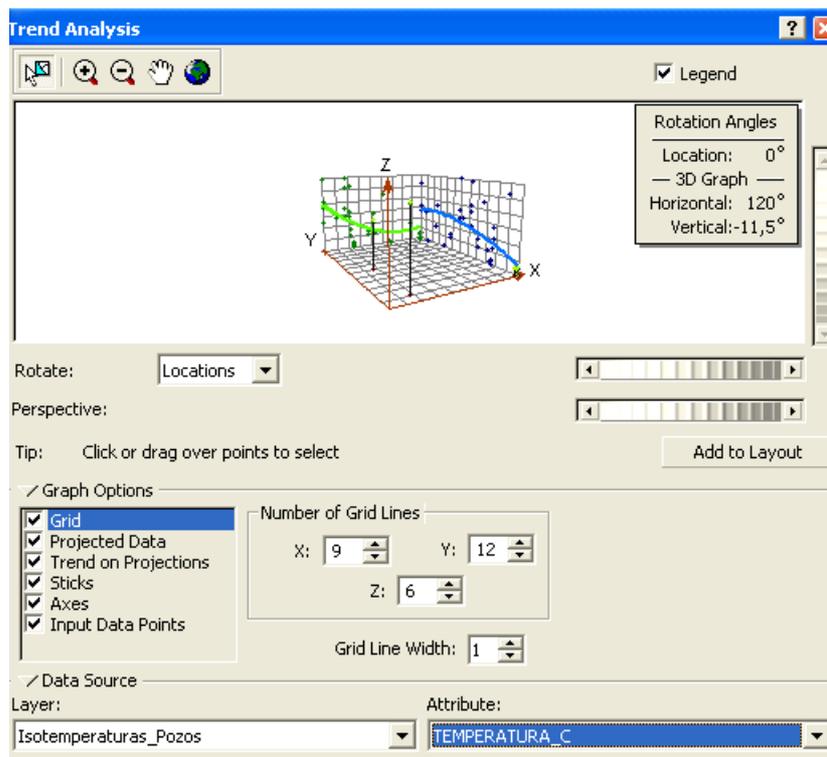


Figura 234. Análisis de tendencia de los datos de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia. Se observa que los datos tienen una tendencia cuadrática.

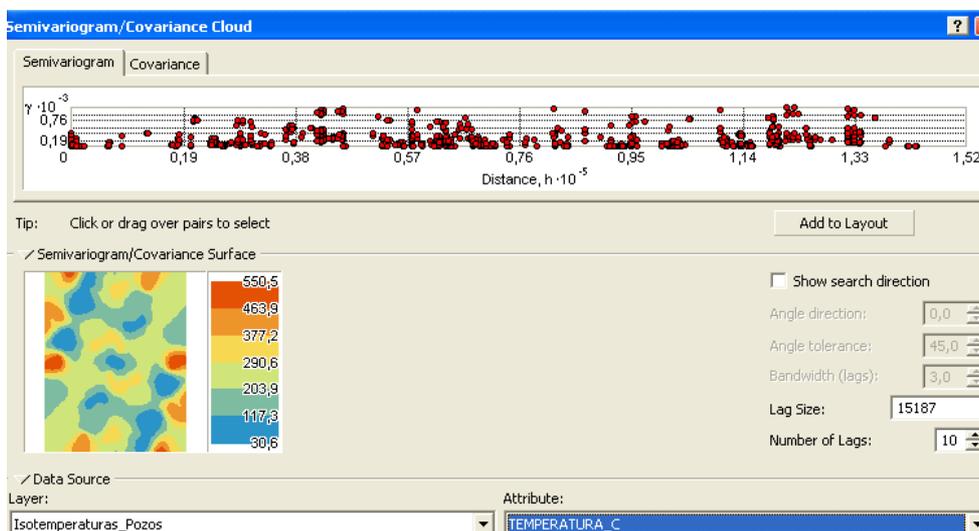


Figura 235. Semivariograma de los datos de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia.

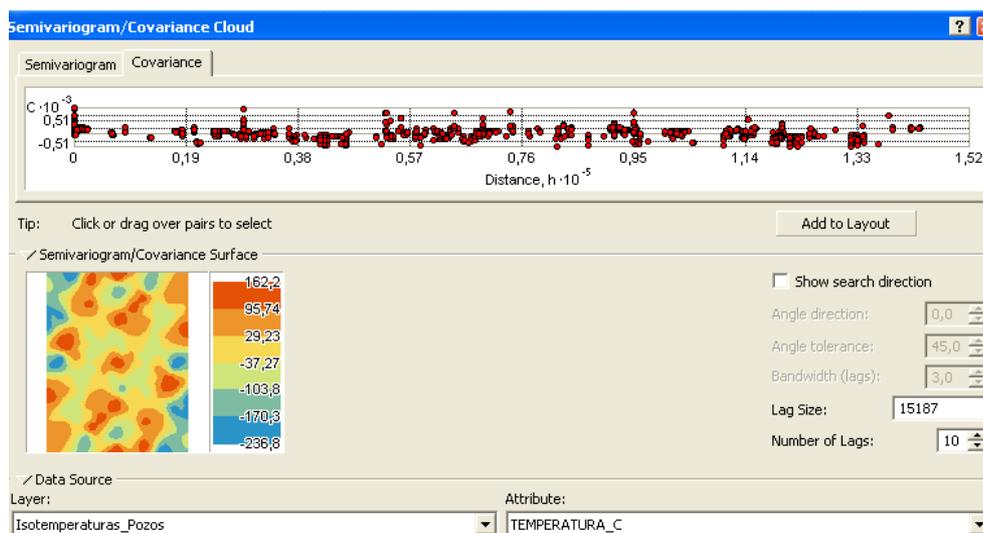


Figura 236. Covarianza de los datos de temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia.

6.4.4.3 Análisis de resultados

Para ajustar un modelo al semivariograma empírico, se selecciona una función de tipo esférico y se indica que se trata de un medio anisótropo. En el semivariograma se observa que no hay efecto nugget (pepita). En las Figuras 237 a 241 se muestra el semivariograma empírico y el análisis de validación cruzada.

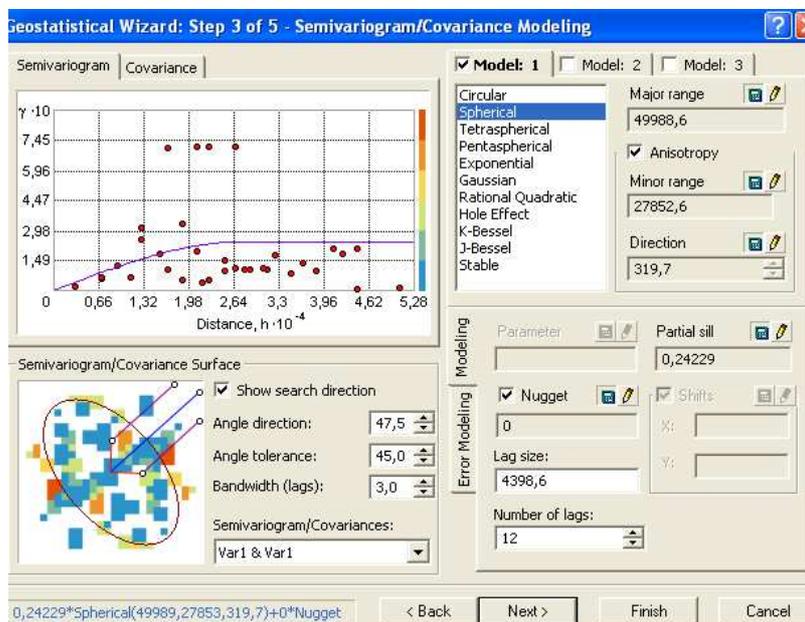


Figura 237. Semivariograma empírico de los datos de temperatura (°C) en los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia. Se ha aplicado un modelo esférico y anisótropo.

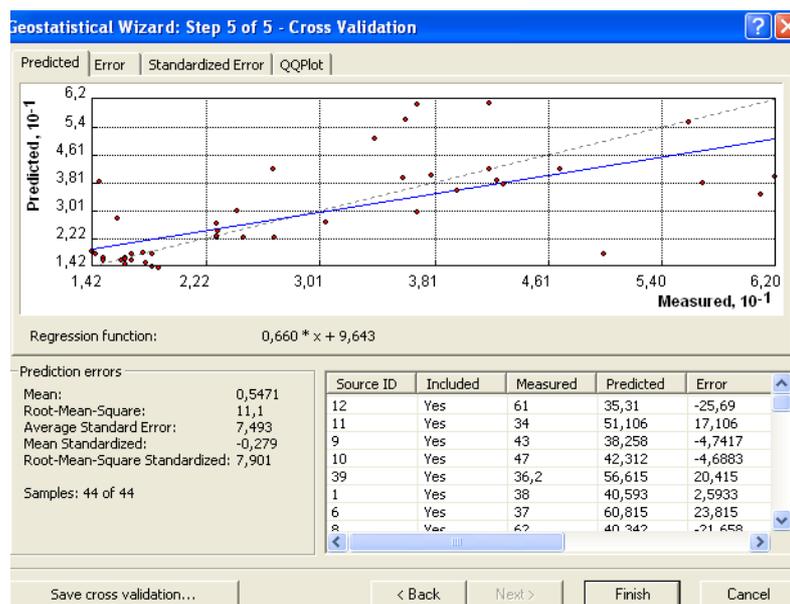


Figura 238. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura (°C) en los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia.

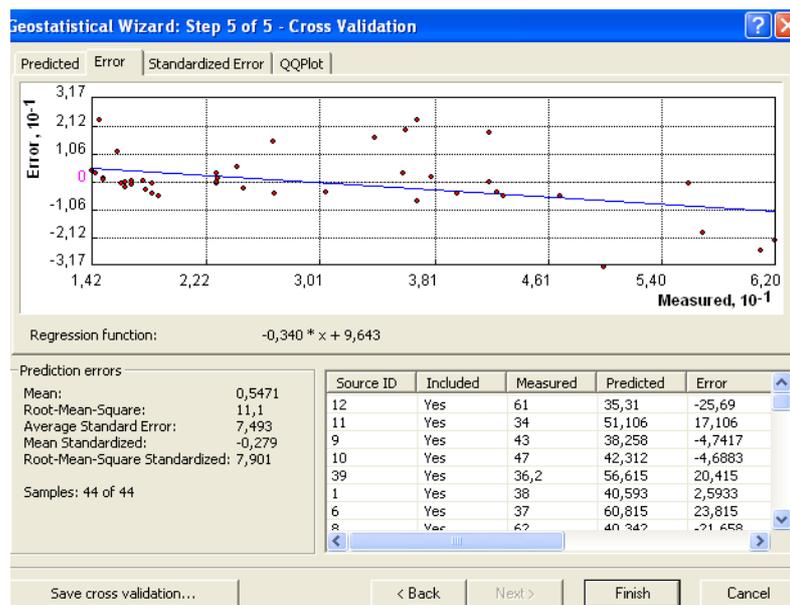


Figura 239. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura (°C) en los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia. Curva de errores.

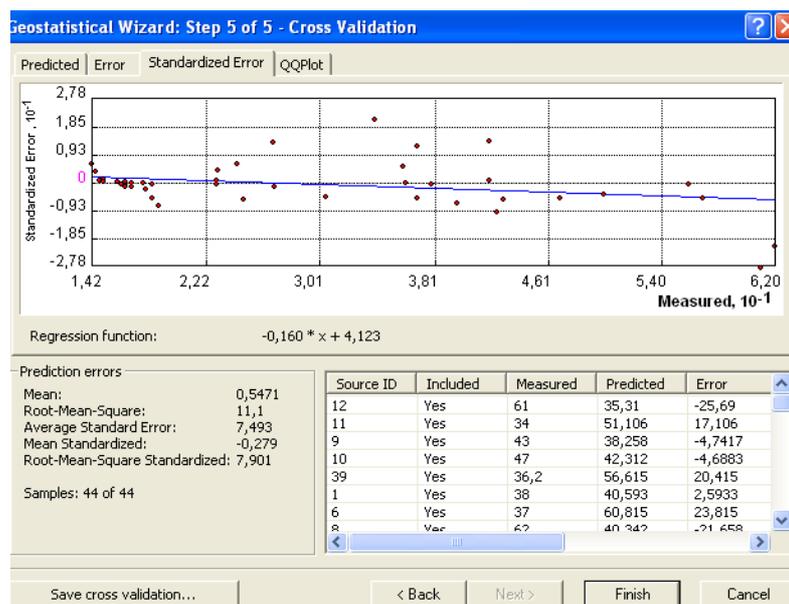


Figura 240. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia. Curva de errores estandarizados.

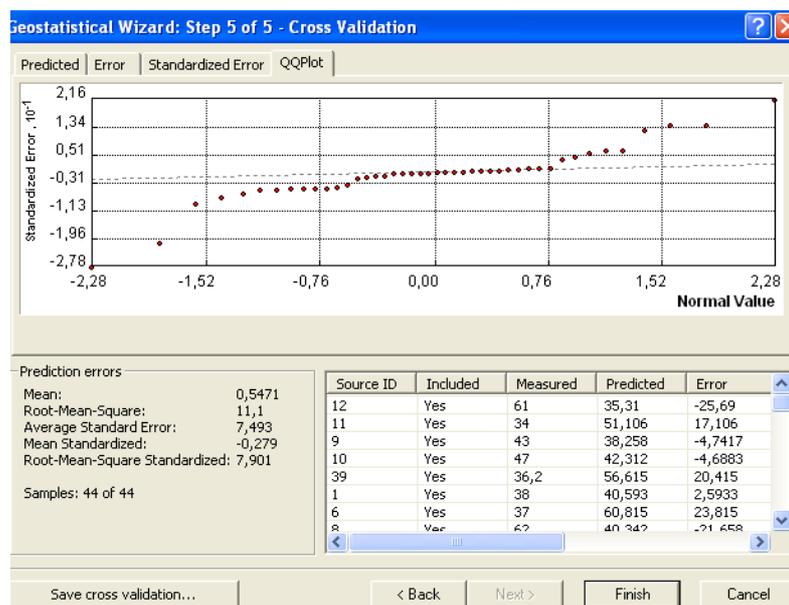


Figura 241. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia. Curva cuantil-cuantil normal.

En la Figura 242 se muestra el mapa de temperaturas ($^{\circ}\text{C}$) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia. Se ha realizado una división de la temperatura de las aguas de los alumbramientos de tipo manantial de Galicia a partir de la clasificación según la temperatura de las aguas mineromedicinales. Los puntos de color azul oscuro representan los alumbramientos con temperatura entre $0.0 - 19.9^{\circ}\text{C}$ (aguas frías). Los puntos de

color azul claro representan los alumbramientos con temperatura entre 20.0 – 34.9 °C (aguas hipotermas). Los puntos de color verde representan los alumbramientos con temperatura entre 35.0 – 36.9 °C (aguas mesotermas). Los puntos de color amarillo representan los alumbramientos con temperatura entre 37.0 – 55.0 °C (aguas hipertermas). Los puntos de color rojo representan los alumbramientos con temperatura entre 55.1 – 77.0 mg/l (aguas hipertermas).

Se observa que las mayores temperaturas (°C) en las aguas de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia se encuentran localizados fundamentalmente en la mitad sur - suroeste. Los alumbramientos con mayor temperatura se encuentran en los balnearios de Loureda (en la mitad norte) y de Cuntis, A Toxa, de Laidas y de Caldelas de Tui (en la mitad sur). Presentan temperaturas entre 47.1 – 62.00 °C. En el epígrafe 6.4.4.4. Discusión se muestran los resultados de evolución de la temperatura (°C).

Los siguientes alumbramientos con mayor temperatura (entre 37.0 – 47.0 °C) pertenecen a los balnearios de Arteixo y de Lugo (en la mitad norte) y de Cuntis, Acuña, A Toxa y de Cortegada (en la mitad sur).

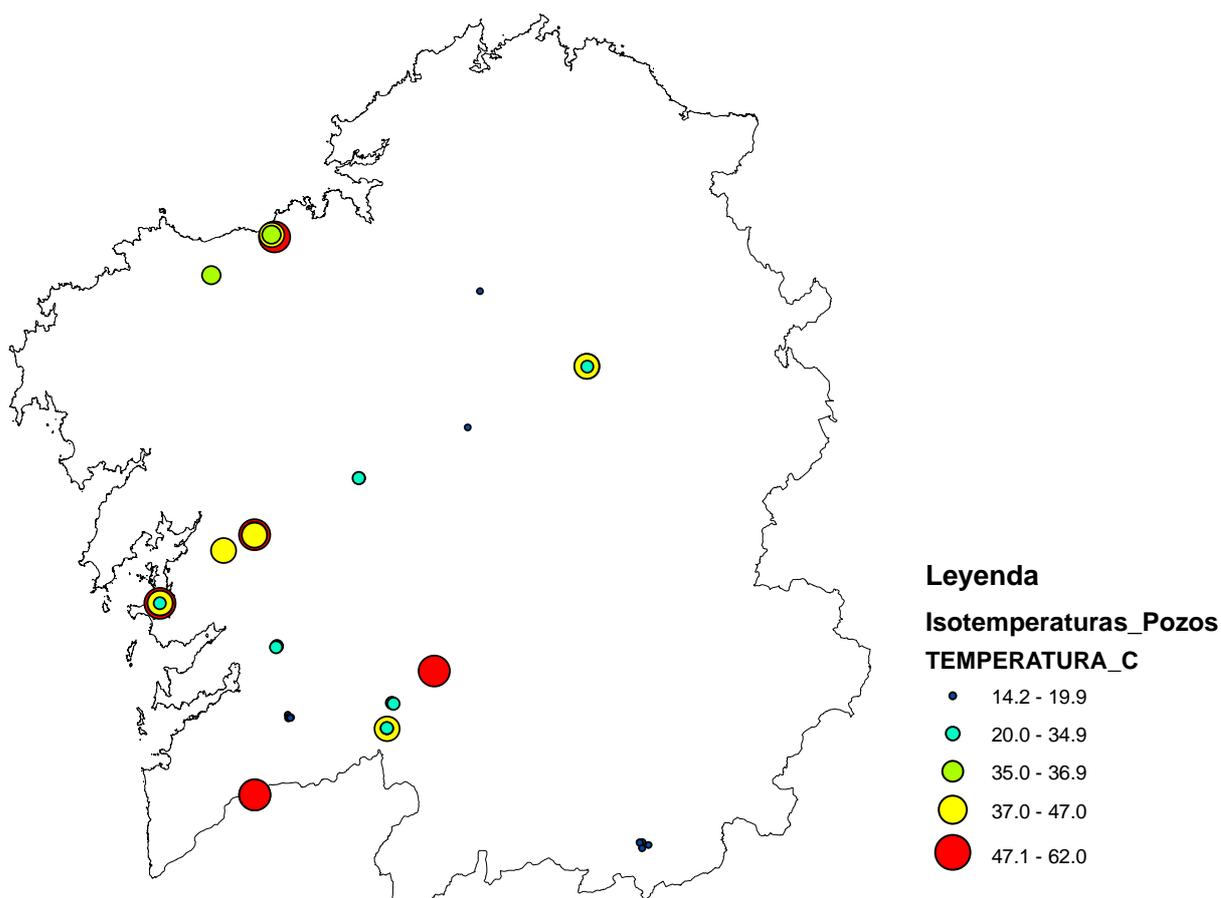


Figura 242. Mapa de la temperatura (°C) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia. Los puntos azul oscuro

representan los alumbramientos con menor temperatura (°C). Los puntos de color rojo representan los alumbramientos con mayor temperatura (°C).

En la Figura 243 se muestra el mapa de temperatura (°C) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia y el mapa geológico de la Comunidad Autónoma.

En la Figura 244 se muestran los alumbramientos de tipo pozo que presentan una temperatura mayor de 36.9(°C) (indicados en color azul) y que representan las aguas hipertermales. En las Figuras 245 y 246 se muestra un detalle de los alumbramientos de tipo pozo que presentan una temperatura mayor de 36.9(°C) (indicados en color azul) y la geología. Asimismo, en la Tabla 127 se muestran los alumbramientos de tipo pozo que presentan una temperatura mayor de 36.9(°C). Hay 15 alumbramientos de tipo pozo que cumplen esta condición. Estos alumbramientos se localizan fundamentalmente en la mitad sur – suroeste de Galicia. En la Tabla 128 se muestran los alumbramientos de tipo pozo que presentan una temperatura mayor de 36.9°C, balneario y la geología de superficie.

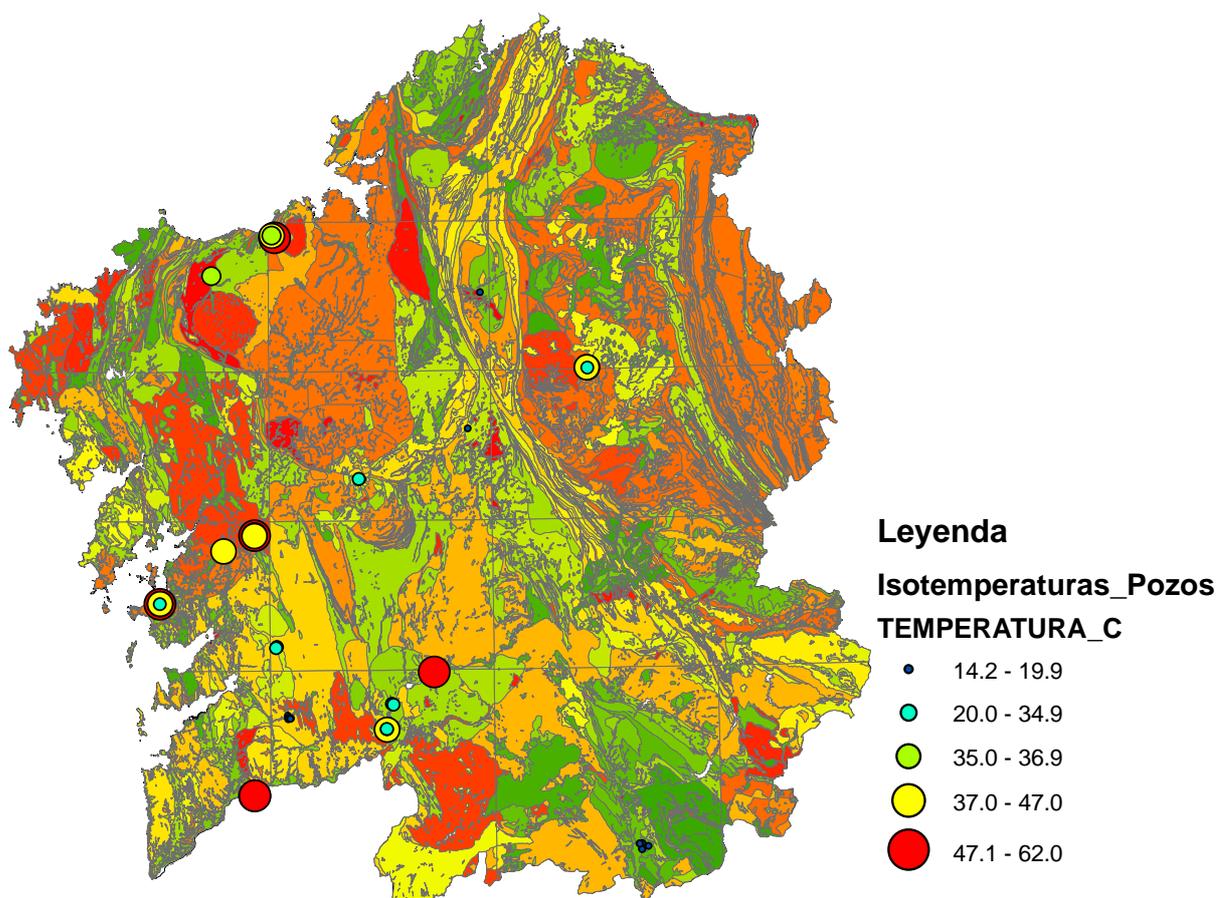


Figura 243. Mapa de la temperatura (°C) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia y la geología de la Comunidad Autónoma.

Tabla 127. Alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C.

ObjectID	X	Y	HOMBRE_CAPTACION	TEMPERATURA_C
2	528244	4716624	Pozo Bomba o Acuña	38
17	535833	4720471	Era Nueva	37
26	512663	4703625	Capilla o pozo nº 3	43
27	512675	4703601	El Mar o pozo nº 4	47
29	512641	4703603	Huerta Caliente o pozo nº 6	61
63	617354	4762270	Lugo Pozo nº 2	42
64	617366	4762260	Lugo Pozo nº 3	42.6
76	540760	4794308	Loureda	57
116	568356	4672518	Pozo Novo nº 3	37
12	535869	4720583	Huerta	42
22	535842	4720560	San Marcial y San Enrique	62
47	535873	4656114	Pozo San Antonio	56
48	535894	4656135	Pozo San Francisco	56
51	579900	4686800	Laias nº 38	50
67	540024	4794823	Agua Caliente	39.8

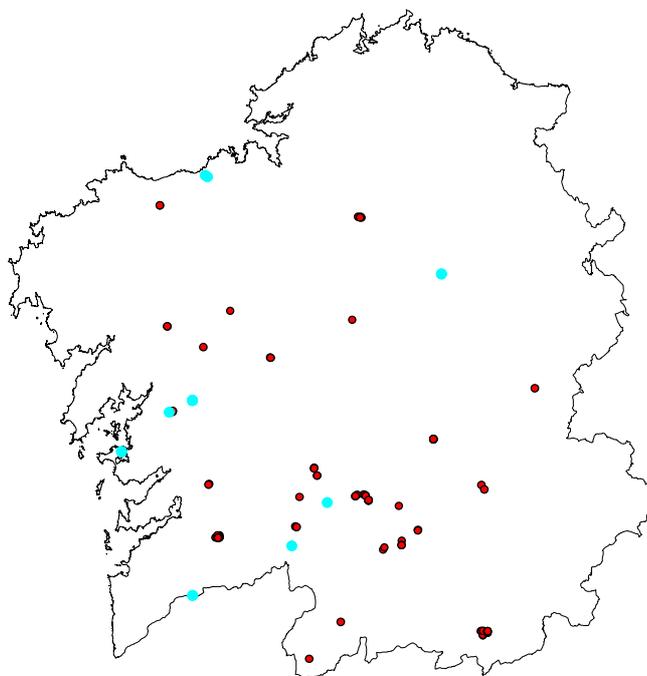


Figura 244. Situación de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C (en color azul).

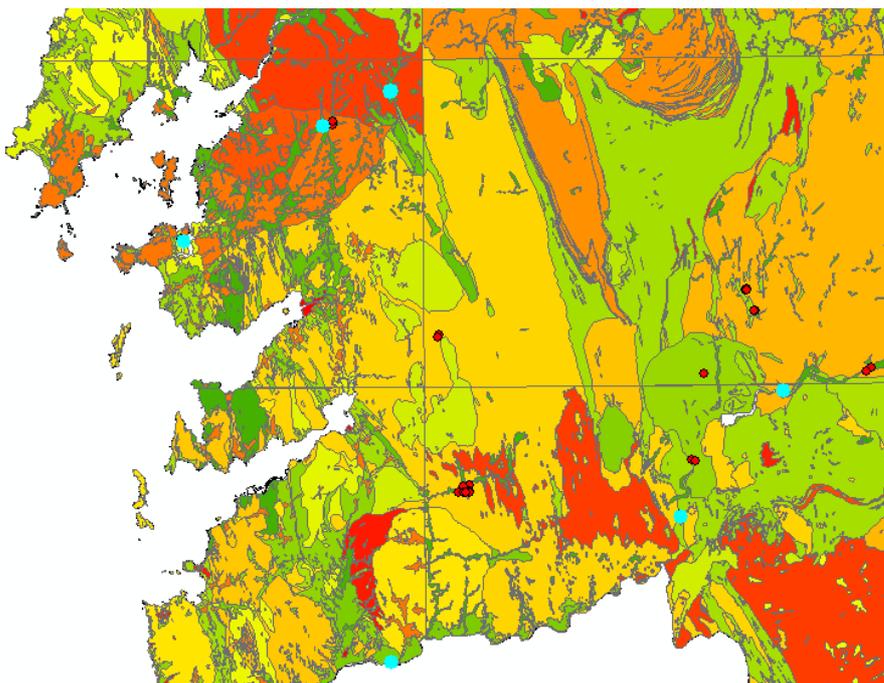


Figura 245. Detalle de la situación de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios situados en la mitad sur de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C (en color azul) y la geología.

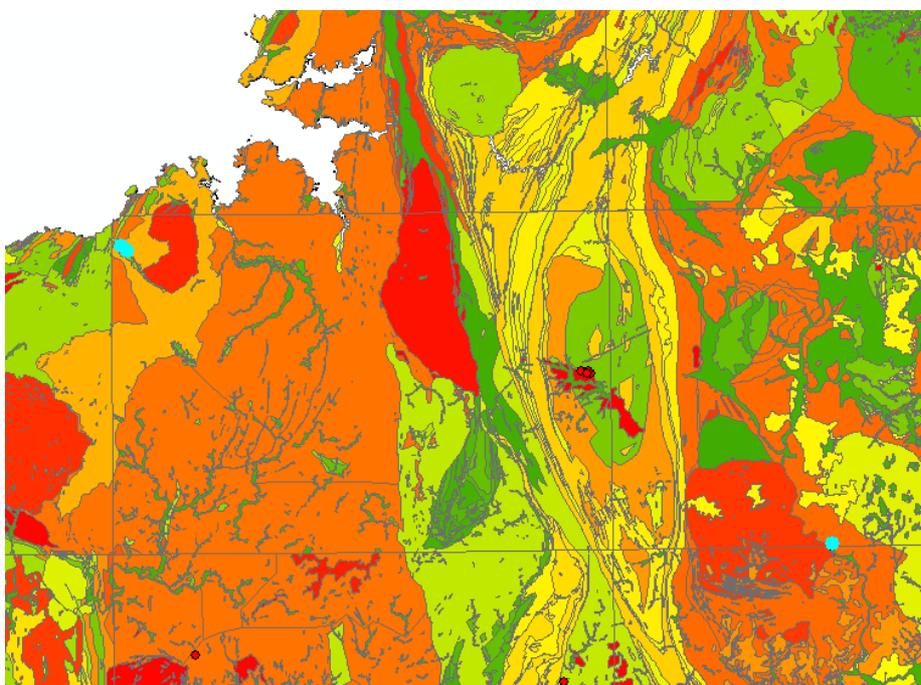


Figura 246. Detalle de la situación de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios situados en la mitad norte de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C (en color azul) y la geología.

En la Figura 247 se muestra el mapa de predicción de temperaturas (°C) después de aplicar kriging. Se muestran los valores de las isolíneas y los valores de temperatura (°C) en los alumbramientos de tipo pozo en los que se dispone de dato. Asimismo se muestran los resultados a través de un código de tonalidades de color en la que los tonos claros representan las menores temperaturas (°C) y los tonos oscuros las mayores temperaturas (ver leyenda).

Tabla 128. Alumbramientos de tipo pozo que presentan una temperatura mayor que 36.9°C, balneario y geología de superficie correspondiente.

NOMBRE_CAP TACION	BALNEARIO_1	NOM_LITO
Pozo San Antonio	Caldelas de Tui	TERRAZAS
Pozo San Francisco	Caldelas de Tui	TERRAZAS
Pozo Novo nº 3	De Cortegada	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS
Laias nº 38	De Laias	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC
El Mar o pozo nº 4	A Toxa	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *
Huerta Caliente o pozo nº 6	A Toxa	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *
Capilla o pozo nº 3	A Toxa	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *
Pozo Bomba o Acuña	Acuña	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
Era Nueva	de Cuntis	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
San Marcial y San Enrique	de Cuntis	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
Huerta	de Cuntis	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS
Lugo Pozo nº 3	De Lugo	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENIS CAS.ESQUISTOS.GNEISES ANFIBOLICOS
Lugo Pozo nº 2	De Lugo	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENIS CAS.ESQUISTOS.GNEISES ANFIBOLICOS
Loureda	De Loureda	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
Agua Caliente	De Arteixo	MACIZO DE A CORUÑA-FERROL. GRANODIORITAS Y GRANITOS BIOTITICOS PRECOCES

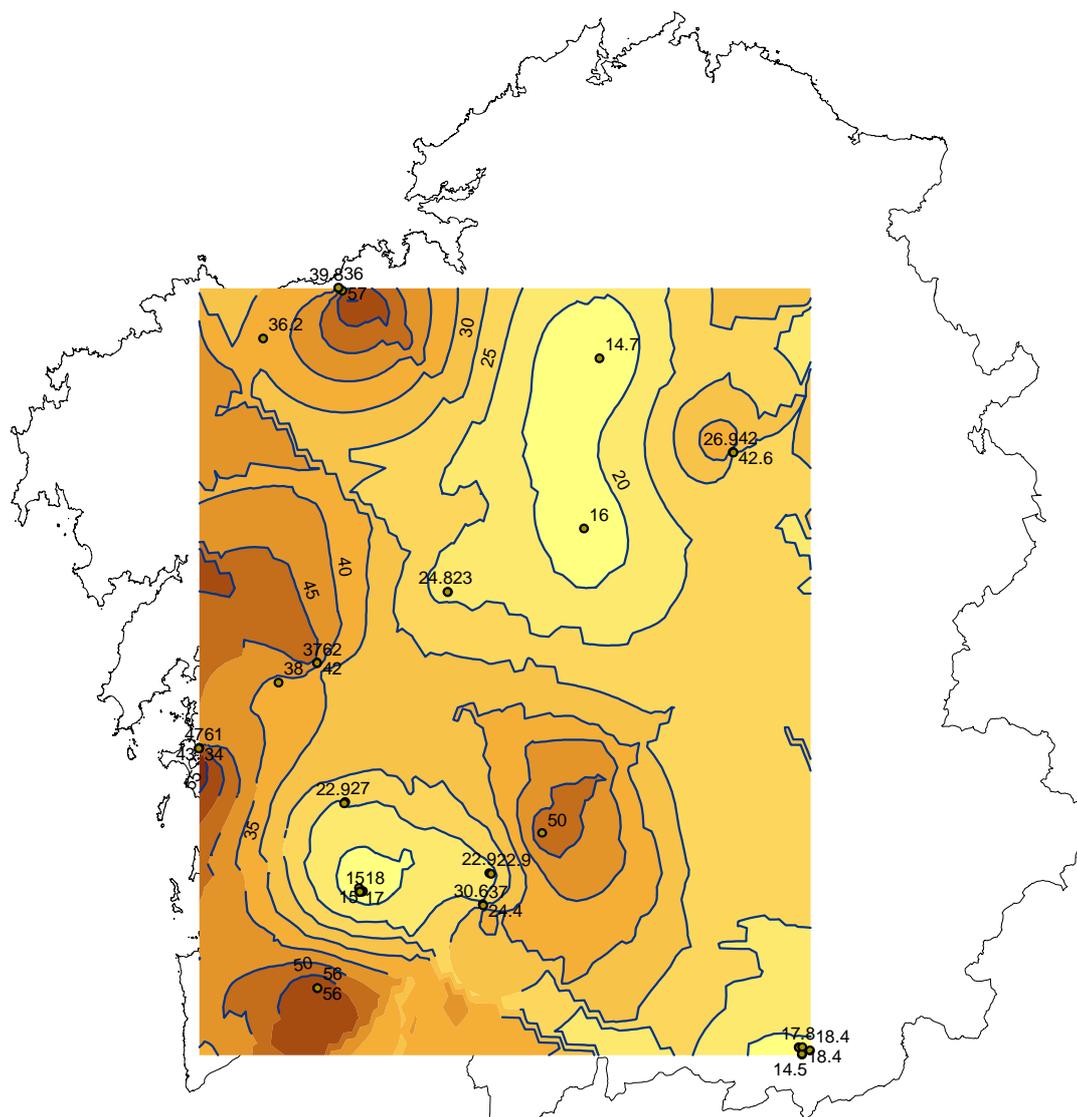


Figura 247. Mapa de temperaturas (°C) de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.

En la Figura 248 se muestra el mapa de predicción de temperaturas (°C) simplificado después de aplicar kriging. Se muestran los valores de temperatura (°C) en los alumbramientos de tipo pozo en los que se dispone de dato. Asimismo se muestran los resultados a través de un código de tonalidades de color en la que los tonos claros representan las temperaturas más bajas y los tonos oscuros las temperaturas más altas (ver leyenda).

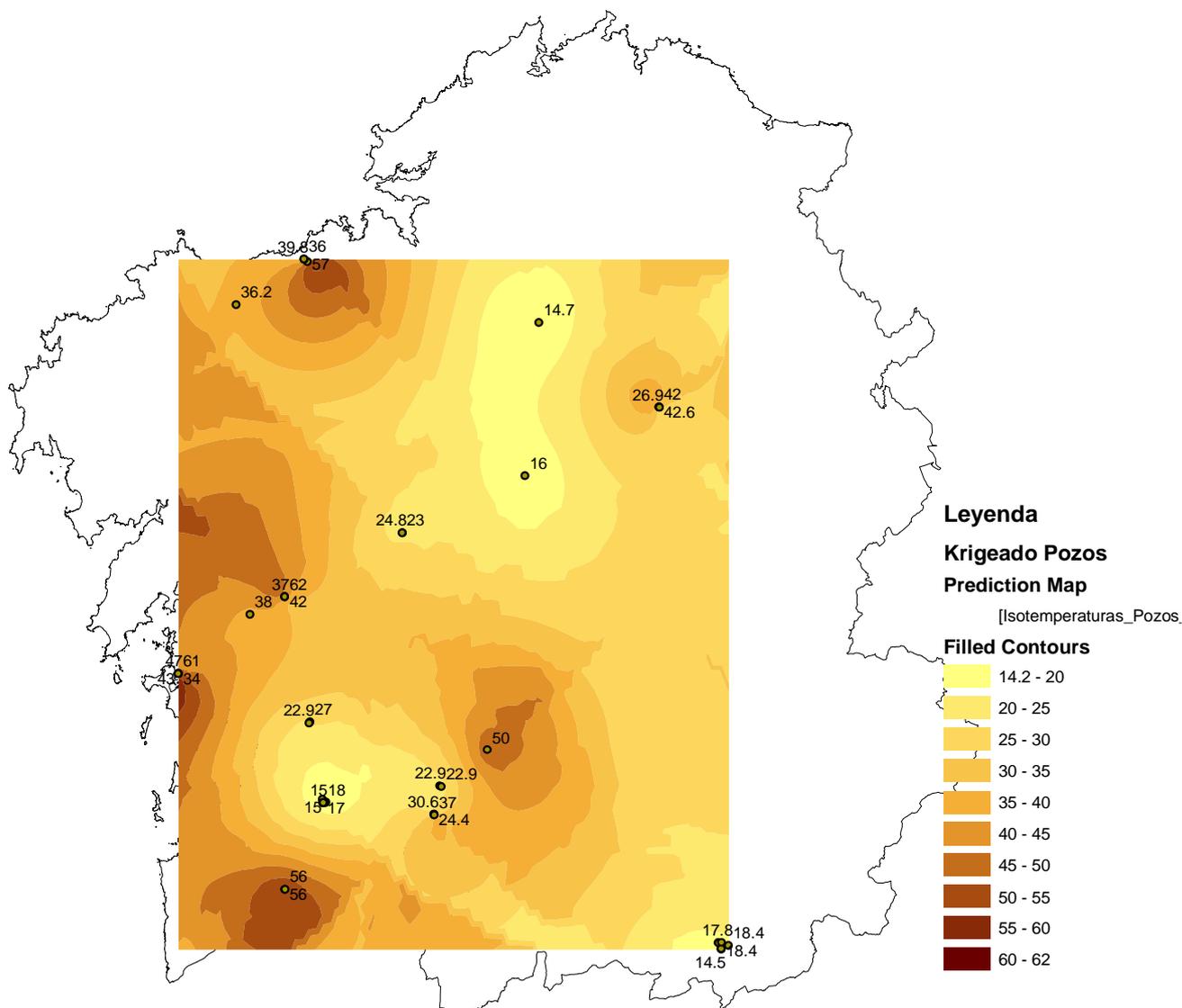


Figura 248. Mapa de temperaturas (°C) de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.

Se observa que las temperaturas (°C) más altas se localizan en varios puntos al sur, oeste y noreste de Galicia. No se observa una graduación de unas zonas hacia otras.

En la Figura 249 se muestra el mapa de temperatura (°C) con los valores de las isólineas predichos y los puntos en los que se dispone de dato.

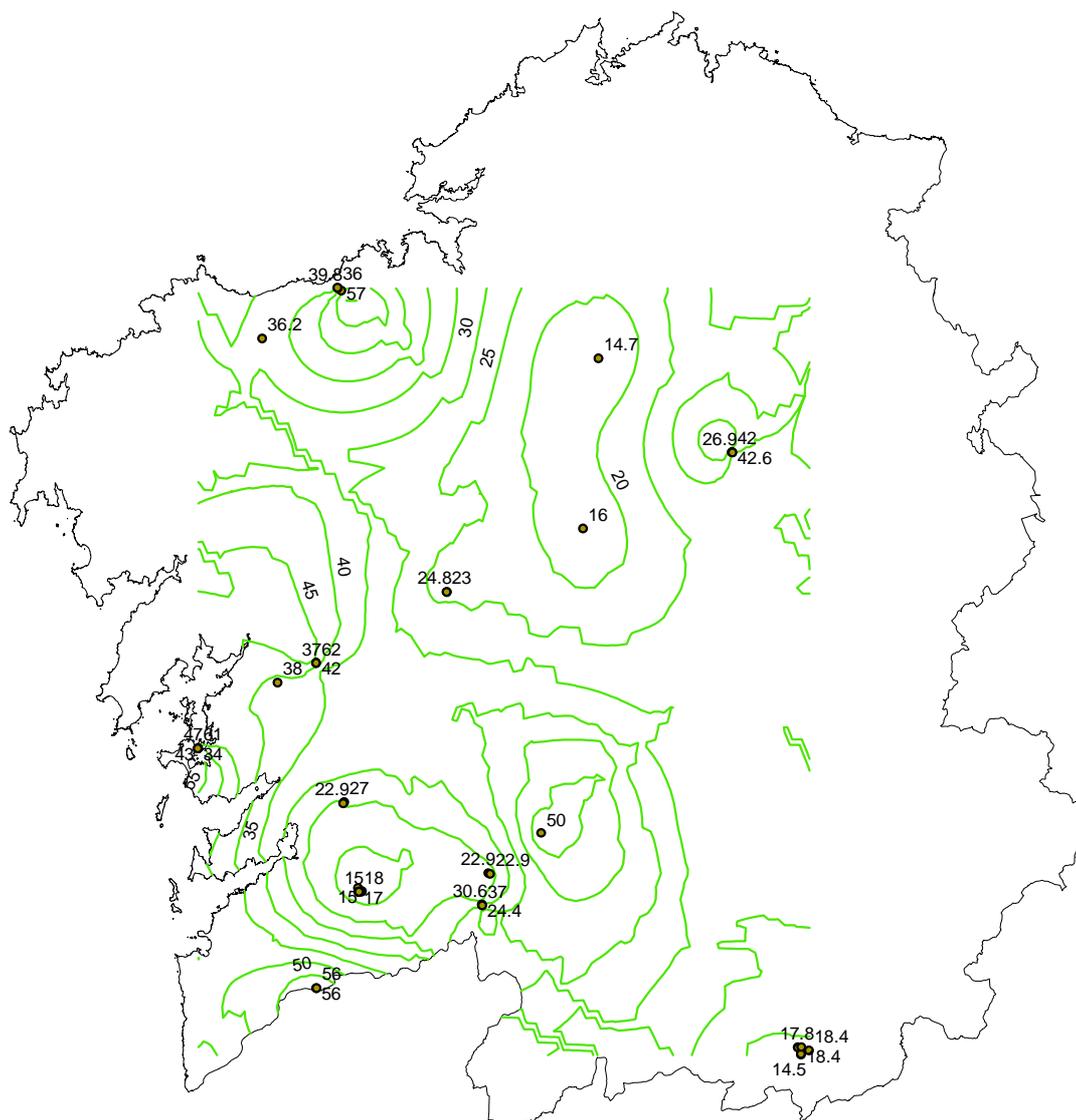


Figura 249. Mapa de predicción de temperaturas (°C) de las aguas de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia.

En la Figura 250 se muestra el mapa de contorno de predicción de temperaturas (°C) después de aplicar kriging. Se muestran los valores de temperatura (°C) en los alumbramientos de tipo pozo en los que se dispone de dato. Asimismo se muestran los resultados a través de un código de colores entre 14.2 °C (color verde) y más de 55.0 °C (color rojo).

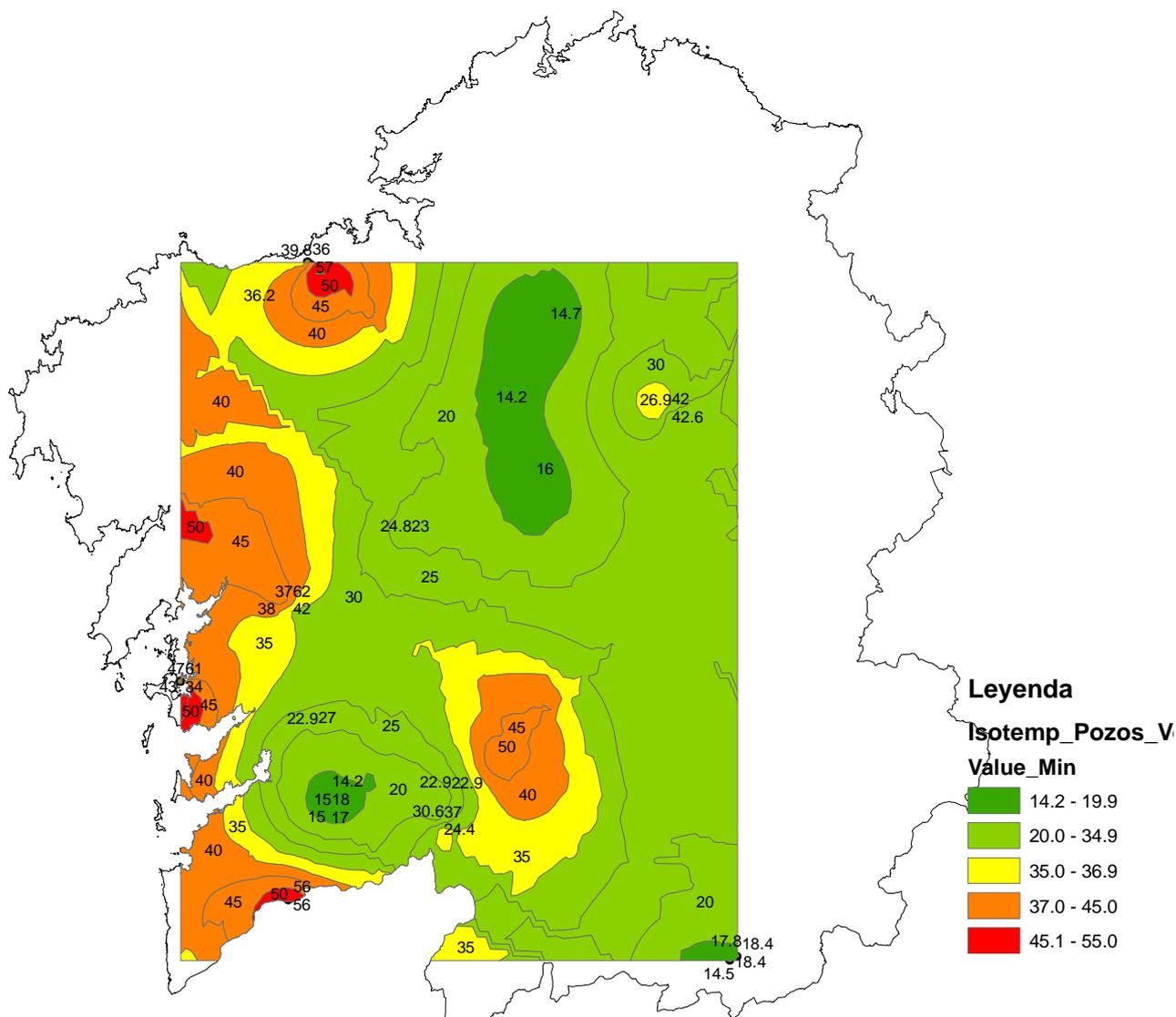


Figura 250. Mapa de predicción de temperaturas (°C) (contorno) de las aguas de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia.

6.4.4.4 Discusión

Las temperaturas mayores se encuentran localizados fundamentalmente en la mitad sur, oeste y noroeste de Galicia. Los alumbramientos con mayor temperatura se encuentran en los balnearios de Loureda (en la mitad norte) y de Cuntis, A Toxa, de Lais y de Caldelas de Tui (en la mitad sur). Presentan temperaturas entre 47.1 – 62.00 °C. En el epígrafe 6.5. RELACIÓN ENTRE LA TEMPERATURA Y LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS AGUAS DE LOS BALNEARIOS DE GALICIA. HIDROTHERMALISMO se analiza la relación entre el termalismo, los alumbramientos, la geología y las zonas de falla.

6.5. RELACIÓN ENTRE LA TEMPERATURA Y LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS AGUAS DE LOS BALNEARIOS DE GALICIA. HIDROTHERMALISMO

6.5.1 Introducción

En la temperatura de un agua influyen varios factores : (1) entorno geológico por el que circulan las aguas subterráneas, (2) contacto de las aguas con minerales radiactivos, (3) profundidad, (4) ciclo hidrológico, (5) tiempo de residencia de las aguas en profundidad, (6) velocidad de ascenso a la superficie, etc.

Galicia es un territorio rico en manifestaciones termales. Muchas de ellas son conocidas desde tiempos remotos y, en la actualidad, constituyen una fuente de riqueza al haberse desarrollado una importante red de instalaciones balnearias que combinan el aspecto lúdico con el terapéutico.

La determinación del origen del termalismo de las aguas naturales ha sido objeto de interés desde el desarrollo de la geoquímica isotópica en que se puso en evidencia el hecho de que aun en contextos de magmatismo activo (vulcanismo actual o reciente), el origen del agua de los sistemas geotérmicos está estrechamente ligado al ciclo hidrológico superficial a través de la precipitación (Craig, 1963; Hoefs, 1997).

De manera resumida, el modelo conceptual simplificado de estos sistemas considera que el agua de lluvia se infiltra en el terreno y se integra en un sistema de flujo subterráneo. Como resultado de su cercanía respecto de cuerpos ígneos someros, el agua se calienta y reacciona con las rocas que atraviesa. Cuando las aguas calientes encuentran caminos de flujo rápido hacia la superficie (a través de fracturas o zonas de fractura altamente transmisivas), estas pueden descargar a una temperatura apreciable (ver Figura 251).

Además de la contribución meteórica, la fuente ígnea no es despreciable en algunos sistemas geotermales (Giggenbach, 1992).

Por otra parte, existen muchas regiones como en Galicia en las que no existen evidencias de magmatismo activo aunque el hidrotermalismo puede ser notorio. Mientras, la explicación de la anómala presencia de agua caliente cerca de la superficie requiere analizar la distribución de calor en la corteza.

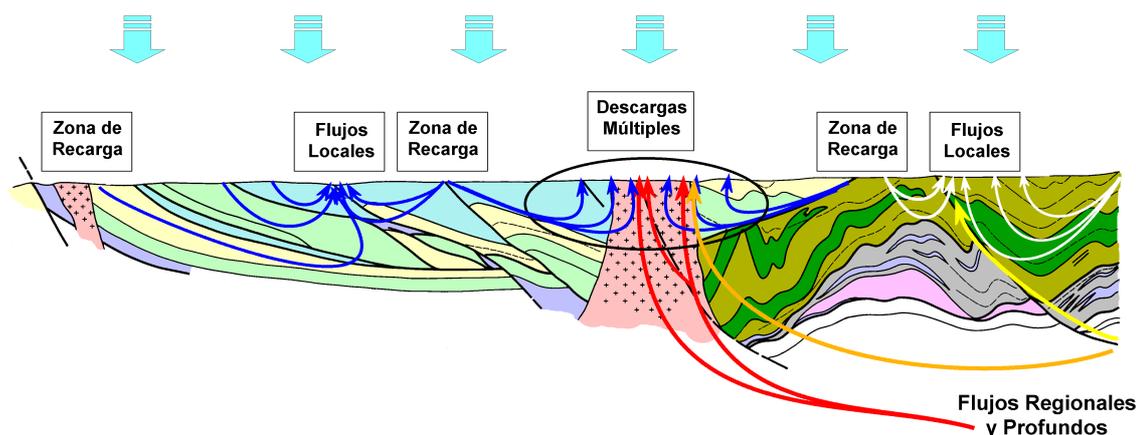


Figura 251. Corte geológico esquemático de las distintas escalas de flujo subterráneo a través de un macizo cristalino deformado y constituido por múltiples tipos de litologías (Meijide, et al. 2009).

Una buena parte del substrato gallego está conformado por rocas ígneas, motivo por el cual tiende a establecerse una errónea relación entre la temperatura de las aguas y la presencia de estas litologías. Esta relación es meramente coyuntural en la medida en que el magmatismo que representan estas rocas ígneas tuvo lugar hace centenares de millones de años, tiempo más que suficiente como para disipar la energía calórica asociada a su cristalización. Mientras, no debemos olvidar que muchas rocas ígneas incorporan, en mayor o menor proporción, elementos radioactivos que, durante su desintegración, liberan una cantidad de calor susceptible de incrementar el gradiente geotérmico.

Es un hecho conocido que, a medida que nos alejamos de la superficie, a partir de una cierta profundidad, las rocas dejan de experimentar las oscilaciones térmicas producto de la dinámica climática. A partir de esa profundidad, la variación de temperatura al profundar en la corteza experimenta una pauta que es descrita a través del gradiente geotérmico.

De ese modo, suele entenderse que el gradiente geotérmico normal sería igual a un aumento de 30 a 33 °C por cada kilómetro de profundidad. Con todo, esto es una simplificación de la realidad ya que el valor del gradiente térmico, lejos de ser constante, varía en distintos puntos de la corteza debido a: (1) causas físicas (desintegración radioactiva) y (2) causas tectónicas (adelgazamiento / engrosamiento cortical).

El gradiente geotérmico permite entender como las aguas del ciclo hidrológico, al infiltrarse a través de la corteza, aumentan de temperatura. Si por motivos estructurales se produce el retorno del agua a la superficie de forma rápida es posible que en los puntos de descarga se manifiesten temperaturas anómalamente altas.

De igual modo, en función del tiempo de residencia dentro de la corteza terrestre, las reacciones con los distintos tipos de roca que encuentre en su trayectoria o de

eventuales fenómenos de mezcla con agua de sistemas más someros, es posible que las aguas manifiesten una gran diversidad química y térmica. Eso justifica la variabilidad que muestran muchos emplazamientos termales con afloramientos múltiples.

El flujo de calor que representa la cantidad de energía calórica que atraviesa una determinada superficie en un cierto período de tiempo es proporcional al gradiente de temperatura entre dos puntos, y, según la Ley de Fourier, la constante de proporcionalidad entre ambos es la conductividad térmica, k . Por eso, para poder conocer el flujo de calor que atraviesa una formación rocosa debe conocerse su conductividad térmica que, a su vez, depende de la mineralogía y la porosidad.

Las medidas de flujo de calor realizadas en la tierra indican que en áreas continentales, su valor medio es de 57 mW/m^2 mientras que en las oceánicas alcanzan los 66 mW/m^2 (Sclater et al., 1980). En conjunto, el flujo de calor superficial en las áreas continentales puede ser separado en dos contribuciones: 40% de origen radiogénico (asociado a la desintegración de elementos radioactivos de vida larga, como el ^{232}Th , ^{238}U y ^{40}K , que se concentran preferentemente, en la corteza, y 60 % relacionado con el enfriamiento de los materiales sublitosféricos (Pollack y Chapman, 1977). Estos valores regionales pueden verse ampliamente modificados como resultado de procesos tectónico-térmicos de larga duración (es decir, orogenias) o bien de alcance más limitado como sería el caso de la actividad magmática y el flujo de agua subterránea (Chapman y Furlong, 1977; Vitorello y Pollack, 1980).

No existe un gran conocimiento relacionado con la distribución de los flujos de calor cortical en el noroeste de la Península Ibérica. El trabajo más reciente es el de Fernández et al. (1998) quien revisa y amplía los trabajos de Albert (1979) y Marzán et al. (1996). En su trabajo muestra datos relativos a la producción de calor radiogénico en el norte del Macizo Ibérico. Así, los granitoides contribuirían con 0.9 a 4.7 mW/m^3 mientras que las rocas metasedimentarias acercarían de 0.8 a 2.3 mW/m^3 , habiendo observado que el contenido en uranio de las mismas aumenta con el grado metamórfico.

En los complejos catazonales y ofiolíticos como el Complejo del Cabo Ortegal, Complejo de Órdenes, materiales de la Fosita Blastomilonítica, etc, la producción de calor radiogénico es netamente inferior (0.1 a 1.8 mW/m^3). Además, estos autores apuntan a una interesante relación entre la producción de calor radiogénico y el contenido de SiO_2 de las rocas de modo que los valores más altos se corresponden con los granitoides y los más bajos con rocas casi exentas de cuarzo. De media, la zona norte del Macizo Ibérico estaría representada por un flujo de calor de $65 \pm 10 \text{ mW/m}^2$, con valores ligeramente más altos en la zona sur de Galicia que en la norte. Este rango de valores está de acuerdo con los $62 \pm 20 \text{ mW/m}^2$ de Sclater et al. (1980) para una corteza hercínica típico y con los $60 \pm 18 \text{ mW/m}^2$ de Chapman y Furlong (1977) de una corteza cuyos últimos eventos tectónicos fueron tardihercínicos.

La temperatura que se puede medir en las aguas termales en sus puntos de afloramiento no suele coincidir con la correspondiente a la máxima profundidad a la que se calientan. Eso es debido a una serie de procesos que, en conjunto, provocan su enfriamiento. Los más importantes son: (1) la ebullición adiabática (es decir, la separación física de una fase vapor sin intercambio de calor con la roca), (2) la disipación de calor por conducción térmica hacia la roca (3) la mezcla con aguas frías superficiales y (4) la combinación de los tres procesos anteriores.

Los análisis químicos de las aguas termales proporcionan información útil a la hora de discriminar entre dichos procesos. De ese modo, las aguas que ascienden rápida y directamente (con un nulo o débil enfriado conductivo) a partir de acuíferos profundos suelen presentar una composición química que refleja el equilibrio agua/roca a la temperatura del acuífero.

En las aguas que ascienden de forma indirecta hasta la superficie es previsible el enfriamiento por conducción sobre todo si, antes de llegar al exterior, discurre horizontalmente una distancia suficiente. Como resultado, podemos encontrar alineaciones de manantiales cuya composición química puede ser muy parecida pero que, en cambio, muestren notables cambios de temperatura.

Cuando el agua ascendente caliente se enfría como resultado de su mezcla con aguas superficiales, varias fuentes próximas pueden ser distintas tanto química como térmicamente.

En la investigación geotérmica, suele ser objeto de especial atención la determinación de la temperatura de los acuíferos termales, a menudo referidas como reservas geotérmicas. D'Amore (1991) presenta un extenso documento relativo a la aplicación de técnicas geoquímicas a la estimación de las temperaturas de las reservas geotermales.

6.5.2 Análisis de los datos utilizados

Este caso constituye: (1) un planteamiento de análisis geoestadístico de datos correspondientes a una variable natural y (2) un planteamiento de análisis vectorial de la información. En el epígrafe 6.4. EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN LAS AGUAS DE LOS BALNEARIOS DE GALICIA. MAPAS DE ISOTEMPERATURAS se ha realizado el tratamiento geoestadístico de los datos de temperatura en el que se han considerado 3 casos independientes en la realización del análisis: (1) mapas de isotemperaturas de las aguas de los balnearios de Galicia, (2) mapas de isotemperaturas de las aguas de los manantiales de los balnearios de Galicia y (3) mapas de isotemperaturas de las aguas de los pozos y pozos surgentes de los balnearios de Galicia.

En el presente análisis geoestadístico se van a considerar los alumbramientos que tienen una temperatura en sus aguas mayor de 36.9°C (hipertermales). Asimismo se va a considerar: (1) la información correspondiente a la composición química, (2) la radiactividad de las aguas, (3) la geología del entorno y (4) la

profundidad de alumbramiento. Las consideraciones (3) y (4) se adoptarán en un análisis más exhaustivo de la información.

(1) La información correspondiente a la composición química de las aguas se ha recogido en el campo “composición” de la base de datos “Balnearios”.

(2) La radiactividad de las aguas se recogido en los campos “Radon_Bq_L”, “Alfa_Total_Bq_L” y “Beta_Total_Bq_L” de la base de datos “Balnearios”. Los datos de estos parámetros proceden en general de referencias históricas de los balnearios.

En la Figura 252 se muestran los alumbramientos que presentan una temperatura mayor de 36.9(°C) (indicados en color azul) y que representan las aguas hipertermales. En las Figuras 253 y 254 se muestra un detalle de los alumbramientos que presentan una temperatura mayor de 36.9(°C) (indicados en color azul) y la geología. Asimismo, en la Tabla 129 se muestran los alumbramientos que presentan una temperatura mayor de 36.9(°C) y en la Tabla 121 se muestra un resumen de los tipos de alumbramientos que presentan un agua hipertermal. Hay 37 alumbramientos que cumplen esta condición. Estos alumbramientos se localizan fundamentalmente en la mitad sur de Galicia. Son muy pocos datos para analizar toda la superficie de Galicia por lo que análisis geoestadístico constituye un aproximación. Lógicamente, cuanto mayor es el número de datos mayor es la precisión en las predicciones.

En las Tabla 130 a 135 se muestran los alumbramientos que presentan una temperatura mayor de 36.9°C y los datos referentes al tipo de alumbramiento, profundidad, balneario al que pertenecen los alumbramientos, geología de superficie, composición química y contenido en Radon (Bq/l). Asimismo, en las Figuras 255 a 260 se muestran las aguas que presentan una temperatura mayor de 36.9°C según el tipo de alumbramiento.

Tabla 129. Alumbramientos de los balnearios de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C.

ObjectID	X	Y	NOMBRE_CAPTACION	TEMPERATURA_C
2	528244	4716624	Pozo Bomba o Acuña	38
4	535867	4720486	Fuego de Dios ó Fuente de la Plaza	59
6	535873	4720527	Calle Real	53
12	535869	4720583	Huerta	42
17	535833	4720471	Era Nueva	37
22	535842	4720560	San Marcial y San Enrique	62
23	529375	4717100	Fuente de las Burgas	48
25	512637	4703626	Caliente lateral o pozo nº 2	53
26	512663	4703625	Capilla o pozo nº 3	43
27	512675	4703601	El Mar o pozo nº 4	47
29	512641	4703603	Huerta Caliente o pozo nº 6	61
46	535850	4656050	María Cruz nº 751	44
47	535873	4656114	Pozo San Antonio	56
48	535894	4656135	Pozo San Francisco	56
51	579900	4686800	Laias nº 38	50
52	574076	4635225	Río Clado nº 60 ó Río Caldo	77
53	609695	4677809	Fuente Caliente nº 64	42.3
54	609600	4677583	A Burga nº 69	46
59	617450	4762200	Manantial Central Romano	44
60	617368	4762252	Manantial Piscina	43.8
61	617278	4762014	Manantial Patio	43.8
62	617241	4762021	Manantial Lecho Río	43.8
63	617354	4762270	Lugo Pozo nº 2	42
64	617366	4762260	Lugo Pozo nº 3	42.6
67	540024	4794823	Agua Caliente	39.8
76	540760	4794308	Loureda	57
84	576647	4695762	Fuente de los Baños nº 7	37
89	593391	4687398	Baños de Outeiro nº 73	43
91	593492	4687560	Burga de Arriba nº 75-1	64.5
92	593462	4687548	Burga de Abaixo nº 75-2	65.2
98	592541	4689129	Caldas do Bispo o Fonte Chavasqueira nº 70	48.1
99	592537	4689043	Chavasqueira - Templeta	60
101	575701	4698132	Xardín do Carballiño nº 72	49.5
110	584386	4647429	San Xoan de Baños o Baño nº 67	46
111	568364	4672507	Fonte dos Ollos nº 6	44
116	568356	4672518	Pozo Novo nº 3	37
128	593493	4687651	Xardín das Burgas	49

La mayor parte de las aguas hipertermales proceden de alumbramientos de tipo manantial (43.2%) mientras que tan sólo hay un caso (2.7%) en el que el termalismo se relaciona con un alumbramiento de tipo pozo/galería. Esto es coherente con la premisa que indica que la temperatura del agua es mayor cuanto menor es el tiempo que el agua invierte en ascender a la superficie lo cual se produce a través de zonas geológicamente favorables (fracturas, diaclasas, etc) manifestándose en manantiales. Asimismo una fuente puede ser considerada como un manantial acondicionado por lo que el número de manifestaciones de este tipo es mayor. Asimismo los pozos y pozos surgente pueden contabilizarse en una sola categoría (tipo pozo) tal y como se ha considerado en la elaboración del epígrafe 6.4.4. Mapas de isotemperaturas de las aguas de pozos y pozos surgentes de los balnearios de Galicia en el que se ha realizado el análisis geoestadístico de los datos de temperatura de las aguas de los alumbramientos de tipo manantial por una parte y de tipo pozo y pozo surgente por otra.

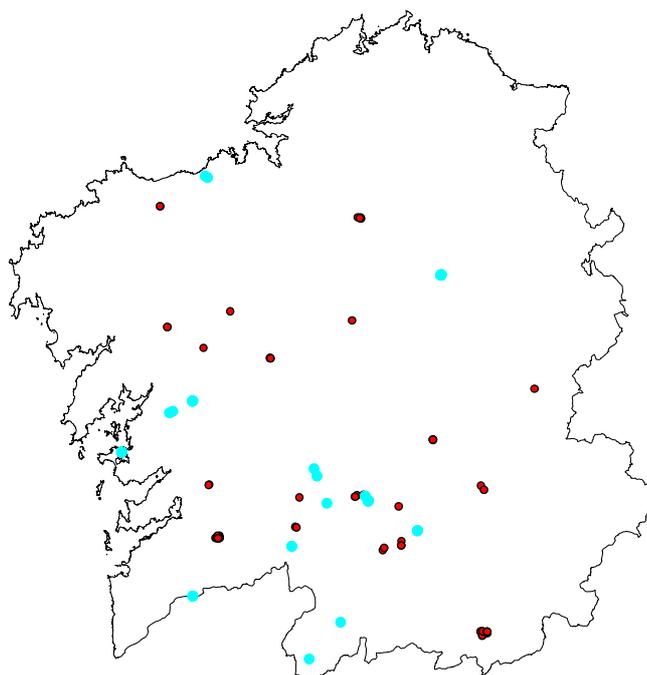


Figura 252. Situación de los alumbramientos de los balnearios de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C (en color azul).

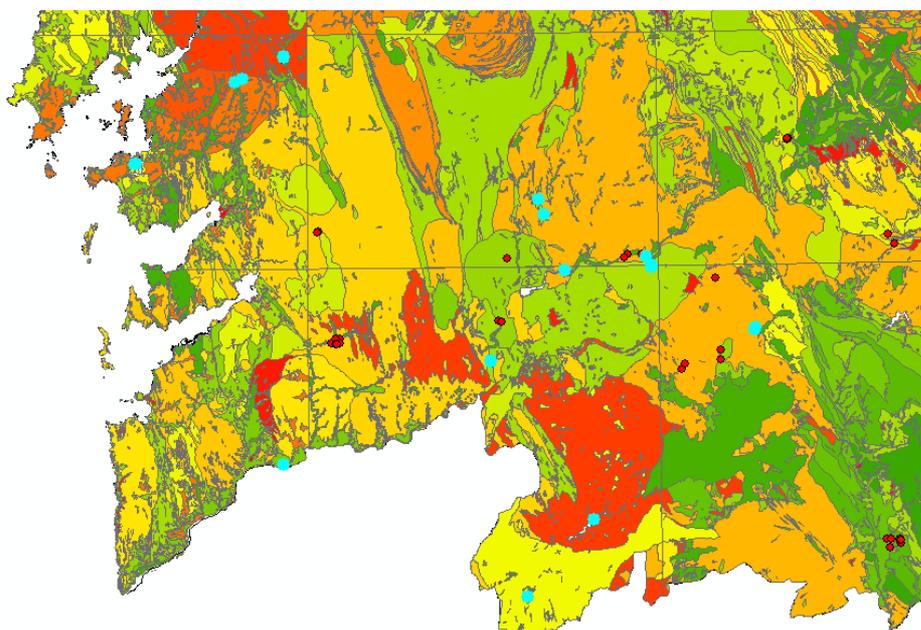


Figura 253. Detalle de la situación de los alumbramientos de los balnearios situados en la mitad sur de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C (en color azul) y la geología.

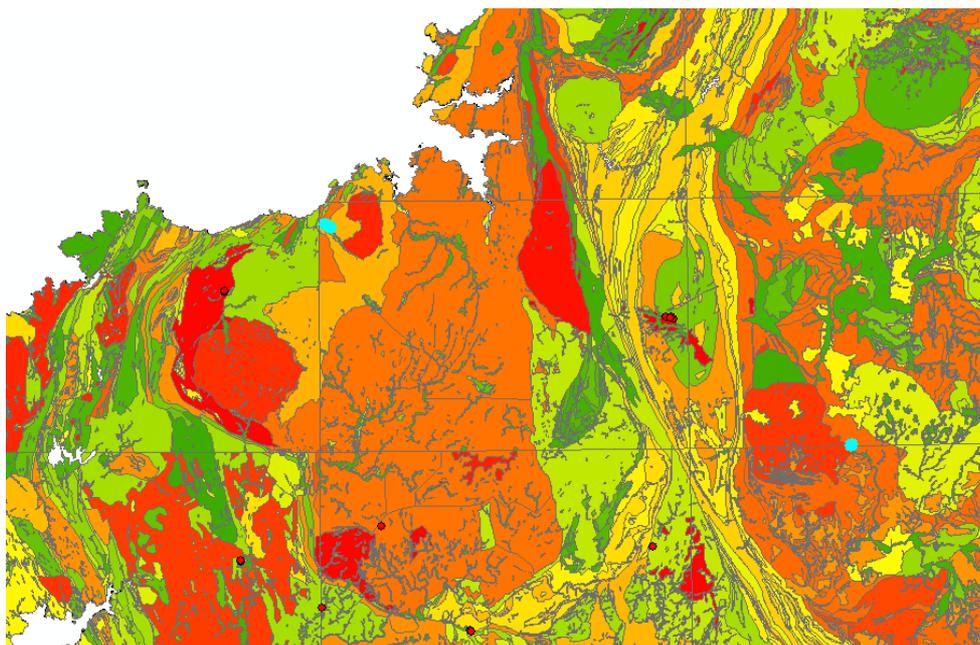


Figura 254. Detalle de la situación de los alumbramientos de los balnearios situados en la mitad norte de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C (en color azul) y la geología.

Tabla 130. Alumbramientos tipo dren que presentan una temperatura mayor que 36.9°C, balneario, profundidad, geología de superficie, composición química y contenido en Radon (Bq/l).

NOMBRE _CAPTAC IÓN	BALNEA RIO_1	PROF UNDID AD_M	NOM_LITO	COMP OSICI ON	RADO N_Bq_ L
Río Clado nº 60 ó Río Caldo	De Lobios	18.75	MACIZO DE LOBIOS	Sulfura da	36
Manantial Central Romano	De Lugo		SERIE DE VILLALBA.PI ZARRAS.AR ENISCAS.E SQUISTOS. GNEISES ANFIBOLIC OS	Sulfura da	154

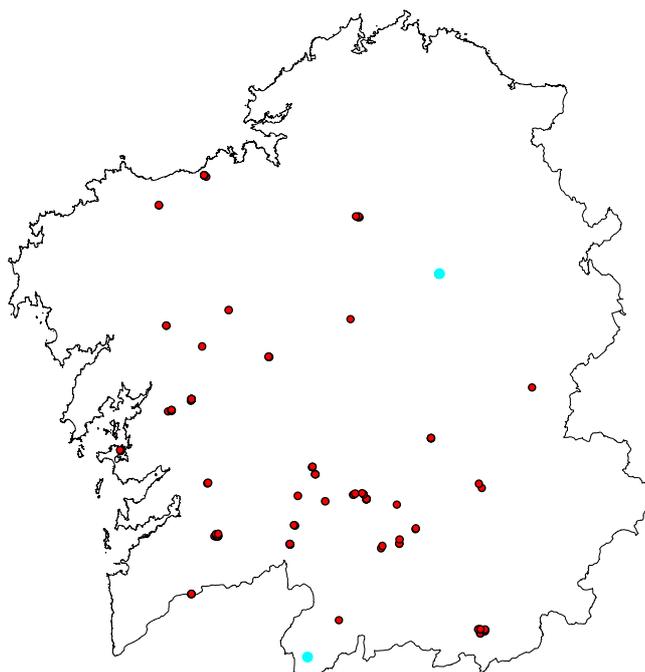


Figura 255. Alumbramientos de tipo dren que presentan una temperatura mayor de 36.9°C.

Tabla 131. Alumbramientos tipo fuente que presentan una temperatura mayor que 36.9°C, balneario, profundidad, geología de superficie, composición química y contenido en Radon (Bq/l).

NOMBRE _CAPTAC ION	BALNEA RIO_1	PROF UNDID AD_M	NOM_LITO	COMP OSICI ON	RADO N_Bq_ L
Fonte dos Ollos nº 6	De Cortegada		ESQUISTOS		
Burga de Abaixo nº 75-2	De Ourense - Cidade		ESQUISTOS , ESQUISTOS GRAFITOSO S FILITAS MACIZO DE OURENSE		
Burga de Arriba nº 75-1	De Ourense - Cidade		MACIZO DE OURENSE		

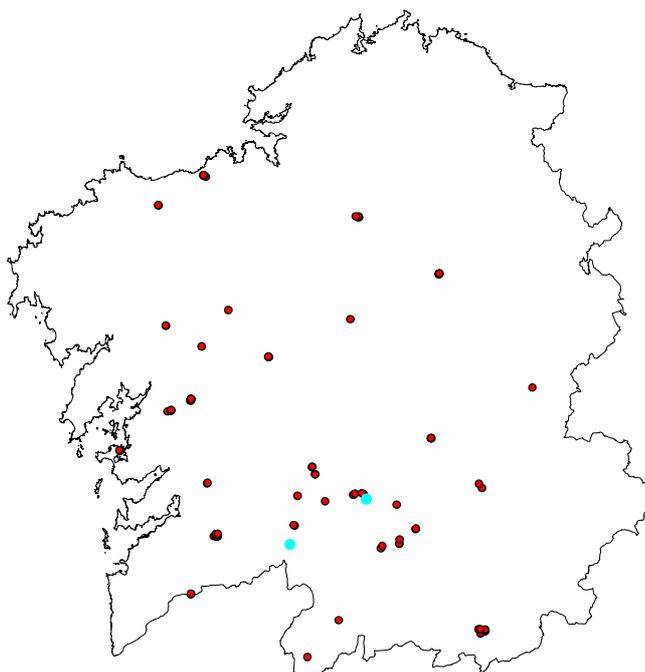


Figura 256. Alumbramientos de tipo fuente que presentan una temperatura mayor de 36.9°C.

Tabla 132. Alumbramientos tipo manantial que presentan una temperatura mayor que 36.9°C, balneario, profundidad, geología de superficie, composición química y contenido en Radon (Bq/l).

NOMBRE _CAPTAC ION	BALNEA RIO_1	PROF UNDID AD_M	NOM_LITO	COMP OSICI ON	RADO N_Bq_ L
San Xoa de Baños o Baño nº 67	De Bande		GRANITOID E INHOMOGE NEO. GRANITO MIGMATITIC O DE DOS MICAS TERRAZAS	Sulfura da	43
A Burga nº 69	De Molgas	3.5	MACIZO DE A GOLADA ALINEACIO N ORENSE CARBALLIÑ O RODEIRO. MEDA MANZANED A.MOD LEUC		
Fuente Caliente nº 64	De Molgas	3.5	MACIZO DE A GOLADA ALINEACIO N ORENSE CARBALLIÑ O RODEIRO. MEDA MANZANED A.MOD LEUC		401

NOMBRE _CAPTACION	BALNEA RIO_1	PROF UNDID AD_M	NOM_LITO	COMP OSICI ON	RADO N_Bq_ L
Baños de Outeiro nº 73	De Outeiro		MACIZO DE OURENSE		
Xardín das Burgas	Das Burgas				
Chavasqueira - Templeta	Da Chavasqueira		DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS		
Caldas do Bispo o Fonte Chavasqueira nº 70	Da Chavasqueira		DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	Sulfurada	
Fuente de los Baños nº 7	Caldas de Partovia	1.5	ESQUISTOS , ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS		
Xardín do Carballiño nº 72	Do Carballiño		MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA. MOD LEUC		

NOMBRE _CAPTAC ION	BALNEA RIO_1	PROF UNDID AD_M	NOM_LITO	COMP OSICI ON	RADO N_Bq_ L
Fuente de las Burgas	Dávila	2	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	Sulfurada	21
Fuego de Dios ó Fuente de la Plaza	de Cuntis	3	GRANITOID E INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS		
Calle Real	de Cuntis	4	GRANITOID E INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	Sulfurada	17
Manantial Patio	De Lugo		DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS		
Manantial Lecho Río	De Lugo		SERIE DE VILLALBA.PI ZARRAS.AR ENISCAS.E SQUISTOS. GNEISES ANFIBOLICOS		
Manantial Piscina	De Lugo		SERIE DE VILLALBA.PI ZARRAS.AR ENISCAS.E SQUISTOS. GNEISES ANFIBOLICOS	Sulfurada	

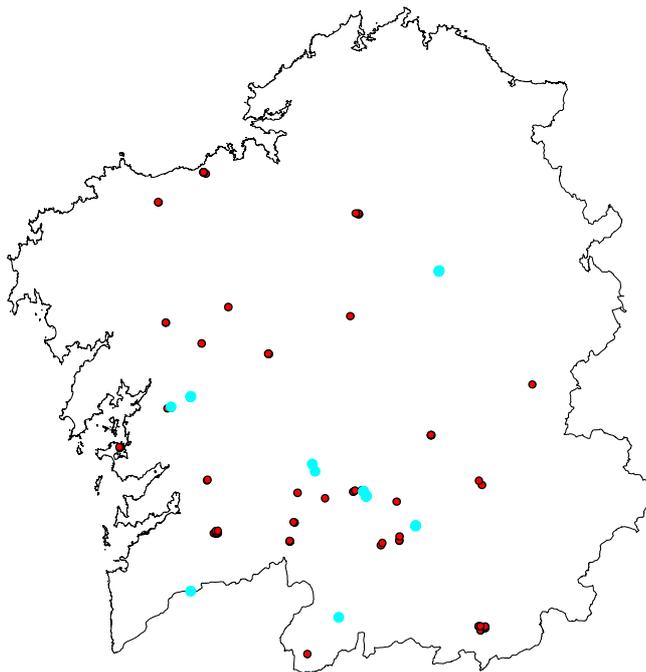


Figura 257. Alumbramientos de tipo manantial que presentan una temperatura mayor de 36.9°C.

Tabla 133. Alumbramientos tipo pozo que presentan una temperatura mayor que 36.9°C, balneario, profundidad, geología de superficie, composición química y contenido en Radon (Bq/l).

NOMBRE _CAPTAC ION	BALNEA RIO_1	PROF UNDID AD_M	NOM_LITO	COMP OSICI ON	RADO N_Bq_ L
Pozo Novo nº 3	De Cortegada	54	ESQUISTOS , ESQUISTOS GRAFITOSO S, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS		
El Mar o pozo nº 4	A Toxa	3	GRANITO Y GRANODIO RITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	Clorura da sódica	
Huerta Caliente o pozo nº 6	A Toxa	2.5	GRANITO Y GRANODIO RITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	Clorura da sódica	
Capilla o pozo nº 3	A Toxa	5.2	GRANITO Y GRANODIO RITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	Clorura da sódica	219
Pozo Bomba o Acuña	Acuña	5.5	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	Sulfura da	93
Era Nueva	de Cuntis	25	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	Sulfura da	
Lugo Pozo nº 3	De Lugo	19	SERIE DE VILLALBA.PI ZARRAS.AR ENISCAS.E SQUISTOS. GNEISES ANFIBOLIC OS	Sulfura da	
Lugo Pozo nº 2	De Lugo	25.5	SERIE DE VILLALBA.PI ZARRAS.AR ENISCAS.E SQUISTOS. GNEISES ANFIBOLIC OS	Sulfura da	
Loureda	De Loureda	136	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	Clorura da sódica	

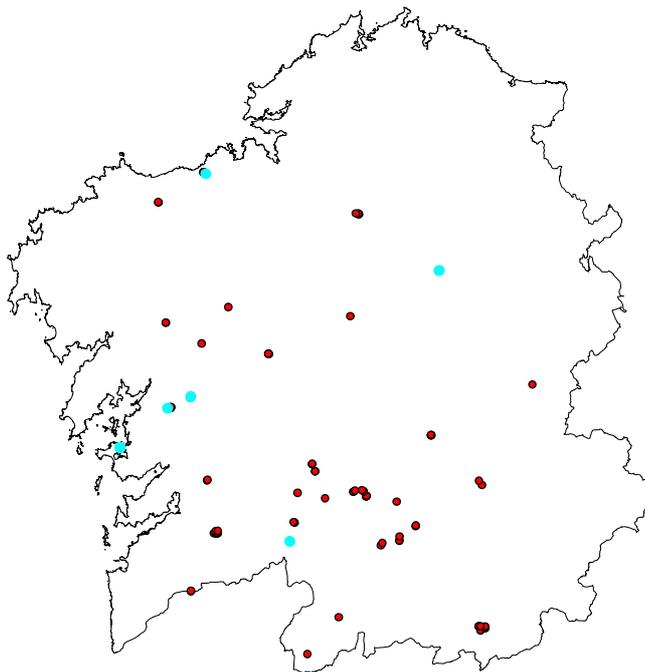


Figura 258. Alumbramientos de tipo pozo que presentan una temperatura mayor de 36.9°C.

Tabla 134. Alumbramientos tipo pozo surgente que presentan una temperatura mayor que 36.9°C, balneario, profundidad, geología de superficie, composición química y contenido en Radon (Bq/l).

NOMBRE _CAPTAC IÓN	BALNEA RIO_1	PROF UNDID AD_M	NOM_LITO	COMP OSICI ON	RADO N_Bq_ L
Pozo San Antonio	Caldelas de Tui	67	TERRAZAS	Sulfurada	43
Pozo San Francisco	Caldelas de Tui	108	TERRAZAS	Sulfurada	
Laias nº 38	De Laias	3.6	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA. MOD LEUC	Sulfurada	98
San Marcial y San Enrique	de Cuntis	74	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS		
Huerta	de Cuntis	27	GRANITOID E INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	Sulfurada	17
Agua Caliente	De Arteixo	5	MACIZO DE A CORUÑA-FERRROL. GRANODIORITAS Y GRANITOS BIOTITICOS PRECOCES	Clorurada sódica	87

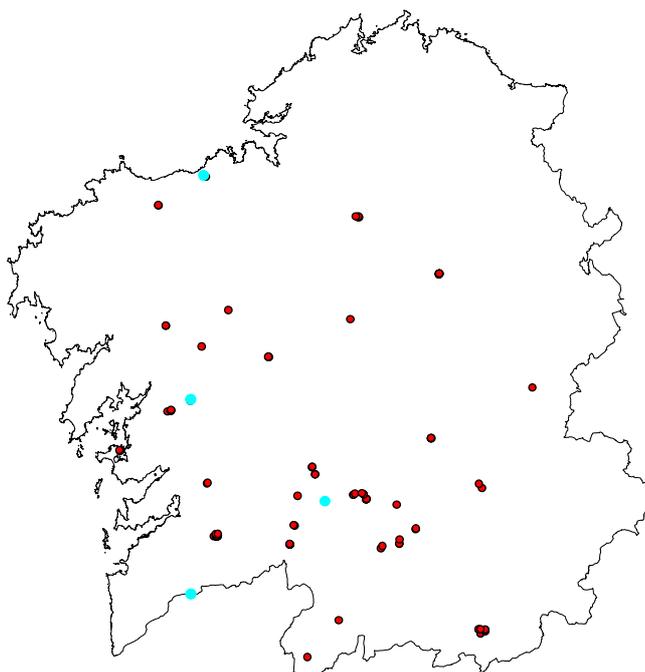


Figura 259. Alumbramientos de tipo pozo surgente que presentan una temperatura mayor de 36.9°C.

Tabla 135. Alumbramientos tipo pozo / galería que presentan una temperatura mayor que 36.9°C, balneario, profundidad, geología de superficie, composición química y contenido en Radon (Bq/l).

NOMBRE _CAPTAC IÓN	BALNEA RIO_1	PROF UNDID AD_M	NOM_LITO	COMP OSICI ON	RADO N_Bq_ L
Caliente lateral o pozo nº 2	A Toxa	3	GRANITO Y GRANODIO RITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	Clorura da sódica	

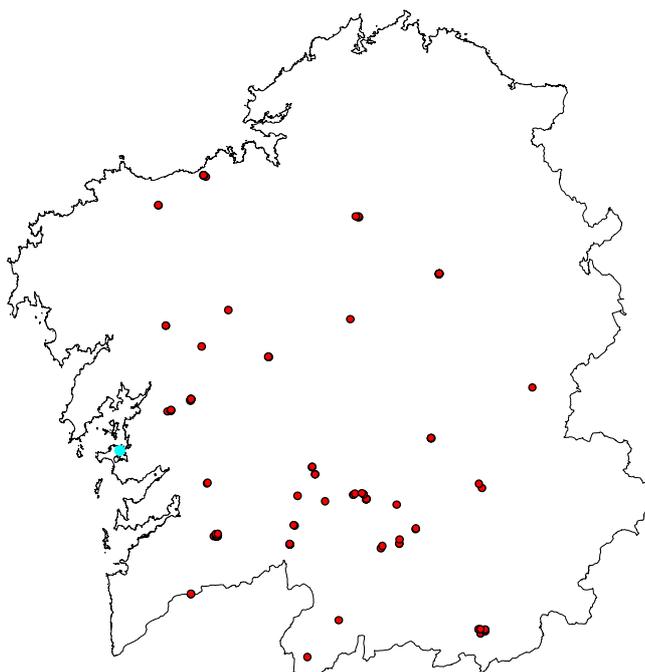


Figura 260. Alumbramientos de tipo galería que presentan una temperatura mayor de 36.9°C.

En las Tablas 136 y 138 se muestran los alumbramientos con temperatura mayor de 36.9 °C y la composición química de las aguas. Además se muestra el nombre del balneario, tipo de alumbramiento, profundidad, geología de superficie y contenido en radón.

En la Figura 261 los alumbramientos con temperatura mayor de 36.9 °C y con composición química de las aguas clorurado sódicas. En la Figura 262 los alumbramientos con temperatura mayor de 36.9 °C y con composición química de las aguas sulfurada.

Se observa que **no hay alumbramientos con temperatura mayor de 36.9°C y composición bicarbonato sódico ni bicarbonato sódico carbogaseosa.**

Tan sólo hay 6 alumbramientos con temperatura mayor de 36.9°C y composición clorurado sódica y 15 alumbramientos con temperatura mayor de 36.9°C y composición sulfurada. Asimismo hay 16 alumbramientos con temperatura mayor de 36.9°C y sin información.

1. Alumbramientos con aguas con composición clorurado sódica

Se observa que los 6 alumbramientos con composición química clorurado sódica y temperatura mayor de 36.9 °C pertenecen a los balnearios de A Toxa, Loureda y Arteixo. En el epígrafe 6.3.4. Mapas de isoconcentración de ion cloruro (mg/l) de las aguas de los balnearios de Galicia se concluyó que las mayores concentraciones de ion cloruro (mg/l) se encuentran en las zonas cercanas a la línea de costa. Asimismo, fenómenos como (1) intrusión marina, (2) splash

(formación de microgotas de agua de mar que se forman tras el golpeo del oleaje en la línea de costa) que puede ser desplazado por el viento cientos de metros hacia el interior, (3) mayor concentración de iones en las aguas de precipitación en las zonas cercanas a la costa, (4) mezcla de aguas profundas, etc provocan que las concentraciones de ion cloruro (mg/l) sea mayor en estas zonas observándose una graduación desde el centro de Galicia hacia la costa.

(1) Los alumbramientos del balneario de **A Toxa** se caracterizan porque son de tipo pozo o pozo/galería de poca profundidad (entre 2.5 – 5.2 m de profundidad). Están ubicados sobre granito y granodiorita biótico de Caldas de Reis. Las aguas tienen un contenido en radón de 219 Bq/l. Este balneario se encuentra a escasos metros de la línea de costa.

(2) El alumbramiento del balneario **de Loreda** se caracteriza porque es de tipo pozo de 136 m de profundidad. Está ubicado sobre depósitos aluviales (arenas, arcillas y cantos) de escaso desarrollo en profundidad y al lado del contacto con un macizo hercínico. La profundidad del alumbramiento alcanza el macizo de A Coruña – Ferrol constituido por granodioritas y granitos bióticos precoces (ver Figura 263). Este balneario se encuentra a 3.4 Km de la línea de costa.

(3) El alumbramiento del balneario **de Arteixo** se caracteriza porque es de tipo pozo surgente de 5 m de profundidad. Está ubicado el macizo de A Coruña – Ferrol constituido por granodioritas y granitos bióticos precoces (ver Figura 263). Además los alumbramientos se encuentran alineados con una línea de falla N – S. Las aguas tienen un contenido en radón de 87 Bq/l. Este balneario se ubicado a 2.5 Km de a línea de costa.

Los 3 balnearios tienen en común: (1) que se encuentran cerca de la línea de costa, (2) sus alumbramientos se abastecen de aguas profundas que proceden de granitos y granodioritas bióticos, (3) presentan en su composición una mezcla de aguas que en el caso de las aguas del balneario de A Toxa es muy importante.

2. Alumbramientos con aguas con composición sulfurada

Se observa que los 15 alumbramientos con composición química sulfurada y temperatura mayor de 36.9 °C pertenecen a los balnearios de Lobios, Caldelas de Tui, Laias, Chavasqueira, Acuña, Dávila, Cuntis y Lugo. En el epígrafe 6.3.2 Mapas de isoconcentración de ion sulfuro (mg/l) de las aguas de los balnearios de Galicia, se concluyó que las mayores concentraciones de ion sulfuro (mg/l) se localizan en el noreste y centro de Galicia. En general se observa que la ubicación de estos alumbramientos se encuentra sobre materiales metamórficos tipo esquistos, pizarras y gneisses. Las aguas de los alumbramientos de Caldelas de Tui y Cuntis se encuentran ubicadas sobre terrazas y depósitos sedimentarios. Sin embargo, los alumbramientos alcanzan formaciones graníticas, granodioríticas precoces los primeros y la formación granitoide inhomogéneo, granito migmatítico de 2 micas los segundos. En todos los casos se trata de aguas profundas.

(1) El alumbramiento del balneario **de Lobios** se caracteriza porque es de tipo dren de 18.75 m de profundidad. Está ubicado sobre el macizo hercínico de Lobios. Las aguas tienen un contenido en radón de 36 Bq/l.

(2) Los alumbramientos del balneario **de Caldelas de Tui** se caracterizan porque son de tipo manantial y pozos surgentes de 67 m y 108 m de profundidad. Están ubicados sobre terrazas. La profundidad de los alumbramientos alcanzan macizo posthercínico de Porriño constituido por granitos y granodioritas biotítico, anfibolítico (ver Figura 264).

(3) El alumbramiento del balneario **de Laias** se caracteriza porque es de tipo pozo surgente de 3.6 m de profundidad. Está ubicado en el macizo de A Golada Alineación Ourense – Carballiño Rodeiro. Meda Manzaneda. Las aguas tienen un contenido en radón de 98 Bq/l.

(4) El alumbramiento del balneario **de Chavasqueira** se caracteriza porque es de tipo manantial. Está ubicado sobre depósitos aluviales: arenas, arcillas y cantos de escaso desarrollo en profundidad. Por debajo aparecen esquistos, esquistos grafitosos, filitas, ampelitas y liditas en contacto lateral con el macizo de A Golada Alineación Ourense – Carballiño Rodeiro. Meda Manzaneda (ver Figura 265).

(5) El alumbramiento del balneario **de Acuña** se caracteriza porque es de tipo pozo de 5.5 m de profundidad. Está ubicado sobre depósitos aluviales: arenas, arcillas y cantos de escaso desarrollo en profundidad. Por debajo aparece granito y granito anfibólico de Caldas de Reis en contacto lateral con granito biótico anfibólico de Caldas de Reis (ver Figura 266). Las aguas tienen un contenido en radón de 93 Bq/l.

(6) El alumbramiento del balneario **Dávila** se caracteriza porque es de tipo manantial de 2.0 m de profundidad. Está ubicado sobre depósitos aluviales: arenas, arcillas y cantos de escaso desarrollo en profundidad. Por debajo aparece granito y granito anfibólico de Caldas de Reis en contacto lateral con granito biótico anfibólico de Caldas de Reis (ver Figura 266). Además los alumbramientos se encuentran alineados con una línea de falla N – S. Las aguas tienen un contenido en radón de 21 Bq/l.

(7) Los alumbramientos del balneario **de Cuntis** se caracterizan porque son de tipo manantial de 4.0 m de profundidad y pozo de 25 m de profundidad. El pozo está ubicado sobre depósitos aluviales: arenas, arcillas y cantos de escaso desarrollo en profundidad y el manantial sobre granitoide inhomogéneo. Granito migmatítico de 2 micas. La profundidad del pozo alcanza el granitoide inhomogéneo o granito migmatítico (ver Figura 267). Además los alumbramientos se encuentran alineados con una línea de falla N – S. Las aguas tienen un contenido en radón de 17 Bq/l.

(8) Los alumbramientos del balneario **de Lugo** se caracterizan porque son de tipo dren, manantial y pozos de 19.0 m y 25.5 m de profundidad. Los alumbramientos están ubicados sobre la serie de Villalba: pizarras, areniscas, esquistos y

gneisses en contacto lateral con el macizo de ombreiro de tipo alcalino. Las aguas tienen un contenido en radón de 15 Bq/l.

Los alumbramientos de composición sulfurada que se encuentran sobre materiales sedimentarios tienen en común: (1) que los depósitos sedimentarios tienen escaso desarrollo en profundidad, (2) que se trata de alumbramientos que drenan aguas de materiales graníticos o metamórficos y (3) que suelen encontrarse en líneas de falla de lineación N – S.

Teniendo en cuenta que los alumbramientos de composición clorurado sódico son debidos entre otros motivos a la mezcla de aguas procedentes de zonas profundas que han atravesado al menos formaciones graníticas precoces y granodioríticas similares a las formaciones geológicas por las que atraviesan las aguas sulfuradas de los balnearios de Lobios, Caldelas de Tui, Laias, Acuña, Dávila y Cuntis, es lógico pensar que la composición química de las aguas profundas de los balnearios de A Toxa, Loureda y Arteixo también sean de tipo sulfuradas.

Tabla 136. Alumbramientos que presentan una temperatura mayor que 36.9°C, balneario, tipo, profundidad, geología de superficie, composición química (clorurado sódica) y contenido en Radon (Bq/l).

NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO_1	TIPO	PROFUNDIDAD_M	NOM_LIT	COMPOSICION	RADON_Bq_L
El Mar o pozo nº 4	A Toxa	Pozo	3	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	Clorurada sódica	
Huerta Caliente o pozo nº 6	A Toxa	Pozo	2.5	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	Clorurada sódica	
Capilla o pozo nº 3	A Toxa	Pozo	5.2	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	Clorurada sódica	219
Caliente lateral o pozo nº 2	A Toxa	Pozo/Galería	3	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	Clorurada sódica	
Loureda	De Loureda	Pozo	136	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	Clorurada sódica	
Agua Caliente	De Arteixo	Pozo surgente	5	MACIZO DE A CORUÑA-FERROL. GRANODIORITAS Y GRANITOS BIOTITICOS PRECOSES	Clorurada sódica	87

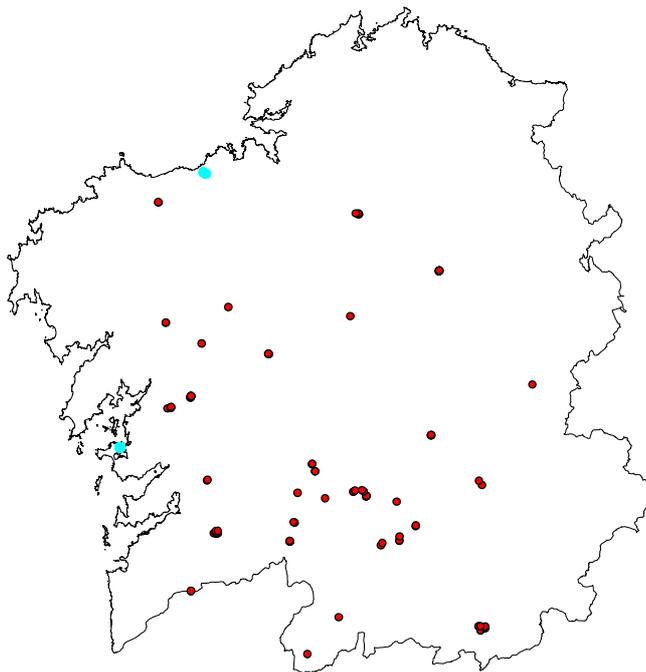


Figura 261. Alumbramientos que presentan una temperatura mayor que 36.9°C y una composición química clorurado sódica.

Tabla 137. Alumbramientos que presentan una temperatura mayor que 36.9°C, balneario, tipo, profundidad, geología de superficie, composición química (sulfurada) y contenido en Radon (Bq/l).

NOMBRE_C APTACION	BALNEARIO_1	TIPO	PROFUNDIDAD_M	NOM_LIT O	COMPOSICION	RADON_Bq_L
Río Clado nº 60 ó Río Caldo María Cruz nº 751	De Lobios	Dren	18.75	MACIZO DE LOBIOS	Sulfurada	36
	Caldelas de Tui	Manantial		TERRAZAS	Sulfurada	43
Pozo San Antonio	Caldelas de Tui	Pozo surgente	67	TERRAZAS	Sulfurada	43
Pozo San Francisco	Caldelas de Tui	Pozo surgente	108	TERRAZAS	Sulfurada	
Laias nº 38	De Laias	Pozo surgente	3.6	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA. MOD LEUC	Sulfurada	98

NOMBRE_CATEGORIA	BALNEARIO_1	TIPO	PROFUNDIDAD_M	NOM_LIT	COMPOSICION	RADON_Bq_L
Caldas do Bispo o Fonte Chavas queira nº 70	Da Chavas queira	Manantial		DEPOSITO S ALUVIALE S.	Sulfurada	
Pozo Bomba o Acuña	Acuña	Pozo	5.5	ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS DEPOSITO S ALUVIALE S.	Sulfurada	93
Fuente de las Burgas	Dávila	Manantial	2	ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS DEPOSITO S ALUVIALE S.	Sulfurada	21
Era Nueva	de Cuntis	Pozo	25	ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS DEPOSITO S ALUVIALE S.	Sulfurada	
Calle Real	de Cuntis	Manantial	4	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	Sulfurada	17

NOMBRE_C APTACION	BALNEARIO_1	TIPO	PROFUNDIDAD_M	NOM_LIT O	COMPOSICION	RADON_Bq_L
Huerta	de Cuntis	Pozo surgente	27	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	Sulfurada	17
Manantial Central Romano	De Lugo	Dren		SERIE DE VILLALBA. PIZARRAS. ARENISCAS. ESQUISTOS. GNEISES ANFIBOLICOS	Sulfurada	154
Manantial Piscina	De Lugo	Manantial		SERIE DE VILLALBA. PIZARRAS. ARENISCAS. ESQUISTOS. GNEISES ANFIBOLICOS	Sulfurada	
Lugo Pozo nº 3	De Lugo	Pozo	19	SERIE DE VILLALBA. PIZARRAS. ARENISCAS. ESQUISTOS. GNEISES ANFIBOLICOS	Sulfurada	
Lugo Pozo nº 2	De Lugo	Pozo	25.5	SERIE DE VILLALBA. PIZARRAS. ARENISCAS. ESQUISTOS. GNEISES ANFIBOLICOS	Sulfurada	

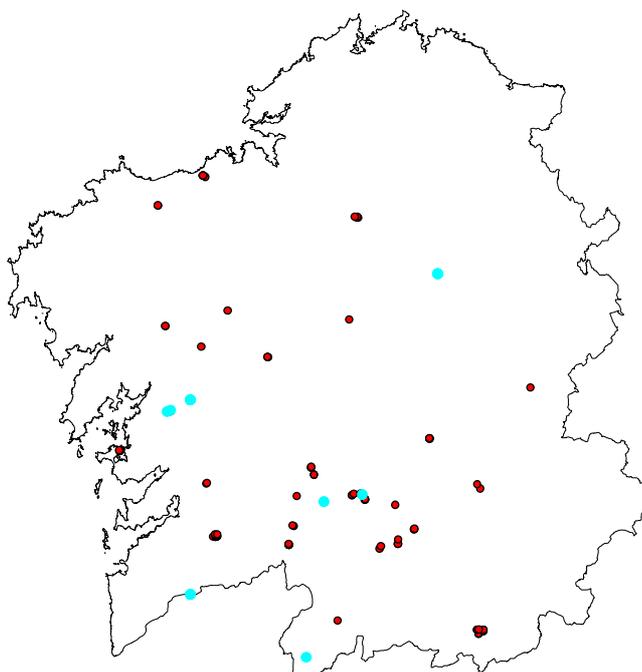


Figura 262. Alumbramientos que presentan una temperatura mayor que 36.9°C y una composición química sulfurada.

Tabla 138. Resumen de la composición química de los alumbramientos que tienen una temperatura mayor de 36.9 °C.

OBJECTID ^	COMPOSICION	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	Clorurada sódica	6	16
2	No hay info	16	43
3	Sulfurada	15	41

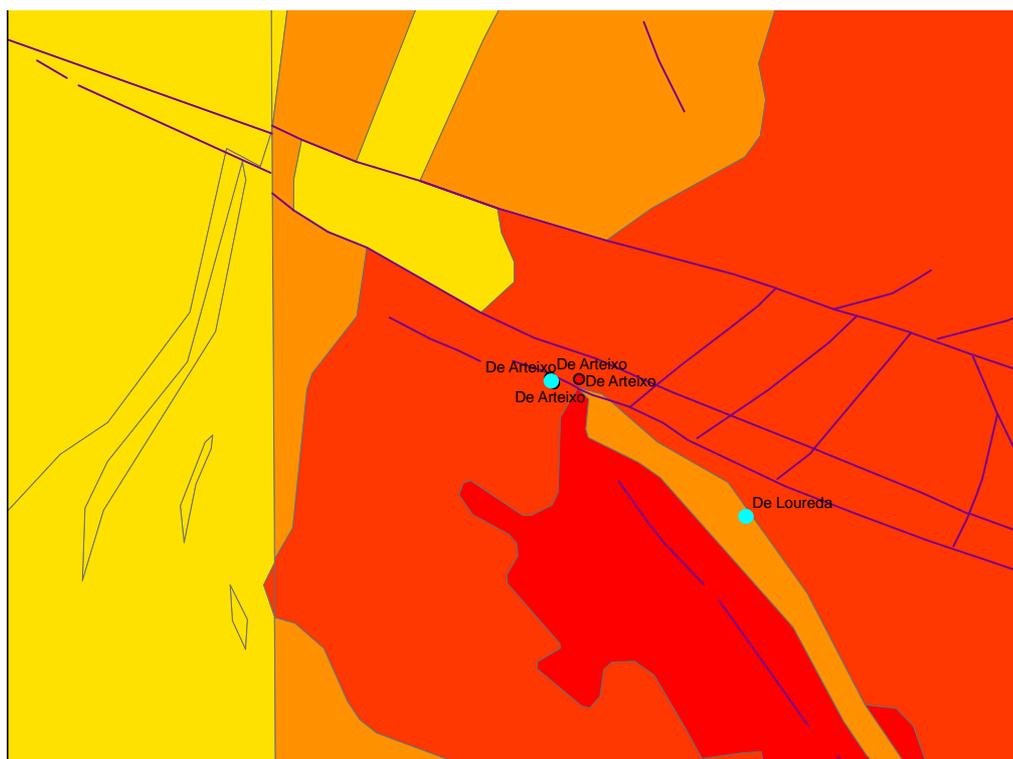


Figura 263. Alumbramientos de los balnearios de Arteixo y de Loureda con una temperatura mayor de 36.9°C. Se muestra también la geología de superficie y las zonas de falla.

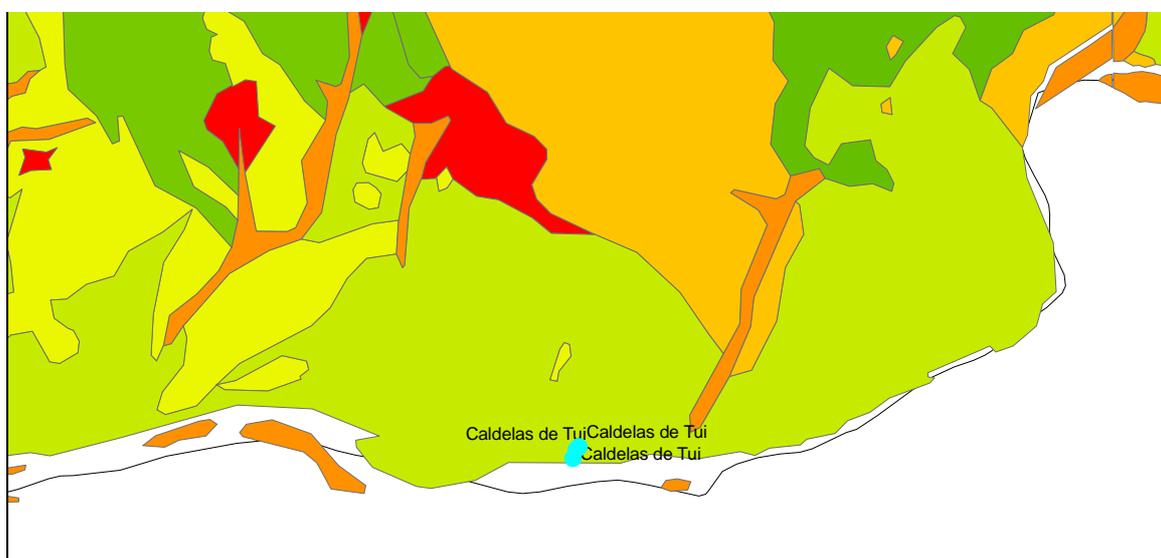


Figura 264. Alumbramientos del balneario de Caldelas de Tui con una temperatura mayor de 36.9°C. Se muestra también la geología de superficie y las zonas de falla.



Figura 265. Alumbramientos del balneario de Chavasqueira con una temperatura mayor de 36.9°C. Se muestra también la geología de superficie y las zonas de falla.

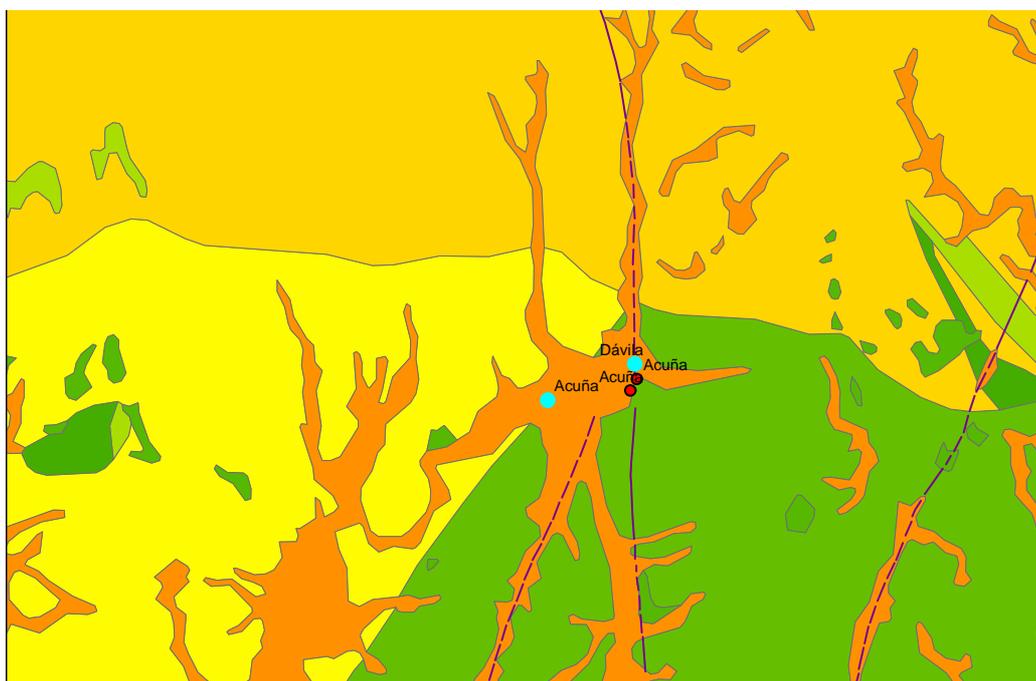


Figura 266. Alumbramientos del balneario de Acuña y Dávila con una temperatura mayor de 36.9°C. Se muestra también la geología de superficie y las zonas de falla.



Figura 267. Alumbramientos del balneario de Cuntis con una temperatura mayor de 36.9°C. Se muestra también la geología de superficie y las zonas de falla.

3. Alumbramientos con aguas sin información de la composición química

Respecto a los alumbramientos de los que no hay información, se trata de alumbramientos de los que no se dispone de analíticas. Son 16 alumbramientos y pertenecen a los balnearios de Cuntis, Lugo, Das Burgas, Da Chavasqueira, Caldas de Partovía, Carballiño, Molgas, Outeiro, Ourense – Cidade, Bande y Cortegada (ver Figura 268 y Tabla 139). Estos alumbramientos se encuentran principalmente en la mitad sur de Galicia.

Aunque de estos alumbramientos no hay información hay algunos balnearios que han sido analizados anteriormente con alumbramientos de los que se dispone información. Estos balnearios son: Cuntis, Lugo y Chavasqueira.

En general se observa que la ubicación de estos alumbramientos se encuentra sobre materiales ígneos y metamórficos tipo esquistos, pizarras y gneisses. Los alumbramientos que se encuentran ubicados sobre materiales sedimentarios o terrazas alcanzan formaciones graníticas, granodioríticas precoces y la formación granitoide inhomogéneo, granito migmatítico de 2 micas. En todos los casos se trata de aguas profundas. Los alumbramientos sobre los que no se dispone de información sobre la composición química de las aguas de los alumbramientos son:

(1) Los alumbramientos del balneario **de Cuntis** se caracterizan porque son de tipo manantial de 3.0 m de profundidad y pozo surgente de 74.0 m de profundidad. El pozo está ubicado sobre depósitos aluviales: arenas, arcillas y

cantos de escaso desarrollo en profundidad y el manantial sobre granitoide inhomogéneo. Granito migmatítico de 2 micas. La profundidad del pozo alcanza el granitoide inhomogéneo o granito migmatítico (ver Figura 267). Además los alumbramientos se encuentran alineados con una línea de falla N – S.

(2) Los alumbramientos del balneario **de Lugo** se caracterizan porque son de tipo manantial. Uno de los manantiales se encuentra sobre depósitos aluviales: arenas, arcillas y cantos de escaso desarrollo en profundidad justo en el contacto con la formación Villalba (ver Figura 269). El otro manantial está ubicado sobre la serie de Villalba: pizarras, areniscas, esquistos y gneisses en contacto lateral con el macizo de ombreiro de tipo alcalino.

(3) El alumbramiento del balneario **de Chavasqueira** se caracteriza porque es de tipo manantial. Está ubicado sobre depósitos aluviales: arenas, arcillas y cantos de escaso desarrollo en profundidad. Por debajo aparecen esquistos, esquistos grafitosos, filitas, ampelitas y liditas en contacto lateral con el macizo de A Golada Alineación Ourense – Carballiño Rodeiro. Meda Manzaneda (ver Figura 270).

(4) El alumbramiento del balneario **das Burgas** se caracteriza porque es de tipo manantial. No se dispone de información geológica de esta zona (ver Figura 271) aunque en las cercanías aflora el macizo de Ourense (Posthercínico).

(5) El alumbramiento del balneario **Caldas de Partovía** se caracteriza porque es de tipo manantial de 1.5 m de profundidad. Está ubicado sobre esquistos, esquistos grafitosos, filitas, ampelitas y liditas en contacto lateral con el macizo de A Golada Alineación Ourense – Carballiño Rodeiro. Meda Manzaneda. Además el alumbramiento se encuentra cercano a una línea de falla NE – SW.

(6) El alumbramiento del balneario **Carballiño** se caracteriza porque es de tipo manantial. Está ubicado sobre el macizo de A Golada Alineación Ourense – Carballiño Rodeiro. Meda Manzaneda. Además los alumbramientos se encuentran alineados con una línea de falla NE – SW. Además el alumbramiento se encuentra cercano a una línea de falla NE – SW.

(7) Los alumbramientos del balneario **de Molgas** se caracterizan porque son de tipo manantial de 3.5 m de profundidad cada uno. Los manantiales se encuentran en el macizo de A Golada Alineación Ourense – Carballiño Rodeiro. Meda Manzaneda. Las aguas tienen un contenido en radón de 401 Bq/l.

(8) El alumbramiento del balneario de **Outeiro** se caracteriza porque es de tipo manantial. Está ubicado sobre el macizo de Ourense (Posthercínico).

(9) Los alumbramientos del balneario **de Ourense - Cidade** se caracterizan porque son de tipo fuente. Se encuentran ubicados sobre el macizo de Ourense (Posthercínico).

(10) El alumbramiento del balneario **de Bande** se caracteriza porque es de tipo manantial. Está ubicado sobre el granitoide inhomogéneo, granitoide migmatítico de 2 micas.

(11) Los alumbramientos del balneario **de Cortegada** se caracterizan porque son de tipo fuente y pozo de 54 m de profundidad. Se encuentran ubicados esquistos, esquistos grafitosos, filitas, ampelitas y liditas en contacto lateral con el macizo de A Golada Alineación Ourense – Carballiño Rodeiro. Meda Manzaneda.

Los alumbramientos de composición sulfurada que se encuentran sobre materiales sedimentarios tienen en común: (1) que los depósitos sedimentarios tienen escaso desarrollo en profundidad, (2) que se trata de alumbramientos que drenan aguas de materiales graníticos o metamórficos y (3) que suelen encontrarse en líneas de falla de lineación N – S.

Teniendo en cuenta que los alumbramientos de composición clorurado sódico son debidos entre otros motivos a la mezcla de aguas procedentes de zonas profundas que han atravesado al menos formaciones graníticas precoces y granodioríticas similares a las formaciones geológicas por las que atraviesan las aguas sulfuradas de los balnearios de Lobios, Caldelas de Tui, Lajas, Acuña, Dávila y Cuntis, es lógico pensar que la composición química de las aguas profundas de los balnearios de A Toxa, Loureda y Arteixo también sean de tipo sulfuradas.

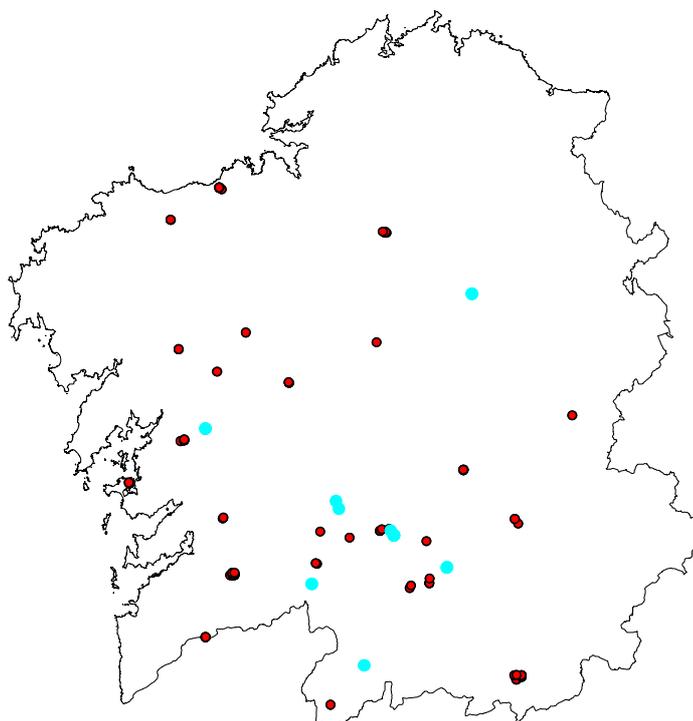


Figura 268. Alumbramientos de los balnearios de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C de los que no hay información de composición química de las aguas.

Tabla 139. Alumbramientos que presentan una temperatura mayor que 36.9°C de los que no hay información de composición química, balneario, tipo, profundidad, geología de superficie, y contenido en Radon (Bq/l).

NOMBRE_CATEGORIA	BALNEARIO	TIPO	PROFUNDIDAD_M	NOM_LIT	COMPOSICION	RADON_Bq_L
Fuego de Dios ó Fuente de la Plaza	de Cuntis	Manantial	3	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS		
San Marcial y San Enrique	de Cuntis	Pozo surgente	74	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS		
Manantial Patio	De Lugo	Manantial		DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS		
Manantial Lecho Río	De Lugo	Manantial		SERIE DE VILLALBA. PIZARRAS. ARENISCA S.ESQUISTOS.GNEISES ANFIBOLICOS		

NOMBRE_C APTACION	BALNEARIO _1	TIPO	PROFUNDIDAD_M	NOM_LIT O	COMPOSICION	RADON_Bq_L
Xardín das Burgas	Das Burgas	Manantial				
Chavas queira - Templeta	Da Chavas queira	Manantial		DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS		
Fuente de los Baños nº 7	Caldas de Partoviã	Manantial	1.5	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS		
Xardín do Carballiño nº 72	Do Carballiño	Manantial		MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA. MOD LEUC		

NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO_1	TIPO	PROFUNDIDAD_M	NOM_LIT	COMPOSICION	RADON_Bq_L
A Burga nº 69	De Molgas	Manantial	3.5	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC		
Fuente Caliente nº 64	De Molgas	Manantial	3.5	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC		401
Baños de Outeiro nº 73	De Outeiro	Manantial		MACIZO DE OURENSE		
Burga de Abaixo nº 75-2	De Ourense - Cidade	Fuente		MACIZO DE OURENSE		
Burga de Arriba nº 75-1	De Ourense - Cidade	Fuente		MACIZO DE OURENSE		

NOMBRE_C APTACION	BALNEARIO _1	TIPO	PROFUNDIDAD_M	NOM_LIT O	COMP OSICION	RADON_Bq_L
San Xoan de Baños o Baño nº 67	De Bande	Manantial		GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITOMIGMATITICO DE DOS MICAS		
Fontedos Ollos nº 6	De Cortegada	Fuente		ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS		
Pozo Novo nº 3	De Cortegada	Pozo	54	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS		

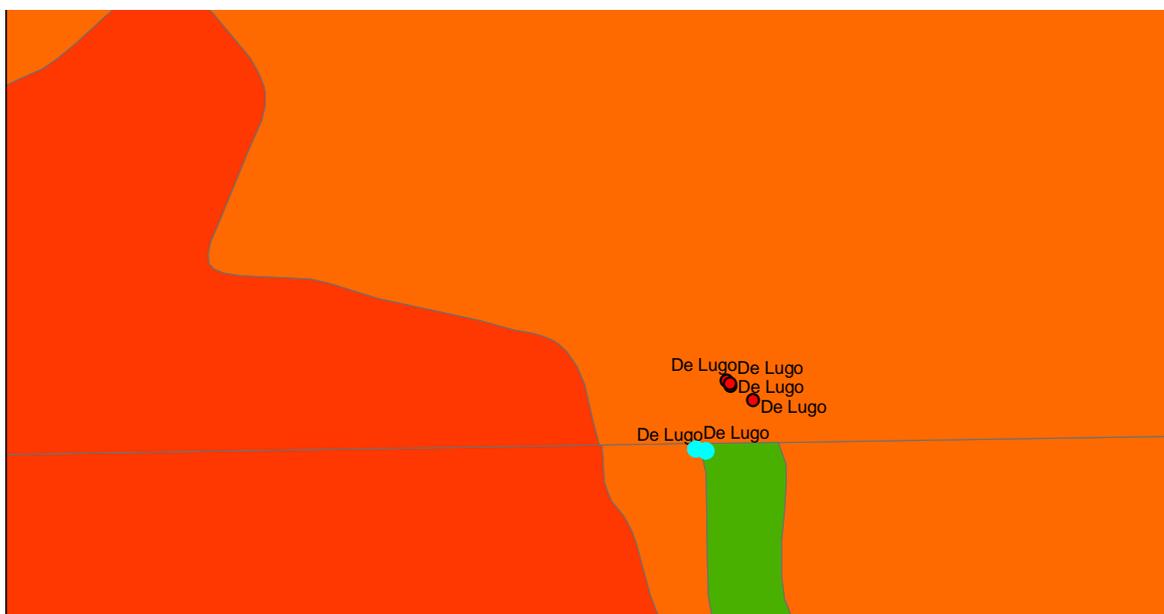


Figura 269. Alumbramientos del balneario de Lugo con una temperatura mayor de 36.9°C. Se muestra también la geología de superficie y las zonas de falla.

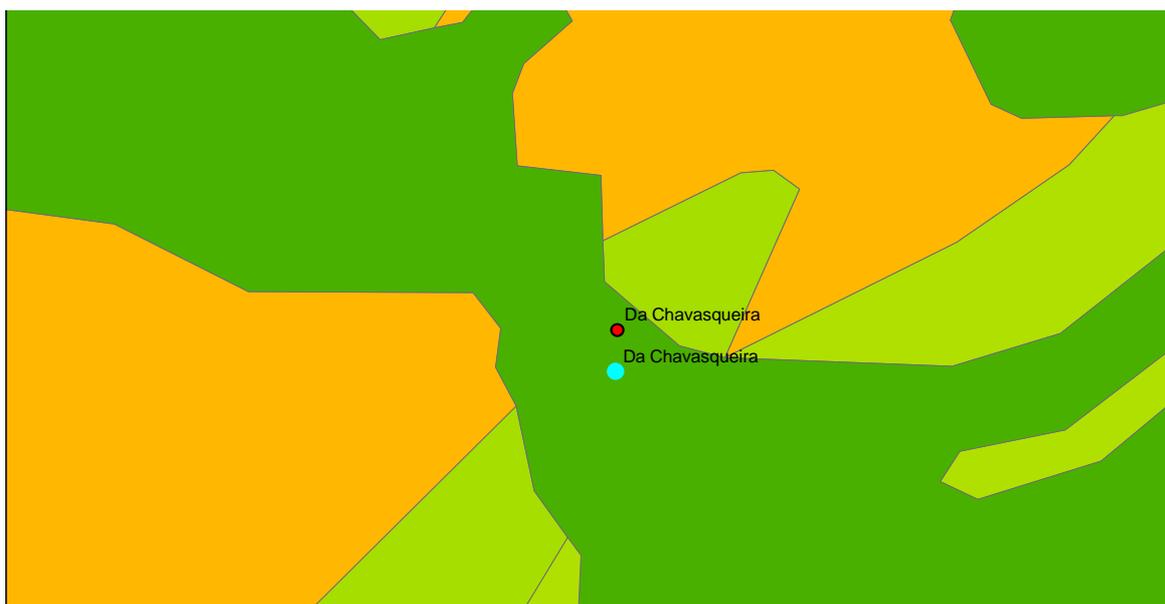


Figura 270. Alumbramientos del balneario de Chavasqueira con una temperatura mayor de 36.9°C. Se muestra también la geología de superficie y las zonas de falla.

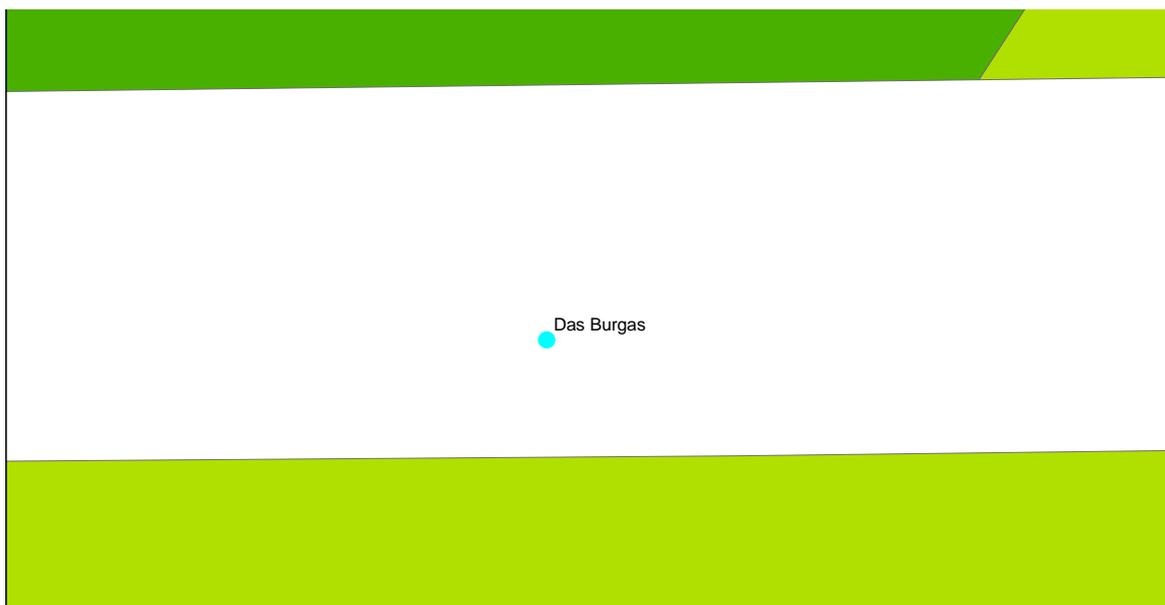


Figura 271. Alumbramientos del balneario das Burgas con una temperatura mayor de 36.9°C. No se dispone de información geológica de esta zona.

En la Tabla 140 se muestra un resumen de geología de superficie en la que se encuentran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen una temperatura mayor de 36.9°C.

El porcentaje de los alumbramientos que se ubican sobre materiales metamórficos es 34%. El porcentaje de los alumbramientos que se ubican sobre materiales ígneos es 36%. El porcentaje de los alumbramientos que se ubican

sobre materiales sedimentarios o terrazas es 30%. Hay 1 alumbramiento (del balneario Das Burgas) del que no se dispone de información geológica.

Tabla 140. Resumen de los alumbramientos que presentan una temperatura mayor que 36.9°C y la geología de superficie sobre la que están ubicados.

OBJECTID *	LITOLoxIA_HOM_LITO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1		1	3
2	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	8	22
3	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	3	8
4	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	4	11
5	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	4	11
6	MACIZO DE A CORUÑA-FERROL. GRANODIORITAS Y GRANITOS BIOTITICOS PRECOCES	1	3
7	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	4	11
8	MACIZO DE LOBIOS	1	3
9	MACIZO DE OURENSE	3	8
10	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GNEISES ANFIBOLICOS	5	14
11	TERRAZAS	3	8

En la Tabla 141 se muestran los alumbramientos que presentan más de 36.9°C y la geología de superficie en la que se ubican y otra información adicional: coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen los alumbramientos, tipo de alumbramiento, profundidad (m), composición de las aguas de los alumbramientos y provincia en la que se encuentran ubicados.

En las Tablas 142 a 151 se muestra la misma información que en la Tabla 141 pero clasificada según el campo geología. En este epígrafe se ha analizado cada uno de los alumbramientos según: (1) la geología en la que se encontraban, (2) profundidad, (3) temperatura y (4) composición química de las aguas. En general se observa que:

(1) los balnearios de **Chavasqueira, Acuña, Dávila, Cuntis, Lugo y Loureda** tienen alumbramientos que se encuentran sobre depósitos aluviales cuaternarios si bien se ha analizado que drenan aguas profundas.

Se caracterizan porque presentan composición sulfurada excepto Loureda si bien se analizó que al tratarse de un agua mezcla posiblemente también tenga en su origen en profundidad una composición sulfurada.

(2) el balneario de **Caldelas de Tui** tiene todos sus alumbramientos en una terraza cuaternaria. Todas las aguas tienen composición sulfurada.

(3) los balnearios de **Cortegada y Caldas de Partovía** tienen alumbramientos sobre esquistos, esquistos grafitosos, filitas, ampelitas y liditas.

No se dispone de analíticas en estos alumbramientos ni información sobre su composición. Sin embargo, el alumbramiento de Chavasqueira tienen sus alumbramientos ubicados sobre depósitos aluviales de escaso desarrollo en profundidad y por debajo aparecen esquistos, esquistos grafitosos, filitas, ampelitas y liditas en contacto lateral con el macizo de A Golada Alineación Ourense – Carballiño Rodeiro. Meda Manzaneda. Los alumbramientos del balneario de Chavasqueira tienen composición sulfurada por lo que es previsible que las aguas de los balnearios de Cortegada y Caldas de Partovía también

tengan composición sulfurada. Asimismo el balneario de Carballiño se encuentra muy cercano al de Caldas de Partovía y en sus instalaciones dispone de un único alumbramiento con composición sulfurada.

(4) el balneario de **A Toxa** tiene todos sus alumbramientos sobre granito y granodiorita biotítico de Caldas de Reis. Las aguas tienen composición clorurado sódica pero al tratarse de un agua mezcla también es previsible que tenga en su origen en profundidad una composición sulfurada.

(5) los balnearios de **Bande y Cuntis** tienen alumbramientos sobre el granitoide inhomogeneo. Granito migmatítico de dos micas.

De los 3 alumbramientos del balneario de Cuntis que reubican sobre estos materiales geológicos se dispone de información de la composición de las aguas en 2 de ellos. Ambos alumbramientos tienen composición sulfurada.

El balneario de Bande no dispone de información de la composición pero por (1) ubicación geológica y (2) cercanía al balneario de Lobios (del que se dispone de información de composición) es previsible que tenga composición sulfurada.

(6) el balneario de **Arteixo** tiene un alumbramiento sobre macizo de a Coruña-Ferrol. Granodioritas y granitos biotíticos precoces. Las aguas tienen composición clorurado sódica pero al tratarse de un agua mezcla (como A Toxa y Loureda) también es previsible que tenga en su origen en profundidad una composición sulfurada.

(7) los alumbramientos de **Molgas, Laias y Carballiño** tienen alumbramientos sobre el Macizo de A Golada alineación Orense Carballiño Rodeiro. Meda Manzaneda. Leucocrático.

Se dispone de información del alumbramiento del balneario de Laias y está clasificado como sulfurada.

Del alumbramiento del balneario de Carballiño con temperatura mayor de 36.9°C (Xardín do Carballiño nº 72) no se dispone de información. Sin embargo se dispone de información del alumbramiento denominado Balneario de Carballiño con una temperatura de alumbramiento de 26.2 °C clasificado como sulfurada. Al alumbramiento Xardín do Carballiño nº 72 es de tipo manantial. Los alumbramientos de este balneario se encuentran ubicados sobre la misma geología por lo que es previsible que las aguas del alumbramiento Xardín do Carballiño nº 72 también sean sulfuradas.

No se dispone de información de los alumbramientos de los balnearios de Molgas pero por ubicación geológica es previsible que tenga composición sulfurada.

(8) el balneario de **Lobios** tiene un alumbramiento sobre macizo de Lobios. Las aguas tienen composición sulfurada.

(9) los balnearios de **Outeiro y Ourense – Cidade** tienen alumbramientos sobre el macizo de Ourense.

No se dispone de información de la composición de los alumbramientos de ambos balnearios pero por (1) ubicación geológica y (2) cercanía al balneario de Chavasqueira (del que se dispone de información de composición) es previsible que tenga composición sulfurada.

(10) el balneario de **Lugo** tiene alumbramientos sobre la serie de Villalba. Pizarras. Areniscas. Esquistos. gneisses anfibólicos. Las aguas tienen composición sulfurada.

En general todos los alumbramientos de un mismo balneario se encuentran ubicados sobre los mismos materiales geológicos excepto los balnearios de Cuntis y de Lugo que tienen alguno de sus alumbramientos sobre diferente geología (ver Tablas 152 y 153). En algunos casos se dispone de información sobre la composición química de las aguas. En los casos en los que nos dispone de esta información se analizado la (1) geología, (2) profundidad de alumbramiento, (3) tipo de alumbramiento, etc y se ha llegado a la conclusión que se trata de las mismas aguas para cada balneario.

Tabla 141. Alumbraamientos que presentan más de 36.9°C y la geología de superficie en la que se ubican. Se muestra además las coordenadas de los alumbraamientos, balneario al que pertenecen, tipo de alumbraamiento, profundidad (m), composición de las aguas de los alumbraamientos y provincia en la que se encuentran ubicados.

X	Y	BALNEARIO_1	NOMBRE_CAPTACION	TIPO	PROFUNDIDAD_M	COMPOSICION	PROVINCIA	LITOLOXIA_NOM_LITO
574076	4635225	De Lobios	Río Clado nº 60, o Río Caldo San Xoan de Baños o Baño nº 67	Dren	18,75	Sulfurada	Ourense	MACIZO DE LOBIOS GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS
584386	4647429	De Bande		Manantial			Ourense	TERRAZAS
535850	4656050	Caldelas de Tui	María Cruz nº 751	Manantial		Sulfurada	Pontevedra	TERRAZAS
535873	4656114	Caldelas de Tui	Pozo San Antonio	Pozo surgente	67	Sulfurada	Pontevedra	TERRAZAS
535894	4656135	Caldelas de Tui	Pozo San Francisco	Pozo surgente	108	Sulfurada	Pontevedra	TERRAZAS
568364	4672507	De Cortegada	Fonte dos Ollos nº 6	Fuente			Ourense	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS
568356	4672518	De Cortegada	Pozo Novo nº 3	Pozo	54		Ourense	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS
609600	4677583	De Molgas	A Burga nº 69	Manantial	3,5		Ourense	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC
609695	4677809	De Molgas	Fuente Caliente nº 64	Manantial	3,5		Ourense	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC
579900	4686800	De Laías	Laías nº 38	Pozo surgente	3,6	Sulfurada	Ourense	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC
593391	4687398	De Outeiro	Baños de Outeiro nº 73	Manantial			Ourense	MACIZO DE OURENSE
593462	4687548	De Ourense - Cidade	Burga de Abaixo nº 75-2	Fuente			Ourense	MACIZO DE OURENSE
593492	4687560	De Ourense - Cidade	Burga de Arriba nº 75-1	Fuente			Ourense	MACIZO DE OURENSE
593493	4687651	Das Burgas	Xardín das Burgas	Manantial			Ourense	
592537	4689043	Da Chavasqueira	Chavasqueira - Templeta Caldas do Bispo o Fonte Chavasqueira nº 70	Manantial			Ourense	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
592541	4689129	Da Chavasqueira	Chavasqueira nº 70	Manantial		Sulfurada	Ourense	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS
576647	4695762	Caldas de Partovia	Fuente de los Baños nº 7	Manantial	1,5		Ourense	

X	Y	BALNEARIO_1	NOMBRE_CAPTACION	TIPO	PROFUNDIDAD_M	COMPOSICION	PROVINCIA	LITOLOXIA_NOM_LITO
575701	4698132	Do Carballiño	Xardín do Carballiño nº 72	Manantial			Ourense	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC
512675	4703601	A Toxa	El Mar o pozo nº 4	Pozo	3	Clorurada sódica	Pontevedra	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *
512641	4703603	A Toxa	Huerta Caliente o pozo nº 6	Pozo	2.5	Clorurada sódica	Pontevedra	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *
512663	4703625	A Toxa	Capilla o pozo nº 3	Pozo	5.2	Clorurada sódica	Pontevedra	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *
512637	4703626	A Toxa	Caliente lateral o pozo nº 2	Pozo/Galería	3	Clorurada sódica	Pontevedra	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *
528244	4716624	Acuña	Pozo Bomba o Acuña	Pozo	5.5	Sulfurada	Pontevedra	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
529375	4717100	Dávila	Fuente de las Burgas	Manantial	2	Sulfurada	Pontevedra	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
535833	4720471	de Cuntis	Era Nueva	Pozo	25	Sulfurada	Pontevedra	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
535867	4720486	de Cuntis	Fuego de Dios ó Fuente de la Plaza	Manantial	3		Pontevedra	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS
535873	4720527	de Cuntis	Calle Real	Manantial	4	Sulfurada	Pontevedra	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS
535842	4720560	de Cuntis	San Marcial y San Enrique	Pozo surgente	74		Pontevedra	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS.
535869	4720583	de Cuntis	Huerta	Pozo surgente	27	Sulfurada	Pontevedra	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS
617278	4762014	De Lugo	Manantial Patio	Manantial			Lugo	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
617241	4762021	De Lugo	Manantial Lecho Río	Manantial			Lugo	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GNEISES ANFIBOLICOS
617450	4762200	De Lugo	Manantial Central Romano	Dren		Sulfurada	Lugo	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GNEISES ANFIBOLICOS

X	Y	BALNEARIO_1	NOMBRE_CAPTACION	TIPO	PROFUNDIDAD_M	COMPOSICION	PROVINCIA	LITOLOXIA_NOM_LITO
617368	4762252	De Lugo	Manantial Piscina	Manantial		Sulfurada	Lugo	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GNEISES ANFIBOLICOS
617366	4762260	De Lugo	Lugo Pozo nº 3	Pozo	19	Sulfurada	Lugo	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GNEISES ANFIBOLICOS
617354	4762270	De Lugo	Lugo Pozo nº 2	Pozo	25.5	Sulfurada	Lugo	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GNEISES ANFIBOLICOS
540760	4794308	De Loureda	Loureda	Pozo	136	Clorurada sódica	A Coruña	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS MACIZO DE A CORUÑA-FERROL. GRANODIORITAS Y GRANITOS BIOTITICOS PRECOCES
540024	4794823	De Arteixo	Agua Caliente	Pozo surgente	5	Clorurada sódica	A Coruña	

Tabla 142. Alumbramientos que presentan más de 36.9°C que se ubican sobre depósitos aluviales. Se muestra además las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, tipo de alumbramiento, profundidad (m), composición de las aguas de los alumbramientos y provincia en la que se encuentran ubicados.

X	Y	BALNEARIO_1	NOMBRE_CAPTACION	TIPO	PROFUNDIDAD_M	COMPOSICION	PROVINCIA	LITOLOXIA_NOM_LITO
592537	4689043	Da Chavasqueira	Chavasqueira - Templeta	Manantial			Ourense	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
592541	4689129	Da Chavasqueira	Caldas do Bispo o Fonte Chavasqueira nº 70	Manantial		Sulfurada	Ourense	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
528244	4716624	Acuña	Pozo Bomba o Acuña	Pozo	5.5	Sulfurada	Pontevedra	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
529375	4717100	Dávila	Fuente de las Burgas	Manantial	2	Sulfurada	Pontevedra	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
535833	4720471	de Cuntis	Era Nueva	Pozo	25	Sulfurada	Pontevedra	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
535842	4720560	de Cuntis	San Marcial y San Enrique	Pozo surgente	74		Pontevedra	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
617278	4762014	De Lugo	Manantial Patio	Manantial			Lugo	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
540760	4794308	De Loureda	Loureda	Pozo	136	Clorurada sódica	A Coruña	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS

Tabla 143. Alumbraamientos que presentan más de 36.9°C que se ubican sobre terrazas. Se muestra además las coordenadas de los alumbraamientos, balneario al que pertenecen, tipo de alumbraamiento, profundidad (m), composición de las aguas de los alumbraamientos y provincia en la que se encuentran ubicados.

X	Y	BALNEARIO_1	NOMBRE_CAPTACION	TIPO	PROFUNDIDAD_M	COMPOSICION	PROVINCIA	LITOLOXIA_NOM_LITO
535850	4656050	Caldelas de Tui	María Cruz nº 751	Manantial		Sulfurada	Pontevedra	TERRAZAS
535873	4656114	Caldelas de Tui	Pozo San Antonio	Pozo surgente	67	Sulfurada	Pontevedra	TERRAZAS
535894	4656135	Caldelas de Tui	Pozo San Francisco	Pozo surgente	108	Sulfurada	Pontevedra	TERRAZAS

Tabla 144. Alumbraamientos que presentan más de 36.9°C que se ubican sobre esquistos. Se muestra además las coordenadas de los alumbraamientos, balneario al que pertenecen, tipo de alumbraamiento, profundidad (m), composición de las aguas de los alumbraamientos y provincia en la que se encuentran ubicados.

X	Y	BALNEARIO_1	NOMBRE_CAPTACION	TIPO	PROFUNDIDAD_M	COMPOSICION	PROVINCIA	LITOLOXIA_NOM_LITO
568364	4672507	De Cortegada	Fonte dos Ollos nº 6	Fuente			Ourense	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS
568356	4672518	De Cortegada	Pozo Novo nº 3	Pozo	54		Ourense	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS
576647	4695762	Caldas de Partovia	Fuente de los Baños nº 7	Manantial	1.5		Ourense	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS

Tabla 145. Alumbramientos que presentan más de 36.9°C que se ubican sobre granito y granodiorita biótico. Se muestra además las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, tipo de alumbramiento, profundidad (m), composición de las aguas de los alumbramientos y provincia en la que se encuentran ubicados.

X	Y	BALNEARIO_1	NOMBRE_CAPTACION	TIPO	PROFUNDIDAD_M	COMPOSICION	PROVINCIA	LITOLOXIA_NOM_LITO
512675	4703601	A Toxa	El Mar o pozo nº 4	Pozo	3	Clorurada sódica	Pontevedra	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *
512641	4703603	A Toxa	Huerta Caliente o pozo nº 6	Pozo	2.5	Clorurada sódica	Pontevedra	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *
512663	4703625	A Toxa	Capilla o pozo nº 3	Pozo	5.2	Clorurada sódica	Pontevedra	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *
512637	4703626	A Toxa	Caliente lateral o pozo nº 2	Pozo/Galería	3	Clorurada sódica	Pontevedra	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *

Tabla 146. Alumbramientos que presentan más de 36.9°C que se ubican sobre granitoide inhomogéneo. Se muestra además las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, tipo de alumbramiento, profundidad (m), composición de las aguas de los alumbramientos y provincia en la que se encuentran ubicados.

X	Y	BALNEARIO_1	NOMBRE_CAPTACION	TIPO	PROFUNDIDAD_M	COMPOSICION	PROVINCIA	LITOLOXIA_NOM_LITO
584386	4647429	De Bande	San Xoan de Baños o Baño nº 67	Manantial			Ourense	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS
535867	4720486	de Curtis	Fuego de Dios ó Fuente de la Plaza	Manantial	3		Pontevedra	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS
535873	4720527	de Curtis	Calle Real	Manantial	4	Sulfurada	Pontevedra	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS
535869	4720583	de Curtis	Huerta	Pozo surgente	27	Sulfurada	Pontevedra	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS

Tabla 147. Alumbraamientos que presentan más de 36.9°C que se ubican sobre el Macizo de A Coruña - Ferrol. Se muestra además las coordenadas de los alumbraamientos, balneario al que pertenecen, tipo de alumbraamiento, profundidad (m), composición de las aguas de los alumbraamientos y provincia en la que se encuentran ubicados.

X	Y	BALNEARIO_1	NOMBRE_CAPTACION	TIPO	PROFUNDIDAD_M	COMPOSICION	PROVINCIA	LITOLOXIA_NOM_LITO
540024	4794823	De Arteixo	Agua Caliente	Pozo surgente	5	Clorurada sódica	A Coruña	MACIZO DE A CORUÑA-FERROL. GRANODIORITAS Y GRANITOS BIOTITICOS PRECOCES

Tabla 148. Alumbraamientos que presentan más de 36.9°C que se ubican sobre el Macizo de A Golada. Se muestra además las coordenadas de los alumbraamientos, balneario al que pertenecen, tipo de alumbraamiento, profundidad (m), composición de las aguas de los alumbraamientos y provincia en la que se encuentran ubicados.

X	Y	BALNEARIO_1	NOMBRE_CAPTACION	TIPO	PROFUNDIDAD_M	COMPOSICION	PROVINCIA	LITOLOXIA_NOM_LITO
609600	4677583	De Molgas	A Burga nº 69	Manantial	3.5		Ourense	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC
609695	4677809	De Molgas	Fuente Caliente nº 64	Manantial	3.5		Ourense	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC
579900	4686800	De Latais	Latais nº 38	Pozo surgente	3.6	Sulfurada	Ourense	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC
575701	4698132	Do Carballiño	Xardín do Carballiño nº 72	Manantial			Ourense	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC

Tabla 149. Alumbraamientos que presentan más de 36.9°C que se ubican sobre el Macizo de Lobios. Se muestra además las coordenadas de los alumbraamientos, balneario al que pertenecen, tipo de alumbraamiento, profundidad (m), composición de las aguas de los alumbraamientos y provincia en la que se encuentran ubicados.

X	Y	BALNEARIO_1	NOMBRE_CAPTACION	TIPO	PROFUNDIDAD_M	COMPOSICION	PROVINCIA	LITOLOXIA_NOM_LITO
574076	4635225	De Lobios	Río Clado nº 60 ó Río Caldo	Dren	18.75	Sulfurada	Ourense	MACIZO DE LOBIOS

Tabla 150. Alumbraamientos que presentan más de 36.9°C que se ubican sobre el Macizo de Ourense. Se muestra además las coordenadas de los alumbraamientos, balneario al que pertenecen, tipo de alumbraamiento, profundidad (m), composición de las aguas de los alumbraamientos y provincia en la que se encuentran ubicados.

X	Y	BALNEARIO_1	NOMBRE_CAPTACION	TIPO	PROFUNDIDAD_M	COMPOSICION	PROVINCIA	LITOLOXIA_NOM_LITO
593391	4687398	De Outeiro	Baños de Outeiro nº 73	Manantial			Ourense	MACIZO DE OURENSE
593462	4687548	De Ourense - Cidade	Burga de Abaixo nº 75-2	Fuente			Ourense	MACIZO DE OURENSE
593492	4687560	De Ourense - Cidade	Burga de Arriba nº 75-1	Fuente			Ourense	MACIZO DE OURENSE

Tabla 151. Alumbraamientos que presentan más de 36.9°C que se ubican sobre la serie de Villalba. Se muestra además las coordenadas de los alumbraamientos, balneario al que pertenecen, tipo de alumbraamiento, profundidad (m), composición de las aguas de los alumbraamientos y provincia en la que se encuentran ubicados.

X	Y	BALNEARIO_1	NOMBRE_CAPTACION	TIPO	PROFUNDIDAD_M	COMPOSICION	PROVINCIA	LITOLOXIA_NOM_LITO
617241	4762021	De Lugo	Manantial Lecho Río	Manantial			Lugo	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GNEISES ANFIBOLICOS
617450	4762200	De Lugo	Manantial Central Romano	Dren		Sulfurada	Lugo	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GNEISES ANFIBOLICOS
617368	4762252	De Lugo	Manantial Piscina	Manantial		Sulfurada	Lugo	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GNEISES ANFIBOLICOS
617366	4762260	De Lugo	Lugo Pozo nº 3	Pozo	19	Sulfurada	Lugo	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GNEISES ANFIBOLICOS
617354	4762270	De Lugo	Lugo Pozo nº 2	Pozo	25.5	Sulfurada	Lugo	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GNEISES ANFIBOLICOS

Tabla 152. Alumbramientos que presentan más de 36.9°C que pertenecen al balneario de Cuntis. Se muestra la geología sobre la que se ubican los alumbramientos, coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, tipo de alumbramiento, profundidad (m), composición de las aguas de los alumbramientos y provincia en la que se encuentran ubicados.

X	Y	BALNEARIO_1	NOMBRE_CAPTACION	TIPO	PROFUNDIDAD_M	COMPOSICION	PROVINCIA	LITOLOXIA_NOM_LITO
535833	4720471	de Cuntis	Era Nueva	Pozo	25	Sulfurada	Pontevedra	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
535867	4720486	de Cuntis	Fuego de Dios ó Fuente de la Plaza	Manantial	3		Pontevedra	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS
535873	4720527	de Cuntis	Calle Real	Manantial	4	Sulfurada	Pontevedra	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS
535842	4720560	de Cuntis	San Marcial y San Enrique	Pozo surgente	74		Pontevedra	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
535869	4720583	de Cuntis	Huerta	Pozo surgente	27	Sulfurada	Pontevedra	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS

Tabla 153. Alumbramientos que presentan más de 36.9°C que pertenecen al balneario de Lugo. Se muestra la geología sobre la que se ubican los alumbramientos, coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, tipo de alumbramiento, profundidad (m), composición de las aguas de los alumbramientos y provincia en la que se encuentran ubicados.

X	Y	BALNEARIO_1	NOMBRE_CAPTACION	TIPO	PROFUNDIDAD_M	COMPOSICION	PROVINCIA	LITOLOXIA_NOM_LITO
617278	4762014	De Lugo	Manantial Patio	Manantial			Lugo	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS
617241	4762021	De Lugo	Manantial Lecho Río	Manantial			Lugo	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GNEISES ANFIBOLICOS
617450	4762200	De Lugo	Manantial Central Romano	Dren		Sulfurada	Lugo	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GNEISES ANFIBOLICOS
617368	4762252	De Lugo	Manantial Piscina	Manantial		Sulfurada	Lugo	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GNEISES ANFIBOLICOS
617366	4762260	De Lugo	Lugo Pozo nº 3	Pozo	19	Sulfurada	Lugo	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GNEISES ANFIBOLICOS
617354	4762270	De Lugo	Lugo Pozo nº 2	Pozo	25.5	Sulfurada	Lugo	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GNEISES ANFIBOLICOS

Teniendo en cuenta la distribución espacial de los datos de temperatura (°C) mayor de 36.9 °C en las aguas de los balnearios de Galicia, se estima que los mapas de isoterperatura se concentrarán en aquellas zonas en las que se dispone de datos mientras que aquellas en las que no hay información quedarán sin predicción.

Antes de realizar un tratamiento geoestadístico hay que analizar los datos disponibles. Los estadísticos muestran que se dispone de 37 datos de temperatura (°C) mayor de 36.9°C con un valor mínimo de 37.0°C y un valor máximo de 77.0 °C. El valor medio es 49.038°C (ver Figura 272).

La mediana es 46 °C diferente a la media por lo que se estima realizar un análisis logarítmico de los datos (ver Figura 273). Tras el análisis logarítmico se observa que media y mediana se aproximan por lo que se decide realizar un análisis geoestadístico logarítmico de los datos.

Para realizar el análisis geoestadístico se han utilizado las siguientes capas:

(1) Captaciones_Vinculado. Capa de tipo punto que contiene toda la información de la base de datos "Balnearios". Los datos de la capa se han filtrado y se ha extraído la información correspondiente a la temperatura mayor de 36.9°C de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

(2) Isoterperatura_Galicia_37_C. Capa resultante de la aplicación de los filtros sobre la capa Captaciones_Vinculado. Contiene la información correspondiente a la temperatura mayor de 36.9°C de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

(3) Galicia_25. Capa poligonal simple escala 1:25.000 que contiene la geometría de la Comunidad Autónoma de Galicia.

(4) Xeoloxia_50. Capa poligonal simple escala 1:50.000 que contiene la geología de la Comunidad Autónoma de Galicia.

(5) Litoloxia. Tabla de datos que contiene la información referente a la litología de las unidades geológicas. Esta tabla se ha relacionado con la capa Xeoloxia_50.

(6) Faia_50. Capa de líneas simple escala 1:50.000 que contiene las fallas de la Comunidad Autónoma de Galicia.

Todas las capas están georreferenciadas al Datum ETRS89 UTM Zone 29N.

En la Figuras 272 a 278 se muestra el análisis de los histogramas y de los gráficos cuantil-cuantil normal de los datos de temperatura (°C) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Asimismo se muestra el gráfico de tendencia, semivariograma y covarianza de los datos. El análisis de estos diagramas permite conocer: (1) el tipo de dato disponible, (2) su comportamiento, (3) tendencia, (4) dispersión, (5) errores, etc. Esta información se utilizará para aplicar de forma correcta el procedimiento kriging sobre los datos.

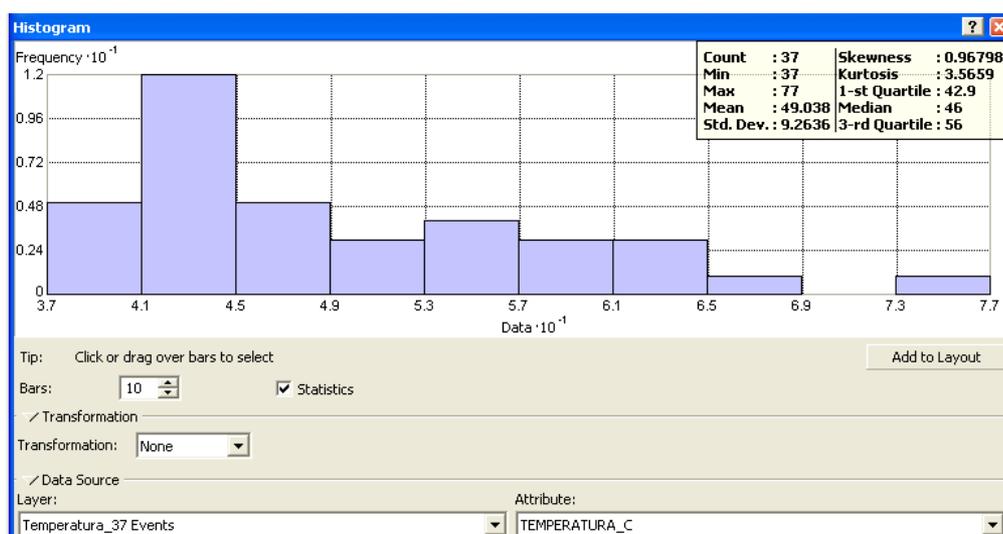


Figura 272. Histograma de los datos correspondiente a la temperatura mayor de 36.9 °C de los alumbramientos de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).

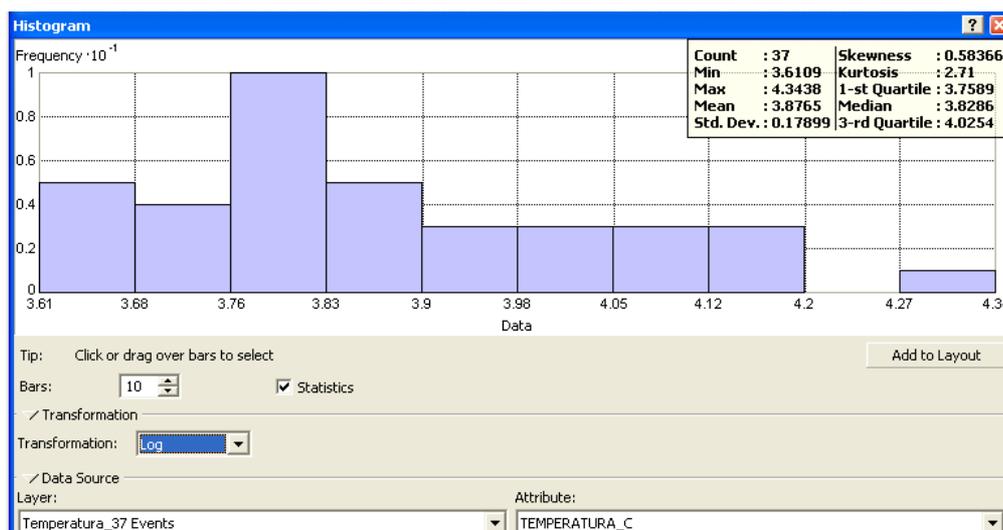


Figura 273. Histograma de los datos correspondiente a la temperatura mayor de 36.9 °C de los alumbramientos de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución logarítmica).

Tras el análisis de los datos mediante el histograma se analiza el gráfico cuantil-cuantil normal para evaluar la similitud de la distribución de los valores con el de una distribución normal estándar. La línea en el diagrama cuantil-cuantil normal muestra los valores esperados para una distribución normal. Se observa que el diagrama se aleja ligeramente de los valores esperados para una distribución normal (ver Figura 274). Se decide mantener el tratamiento geoestadístico logarítmico de los datos (ver Figura 275).

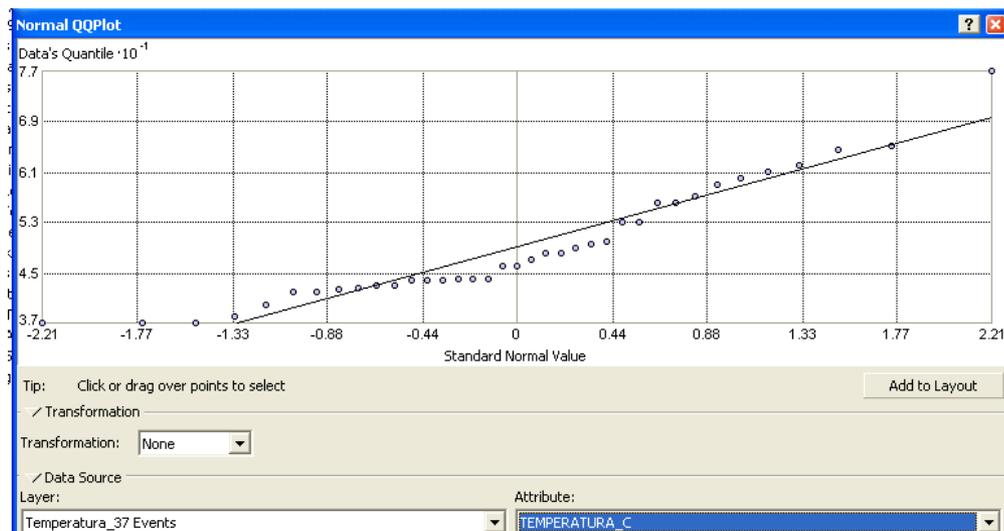


Figura 274. Diagrama cuantil-cuantil normal de los datos correspondientes a la temperatura mayor de 36.9°C de los alumbramientos de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).

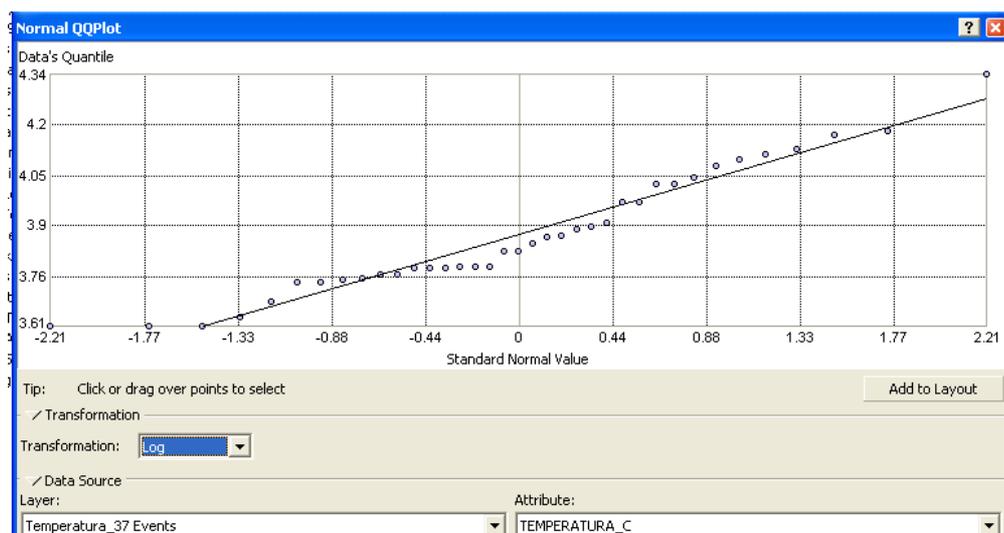


Figura 275. Diagrama cuantil-cuantil logarítmico de los datos correspondientes a la temperatura mayor de 36.9°C de los alumbramientos de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución normal).

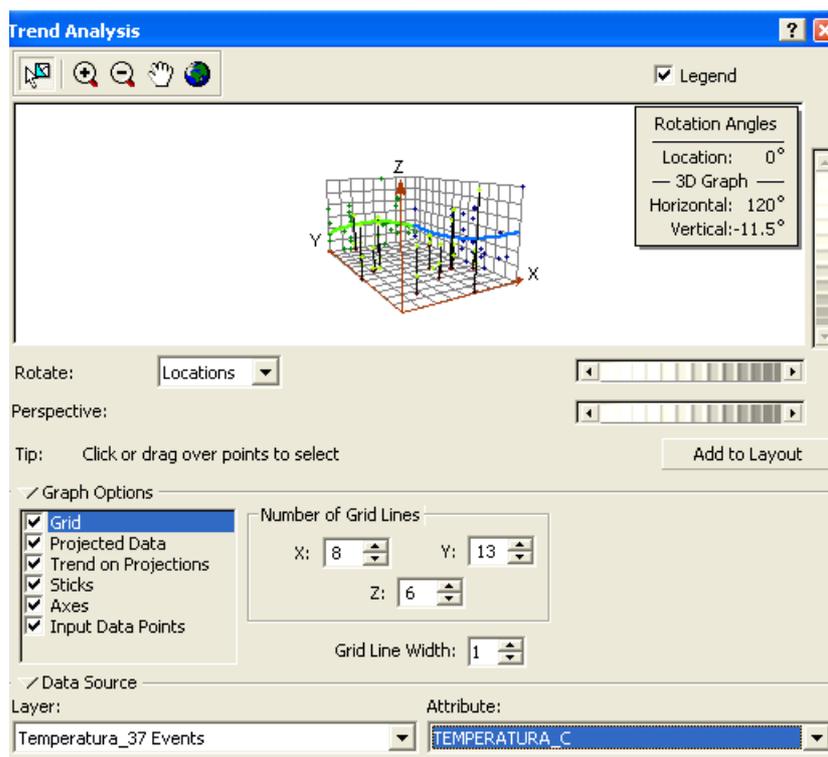


Figura 276. Análisis de tendencia de los datos de temperatura mayor de 36.9°C de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se observa que los datos tienen una tendencia cuadrática.

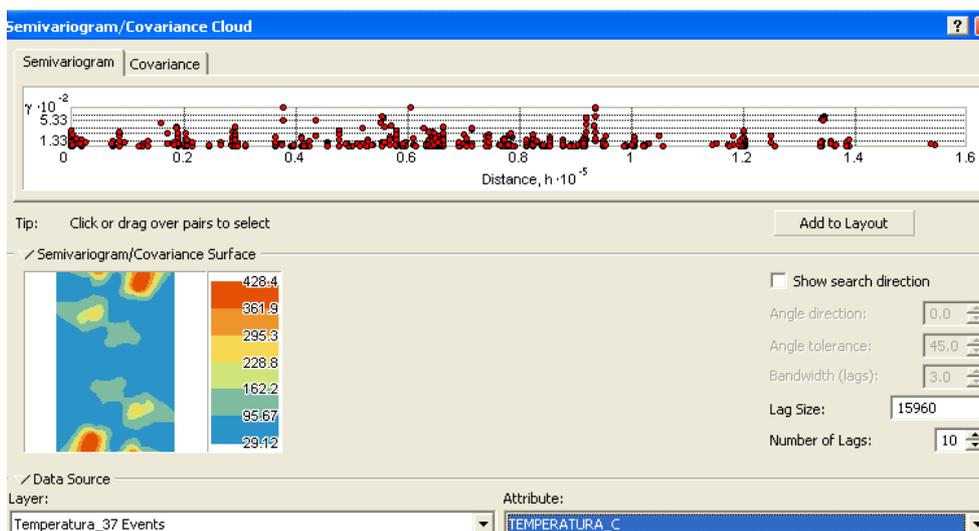


Figura 277. Semivariograma de los datos de temperatura mayor de 36.9°C de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

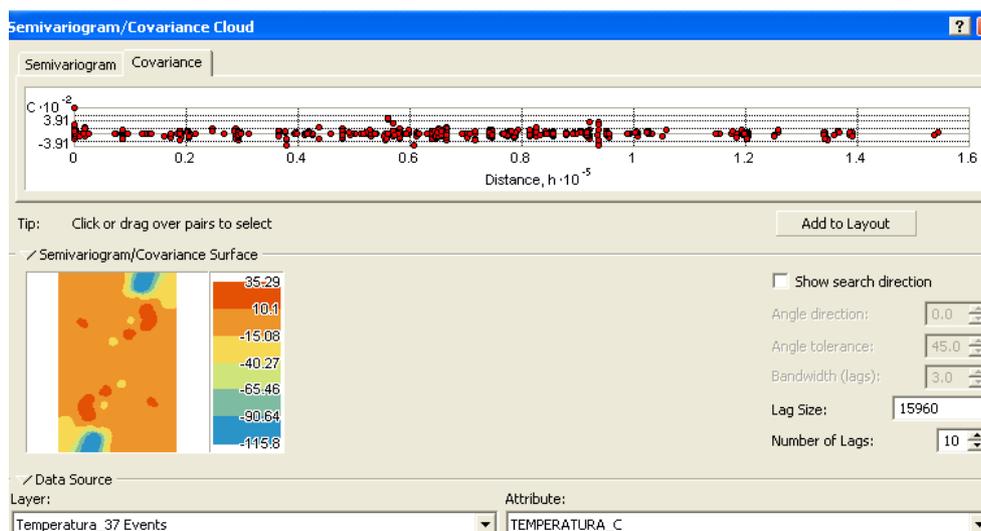


Figura 278. Covarianza de los datos de temperatura mayor de 36.9°C de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

6.5.3 Análisis de resultados

Tras el análisis de los estadísticos se procede a la aplicación del procedimiento de kriging sobre los datos disponibles de temperatura mayor de 36.9°C en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Para ello se aplica un modelo de predicción y una transformación logarítmica a los datos. Para ajustar un modelo al semivariograma empírico, se selecciona una función de tipo esférico y se indica que se trata de un medio anisótropo. Existen desviaciones de los puntos en el semivariograma empírico con respecto al modelo. Algunos están por encima de la curva del modelo y algunos están por debajo. Sin embargo, si suma la distancia de cada punto por encima de la línea y la distancia de cada punto por debajo, los dos valores deberían ser similares. En el semivariograma se observa que hay efecto nugget (pepita).

En las Figuras 279 a 283 se muestra el semivariograma empírico y el análisis de validación cruzada.

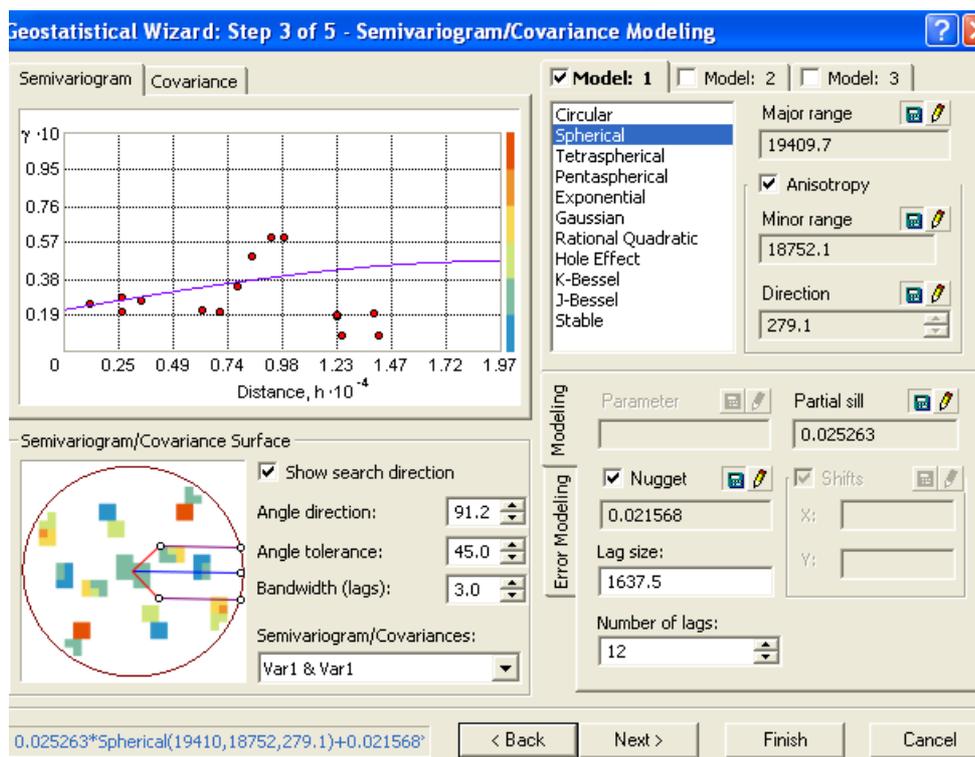


Figura 279. Semivariograma empírico de los datos de temperatura mayor de 36.9°C en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se ha aplicado un modelo esférico y anisótropo.

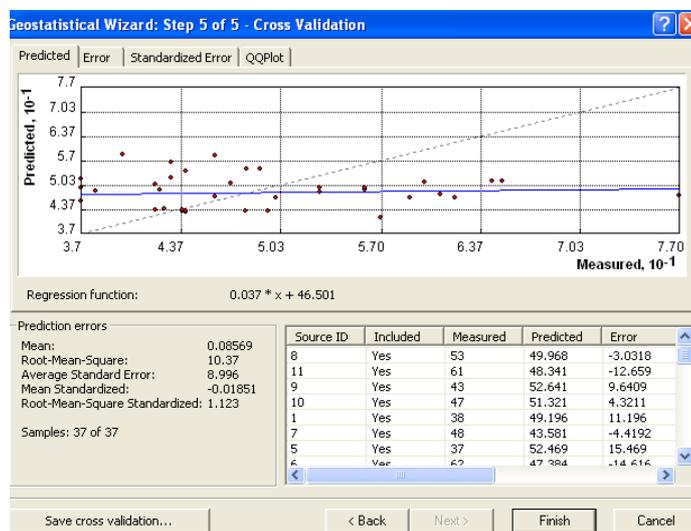


Figura 280. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura mayor de 36.9°C en los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

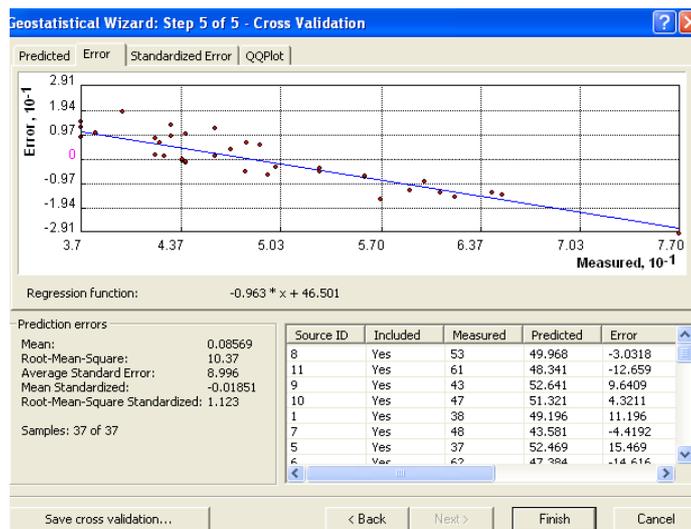


Figura 281. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura mayor de 36.9°C en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva de errores.

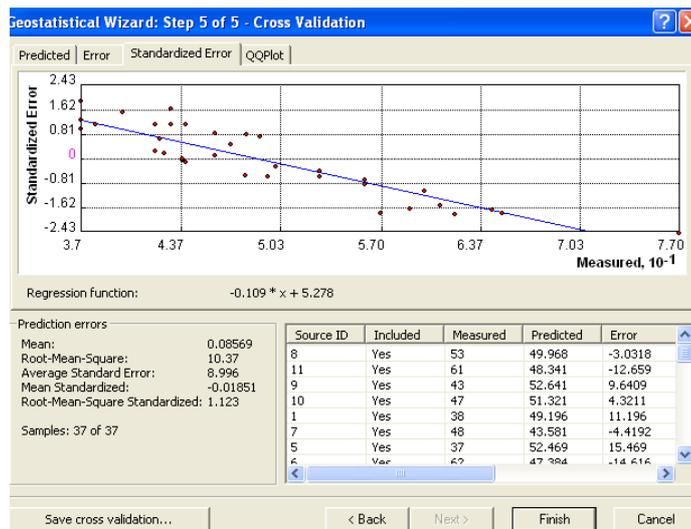


Figura 282. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura mayor de 36.9°C en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva de errores estandarizados.

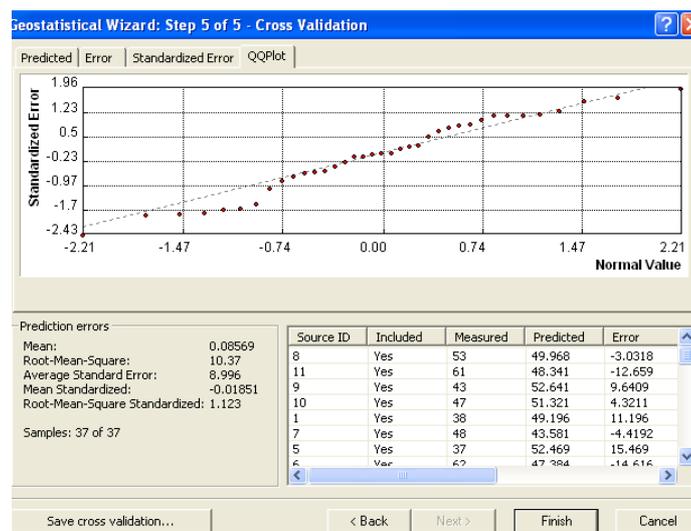


Figura 283. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura mayor de 36.9°C en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva cuantil-cuantil normal.

Tras la aplicación del procedimiento kriging descrito en el epígrafe 6.2.1. Introducción se obtienen mapas de predicción de valores de temperatura mayor de 36.7°C en aquellos puntos en los que no se dispone de información. Se trata de mapas de isotermapas.

En la Figura 284 se muestra el mapa de temperaturas mayores de 36.9°C mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se ha realizado la siguiente división de la temperatura de las aguas de los alumbramientos de Galicia: los puntos de color azul oscuro representan los alumbramientos con temperatura 37.0 °C. Los puntos de color azul claro representan los alumbramientos con temperatura entre 37.1 – 45.0 °C. Los puntos de color verde representan los alumbramientos con temperatura entre 45.1 – 50.0 °C. Los puntos de color amarillo representan los alumbramientos con temperatura entre 50.1 – 55.0 °C. Los puntos de color rojo representan los alumbramientos con temperatura entre 55.1 – 77.0 mg/l.

Se observa que las mayores temperaturas en las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia se encuentran localizados fundamentalmente en la mitad sur. Los alumbramientos con mayor temperatura se encuentran en el balneario de Loureda (en la mitad norte) y de Cuntis, A Toxa, Da Chavasqueira, de Ourense – Cidade, Caldelas de Tui y de Lobios (en la mitad sur). Presentan temperaturas entre 55.01 – 77.00 °C. En el epígrafe 6.5.4. Discusión se muestran los resultados de evolución de la temperatura mayor de 36.9°C.

Los siguientes alumbramientos con mayor temperatura (entre 37.0 – 55.0 °C) pertenecen a los balnearios de Ateixo y de Lugo (en la mitad norte) y de Cuntis, Acuña, Dávila, A Toxa, Caldelas de Tui, de Cortegada, de Chavasqueira, de Outeiro, de Molgas, das Burgas, de Carballiño, Caldas de Partovía, de Laias y de Bande.

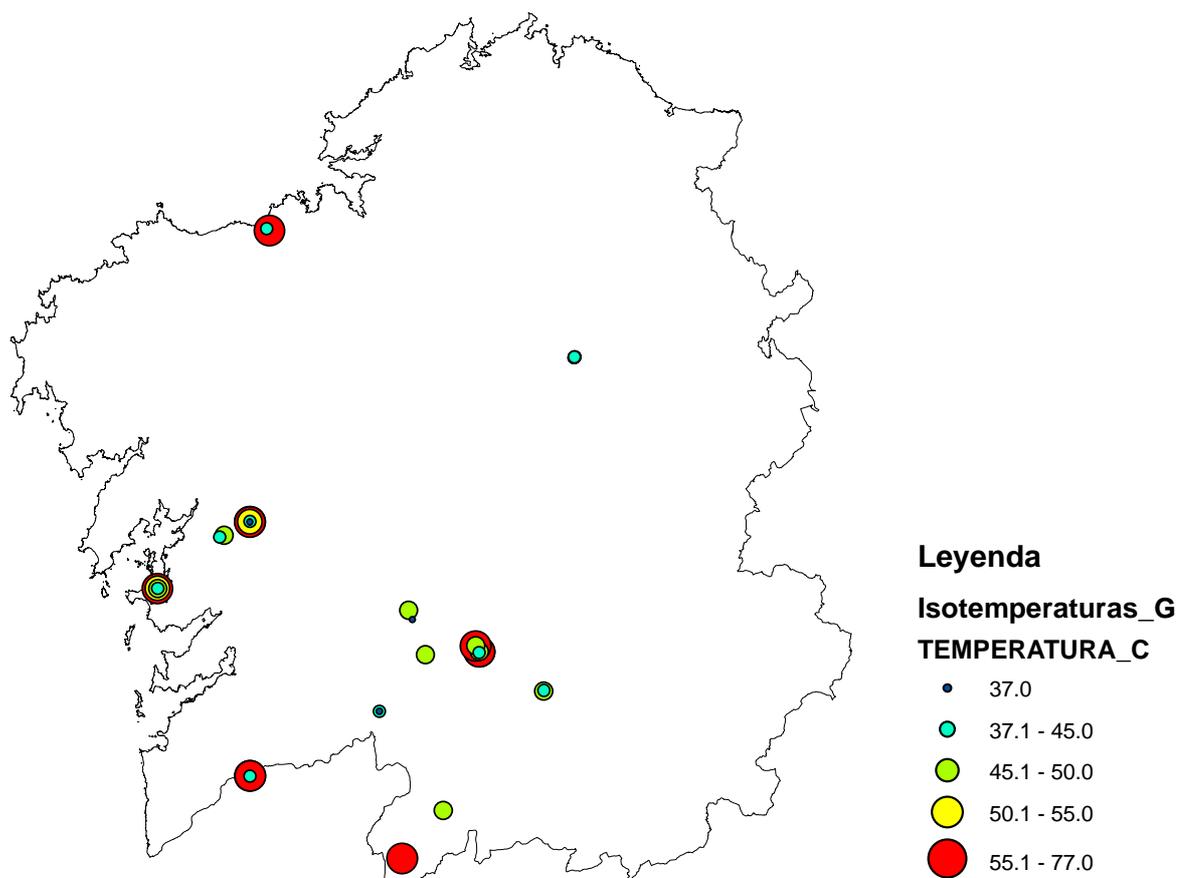


Figura 284. Mapa de la temperatura mayor de 36.9°C mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Los puntos azul oscuro representan los alumbramientos con menor temperatura (37°C). Los puntos de color rojo representan los alumbramientos con mayor temperatura (entre 55.1 – 77.0°C).

En la Figura 285 se muestra el mapa de temperatura mayor de 36.9°C mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia y el mapa geológico de la Comunidad Autónoma.

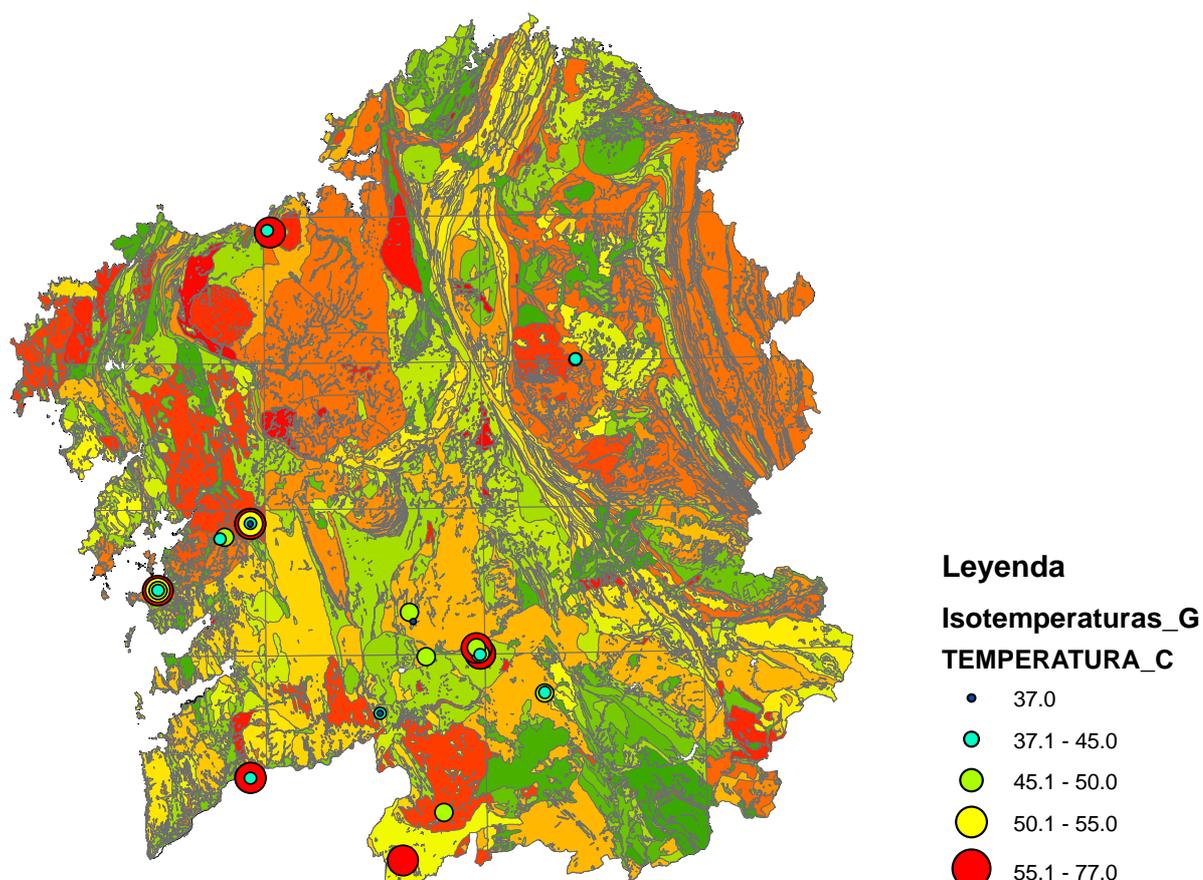


Figura 285. Mapa de la temperatura mayor de 36.9°C mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia y la geología de la Comunidad Autónoma.

En la Figura 286 se muestra el mapa de predicción de temperaturas mayor de 36.9°C después de aplicar kriging. Se muestran los valores de las isolíneas y los valores de temperatura mayor de 36.9°C en los alumbramientos en los que se dispone de dato. Asimismo se muestran los resultados a través de un código de tonalidades de color en la que los tonos claros representan las menores temperaturas (°C) y los tonos oscuros las mayores temperaturas (ver leyenda).

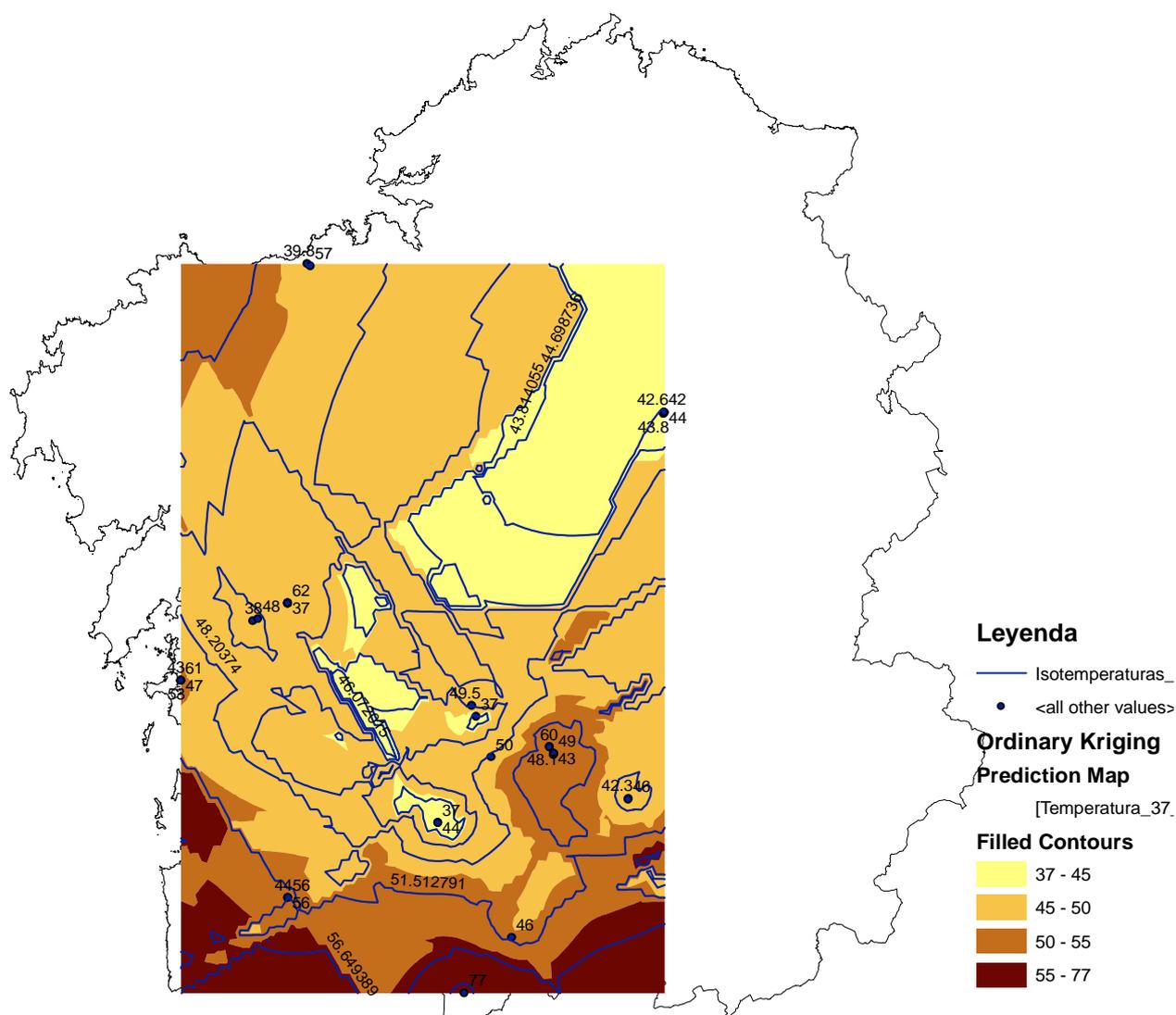


Figura 286. Mapa de temperaturas mayores de 36.9°C de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.

En la Figura 287 se muestra el mapa de predicción de temperaturas mayores de 36.9°C simplificado después de aplicar kriging. Se muestran los valores de temperatura mayor de 36.9°C en los alumbramientos en los que se dispone de dato. Asimismo se muestran los resultados a través de un código de tonalidades de color en la que los tonos claros representan las temperaturas más bajas y los tonos oscuros las temperaturas más altas (ver leyenda).

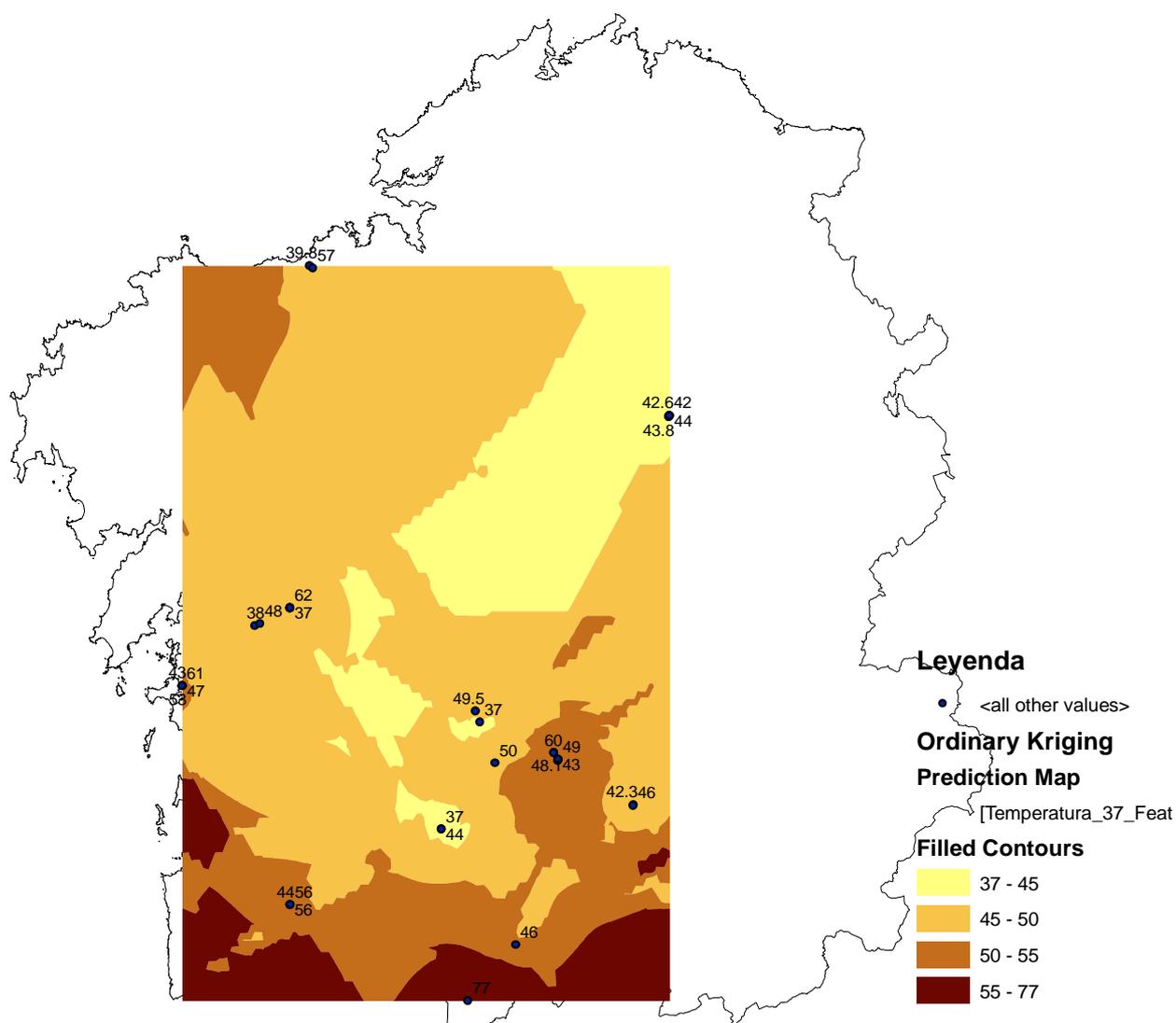


Figura 287. Mapa de temperaturas mayores de 36.9°C de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.

Se observa que las temperaturas (°C) más altas se localizan en varias zonas: al noroeste y sobre todo al sur de Galicia. No se observa una graduación de unas zonas hacia otras.

En la Figuras 288 se muestra el mapa de temperatura mayores de 36.9°C con los valores de las isóneas predichos y los puntos en los que se dispone de dato.

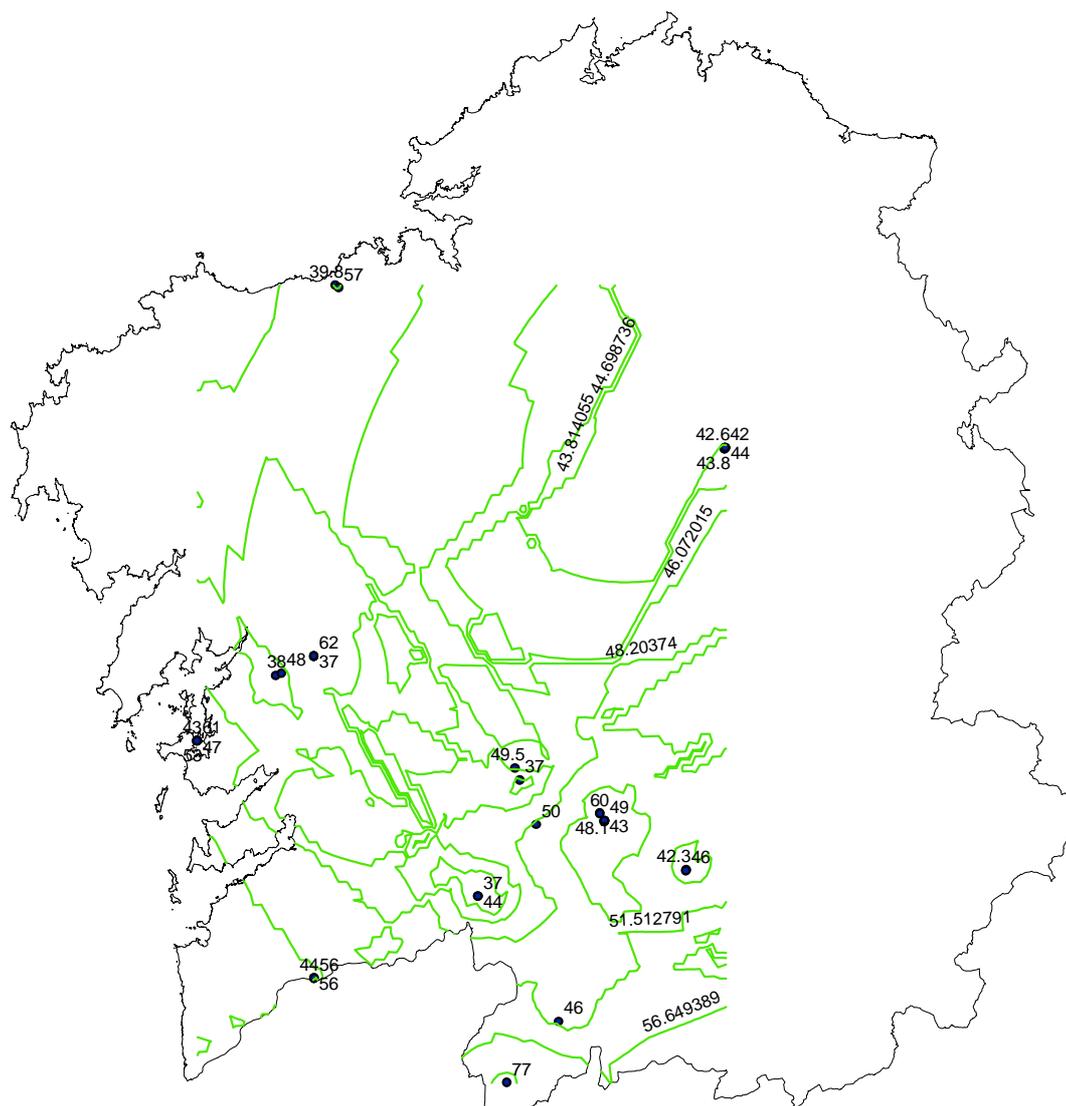


Figura 288. Mapa de predicción de temperaturas mayores de 36.9°C de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

En la Figura 289 se muestra el mapa de contorno de predicción de temperaturas mayores de 36.9°C después de aplicar kriging. Se muestran los valores de temperatura mayores de 36.9°C en los alumbramientos en los que se dispone de dato. Asimismo se muestran los resultados a través de un código de colores entre 42.4 °C (color verde) y más de 64.6 °C (color rojo).

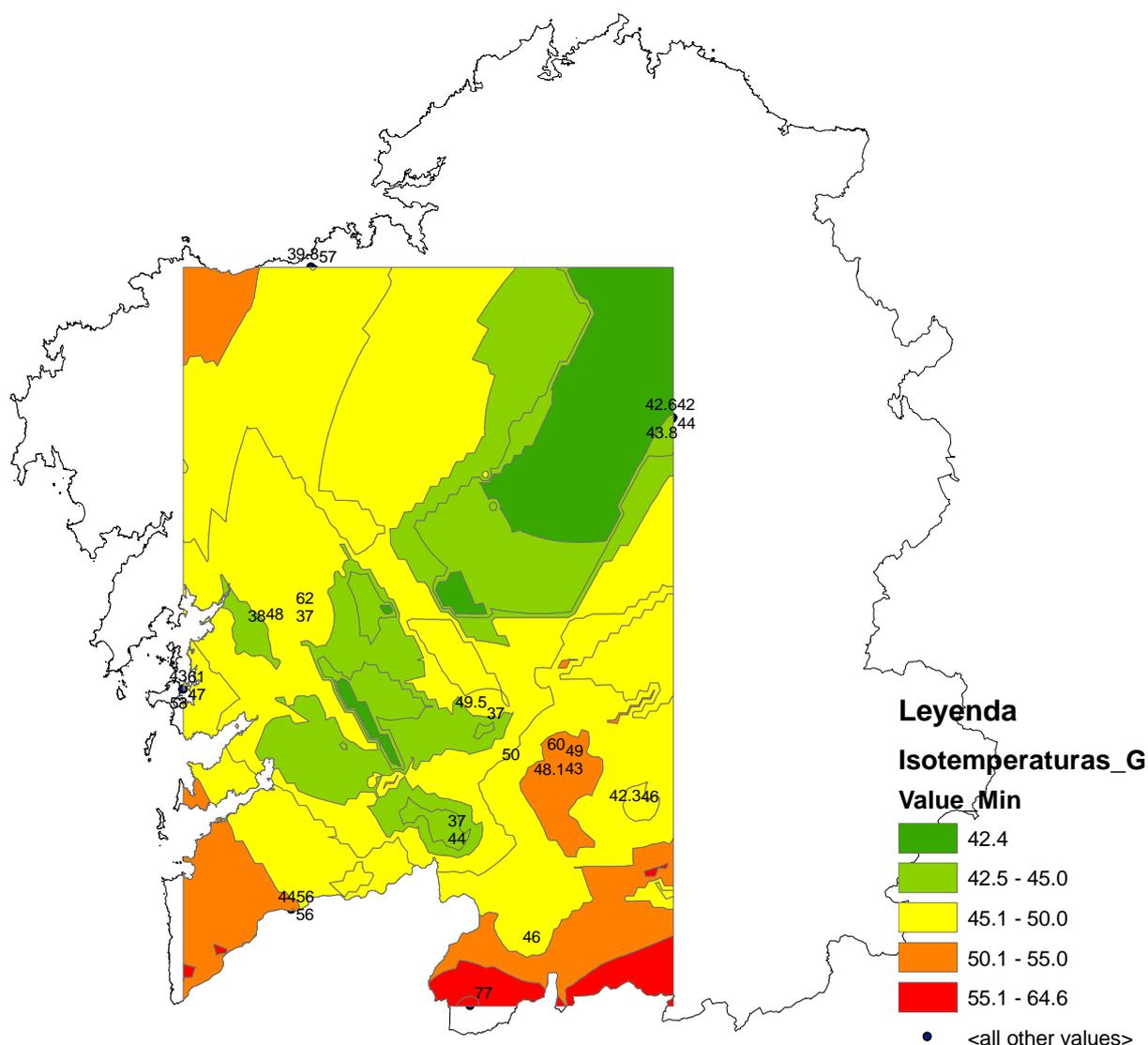


Figura 289. Mapa de predicción de temperaturas mayores de 36.9°C (contorno) de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

6.5.4 Discusión

Las temperaturas mayores se encuentran localizadas fundamentalmente en la mitad sur. Los alumbramientos con mayor temperatura se encuentran en el balneario de Loureda (en la mitad norte) y de Cuntis, A Toxa, Da Chavasqueira, de Ourense – Cidade, Caldelas de Tui y de Lobios (en la mitad sur). Presentan temperaturas entre 55.01 – 77.00 °C. En el epígrafe 6.5. RELACIÓN ENTRE LA TEMPERATURA Y LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS AGUAS DE LOS BALNEARIOS DE GALICIA. HIDROTERMALISMO se analiza la relación entre el termalismo, los alumbramientos, la geología y las zonas de falla.. A partir de la información disponible se observa:

- (1) no hay alumbramientos con temperatura mayor de 36.9°C y composición bicarbonato sódico ni bicarbonato sódico carbogaseosa.
- (2) los alumbramientos con temperatura mayor de 36.9°C tienen composición sulfurada.
- (3) los alumbramientos con temperatura mayor de 36.9°C y composición clorurado sódica son aguas mezcla entre las aguas profundas y las aguas superficiales. Es previsible que en su origen en profundidad tengan composición sulfurada.
- (4) El 43.2% de los alumbramientos con temperatura mayor de 36.9°C son de tipo manantial, el 24.3% son de tipo pozo y el 16.2% son de tipo pozo surgente.
- (5) Las aguas con temperatura mayor de 36.9°C proceden de zonas profundas y han circulado por materiales ígneos y metamórficos.
- (6) El 31% de los alumbramientos que tienen una temperatura mayor de 36.9°C se ubican sobre materiales metamórficos. El 36% sobre materiales ígneos. El 30% sobre materiales sedimentarios o terrazas. Hay 1 alumbramiento (del balneario Das Burgas) del que no se dispone de información geológica.

6.6. RELACIÓN ENTRE LA FÁCIES HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS EN LOS ALUMBRAMIENTOS DE LOS BALNEARIOS DE GALICIA Y LA GEOLOGÍA. APROXIMACIÓN AL ESTABLECIMIENTO DE LOS DOMINIOS HIDROMINERALES DE GALICIA A PARTIR DE LAS FACIES HIDROQUÍMICAS

6.6.1 Introducción

El estudio de la relación entre facies hidroquímicas y la geología se aborda mediante la utilización de métodos geoestadísticos y análisis vectorial de la información de la base de datos georreferenciada “Balnearios”.

Se entiende por dominio hidromineral los conjuntos de formaciones geológicas relacionadas entre sí geográfica y estratigráficamente, que engloban materiales cuya litología y estructura permite el almacenamiento y circulación de aguas subterráneas con características físico-químicas similares entre sí de forma que, en cada uno de dichos dominios, predominan determinadas facies hidrogeoquímicas (Corral et al, 2007).

En general, Galicia se encuentra ubicada en el denominado Dominio Hercínico. Este dominio ocupa la mayor parte de la mitad occidental de la Península Ibérica. Toda Galicia, la zona occidental de la cuenca del Duero –Zamora y Salamanca–, Extremadura, el Sistema Central, Montes de Toledo, Sierra Morena y la provincia de Huelva constituyen el ámbito geográfico de este extenso dominio.

Está constituido por una gran variedad de materiales geológicos, pertenecientes al Paleozoico metamorfozados por la orogenia hercínica o masas de rocas ígneas, fundamentalmente granitoides. Las aguas minerales presentes en estos materiales circulan y están contenidas en el sistema de fracturas y fisuras, algunas de gran profundidad, que los caracteriza (Ferrero, 2003).

La facies hidroquímica más común es la bicarbonatada sódica, último estadio de evolución química del agua de las precipitaciones en su circulación por los materiales silicatados y carbonatados que caracterizan las formaciones metamórficas e ígneas. También se presentan con relativa abundancia aguas bicarbonatadas magnésicas y aguas cloruradas sódicas.

Esta unidad hidromineral presenta un elevado número de anomalías de indicadores de circulación profunda: temperatura, flúor, sílice, hierro, manganeso, arsénico y sulfuros.

Teniendo en cuenta los criterios de uniformidad litoestratigráfica e hidrogeoquímica se han delimitado en Galicia un total de 3 dominios hidrominerales mediante la aplicación de un procedimiento de kriging preliminar. Los dominios preliminares definidos tienen diferente dimensión, origen geológico y características hidroquímicas.

6.6.2 Relación entre la facies hidroquímica de las aguas en los alumbramientos de los balnearios de Galicia y la geología

Para realizar este análisis se dispone de los datos de facies hidroquímica en los 128 alumbramientos que forman parte de los 42 balnearios. De los 128 alumbramientos tan sólo se dispone de información de este parámetro en 72 alumbramientos. En la Tabla 154 se muestra los alumbramientos de los que se dispone de dato de facies hidroquímica en la que además se muestran las coordenadas, los nombres y la facies hidroquímica reclasificada de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

Originalmente las aguas de los balnearios de Galicia se han clasificado en 15 grupos diferentes de facies según el tipo principal y los iones secundarios mayoritarios (ver Tabla 6). Para simplificar el análisis se han simplificado los 15 grupos en 5 grupos (ver Tabla 7).

La facies más ampliamente representada es la bicarbonatada que en general presenta 2 variantes: (1) acompañada de los iones cloruro y sodio y (2) acompañada de ion sodio. En total el 42.97% de las aguas de los alumbramientos de balnearios de Galicia de los que se dispone de este dato pertenecen a la facies bicarbonatada. La siguiente facies más representada es la clorurada sódica con 11.72% de las aguas seguida de la carbonatada y sulfatada con un 0.78%. Asimismo hay un 43.75% de alumbramientos de los que no se dispone de este dato.

Con independencia de la facies hidroquímica representativa del contenido en iones mayoritarios, las aguas minerales y termales presentan algunas características o elementos en su composición que reflejan una circulación profunda, estos son los indicadores de circulación profunda. Cuando el valor de estas características o contenido en elementos sobrepasan los valores medios del conjunto de las aguas minerales se puede afirmar que se tratan de aguas singulares.

Las características o elementos de este tipo más habituales en las aguas minerales y termales son: (1) la temperatura, (2) el contenido en flúor, (3) sílice, (4) litio, (5) hierro, (6) manganeso, (7) arsénico y (8) sulfuros. Existen otros muchos elementos minoritarios, pero este grupo es el más comúnmente admitido como integrante de la caracterización de aguas minerales (Meijide et al, 2009). En el epígrafe 6.5. RELACIÓN ENTRE LA TEMPERATURA Y LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS AGUAS DE LOS BALNEARIOS DE GALICIA. HIDROTERMALISMO se ha tratado ampliamente el termalismo de los alumbramientos. Asimismo se han analizado exhaustivamente alguno de los parámetros singulares como el sulfuro. No se puede realizar un estudio paralelo con el resto de iones ya que no se dispone de datos suficientes para que los resultados geoestadísticos obtenidos sean lo suficientemente significativos como para extraer conclusiones.

En las Figuras 290 a 295 se muestra la ubicación de los diferentes alumbramientos según el tipo de facies hidroquímica que presentan sus aguas. En las Tablas 155 a 160 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia según los diferentes grupos de facies hidroquímicas que presentan sus aguas.

Tabla 154. Alumbramientos de Galicia que disponen de datos de facies hidroquímica. Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento, facies hidroquímica reclasificada y facies hidroquímica a la que pertenecen.

ObjectID	X	Y	NOMBRE_CAPTACION	FACIES_HIDROQUIM_RECLASIF	FACIES_HIDROQUIM
1	529400	4716900	Fuente de los Ojos	Cl-Na	Cl(F) - Na(B)
2	528244	4716624	Pozo Bomba o Acuña	Cl-Na	Cl(F) - Na(B)
3	529315	4716752	Pozo de Acuña	No hay info	No hay info
4	535867	4720486	Fuego de Dios ó Fuente de la Plaza	No hay info	No hay info
5	535866	4720495	Carrera del Conde	No hay info	No hay info
6	535873	4720527	Calle Real	HCO3-Cl-Na	HCO3 - Cl (F,S) - Na(B)
7	535865	4720501	Jardín	No hay info	No hay info
8	535896	4720685	Fontiña del Castro	No hay info	No hay info
9	535888	4720654	Castro Frío	No hay info	No hay info
10	535916	4720653	Castro Templado	No hay info	No hay info
11	535885	4720654	Castro Caliente	No hay info	No hay info
12	535869	4720583	Huerta	HCO3-Cl-Na	HCO3 - Cl (F,S) - Na(B)
13	535812	4720572	Crucero	No hay info	No hay info
14	535859	4720483	Formiño Viejo	No hay info	No hay info
15	535862	4720484	Formiño Nuevo	No hay info	No hay info
16	535834	4720477	Era Vieja	No hay info	No hay info
17	535833	4720471	Era Nueva	CO3-Cl-Na	CO3 - Cl (F,S) - Na(B)
18	535829	4720473	Fontiña del Barreño	No hay info	No hay info
19	535838	4720449	Huerto del Cura	No hay info	No hay info
20	535856	4720425	Fuente del Prado	No hay info	No hay info
21	535739	4720135	Ferreira	No hay info	No hay info
22	535842	4720560	San Marcial y San Enrique	HCO3-Cl-Na	HCO3 - Cl (F,S) - Na(B)
23	529375	4717100	Fuente de las Burgas	Cl-Na	Cl(F) - Na(B)
24	512628	4703648	La Fábrica o pozo nº 1	Cl-Na	Cl - Na(B)
25	512637	4703626	Caliente lateral o pozo nº 2	Cl-Na	Cl - Na(B)
26	512663	4703625	Capilla o pozo nº 3	Cl-Na	Cl - Na(B)
27	512675	4703601	El Mar o pozo nº 4	Cl-Na	Cl - Na(B)
28	512651	4703615	Huerta Fría o pozo nº 5	Cl-Na	Cl - Na(B)
29	512641	4703603	Huerta Caliente o pozo nº 6	Cl-Na	Cl - Na(B)
30	512421	4703814	Finca o pozo nº 7	No hay info	No hay info
31	561300	4734750	Fonte dos Baños	HCO3-Na	HCO3(F,S) - Na(B)
32	561431	4734600	Pozo Patio	SO4-HCO3-Na	SO4 - HCO3 - Na
33	561425	4734603	Sondeo nº 5	HCO3-Na	HCO3(F,S) - Na(B)
34	543403	4675252	Troncoso	HCO3-Na	HCO3 - Na(B)
35	544233	4675288	Gándara	HCO3-Na	HCO3 - Na
36	544715	4675997	Sabaxáns	HCO3-Na	HCO3(S) - Na
37	544187	4675405	Mondariz nº 2	No hay info	No hay info
38	544186	4675412	Mondariz nº 3	No hay info	No hay info
39	544194	4675390	Mondariz nº 1	No hay info	No hay info
40	544008	4675955	Fuente del Val nº 1	No hay info	No hay info

ObjectID	X	Y	NOMBRE_CAPTACION	FACIES_HIDROQUIM_RECLASIF	FACIES_HIDROQUIM
41	544747	4675309	Fuente del Val nº 2	No hay info	No hay info
42	544749	4675367	Fuente del Val	No hay info	No hay info
43	544664	4675232	V-4	No hay info	No hay info
44	544067	4675172	M-5	No hay info	No hay info
45	544220	4675193	Mondariz nº 4	No hay info	No hay info
46	535850	4656050	María Cruz nº 751	Cl-Na	Cl(F,S) - Na(B)
47	535873	4656114	Pozo San Antonio	Cl-Na	Cl(F,S) - Na(B)
48	535894	4656135	Pozo San Francisco	Cl-Na	Cl(F,S) - Na(B)
49	569546	4678922	Pozo A Veiga 1, PO-1B ó nº 46	HCO3-Na	HCO3(F,S) - Na
50	569958	4678736	Pozo A Veiga 1, P-4 ó nº 47	HCO3-Na	HCO3(F,S) - Na
51	579900	4686800	Laias nº 38	HCO3-Na	HCO3(F,S) - Na
52	574076	4635225	Río Clado nº 60 ó Río Caldo	HCO3-Na	HCO3(F) - Na
53	609695	4677809	Fuente Caliente nº 64	HCO3-Na	HCO3 - Na
54	609600	4677583	A Burga nº 69	No hay info	No hay info
55	590025	4781200	Fuente de San Juan de Lagostelle	HCO3-Na	HCO3(S) - Na
56	591153	4780849	Pozo de los Pobres o del Pinar o S-1	HCO3-Na	HCO3 - Na
57	590865	4781176	Pozo Cogeneración o S-2	No hay info	No hay info
58	590688	4780940	Pozo Campo de Golf o S-3	No hay info	No hay info
59	617450	4762200	Manantial Central Romano	HCO3-Na	HCO3(F,S) - Na(B)
60	617368	4762252	Manantial Piscina	HCO3-Na	HCO3(F,S) - Na(B)
61	617278	4762014	Manantial Patio	No hay info	No hay info
62	617241	4762021	Manantial Lecho Río	No hay info	No hay info
63	617354	4762270	Lugo Pozo nº 2	HCO3-Na	HCO3(F,S) - Na(B)
64	617366	4762260	Lugo Pozo nº 3	HCO3-Na	HCO3(F,S) - Na(B)
65	617432	4762207	Lugo Pozo nº 4	HCO3-Na	HCO3(F,S) - Na(B)
66	588165	4747138	Nai de Deus	HCO3-Na	HCO3(F) - Na
67	540024	4794823	Agua Caliente	Cl-Na	Cl(F) - Na(B)
68	540020	4794835	Agua Templada	Cl-Na	Cl(F) - Na(B)
69	540035	4794815	Agua Fresca	No hay info	No hay info
70	540028	4794821	Agua Bicarbonatada o Fuente de Beber	No hay info	No hay info
71	540130	4794830	Agua Ferruginosa	No hay info	No hay info
72	525250	4784825	Virgen de la Estrella	HCO3-Na	HCO3(F,S) - Na(B)
73	525203	4784909	Fuente	No hay info	No hay info
74	527650	4744950	Ntra. Sra. De los Ángeles o Burga de O Tremo	HCO3-Na	HCO3(F,S) - Na(B)
75	527609	4745012	Sondeo S-1	No hay info	No hay info
76	540760	4794308	Loureda	Cl-Na	Cl(F) - Na
77	614767	4707766	Os Baños - Aguas Santas	HCO3-Na	HCO3(F) - Na
78	614687	4707637	Captación A	HCO3-Na	HCO3(F) - Na
79	614698	4707689	Captación B	HCO3-Na	HCO3(F) - Na
80	614661	4707811	Captación C	HCO3-Na	HCO3(F) - Na

ObjectID	X	Y	NOMBRE_CAPTACION	FACIES_HIDROQUIM_RECLASIF	FACIES_HIDROQUIM
81	647923	4724569	Valmaior	No hay info	No hay info
82	576657	4695727	Fuente de Prado nº 5	HCO3-Na	HCO3 - Na
83	576637	4695751	Fuente del Interior nº 6	HCO3-Na	HCO3 - Na
84	576647	4695762	Fuente de los Baños nº 7	HCO3-Na	HCO3 - Na
85	630417	4692600	Castro Candelas	HCO3-Na	HCO3 - Na
86	631400	4691160	Fonte Piñeira	No hay info	No hay info
87	570904	4688655	Alumbramiento Principal Berán nº 31	HCO3-Na	HCO3(F,S) - Na(B)
88	575725	4698300	Balneario de Carballiño	HCO3-Na	HCO3 - Na
89	593391	4687398	Baños de Outeiro nº 73	HCO3-Na	HCO3(F) - Na(B)
90	604360	4674225	Fuente del Bañiño nº 30	HCO3-Na	HCO3(F) - Na(B)
91	593492	4687560	Burqa de Arriba nº 75-1	HCO3-Na	HCO3(F) - Na(B)
92	593462	4687548	Burqa de Abaixo nº 75-2	HCO3-Na	HCO3(F) - Na(B)
93	593445	4687536	Fervedoiro nº 75-3	No hay info	No hay info
94	591972	4689487	O Tinteiro nº 81	No hay info	No hay info
95	589752	4689378	Muiño - Eirasvedras nº 82	No hay info	No hay info
96	589116	4688911	Outariz 1 e 2 nº 83	No hay info	No hay info
97	589196	4688953	Outariz nº 77-1, 77-2, 77-3, 77-4 e 77-5	No hay info	No hay info
98	592541	4689129	Caldas do Bispo o Fonte Chavasqueira nº 70	HCO3-Na	HCO3(F) - Na
99	592537	4689043	Chavasqueira - Templeta	HCO3-Na	HCO3(F) - Na
100	575601	4698085	Xardín do Carballiño nº 71	No hay info	No hay info
101	575701	4698132	Xardín do Carballiño nº 72	HCO3-Na	HCO3 - Na
102	541328	4692967	Pozo Santa Sofía	HCO3-Na	HCO3(F) - Na
103	541141	4692742	A Veiga 2, P-4 o nº 47	HCO3-Na	HCO3(F,S) - Na
104	548183	4750115	Fonte Santa	HCO3-Na	HCO3 - Na
105	539436	4738100	Eo dos Menecos	HCO3-CI-Na	HCO3 - CI - Na
106	630279	4644382	Manantial Principal	HCO3-Na	HCO3(F) - Na(B)
107	630291	4644341	Agua de Fontenova nº 2	HCO3-Na	HCO3(F) - Na(B)
108	630876	4642967	Agua de Cabreiroá sin gas nº 1	HCO3-Na	HCO3 - Na
109	630876	4643092	Agua de Cabreiroá con gas nº 2	HCO3-Na	HCO3(F) - Na(B)
110	584386	4647429	San Xoan de Baños o Baño nº 67	HCO3-Na	HCO3(F) - Na(B)
111	568364	4672507	Fonte dos Ollos nº 6	No hay info	No hay info
112	568289	4672714	Campo 2 nº 1	No hay info	No hay info
113	568359	4672515	Dientes nº 5	No hay info	No hay info
114	568359	4672502	Monte nº 7	No hay info	No hay info
115	568287	4672670	Piedra 2 nº 2	No hay info	No hay info
116	568356	4672518	Pozo Novo nº 3	No hay info	No hay info
117	604257	4672798	Porteiro nº 76	HCO3-Na	HCO3(F) - Na(B)
118	604279	4672771	O Porteiro	No hay info	No hay info
119	630940	4644462	Sousas Manantial I o Tradicional	HCO3-Na	HCO3(F) - Na(B)
120	632471	4643790	Sousas Manantial II	HCO3-Na	HCO3(F) - Na(B)
121	632347	4644261	Sousas II Sondeo 1	No hay info	No hay info
122	632405	4644283	Sousas II Sondeo 2	No hay info	No hay info
123	632393	4644332	Sousas II Sondeo 3	No hay info	No hay info
124	632476	4644301	Sousas II Sondeo 4	No hay info	No hay info
125	598230	4671259	O Ferradal nº 62	HCO3-Na	HCO3 - Na
126	598680	4672036	Santán nº 63	HCO3-Na	HCO3 - Na
127	603427	4685706	As Means nº 79	HCO3-Na	HCO3 - Na
128	593493	4687651	Xardín das Burgas	No hay info	No hay info

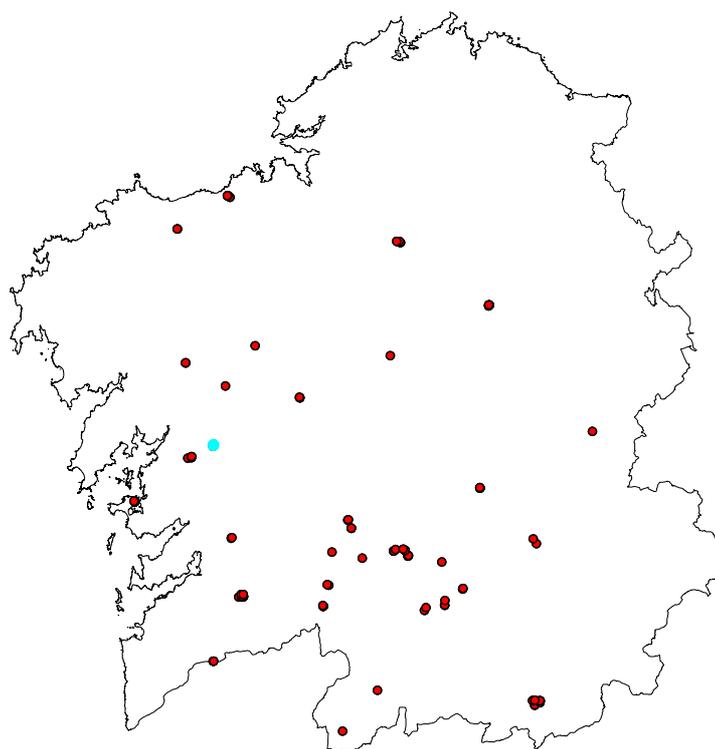


Figura 290. Ubicación de los alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica de tipo $\text{CO}_3^{2-} - \text{Cl}^- - \text{Na}^+$.

Tabla 155. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica de tipo $\text{CO}_3^{2-} - \text{Cl}^- - \text{Na}^+$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, facies hidroquímica reclasificada y facies hidroquímica.

ObjectID	X	Y	NOMBRE_CAPTACION	FACIES_HIDROQUIM_RECLASIF	FACIES_HIDROQUIM
17	535833	4720471	Era Nueva	CO3-Cl-Na	CO3 - Cl (F,S) - Na(B)

Se observa que este alumbramiento presenta como iones minoritarios característicos el flúor, azufre y boro.

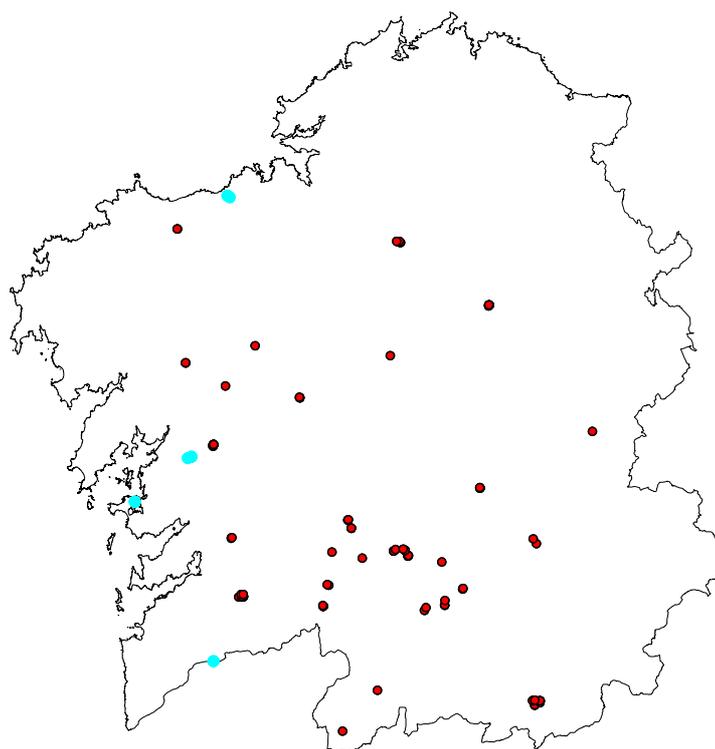


Figura 291. Ubicación de los alumbraamientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica de tipo $\text{Cl}^- - \text{Na}^+$.

Tabla 156. Alumbraamientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica de tipo $\text{Cl}^- - \text{Na}^+$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbraamientos, facies hidroquímica reclasificada y facies hidroquímica.

ObjectID	X	Y	NOMBRE_CAPTACION	FACIES_HIDROQUIM_RECLASIF	FACIES_HIDROQUIM
1	529400	4716900	Fuente de los Ojos	Cl-Na	Cl(F) - Na(B)
2	528244	4716624	Pozo Bomba o Acuña	Cl-Na	Cl(F) - Na(B)
23	529375	4717100	Fuente de las Burgas	Cl-Na	Cl(F) - Na(B)
24	512628	4703648	La Fábrica o pozo nº 1	Cl-Na	Cl - Na(B)
25	512637	4703626	Caliente lateral o pozo nº 2	Cl-Na	Cl - Na(B)
26	512663	4703625	Capilla o pozo nº 3	Cl-Na	Cl - Na(B)
27	512675	4703601	El Mar o pozo nº 4	Cl-Na	Cl - Na(B)
28	512651	4703615	Huerta Fría o pozo nº 5	Cl-Na	Cl - Na(B)
29	512641	4703603	Huerta Caliente o pozo nº 6	Cl-Na	Cl - Na(B)
46	535850	4656050	María Cruz nº 751	Cl-Na	Cl(F,S) - Na(B)
47	535873	4656114	Pozo San Antonio	Cl-Na	Cl(F,S) - Na(B)
48	535894	4656135	Pozo San Francisco	Cl-Na	Cl(F,S) - Na(B)
67	540024	4794823	Agua Caliente	Cl-Na	Cl(F) - Na(B)
68	540020	4794835	Agua Templada	Cl-Na	Cl(F) - Na(B)
76	540760	4794308	Loureda	Cl-Na	Cl(F) - Na

Se observa que presentan como iones minoritarios característicos el flúor, azufre y boro según el alumbramiento. Como se analizó en el epígrafe 6.3.4. Mapas de isoconcentración de ion cloruro (mg/l) de las aguas de los balnearios de Galicia, se trata de balnearios cerca de la costa constituidos por mezcla de aguas profundas y agua de mar.

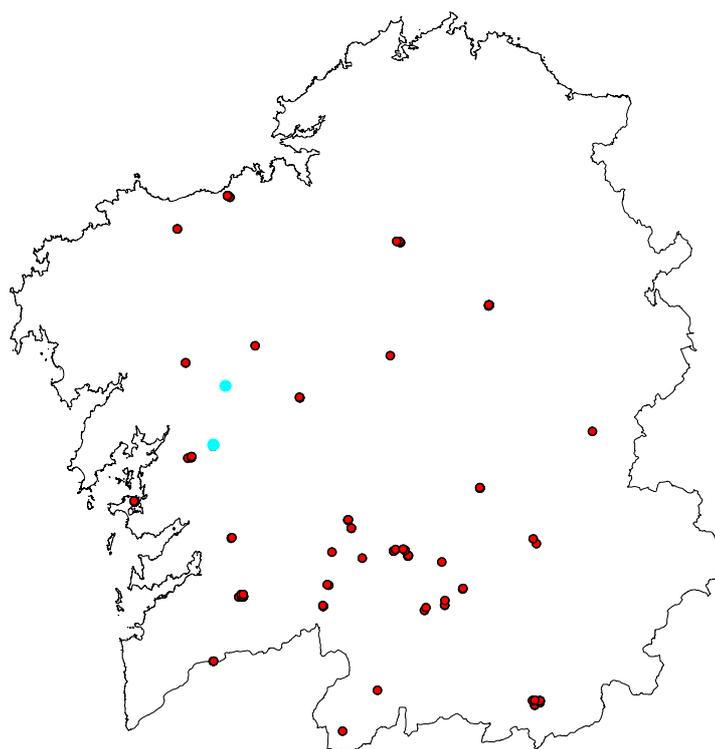


Figura 292. Ubicación de los alumbraamientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica de tipo $\text{HCO}_3^- - \text{Cl}^- - \text{Na}^+$.

Tabla 157. Alumbraamientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica de tipo $\text{HCO}_3^- - \text{Cl}^- - \text{Na}^+$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbraamientos, facies hidroquímica reclasificada y facies hidroquímica.

ObjectID	X	Y	NOMBRE_CAPTACION	FACIES_HIDROQUIM_RECLASIF	FACIES_HIDROQUIM
6	535873	4720527	Calle Real	HCO3-Cl-Na	HCO3 - Cl (F,S) - Na(B)
12	535869	4720583	Huerta	HCO3-Cl-Na	HCO3 - Cl (F,S) - Na(B)
22	535842	4720560	San Marcial y San Enrique	HCO3-Cl-Na	HCO3 - Cl (F,S) - Na(B)
105	539436	4738100	Eo dos Menecos	HCO3-Cl-Na	HCO3 - Cl - Na

Se observa que presentan como iones minoritarios característicos el flúor, azufre y boro según el alumbraamiento.

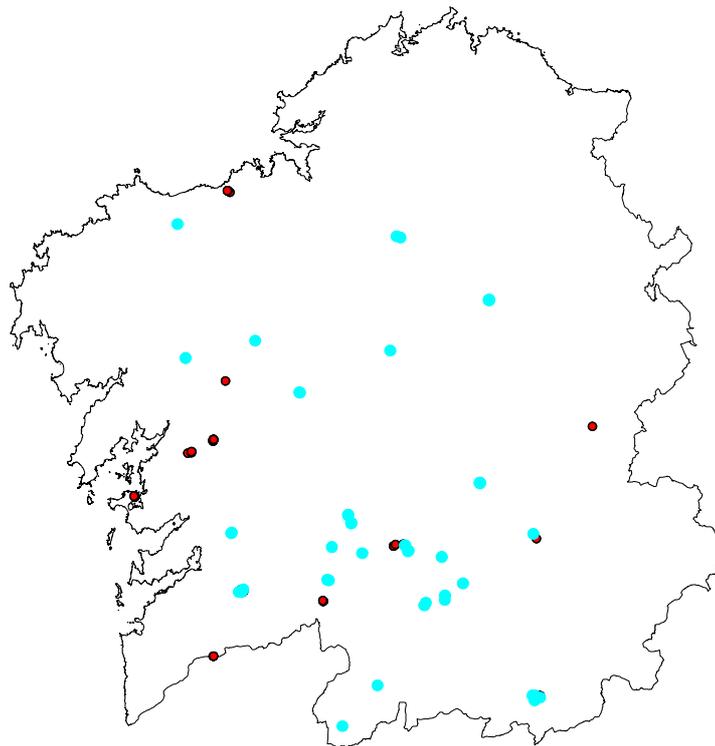


Figura 293. Ubicación de los alubramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica de tipo $\text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$.

Tabla 158. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica de tipo $\text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, facies hidroquímica reclasificada y facies hidroquímica.

ObjectID	X	Y	NOMBRE_CAPTACION	FACIES_HIDROQUIM_RECLASIF	FACIES_HIDROQUIM
31	561300	4734750	Fonte dos Baños	HCO3-Na	HCO3(F,S) - Na(B)
33	561425	4734603	Sondeo nº 5	HCO3-Na	HCO3(F,S) - Na(B)
34	543403	4675252	Troncoso	HCO3-Na	HCO3 - Na(B)
35	544233	4675288	Gándara	HCO3-Na	HCO3 - Na
36	544715	4675997	Sabaxáns	HCO3-Na	HCO3(S) - Na
49	569546	4678922	Pozo A Veiga 1, PO-1B ó nº 46	HCO3-Na	HCO3(F,S) - Na
50	569958	4678736	Pozo A Veiga 1, P-4 ó nº 47	HCO3-Na	HCO3(F,S) - Na
51	579900	4686800	Laias nº 38	HCO3-Na	HCO3(F,S) - Na
52	574076	4635225	Río Clado nº 60 ó Río Caldo	HCO3-Na	HCO3(F) - Na
53	609695	4677809	Fuente Caliente nº 64	HCO3-Na	HCO3 - Na
55	590025	4781200	Fuente de San Juan de Lagostelle	HCO3-Na	HCO3(S) - Na
56	591153	4780849	Pozo de los Pobres o del Pinar o S-1	HCO3-Na	HCO3 - Na
59	617450	4762200	Manantial Central Romano	HCO3-Na	HCO3(F,S) - Na(B)
60	617368	4762252	Manantial Piscina	HCO3-Na	HCO3(F,S) - Na(B)
63	617354	4762270	Lugo Pozo nº 2	HCO3-Na	HCO3(F,S) - Na(B)
64	617366	4762260	Lugo Pozo nº 3	HCO3-Na	HCO3(F,S) - Na(B)
65	617432	4762207	Lugo Pozo nº 4	HCO3-Na	HCO3(F,S) - Na(B)
66	588165	4747138	Nai de Deus	HCO3-Na	HCO3(F) - Na
72	525250	4784825	Virgen de la Estrella	HCO3-Na	HCO3(F,S) - Na(B)
74	527650	4744950	Ntra. Sra. De los Ángeles o Burga de O Tremo	HCO3-Na	HCO3(F,S) - Na(B)
77	614767	4707766	Os Baños - Aguas Santas	HCO3-Na	HCO3(F) - Na
78	614687	4707637	Captación A	HCO3-Na	HCO3(F) - Na
79	614698	4707689	Captación B	HCO3-Na	HCO3(F) - Na
80	614661	4707811	Captación C	HCO3-Na	HCO3(F) - Na
82	576657	4695727	Fuente de Prado nº 5	HCO3-Na	HCO3 - Na
83	576637	4695751	Fuente del Interior nº 6	HCO3-Na	HCO3 - Na
84	576647	4695762	Fuente de los Baños nº 7	HCO3-Na	HCO3 - Na
85	630417	4692600	Castro Candelas	HCO3-Na	HCO3 - Na
87	570904	4688655	Alumbramiento Principal Berán nº 31	HCO3-Na	HCO3(F,S) - Na(B)
88	575725	4698300	Balneario de Carballiño	HCO3-Na	HCO3 - Na
89	593391	4687398	Baños de Outeiro nº 73	HCO3-Na	HCO3(F) - Na(B)
90	604360	4674225	Fuente del Bañiño nº 30	HCO3-Na	HCO3(F) - Na(B)
91	593492	4687560	Burga de Arriba nº 75-1	HCO3-Na	HCO3(F) - Na(B)
92	593462	4687548	Burga de Abaixo nº 75-2	HCO3-Na	HCO3(F) - Na(B)
98	592541	4689129	Caldas do Bispo o Fonte Chavasqueira nº 70	HCO3-Na	HCO3(F) - Na
99	592537	4689043	Chavasqueira - Templeta	HCO3-Na	HCO3(F) - Na
101	575701	4698132	Xardín do Carballiño nº 72	HCO3-Na	HCO3 - Na
102	541328	4692967	Pozo Santa Sofía	HCO3-Na	HCO3(F) - Na
103	541141	4692742	A Veiga 2, P-4 o nº 47	HCO3-Na	HCO3(F,S) - Na
104	548183	4750115	Fonte Santa	HCO3-Na	HCO3 - Na
106	630279	4644382	Manantial Principal	HCO3-Na	HCO3(F) - Na(B)
107	630291	4644341	Agua de Fontenova nº 2	HCO3-Na	HCO3(F) - Na(B)
108	630876	4642967	Agua de Cabreiroá sin gas nº 1	HCO3-Na	HCO3 - Na
109	630876	4643092	Agua de Cabreiroá con gas nº 2	HCO3-Na	HCO3(F) - Na(B)
110	584386	4647429	San Xoan de Baños o Baño nº 67	HCO3-Na	HCO3(F) - Na(B)
117	604257	4672798	Porteiro nº 76	HCO3-Na	HCO3(F) - Na(B)
119	630940	4644462	Sousas Manantial I o Tradicional	HCO3-Na	HCO3(F) - Na(B)
120	632471	4643790	Sousas Manantial II	HCO3-Na	HCO3(F) - Na(B)
125	598230	4671259	O Ferradal nº 62	HCO3-Na	HCO3 - Na
126	598680	4672036	Santán nº 63	HCO3-Na	HCO3 - Na
127	603427	4685706	As Means nº 79	HCO3-Na	HCO3 - Na

Se observa que presentan como iones minoritarios característicos el flúor, azufre y boro según el alumbramiento.

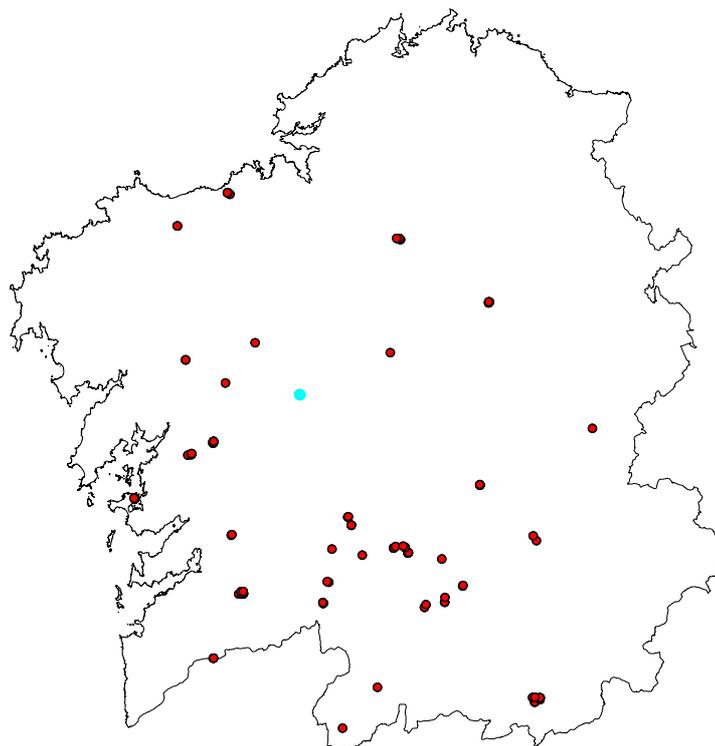


Figura 294. Ubicación de los alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica de tipo $\text{SO}_4^{2-} - \text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$.

Tabla 159. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica de tipo $\text{SO}_4^{2-} - \text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, facies hidroquímica reclasificada y facies hidroquímica.

ObjectID	X	Y	NOMBRE_CAPTACION	FACIES_HIDROQUIM_RECLASIF	FACIES_HIDROQUIM
32	561431	4734600	Pozo Patio	SO4-HCO3-Na	SO4 - HCO3 - Na

No presenta elementos minoritarios.

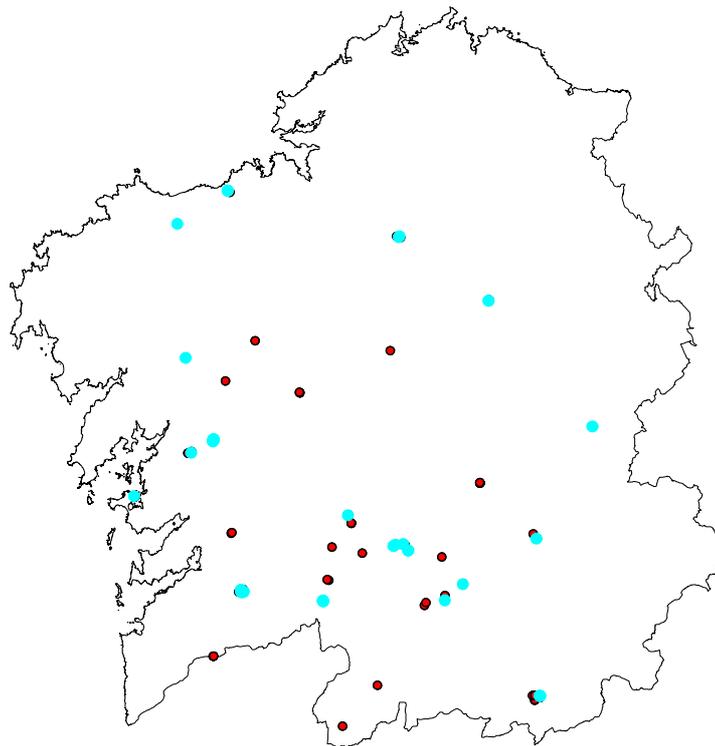


Figura 295. Ubicación de los alumbraamientos de los balnearios de Galicia que no presentan información sobre la facies hidroquímica.

Tabla 160. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que no presentan información sobre la facies hidroquímica. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, facies hidroquímica reclasificada y facies hidroquímica.

ObjectID	X	Y	NOMBRE_CAPTACION	FACIES_HIDROQUIM_RECLASIF	FACIES_HIDROQUIM
3	529315	4716752	Pozo de Acuña	No hay info	No hay info
4	535867	4720486	Fuego de Dios ó Fuente de la Plaza	No hay info	No hay info
5	535866	4720495	Carrera del Conde	No hay info	No hay info
7	535865	4720501	Jardín	No hay info	No hay info
8	535896	4720685	Fontiña del Castro	No hay info	No hay info
9	535888	4720654	Castro Frío	No hay info	No hay info
10	535916	4720653	Castro Templado	No hay info	No hay info
11	535885	4720654	Castro Caliente	No hay info	No hay info
13	535812	4720572	Crucero	No hay info	No hay info
14	535859	4720483	Formiño Viejo	No hay info	No hay info
15	535862	4720484	Formiño Nuevo	No hay info	No hay info
16	535834	4720477	Era Vieja	No hay info	No hay info
18	535829	4720473	Fontiña del Barreño	No hay info	No hay info
19	535838	4720449	Huerto del Cura	No hay info	No hay info
20	535856	4720425	Fuente del Prado	No hay info	No hay info
21	535739	4720135	Ferreira	No hay info	No hay info
30	512421	4703814	Finca o pozo nº 7	No hay info	No hay info
37	544187	4675405	Mondariz nº 2	No hay info	No hay info
38	544186	4675412	Mondariz nº 3	No hay info	No hay info
39	544194	4675390	Mondariz nº 1	No hay info	No hay info
40	544008	4675955	Fuente del Val nº 1	No hay info	No hay info
41	544747	4675309	Fuente del Val nº 2	No hay info	No hay info
42	544749	4675367	Fuente del Val	No hay info	No hay info
43	544664	4675232	V-4	No hay info	No hay info
44	544067	4675172	M-5	No hay info	No hay info
45	544220	4675193	Mondariz nº 4	No hay info	No hay info
54	609600	4677583	A Burga nº 69	No hay info	No hay info
57	590865	4781176	Pozo Cogeneración o S-2	No hay info	No hay info
58	590688	4780940	Pozo Campo de Golf o S-3	No hay info	No hay info
61	617278	4762014	Manantial Patio	No hay info	No hay info
62	617241	4762021	Manantial Lecho Río	No hay info	No hay info
69	540035	4794815	Agua Fresca	No hay info	No hay info
70	540028	4794821	Agua Bicarbonatada o Fuente de Beber	No hay info	No hay info
71	540130	4794830	Agua Ferruginosa	No hay info	No hay info
73	525203	4784909	Fuente	No hay info	No hay info
75	527609	4745012	Sondeo S-1	No hay info	No hay info
81	647923	4724569	Valmaior	No hay info	No hay info
86	631400	4691160	Fonte Piñeira	No hay info	No hay info
93	593445	4687536	Fervedoiro nº 75-3	No hay info	No hay info
94	591972	4689487	O Tinteiro nº 81	No hay info	No hay info
95	589752	4689378	Muiño - Eirasvedras nº 82	No hay info	No hay info
96	589116	4688911	Outariz 1 e 2 nº 83	No hay info	No hay info
97	589196	4688953	Outariz nº 77-1, 77-2, 77-3, 77-4 e 77-5	No hay info	No hay info
100	575601	4698085	Xardín do Carballiño nº 71	No hay info	No hay info
111	568364	4672507	Fonte dos Ollos nº 6	No hay info	No hay info
112	568289	4672714	Campo 2 nº 1	No hay info	No hay info
113	568359	4672515	Dientes nº 5	No hay info	No hay info
114	568359	4672502	Monte nº 7	No hay info	No hay info
115	568287	4672670	Piedra 2 nº 2	No hay info	No hay info
116	568356	4672518	Pozo Novo nº 3	No hay info	No hay info
118	604279	4672771	O Porteiro	No hay info	No hay info
121	632347	4644261	Sousas II Sondeo 1	No hay info	No hay info
122	632405	4644283	Sousas II Sondeo 2	No hay info	No hay info
123	632393	4644332	Sousas II Sondeo 3	No hay info	No hay info
124	632476	4644301	Sousas II Sondeo 4	No hay info	No hay info
128	593493	4687651	Xardín das Burgas	No hay info	No hay info

En las Tabla 161 a 182 se muestran las facies hidroquímicas que presentan los alumbramientos de los diferentes balnearios de Galicia. También se muestran las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, geología y edad de los materiales geológicos.

(1) Los alumbramientos que presentan facies hidroquímica del tipo **clorurado sódico con elemento minoritario el boro** pertenecen al balneario de A Toxa.

(2) El alumbramiento que presenta facies hidroquímica del tipo **clorurado sódico con elemento minoritario el flúor** pertenece a Baños de Loureda.

(3) Los alumbramientos que presentan facies hidroquímica del tipo **clorura sódica con elementos minoritarios el flúor y el boro** pertenecen a los balnearios de Acuña, Dávila y Arteixo.

(4) Los alumbramientos que presentan facies hidroquímica del tipo **clorurado sódico con elementos minoritarios el flúor, azufre y boro** pertenecen al balneario de Caldelas de Tui.

(5) El alumbramiento que presenta facies hidroquímica del tipo **bicarbonatado clorurado sódico sin elementos minoritarios** pertenece al balneario de Eo dos Menecos.

(6) Los alumbramientos que presentan facies hidroquímica del tipo **bicarbonatado clorurado sódico con elementos minoritarios el flúor, azufre y boro** pertenecen al balneario de Cuntis.

(7) El alumbramiento que presenta facies hidroquímica del tipo **carbonatado clorurado sódico con elementos minoritarios el flúor, azufre y boro** pertenece al balneario de Cuntis.

(8) Los alumbramientos que presentan facies hidroquímica del tipo **bicarbonatado sódico sin elementos minoritarios** pertenecen a los balnearios de Cabreiroá, O Ferradal, Santán, Mondariz, Molgas, As Means, Castrocaldelas, Caldas de Partovía, Xardín do Carballiño, Augas de la Fuente Santa / Lardeiros y Guitiriz.

(9) El alumbramiento que presenta facies hidroquímica del tipo **bicarbonatado sódico con elementos minoritarios el boro** pertenece al balneario de Mondariz.

(10) Los alumbramientos que presentan facies hidroquímica del tipo **bicarbonatado sódico con elementos minoritarios el flúor** pertenecen a los balnearios de Lobios, Chavasqueira, Pontecaldelas, Augas Santa de Pantón y Río Pambre.

(11) Los alumbramientos que presentan facies hidroquímica del tipo **bicarbonatado sódico con elementos minoritarios el flúor y el boro** pertenecen a los balnearios de Cabreiroá, Sousas, Pontenova, Baños de Bande, Porteiro, Fonte de Bañiño, Baños de Outeiro, y Fontes de Ourense - Cidade.

(12) Los alumbramientos que presentan facies hidroquímica del tipo **bicarbonatado sódico con elementos minoritarios el flúor y el azufre** pertenecen a los balnearios de Arnoia, Laias y Pontecadelas.

(13) Los alumbramientos que presentan facies hidroquímica del tipo **bicarbonatado sódico con elementos minoritarios el flúor, azufre y el boro** pertenecen a los balnearios de Berán, Baños de Brea, O Tremo, Lugo y Baños Vellos de Carballo.

(14) Los alumbramientos que presentan facies hidroquímica del tipo **bicarbonatado sódico con elementos minoritarios el azufre** pertenecen a los balnearios de Mondariz y Guitiriz.

(15) El alumbramiento que presenta facies hidroquímica del tipo **sulfatado bicarbonatado sódico sin elementos minoritarios** pertenece al balneario de Brea.

Tras la simplificación de las facies hidroquímicas mediante la eliminación de los elementos minoritarios, se observa que:

(1) Los alumbramientos que presentan facies hidroquímica del tipo **clorurado sódico** pertenecen a los balnearios de A Toxa, Baños de Loureda, Acuña, Dávila, Arteixo y Caldelas de Tui.

(2) El alumbramiento que presenta facies hidroquímica del tipo **carbonatado clorurado sódico** pertenece al balneario de Cuntis

(3) Los alumbramientos que presentan facies hidroquímica del tipo **bicarbonatado clorurado sódico** pertenecen a los balnearios de Cuntis y Eo dos Menecos.

(4) Los alumbramientos que presentan facies hidroquímica del tipo **bicarbonatado sódico** pertenecen a los balnearios de Cabreiroá, O Ferradal, Santán, Mondariz, Molgas, As Means, Castrocaldelas, Caldas de Partovía, Xardín do Carballiño, Augas de la Fuente Santa / Lardeiros, Guitiriz, Mondariz, Lobios, Chavasqueira, Pontecaldelas, Augas Santas de Pantón, Río Pambre, Sousas, Pontenova, Baños de Bande, Porteiro, Fonte de Bañiño, Baños de Outeiro, Fontes de Ourense – Cidade, Arnoia, Laias, Berán, Baños de Brea, O Tremo, Lugo y Baños Vellos de Carballo.

(5) El alumbramiento que presenta facies hidroquímica del tipo **sulfatado bicarbonatado sódico** pertenece al balneario de Brea.

Tabla 161. Alumbraamientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica $\text{Cl}^- - \text{Na}^+(\text{B})$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbraamientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
512675	4703601	El Mar o pozo nº 4	Balneario de A Toxa	Pontevedra	Cl - Na(B)	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO
512641	4703603	Huerta Caliente o pozo nº 6	Balneario de A Toxa	Pontevedra	Cl - Na(B)	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO
512651	4703615	Huerta Fría o pozo nº 5	Balneario de A Toxa	Pontevedra	Cl - Na(B)	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO
512663	4703625	Capilla o pozo nº 3	Balneario de A Toxa	Pontevedra	Cl - Na(B)	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO
512637	4703626	Caliente lateral o pozo nº 2	Balneario de A Toxa	Pontevedra	Cl - Na(B)	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO
512628	4703648	La Fábrica o pozo nº 1	Balneario de A Toxa	Pontevedra	Cl - Na(B)	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO

Tabla 162. Alumbraamientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica $\text{Cl}(\text{F}) - \text{Na}^+$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbraamientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
540760	4794308	Loureda	Baños de Loureda	A Coruña	Cl(F) - Na	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO

Tabla 163. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica Cl⁻(F)- Na⁺(B). Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
528244	4716624	Pozo Bomba o Acuña	Balneario Acuña	Pontevedra	C(F) - Na(B)	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
529400	4716900	Fuente de los Ojos	Balneario Acuña	Pontevedra	C(F) - Na(B)	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO
529375	4717100	Fuente de las Burgas	Balneario Dávila	Pontevedra	C(F) - Na(B)	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
540024	4794823	Agua Caliente	Balneario de Arteixo	A Coruña	C(F) - Na(B)	MACIZO DE A CORUÑA-FERROL. GRANODIORITAS Y GRANITOS BIOTITICOS PRECOCES	HERCINICO
540020	4794835	Agua Templada	Balneario de Arteixo	A Coruña	C(F) - Na(B)	MACIZO DE A CORUÑA-FERROL. GRANODIORITAS Y GRANITOS BIOTITICOS PRECOCES	HERCINICO

Tabla 164. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica Cl⁻(F, S) - Na⁺(B). Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
535850	4656050	María Cruz nº 751	Balneario de Caldeas de Tui	Pontevedra	C(F,S) - Na(B)	TERRAZAS	PLEISTOCENO
535873	4656114	Pozo San Antonio	Balneario de Caldeas de Tui	Pontevedra	C(F,S) - Na(B)	TERRAZAS	PLEISTOCENO
535894	4656135	Pozo San Francisco	Balneario de Caldeas de Tui	Pontevedra	C(F,S) - Na(B)	TERRAZAS	PLEISTOCENO

Tabla 165. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica HCO_3^- - Cl^- - Na^+ . Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
539436	4738100	Eo dos Menecos	Manancial Eo dos Menecos	A Coruña	HCO_3 - Cl - Na	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV

Tabla 166. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica HCO_3^- - $\text{Cl}^-(\text{F}, \text{S})$ - $\text{Na}^+(\text{B})$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
535873	4720527	Calle Real	Balneario de Cuntis	Pontevedra	HCO_3 - $\text{Cl}(\text{F}, \text{S})$ - $\text{Na}(\text{B})$	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	HERCINICO
535842	4720560	San Marcial y San Enrique	Balneario de Cuntis	Pontevedra	HCO_3 - $\text{Cl}(\text{F}, \text{S})$ - $\text{Na}(\text{B})$	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
535869	4720583	Huerta	Balneario de Cuntis	Pontevedra	HCO_3 - $\text{Cl}(\text{F}, \text{S})$ - $\text{Na}(\text{B})$	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	HERCINICO

Tabla 167. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica CO_3^{2-} - $\text{Cl}^-(\text{F}, \text{S})$ - $\text{Na}^+(\text{B})$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
535833	4720471	Era Nueva	Balneario de Cuntis	Pontevedra	CO_3 - $\text{Cl}(\text{F}, \text{S})$ - $\text{Na}(\text{B})$	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO

Tabla 168. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica $\text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGIA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
630876	4642967	Agua de Cabreiros sin gas nº 1	Balneario de Cabreiros	Ourense	HCO3 - Na	ABANICOS ALUVIALES.	HOLOCENO
598230	4671259	O Ferradal nº 62	Fonte de O Ferradal	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLINO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO
598680	4672036	Santián nº 63	Fonte de Santián	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLINO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO
544233	4675288	Gándara	Balneario de Mondariz	Pontevedra	HCO3 - Na	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
609695	4677809	Fuente Caliente nº 64	Baños de Molgas	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLINO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO
603427	4685706	As Means nº 79	Manancial As Means	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLINO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO
630417	4682600	Castro Candelas	Balneario de Castro Candelas	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLINO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO
576657	4695727	Fuente de Prado nº 5	Balneario Caldas de Parrovia	Ourense	HCO3 - Na	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
576637	4685751	Fuente del Interior nº 6	Balneario Caldas de Parrovia	Ourense	HCO3 - Na	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
576647	4695762	Fuente de los Baños nº 7	Balneario Caldas de Parrovia	Ourense	HCO3 - Na	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
575701	4688132	Xardin do Carballiño nº 72	Xardin do Carballiño	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLINO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO
575725	4698300	Balneario de Carballiño	Balneario de Carballiño	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLINO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO
548183	4750115	Fonte Santa	Aguas de la Fuente Santa / Lardeiros	A Coruña	HCO3 - Na	ESQUISTOS DE ORDENES METAGRAUVACAS, PARAGNEISES	PREORDO
591153	4780849	Pozo de los Pobres o del Pinar o S-1	Balneario de Guitiriz	Lugo	HCO3 - Na	MACIZO DE PARGA	HERCINICO

Tabla 169. Alumbraamientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica $\text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$ (B). Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbraamientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOGIA_EDAD_EPO
543403	4675252	Troncoso	Balneario de Mondariz	Pontevedra	$\text{HCO}_3 - \text{Na}(\text{B})$	ALINEACION A CALIZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO	HERCINICO

Tabla 170. Alumbraamientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica $\text{HCO}_3(\text{F}) - \text{Na}^+$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbraamientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
574076	4635225	Río Cledo nº 60 ó Río Caldo	Balneario de Lobios	Ourense	$\text{HCO}_3(\text{F}) - \text{Na}$	MACIZO DE LOBIOS	HERCINICO
592537	4689043	Chavasqueira - Templeta	Termas da Chavasqueira	Ourense	$\text{HCO}_3(\text{F}) - \text{Na}$	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
592541	4689129	Caldas do Bispo o Fonte Chavasqueira nº 70	Termas da Chavasqueira	Ourense	$\text{HCO}_3(\text{F}) - \text{Na}$	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
541328	4692967	Pozo Santa Sofía	Balneario de Pontecaldelas	Pontevedra	$\text{HCO}_3(\text{F}) - \text{Na}$	ALINEACION A CALIZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO	HERCINICO
614687	4707637	Captación A	Balneario de Augas Santas de Pantón	Lugo	$\text{HCO}_3(\text{F}) - \text{Na}$	MACIZO DE CHANTADA TABOADA	HERCINICO
614698	4707689	Captación B	Balneario de Augas Santas de Pantón	Lugo	$\text{HCO}_3(\text{F}) - \text{Na}$	MACIZO DE CHANTADA TABOADA	HERCINICO
614767	4707766	Os Baños - Aguas Santas	Balneario de Augas Santas de Pantón	Lugo	$\text{HCO}_3(\text{F}) - \text{Na}$	TERRAZAS	PLEISTOCENO
614661	4707811	Captación C	Balneario de Augas Santas de Pantón	Lugo	$\text{HCO}_3(\text{F}) - \text{Na}$	MACIZO DE CHANTADA TABOADA	HERCINICO
588165	4747138	Nai de Deus	Balneario del Río Pambre	Lugo	$\text{HCO}_3(\text{F}) - \text{Na}$	MACIZO DE CHANTADA TABOADA	HERCINICO

Tabla 171. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica $\text{HCO}_3^-(\text{F}) - \text{Na}^+(\text{B})$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
630876	4643092	Agua de Cabreiró con gas nº 2	Balneario de Cabreiró	Ourense	$\text{HCO}_3^-(\text{F}) - \text{Na}(\text{B})$	ABANICOS ALUVIALES.	HOLOCENO
632471	4643790	Sousas Manantial II	Balneario de Sousas	Ourense	$\text{HCO}_3^-(\text{F}) - \text{Na}(\text{B})$	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE VERIN	HERCINICO
630291	4644341	Agua de Fontenova nº 2	Agua de Fontenova	Ourense	$\text{HCO}_3^-(\text{F}) - \text{Na}(\text{B})$	ABANICOS ALUVIALES.	HOLOCENO
630279	4644382	Manantial Principal	Agua de Fontenova	Ourense	$\text{HCO}_3^-(\text{F}) - \text{Na}(\text{B})$	ABANICOS ALUVIALES.	HOLOCENO
630940	4644462	Sousas Manantial I o Tradicional	Balneario de Sousas	Ourense	$\text{HCO}_3^-(\text{F}) - \text{Na}(\text{B})$	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE VERIN	HERCINICO
584386	4647429	San Xoan de Baños o Baño nº 67	Baños de Bande	Ourense	$\text{HCO}_3^-(\text{F}) - \text{Na}(\text{B})$	GRANITOIDE INHOMOGENEO GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	HERCINICO
604257	4672798	Porteiro nº 76	Balneario de Porteiro	Ourense	$\text{HCO}_3^-(\text{F}) - \text{Na}(\text{B})$	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE XUNQUEIRA DE AMBIA	HERCINICO
604360	4674225	Fuente del Bañiño nº 30	Fonte do Bañiño	Ourense	$\text{HCO}_3^-(\text{F}) - \text{Na}(\text{B})$	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE XUNQUEIRA DE AMBIA	HERCINICO
593391	4687398	Baños de Outeiro nº 73	Baños de Outeiro	Ourense	$\text{HCO}_3^-(\text{F}) - \text{Na}(\text{B})$	MACIZO DE OURENSE	HERCINICO
593462	4687548	Burga de Abaixo nº 75-2	Fontes de Ourense - Cidade	Ourense	$\text{HCO}_3^-(\text{F}) - \text{Na}(\text{B})$	MACIZO DE OURENSE	HERCINICO
593492	4687560	Burga de Arriba nº 75-1	Fontes de Ourense - Cidade	Ourense	$\text{HCO}_3^-(\text{F}) - \text{Na}(\text{B})$	MACIZO DE OURENSE	HERCINICO

Tabla 172. Alumbraamientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica $\text{HCO}_3(\text{F}, \text{S}) - \text{Na}^+$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbraamientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLÓGIA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
569958	4678736	Pozo A Veiga 1, P-4 ó nº 47	Balneario de Arnoia	Ourense	$\text{HCO}_3(\text{F}, \text{S}) - \text{Na}$	MACIZO DE RIBADAVIA	HERCINICO
569546	4678922	Pozo A Veiga 1, PO-1B ó nº 46	Balneario de Arnoia	Ourense	$\text{HCO}_3(\text{F}, \text{S}) - \text{Na}$	MACIZO DE RIBADAVIA	HERCINICO
579900	4686800	Laias nº 38	Balneario de Laias	Ourense	$\text{HCO}_3(\text{F}, \text{S}) - \text{Na}$	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO
541141	4692742	A Veiga 2, P-4 o nº 47	Balneario de Pontecaldelas	Pontevedra	$\text{HCO}_3(\text{F}, \text{S}) - \text{Na}$	ALINEACION A CALIZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO	HERCINICO

Tabla 173. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica $\text{HCO}_3(\text{F}, \text{S}) - \text{Na}^+(\text{B})$ Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTUREACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLÓGIA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
570904	4688655	Alumbramiento Principal Berán nº 31	Balneario de Berán	Ourense	$\text{HCO}_3(\text{F}, \text{S}) - \text{Na}(\text{B})$	MACIZO DE RIBADAVIA	HERCINICO
561425	4734603	Sondeo nº 5	Baños da Brea	Pontevedra	$\text{HCO}_3(\text{F}, \text{S}) - \text{Na}(\text{B})$	ANFIBOLITAS OSCURAS LOCALMENTE CON ESTRUCTURA FLASHER.	PREDEV
561300	4734750	Fonte dos Baños	Baños da Brea	Pontevedra	$\text{HCO}_3(\text{F}, \text{S}) - \text{Na}(\text{B})$	ESQUISTOS VERDES .ESQUISTOS ANFIBOLICOS, ANFIBOLITAS Y LOCALMENTE ROCAS MAS ACIDAS.	PREDEV
527650	4744950	Ntra. Sra. De los Ángeles o Burga de O Tremo	Balneario de O Tremo	A Coruña	$\text{HCO}_3(\text{F}, \text{S}) - \text{Na}(\text{B})$	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
617450	4762200	Manantial Central Romano	Balneario de Lugo	Lugo	$\text{HCO}_3(\text{F}, \text{S}) - \text{Na}(\text{B})$	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GN EISES ANFIBOLICOS	PRECAM
617432	4762207	Lugo Pozo nº 4	Balneario de Lugo	Lugo	$\text{HCO}_3(\text{F}, \text{S}) - \text{Na}(\text{B})$	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GN EISES ANFIBOLICOS	PRECAM
617368	4762252	Manantial Piscina	Balneario de Lugo	Lugo	$\text{HCO}_3(\text{F}, \text{S}) - \text{Na}(\text{B})$	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GN EISES ANFIBOLICOS	PRECAM
617366	4762260	Lugo Pozo nº 3	Balneario de Lugo	Lugo	$\text{HCO}_3(\text{F}, \text{S}) - \text{Na}(\text{B})$	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GN EISES ANFIBOLICOS	PRECAM
617354	4762270	Lugo Pozo nº 2	Balneario de Lugo	Lugo	$\text{HCO}_3(\text{F}, \text{S}) - \text{Na}(\text{B})$	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GN EISES ANFIBOLICOS	PRECAM
525250	4784825	Virgen de la Estrella	Baños Vellos de Carballo	A Coruña	$\text{HCO}_3(\text{F}, \text{S}) - \text{Na}(\text{B})$	METABASITAS EN FACIE ANFIBOLITA, LOCALMENTE EN FACIE GRANULITA	PREORDO

Tabla 174. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica $\text{HCO}_3^-(\text{S}) - \text{Na}^+$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOGIA_EDAD_EPO
544715	4675997	Sabaxáns	Balneario de Mondariz	Pontevedra	$\text{HCO}_3(\text{S}) - \text{Na}$	ALINEACION A CALIZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO	HERCINICO
590025	4781200	Fuente de San Juan de Lagostelle	Balneario de Guitiriz	Lugo	$\text{HCO}_3(\text{S}) - \text{Na}$	GUITIRIZ	TERCIARIO

Tabla 175. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica $\text{SO}_4^{2-} - \text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOGIA_EDAD_EPO
561431	4734600	Pozo Patio	Baños da Brea	Pontevedra	$\text{SO}_4 - \text{HCO}_3 - \text{Na}$	ANFIBOLITAS OSCURAS LOCALMENTE CON ESTRUCTURA FLASHER.	PREDEV

Tabla 176. Alumbramientos de los balnearios de Galicia de la que no se dispone de información de las facies hidroquímicas. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIMI	LITOLOGIA	LITOLXIA_EDAD_EPO
632347	4644261	Sousas II Sondeo 1	Balneario de Sousas	Ourense	No hay info	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE VERIN	HERCINICO
632405	4644283	Sousas II Sondeo 2	Balneario de Sousas	Ourense	No hay info	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE VERIN	HERCINICO
632476	4644301	Sousas II Sondeo 4	Balneario de Sousas	Ourense	No hay info	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE VERIN	HERCINICO
632393	4644332	Sousas II Sondeo 3	Balneario de Sousas	Ourense	No hay info	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE VERIN	HERCINICO
568359	4672502	Monte nº 7	Balneario de Cortegada	Ourense	No hay info	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
568364	4672507	Fonte dos Ollos nº 6	Balneario de Cortegada	Ourense	No hay info	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
568359	4672515	Dientes nº 5	Balneario de Cortegada	Ourense	No hay info	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
568356	4672518	Pozo Novo nº 3	Balneario de Cortegada	Ourense	No hay info	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
568287	4672670	Piedra 2 nº 2	Balneario de Cortegada	Ourense	No hay info	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
568289	4672714	Campo 2 nº 1	Balneario de Cortegada	Ourense	No hay info	ALINEACION A CALIZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO	HERCINICO
604279	4672771	O Porteiro	Balneario de Porteiro	Ourense	No hay info	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE XUNQUEIRA DE AMBIA	HERCINICO
544067	4675172	M-5	Balneario de Mondariz	Pontevedra	No hay info	ALINEACION A CALIZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO	HERCINICO
544220	4675193	Mondariz nº 4	Balneario de Mondariz	Pontevedra	No hay info	ALINEACION A CALIZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO	HERCINICO
544664	4675232	V-4	Balneario de Mondariz	Pontevedra	No hay info	ALINEACION A CALIZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO	HERCINICO

Ángel Antonio Ruiz Pico
 Aplicaciones GIS a la Hidrogeología: Balnearios de Galicia

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLÓGIA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
544747	4675309	Fuente del Val nº 2	Balneario de Mondariz	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	Holoceno
544749	4675367	Fuente del Val	Balneario de Mondariz	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	Holoceno
544194	4675390	Mondariz nº 1	Balneario de Mondariz	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	Holoceno
544187	4675405	Mondariz nº 2	Balneario de Mondariz	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	Holoceno
544186	4675412	Mondariz nº 3	Balneario de Mondariz	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	Holoceno
544008	4675955	Fuente del Val nº 1	Balneario de Mondariz	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	Holoceno
609600	4677583	A Burga nº 69	Baños de Moigas	Ourense	No hay Info	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO
593445	4687536	Fervedeiro nº 75-3	Fontes de Ourense - Cidade	Ourense	No hay Info	MACIZO DE OURENSE	HERCINICO
593493	4687651	Xardin das Burgas	Xardin das Burgas	Ourense	No hay Info		
589116	4688911	Outariz 1 e 2 nº 83	Fontes de Ourense - Cidade	Ourense	No hay Info	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO
589196	4688953	Outariz nº 77-1, 77-2, 77-3, 77-4 e 77-5	Fontes de Ourense - Cidade	Ourense	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	Holoceno
589752	4689378	Muiño - Eirasvedras nº 82	Fontes de Ourense - Cidade	Ourense	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	Holoceno
591972	4689487	O Tinteiro nº 81	Fontes de Ourense - Cidade	Ourense	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	Holoceno
631400	4691160	Fonte Piñeira	Balneario de Castro Caldelas	Ourense	No hay Info	OLLO SAPO GRANO FINO. GNEISES MICROGLANDULARES.CUARCITAS FELDESPÁTICAS.ESQUITOS	PRECAM
575601	4698085	Xardin do Carballiño nº 71	Xardin do Carballiño	Ourense	No hay Info	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO

Ángel Antonio Ruiz Pico
 Aplicaciones GIS a la Hidrogeología: Balnearios de Galicia

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
512421	4703814	Finca o pozo nº 7	Balneario de A. Toxa	Pontevedra	No hay Info	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO
529315	4716752	Pozo de Acuña	Balneario Acuña	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	Holoceno
535739	4720135	Ferreira	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	Holoceno
535856	4720425	Fuente del Prado	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	Holoceno
535838	4720449	Huerto del Cura	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	Holoceno
535829	4720473	Fonía del Barreño	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	Holoceno
535834	4720477	Era Vieja	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	Holoceno
535859	4720483	Fornio Viejo	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	Holoceno
535862	4720484	Fornio Nuevo	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	Holoceno
535867	4720486	Fuego de Dios ó Fuente de la Plaza	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay Info	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	HERCINICO
535866	4720495	Carrera del Conde	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay Info	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	HERCINICO
535865	4720501	Jardín	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay Info	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	HERCINICO
535812	4720572	Cruceiro	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	Holoceno
535916	4720653	Castro Templado	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay Info	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	HERCINICO
535885	4720654	Castro Caliente	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	Holoceno

Ángel Antonio Ruiz Pico
 Aplicaciones GIS a la Hidrogeología: Balnearios de Galicia

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
535888	4720654	Castro Frío	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay Info	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	HERCINICO
535896	4720685	Fontiña del Castro	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
647923	4724569	Valmaior	Manancial Valmaior	Lugo	No hay Info	CAPAS DE TRANSICION PIZARRAS.NIVELES CARBONATADOS Y AMPELITAS	CAMBINF
527609	4745012	Sondeo S-1	Balneario de O Tremo	A Coruña	No hay Info	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
617278	4762014	Manancial Patio	Balneario de Lugo	Lugo	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
617241	4762021	Manancial Lecho Río	Balneario de Lugo	Lugo	No hay Info	SERIE DE VILLALBA. PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GN EISES ANFIBOLICOS	PRECAM
590688	4780940	Pozo Campo de Golf o S-3	Balneario de Guitiriz	Lugo	No hay Info	GUITIRIZ	TERCIARIO
590865	4781176	Pozo Cogeneración o S-2	Balneario de Guitiriz	Lugo	No hay Info	MACIZO DE PARGA	HERCINICO
525203	4784909	Fuente	Baños Vellos de Carballo	A Coruña	No hay Info	METABASITAS EN FACIE ANFIBOLITA, LOCALMENTE EN FACIE GRANULITA	PREORDO
540035	4794815	Agua Fresca	Balneario de Arteixo	A Coruña	No hay Info	MACIZO DE A CORUÑA-FERROL. GRANDIORITAS Y GRANITOS BIOTITICOS PRECOCES	HERCINICO
540028	4794821	Agua Bicarbonatada o Fuente de Beber	Balneario de Arteixo	A Coruña	No hay Info	MACIZO DE A CORUÑA-FERROL. GRANDIORITAS Y GRANITOS BIOTITICOS PRECOCES	HERCINICO
540130	4794830	Agua Ferruginosa	Balneario de Arteixo	A Coruña	No hay Info	MACIZO DE A CORUÑA-FERROL. GRANDIORITAS Y GRANITOS BIOTITICOS PRECOCES	HERCINICO

Tabla 177. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica Cl⁻ - Na⁺. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM_RECLASIF	LITOLOGIA	LITOLOGIA_EDAD_EPO
535850	4656050	Maria Cruz nº 751	Bañeario de Caldeas de Tui	Pontevedra	Cl - Na	TERRAZAS	PLEISTOCENO
535873	4656114	Pozo San Antonio	Bañeario de Caldeas de Tui	Pontevedra	Cl - Na	TERRAZAS	PLEISTOCENO
535884	4656135	Pozo San Francisco	Bañeario de Caldeas de Tui	Pontevedra	Cl - Na	TERRAZAS	PLEISTOCENO
512675	4703601	El Mar o pozo nº 4	Bañeario de A Toxa	Pontevedra	Cl - Na	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO
512641	4703603	Huerta Caliente o pozo nº 6	Bañeario de A Toxa	Pontevedra	Cl - Na	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO
512651	4703615	Huerta Fria o pozo nº 5	Bañeario de A Toxa	Pontevedra	Cl - Na	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO
512663	4703625	Capilla o pozo nº 3	Bañeario de A Toxa	Pontevedra	Cl - Na	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO
512637	4703626	Caliente lateral o pozo nº 2	Bañeario de A Toxa	Pontevedra	Cl - Na	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO
512628	4703648	La Fábrica o pozo nº 1	Bañeario de A Toxa	Pontevedra	Cl - Na	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO
528244	4716624	Pozo Bomba o Acuña	Bañeario Acuña	Pontevedra	Cl - Na	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
529400	4716900	Fuente de los Ojos	Bañeario Acuña	Pontevedra	Cl - Na	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO
529375	4717100	Fuente de las Bugas	Bañeario Dávila	Pontevedra	Cl - Na	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
540760	4794308	Loureda	Baños de Loureda	A Coruña	Cl - Na	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
540024	4794823	Agua Caliente	Bañeario de Arteixo	A Coruña	Cl - Na	MAGCZO DE A CORUNA-FERROL. GRANODIORITAS Y GRANITOS BIOTITICOS PRECOCES	HERCINICO
540020	4794835	Agua Templada	Bañeario de Arteixo	A Coruña	Cl - Na	MAGCZO DE A CORUNA-FERROL. GRANODIORITAS Y GRANITOS BIOTITICOS PRECOCES	HERCINICO

Tabla 178. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica SO_4^{2-} - HCO_3^- - Na^+ . Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM_RECLASIF	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
535833	4720471	Era Nueva	Balneario de Cunitis	Pontevedra	CO3 - Cl - Na	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO

Tabla 179. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica HCO_3^- Cl⁻ - Na^+ . Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM_RECLASIF	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
535873	4720527	Calle Real	Balneario de Cunitis	Pontevedra	HCO3 - Cl - Na	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	HERCINICO
535842	4720560	San Marcial y San Enrique	Balneario de Cunitis	Pontevedra	HCO3 - Cl - Na	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
535869	4720583	Huerta	Balneario de Cunitis	Pontevedra	HCO3 - Cl - Na	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	HERCINICO
539436	4738100	Eo dos Menecos	Manancial Eo dos Menecos	A Coruña	HCO3 - Cl - Na	ESQUISTOS. ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV

Tabla 180. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica $\text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM_RECLASIF	LITOLÓGIA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
574076	4635225	Río Clado nº 60 ó Río Caldo	Balneario de Lobios	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE LOBIOS	HERCINICO
630876	4642967	Agua de Cabreiroá sin gas nº 1	Balneario de Cabreiroá	Ourense	HCO3 - Na	ABANICOS ALUVIALES.	HOLOCENO
630876	4643092	Agua de Cabreiroá con gas nº 2	Balneario de Cabreiroá	Ourense	HCO3 - Na	ABANICOS ALUVIALES.	HOLOCENO
632471	4643790	Sousas Manantrial II	Balneario de Sousas	Ourense	HCO3 - Na	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE VERIN	HERCINICO
630291	4644341	Agua de Fontenova nº 2	Agua de Fontenova	Ourense	HCO3 - Na	ABANICOS ALUVIALES.	HOLOCENO
630279	4644382	Manantrial Principal	Agua de Fontenova	Ourense	HCO3 - Na	ABANICOS ALUVIALES.	HOLOCENO
630940	4644462	Sousas Manantrial I o Tradicional	Balneario de Sousas	Ourense	HCO3 - Na	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE VERIN	HERCINICO
584386	4647429	San Xoan de Baños o Baño nº 67	Baños de Bande	Ourense	HCO3 - Na	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	HERCINICO
598230	4671259	O Ferradal nº 62	Fonte de O Ferradal	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO
598680	4672036	Santán nº 63	Fonte de Santán	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO
604257	4672798	Porteiro nº 76	Balneario de Porteiro	Ourense	HCO3 - Na	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE XUNQUEIRA DE AMBIA	HERCINICO
604360	4674225	Fuente del Bañiño nº 30	Fonte do Bañiño	Ourense	HCO3 - Na	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE XUNQUEIRA DE AMBIA	HERCINICO

Ángel Antonio Ruiz Pico
 Aplicaciones GIS a la Hidrogeología: Balnearios de Galicia

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM_RECLASIF	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
543403	4675252	Troncoso	Balneario de Mondariz	Pontevedra	HCO3 - Na	ALINEACION A CALIZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO	HERCINICO
544233	4675288	Gándara	Balneario de Mondariz	Pontevedra	HCO3 - Na	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	Holoceno
544715	4675997	Sabaxáns	Balneario de Mondariz	Pontevedra	HCO3 - Na	ALINEACION A CALIZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO	HERCINICO
609695	4677809	Fuente Caliente nº 64	Baños de Molgas	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLINO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO
569958	4678736	Pozo A Veiga 1, P-4 ó nº 47	Balneario de Arnoia	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE RIBADAVIA	HERCINICO
569546	4678922	Pozo A Veiga 1, PO-1B ó nº 46	Balneario de Arnoia	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE RIBADAVIA	HERCINICO
603427	4685706	As Means nº 79	Manancial As Means	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLINO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO
579900	4686800	Laias nº 38	Balneario de Laias	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLINO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO
593391	4687398	Baños de Outeiro nº 73	Baños de Outeiro	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE OURENSE	HERCINICO
593462	4687548	Burga de Abaixo nº 75-2	Fontes de Ourense - Cidade	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE OURENSE	HERCINICO
593492	4687560	Burga de Arriba nº 75-1	Fontes de Ourense - Cidade	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE OURENSE	HERCINICO
570904	4688655	Alumbramiento Principal Berán nº 31	Balneario de Berán	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE RIBADAVIA	HERCINICO

Ángel Antonio Ruiz Pico
 Aplicaciones GIS a la Hidrogeología: Balnearios de Galicia

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM_RECLASIF	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
592537	4689043	Chavasqueira - Templeta	Termas da Chavasqueira	Ourense	HCO3 - Na	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	Holoceno
592541	4689129	Caldas do Bispo o Fonte Chavasqueira nº 70	Termas da Chavasqueira	Ourense	HCO3 - Na	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	Holoceno
630417	4692600	Castro Candelas	Balneario de Castro Candelas	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA. MOD LEUC	Hercinico
541141	4692742	A Veiga 2, P-4 o nº 47	Balneario de Pontecaldeas	Pontevedra	HCO3 - Na	ALINEACION A CALIZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO	Hercinico
541328	4692967	Pozo Santa Sofia	Balneario de Pontecaldeas	Pontevedra	HCO3 - Na	ALINEACION A CALIZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO	Hercinico
576657	4695727	Fuente de Prado nº 5	Balneario Caldas de Partovia	Ourense	HCO3 - Na	ESQUISTOS. ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
576637	4695751	Fuente del Interior nº 6	Balneario Caldas de Partovia	Ourense	HCO3 - Na	ESQUISTOS. ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
576647	4695762	Fuente de los Baños nº 7	Balneario Caldas de Partovia	Ourense	HCO3 - Na	ESQUISTOS. ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
575701	4698132	Xardin do Carballiño nº 72	Xardin do Carballiño	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA. MOD LEUC	Hercinico
575725	4698300	Balneario de Carballiño	Balneario de Carballiño	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA. MOD LEUC	Hercinico
614687	4707637	Captación A	Balneario de Augas Santas de Pantón	Lugo	HCO3 - Na	MACIZO DE CHANTADA TABOADA	Hercinico
614698	4707689	Captación B	Balneario de Augas Santas de Pantón	Lugo	HCO3 - Na	MACIZO DE CHANTADA TABOADA	Hercinico

Ángel Antonio Ruiz Pico
Aplicaciones GIS a la Hidrogeología: Balnearios de Galicia

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM_RECLASIF	LITOLÓGIA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
614767	4707766	Os Baños - Aguas Santas	Balneario de Augas Santas de Pantón	Lugo	HCO3 - Na	TERRAZAS	PLEISTOCENO
614661	4707811	Captación C	Balneario de Augas Santas de Pantón	Lugo	HCO3 - Na	MACIZO DE CHANTADA TABOADA	HERCINICO
561425	4734603	Sondeo nº 5	Baños da Brea	Pontevedra	HCO3 - Na	ANFIBOLITAS OSCURAS LOCALMENTE CON ESTRUCTURA FLASHER.	PREDEV
561300	4734750	Fonte dos Baños	Baños da Brea	Pontevedra	HCO3 - Na	ESQUISTOS VERDES. ESQUISTOS ANFIBOLICOS, ANFIBOLITAS Y LOCALMENTE ROCAS MAS ACIDAS.	PREDEV
527650	4744950	Ntra. Sra. De los Angeles o Burga de O Tremo	Balneario de O Tremo	A Coruña	HCO3 - Na	ESQUISTOS. ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
588165	4747138	Nai de Deus	Balneario del Río Pambre	Lugo	HCO3 - Na	MACIZO DE CHANTADA TABOADA	HERCINICO
548183	4750115	Fonte Santa	Aguas de la Fuente Santa / Lardeiros	A Coruña	HCO3 - Na	ESQUISTOS DE ORDENES.METAGRAUVACAS,PARAGNEISES	PREORDO
617450	4762200	Manantial Central Romano	Balneario de Lugo	Lugo	HCO3 - Na	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GN EISES ANFIBOLICOS	PRECAM
617432	4762207	Lugo Pozo nº 4	Balneario de Lugo	Lugo	HCO3 - Na	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GN EISES ANFIBOLICOS	PRECAM
617368	4762252	Manantial Piscina	Balneario de Lugo	Lugo	HCO3 - Na	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GN EISES ANFIBOLICOS	PRECAM
617366	4762260	Lugo Pozo nº 3	Balneario de Lugo	Lugo	HCO3 - Na	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GN EISES ANFIBOLICOS	PRECAM
617354	4762270	Lugo Pozo nº 2	Balneario de Lugo	Lugo	HCO3 - Na	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GN EISES ANFIBOLICOS	PRECAM

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM_RECLASIF	LITOLÓGIA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
591153	4780849	Pozo de los Pobres o del Pinar o S-1	Balneario de Guitiriz	Lugo	HCO3 - Na	MACIZO DE PARGA	HERCINICO
590025	4781200	Fuente de San Juan de Lagostelle	Balneario de Guitiriz	Lugo	HCO3 - Na	GUITIRIZ	TERCIARIO
525250	4784825	Virgen de la Estrella	Baños Vellos de Carballo	A Coruña	HCO3 - Na	METABASITAS EN FACIE ANFIBOLITA, LOCALMENTE EN FACIE GRANULITA	PREORDO

Tabla 181. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica SO_4^{2-} - HCO_3^- - Na^+ . Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM_RECLASIF	LITOLÓGIA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
561431	4734600	Pozo Patio	Baños da Brea	Pontevedra	SO4 - HCO3 - Na	ANFIBOLITAS OSCURAS LOCALMENTE CON ESTRUCTURA FLASHER.	PREDEV

En las Tablas 182 a 223 se muestra la geología de superficie sobre la que se ubican los alumbramientos pertenecientes a un mismo balneario. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos

(1) Balneario Agua de Fontenova. Está constituido por 2 alumbramientos que se encuentran ubicados en materiales sedimentarios (abanicos aluviales) sobre una línea de falla norte – sur (ver Figura 296). Por debajo de los depósitos cuaternarios aparecen Granitos de 2 micas muy leucocráticos de Verín, esquistos, filitas, limolitas y grauvacas. La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica. La temperatura de alumbramiento de las aguas es 18.9°C y 14.2°C. La facies hidroquímica constituye el último estadio de evolución química del agua de las precipitaciones en su circulación por los materiales silicatados y/o carbonatados que caracterizan las formaciones metamórficas e ígneas.



Figura 296. Alumbramientos del balneario Agua de Fontenova (en azul). Se muestra la geología de superficie y las líneas de falla.

(2) Aguas de la Fuente Santa / Lardeiros. Está constituido por 1 alumbramiento que se encuentra ubicado sobre materiales metamórficos (esquistos de Órdenes, metagrauvacas, paragneisses). Se encuentra cerca de una línea de falla sentido noreste – suroeste. La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica. La temperatura de alumbramiento de las aguas es 22°C.

(3) Balneario Acuña. Está constituido por 3 alumbramientos de los cuales 2 se encuentran ubicados sobre materiales sedimentarios de escaso desarrollo en profundidad (depósitos aluviales: arenas, arcillas y cantos) y 1 se encuentra sobre materiales ígneos (granito y granodiorita biótico de Caldas de Reis). Los alumbramientos Fuente de los Ojos y Pozo de Acuña se encuentran cerca de una línea de falla sentido noreste – suroeste (ver Figura 297). La facies hidroquímica de sus aguas es clorurado sódica. El alumbramiento Pozo Bomba es un pozo de 5.5 m de profundidad. La temperatura de alumbramiento de las aguas es 38°C. El alumbramiento Fuente de los Ojos es una fuente. La temperatura de

alumbramiento de las aguas es 23.9°C. No se dispone de información de Pozo de Acuña. Estas aguas son mezcla entre las aguas profundas y superficiales.

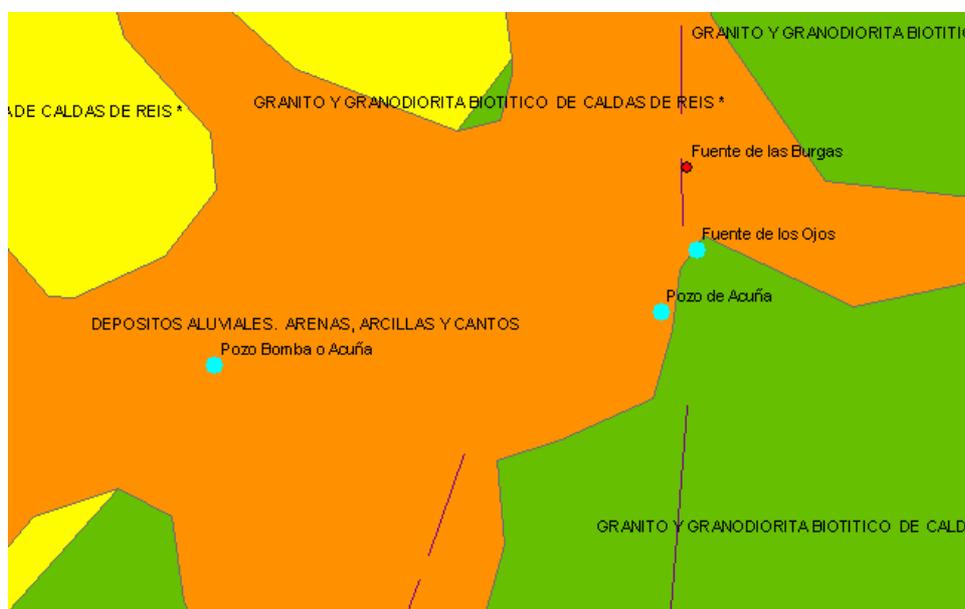


Figura 297. Alumbramientos del balneario de Acuña (en azul). Se muestra la geología de superficie y las líneas de falla.

(4) Balneario Caldas de Partovía. Está constituido por 3 alumbramientos que se encuentra ubicado sobre materiales metamórficos (esquistos, esquistos grafitosos, filitas, ampelitas y liditas). Se encuentra cerca de una línea de falla sentido noreste – suroeste. La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica. La temperatura de alumbramiento de las aguas es 30.4°C, 21.2°C y 37.0°C.

(5) Balneario Dávila. Está constituido por 1 alumbramiento ubicado sobre materiales sedimentarios de escaso desarrollo en profundidad (depósitos aluviales: arenas, arcillas y cantos). El alumbramiento Fuente de las Burgas se encuentra sobre una línea de falla sentido norte – sur (ver Figura 298). La facies hidroquímica de sus aguas es clorurado sódica. El alumbramiento es un manantial. La temperatura de alumbramiento de las aguas es 48°C. Estas aguas son mezcla entre las aguas profundas y superficiales.



Figura 298. Alumbramientos del balneario Dávila (en azul). Se muestra la geología de superficie y las líneas de falla.

(6) Balneario de A Toxa. Está constituido por 7 alumbramientos que se encuentran ubicados sobre materiales ígneos (granito y granodiorita biótico de Caldas de Reis). La facies hidroquímica de sus aguas es clorurado sódica. La temperatura de alumbramiento de las aguas varía entre 20.0°C y 61.0°C. Estas aguas son mezcla entre las aguas profundas y superficiales.

(7) Balneario de Arnoia. Está constituido por 2 alumbramientos que se encuentran ubicados sobre materiales metamórficos (macizo de Ribadavia). Se encuentran cerca de una línea de falla sentido noreste – suroeste. La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica. La temperatura de alumbramiento de las aguas es 22.9°C.

(8) Balneario de Arteixo. Está constituido por 5 alumbramientos que se encuentran ubicados sobre materiales ígneos (macizo de A Coruña – Ferrol. Granodiorita y granito biótico precoz). Se encuentran cerca de una línea de falla sentido noroeste – sureste. La facies hidroquímica de sus aguas es clorurado sódica. La temperatura de alumbramiento de las aguas varía entre 18°C y 39.8°C. Estas aguas son mezcla entre las aguas profundas y superficiales.

(9) Balneario de Augas Santas de Pantón. Está constituido por 4 alumbramientos de los cuales 1 se encuentra ubicado sobre materiales sedimentarios (terrazas) y 3 se encuentran sobre materiales ígneos (macizo de Chantada - Taboada). El alumbramiento Captación A se encuentra sobre una línea de falla sentido noreste – suroeste y los alumbramientos Captación B y Os Baños – Aguas Santas se encuentran en la continuación de la falla (ver Figura 299). La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica. El alumbramiento Os Baños – Aguas Santas, ubicado sobre las terrazas, es un manantial. La temperatura de alumbramiento de las aguas es 20°C (sólo se dispone de un dato).

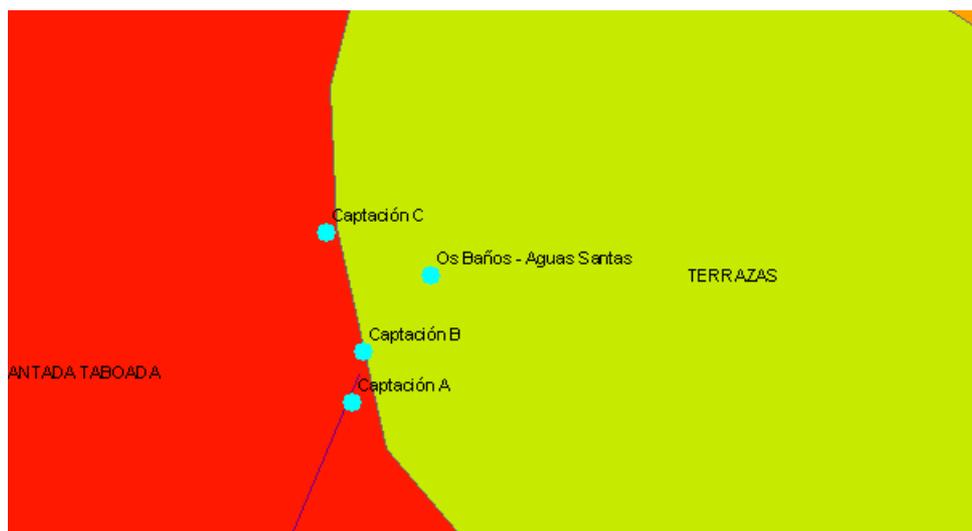


Figura 299. Alumbramientos del balneario de Augas Santas de Pantón (en azul). Se muestra la geología de superficie y las líneas de falla.

(10) Balneario de Berán. Está constituido por 1 alumbramiento ubicado sobre materiales metamórficos (macizo de Ribadavia). El alumbramiento se encuentra cerca de una zona de falla de diferentes sentidos norte – sur, noreste – suroeste y este - oeste. La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica. El alumbramiento es un manantial. La temperatura de alumbramiento de las aguas es 28°C.

(11) Balneario de Cabreiroá. Está constituido por 2 alumbramientos que se encuentran ubicados en materiales sedimentarios (abanicos aluviales) cerca de una zona de falla norte – sur (ver Figura 300). Este balneario se encuentra muy cerca del Balneario Agua de Fontenova. Por debajo de los depósitos cuaternarios aparecen granitos de 2 micas muy leucocráticos de Verín, esquistos, filitas, limolitas y grauvacas. La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica. Los alumbramientos son de tipo pozo de 40 m y 119 m de profundidad. La temperatura de alumbramiento de las aguas es 14.5°C y 18.4°C.



Figura 300. Alumbramientos del balneario de Cabreiroá (en azul). Se muestra la geología de superficie y las líneas de falla.

(12) Balneario de Caldelas de Tui. Está constituido por 3 alumbramientos ubicados sobre materiales sedimentarios (terrazas). Por debajo aparece granito y granodiorita biotítico anfibólico (macizo de Porriño) (ver Figura 301). La facies hidroquímica de sus aguas es clorurado sódica. Los alumbramientos son de tipo pozo de profundidades 108 m y 67 m. No se dispone de esta información en el alumbramiento María Cruz nº 751. La temperatura de alumbramiento de las aguas varía entre 44°C y 56°C. Estas aguas son mezcla entre las aguas profundas y superficiales.

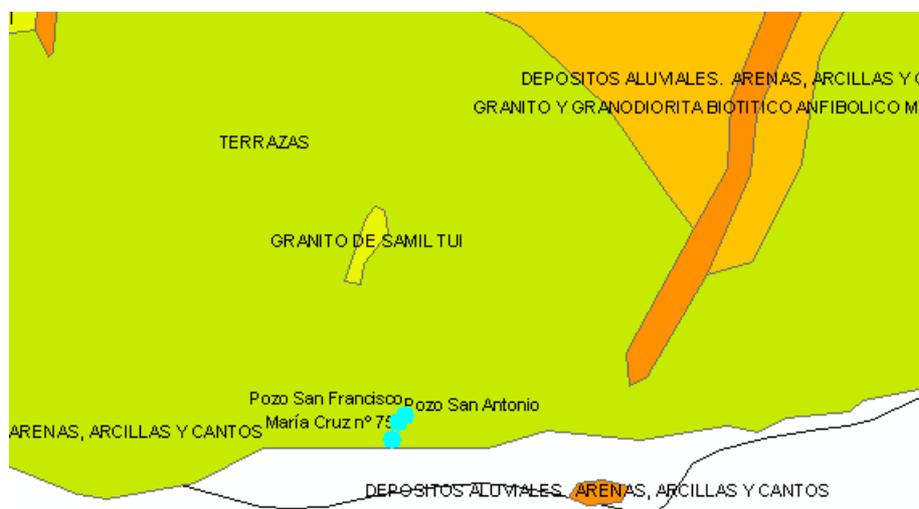


Figura 301. Alumbramientos del balneario de Caldelas de Tui (en azul). Se muestra la geología de superficie.

(13) Balneario de Carballiño. Está constituido por 1 alumbramiento ubicado sobre materiales ígneos (macizo de A Golada. Alineación Ourense – Carballiño –

Rodeiro. Meda Manzaneda. Leucocrático). El alumbramiento se encuentra cerca de una zona de falla noreste – suroeste. La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica. El alumbramiento es un manantial. La temperatura de alumbramiento de las aguas es 26.2°C.

(14) Balneario de Castro Caldelas. Está constituido por 2 alumbramientos de los cuales 1 está ubicado sobre materiales metamórficos (macizo de A Golada. Alineación Ourense – Carballiño – Rodeiro. Meda Manzaneda. Leucocrático) y 1 sobre materiales ígneos (Olla Sapo grano fino. gneisses microglandulares. Cuarcitas feldespáticas. Esquistos). La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica. Los alumbramientos son de tipo manantial. No hay dato de la temperatura de alumbramiento.

(15) Balneario de Cortegada. Está constituido por 6 alumbramientos de los cuales 5 están ubicados sobre materiales metamórficos (esquistos, esquistos grafitosos, filitas, ampelitas y liditas) y 1 sobre materiales carbonatados (alineación caliza Salvaterra Cerdedo moderadamente leucocráticos. Macizo de Domaio). No hay información sobre la facies hidroquímica. Teniendo en cuenta que la naturaleza geológica de los materiales en los que se ubican los alumbramientos es como la de los alumbramientos del balnearios de Caldas de Partovía es previsible que la facies hidroquímica de sus aguas sea bicarbonatado sódica. De los 6 alumbramientos 3 son de tipo pozo y 3 son de tipo fuente. La temperatura de alumbramiento de las aguas varía entre 24.4°C y 44°C.

(16) Balneario de Cuntis. Está constituido por 19 alumbramientos de los cuales 12 están ubicados sobre materiales sedimentarios (depósitos aluviales: arenas, arcillas y cantos) y 7 sobre materiales ígneos (granitoide inhomogéneo. Granito migmatítico de 2 micas). Por debajo de los materiales sedimentarios aparece el granitoide inhomogéneo. Los alumbramientos se encuentran alineados en torno a una línea de falla norte – sur (ver Figura 302). La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado clorurado sódica. De los 19 alumbramientos, 13 son de tipo manantial, 4 de tipo pozo y 2 pozo surgente. La temperatura de alumbramiento de las aguas varía entre 37°C y 62°C. Se trata de aguas profundas. Se trata de un agua de transición de las aguas bicarbonatado sódicas a las clorurado sódicas.



Figura 302. Alumbramientos del balneario de Cuntis (en azul). Se muestra la geología de superficie.

(17) Balneario de Guitiriz. Está constituido por 4 alumbramientos de los cuales 2 están ubicados sobre materiales sedimentarios terciarios (macizo de Guitiriz) y 2 sobre materiales carbonatados (macizo de Parga) (ver Figura 303). La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica. De los 2 alumbramientos ubicados en materiales sedimentarios, 1 es de tipo pozo surgente y otro es de tipo fuente. Los 2 alumbramientos ubicados sobre materiales carbonatados son de tipo pozo, uno de ellos surgente. La temperatura de alumbramiento de las aguas varía entre 14.7°C y 15.2°C.



Figura 303. Alumbramientos del balneario de Guitiriz (en azul). Se muestra la geología de superficie.

(18) Balneario de Laias. Está constituido por 1 alumbramiento ubicado sobre materiales ígneos (macizo de A Golada. Alineación Ourense – Carballiño –

Rodeiro. Meda Manzaneda. Leucocrático). El alumbramiento se encuentra cerca de una zona de falla de diferentes sentidos. La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica. El alumbramiento es de tipo pozo surgente. La temperatura de alumbramiento de las aguas es 50.0°C.

(19) Balneario de Lobios. Está constituido por 1 alumbramiento ubicado sobre materiales metamórficos (macizo de Lobios). El alumbramiento se encuentra cerca de una zona de una línea de falla norte - sur. La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica. El alumbramiento es de tipo dren de 18.75 m de longitud. La temperatura de alumbramiento de las aguas es 77.0°C.

(20) Balneario de Lugo. Está constituido por 7 alumbramientos de los cuales 6 están ubicados sobre materiales metamórficos (serie de Villalba: pizarras, areniscas, esquistos y gneises anfibólicos) y 1 alumbramiento sobre materiales sedimentarios (depósitos aluviales: arenas, arcillas y cantos) (ver Figura 304). El alumbramiento ubicado en los materiales sedimentarios es de tipo manantial. Se encuentra en el contacto con la serie de Villalba. La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica. De los 6 alumbramientos 2 son de tipo pozo, 4 de tipo manantial y 1 de tipo dren. La temperatura de alumbramiento de las aguas varía entre 26.9°C y 44.0°C.

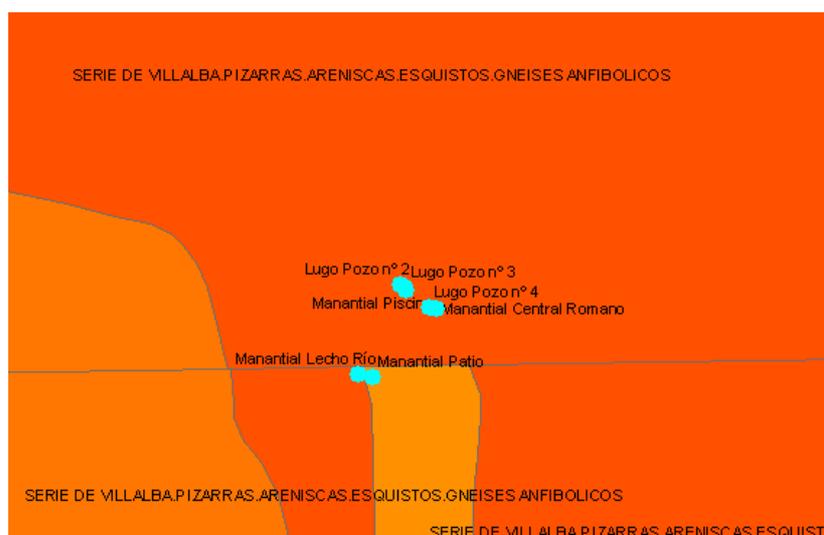


Figura 304. Alumbramientos del balneario de Lugo (en azul). Se muestra la geología de superficie.

(21) Balneario de Mondariz. Está constituido por 12 alumbramientos de los cuales 5 están ubicados sobre materiales carbonatados (alineación a caliza Salvaterra – Cercedo. Moderadamente leucocráticos. Macizo de Domaio) y 7 alumbramiento sobre materiales sedimentarios de escaso desarrollo en profundidad (depósitos aluviales: arenas, arcillas y cantos) (ver Figura 305). Por debajo de los materiales sedimentarios se encuentran los materiales carbonatados. La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica. De los 12 alumbramientos, 7 son de tipo pozo, 2 de tipo pozo surgente, 2 de tipo

fuente y 1 de tipo manancial. La temperatura de alumbramiento de las aguas varía entre 15.0°C y 18.0°C.

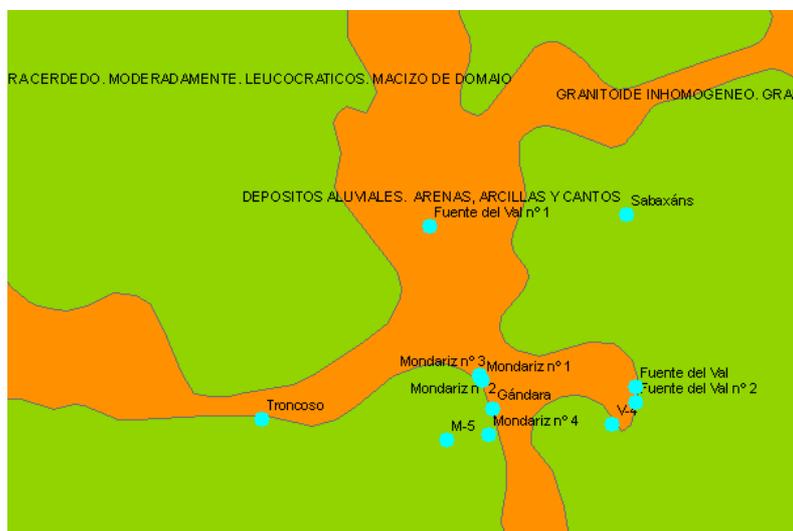


Figura 305. Alumbramientos del balneario de Mondariz (en azul). Se muestra la geología de superficie.

(22) Balneario de O Tremo. Está constituido por 2 alumbramientos ubicados sobre materiales metamórficos (esquistos, esquistos grafitosos, filitas, ampelitas y liditas). La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica. Los alumbramientos son de tipo pozo y manancial. La temperatura de alumbramiento de las aguas es 17.0°C.

(23) Balneario de Pontecaldelas. Está constituido por 2 alumbramientos ubicados sobre materiales carbonatados (alineación a caliza Salvaterra – Cercedo. Moderadamente leucocráticos. Macizo de Domaio). Los alumbramientos se encuentran entre 2 lineaciones de fallas de sentido este – oeste. La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica. Los alumbramientos son de tipo pozo surgente. La temperatura de alumbramiento de las aguas varía entre 22.9 °C y 27.0°C.

(24) Balneario de Porteiro. Está constituido por 2 alumbramientos ubicados sobre materiales ígneos (granito de 2 micas muy leucocrático de Xunqueira de Ambía). Los alumbramientos se encuentran entre lineaciones de fallas de sentido este – oeste y noroeste - sureste. La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica. Los alumbramientos son de tipo pozo surgente y manancial. No se dispone de datos de temperatura de las aguas.

(25) Balneario de Sousas. Está constituido por 6 alumbramientos ubicados sobre materiales ígneos (granito de 2 micas muy leucocrático de Verín). Los alumbramientos se encuentran entre lineaciones de fallas de sentido noreste – suroeste y norte - sur. La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica. Los alumbramientos son de tipo pozo. La temperatura de alumbramiento de las aguas varía entre 17.8 °C y 18.4°C.

(26) Balneario del Río Pambre. Está constituido por 1 alumbramiento ubicado sobre materiales ígneos (macizo de Chantada - Taboada). La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica. El alumbramiento es de tipo pozo. La temperatura de alumbramiento de las aguas es 16.0°C.

(27) Baños de Brea. Está constituido por 3 alumbramientos de los cuales 2 están ubicados sobre materiales metamórficos (anfíbolitas oscuras localmente con estructura Flasher) y 1 está ubicado también sobre metamórficos (esquistos verdes, esquistos anfibólicos, anfíbolitas y localmente rocas más ácidas). Los alumbramientos se encuentran cerca de lineaciones de fallas de sentido noreste – suroeste y norte - sur. La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica en los alumbramientos ubicados en las anfíbolitas y en los esquistos verdes y sulfatado bicarbonatado sódica en el otro alumbramiento ubicado en los esquistos verdes. Los alumbramientos son de tipo pozo, pozo surgente y manantial. La temperatura de alumbramiento de las aguas varía entre 22.0 °C y 24.8°C.

(28) Baños de Bande. Está constituido por 1 alumbramiento ubicado sobre materiales ígneos (granitoide inhomogéneo. Granito migmatítico de 2 micas). La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica. El alumbramiento es de tipo Manantial. La temperatura de alumbramiento de las aguas es 46.0°C.

(29) Baños de Loureda. Está constituido por 1 alumbramiento ubicado sobre materiales sedimentarios (depósitos aluviales: arenas, arcillas y cantos). Por debajo aparece el macizo de A Coruña – Ferrol: granodioritas y granitos biotíticos precoces (ver Figura 306). El alumbramiento se encuentra cerca de lineaciones de fallas de sentido noreste – suroeste y noroeste - sureste. La facies hidroquímica de sus aguas es clorurado sódica. El alumbramiento es de tipo pozo de profundidad 136 m. La temperatura de alumbramiento de las aguas es 57.0°C. Estas aguas son mezcla entre las aguas profundas y superficiales.



Figura 306. Alumbramientos del balneario de Loureda (en azul). Se muestra la geología de superficie.

(30) Baños de Molgas. Está constituido por 2 alumbramientos ubicados sobre materiales metamórficos (macizo de A Golada. Alineación Ourense – Carballiño – Rodeiro. Meda Manzaneda. Leucocrático). La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica. Los alumbramientos son de tipo manantial. La temperatura de alumbramiento de las aguas varía entre 42.3 °C y 46.0°C.

(31) Baños de Outeiro. Está constituido por 1 alumbramiento ubicado sobre materiales ígneos (macizo de Ourense). El alumbramiento se encuentra cerca de lineaciones de fallas de sentido noreste – suroeste y noroeste - sureste. La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica. El alumbramiento es de tipo manantial. La temperatura de alumbramiento de las aguas es 43.0°C.

(32) Baños Vellos de Carballo. Está constituido por 2 alumbramientos ubicados sobre materiales metamórficos (metabasitas en facies anfibolita, localmente en facies granulita). La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica. Los alumbramientos son de tipo pozo. La temperatura de alumbramiento de las es 36.2°C.

(33) Balneario de O Ferradal. Está constituido por 1 alumbramiento ubicado sobre materiales metamórficos (macizo de A Golada. Alineación Ourense – Carballiño – Rodeiro. Meda Manzaneda. Leucocrático). El alumbramiento se encuentra sobre una línea de falla de sentido norte – sur y cercana a otras líneas de falla sentido noroeste - sureste. La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica. El alumbramiento es de tipo manantial. No se dispone de dato de temperatura.

(34) Balneario de Santán. Está constituido por 1 alumbramiento ubicado sobre materiales metamórficos (macizo de A Golada. Alineación Ourense – Carballiño – Rodeiro. Meda Manzaneda. Leucocrático). El alumbramiento se encuentra cerca de líneas de falla de sentido norte – sur y noroeste - sureste. La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica. El alumbramiento es de tipo manantial. No se dispone de dato de temperatura.

(35) Balneario de Bañiño. Está constituido por 1 alumbramiento ubicado sobre materiales ígneos (granitos de 2 micas muy leucocráticos de Xunqueira de Ambía). El alumbramiento se encuentra cerca de líneas de falla de sentido norte – sur, noreste – suroeste y noroeste - sureste. La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica. El alumbramiento es de tipo fuente. La temperatura de alumbramiento de las es 24.0°C.

(36) Fontes de Ourense - Cidade. Está constituido por 7 alumbramientos de los cuales 3 están ubicados sobre materiales ígneos (macizo de Ourense), 1 está ubicado sobre materiales metamórficos macizo de A Golada. Alineación Ourense – Carballiño – Rodeiro. Meda Manzaneda. Leucocrático) y 3 están ubicados sobre materiales sedimentarios (depósitos aluviales: arenas, arcillas y cantos). Por debajo de los materiales sedimentarios aparecen tanto los materiales ígneos como metamórficos (ver Figura 307). Los alumbramientos se encuentran cerca de lineaciones de fallas de sentido noreste – suroeste. La facies hidroquímica de sus

aguas es bicarbonatado sódica. De los 7 alumbramientos 3 son de tipo pozo y 4 de tipo fuente. La temperatura de alumbramiento de las aguas varía entre 64.5.0°C y 65.2°C.

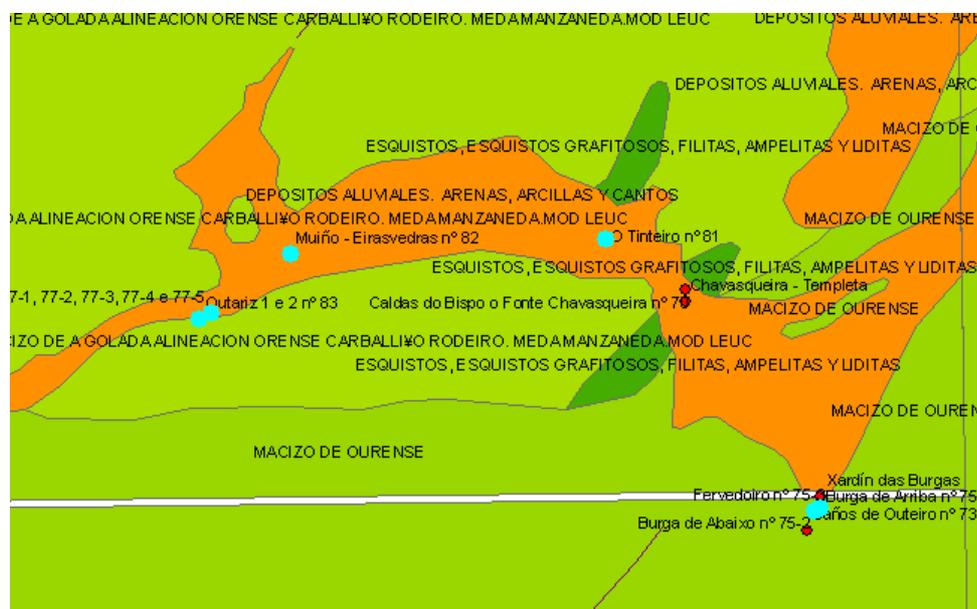


Figura 307. Alumbramientos las Fuentes de Ourense - Cidade (en azul). Se muestra la geología de superficie.

(37) Balneario de As Means. Está constituido por 1 alumbramiento ubicado sobre materiales metamórficos (macizo de A Golada. Alineación Ourense – Carballiño – Rodeiro. Meda Manzaneda. Leucocrático). El alumbramiento se encuentra cerca de líneas de falla de sentido norte – sur. La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica. El alumbramiento es de tipo pozo. No se dispone de dato de temperatura.

(38) Balneario de Eo dos Menecos. Está constituido por 1 alumbramiento ubicado sobre materiales metamórficos (esquistos, esquistos grafitosos, filitas, ampelitas y liditas). El alumbramiento se encuentra cerca de líneas de falla de sentido noroeste – sureste. La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado clorurado sódica. El alumbramiento es de tipo manantial. No se dispone de dato de temperatura. Se trata de un agua de transición de las aguas bicarbonatado sódicas a las clorurado sódicas.

(39) Balneario de Valmaior. Está constituido por 1 alumbramiento ubicado sobre materiales metamórficos (capas de transición. Pizarras, niveles carbonatados y ampelitas). El alumbramiento se encuentra cerca de líneas de falla de sentido norte – sur. No se dispone de la información de la facies hidroquímica de sus aguas. El alumbramiento es de tipo manantial. No se dispone de dato de temperatura.

(40) Balneario da Chavasqueira. Está constituido por 2 alumbramientos ubicados sobre materiales sedimentarios (depósitos aluviales: arenas, arcillas y

cantos). Por debajo aparecen materiales metamórficos (esquistos, esquistos grafitosos, filitas, ampelitas y liditas y macizo de A Golada. Alineación Ourense – Carballiño – Rodeiro. Meda Manzaneda. Leucocrático). Se trata de los mismos depósitos sedimentarios sobre los que se ubican algunos alumbramientos de las fuentes de Ourense - Cidade (ver Figura 308). La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica. Los alumbramientos son de tipo manantial. La temperatura de alumbramiento de las aguas varía entre 48.1.0°C y 60.0°C.



Figura 308. Alumbramientos del balneario da Chavasqueira (en azul). Se muestra la geología de superficie.

(41) Xardín das Burgas. Está constituido por 1 alumbramiento previsiblemente ubicado sobre materiales ígneos (macizo de Ourense) ya que no se dispone de información de la geología de superficie. El alumbramiento se encuentra cerca de lineaciones de fallas de sentido noreste – suroeste. No se dispone de información de la facies hidroquímica aunque previsiblemente es agua bicarbonatado sódica. El alumbramiento es de tipo manantial. La temperatura de alumbramiento de las aguas es 49.0°C.

(42) Xardín do Carballiño. Está constituido por 2 alumbramientos ubicados sobre materiales metamórficos (macizo de A Golada. Alineación Ourense – Carballiño – Rodeiro. Meda Manzaneda. Leucocrático). Los alumbramientos se encuentran cerca de líneas de falla de sentido noreste – suroeste. La facies hidroquímica de sus aguas es bicarbonatado sódica. Los alumbramientos son de tipo manantial. La temperatura de sus aguas es 49.5°C.

Tabla 182. Alumbramientos del balneario Agua de Fontenova. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
630291	4644341	Agua de Fontenova nº 2	Agua de Fontenova	Ourense	HCO3(F) - Na(B)	ABANICOS ALUVIALES.	HOLOCENO
630279	4644382	Manantial Principal	Agua de Fontenova	Ourense	HCO3(F) - Na(B)	ABANICOS ALUVIALES.	HOLOCENO

Tabla 183. Alumbramientos del balneario de Fonte Santa. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
548183	4750115	Fonte Santa	Aguas de la Fuente Santa / Lardeiros	A. Coruña	HCO3 - Na	ESQUISTOS DE ORDENES.METAGRAUVACAS.PARAGNEISES	PREORDO

Tabla 184. Alumbramientos del balneario de Acuña. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
528244	4716624	Pozo Bomba o Acuña	Balneario Acuña	Pontevedra	Cl(F) - Na(B)	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
529315	4716752	Pozo de Acuña	Balneario Acuña	Pontevedra	No hay info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
529400	4716900	Fuente de los Ojos	Balneario Acuña	Pontevedra	Cl(F) - Na(B)	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO

Tabla 185. Alumbramientos del balneario de Caldas de Partovia. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
576657	4695727	Fuente de Prado nº 5	Balneario Caldas de Partovia	Ourense	HCO3 - Na	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
576637	4695751	Fuente del Interior nº 6	Balneario Caldas de Partovia	Ourense	HCO3 - Na	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
576647	4695762	Fuente de los Baños nº 7	Balneario Caldas de Partovia	Ourense	HCO3 - Na	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV

Tabla 186. Alumbramientos del balneario Dávila. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
529375	4717100	Fuente de las Burgas	Balneario Dávila	Pontevedra	C(F) - Na(B)	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO

Tabla 187. Alumbramientos del balneario de A Toxa. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
512675	4703601	El Mar o pozo nº 4	Balneario de A Toxa	Pontevedra	Cl - Na(B)	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO
512641	4703603	Huerta Caliente o pozo nº 6	Balneario de A Toxa	Pontevedra	Cl - Na(B)	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO
512651	4703615	Huerta Fría o pozo nº 5	Balneario de A Toxa	Pontevedra	Cl - Na(B)	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO
512663	4703625	Capilla o pozo nº 3	Balneario de A Toxa	Pontevedra	Cl - Na(B)	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO
512637	4703626	Caliente lateral o pozo nº 2	Balneario de A Toxa	Pontevedra	Cl - Na(B)	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO
512628	4703648	La Fábrica o pozo nº 1	Balneario de A Toxa	Pontevedra	Cl - Na(B)	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO
512421	4703814	Finca o pozo nº 7	Balneario de A Toxa	Pontevedra	No hay info	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO

Tabla 188. Alumbramientos del balneario de Arnoia. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
569958	4678736	Pozo A Veiga 1, P-4 ó nº 47	Balneario de Arnoia	Ourense	HCO3(F.S) - Na	MACIZO DE RIBADAVIA	HERCINICO
569546	4678922	Pozo A Veiga 1, PO-1B ó nº 46	Balneario de Arnoia	Ourense	HCO3(F.S) - Na	MACIZO DE RIBADAVIA	HERCINICO

Tabla 189. Alumbramientos del balneario de Arteixo. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTUREACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLÓGIA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
540035	4794815	Agua Fresca	Balneario de Arteixo	A Coruña	No hay Info	MACIZO DE A CORUÑA-FERROL. GRANDIORITAS Y GRANITOS BIOTITICOS PRECOCES	HERCINICO
540028	4794821	Agua Bicarbonatada o Fuente de Beber	Balneario de Arteixo	A Coruña	No hay Info	MACIZO DE A CORUÑA-FERROL. GRANDIORITAS Y GRANITOS BIOTITICOS PRECOCES	HERCINICO
540024	4794823	Agua Caliente	Balneario de Arteixo	A Coruña	C(F) - Na(B)	MACIZO DE A CORUÑA-FERROL. GRANDIORITAS Y GRANITOS BIOTITICOS PRECOCES	HERCINICO
540130	4794830	Agua Ferruginosa	Balneario de Arteixo	A Coruña	No hay Info	MACIZO DE A CORUÑA-FERROL. GRANDIORITAS Y GRANITOS BIOTITICOS PRECOCES	HERCINICO
540020	4794835	Agua Templada	Balneario de Arteixo	A Coruña	C(F) - Na(B)	MACIZO DE A CORUÑA-FERROL. GRANDIORITAS Y GRANITOS BIOTITICOS PRECOCES	HERCINICO

Tabla 190. Alumbramientos del balneario de Augas Santas de Pantón. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTUREACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLÓGIA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
614687	4707637	Captación A	Balneario de Augas Santas de Pantón	Lugo	HCO3(F) - Na	MACIZO DE CHANTADA TABOADA	HERCINICO
614698	4707689	Captación B	Balneario de Augas Santas de Pantón	Lugo	HCO3(F) - Na	MACIZO DE CHANTADA TABOADA	HERCINICO
614767	4707766	Os Baños - Augas Santas	Balneario de Augas Santas de Pantón	Lugo	HCO3(F) - Na	TERRAZAS	PLEISTOCENO
614661	4707811	Captación C	Balneario de Augas Santas de Pantón	Lugo	HCO3(F) - Na	MACIZO DE CHANTADA TABOADA	HERCINICO

Tabla 191. Alumbramientos del balneario de Berán. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
570904	4688655	Alumbramiento Principal Berán nº 31	Balneario de Berán	Ourense	HCO3(F,S) - Na(B)	MACIZO DE RIBADAVIA	HERCINICO

Tabla 192. Alumbramientos del balneario de Cabreiroá. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
630876	4642967	Agua de Cabreiroá sin gas nº 1	Balneario de Cabreiroá	Ourense	HCO3 - Na	ABANICOS ALUVIALES.	HOLOCENO
630876	4643092	Agua de Cabreiroá con gas nº 2	Balneario de Cabreiroá	Ourense	HCO3(F) - Na(B)	ABANICOS ALUVIALES.	HOLOCENO

Tabla 193. Alumbramientos del balneario de Caldeas de Tui. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
535850	4656050	María Cruz nº 751	Balneario de Caldeas de Tui	Pontevedra	Cl(F,S) - Na(B)	TERRAZAS	PLEISTOCENO
535873	4656114	Pozo San Antonio	Balneario de Caldeas de Tui	Pontevedra	Cl(F,S) - Na(B)	TERRAZAS	PLEISTOCENO
535894	4656135	Pozo San Francisco	Balneario de Caldeas de Tui	Pontevedra	Cl(F,S) - Na(B)	TERRAZAS	PLEISTOCENO

Tabla 194. Alumbramientos del balneario de Carballiño. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
575725	4698300	Balneario de Carballiño	Balneario de Carballiño	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACIÓN ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO

Tabla 195. Alumbramientos del balneario de Castro Caldelas. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
631400	4691160	Fonte Piñeira	Balneario de Castro Caldelas	Ourense	No hay info	OLLO SAPO GRANO FINO. GNEISES MICROGLANDULARES.CUARCITAS FELDESPÁTICAS.ESQUISTOS	PRECAM
630417	4692600	Castro Candelas	Balneario de Castro Caldelas	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACIÓN ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO

Tabla 196. Alumbramientos del balneario de Cortegada. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTUREACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLÓGIA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
568359	4672502	Monte nº 7	Balneario de Cortegada	Ourense	No hay Info	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
568364	4672507	Fonte dos Ollos nº 6	Balneario de Cortegada	Ourense	No hay Info	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
568359	4672515	Dientes nº 5	Balneario de Cortegada	Ourense	No hay Info	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
568356	4672518	Pozo Novo nº 3	Balneario de Cortegada	Ourense	No hay Info	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
568287	4672670	Piedra 2 nº 2	Balneario de Cortegada	Ourense	No hay Info	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
568289	4672714	Campo 2 nº 1	Balneario de Cortegada	Ourense	No hay Info	ALINEACION A CALIZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO	HERCINICO

Tabla 197. Alumbraamientos del balneario de Cuntis. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbraamientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLÓGIA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
535739	4720135	Ferreira	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
535856	4720425	Fuente del Prado	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
535838	4720449	Huerto del Cura	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
535833	4720471	Era Nueva	Balneario de Cuntis	Pontevedra	CO ₃ - Cl(F,S)-Na(B)	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
535829	4720473	Fontiña del Barreño	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
535834	4720477	Era Vieja	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
535859	4720483	Formiño Viejo	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
535862	4720484	Formiño Nuevo	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
535867	4720486	Fuego de Dios ó Fuente de la Plaza	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
535866	4720495	Carrera del Conde	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay info	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	HERCINICO
535865	4720501	Jardín	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay info	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	HERCINICO
535873	4720527	Calle Real	Balneario de Cuntis	Pontevedra	HCO ₃ - Cl (F,S) - Na(B)	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	HERCINICO

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
535842	4720560	San Marcial y San Enrique	Balneario de Cuntis	Pontevedra	HCO3 - Cl (F, S) - Na(B)	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
535812	4720572	Crucero	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
535869	4720583	Huerta	Balneario de Cuntis	Pontevedra	HCO3 - Cl (F, S) - Na(B)	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	HERCINICO
535916	4720653	Castro Templado	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay Info	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	HERCINICO
535885	4720654	Castro Caliente	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
535888	4720654	Castro Frío	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay Info	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	HERCINICO
535896	4720685	Fontiña del Castro	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO

Tabla 198. Alumbramientos del balneario de Guitiriz. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
591153	4780849	Pozo de los Pobres o del Pinar o S-1	Balneario de Guitiriz	Lugo	HCO3 - Na	MACIZO DE PARGA	HERCINICO
590688	4780940	Pozo Campo de Golf o S-3	Balneario de Guitiriz	Lugo	No hay Info	GUITIRIZ	TERCIARIO
590865	4781176	Pozo Cogeneración o S-2	Balneario de Guitiriz	Lugo	No hay Info	MACIZO DE PARGA	HERCINICO
590025	4781200	Fuente de San Juan de Lagostelle	Balneario de Guitiriz	Lugo	HCO3(S) - Na	GUITIRIZ	TERCIARIO

Tabla 199. Alumbramientos del balneario de Lajas. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
579900	4686800	Lajas nº 38	Balneario de Lajas	Ourense	HCO3(F,S) - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACIÓN ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO

Tabla 200. Alumbramientos del balneario de Lobios. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
574076	4635225	Río Cleido nº 60 ó Río Caldo	Balneario de Lobios	Ourense	HCO3(F) - Na	MACIZO DE LOBIOS	HERCINICO

Tabla 201. Alumbramientos del balneario de Lugo. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTUREACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
617278	4762014	Manantial Patio	Balneario de Lugo	Lugo	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
617241	4762021	Manantial Lecho Río	Balneario de Lugo	Lugo	No hay Info	SERIE DE VILLALBA. PIZARRAS. ARENISCAS. ESQUISTOS. GN EISES ANFIBOLICOS	PRECAM
617450	4762200	Manantial Central Romano	Balneario de Lugo	Lugo	HCO3(F.S) - Na(B)	SERIE DE VILLALBA. PIZARRAS. ARENISCAS. ESQUISTOS. GN EISES ANFIBOLICOS	PRECAM
617432	4762207	Lugo Pozo nº 4	Balneario de Lugo	Lugo	HCO3(F.S) - Na(B)	SERIE DE VILLALBA. PIZARRAS. ARENISCAS. ESQUISTOS. GN EISES ANFIBOLICOS	PRECAM
617368	4762252	Manantial Piscina	Balneario de Lugo	Lugo	HCO3(F.S) - Na(B)	SERIE DE VILLALBA. PIZARRAS. ARENISCAS. ESQUISTOS. GN EISES ANFIBOLICOS	PRECAM
617366	4762260	Lugo Pozo nº 3	Balneario de Lugo	Lugo	HCO3(F.S) - Na(B)	SERIE DE VILLALBA. PIZARRAS. ARENISCAS. ESQUISTOS. GN EISES ANFIBOLICOS	PRECAM
617354	4762270	Lugo Pozo nº 2	Balneario de Lugo	Lugo	HCO3(F.S) - Na(B)	SERIE DE VILLALBA. PIZARRAS. ARENISCAS. ESQUISTOS. GN EISES ANFIBOLICOS	PRECAM

Tabla 202. Alumbraamientos del balneario de Mondariz. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbraamientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
544067	4675172	M-5	Balneario de Mondariz	Pontevedra	No hay info	ALINEACION A CALIZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO	HERCINICO
544220	4675193	Mondariz nº 4	Balneario de Mondariz	Pontevedra	No hay info	ALINEACION A CALIZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO	HERCINICO
544664	4675232	V-4	Balneario de Mondariz	Pontevedra	No hay info	ALINEACION A CALIZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO	HERCINICO
543403	4675252	Troncoso	Balneario de Mondariz	Pontevedra	HCO ₃ - Na(B)	ALINEACION A CALIZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO	HERCINICO
544233	4675288	Gándara	Balneario de Mondariz	Pontevedra	HCO ₃ - Na	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS. ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
544747	4675309	Fuente del Val nº 2	Balneario de Mondariz	Pontevedra	No hay info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS. ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
544749	4675367	Fuente del Val	Balneario de Mondariz	Pontevedra	No hay info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS. ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
544194	4675390	Mondariz nº 1	Balneario de Mondariz	Pontevedra	No hay info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS. ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
544187	4675405	Mondariz nº 2	Balneario de Mondariz	Pontevedra	No hay info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS. ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
544186	4675412	Mondariz nº 3	Balneario de Mondariz	Pontevedra	No hay info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS. ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
544008	4675955	Fuente del Val nº 1	Balneario de Mondariz	Pontevedra	No hay info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS. ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
544715	4675997	Sabaxáns	Balneario de Mondariz	Pontevedra	HCO ₃ (S) - Na	ALINEACION A CALIZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO	HERCINICO

Tabla 203. Alumbramientos del balneario de O Tremo. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
527650	4744950	Ntra. Sra. De los Angeles o Burga de O Tremo	Balneario de O Tremo	A Coruña	HCO3(F,S) - Na(B)	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
527609	4745012	Sondeo S-1	Balneario de O Tremo	A Coruña	No hay Info	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV

Tabla 204. Alumbramientos del balneario de Fontecaldelas. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
541141	4692742	A Veiga 2, P-4 o nº 47	Balneario de Pontecaldelas	Pontevedra	HCO3(F,S) - Na	ALINEACION A CALIZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO	HERCINICO
541328	4692967	Pozo Santa Sofia	Balneario de Pontecaldelas	Pontevedra	HCO3(F) - Na	ALINEACION A CALIZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO	HERCINICO

Tabla 205. Alumbramientos del balneario de Porteiro. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
604279	4672771	O Porteiro	Balneario de Porteiro	Ourense	No hay Info	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE XUNQUEIRA DE AMBIA	HERCINICO
604257	4672798	Porteiro nº 76	Balneario de Porteiro	Ourense	HCO3(F) - Na(B)	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE XUNQUEIRA DE AMBIA	HERCINICO

Tabla 206. Alumbramientos del balneario de Sousas. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
632471	4643790	Sousas Manantial II	Balneario de Sousas	Ourense	HCO3(F) - Na(B)	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE VERIN	HERCINICO
632347	4644261	Sousas II Sondeo 1	Balneario de Sousas	Ourense	No hay Info	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE VERIN	HERCINICO
632405	4644283	Sousas II Sondeo 2	Balneario de Sousas	Ourense	No hay Info	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE VERIN	HERCINICO
632476	4644301	Sousas II Sondeo 4	Balneario de Sousas	Ourense	No hay Info	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE VERIN	HERCINICO
632393	4644332	Sousas II Sondeo 3	Balneario de Sousas	Ourense	No hay Info	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE VERIN	HERCINICO
630940	4644462	Sousas Manantial I o Tradicional	Balneario de Sousas	Ourense	HCO3(F) - Na(B)	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE VERIN	HERCINICO

Tabla 207. Alumbramientos del balneario de Río Pambre. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
588165	4747138	Nai de Deus	Balneario del Río Pambre	Lugo	HCO3(F) - Na	MACIZO DE CHANTADA TABOADA	HERCINICO

Tabla 208. Alumbramientos del balneario de Brea. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
561431	4734600	Pozo Patio	Baños da Brea	Pontevedra	SO4 - HCO3 - Na	ANFIBOLITAS OSCURAS LOCALMENTE CON ESTRUCTURA FLASHER.	PREDEV
561425	4734603	Sondeo nº 5	Baños da Brea	Pontevedra	HCO3(F.S) - Na(B)	ANFIBOLITAS OSCURAS LOCALMENTE CON ESTRUCTURA FLASHER.	PREDEV
561300	4734750	Fonte dos Baños	Baños da Brea	Pontevedra	HCO3(F.S) - Na(B)	ESQUISTOS VERDES .ESQUISTOS ANFIBOLICOS, ANFIBOLITAS Y LOCALMENTE ROCAS MAS ACIDAS.	PREDEV

Tabla 209. Alumbramientos del balneario de Bande. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
584386	4647429	San Xoan de Baños o Baño nº 67	Baños de Bande	Ourense	HCO3(F) - Na(B)	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	HERCINICO

Tabla 210. Alumbramientos del balneario de Loreda. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
540760	4794308	Loureda	Baños de Loureda	A Coruña	Cl(F) - Na	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO

Tabla 211. Alumbramientos del balneario de Molgas. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
609600	4677583	A Burga nº 69	Baños de Molgas	Ourense	No hay Info	MACIZO DE A GOLADA ALINEACIÓN ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO
609695	4677809	Fuente Caliente nº 64	Baños de Molgas	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACIÓN ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO

Tabla 212. Alumbramientos del balneario de Outeiro. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
593391	4687398	Baños de Outeiro nº 73	Baños de Outeiro	Ourense	HCO3(F) - Na(B)	MACIZO DE OURENSE	HERCINICO

Tabla 213. Alumbramientos del balneario de Baños Vellos de Carballo. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
525250	4784825	Virgen de la Estrella	Baños Vellos de Carballo	A Coruña	HCO3(F.S) - Na(B)	METABASITAS EN FACIE ANFIBOLITA, LOCALMENTE EN FACIE GRANULITA	PREORDO
525203	4784909	Fuente	Baños Vellos de Carballo	A Coruña	No hay Info	METABASITAS EN FACIE ANFIBOLITA, LOCALMENTE EN FACIE GRANULITA	PREORDO

Tabla 214. Alumbramientos del balneario de Fonte de O Ferradal. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
598230	4671259	O Ferradal nº 62	Fonte de O Ferradal	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO

Tabla 215. Alumbramientos del balneario de Santán. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
598680	4672036	Santán nº 63	Fonte de Santán	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO

Tabla 216. Alumbramientos del balneario de Bañiño. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
604360	4674225	Fuente del Bañiño nº 30	Fonte do Bañiño	Ourense	HCO3(F) - Na(B)	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE XUNQUEIRA DE AMBIA	HERCINICO

Tabla 217. Alumbramientos del balneario de Ourense - Cidade. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
593445	4687536	Fervedeiro nº 75-3	Fontes de Ourense - Cidade	Ourense	No hay Info	MACIZO DE OURENSE	HERCINICO
593462	4687548	Burga de Abaixo nº 75-2	Fontes de Ourense - Cidade	Ourense	HCO3(F) - Na(B)	MACIZO DE OURENSE	HERCINICO
593492	4687560	Burga de Ariba nº 75-1	Fontes de Ourense - Cidade	Ourense	HCO3(F) - Na(B)	MACIZO DE OURENSE	HERCINICO
589116	4688911	Outariz 1 e 2 nº 83	Fontes de Ourense - Cidade	Ourense	No hay Info	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO
589196	4688953	Outariz nº 77-1, 77-2, 77-3, 77-4 e 77-5	Fontes de Ourense - Cidade	Ourense	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
589752	4689378	Muiño - Eirasvedras nº 82	Fontes de Ourense - Cidade	Ourense	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
591972	4689487	O Tinteiro nº 81	Fontes de Ourense - Cidade	Ourense	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO

Tabla 218. Alumbramientos del balneario de Manancial As Means. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
603427	4685706	As Means nº 79	Manancial As Means	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO

Tabla 219. Alumbraamientos del balneario de Manancial Eo dos Menecos. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbraamientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
539436	4738100	Eo dos Menecos	Manancial Eo dos Menecos	A Coruña	HCO3 - Cl - Na	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV

Tabla 220. Alumbraamientos del balneario de Manancial Valmaior. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbraamientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
647923	4724569	Valmaior	Manancial Valmaior	Lugo	No hay info	CAPAS DE TRANSICION PIZARRAS.NIVELES CARBONATADOS Y AMPELITAS	CAMBINF

Tabla 221. Alumbraamientos del balneario de Chavasqueira. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbraamientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
592537	4689043	Chavasqueira - Templeta	Termas da Chavasqueira	Ourense	HCO3(F) - Na	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
592541	4689129	Caldas do Bispo o Fonte Chavasqueira nº 70	Termas da Chavasqueira	Ourense	HCO3(F) - Na	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO

Tabla 222. Alumbramientos del balneario de Xardin das Burgas. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
593493	4687651	Xardin das Burgas	Xardin das Burgas	Ourense	No hay info		

Se observa que el alumbramiento Xadín das Burgas no dispone de la información correspondiente a la geología de superficie.

Tabla 223. Alumbramientos del balneario de Xardin do Carballiño. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
575601	4698085	Xardin do Carballiño nº 71	Xardin do Carballiño	Ourense	No hay info	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO
575701	4698132	Xardin do Carballiño nº 72	Xardin do Carballiño	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO

En las Figuras 309 a 316 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre abanicos aluviales y sobre depósitos sedimentarios. Se observa que los alumbramientos se encuentran sobre fallas o líneas de falla o en contactos entre los materiales sedimentarios y los materiales ígneos o metamórficos.

En la Tablas 224 a 247 se muestran los alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre el mismo tipo de geología de superficie. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.



Figura 309. Mapa geológico correspondiente a los alumbramientos de Cabreiroá y Fontenova. Los alumbramientos se encuentran sobre abanicos aluviales.

Tabla 224. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre abanicos aluviales. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
630876	4642967	Agua de Cabreiroá sin gas nº 1	Balneario de Cabreiroá	Ourense	HCO3 - Na	ABANICOS ALUVIALES.	HOLOCENO
630876	4643092	Agua de Cabreiroá con gas nº 2	Balneario de Cabreiroá	Ourense	HCO3(F) - Na(B)	ABANICOS ALUVIALES.	HOLOCENO
630291	4644341	Agua de Fontenova nº 2	Agua de Fontenova	Ourense	HCO3(F) - Na(B)	ABANICOS ALUVIALES.	HOLOCENO
630279	4644382	Manantial Principal	Agua de Fontenova	Ourense	HCO3(F) - Na(B)	ABANICOS ALUVIALES.	HOLOCENO

Tabla 225. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre caliza Salvaterra Cerdedo. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTUREACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
568289	4672714	Campo 2 nº 1	Balneario de Cortegada	Ourense	No hay Info	ALINEACION A CALIZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO	HERCINICO
544067	4675172	M-5	Balneario de Mondariz	Pontevedra	No hay Info	ALINEACION A CALIZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO	HERCINICO
544220	4675193	Mondariz nº 4	Balneario de Mondariz	Pontevedra	No hay Info	ALINEACION A CALIZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO	HERCINICO
544664	4675232	V-4	Balneario de Mondariz	Pontevedra	No hay Info	ALINEACION A CALIZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO	HERCINICO
543403	4675252	Troncoso	Balneario de Mondariz	Pontevedra	HCO3 - Na(B)	ALINEACION A CALIZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO	HERCINICO
544715	4675997	Sabaxáns	Balneario de Mondariz	Pontevedra	HCO3(S) - Na	ALINEACION A CALIZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO	HERCINICO
541141	4692742	A Veiga 2, P-4 o nº 47	Balneario de Pontecaldeas	Pontevedra	HCO3(F,S) - Na	ALINEACION A CALIZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO	HERCINICO
541328	4692967	Pozo Santa Sofía	Balneario de Pontecaldeas	Pontevedra	HCO3(F) - Na	ALINEACION A CALIZA SALVATERRA CERDEDO. MODERADAMENTE. LEUCOCRATICOS. MACIZO DE DOMAIO	HERCINICO

Tabla 226. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre anfibolitas oscuras. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
561431	4734600	Pozo Patio	Baños da Brea	Pontevedra	SO4 - HCO3 - Na	ANFIBOLITAS OSCURAS LOCALMENTE CON ESTRUCTURA FLASHER.	PREDEV
561425	4734603	Sondeo nº 5	Baños da Brea	Pontevedra	HCO3(F.S) - Na(B)	ANFIBOLITAS OSCURAS LOCALMENTE CON ESTRUCTURA FLASHER.	PREDEV

Tabla 227. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre capas de transición pizarras, niveles carbonatados y ampelitas. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
647923	4724569	Valmaior	Manancial Valmaior	Lugo	No hay Info	CAPAS DE TRANSICION PIZARRAS.NIVELES CARBONATADOS Y AMPELITAS	CAMBINF

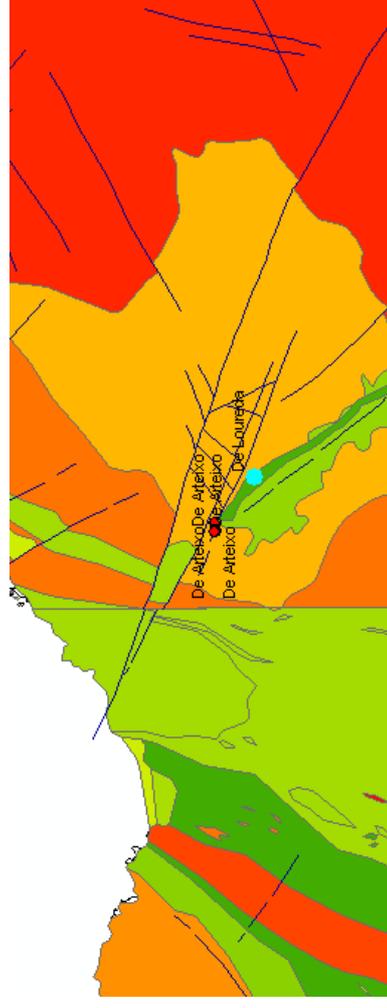


Figura 310. Mapa geológico correspondiente al alumbramiento del balneario de Loureda. El alumbramiento se encuentra sobre depósitos aluviales.



Figura 311. Mapa geológico correspondiente a los alumbramientos del balneario de Lugo. Uno de los alumbramientos se encuentra sobre depósitos aluviales.

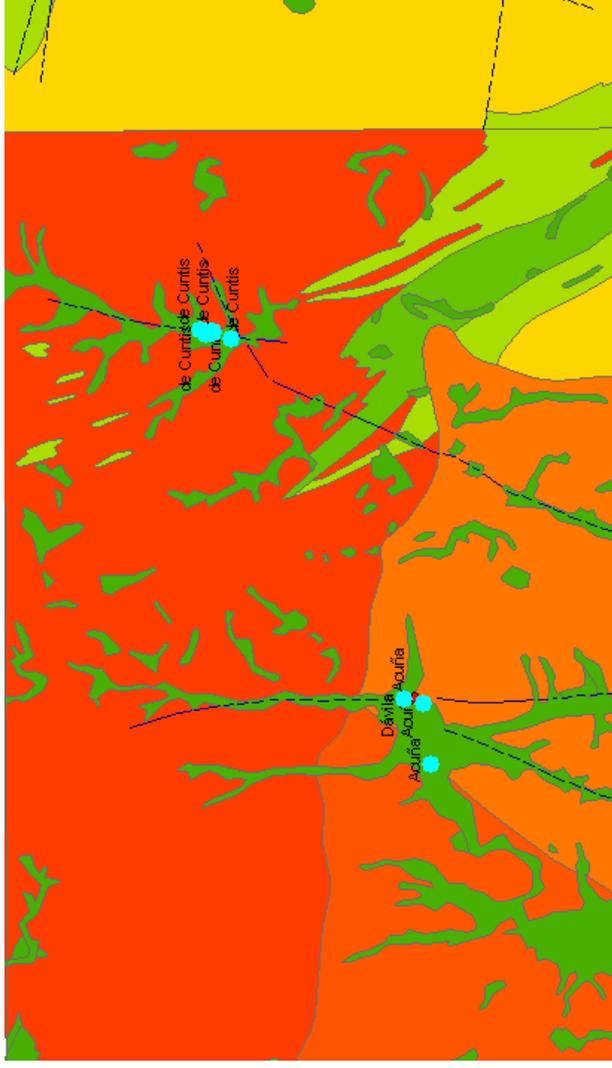


Figura 312. Mapa geológico correspondiente a los aluvementos de los balnearios de Dávila, Acuña y Cuntis. Los aluvementos se encuentran sobre depósitos aluviales.

Tabla 228. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre depósitos aluviales. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGIA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
544233	4675288	Gándara	Balneario de Mondariz	Pontevedra	HCO3 - Na	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
544747	4675309	Fuente del Val nº 2	Balneario de Mondariz	Pontevedra	No hay info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
544749	4675367	Fuente del Val	Balneario de Mondariz	Pontevedra	No hay info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
544194	4675390	Mondariz nº 1	Balneario de Mondariz	Pontevedra	No hay info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
544187	4675405	Mondariz nº 2	Balneario de Mondariz	Pontevedra	No hay info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
544186	4675412	Mondariz nº 3	Balneario de Mondariz	Pontevedra	No hay info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
544008	4675965	Fuente del Val nº 1	Balneario de Mondariz	Pontevedra	No hay info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
589196	4688963	Oulariz nº 77-1, 77-2, 77-3, 77-4 e 77-5	Fontes de Ourense - Cidade	Ourense	No hay info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
592537	4689043	Chavasqueira - Templeta	Termas da Chavasqueira	Ourense	HCO3(F) - Na	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
592541	4689129	Caldas do Bispo o Fonte Chavasqueira nº 70	Termas da Chavasqueira	Ourense	HCO3(F) - Na	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
589752	4689378	Muiño - Eirasvedras nº 82	Fontes de Ourense - Cidade	Ourense	No hay info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
591972	4689487	O Tineiro nº 81	Fontes de Ourense - Cidade	Ourense	No hay info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO

Ángel Antonio Ruiz Pico
 Aplicaciones GIS a la Hidrogeología: Balnearios de Galicia

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
528244	4716624	Pozo Bomba o Acuña	Balneario Acuña	Pontevedra	C(F) - Na(B)	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
529315	4716752	Pozo de Acuña	Balneario Acuña	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
529375	4717100	Fuente de las Burgas	Balneario Dávila	Pontevedra	C(F) - Na(B)	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
535739	4720135	Ferreira	Balneario de Cunitis	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
535856	4720425	Fuente del Prado	Balneario de Cunitis	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
535838	4720449	Huerto del Cura	Balneario de Cunitis	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
535833	4720471	Era Nueva	Balneario de Cunitis	Pontevedra	CO3 - Cl(F,S)-Na(B)	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
535829	4720473	Fontiña del Barreño	Balneario de Cunitis	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
535834	4720477	Era Vieja	Balneario de Cunitis	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
535859	4720483	Formiño Viejo	Balneario de Cunitis	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
535862	4720484	Formiño Nuevo	Balneario de Cunitis	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
535842	4720560	San Marcial y San Enrique	Balneario de Cunitis	Pontevedra	HCO3 - Cl (F,S) - Na(B)	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
535812	4720572	Crucero	Balneario de Cunitis	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
535885	4720654	Castro Caliente	Balneario de Cunitis	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
535896	4720685	Fontiña del Castro	Balneario de Cunitis	Pontevedra	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
617278	4762014	Manantial Patio	Balneario de Lugo	Lugo	No hay Info	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO
540760	4794308	Loureda	Baños de Loureda	A Coruña	C(F) - Na	DEPOSITOS ALUVIALES. ARENAS, ARCILLAS Y CANTOS	HOLOCENO

Tabla 229. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre esquistos de Órdenes. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
548183	4750115	Fonte Santa	Aguas de la Fuente Santa / Lardeiros	A Coruña	HCO3 - Na	ESQUISTOS DE ORDENES.METAGRAUVACAS,PARAGNEISES	PREORDO

Tabla 230. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre esquistos verdes. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
561300	4734750	Fonte dos Baños	Baños da Brea	Pontevedra	HCO3(F.S) - Na(B)	ESQUISTOS VERDES .ESQUISTOS ANFIBOLICOS, ANFIBOLITAS Y LOCALMENTE ROCAS MAS ACIDAS.	PREDEV

Tabla 231. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre esquistos, esquistos grafitosos, filitas, ampelitas y liditas. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
568359	4672502	Monte nº 7	Balneario de Cortegada	Ourense	No hay Info	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
568364	4672507	Fonte dos Ollos nº 6	Balneario de Cortegada	Ourense	No hay Info	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
568359	4672515	Dientes nº 5	Balneario de Cortegada	Ourense	No hay Info	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
568356	4672518	Pozo Novo nº 3	Balneario de Cortegada	Ourense	No hay Info	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
568287	4672670	Piedra 2 nº 2	Balneario de Cortegada	Ourense	No hay Info	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
576657	4695727	Fuente de Prado nº 5	Balneario Caldas de Partovia	Ourense	HCO3 - Na	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
576637	4695751	Fuente del Interior nº 6	Balneario Caldas de Partovia	Ourense	HCO3 - Na	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
576647	4695762	Fuente de los Baños nº 7	Balneario Caldas de Partovia	Ourense	HCO3 - Na	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
539436	4738100	Eo dos Menecos	Manancial Eo dos Menecos	A Coruña	HCO3 - Cl - Na	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
527650	4744950	Ntra. Sra. De los Ángeles o Burga de O Tremo	Balneario de O Tremo	A Coruña	HCO3(F.S) - Na(B)	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV
527609	4745012	Sondeo S-1	Balneario de O Tremo	A Coruña	No hay Info	ESQUISTOS, ESQUISTOS GRAFITOSOS, FILITAS, AMPELITAS Y LIDITAS	PREDEV

Tabla 232. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre granito y granodiorita biotítico de Caldas de Reis. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLÓGIA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
512675	4703601	El Mar o pozo nº 4	Balneario de A Toxa	Pontevedra	Cl - Na(B)	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO
512641	4703603	Huerta Caliente o pozo nº 6	Balneario de A Toxa	Pontevedra	Cl - Na(B)	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO
512651	4703615	Huerta Fría o pozo nº 5	Balneario de A Toxa	Pontevedra	Cl - Na(B)	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO
512663	4703625	Capilla o pozo nº 3	Balneario de A Toxa	Pontevedra	Cl - Na(B)	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO
512637	4703626	Caliente lateral o pozo nº 2	Balneario de A Toxa	Pontevedra	Cl - Na(B)	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO
512628	4703648	La Fábrica o pozo nº 1	Balneario de A Toxa	Pontevedra	Cl - Na(B)	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO
512421	4703814	Finca o pozo nº 7	Balneario de A Toxa	Pontevedra	No hay info	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO
529400	4716900	Fuente de los Ojos	Balneario Acuña	Pontevedra	C(F) - Na(B)	GRANITO Y GRANODIORITA BIOTITICO DE CALDAS DE REIS *	HERCINICO

Tabla 233. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre granitoide inhomogéneo. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTUREACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
584386	4647429	San Xoan de Baños o Baño nº 67	Baños de Bande	Ourense	HCO3(F) - Na(B)	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	HERCINICO
535867	4720486	Fuego de Dios ó Fuente de la Plaza	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay Info	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	HERCINICO
535866	4720495	Carrera del Conde	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay Info	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	HERCINICO
535865	4720501	Jardín	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay Info	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	HERCINICO
535873	4720527	Calle Real	Balneario de Cuntis	Pontevedra	HCO3 - Cl (F, S) - Na(B)	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	HERCINICO
535869	4720583	Huerta	Balneario de Cuntis	Pontevedra	HCO3 - Cl (F, S) - Na(B)	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	HERCINICO
535916	4720653	Castro Templado	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay Info	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	HERCINICO
535888	4720654	Castro Frío	Balneario de Cuntis	Pontevedra	No hay Info	GRANITOIDE INHOMOGENEO. GRANITO MIGMATITICO DE DOS MICAS	HERCINICO

Tabla 234. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre granitos de 2 micas muy leucocráticos de Verín. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
632471	4643790	Sousas Manantial II	Balneario de Sousas	Ourense	HCO3(F) - Na(B)	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE VERIN	HERCINICO
632347	4644261	Sousas II Sondeo 1	Balneario de Sousas	Ourense	No hay Info	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE VERIN	HERCINICO
632405	4644283	Sousas II Sondeo 2	Balneario de Sousas	Ourense	No hay Info	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE VERIN	HERCINICO
632476	4644301	Sousas II Sondeo 4	Balneario de Sousas	Ourense	No hay Info	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE VERIN	HERCINICO
632393	4644332	Sousas II Sondeo 3	Balneario de Sousas	Ourense	No hay Info	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE VERIN	HERCINICO
630940	4644462	Sousas Manantial I o Tradicional	Balneario de Sousas	Ourense	HCO3(F) - Na(B)	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE VERIN	HERCINICO

Tabla 235. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre granitos de 2 micas muy leucocráticos de Xunqueira de Ambía. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
604279	4672771	O Porteiro	Balneario de Porteiro	Ourense	No hay Info	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE XUNQUEIRA DE AMBIA	HERCINICO
604257	4672798	Porteiro nº 76	Balneario de Porteiro	Ourense	HCO3(F) - Na(B)	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE XUNQUEIRA DE AMBIA	HERCINICO
604360	4674225	Fuente del Baño nº 30	Fonte do Baño	Ourense	HCO3(F) - Na(B)	GRANITOS DE DOS MICAS MUY LEUCOCRATICOS DE XUNQUEIRA DE AMBIA	HERCINICO

Tabla 236. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre el macizo de Guitiriz. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
590688	4780940	Pozo Campo de Golf o S-3	Balneario de Guitiriz	Lugo	No hay Info	GUITIRIZ	TERCIARIO
590025	4781200	Fuente de San Juan de Lagostelle	Balneario de Guitiriz	Lugo	HCO3(S) - Na	GUITIRIZ	TERCIARIO

Tabla 237. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre el macizo de A Coruña - Ferrol. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
540035	4794815	Agua Fresca	Balneario de Arteixo	A Coruña	No hay Info	MACIZO DE A CORUÑA-FERROL. GRANDIORITAS Y GRANITOS BIOTITICOS PRECOCES	HERCINICO
540028	4794821	Agua Bicarbonatada o Fuente de Beber	Balneario de Arteixo	A Coruña	No hay Info	MACIZO DE A CORUÑA-FERROL. GRANDIORITAS Y GRANITOS BIOTITICOS PRECOCES	HERCINICO
540024	4794823	Agua Caliente	Balneario de Arteixo	A Coruña	Cl(F) - Na(B)	MACIZO DE A CORUÑA-FERROL. GRANDIORITAS Y GRANITOS BIOTITICOS PRECOCES	HERCINICO
540130	4794830	Agua Ferruginosa	Balneario de Arteixo	A Coruña	No hay Info	MACIZO DE A CORUÑA-FERROL. GRANDIORITAS Y GRANITOS BIOTITICOS PRECOCES	HERCINICO
540020	4794835	Agua Templada	Balneario de Arteixo	A Coruña	Cl(F) - Na(B)	MACIZO DE A CORUÑA-FERROL. GRANDIORITAS Y GRANITOS BIOTITICOS PRECOCES	HERCINICO

Tabla 238. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre el macizo de A Golada. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
598230	4671259	O Ferradal nº 62	Fonte de O Ferradal	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO
598680	4672036	Santián nº 63	Fonte de Santián	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO
609600	4677583	A Burga nº 69	Baños de Molgas	Ourense	No hay info	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO
609695	4677809	Fuente Caliente nº 64	Baños de Molgas	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO
603427	4685706	As Means nº 79	Manancial As Means	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO
579900	4686800	Laias nº 38	Balneario de Laias	Ourense	HCO3(F,S) - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO
589116	4688911	Outariz 1 e 2 nº 83	Fontes de Ourense - Cidade	Ourense	No hay info	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO
630417	4692600	Castro Candelas	Balneario de Castro Candelas	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO
575601	4698085	Xardín do Carballiño nº 71	Xardín do Carballiño	Ourense	No hay info	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO
575701	4698132	Xardín do Carballiño nº 72	Xardín do Carballiño	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO
575725	4698300	Balneario de Carballiño	Balneario de Carballiño	Ourense	HCO3 - Na	MACIZO DE A GOLADA ALINEACION ORENSE CARBALLIÑO RODEIRO. MEDA MANZANEDA.MOD LEUC	HERCINICO

Tabla 239. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre el macizo de Chantada Taboada. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
614687	4707637	Captación A	Balneario de Augas Santas de Pantón	Lugo	HCO3(F) - Na	MACIZO DE CHANTADA TABOADA	HERCINICO
614698	4707689	Captación B	Balneario de Augas Santas de Pantón	Lugo	HCO3(F) - Na	MACIZO DE CHANTADA TABOADA	HERCINICO
614661	4707811	Captación C	Balneario de Augas Santas de Pantón	Lugo	HCO3(F) - Na	MACIZO DE CHANTADA TABOADA	HERCINICO
588165	4747138	Nai de Deus	Balneario del Río Pambre	Lugo	HCO3(F) - Na	MACIZO DE CHANTADA TABOADA	HERCINICO

Tabla 240. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre el macizo de Lobios. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
574076	4635225	Río Clado nº 60 ó Río Caldo	Balneario de Lobios	Ourense	HCO3(F) - Na	MACIZO DE LOBIOS	HERCINICO

Tabla 241. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre el macizo de Ourense. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
593391	4687398	Baños de Outeiro nº 73	Baños de Outeiro	Ourense	HCO3(F) - Na(B)	MACIZO DE OURENSE	HERCINICO
593445	4687536	Fervedoiro nº 75-3	Fontes de Ourense - Cidade	Ourense	No hay Info	MACIZO DE OURENSE	HERCINICO
593462	4687548	Burga de Abaixo nº 75-2	Fontes de Ourense - Cidade	Ourense	HCO3(F) - Na(B)	MACIZO DE OURENSE	HERCINICO
593492	4687560	Burga de Arriba nº 75-1	Fontes de Ourense - Cidade	Ourense	HCO3(F) - Na(B)	MACIZO DE OURENSE	HERCINICO

Tabla 242. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre el macizo de Parga. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLoxIA_EDAD_EPO
591153	4780849	Pozo de los Pobres o del Pinar o S-1	Balneario de Guitiriz	Lugo	HCO3 - Na	MACIZO DE PARGA	HERCINICO
590865	4781176	Pozo Cogeneración o S-2	Balneario de Guitiriz	Lugo	No hay Info	MACIZO DE PARGA	HERCINICO

Tabla 243. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre el macizo de Ribadavia. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
569958	4678736	Pozo A Veiga 1, P-4 ó nº 47	Balneario de Arnoia	Ourense	HCO3(F.S) - Na	MACIZO DE RIBADAVIA	HERCINICO
569546	4678922	Pozo A Veiga 1, PO-1B ó nº 46	Balneario de Arnoia	Ourense	HCO3(F.S) - Na	MACIZO DE RIBADAVIA	HERCINICO
570904	4688655	Alumbramiento Principal Berán nº 31	Balneario de Berán	Ourense	HCO3(F.S) - Na(B)	MACIZO DE RIBADAVIA	HERCINICO

Tabla 244. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre matabasitas. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
525250	4784825	Virgen de la Estrella	Baños Vellos de Carballo	A Coruña	HCO3(F.S) - Na(B)	METABASITAS EN FACIE ANFIBOLITA, LOCALMENTE EN FACIE GRANULITA	PREORDO
525203	4784909	Fuente	Baños Vellos de Carballo	A Coruña	No hay Info	METABASITAS EN FACIE ANFIBOLITA, LOCALMENTE EN FACIE GRANULITA	PREORDO

Tabla 245. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre la formación Olo Sapo. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLOGÍA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
631400	4691160	Fonte Piñeira	Balneario de Castro Caldelas	Ourense	No hay Info	OLLO SAPO GRANO FINO. GNEISES MICROGLANDULARES.CUARCITAS FELDSPÁTICAS.ESQUISTOS	PRECAM

Tabla 246. Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre la serie de Villalba. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos

X	Y	NOMBRE_CAPTUREACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLÓGIA	LITOLOXIA	EDAD	EPO
617241	4762021	Manantial Lecho Río	Balneario de Lugo	Lugo	No hay info	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GN EISES ANFIBOLICOS	PRECAM		
617450	4762200	Manantial Central Romano	Balneario de Lugo	Lugo	HCO3(F.S) - Na(B)	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GN EISES ANFIBOLICOS	PRECAM		
617432	4762207	Lugo Pozo nº 4	Balneario de Lugo	Lugo	HCO3(F.S) - Na(B)	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GN EISES ANFIBOLICOS	PRECAM		
617368	4762252	Manantial Piscina	Balneario de Lugo	Lugo	HCO3(F.S) - Na(B)	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GN EISES ANFIBOLICOS	PRECAM		
617366	4762260	Lugo Pozo nº 3	Balneario de Lugo	Lugo	HCO3(F.S) - Na(B)	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GN EISES ANFIBOLICOS	PRECAM		
617354	4762270	Lugo Pozo nº 2	Balneario de Lugo	Lugo	HCO3(F.S) - Na(B)	SERIE DE VILLALBA.PIZARRAS.ARENISCAS.ESQUISTOS.GN EISES ANFIBOLICOS	PRECAM		

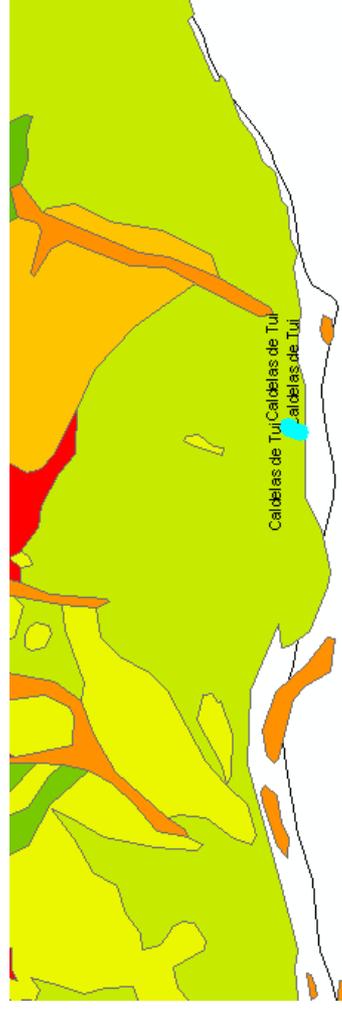


Figura 315. Mapa geológico correspondiente a los alubramientos del balneario de Caldela de Tui. Los alubramientos se encuentran sobre terrazas.



Figura 316. Mapa geológico correspondiente a los alubramientos del balneario de Augas Santas de Pantón. Uno de los alubramientos se encuentra sobre terrazas.

Tabla 247. Alumbraamientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre terrazas. Se muestra también las coordenadas de los alumbraamientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos

X	Y	NOMBRE_CAPTACION	BALNEARIO	PROVINCIA	FACIES_HIDROQUIM	LITOLÓGIA	LITOLOXIA_EDAD_EPO
535850	4656050	María Cruz nº 751	Balneario de Caldeas de Tui	Pontevedra	Cl(F,S) - Na(B)	TERRAZAS	PLEISTOCENO
535873	4656114	Pozo San Antonio	Balneario de Caldeas de Tui	Pontevedra	Cl(F,S) - Na(B)	TERRAZAS	PLEISTOCENO
535894	4656135	Pozo San Francisco	Balneario de Caldeas de Tui	Pontevedra	Cl(F,S) - Na(B)	TERRAZAS	PLEISTOCENO
614767	4707766	Os Baños - Aguas Santas	Balneario de Augas Santas de Pantón	Lugo	HCO3(F) - Na	TERRAZAS	PLEISTOCENO

6.6.3 Aproximación al establecimiento de los dominios hidrominerales de Galicia. Análisis geoestadístico de los datos.

Para realizar este análisis geoestadístico se dispone de los datos de tipo texto de las facies hidrominerales de los alumbramientos de Galicia en los 128 alumbramientos que forman parte de los 42 balnearios. En el epígrafe 6.6.2. Relación entre la facies hidroquímica de las aguas en los alumbramientos de los balnearios de Galicia y la geología, se realizó un análisis exhaustivo de los datos disponibles.

Uno de los tratamientos geoquímicos realizados ha tenido como objetivo definir para cada punto de agua con análisis, su facies hidrogeoquímica o tipo de composición química. Ha sido necesario determinar la concentración relativa de los aniones y cationes mayoritarios, es decir, bicarbonatos, carbonatos, sulfatos, cloruros y fluoruros entre los aniones y calcio, magnesio, sodio y potasio entre los cationes. Por ello, para asignar facies hidrogeoquímicas a un punto determinado era necesario que su análisis correspondiente dispusiera de un valor para cada uno de los iones mayoritarios citados. De las 128 analíticas que constituyen los alumbramientos de los 42 balnearios de la base de datos, tan sólo se dispone de datos de la concentración en bicarbonatos en 73 alumbramientos, en carbonatos en 53 alumbramientos, en sulfatos en 74 alumbramientos, en cloruros en 73 alumbramientos, en fluoruros en 72 alumbramientos, en magnesio en 73 alumbramientos, en sodio en 73 alumbramientos y en potasio en 74 alumbramientos.

En la asignación de facies o denominación del tipo de composición química del agua se ha seguido el criterio más habitualmente utilizado de nombrar el agua por el anión y el catión que sobrepasan el 50% de la suma respectiva de aniones y cationes mayoritarios. En caso de que ningún anión o catión supere este 50%, se nombra a los dos más abundantes, poniendo en primer lugar el mayor de ellos.

En la Tabla 6 se muestran las diferentes facies hidroquímicas de los 128 alumbramientos que conforman los 42 balnearios analizados, el número de aguas que presenta cada facies hidroquímica y el porcentaje sobre el total de aguas analizadas. Se observa que hay 56 alumbramientos (43.75%) en los que no se dispone de información. La mayor parte de los alumbramientos tienen facies bicarbonatado – sódica ($\text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$) con 14 alumbramientos (10.94%) seguido de la facies específica bicarbonatado (fluoruro) – sodio (boro) ($\text{HCO}_3^- (\text{F}^-) - \text{Na}^+ (\text{B}^+)$) con 11 alumbramientos (8.59 %) y bicarbonatado (fluoruro, sulfuro) – sodio (boro) ($\text{HCO}_3^- (\text{F}^-, \text{S}^-) - \text{Na}^+ (\text{B}^+)$) con 10 alumbramientos (7.81 %).

Según los datos disponibles se ha podido configurar 15 grupos principales de los cuales 9 grupos corresponden a aguas bicarbonatadas o con el anión bicarbonato predominante, 4 grupos corresponden a aguas cloruradas o con el anión cloruro predominante, 1 grupo a aguas sulfatadas o con el anión sulfato predominante y 1 grupo a aguas carbonatadas o con el anión sulfato predominante (ver Tabla 6).

Analizando los grupos principales que conforman la caracterización hidrogeoquímica inicial, se ha podido realizar una simplificación de las facies hidroquímicas mediante la eliminación de iones específicos. En la Tabla 7 se muestra la simplificación de las facies hidroquímicas. Los 15 grupos iniciales se han simplificado a 5 grupos. Se observa que la facies hidroquímica mayoritaria en las aguas de los alumbramientos que conforman los 42 balnearios analizados tienen facies bicarbonatado (42.97%) de los cuales la facies bicarbonatado – sódica ($\text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$) está representada por 51 alumbramientos (39.84%) y la facies bicarbonatado – clorurado - sódica ($\text{HCO}_3^- - \text{Cl}^- - \text{Na}^+$) está representada por 4 alumbramientos (3.13%). El segundo grupo más representativo es la facies clorurado – sódica con 15 alumbramientos (11.72 %).

En las Figura 290 a 295 se muestran los alumbramientos según su facies hidroquímica en los grupos simplificados.

Teniendo en cuenta que los datos disponibles en el campo FACIES_HIDROMIN de la base de datos Balnearios son de tipo texto, se ha realizado un acondicionamiento de estos datos a numérico de tipo entero.

Para poder aplicar el procedimiento kriging se ha asignado un valor numérico a cada tipo de facies. A la facies $\text{CO}_3^{2-} - \text{Cl}^- - \text{Na}^+$ se le ha asignado el valor numérico “1”. A la facies $\text{Cl}^- - \text{Na}^+$ se le ha asignado el valor numérico “2”. A la facies $\text{HCO}_3^- - \text{Cl}^- - \text{Na}^+$ se le ha asignado el valor numérico “3”. A la facies $\text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$ se le ha asignado el valor numérico “4”. Al campo sin información del tipo de facies se le ha asignado el valor numérico “5”. A la facies $\text{SO}_4^{2-} - \text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$ se le ha asignado el valor numérico “6”. De esta forma se aplica un valor a una misma propiedad (Mancebo et al, 2009).

Se parte de 5 grupos de facies hidroquímicas reclasificadas: (1) $\text{CO}_3^{2-} - \text{Cl}^- - \text{Na}^+$, (2) $\text{Cl}^- - \text{Na}^+$, (3) $\text{HCO}_3^- - \text{Cl}^- - \text{Na}^+$, (4) $\text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$ y (5) $\text{SO}_4^{2-} - \text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$ (ver Tabla 7). Mediante la aplicación de kriging se obtiene un mapa de 3 dominios hidrominerales: (1) $\text{Cl}^- - \text{Na}^+$, (2) $\text{HCO}_3^- - \text{Cl}^- - \text{Na}^+$ y (3) $\text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$. El grupo $\text{HCO}_3^- - \text{Cl}^- - \text{Na}^+$ es de transición entre el $\text{Cl}^- - \text{Na}^+$ y el $\text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$ (ver Figura 331).

Teniendo en cuenta la distribución espacial de los datos se estima que los mapas de dominios hidrominerales se concentrarán en aquellas zonas en las que se dispone de datos mientras que aquellas en las que no hay información quedarán sin predicción.

Antes de realizar un tratamiento geoestadístico se analizan los datos disponibles. Los estadísticos muestran que se dispone de 128 datos de facies hidroquímica con un valor numérico mínimo 1 y un valor máximo 6. El valor medio es 4.1641 (ver Figura 317).

La mediana es 4.0 mg/l ligeramente diferente a la media por lo que se estima realizar un análisis logarítmico de los datos (ver Figura 318). Tras el análisis

logarítmico se observa que media y mediana se aproximan por lo que se decide realizar un análisis geostatístico logarítmico de los datos.

Para realizar el análisis geostatístico se han utilizado las siguientes capas:

(1) Captaciones_Vinculado. Capa de tipo punto que contiene toda la información de la base de datos "Balnearios". Los datos de la capa se han filtrado y se ha extraído la información correspondiente a las facies hidroquímicas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

(2) Facies_Hidroquim. Capa resultante de la aplicación de los filtros sobre la capa Captaciones_Vinculado. Contiene la información correspondiente a las facies hidroquímicas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

(3) Reclasif_Facies_Hidroquim. Capa resultante de la aplicación de un criterio de simplificación del tipo de facies por el que se eliminan los elementos minoritarios característicos de las aguas singulares de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

(4) Galicia_25. Capa poligonal simple escala 1:25.000 que contiene la geometría de la Comunidad Autónoma de Galicia.

(5) Xeoloxia_50. Capa poligonal simple escala 1:50.000 que contiene la geología de la Comunidad Autónoma de Galicia.

(6) Litoloxia. Tabla de datos que contiene la información referente a la litología de las unidades geológicas. Esta tabla se ha relacionado con la capa Xeoloxia_50.

(7) Faia_50. Capa de líneas simple escala 1:50.000 que contiene las fallas de la Comunidad Autónoma de Galicia.

Todas las capas están georreferenciadas al Datum ETRS89 UTM Zone 29N.

En la Figuras 317 a 323 se muestra el análisis de los histogramas y de los gráficos cuantil-cuantil normal de los datos de las facies hidroquímicas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Asimismo se muestra el gráfico de tendencia, semivariograma y covarianza de los datos. El análisis de estos diagramas permite conocer: (1) el tipo de dato disponible, (2) su comportamiento, (3) tendencia, (4) dispersión, (5) errores, etc. Esta información se utilizará para aplicar de forma correcta el procedimiento kriging sobre los datos.

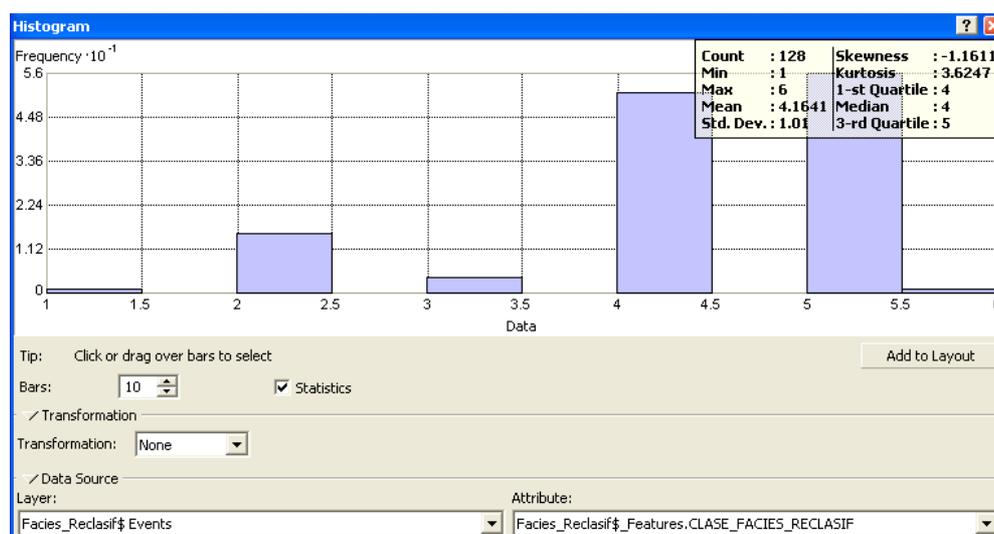


Figura 317. Histograma de los datos correspondiente a las facies hidroquímicas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).

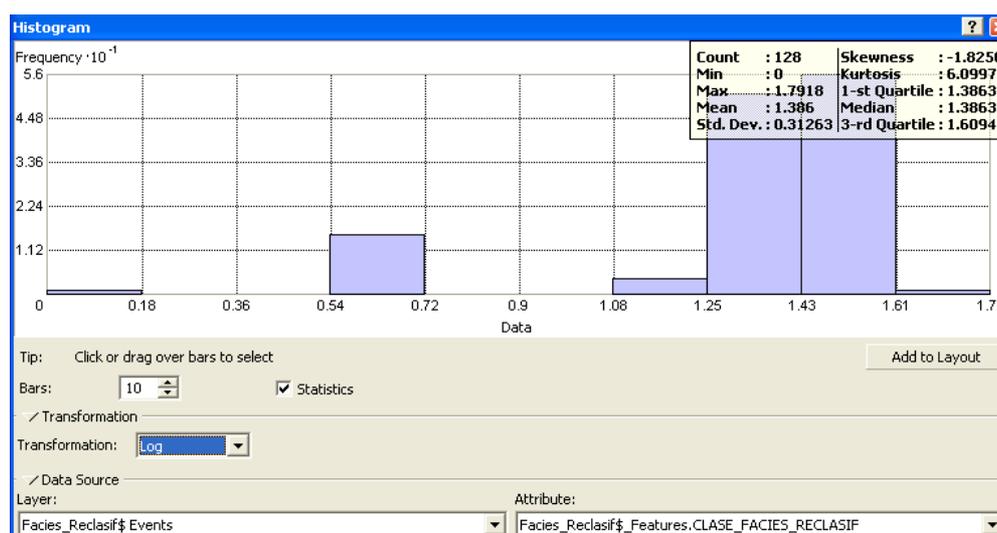


Figura 318. Histograma de los datos correspondiente a las facies hidroquímicas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución logarítmica).

Tras el análisis de los datos mediante el histograma se analiza el gráfico cuantil-cuantil normal para evaluar la similitud de la distribución de los valores con el de una distribución normal estándar. La línea en el diagrama cuantil-cuantil normal muestra los valores esperados para una distribución normal. Se observa que el diagrama se aleja ligeramente de los valores esperados para una distribución normal (ver Figura 319). Se decide mantener el tratamiento geoestadístico logarítmico de los datos (ver Figura 320).

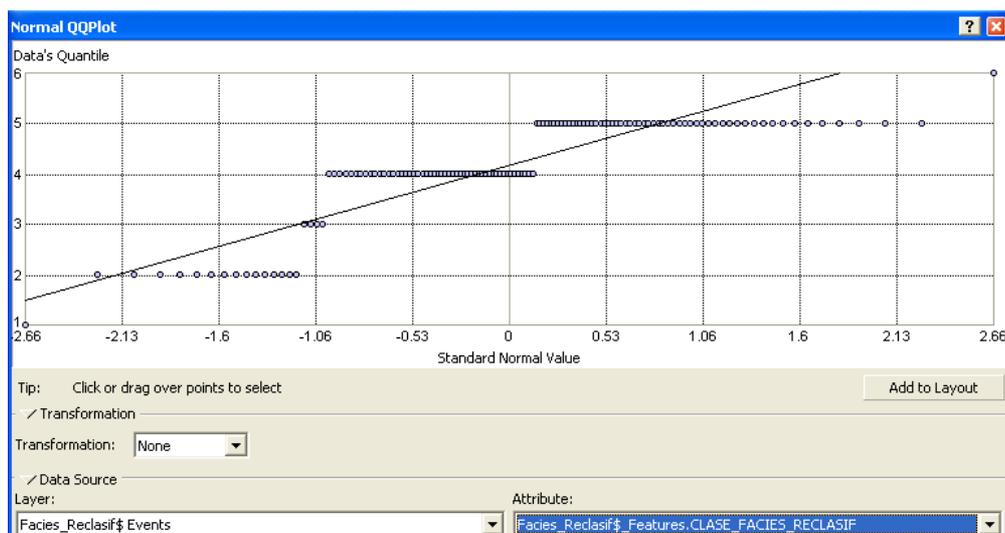


Figura 319. Diagrama cuantil-cuantil normal de los datos correspondiente a las facies hidroquímicas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).

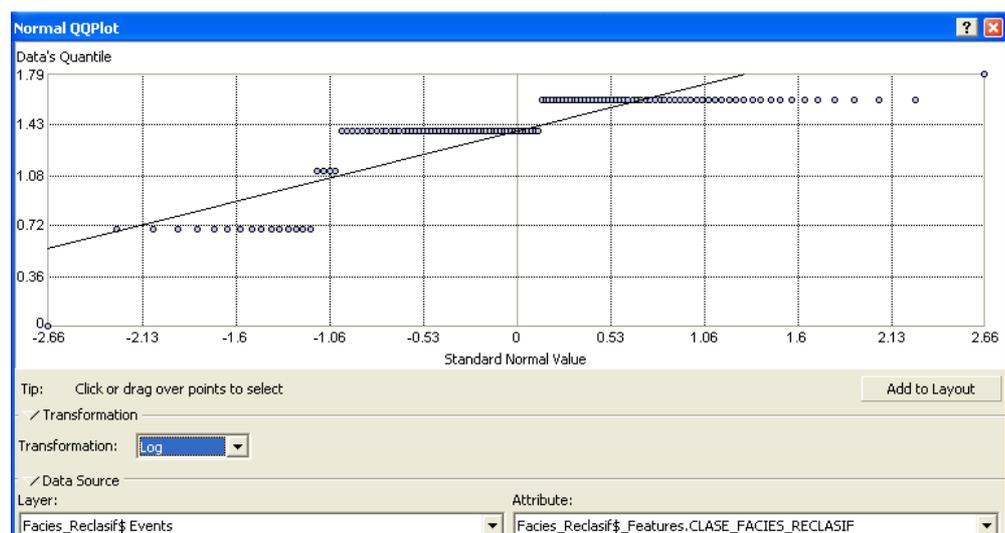


Figura 320. Diagrama cuantil-cuantil logarítmico de los datos correspondiente a las facies hidroquímicas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución normal).

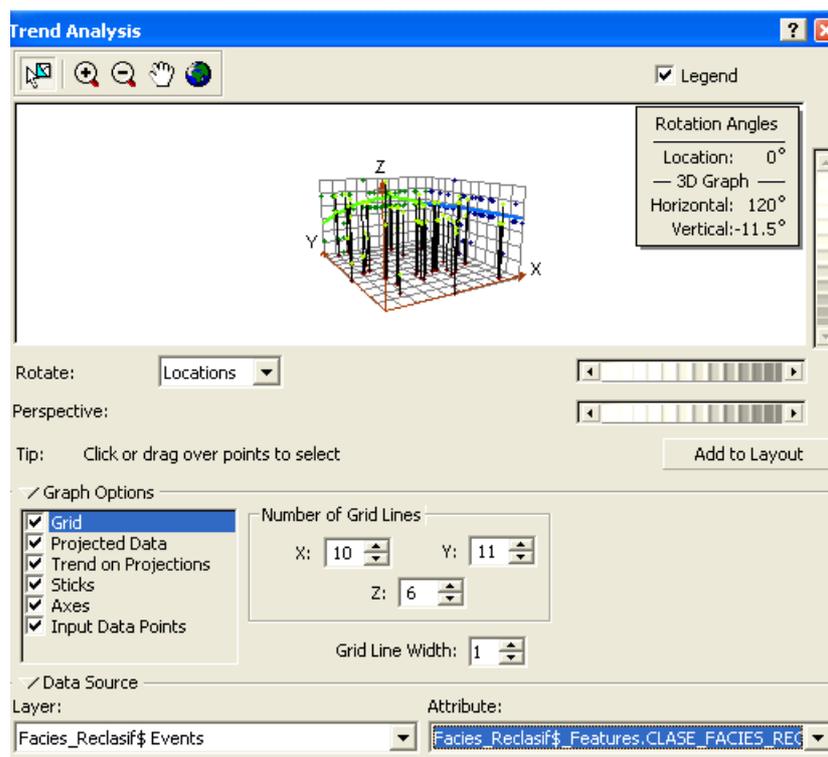


Figura 321. Análisis de tendencia de los datos de facies hidroquímica de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se observa que los datos no tienen una tendencia establecida.

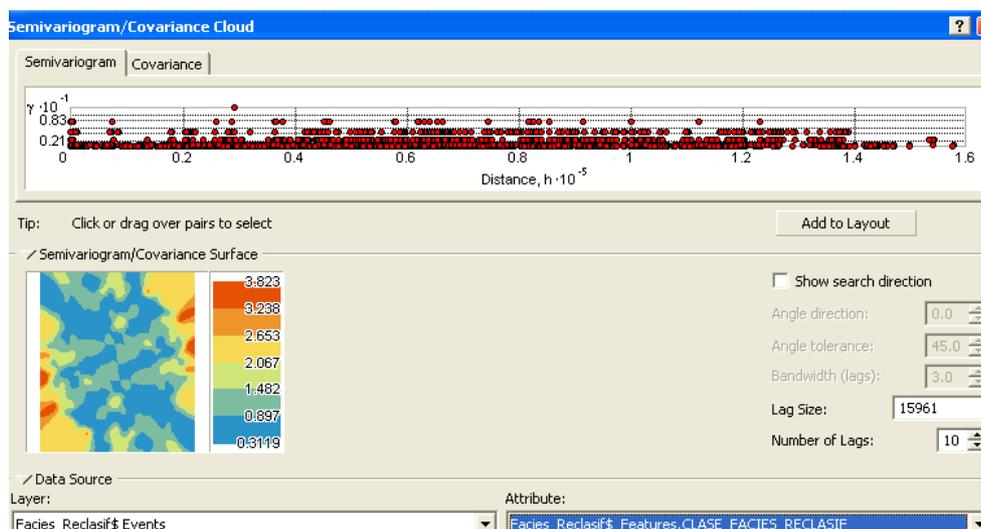


Figura 322. Semivariograma de los datos de las facies hidroquímicas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

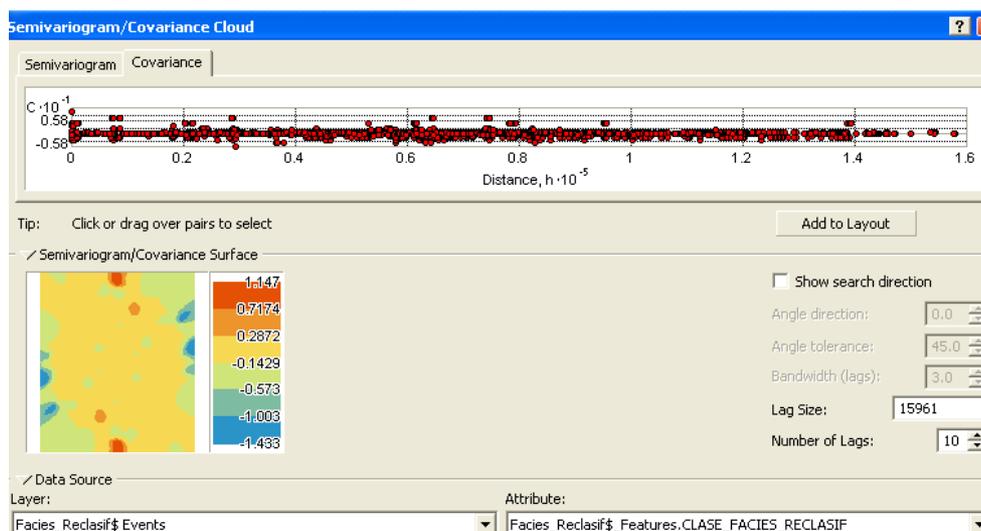


Figura 323. Covarianza de los datos de las facies hidroquímicas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

6.6.3.1 Análisis de resultados

Tras el análisis de los estadísticos se procede a la aplicación del procedimiento de kriging sobre los datos disponibles de las facies hidroquímicas en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Para ello se aplica un modelo de predicción y una transformación logarítmica a los datos. Para ajustar un modelo al semivariograma empírico, se selecciona una función de tipo esférico y se indica que se trata de un medio anisótropo. Existen desviaciones de los puntos en el semivariograma empírico con respecto al modelo. Algunos están por encima de la curva del modelo y algunos están por debajo. Sin embargo, si se suma la distancia de cada punto por encima de la línea y la distancia de cada punto por debajo, los dos valores deberían ser similares. En el semivariograma se observa que hay efecto nugget (pepita).

En las Figuras 324 a 329 se muestra el semivariograma empírico y el análisis de validación cruzada.

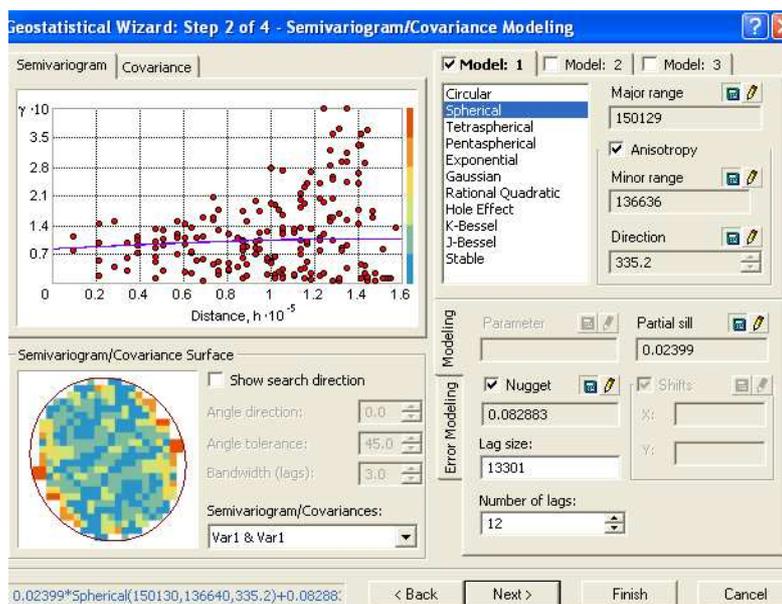


Figura 324. Semivariograma empírico de los datos de las facies hidroquímicas en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se ha aplicado un modelo esférico.

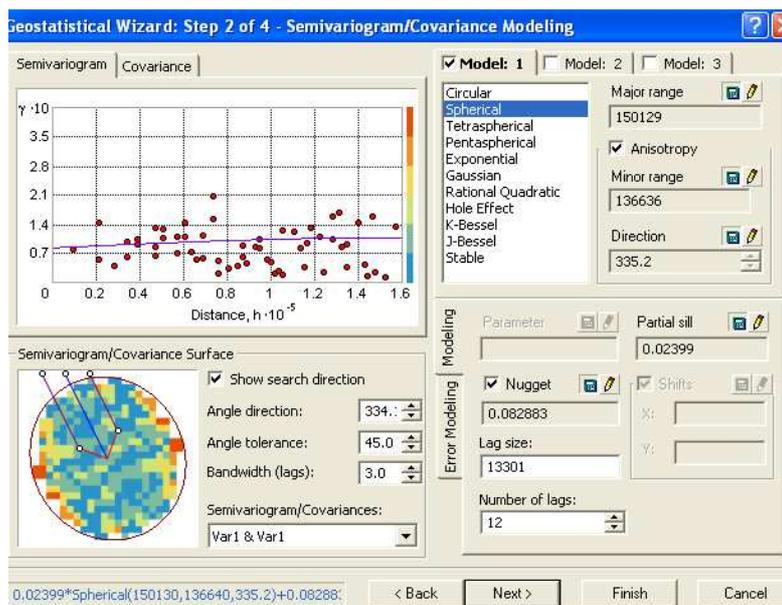


Figura 325. Semivariograma empírico de los datos de las facies hidroquímicas en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se ha aplicado un modelo esférico y anisótropo.

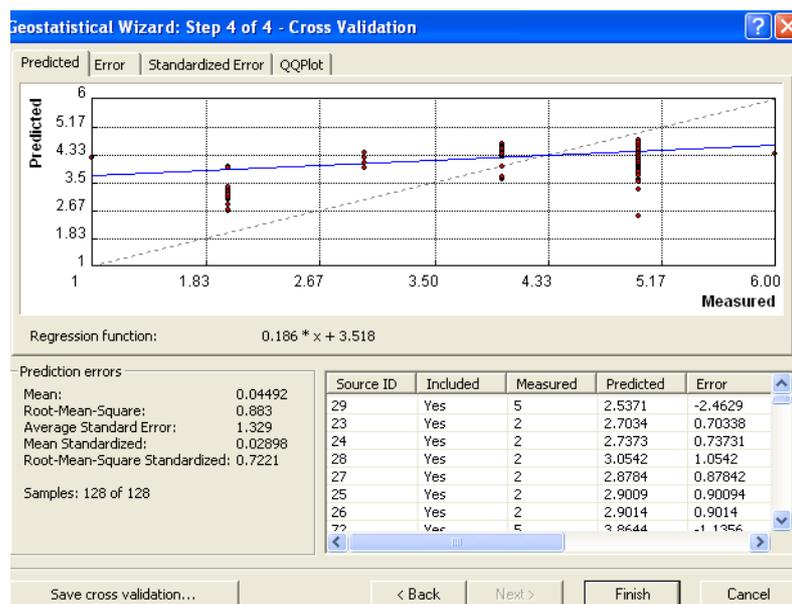


Figura 326. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de las facies hidroquímicas en los alumbramientos de los balnearios de Galicia.

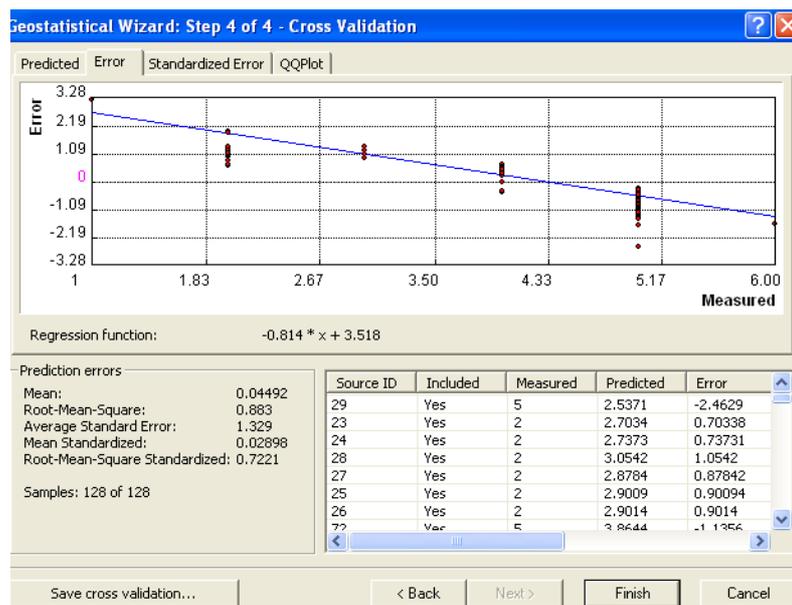


Figura 327. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de las facies hidroquímicas en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva de errores.

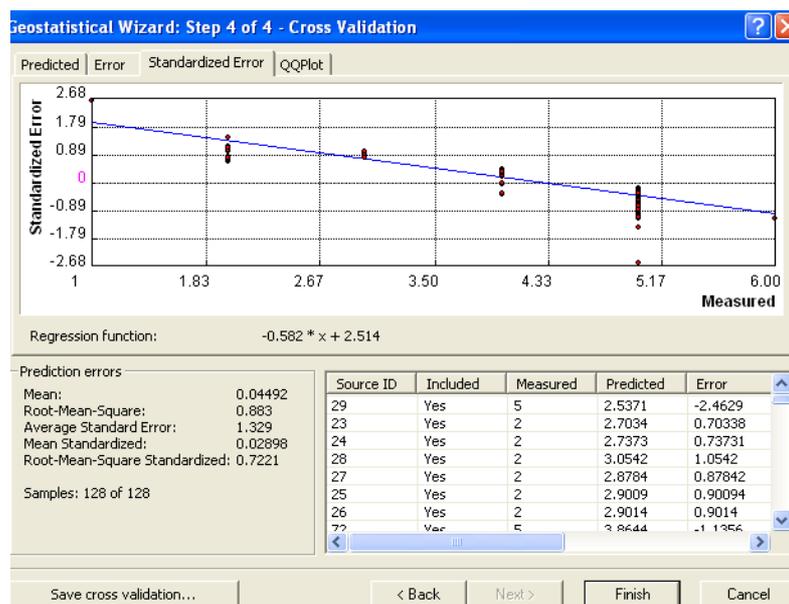


Figura 328. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de las facies hidroquímicas en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva de errores estandarizados.

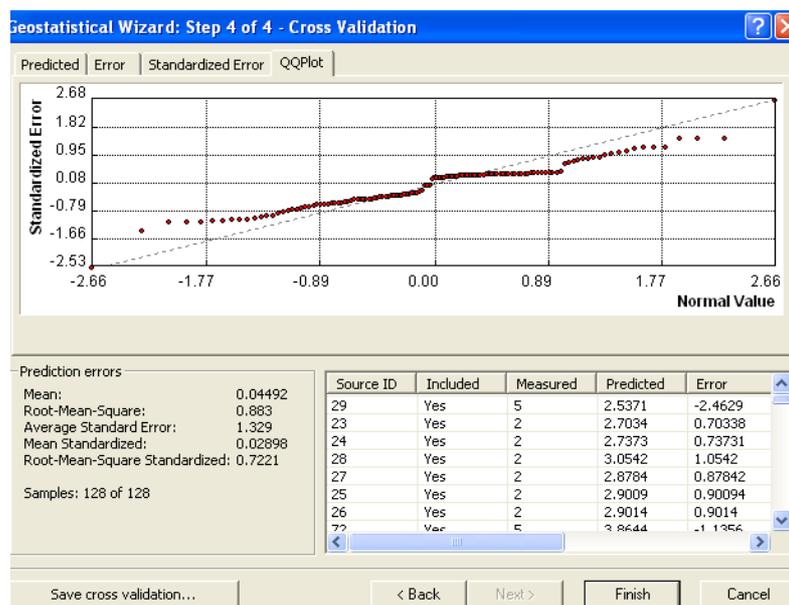


Figura 329. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de las facies hidroquímicas en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva cuantil-cuantil normal.

Tras la aplicación del procedimiento kriging descrito en el epígrafe 6.2.1. Introducción se obtienen mapas de predicción de los dominios hidrominerales en aquellos puntos en los que no se dispone de información.

Teniendo en cuenta la distribución espacial de los datos se estima que los mapas de predicción se concentrarán en aquellas zonas en las que se dispone de datos mientras que aquellas en las que no hay información quedarán sin predicción.

En la Figura 330 se muestra el mapa de predicción de los dominios hidrominerales después de aplicar kriging. Se muestran los resultados a través de un código de tonalidades de color. Se parte de 5 grupos de facies hidroquímicas reclasificadas: (1) CO_3^{2-} - Cl^- - Na^+ , (2) Cl^- - Na^+ , (3) HCO_3^- - Cl^- - Na^+ , (4) HCO_3^- - Na^+ y (5) SO_4^{2-} - HCO_3^- - Na^+ .

Mediante la aplicación de kriging se obtiene un mapa de **3 dominios hidrominerales**: (1) Cl^- - Na^+ , (2) HCO_3^- - Cl^- - Na^+ y (3) HCO_3^- - Na^+ . El grupo HCO_3^- - Cl^- - Na^+ es de transición entre el Cl^- - Na^+ y el HCO_3^- - Na^+ (ver Figura 331). Los grupos 1 y 5 no aparecen representados ya que tan sólo se dispone de 1 dato para cada grupo de los 128 alumbramientos.

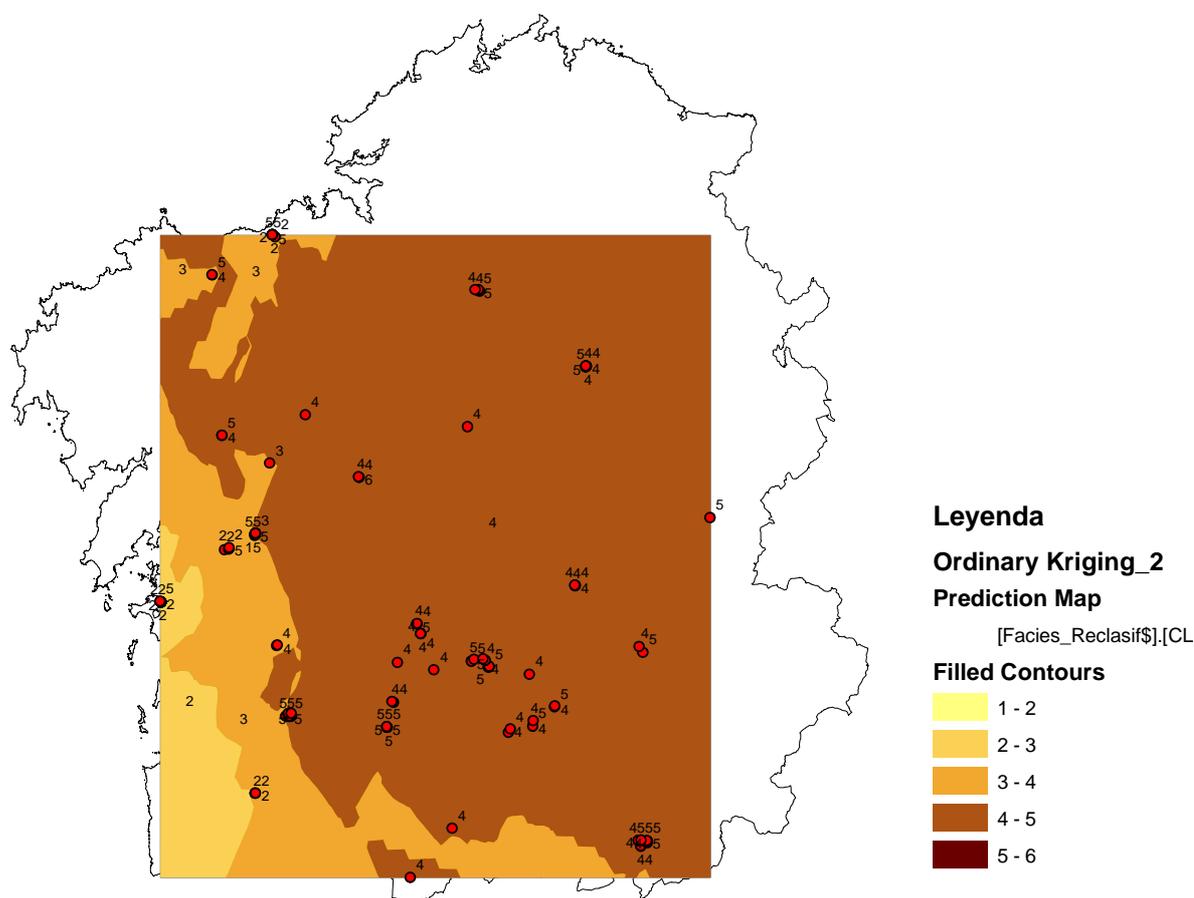


Figura 330. Mapa de dominios hidrominerales de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.

En el mapa de aproximación de los dominios hidrominerales realizado a partir de los datos de facies hidroquímica de los datos de los alumbramientos de los balnearios de Galicia se observa una graduación desde la facies Cl^- - Na^+ en las

los materiales silicatados y carbonatados que caracterizan las formaciones metamórficas e ígneas.

6.6.3.2 Discusión

El kriging constituye un modelo eficaz de predicción de fenómenos naturales. Su aplicación en la elaboración de mapas conlleva la disponibilidad de datos veraces y suficientes para la obtención de resultados. Mediante la aplicación de este método en la elaboración del mapa de aproximación a los dominios hidrominerales de Galicia a partir de los datos de las facies hidroquímicas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia se concluye que se ha podido establecer un mapa constituido por 3 grupos de facies hidroquímicas: (1) $\text{Cl}^- - \text{Na}^+$, (2) $\text{HCO}_3^- - \text{Cl}^- - \text{Na}^+$ y (3) $\text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$. El grupo $\text{HCO}_3^- - \text{Cl}^- - \text{Na}^+$ es de transición entre el $\text{Cl}^- - \text{Na}^+$ y el $\text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$. Los grupos $\text{CO}_3^{2-} - \text{Cl}^- - \text{Na}^+$ y $\text{SO}_4^{2-} - \text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$ no están representados en el mapa de predicción porque tan sólo disponen de un dato cada uno por lo que no es posible estimar su representatividad como dominio hidromineral.

Tras el análisis de (1) la información geológica de superficie sobre la que se ubican los alumbramientos y (2) la facies hidroquímicas de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia se concluye que existe una relación directa entre la facies hidroquímica y la geología.

En general, la facies hidroquímica más habitual es la bicarbonatada sódica, último estadio de evolución química del agua de las precipitaciones en su circulación por los materiales silicatados y carbonatados que caracterizan las formaciones metamórficas e ígneas.

Las aguas cloruradas sódicas también están representadas fundamentalmente en balnearios costeros o cerca de la línea de costa. Se ha llegado a la conclusión que se trata de aguas mezcla entre aguas profundas y aguas superficiales.

Finalmente existe una facies de transición entre las bicarbonatadas sódicas y las cloruradas sódicas. Es la facies hidroquímica bicarbonatado clorurado sódicas que se encuentran representados en algunos balnearios entre los balnearios próximos a la línea de costa y los de interior.

6.7. BÚSQUEDA DE LA MEJOR LOCALIZACIÓN PARA LA PERFORACIÓN DE UNA CAPTACIÓN SEGÚN CRITERIOS ADMINISTRATIVOS. BALNEARIO DE MONDARIZ

6.7.1 Introducción

Se plantea como caso práctico la localización de posibles zonas en las que ubicar una captación adicional para abastecer el balneario de Mondariz. Para ello se ha cumplido el criterio indicado por la actual normativa para nuevas captaciones según el cual no puede perforarse una nueva captación a menos de 100 m (en terreno rústico) de otro punto de agua (ríos, manantiales, otras captaciones, pozos, etc). Además se ha planteado que la posible captación se encuentre a una distancia menor o igual a 600 m del edificio del balneario.

6.7.2 Análisis de los datos utilizados

Este caso práctico constituye un planteamiento de análisis lógico Booleano. Se han utilizado las siguientes capas de datos:

(1) Mondariz_Captaciones. Capa de puntos constituida por datos que se extraen de la base de datos balnearios. Tras la realización de los filtros se obtiene una capa que contiene: (1) las coordenadas de los alumbramientos pertenecientes al balneario de Mondariz, (2) nombre de la captación y (3) definición del tipo de dato (point) (ver Tabla 249).

Tabla 248. Datos contenidos en la capa Mondariz_Captaciones.

OBJECTID *	ObjectID_1	X	Y	NOMBRE_CAPTACION	Shape *
1	1	543403	4675252	Troncoso	Point
2	2	544233	4675288	Gándara	Point
3	3	544715	4675997	Sabaxáns	Point
4	4	544187	4675405	Mondariz nº 2	Point
5	5	544186	4675412	Mondariz nº 3	Point
6	6	544194	4675390	Mondariz nº 1	Point
7	7	544008	4675955	Fuente del Val nº 1	Point
8	8	544747	4675309	Fuente del Val nº 2	Point
9	9	544749	4675367	Fuente del Val	Point
10	10	544664	4675232	V-4	Point
11	11	544067	4675172	M-5	Point
12	12	544220	4675193	Mondariz nº 4	Point

(2) Rio_Doble_25. Capa de polígonos que representan los ríos principales de la Comunidad Autónoma de Galicia a escala 1:25.000. Estos ríos están representados por 2 líneas que representan las 2 márgenes de los ríos. Tienen 2 campos principales de datos: (1) longitud y (2) superficie.

(3) Rio_Simple_25. Capa de polilíneas que representan los ríos secundarios de la Comunidad Autónoma de Galicia a escala 1:25.000. Tiene 1 campo principal de datos: (1) longitud.

(4) Mondariz_Concellos. Capa de polígonos que representa los concellos (pueblos) en el entorno de Mondariz. Tiene 3 campos principales de datos: (1) nombre del concello, (2) longitud y (3) superficie. Los concellos en el entorno del balneario de Mondariz considerados en el proyecto son: (1) Pontearreas, (2) Mondariz – Balneario y (3) Mondariz.

(5) Mondariz_Edificio. Capa de puntos constituida los siguientes datos: (1) las coordenadas del edificio del balneario de Mondariz, (2) nombre del punto y (3) definición del tipo de dato (point) (ver Tabla 250)

Tabla 249. Datos contenidos en la capa Mondariz_Edificio.

OBJECTID *	ObjectID_1	X	Y	PUITO	Shape *
1	1	544281.083333	4675414.333333	Edificio Balneario	Point

6.7.3 Análisis de resultados

Teniendo en cuenta que las capas (2), (3) y (4) tienen información a escala autonómica, la primera parte del proyecto consiste en acotar la zona de estudio ya que de lo contrario los tiempos de cálculo se alargan varias horas. Para ello se aplica el segundo criterio: que la posible captación se encuentre a una distancia menor o igual a 600 m del edificio del balneario. De los 12 alumbramientos que forman parte del balneario hay 3 que quedan fuera de este primer criterio de distancia: (1) Troncoso, (2) Sabaxáns y (3) Fuente del Val nº 1. De la aplicación de este criterio se obtiene un círculo de color azul claro (ver Figura 332) de radio 600 m y centro las coordenadas del edificio del balneario.

Tras acotar la zona de estudio se continúa el tratamiento GIS de la información mediante la aplicación del primer criterio: que la nueva captación se encuentre a más de 100 m de distancia respecto a otro punto de agua existente. Este criterio se aplica a: (1) los alumbramientos existentes en el balneario de Mondariz, (2) a los ríos simples y (3) a los ríos dobles. De la aplicación de este criterio se obtiene círculos de color azul oscuro para los alumbramientos existentes y superficies alargadas correspondientes a los cursos de agua (ver Figura 332).

Del resultado de este tratamiento se obtienen unas superficies de color azul claro que cumplen con los criterios establecidos de distancias al edificio del balneario de Mondariz y de distancias a otros puntos de agua (ver Figura 332).

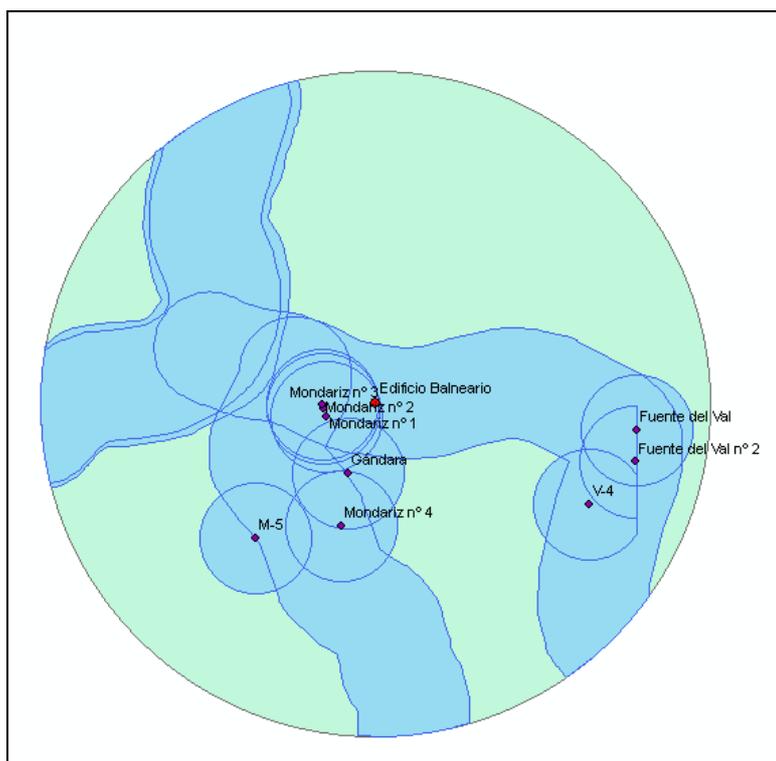


Figura 332. Resultado gráfico tras aplicar los criterios de mejor localización de una posible captación futura en el balneario de Mondariz. Se muestra en color azul claro las zonas que cumplen con todos los requisitos en los que se puede perforar una captación de aguas para el balneario.

6.7.4 Discusión

El tratamiento GIS aplicado a planteamientos geométricos y multivariados constituye una herramienta muy potente y sencilla para la toma de decisiones. A este tratamiento se le pueden aplicar otros criterios como la aplicación de las capas de geología y de fallas. Mediante el uso de la herramienta Arc Hydro GW se pueden obtener perfiles por lo que es posible conocer la geología en profundidad y la localización de fallas.

Otros casos prácticos de aplicación de GIS a la hidrogeología son: (1) tratamientos geoestadísticos de variables naturales: niveles de agua, concentración de iones, etc, (2) realización de mapas de isopropiedades, (3) realización de balances hídricos, (4) realización de mapas de vulnerabilidad de acuíferos, etc.

CAPÍTULO 7. DESCRIPCIÓN DEL VISOR “BALGAGIS”

7.1. INTRODUCCIÓN

El visor multiparamétrico “BALGAGIS” es una herramienta informática intuitiva que permite: (1) localizar la situación geográfica de los balnearios de la Comunidad Autónoma de Galicia, (2) localizar la situación geográfica de los alumbramientos de agua que forman parte de los balnearios, (3) incluir información sobre las características de las aguas de los alumbramientos, (4) incluir otra información asociada a los alumbramientos en la interfaz, (5) caracterizar las aguas de los alumbramientos según su composición físico – química teniendo, etc.

Este visor constituye una versión 0.0. Las posibilidades de desarrollo y aplicaciones son innumerables y dependen de la finalidad que se pretenda conseguir. A esta interfaz se pueden incluir aplicaciones como: (1) control de la documentación, (2) control de analíticas, (3) elaboración de diagramas hidrogeológicos, (4) control de la comunicación entre el balneario y el administrador del visor, etc. Las funcionalidades de la aplicación son:

- ✓ Visualización geográfica y alfanumérica de elementos de interés.
- ✓ Visualización de y/o enlace con opción de descarga de información asociada de elementos como fotografías, documentos de texto (pdf), gráficas...
- ✓ Navegación ágil y fácil exploración de la información de conjuntos de gran número de elementos.
- ✓ Representación gráfica de la situación geográfica (símbolos) y de los parámetros alfanuméricos de los elementos, variable en función de sus valores.
- ✓ Visualización panorámica (Google Street View) de la localización de elementos.
- ✓ Visualización de gráficos estadísticos referentes a parámetros importantes de carácter general.

El visor web puede funcionar de manera portable y compacta en cualquier máquina simplemente copiándolo y ejecutándolo directamente en local, siendo simplemente necesario un navegador web común para visualizarlo. Pero también existe la posibilidad de alojarlo y ser consultado desde un servidor web, empleando otra URL. El visor web realizado con HTML y JavaScript puede ser ejecutado directamente desde un navegador web. Como librería general de JavaScript se emplea jQuery; su ampliación jQuery UI para la interfaz de usuario; y Leaflet para la visualización geográfica.

El visor nos permite navegar fácilmente por la información de una capa vectorial (idealmente geojson, aunque existe la posibilidad de cargar ficheros .shp con plugins adicionales), proyectándola en un visor que emplea los mapas de Google como capas base, permitiendo elegir en cualquier momento entre varias de las capas que ofrecen. Además, se podrían emplear fácilmente capas de otros servicios similares como OpenStreetMap. El código se publica bajo la licencia GPL versión 3.

7.2. DESCRIPCIÓN DEL VISOR “BALGAGIS”

7.2.1 Descripción general

El visor se ha realizado a partir de la base de datos “Balnearios”. La aplicación dispone de utilidades que permiten la (1) visualización gráfica de la información y (2) la visualización alfanumérica de los datos que contiene cada alumbramiento. Esto se consigue de forma intuitiva a través de los iconos personalizados.

Este visor permite que una persona sin conocimientos técnicos de esta tecnología pueda acceder de forma visual y muy rápidamente a la información acerca de cualquier balneario y alumbramiento.

7.2.2 Visualización de la información gráfica

El visor dispone de una vista global en la que se observan todos los alumbramientos y balnearios de Galicia (ver Figura 333). En esta vista se observan los diferentes iconos que permiten acceder a la (1) información gráfica, (2) alfanumérica y (3) gráficas estadísticas.

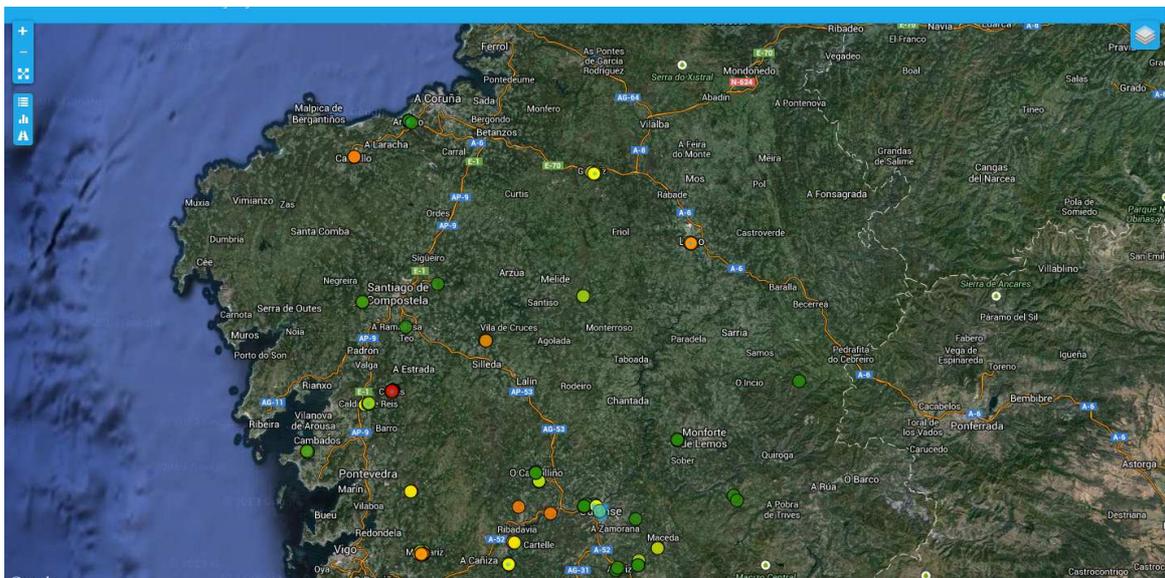


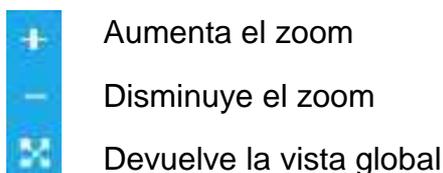
Figura 333. Vista general de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia.

El visor dispone de una serie de iconos que permite el acceso a la información y a diferentes tipos de vistas. Los iconos se dividen en 2 grupos principales según su aplicación: (1) utilidades “gráficas generales” y (2) utilidades “gráficas específicas”.

(1) UTILIZADADES “GRÁFICAS GENERALES”

Se dividen en 2 grupos de iconos: (1) los iconos situados en la esquina superior izquierda y (2) los iconos situados en la esquina superior derecha.

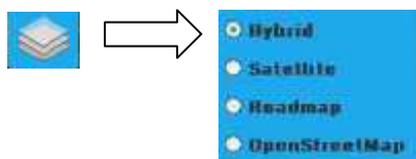
1.1.) Iconos situados en la esquina superior izquierda. Están constituidos por 3 símbolos:



Se utilizan para observar detalles sobre el posicionamiento de los alumbramientos, balnearios, carreteras, etc.

1.2.) Iconos situados en la esquina superior derecha. Están constituidos por 4 símbolos:

En la esquina superior derecha aparece el icono que permite la vista del visor en 4 modalidades diferentes: (1) Hybrid, (2) Satellite, (3) Roadmap y (4) OpenStreetMap.



En la Figuras 334 a 339 se muestran ejemplos de la aplicación de las utilidades gráficas generales y vistas del visor.

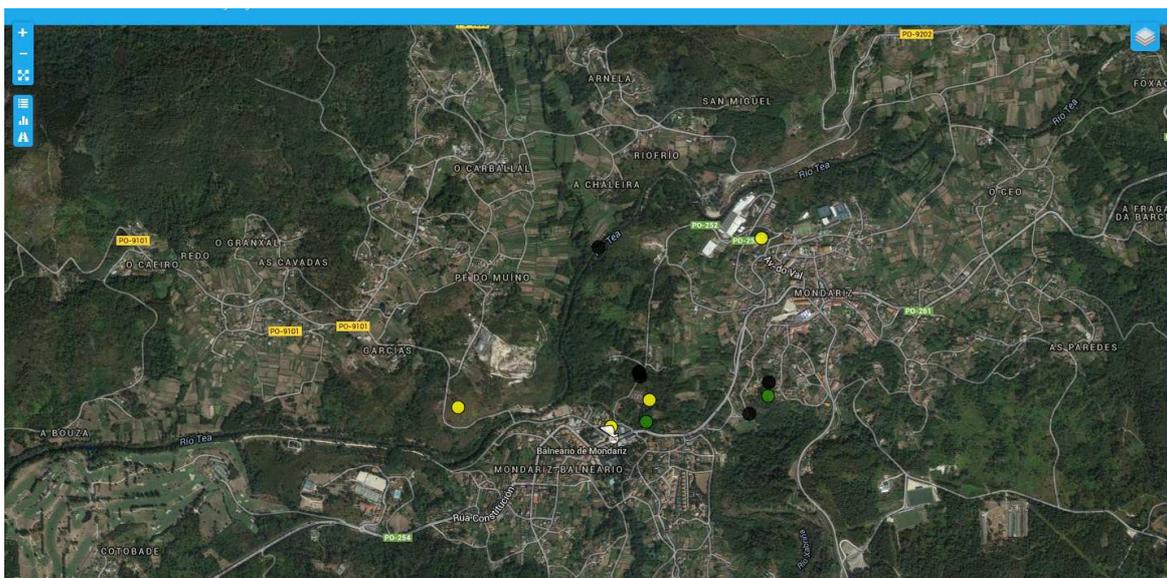


Figura 334. Detalle del balneario de Mondariz en vista tipo “hybrid” (satélite y road map). Los puntos de colores corresponden a los alumbramientos.

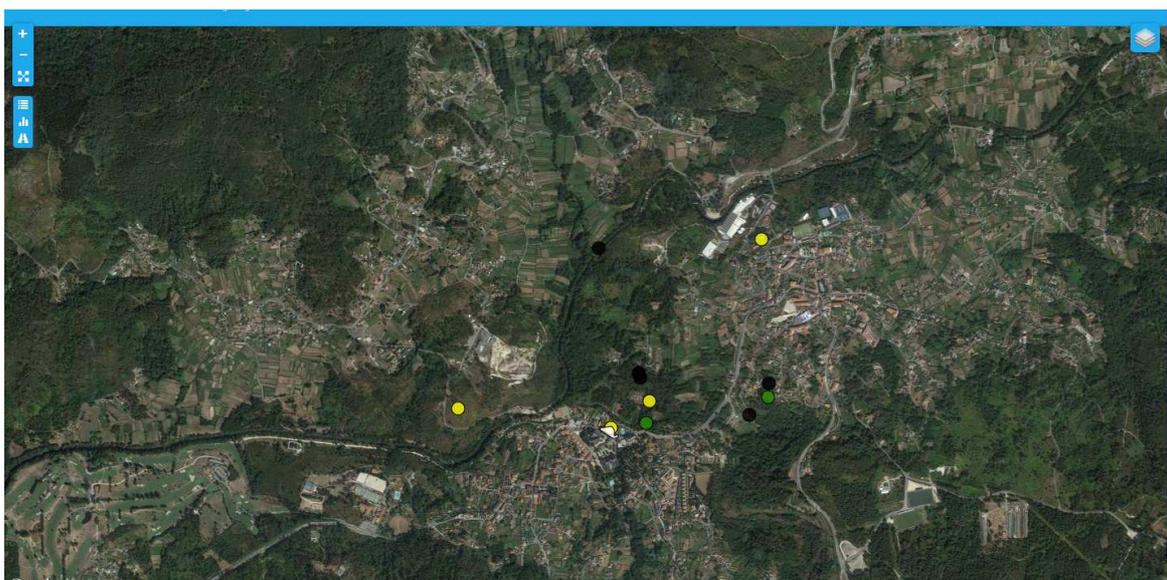


Figura 335. Detalle del balneario de Mondariz en vista tipo “satélite”. Los puntos de colores corresponden a los alumbramientos.

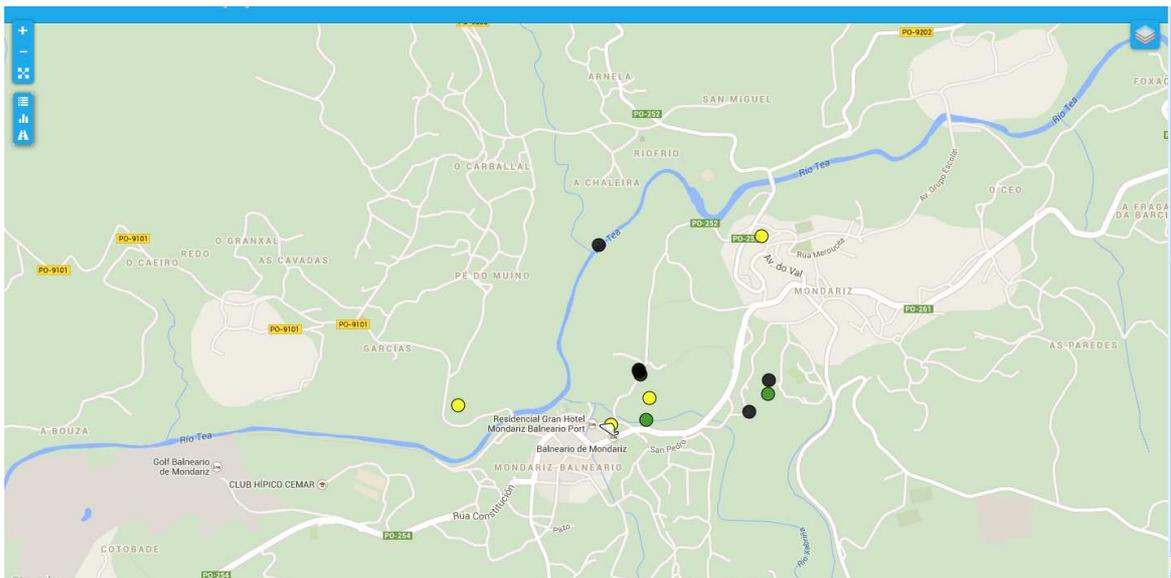


Figura 336. Detalle del balneario de Mondariz en vista tipo "roadmap". Los puntos de colores corresponden a los alumbramientos.

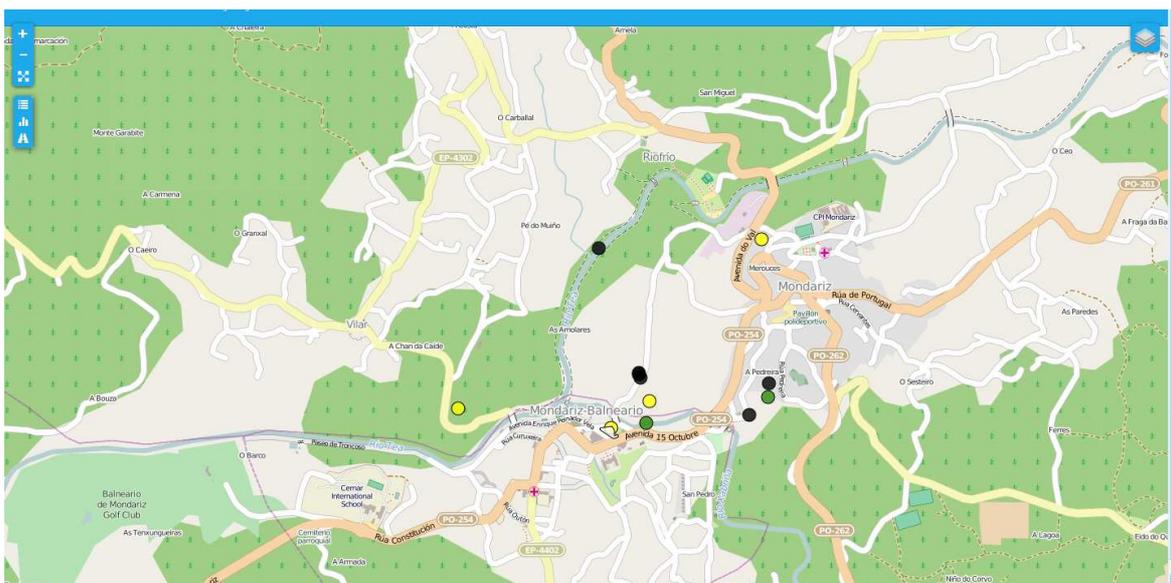


Figura 337. Detalle del balneario de Mondariz en vista tipo "openstreetmap". Los puntos de colores corresponden a los alumbramientos.

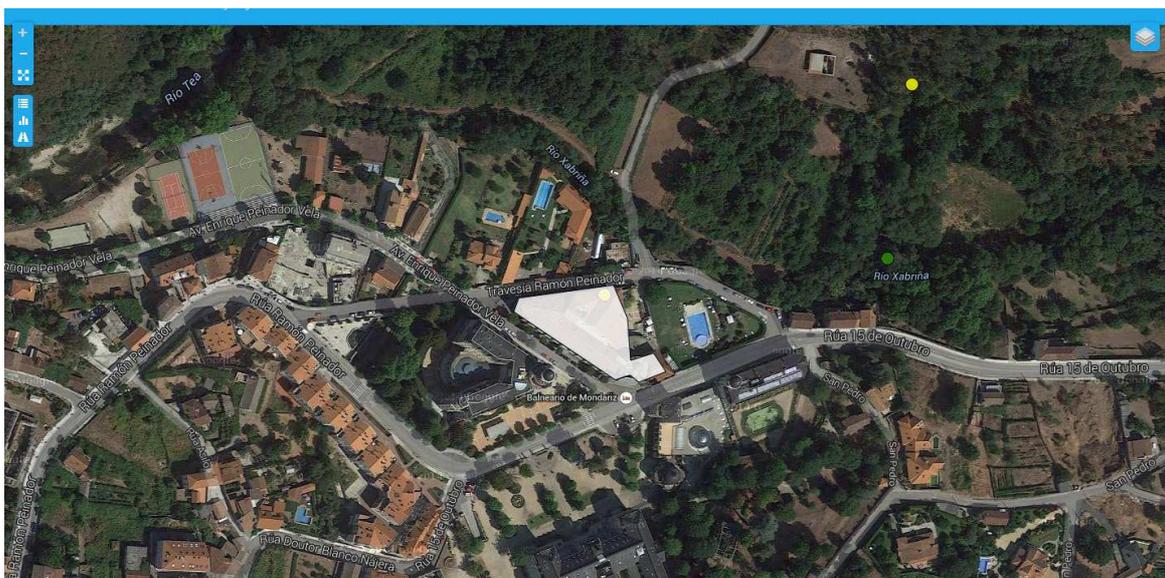


Figura 338. Detalle del balneario de Mondariz. La superficie en color blanco corresponde a las instalaciones del balneario. Los puntos de colores corresponden a los alumbramientos.

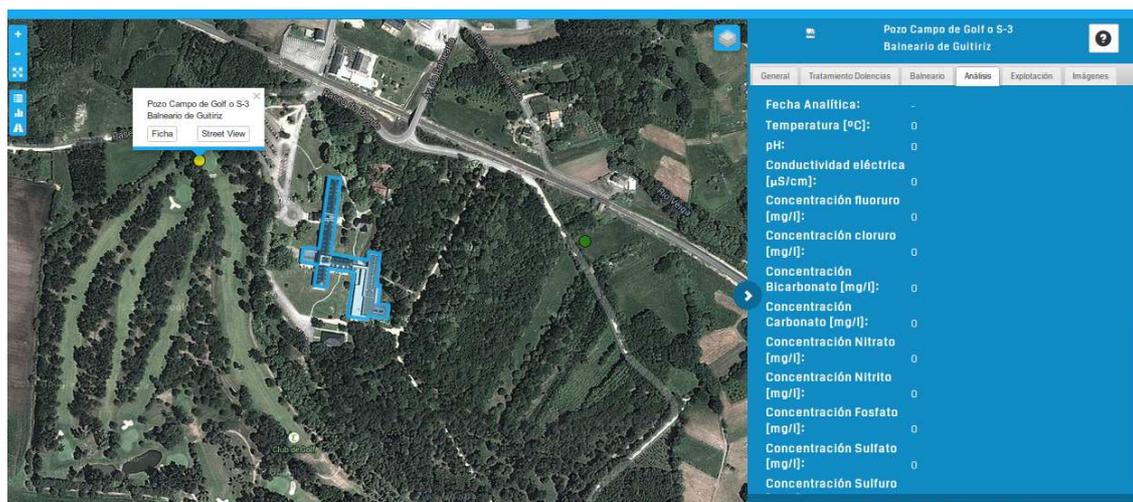


Figura 339. Ortofoto correspondiente a las instalaciones del balneario de Guitiriz (líneas en color azul). Se observa la ubicación de varios alumbramientos (punto amarillo y verde) y la información contenida en uno de los alumbramientos (punto amarillo).

(2) UTILIDADES “GRÁFICAS ESPECÍFICAS”

En la esquina superior izquierda aparecen un grupo constituido por 3 símbolos:



Leyenda

Caudal por tipo de clasificación

Show / Hide Street View

2.1. Leyenda

Los alumbramientos se han indicado con códigos de colores atendiendo a 4 parámetros contenidos en la leyenda: (1) caudal, (2) tipo, (3) aprovechamiento y (4) clasificación.

(1) Caudal

El caudal se ha dividido en 6 códigos de colores según 6 rangos (ver Figuras 340 y 341):

- ✓ Blanco: corresponde a los alumbramientos de los que no se dispone de dato de caudal.
- ✓ Verde oscuro: corresponde a los alumbramientos con caudal menor a 0.1 l/seg.
- ✓ Verde claro: corresponde a los alumbramientos con caudal entre 0.1 – 1.0 l/seg.
- ✓ Amarillo: corresponde a los alumbramientos con caudal entre 1.0 – 3.0 l/seg.
- ✓ Naranja: corresponde a los alumbramientos con caudal entre 3.0 – 10.0 l/seg.
- ✓ Rojo: corresponde a los alumbramientos con caudal mayor a 10 l/seg.

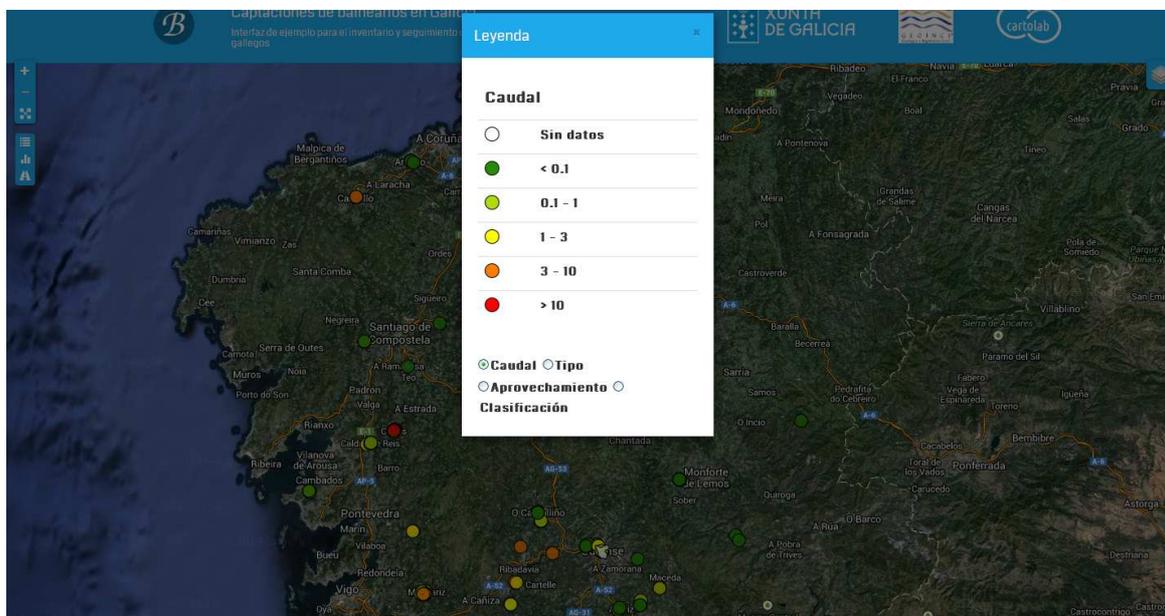


Figura 340. Vista general de los alumbramientos de Galicia. En frente se observa la leyenda de colores correspondiente a los caudales de los alumbramientos (l/seg). Los puntos blancos corresponden a los alumbramientos de los que no se dispone de dato de caudal. En verde oscuro los alumbramientos con caudal menor a 0.1 l/seg. En color verde claro los

alumbramientos con caudal entre 0.1 – 1.0 l/seg. En color amarillo los alumbramientos con caudal entre 1.0 – 3.0 l/seg. En color naranja los alumbramientos con caudal entre 3.0 – 10.0 l/seg. En color rojo los alumbramientos con caudal mayor a 10 l/seg.

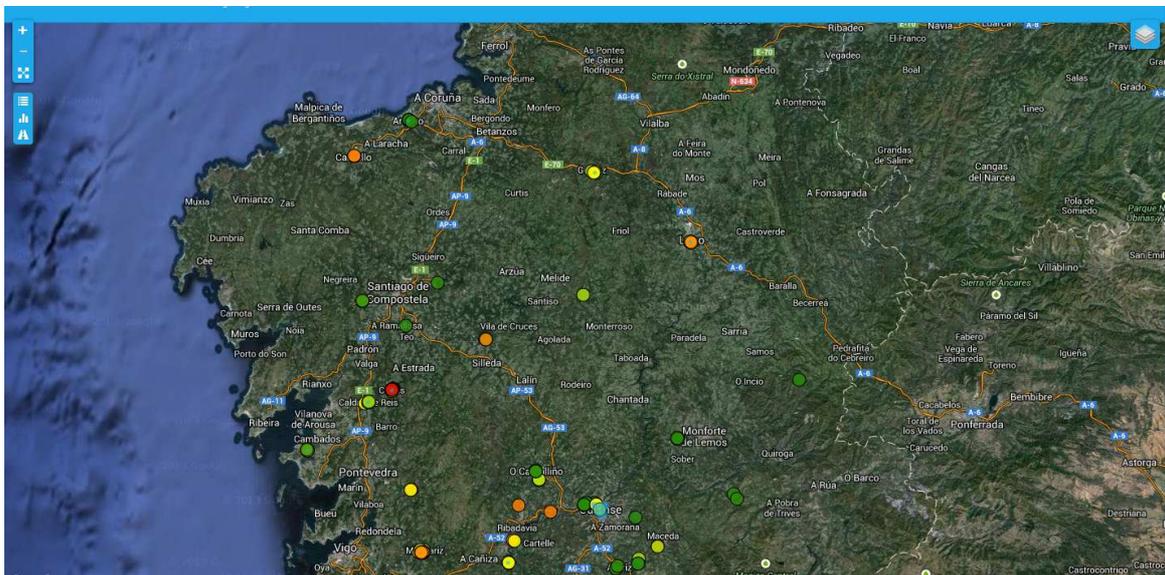


Figura 341. Vista general de los alumbramientos de Galicia. Los alumbramientos presentan el código de colores correspondiente al caudal.

(2) Tipo

El tipo se ha dividido en 8 códigos de colores (ver Figuras 342 y 343):

- ✓ Blanco: corresponde a los alumbramientos de los que no se dispone de dato tipo.
- ✓ Verde oscuro: corresponde a los alumbramientos tipo pozo.
- ✓ Verde claro: corresponde a los alumbramientos tipo manantial.
- ✓ Amarillo: corresponde a los alumbramientos tipo pozo surgente.
- ✓ Naranja: corresponde a los alumbramientos tipo dren.
- ✓ Verde fosforescente: corresponde a los alumbramientos tipo fuente.
- ✓ Rojo: corresponde a los alumbramientos tipo pozo/galería.
- ✓ Negro: corresponde a los alumbramientos con otros valores (sin representación).

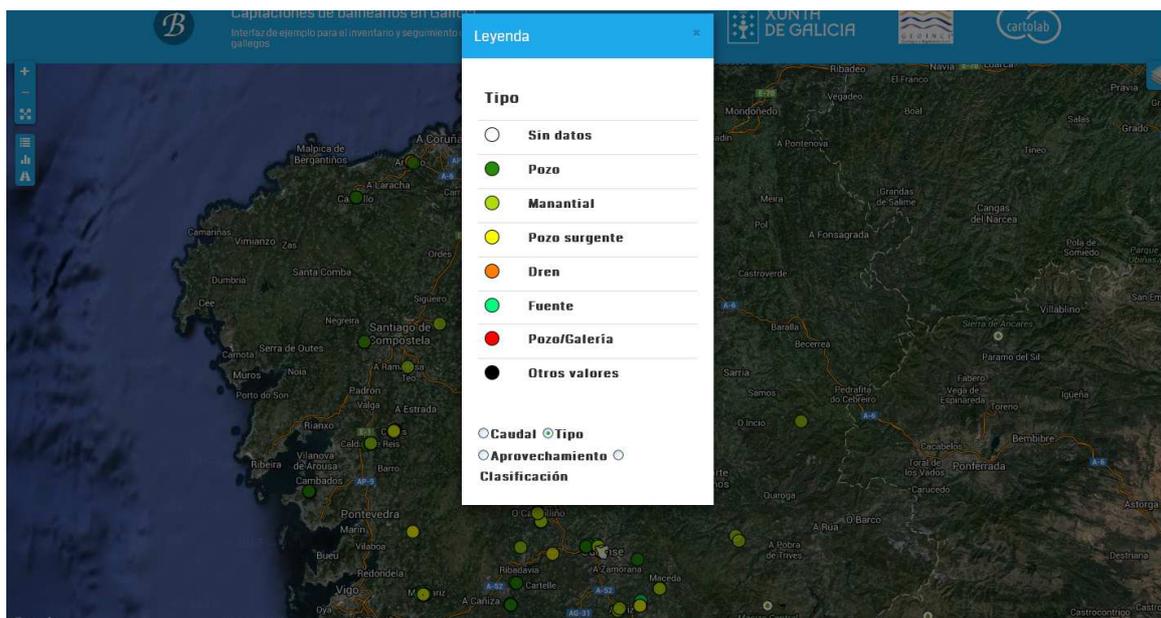


Figura 342. Vista general de los alumbramientos de Galicia. En frente se observa la leyenda de colores correspondiente a los tipos de alumbramiento. Los puntos blancos corresponden a los alumbramientos de los que no se dispone de dato del tipo de alumbramiento. En verde oscuro los alumbramientos tipo pozo. En color verde claro los alumbramientos tipo manantial. En color amarillo los alumbramientos tipo pozo surgente. En color naranja los alumbramientos tipo dren. En color verde fosforescente los alumbramientos tipo fuente. En color rojo los alumbramientos tipo pozo/galería. En color negro los alumbramientos con otros valores (sin representación).

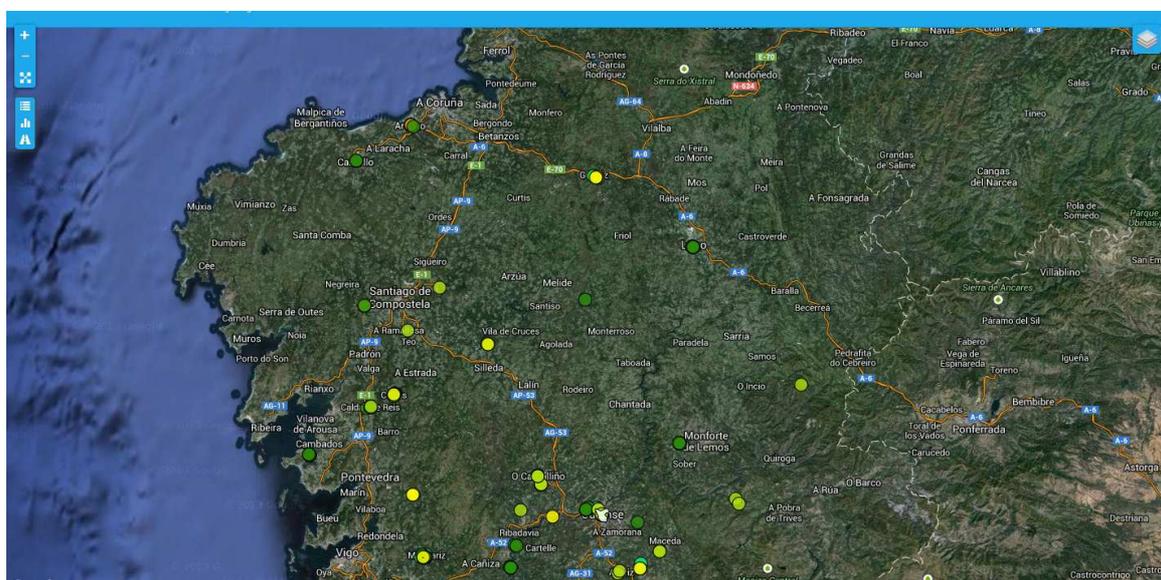


Figura 343. Vista general de los alumbramientos de Galicia. Los alumbramientos presentan el código de colores correspondiente al tipo. Los puntos blancos corresponden a los alumbramientos de los que no se dispone de dato del tipo de alumbramiento. En verde oscuro los alumbramientos tipo pozo. En color verde claro los alumbramientos tipo manantial. En color amarillo los alumbramientos tipo pozo surgente. En color naranja los

alumbramientos tipo dren. En color verde fosforescente los alumbramientos tipo fuente. En color rojo los alumbramientos tipo pozo/galería. En color negro los alumbramientos con otros valores (sin representación).

(3) Aprovechamiento

El aprovechamiento se ha dividido en 5 códigos de colores (ver Figuras 344 y 345):

- ✓ Blanco: corresponde a los alumbramientos de los que no se dispone de dato de aprovechamiento.
- ✓ Rojo: corresponde a los alumbramientos con aprovechamiento baño/piscina.
- ✓ Amarillo: corresponde a los alumbramientos con aprovechamiento balneario terapéutico.
- ✓ Verde oscuro: corresponde a los alumbramientos con aprovechamiento patrimonio arquitectónico.
- ✓ Negro: corresponde a los alumbramientos con aprovechamiento otros valores.

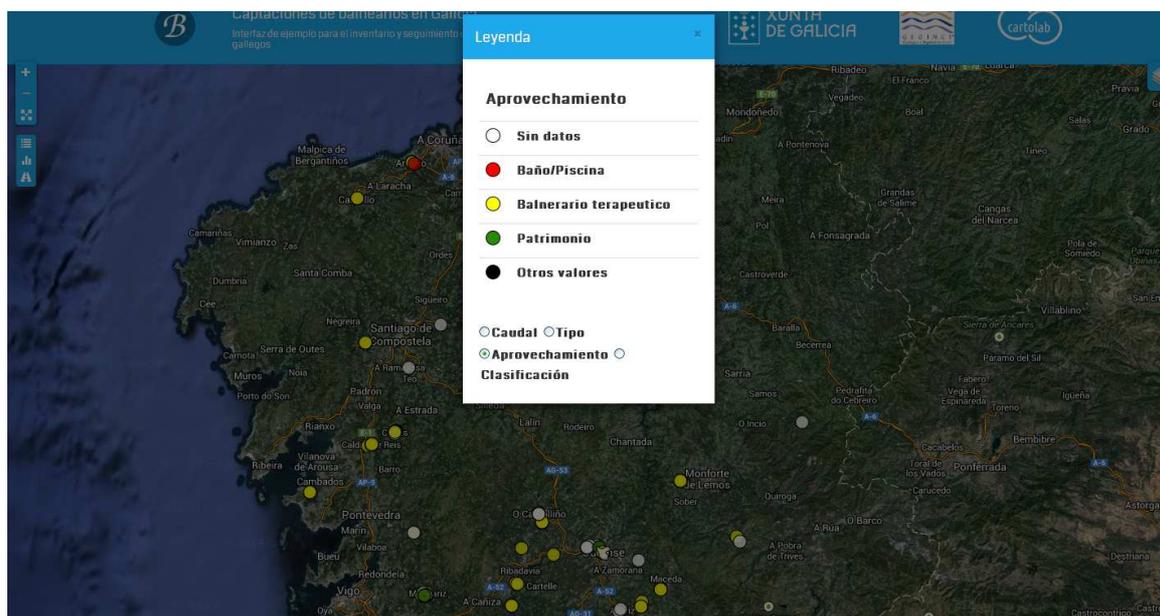


Figura 344. Vista general de los alumbramientos de Galicia. En frente se observa la leyenda de colores correspondiente al aprovechamiento de los alumbramientos. Los puntos blancos corresponden a los alumbramientos de los que no se dispone de dato del aprovechamiento. En rojo los alumbramientos con aprovechamiento baño/piscina. En color amarillo los alumbramientos con aprovechamiento balneario terapéutico. En color verde oscuro los alumbramientos con aprovechamiento patrimonio arquitectónico. En color negro los alumbramientos con aprovechamiento otros valores.

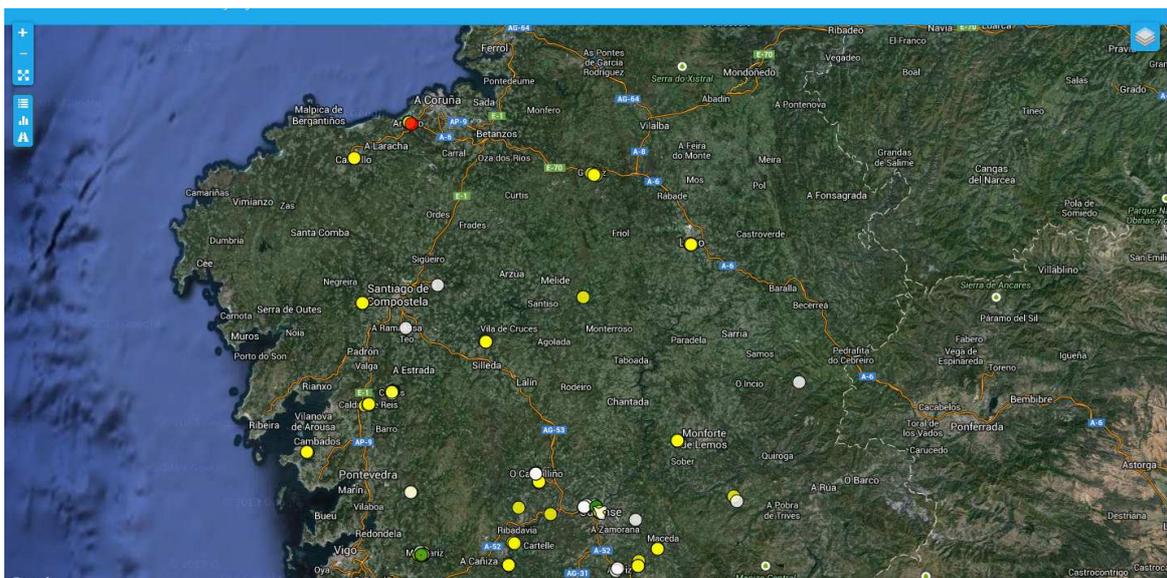


Figura 345. Vista general de los alumbramientos de Galicia. Los alumbramientos presentan el código de colores correspondiente al aprovechamiento. Los puntos blancos corresponden a los alumbramientos de los que no se dispone de dato del aprovechamiento. En rojo los alumbramientos con aprovechamiento baño/piscina. En color amarillo los alumbramientos con aprovechamiento balneario terapéutico. En color verde oscuro los alumbramientos con aprovechamiento patrimonio arquitectónico. En color negro los alumbramientos con aprovechamiento otros valores.

(4) Clasificación

La clasificación se ha dividido en 5 códigos de colores (ver Figuras 346 y 347):

- ✓ Blanco: corresponde a los alumbramientos de los que no se dispone de dato de aprovechamiento.
- ✓ Rojo: corresponde a los alumbramientos con clasificación mineral natural.
- ✓ Amarillo: corresponde a los alumbramientos con clasificación mineromedicinal.
- ✓ Verde oscuro: corresponde a los alumbramientos con clasificación mineromedicinal termal.
- ✓ Negro: corresponde a los alumbramientos con clasificación otros valores.

Para la clasificación de las aguas mineromedicinales se ha seguido el siguiente criterio (2009, Meijide Faílde, Rosa. Delgado Martín, Jordi. Juncosa Rivera, Ricardo. Universidad de La Coruña):

- (1) Cuando las aguas tengan **más de 1 gramo de mineralización global (residuo seco)**, la clasificación de las aguas, se hará según el contenido aniónico y catiónico predominante. Se clasificarán como bicarbonatadas, cloruradas, sulfatadas, sódicas, cálcicas o magnésicas cuando el ion correspondiente supere

el 20 por ciento del contenido aniónico o catiónico expresado en equivalentes. Cuando más de un anion o catión predominen en un porcentaje superior al 20 %, serán mixtas indicando el anion y / o catión que corresponda.

(2) Cuando el agua tenga **menos de 1 gramo de mineralización global (residuo seco)** se indicarán sólo como iones predominantes, con el mismo criterio que en el caso anterior.

(3) Cuando las aguas **además contengan otros elementos especiales** con efectos beneficiosos para el organismo que sin ser predominantes permiten clasificar las aguas en función de su presencia en determinada concentración, se clasificarán en:

- ✓ Aguas Ferruginosas las que tengan más de 5 mg/l de hierro reducido.
- ✓ Sulfuradas las que tengan más de 1 mg/l de azufre en forma de SH_2 , SH^- .
- ✓ Aguas Carbogaseosas, las que tengan más de 250 mg/l de CO_2 libre.
- ✓ Radioactivas las que tengan más de 67,3 Bq/l de Radón.

En cuanto a la **dureza** se utilizará la clasificación de Girard que considera:

- ✓ Aguas muy Blandas: aquellas que tienen entre 0 y 100 mg/l de CaCO_3
- ✓ Aguas Blandas: aquellas que tienen entre 100 y 200 mg/l de CaCO_3
- ✓ Aguas Duras: aquellas que tienen entre 200 y 300 mg/l de CaCO_3
- ✓ Aguas muy Duras: aquellas que tienen entre 300 y 400 mg/l de CaCO_3
- ✓ Aguas extremadamente Duras: aquellas que tienen más de 400 mg/l de CaCO_3

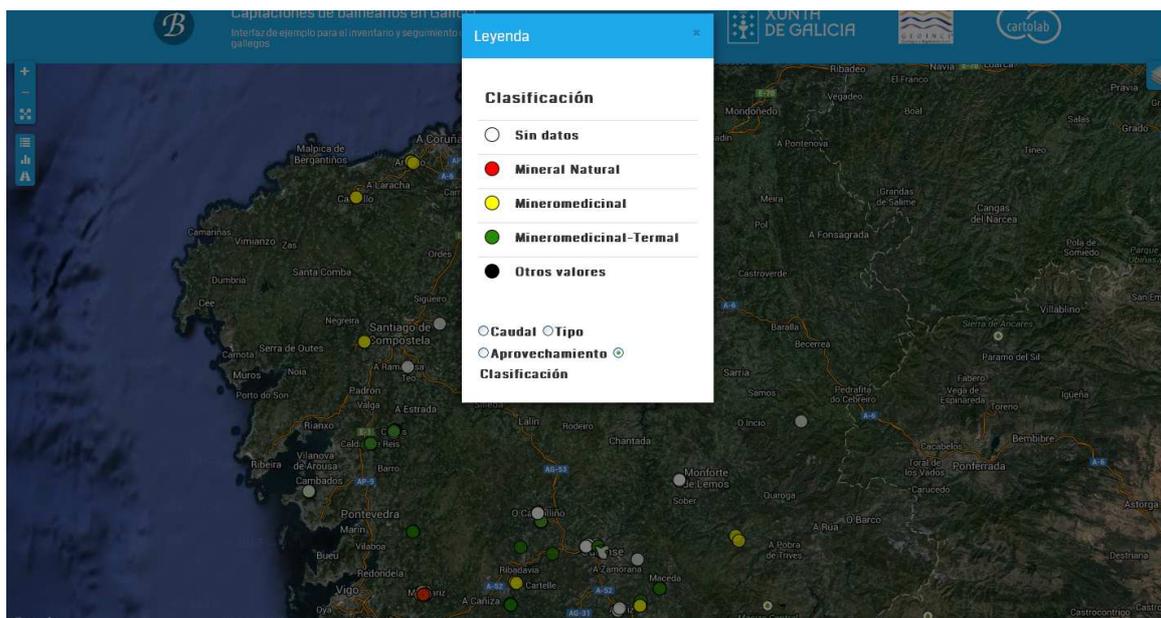


Figura 346. Vista general de los alumbramientos de Galicia. En frente se observa la leyenda de colores correspondiente a la clasificación de las aguas de los alumbramientos. Los puntos blancos corresponden a los alumbramientos de los que no se dispone de dato de clasificación. En rojo los alumbramientos con clasificación mineromedicinal. En color amarillo los alumbramientos con clasificación mineromedicinal termal. En color verde oscuro los alumbramientos con clasificación mineromedicinal termal. En color negro los alumbramientos con clasificación otros valores.

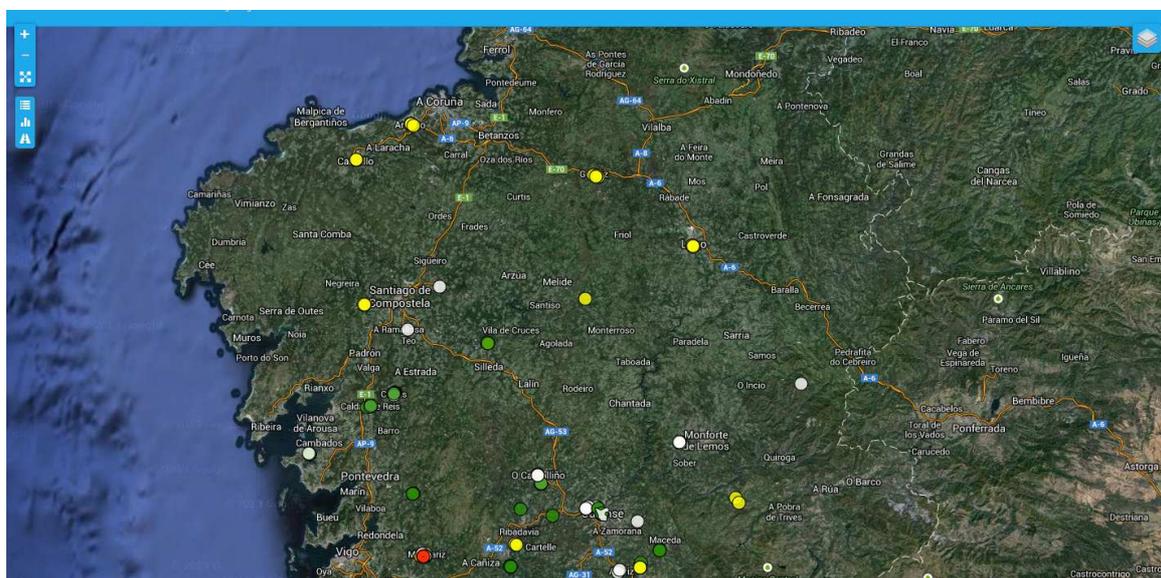


Figura 347. Vista general de los alumbramientos de Galicia. Los alumbramientos presentan el código de colores correspondiente a la clasificación de las aguas. Los puntos blancos corresponden a los alumbramientos de los que no se dispone de dato de clasificación. En rojo los alumbramientos con clasificación mineromedicinal. En color amarillo los alumbramientos con clasificación mineromedicinal termal. En color verde oscuro los

alumbramientos con clasificación mineromedicinal termal. En color negro los alumbramientos con clasificación otros valores.

2.2. Caudal por tipo de clasificación

Además de toda la información disponible en cada alumbramiento es posible realizar gráficos estadísticos. En esta versión se ha incluido un gráfico circular correspondiente al caudal de los alumbramientos según el tipo de captación (ver Figura 348).

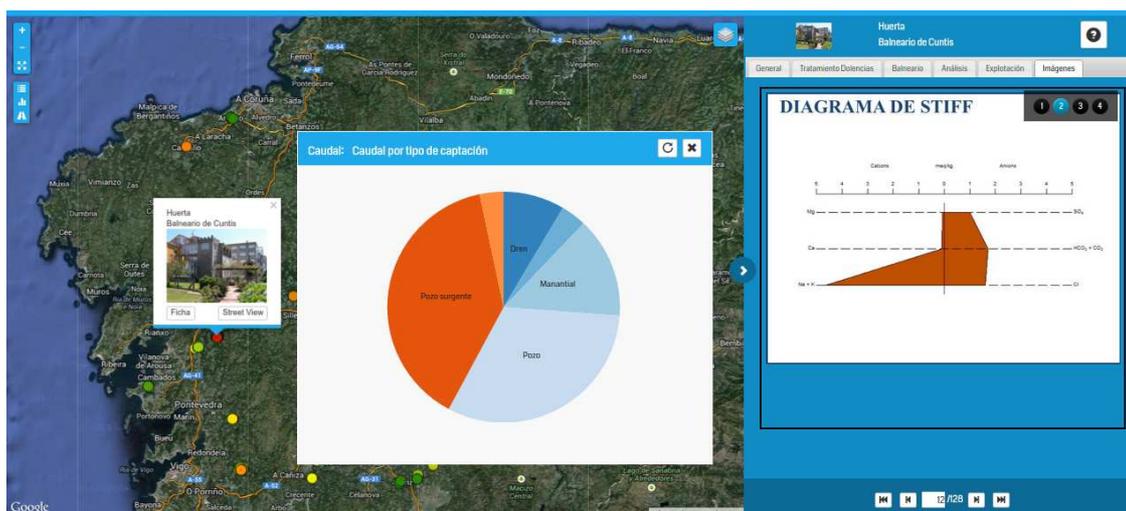


Figura 348. Imágenes y gráficos de los elementos. La información corresponde al alumbramiento denominado Huerta del Bañerario de Cuntis. Se muestra la fotografía del balneario, el gráfico estadístico de caudal por tipo de captación y la gráfica de Stiff correspondiente al alumbramiento Huerta.

2.3. Show / Hide Street View

Utilidad que permite ver la ubicación de los alumbramientos por medio de la aplicación Street View de Google.

7.2.3 Información alfanumérica

El acceso a la información alfanumérica se realiza clicando en cada uno de los puntos correspondientes a alumbramientos o a balnearios.

En la Figura 349 se muestra la vista global del visor y la fotografía del balneario de Mondariz. La información corresponde al alumbramiento de Troncoso. El acceso a la información alfanumérica se realiza clicando en “Ficha” situado al pie de la fotografía (ver Figura 350). También se puede acceder a la vista 3D clicando en “Street View”.

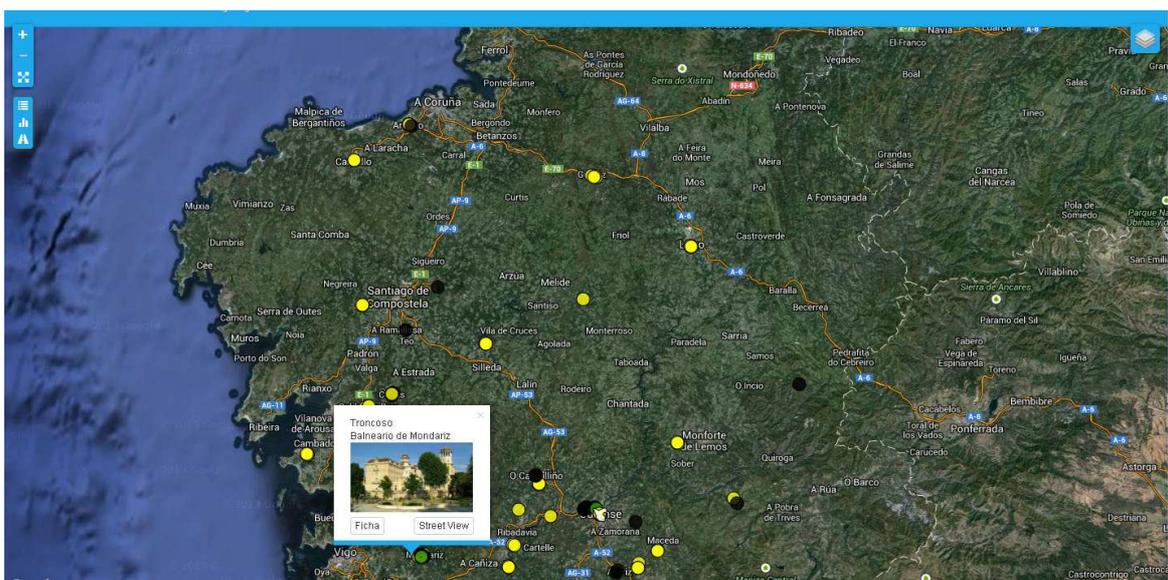


Figura 349. Vista general de los alubrimentos de Galicia. Los alubrimentos presentan el código de colores correspondiente al aprovechamiento. Los puntos blancos corresponden a los alubrimentos de los que no se dispone de dato del aprovechamiento. En rojo los alubrimentos con aprovechamiento baño/piscina. En color amarillo los alubrimentos con aprovechamiento balneario terapéutico. En color verde oscuro los alubrimentos con aprovechamiento patrimonio arquitectónico. En color negro los alubrimentos con aprovechamiento otros valores. Se observa la fotografía de las instalaciones del balneario de Mondariz.

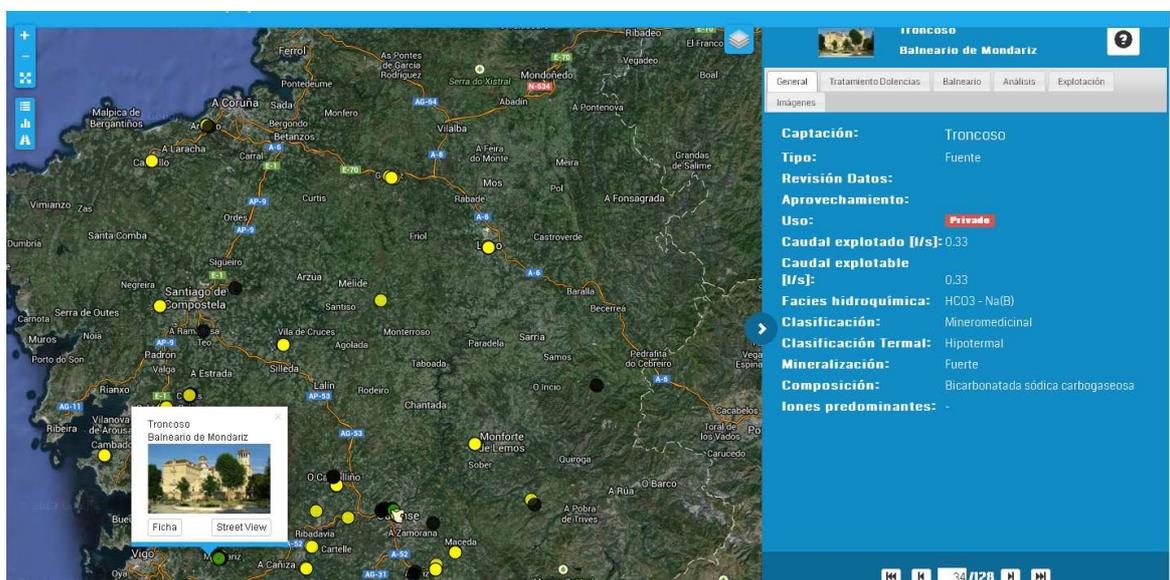


Figura 350. Vista general de los alubrimentos de Galicia. Se observa la fotografía de las instalaciones del balneario de Mondariz y la ficha técnica del balneario de Troncoso.

Hay 2 tipos de ficha técnica: (1) ficha técnica del balneario y (2) ficha técnica del alubrimento.

(1) Ficha técnica del balneario

La ficha técnica del balneario está dividida en 3 pestañas: 1) General, 2) Notas y Observaciones y 3) Imágenes.

1.1. General

Contiene la información básica correspondiente a cada balneario. La información se ordena en los siguientes campos: 1) nombre, 2) estado provincia, 3) concello y 4) parroquia – lugar (ver Figura 351).

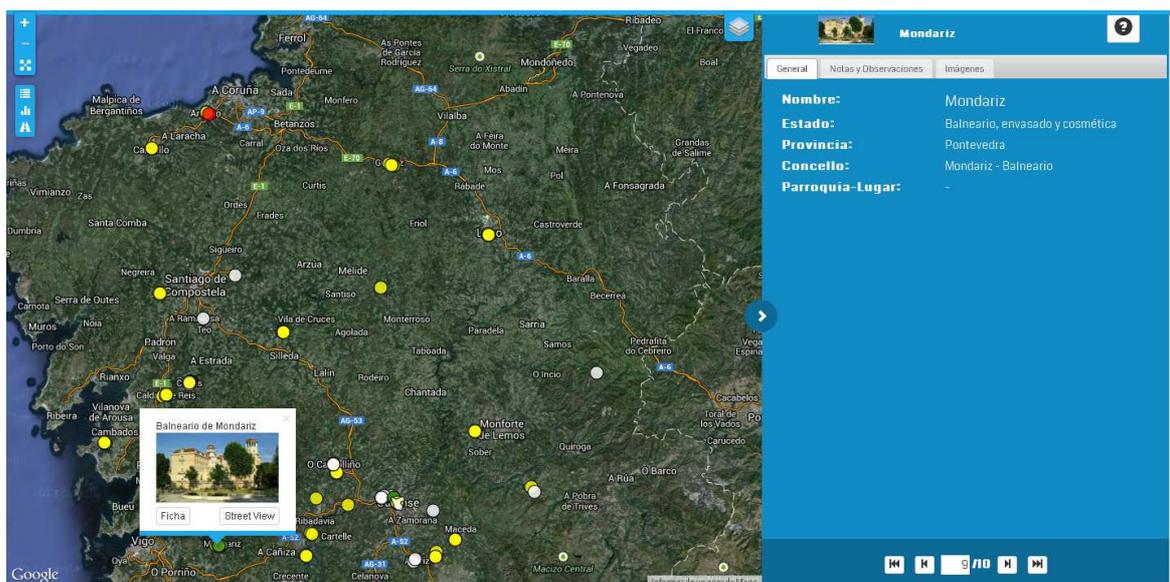


Figura 351. Vista global en el visor y ficha técnica del balneario de Mondariz con la pestaña General activada.

1.2. Notas y Observaciones

Contiene la información complementaria correspondiente a cada balneario. La información se ordena en los siguientes campos: 1) accesibilidad, 2) notas y 3) observaciones (ver Figura 352).

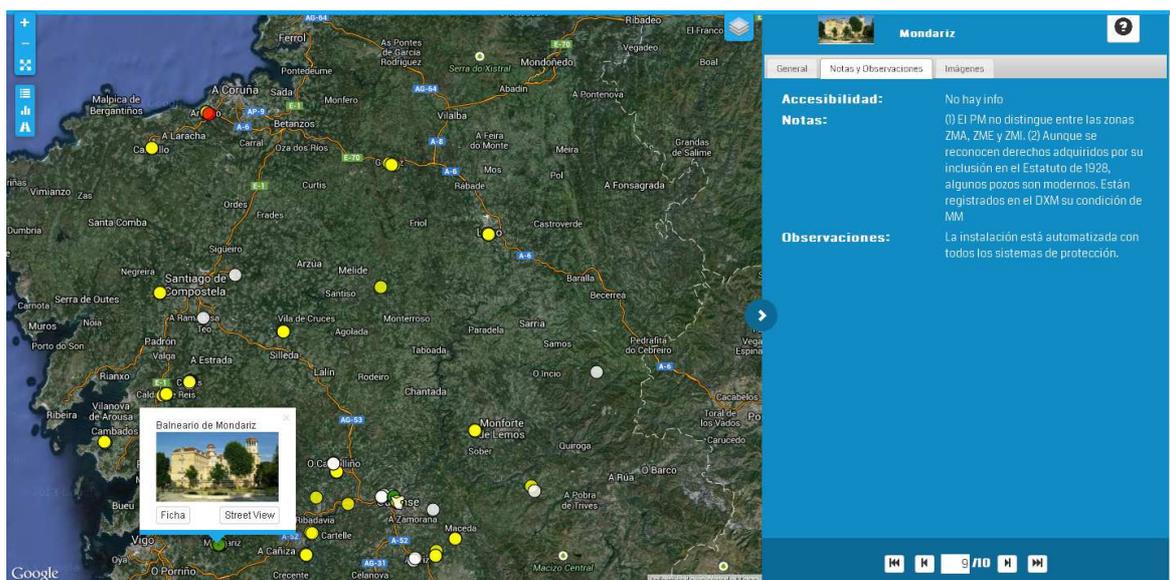


Figura 352. Vista global en el visor y ficha técnica del balneario de Mondariz con la pestaña Notas y Observaciones activada.

1.3. Imágenes

Contiene información correspondiente a fotografías y figuras de clasificación hidrogeológica de las aguas de los alumbramientos pertenecientes a cada balneario (ver Figuras 353 a 359).

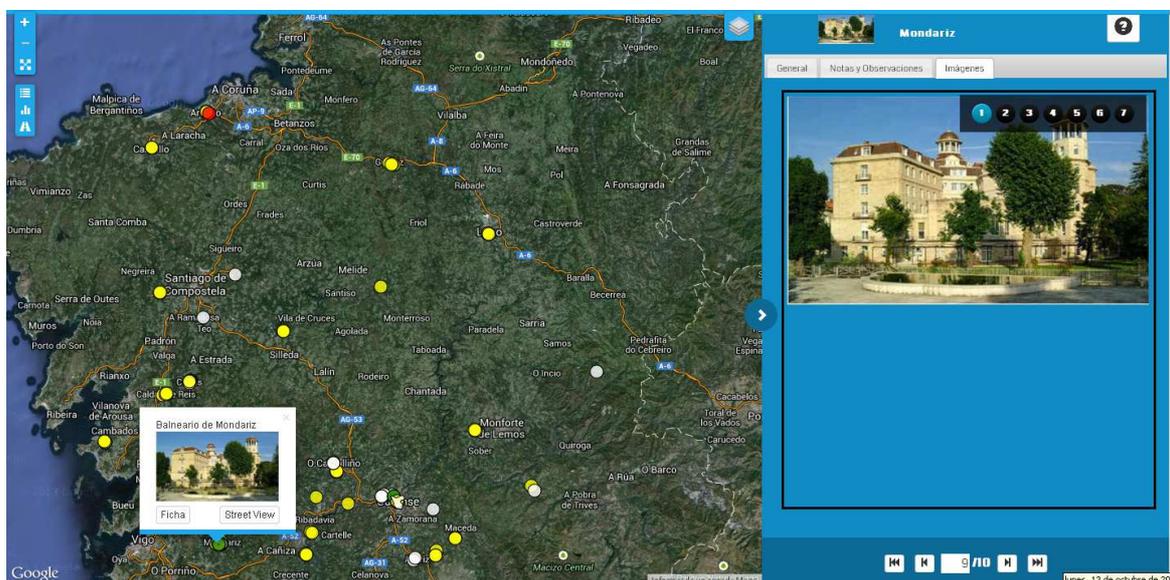


Figura 353. Vista global en el visor y ficha técnica del balneario de Mondariz con la pestaña Imágenes activada. En la imagen 1 se observa la fotografía del edificio del balneario.

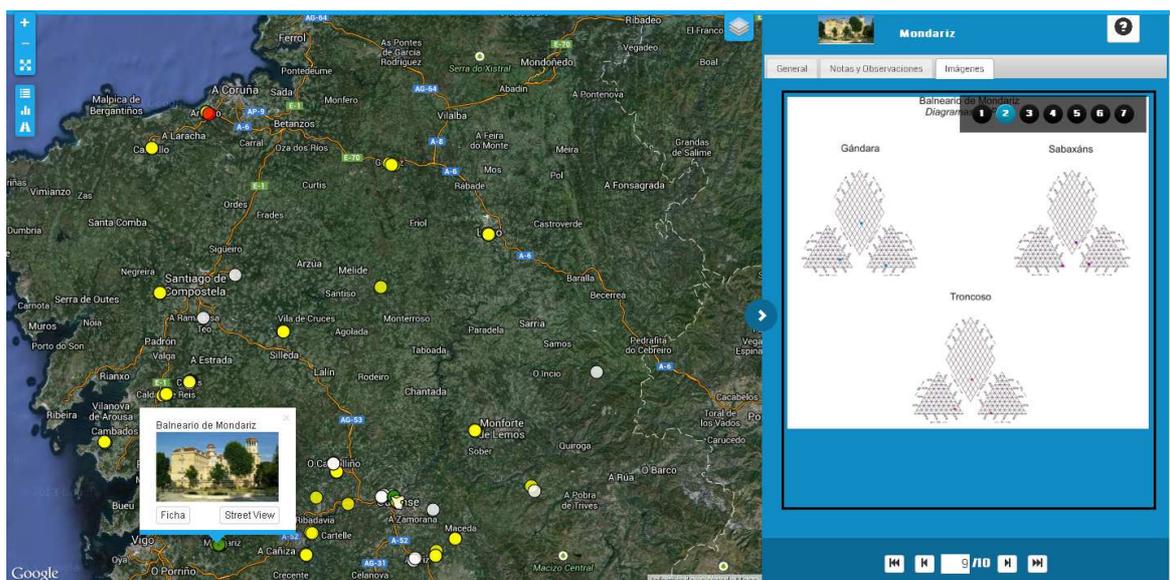


Figura 354. Vista global en el visor y ficha técnica del balneario de Mondariz con la pestaña Imágenes activada. En la imagen 2 se observa el diagrama de Piper correspondiente a las aguas de los 3 alumbramientos de los que se dispone de analítica.

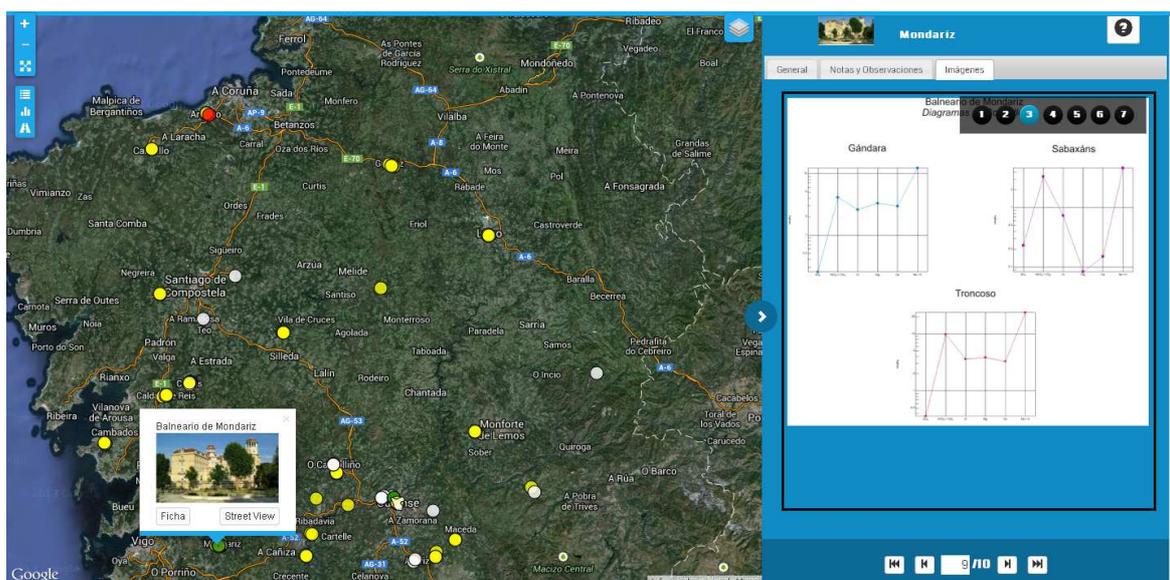


Figura 355. Vista global en el visor y ficha técnica del balneario de Mondariz con la pestaña Imágenes activada. En la imagen 3 se observa el diagrama de Schoeller correspondiente a las aguas de los 3 alumbramientos de los que se dispone de analítica.

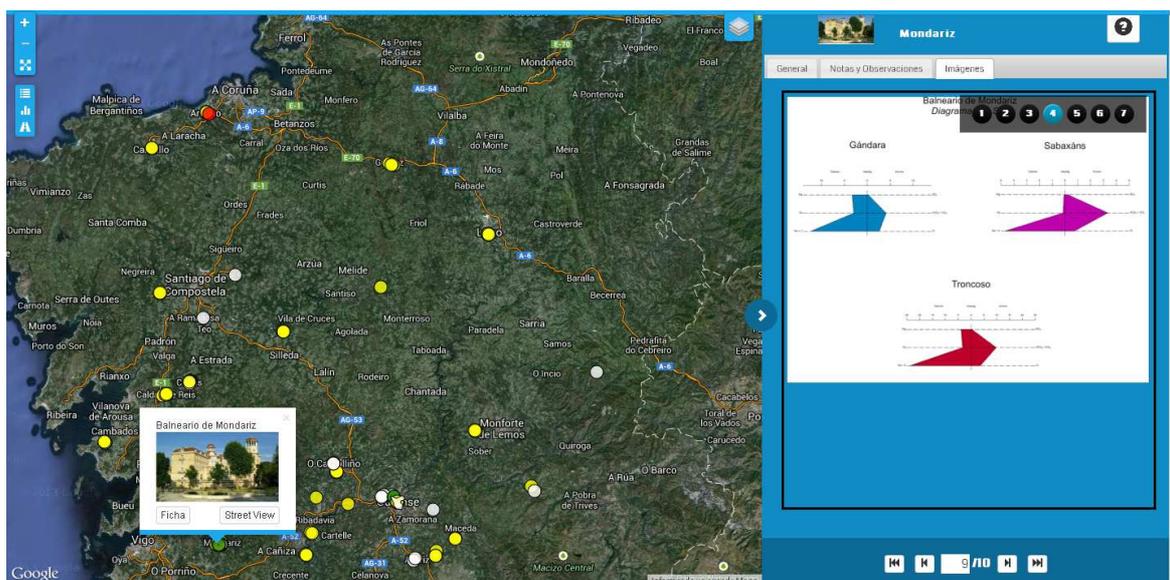


Figura 356. Vista global en el visor y ficha técnica del balneario de Mondariz con la pestaña Imágenes activada. En la imagen 4 se observa el diagrama de Stiff correspondiente a las aguas de los 3 alumbramientos de los que se dispone de analítica.

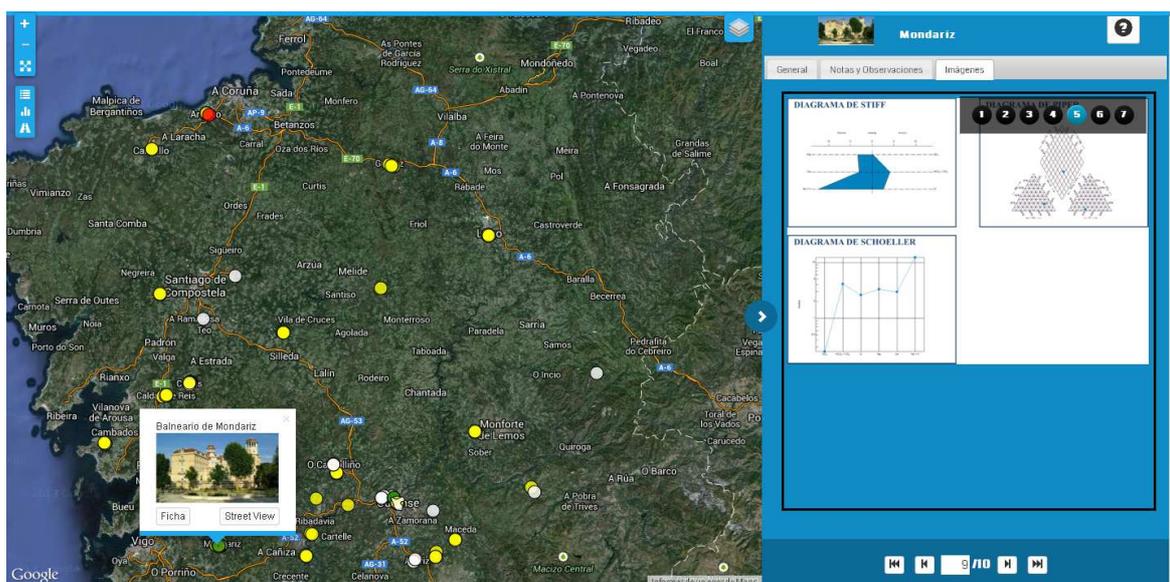


Figura 357. Vista global en el visor y ficha técnica del balneario de Mondariz con la pestaña Imágenes activada. En la imagen 5 se observan los diagramas de Stiff, Piper y Schoeller del alumbramiento Gándara.

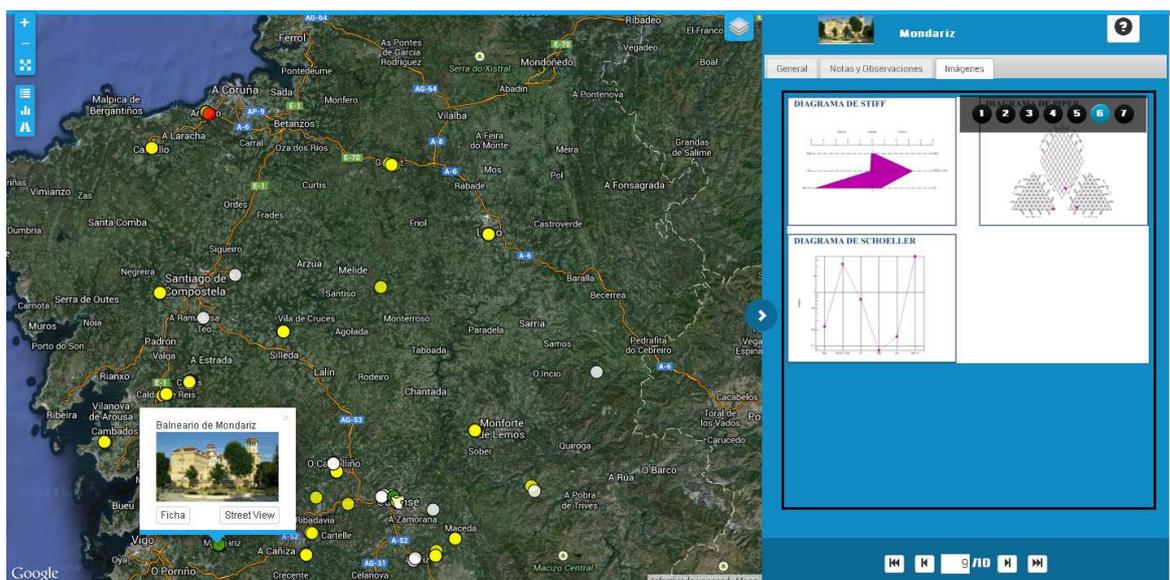


Figura 358. Vista global en el visor y ficha técnica del balneario de Mondariz con la pestaña Imágenes activada. En la imagen 5 se observan los diagramas de Stiff, Piper y Schoeller del alumbramiento Sabaxáns.

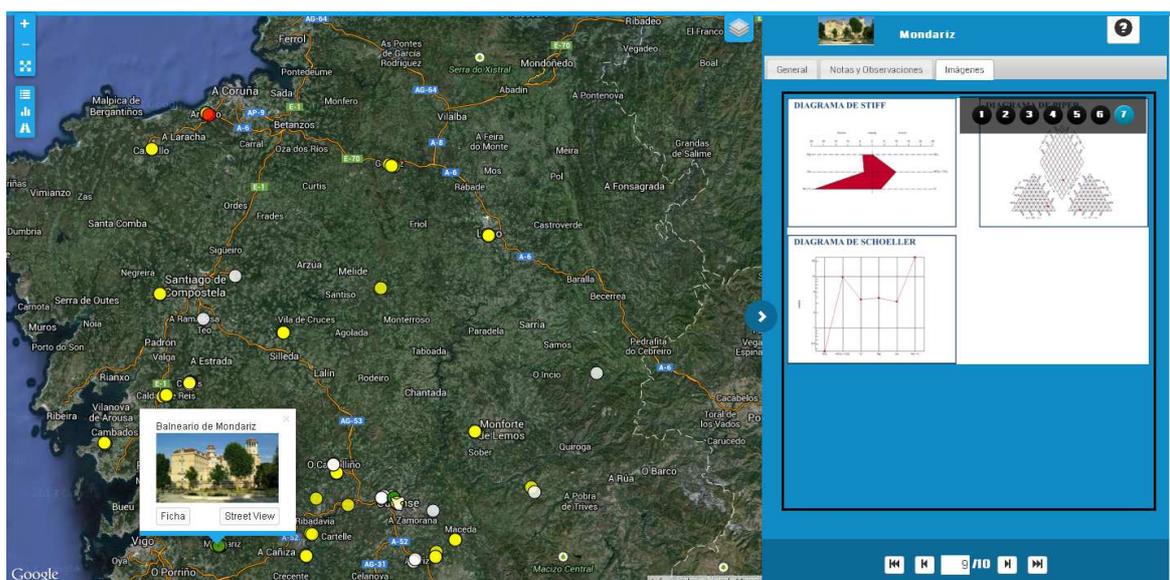


Figura 359. Vista global en el visor y ficha técnica del balneario de Mondariz con la pestaña Imágenes activada. En la imagen 5 se observan los diagramas de Stiff, Piper y Schoeller del alumbramiento Troncoso.

(2) Ficha técnica del alumbramiento

La ficha técnica del alumbramiento está dividida en 6 pestañas: 1) General, 2) Tratamiento Dolencias, 3) Balneario, 4) Análisis, 5) Explotación y 6) Imágenes.

2.1. General

Contiene la información básica correspondiente al alumbramiento. La información se ordena en los siguientes campos: 1) captación (nombre del alumbramiento), 2) tipo, 3) revisión datos, 4) aprovechamiento, 5) uso, 6) caudal explotado (l/seg), 7) caudal explotable (l/seg), 8) facies hidroquímica, 9) clasificación, 10) clasificación termal, 11) mineralización, 12) composición y 13) iones predominantes (ver Figura 360).

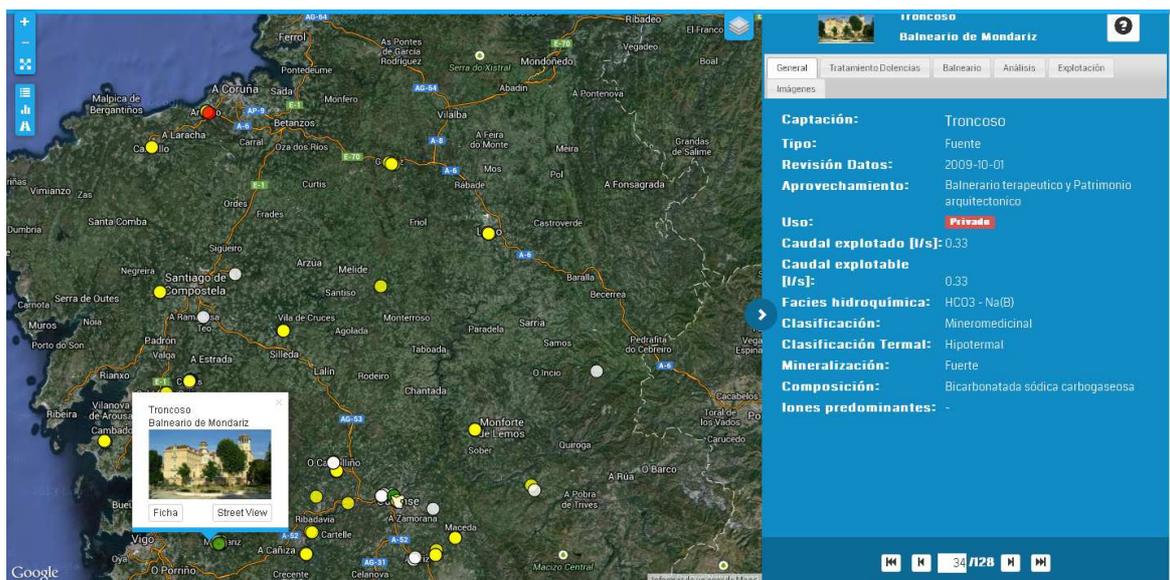


Figura 360. Vista global en el visor y ficha técnica del alumbramiento Troncoso con la pestaña General activada.

2.2. Tratamiento Dolencias

Contiene información correspondiente a los usos terapéuticos declarados por cada balneario. La información se ordena en los siguientes campos: 1) oído, nariz y garganta, 2) bronquios, 3) reumáticas, 4) psiquiátricas, 5) dermatológicas, 6) neurológicas, 7) venas, 8) sistema digestivo, 9) aparato urinario, 10) bronquios (específico), 11) alergias, 12) infecciones, 13) arteriosclerosis, 14) reumatismos, 15) enfermedades articulares, 16) ansiedad, 17) depresión, 18) estrés, 19) dermatología atópica, 20) trastornos neurológicos, 21) venas (específico) y 22) sistema digestivo (específico) (ver Figura 361).

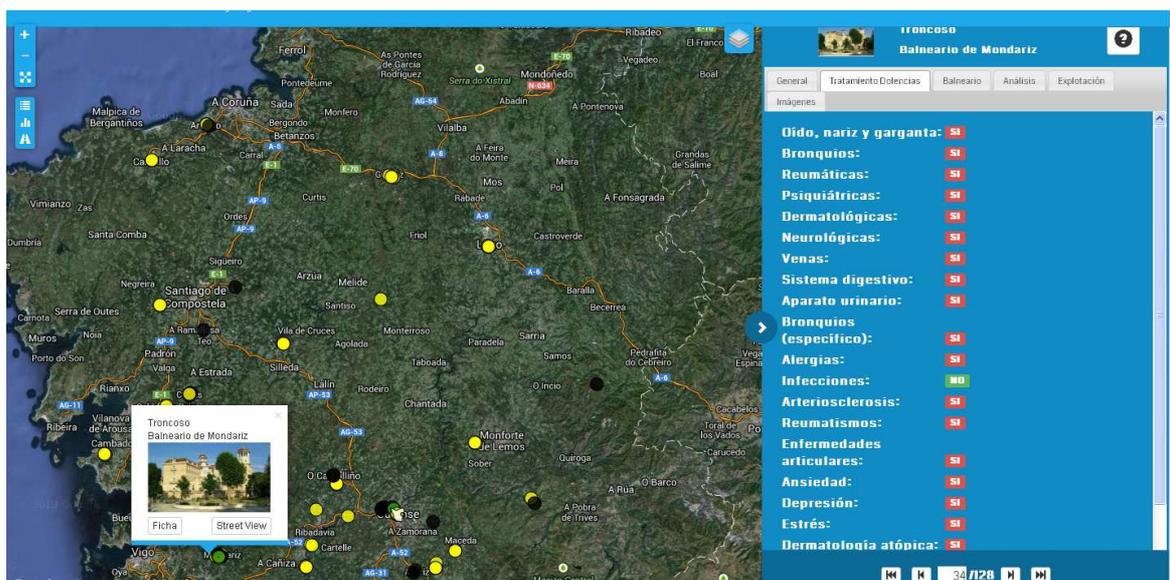


Figura 361. Vista global en el visor y ficha técnica del alumbramiento Troncoso con la pestaña Tratamiento Dolencias activada.

2.3. Balneario

Contiene información correspondiente a la situación legal de los alumbramientos de cada balneario. La información se ordena en los siguientes campos: 1) balneario (nombre), 2) alumbramiento, 3) estado, 4) provincia, 5) concello, 6) parroquia, 7) declaración mineromedicinal, 8) fecha declaración, 9) fecha reconocimiento, 10) autorización aprovechamiento, 11) fecha autorización, 12) perímetro de protección, 13) fecha perímetro de protección, 14) autorización sanitaria y 15) fecha autorización sanitaria (ver Figura 362).

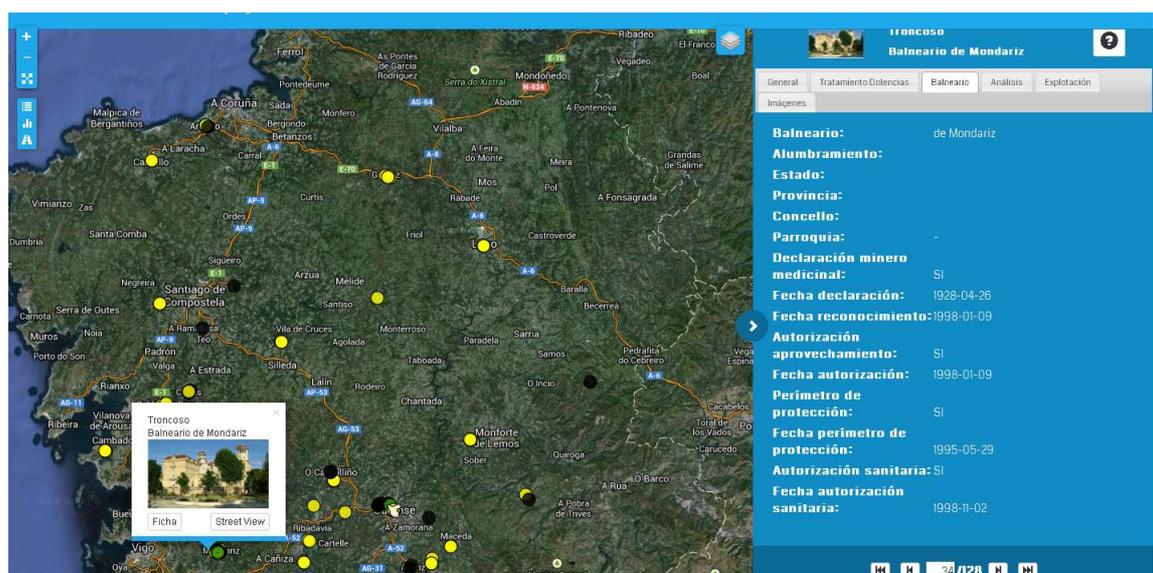


Figura 362. Vista global en el visor y ficha técnica del alumbramiento Troncoso con la pestaña Balneario activada.

2.4. Análisis

Contiene información correspondiente a las analíticas de los alumbramientos de cada balneario. La información se ordena en los siguientes campos: 1) fecha analítica, 2) temperatura, 3) pH, 4) conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), 5) concentración fluoruro (mg/l), 6) concentración cloruro (mg/l), 7) concentración bicarbonato (mg/l), 8) concentración carbonato (mg/l), 9) concentración nitrato (mg/l), 10) concentración nitrito (mg/l), 11) concentración fosfato (mg/l), 12) concentración sulfato (mg/l), 13) concentración sulfuro (mg/l), 14) concentración cianuro (mg/l), 15) concentración litio (mg/l), 16) concentración sodio (mg/l), 17) concentración potasio (mg/l), 18) concentración magnesio (mg/l), 19) concentración calcio (mg/l), 20) concentración estroncio (mg/l), 21) concentración manganeso (mg/l), 22) concentración amonio (mg/l) (ver Figura 363).

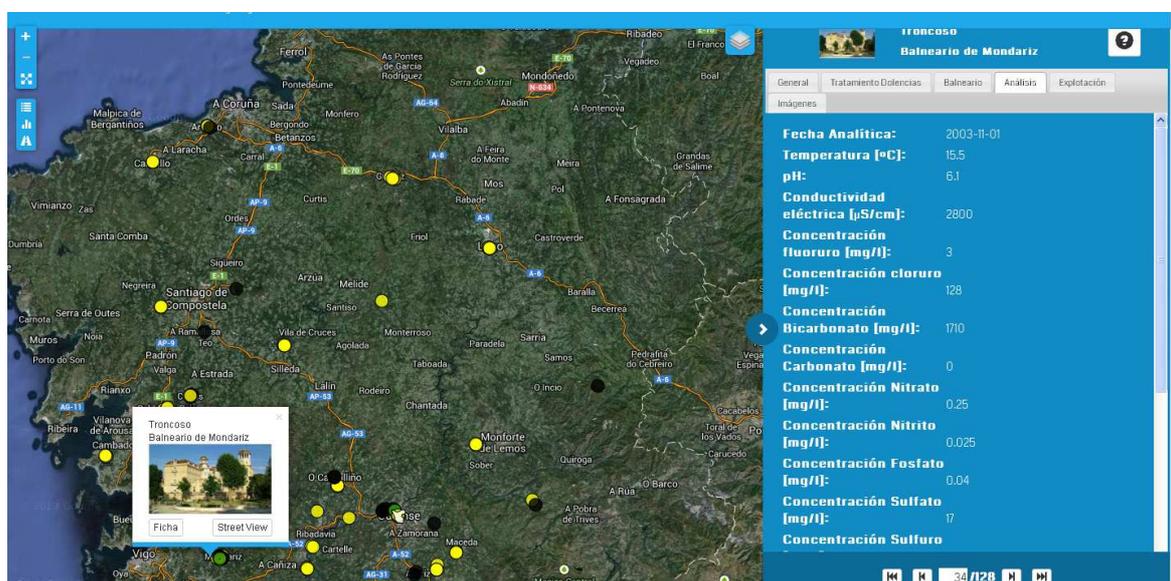


Figura 363. Vista global en el visor y ficha técnica del alumbramiento Troncoso con la pestaña Balneario activada.

2.5. Explotación

Contiene información correspondiente a las personas físicas o jurídicas que explotan las instalaciones de cada balneario. La información se ordena en los siguientes campos: 1) explotación, 2) dirección fiscal, 3) código postal, 4) localidad, 5) provincia, 6) teléfono, 7) persona de contacto (ver Figura 364).

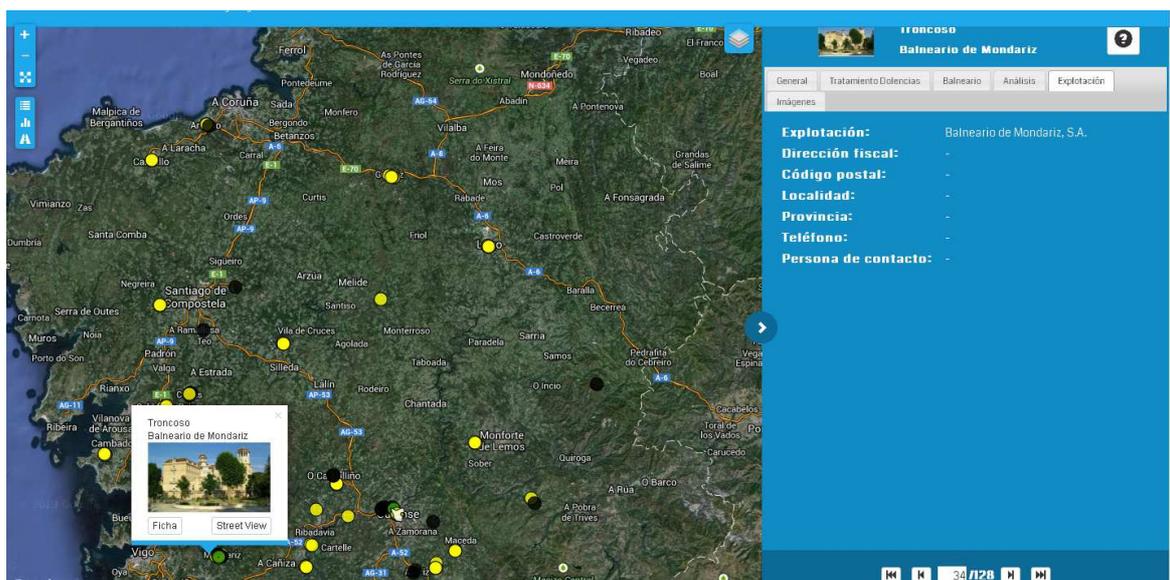


Figura 364. Vista global en el visor y ficha técnica del alumbramiento Troncoso con la pestaña Balneario activada.

2.6. Imágenes

Contiene información correspondiente a fotografías y figuras de clasificación hidrogeológica de las aguas de cada alumbramiento (ver Figura 365 a 368).

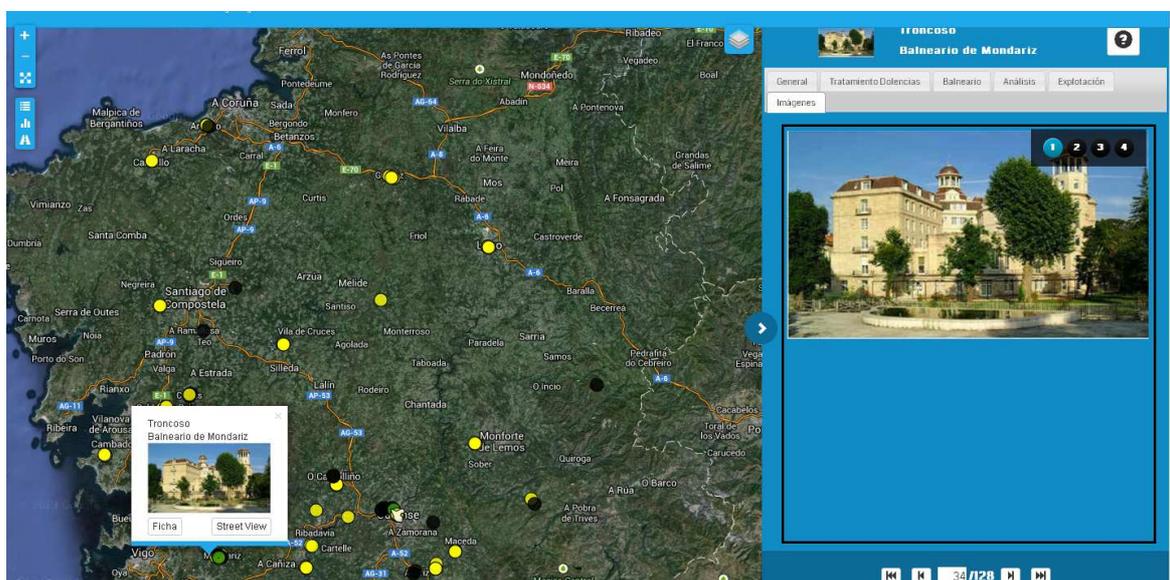


Figura 365. Vista global en el visor y ficha técnica del alumbramiento Troncoso con la pestaña Imágenes activada. En la imagen 1 se observa la fotografía del edificio del balneario.

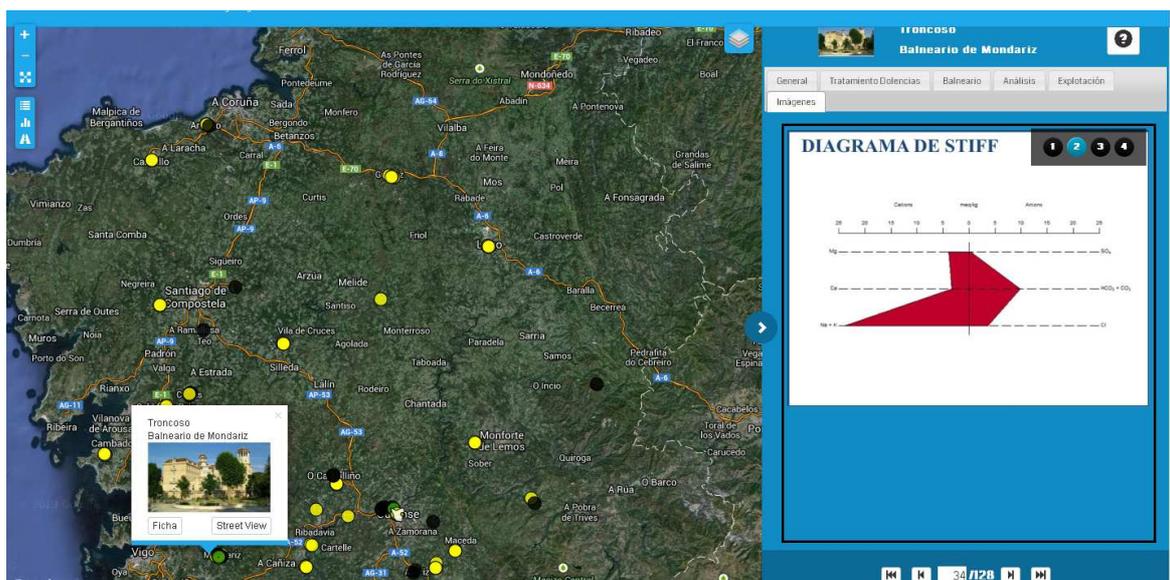


Figura 366. Vista global en el visor y ficha técnica del alumbramiento Troncoso con la pestaña Imágenes activada. En la imagen 2 se observa el diagrama de Stiff.

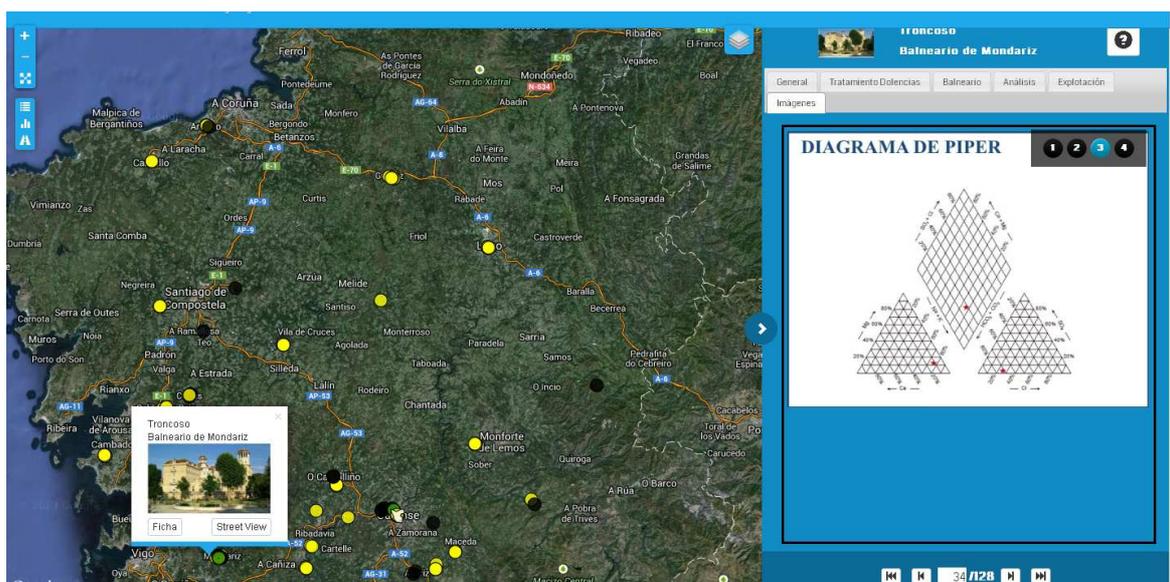


Figura 367. Vista global en el visor y ficha técnica del alumbramiento Troncoso con la pestaña Imágenes activada. En la imagen 3 se observa el diagrama de Piper.

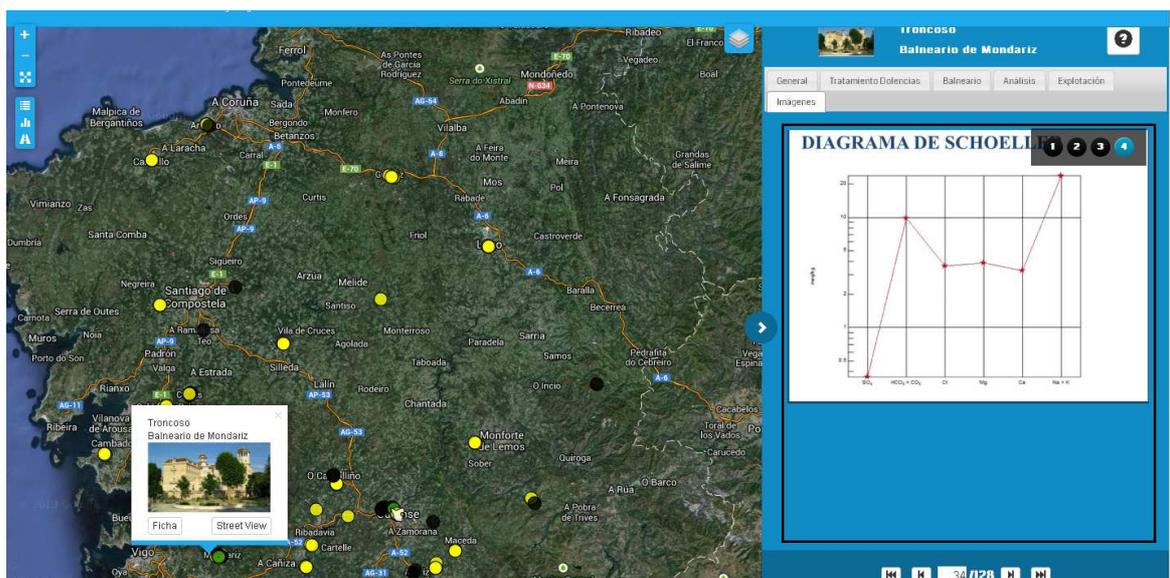


Figura 368. Vista global en el visor y ficha técnica del alumbramiento Troncoso con la pestaña Imágenes activada. En la imagen 4 se observa el diagrama de Schoeller.

La navegación entre los datos de todos los alumbramientos presentes en el mapa puede realizarse desde la propia ventana de datos, sin necesidad de cerrarla. Esto puede hacerse clicando en una nueva geometría del mapa, o bien mediante las herramientas de navegación entre registros que se encuentran en la parte inferior de la ficha o ventana de datos (ver Figura 369). De esta forma se puede acudir directamente a un registro conocido, al anterior, al siguiente, al primero o al último de los existentes. La aplicación de estos botones cambia no sólo los datos mostrados en la ficha, sino que también en la representación del elemento activo sobre el mapa, con lo que es más sencillo recorrer todos los balnearios y tener siempre una representación cartográfica de su ubicación.



Figura 369. Botones de navegación entre registros desde la ficha o ventana de datos.

7.3. REQUISITOS Y CÓDIGO

7.3.1 Tecnología del visor

El objetivo principal de esta aplicación es funcionar como una Single Page Application (o SPA), es decir, una página única dinámica que sirva de panel de control para de un vistazo poder ver la situación de unos elementos determinados, en este caso balnearios y sus alumbramientos, tanto geográficamente, mostrando la situación geográfica de los mismos, como paramétricamente, mostrando, para los elementos seleccionados, los valores de los parámetros que definen sus características y su estado actual.

También se busca que sea posible enlazar y mostrar otro tipo de elementos con información acerca de los balnearios y alumbramientos como documentos de texto (pdf), gráficos o fotografías.

La aplicación es una web realizada con el conjunto de tecnologías HTML5, CSS3 y Javascript.

Se ha optado por este conjunto de tecnologías para facilitar la instalación y flexibilizar la disponibilidad de la aplicación, dado que la aplicación es ejecutable desde cualquier navegador web común sin requerir instalación, siendo además multiplataforma, pudiendo ejecutarse desde distintos sistemas operativos. Además, la aplicación puede ser alojada y utilizada desde un equipo propio o un servidor remoto.

Como librería general de JavaScript se emplea jQuery [1] y como plantilla html se utiliza el framework Bootstrap [2], complementado para elementos más complejos de la interfaz de usuario con jQueryUI [3] (extensión de jQuery).

Para las consultas, filtrado y la representación de datos se emplean las librerías Javascript crossfilter [4], d3 [5] y dc [6].

Para la representación geográfica, la aplicación consta de un visor geográfico realizado con la librería Javascript de código abierto Leaflet [7], que hace uso de HTML5 y CSS3 para representación de mapas interactivos en web.

El visor cuenta con una serie de elementos de interacción con el mapa, de los cuales algunos son ya ofrecidos por Leaflet (Zooms + y -) y otros han requerido personalización (Zoom total, Leyenda, Estadísticas y Street View).

Las herramientas de Zooms hacen uso de las propias funcionalidades que provee la librería Leaflet, mientras que Estadísticas muestra gráficas representadas mediante la combinación de librerías d3+dc. Street View, con código Javascript que hace uso de la API de Google Maps, muestra la panorámica del lugar más aproximado a las coordenadas de ubicación de los elementos.

Las capas cartográficas de base mostradas en el visor son tomadas de dos fuentes distintas, Google Maps y Openstreetmap [8].

A Google Maps corresponden las capas "Roadmap" (mapa de carreteras y núcleos urbanos), "Satellite" (Ortofotografías satelitales) e "Hybrid" (Ortofotografías con carreteras y poblaciones superpuestas) (ver Figura 370).

De Openstreetmap se dispone la capa estándar del proyecto, con representación viaria, de núcleos de población y usos del suelo.

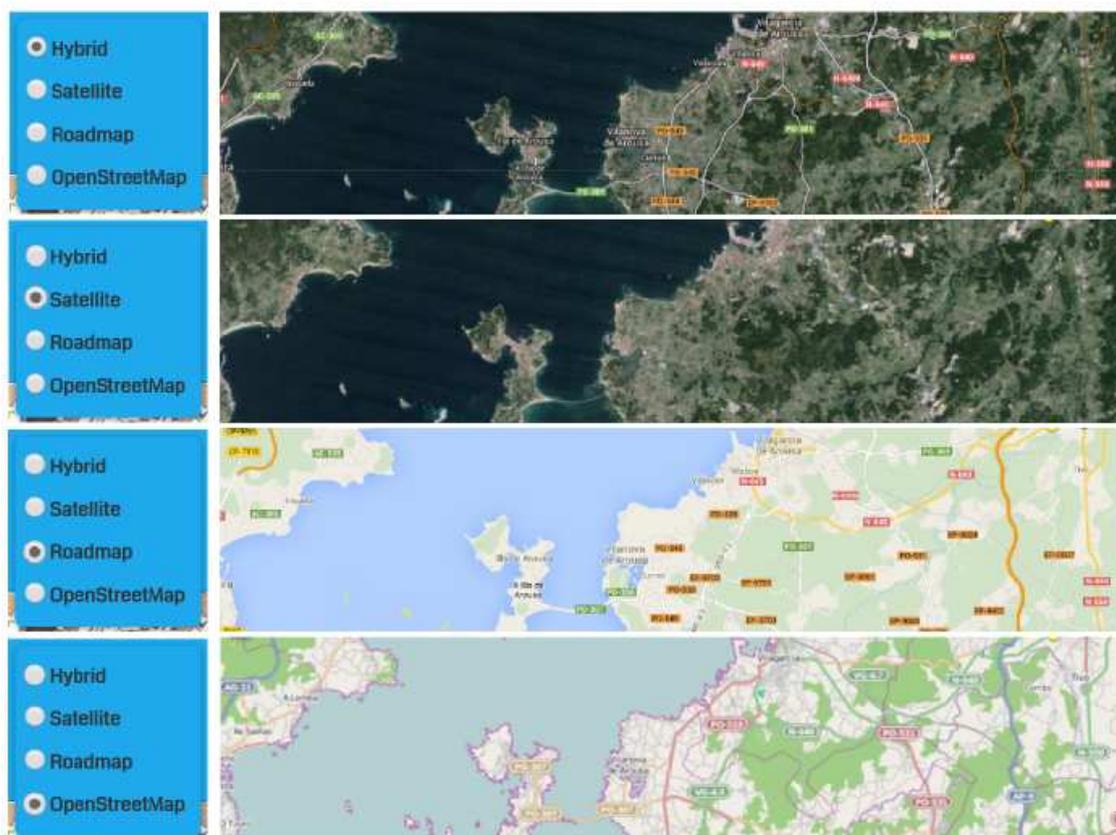


Figura 370. Visualización de las diferentes capas base de la aplicación.

Para mostrar los parámetros asociados a los elementos se emplea el margen derecho de la pantalla en la que se despliega un panel. Este panel, para aumentar la comodidad de lectura, es dividido en una serie de pestañas en las que se agrupan los parámetros. Una de las pestañas incluidas permite el acceso a fotografías o imágenes de gráficos representativos de los elementos.

Ambos elementos de la interfaz; las pestañas y la galería de imágenes y/o gráficos son disponibles gracias a la librería JQueryUI.

La aplicación toma las coordenadas y datos propios asociados referentes a balnearios y captaciones de archivos con formato geojson (el formato Geojson [9] es una variante del formato JSON - JavaScript Object Notation - para el almacenamiento de objetos Javascript en texto plano, pero que además incluye información espacial). Luego los diferentes elementos son añadidos en la correspondiente capa balneario o captación en Leaflet (ver Figura 371).

```
layerBaln={
  "type": "FeatureCollection",
  "features": [
    { "type": "Feature", "properties": { "objectid": 3, "nombre": "A Toxa", "estado": "Balneario y sales para jabones",
      "provincia": "Pontevedra", "concello": "O Grove", "parroquia": "Illa da Toxa",
      "accesib": "No hay info", "notas": "El PM no distingue entre zonas ZMA, ZME y ZMI",
      "observ": "Las instalaciones tienen sistemas de protección adecuados y automatizados" },
      "geometry": { "type": "Polygon", "coordinates": [ [ [ -8.846869429151543, 42.483729759403154 ], [ -8.84696625328386, 42.483499676811505 ],
        [ -8.847375066286975, 42.48311091464771 ], [ -8.847332033339278, 42.482809423959615 ],
        [ -8.847423478353134, 42.482797522981585 ], [ -8.847423478353134, 42.482630909051601 ],
        [ -8.847552577196222, 42.482622975043867 ], [ -8.847557956314684, 42.482642810061321 ],
        [ -8.847961390199337, 42.482622975043867 ], [ -8.847982906673185, 42.482741985054226 ],
        [ -8.848101247279351, 42.482734051060575 ], [ -8.848112005516274, 42.482793555988415 ],
        [ -8.847982906673185, 42.482793555988415 ], [ -8.847993664910108, 42.482936367584315 ],
        [ -8.848068972568578, 42.482936367584315 ], [ -8.848079730805502, 42.483047443044633 ],
        [ -8.847633263973153, 42.48306727792751 ], [ -8.847676296920849, 42.483448106459356 ],
        [ -8.84720293449619, 42.483920171942565 ], [ -8.846869429151543, 42.483729759403154 ] ] ] ] } } }
```

Figura 371. Ejemplo de datos y geometría de balnearios en geoJSON.

La estructura de las carpetas se describe en la Figura 372.



Figura 372. Estructura de las carpetas donde se almacena la información.

La aplicación se estructura del siguiente modo:

- ✓ dentro de propia carpeta de la aplicación balnearios:
- ✓ index.html: página HTML principal de la aplicación.
- ✓ bs: incluye el framework Bootstrap.
- ✓ data: datos de la aplicación, aquí se incluyen los geoJSONs pertenecientes a los balnearios y captaciones así como las imágenes relacionadas con ellos, dentro de la subcarpeta images.
- ✓ Images: imágenes (logotipos e iconos) de la propia aplicación.
- ✓ Js: incluye el código Javascript de la aplicación. Dentro de la subcarpeta lib se incluyen las librerías de terceras partes como JQuery, JQueryUI, Leaflet...).

- ✓ Styles: hojas de estilos CSS (o LESS) y fuentes tipográficas u otros elementos que configuran la apariencia de la aplicación. (style.css y style.less como archivos principales que definen los estilos de la aplicación).

7.3.2 Descripción de las librerías empleadas

(1) jQuery y jQueryUI:

Librería Javascript que abstrae y simplifica código Javascript para la interacción y manipulación de documentos html, elementos del DOM, código CSS, efectos comunes... En este momento es la librería de Javascript más empleada. Es software libre con doble licencia MIT y GPL2.

(2) Leaflet:

Librería para la realización de mapas web interactivos. Junto con OpenLayers, es una de las dos librerías Javascript de mapas más utilizadas. Es de código abierto, con licencia BSD.

(3) Crossfilter:

La librería Javascript Crossfilter sirve para explorar y servir rápidamente grandes volúmenes de datos a través de una interfaz web. También permite aplicar distintas acciones de filtrado sobre esos conjuntos de datos. Se distribuye bajo licencia Apache 2.0.

(4) d3 y dc:

d3 o d3.js es una librería que sirve para la representación y visualización web de datos.

dc es una librería para realizar gráficas de datos que permite la visualización y el análisis de datos en un navegador. Emplea de forma nativa crossfilter.js y representa los datos usando como base d3.js.

Permite realizar gráficos dinámicos e interactivos. Se distribuyen bajo licencias BSD en el caso de d3 y Apache v.2 en el caso de dc.

REFERENCIAS:

- [1] <http://jquery.com/>
- [2] <http://getbootstrap.com/>
- [3] <http://jqueryui.com/>
- [4] <http://square.github.io/crossfilter/>
- [5] <http://d3js.org/>

[6] <http://dc-js.github.io/dc.js/>

[7] <http://leafletjs.com/>

[8] <http://www.openstreetmap.org>

[9] <http://geojson.org/>

CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES

(1) En este proyecto se ha desarrollado una metodología de investigación de recursos hidrotermales mediante GIS. Para ello se han realizado exhaustivos tratamientos de la información desde el punto de vista hidrogeológico e hidrotermal mediante la aplicación GIS.

Se ha creado un sistema de información geo - hidrotermal de Galicia. Para ello se ha diseñado y desarrollado una base de datos geoespacial en el software ArcGIS con toda la información disponible sobre termalismo en la comunidad autónoma de Galicia. Los pasos seguidos en el diseño de la base de datos fueron: 1) diseño conceptual: en esta fase se definieron en términos amplios y genéricos del objetivo y los requerimientos de la base de datos, 2) diseño lógico: en esta etapa se especificó la visión que el usuario iba a tener de la base de datos con una clara definición de los atributos y relaciones y 3) diseño físico: en esta etapa se especificó la estructura interna de almacenamiento y la organización de los ficheros de datos.

El sistema permite (1) la entrada de datos espaciales y no espaciales relacionados con el hidrotermalismo, (2) el tratamiento de los datos, (3) el análisis de los datos y (4) la salida y visualización de resultados.

(2) Los datos almacenados en la base de datos de hidrotermalismo se ha estructurado de forma coherente según su temática y siguiendo las reglas básicas de construcción de bases de datos geoespaciales para su tratamiento con herramientas GIS. El sistema permite la entrada de datos a partir de hojas de cálculo convencionales en formato excel por su facilidad de manejo de los datos y versatilidad en la tipología de los mismos.

Las tablas se han vinculado y relacionado entre sí en el software GIS para su tratamiento y procesamiento posterior.

(3) En el análisis detallado que se ha desarrollado para la elaboración de la base de datos "Balnearios" para tratamiento GIS se han podido evidenciar **deficiencias, incoherencias** en información referentes a los alumbramientos o a un balneario, **errores** contenidos entre la información disponible y **falta de datos**. Algunas de estas deficiencias, incoherencias y errores se han podido subsanar. Otras quedan para un posterior análisis y actualización de la información disponible ya que quedan fuera del alcance y objetivos de este proyecto de tesis doctoral. Los principales problemas detectados se pueden agrupar en los siguientes tipos:

- errores en las coordenadas de ubicación de los alumbramientos,
- ausencia de coordenadas de localización de los alumbramientos,
- errores en las coordenadas de los perímetros de protección, ausencia de perímetros de protección de varios alumbramientos y coincidencia del

perímetro de protección para los alumbramientos de un mismo balneario y para balnearios diferentes,

- ausencia de información correspondiente a algunos parámetros analíticos cuantitativos,
- ausencia de información correspondiente a parámetros cuantitativos analíticos completos,
- incoherencias internas entre los datos en las Fichas,
- diferencias entre la información contenida en campos equivalente en fichas diferentes para un mismo alumbramiento,
- ausencia de determinados datos,
- errores de identificación de alumbramientos y
- otro tipo de errores.

(4) Tradicionalmente se ha contribuido a las aguas mineromedicinales acciones específicas beneficiosas para la salud derivadas de su mineralización y de las vías de administración. En este proyecto de tesis doctoral se han analizado las aguas sulfuradas, las bicarbonatadas carbogaseosas, las cloruradas, las sulfatadas y las de mineralización débil.

En general, **no existe una relación directa entre las indicaciones** medicinales de un agua mineromedicinal de una determinada composición química **y el uso terapéutico** que los balnearios de Galicia declaran entre sus tratamientos a las aguas con esa composición. Por otro lado, no existe un criterio común indicado por las Administraciones Públicas competentes para que los balnearios de Galicia puedan utilizar para definir las indicaciones médicas o terapéuticas de sus aguas mineromedicinales en función de su composición química, mineralización, temperatura, etc.

(5) El análisis espacial de datos de hidrotermalismo mediante GIS constituye una **herramienta muy potente y sencilla** para la toma de decisiones. En estos tratamientos se pueden incluir además otros criterios la información de las capas de geología y de fallas. Mediante el uso de la herramienta ArcHydro GW se pueden obtener además perfiles por lo que es posible conocer la geología en profundidad y la localización de fallas.

Otros casos prácticos de aplicación de GIS a la hidrogeología son: (1) tratamientos geoestadísticos de variables naturales: niveles de agua, concentración de iones, temperatura, etc, (2) realización de mapas de isopropundidades, (3) realización de balances hídricos, (4) realización de mapas de vulnerabilidad de acuíferos, etc.

(6) El **kriging** constituye un modelo eficaz de predicción de fenómenos naturales. Su aplicación en hidrogeología conlleva la disponibilidad de datos veraces y suficientes para la obtención de resultados.

Mediante la aplicación de este método en la elaboración del mapa de aproximación a los dominios hidrominerales de Galicia a partir de los datos de las facies hidroquímicas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia se concluye que se ha podido establecer un mapa constituido por **3 grupos de facies hidroquímicas**: (1) $\text{Cl}^- - \text{Na}^+$, (2) $\text{HCO}_3^- - \text{Cl}^- - \text{Na}^+$ y (3) $\text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$. El grupo $\text{HCO}_3^- - \text{Cl}^- - \text{Na}^+$ es de transición entre el $\text{Cl}^- - \text{Na}^+$ y el $\text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$.

Los grupos $\text{CO}_3^{2-} - \text{Cl}^- - \text{Na}^+$ y $\text{SO}_4^{2-} - \text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$ no están representados en el mapa de predicción porque tan sólo disponen de un dato cada uno por lo que no es posible estimar su representatividad como dominio hidromineral.

Tras el análisis de (1) la información geológica sobre la que se ubican los alumbramientos y (2) la facies hidroquímicas de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia se concluye que **existe una relación directa entre la facies hidroquímica y la geología**.

(7) La facies hidroquímica más habitual es la **bicarbonatada sódica**, último estadio de evolución química del agua de las precipitaciones en su circulación por los materiales silicatados y carbonatados que caracterizan las formaciones metamórficas e ígneas.

Las **aguas cloruradas** sódicas también están representadas fundamentalmente en balnearios costeros o cerca de la línea de costa. Se ha llegado a la conclusión que se trata de aguas mezcla entre aguas profundas y aguas superficiales.

Finalmente existe una facies de transición entre las bicarbonatado sódicas y las clorurado sódicas. Es la facies hidroquímica **bicarbonatado clorurado sódicas** que se encuentran representados en algunos balnearios entre los balnearios próximos a la línea de costa y los de interior.

(8) Mediante el análisis de los mapas de isoconcentración de ion sodio (mg/l) mediante kriging en los alumbramientos del balneario de A Toxa se concluye que se produce un fenómeno de intrusión marina. Teniendo en cuenta la concentración en otros iones, la temperatura de las aguas de los alumbramientos y otros parámetros analizados se concluye que se produce un fenómeno de **mezcla de aguas** entre las aguas procedentes de altas profundidades y el agua del mar procedente de la intrusión marina.

(9) Mediante el análisis del mapa de isoconcentración de ion bicarbonato (mg/l) mediante kriging en los alumbramientos de los balnearios de Galicia se concluye que **las mayores concentraciones de ion bicarbonato (mg/l)** se localizan en el suroeste de Galicia en el entorno del balneario de Mondariz y sureste de Galicia en el entorno del balneario de Sousas.

La naturaleza geológica por la que atraviesan las aguas subterráneas es fundamental en el enriquecimiento en determinados iones. Se observa que en el sur de Galicia existen más cadenas montañosas de naturaleza caliza y materiales sedimentarios que en la zona norte.

(10) Mediante el mapa de isoconcentración de ion sulfuro (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia se concluye que **las mayores concentraciones de ion sulfuro (mg/l)** se localizan en el noreste y centro de Galicia. La mayor concentración de ion sulfuro (mg/l) se ha medido en el balneario de Guitiriz.

En general se observa que la ubicación de estos alumbramientos se encuentra sobre materiales metamórficos tipo esquistos, pizarras y gneisses. Las aguas de los alumbramientos de Caldelas de Tui y Cuntis se encuentran ubicados sobre terrazas y depósitos sedimentarios. Sin embargo, los alumbramientos alcanzan formaciones graníticas, granodioríticas precoces los primeros y la formación granitoide inhomogéneo, granito migmatítico de 2 micas los segundos. En todos los casos se trata de aguas profundas.

(11) Mediante el análisis del mapa de isoconcentración de ion sodio (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia se concluye que **las mayores concentraciones de ion sodio (mg/l)** se en la mitad sur de Galicia así como en los balnearios que se encuentran cercanos la línea de costa. En la zona noroeste se encuentran los alumbramientos con menores concentraciones de ion sodio (mg/l).

En la concentración de ion sodio en las aguas no sólo influye la geología del entorno sino también: (1) intrusión marina, (2) splash (formación de microgotas de agua de mar que se forman tras el golpeo del oleaje en la línea de costa) que puede ser desplazado por el viento cientos de metros hacia el interior, (3) mayor concentración de iones en las aguas de precipitación en las zonas cercanas a la costa, (4) mezcla de aguas profundas, etc provocan que las concentraciones de ion cloruro (mg/l) sea mayor en estas zonas.

(12) Mediante el análisis del mapa de isoconcentración de ion cloruro (mg/l) realizado mediante kriging en los alumbramientos de los balnearios de Galicia se concluye que **las mayores concentraciones de ion cloruro (mg/l)** se encuentran en las zonas cercanas a la línea de costa. Fenómenos como (1) intrusión marina, (2) splash (formación de microgotas de agua de mar que se forman tras el golpeo del oleaje en la línea de costa) que puede ser desplazado por el viento cientos de metros hacia el interior, (3) mayor concentración de iones en las aguas de precipitación en las zonas cercanas a la costa, (4) mezcla de aguas profundas, etc provocan que las concentraciones de ion cloruro (mg/l) sea mayor en estas zonas. Se observa una **graduación** desde el centro de Galicia hacia la costa.

(13) Las aguas termales se relacionan con el flujo que experimentan a **grandes profundidades** en sistemas de redes de fracturación de (1) granitos de dos

micas, (2) granitos y granodioritas biotíticas y (3) rocas metamórficas. Las aguas termales de los alumbramientos analizados que aparecen en depósitos detríticos proceden de alguna de las rocas ígneas o metamórficas de los grupos indicados asociados a: (1) zonas de fallas, (2) perforación a profundidades que se cortan formaciones geológicas indicadas o (3) contactos laterales con las formaciones geológicas indicadas. Las aguas frías sin relación termal se localizan en todas las zonas geológicas y son aguas que han experimentado poco transporte en profundidad.

(14) Mediante el análisis del mapa de isoterma (°C) realizado con kriging de los alumbramientos de los balnearios de Galicia se concluye que **las temperaturas mayores** se encuentran localizados fundamentalmente en la mitad sur. Los alumbramientos con mayor temperatura se encuentran en el balneario de Loureda (en la mitad norte) y de Cuntis, A Toxa, Da Chavasqueira, de Ourense – Cidade, Caldelas de Tui y de Lobios (en la mitad sur). Presentan temperaturas entre 55.01 – 77.00 °C.

(15) Tras el análisis del mapa de isoterma (°C) de los alumbramientos de tipo **manantial** de los balnearios de Galicia se concluye que **las temperaturas mayores** se encuentran localizados fundamentalmente en la mitad sur de Galicia. Los alumbramientos con mayor temperatura se encuentran en los balnearios de Cuntis y Da Chavasqueira (en la mitad sur). Presentan temperaturas entre 55.01 – 60.00 °C.

(16) Mediante el análisis del mapa de isoterma (°C) de los alumbramientos de tipo **pozo** de los balnearios de Galicia se concluye que **las temperaturas mayores** se encuentran localizados fundamentalmente en la mitad sur, oeste y noroeste de Galicia. Los alumbramientos con mayor temperatura se encuentran en los balnearios de Loureda (en la mitad norte) y de Cuntis, A Toxa, de Laias y de Caldelas de Tui (en la mitad sur). Presentan temperaturas entre 47.1 – 62.00 °C.

(17) Mediante el análisis del mapa de isoterma **mayores de 36.9°C** de los alumbramientos de los balnearios de Galicia se concluye que **las temperaturas mayores** se encuentran localizados fundamentalmente en la mitad sur. Los alumbramientos con mayor temperatura se encuentran en el balneario de Loureda (en la mitad norte) y de Cuntis, A Toxa, Da Chavasqueira, de Ourense – Cidade, Caldelas de Tui y de Lobios (en la mitad sur). Presentan temperaturas entre 55.01 – 77.00 °C.

A partir de la información disponible **se observa**: (1) no hay alumbramientos con temperatura mayor de 36.9°C y composición bicarbonato sódico ni bicarbonato sódico carbogaseosa, (2) los alumbramientos con temperatura mayor de 36.9°C tienen composición sulfurada, (3) los alumbramientos con temperatura mayor de 36.9°C y composición cloruro sódico son aguas mezcla entre las aguas profundas y las aguas superficiales. Es previsible que en su origen en profundidad tengan composición sulfurada, (4) El 43.2% de los alumbramientos con temperatura mayor de 36.9°C son de tipo manantial, el 24.3% son de tipo pozo y el 16.2% son de tipo pozo surgente, (5) Las aguas con temperatura mayor de

36.9°C proceden de zonas profundas y han circulado por materiales ígneos y metamórficos y el 31% de los alumbramientos que tienen una temperatura mayor de 36.9°C se ubican sobre materiales metamórficos. El 36% sobre materiales ígneos. El 30% sobre materiales sedimentarios o terrazas. Hay 1 alumbramiento (del balneario Das Burgas) del que no se dispone de información geológica.

(18) Se ha desarrollado un visor multiparamétrico denominado "**BALGAGIS**". Es una herramienta informática intuitiva que permite consultar a través de la red internet la base de datos geoespacial geo-hidrotermal "Balnearios". Esta herramienta permite: (1) localizar la situación geográfica de los balnearios de la Comunidad Autónoma de Galicia, (2) localizar la situación geográfica de los alumbramientos de agua que forman parte de los balnearios, (3) incluir información sobre las características de las aguas de los alumbramientos, (4) incluir otra información asociada a los alumbramientos en la interfaz, (5) caracterizar las aguas de los alumbramientos según su composición físico – química, etc.

Las principales **funcionalidades** de la aplicación son:

- ✓ Visualización geográfica y alfanumérica de elementos de interés.
- ✓ Visualización de y/o enlace con opción de descarga de información asociada de elementos como fotografías, documentos de texto (pdf), gráficas...
- ✓ Navegación ágil y fácil exploración de la información de conjuntos de gran número de elementos.
- ✓ Representación gráfica de la situación geográfica (símbolos) y de los parámetros alfanuméricos de los elementos, variable en función de sus valores.
- ✓ Visualización panorámica (Google Street View) de la localización de elementos.
- ✓ Visualización de gráficos estadísticos referentes a parámetros importantes de carácter general.

(19) El visor web puede funcionar de manera **portable y compacta** en cualquier máquina simplemente copiándolo y ejecutándolo directamente en local, siendo simplemente necesario un navegador web común para visualizarlo. Pero también existe la posibilidad de alojarlo y ser consultado desde un servidor web, empleando otra URL.

El visor web realizado con HTML y JavaScript puede ser ejecutado directamente desde un navegador web. Como librería general de JavaScript se emplea jQuery; su ampliación jQuery UI para la interfaz de usuario; y Leaflet para la visualización geográfica. Esta característica puede facilitar el acceso a la información proporcionada por el GIS hidrotermal al personal de todos los balnearios, administraciones públicas o al público en general.

CAPÍTULO 9. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

Se indican a continuación las principales líneas de trabajo a desarrollar en el futuro relacionadas con la temática de la tesis.

1. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICO - TÉCNICA

1.1. **Revisión exhaustiva de los datos** de cada uno de los alumbramientos que forman parte de los balnearios de Galicia en particular los referentes a las coordenadas de los alumbramientos, perímetros de protección, tipo de alumbramiento, accesibilidad, situación legal, usos terapéuticos, etc.

1.2. Ampliación y cumplimentación de los **campos de datos de la base de datos** "Balnearios". Para ello será necesario la actualización de las analíticas en toda su extensión: características físico – químicas, concentración elementos mayoritarios, concentración en elementos traza, gases disueltos, radiactividad, etc.

1.3. Establecimiento de **nuevos perímetros de protección** para cada uno de los alumbramientos individualmente. En la actualidad los perímetros de protección se conceden a los balnearios en lugar de ser concedidos a los alumbramientos. El establecimiento de los perímetros de protección deberán establecerse mediante criterios hidrogeológicos y no mediante cuadrículas mineras sin justificación técnica.

1.4. Ampliación de la **metodología de trabajo GIS** con otras bases de datos hidrogeológicos (IGME, SITGA, etc) o completando la base de datos "Balnearios" con información adicional.

1.5. Profundizar en el **desarrollo científico-técnico** de las técnicas hidrogeológicas para la obtención de resultados mediante la aplicación de técnicas GIS: (1) tratamientos geoestadísticos de variables naturales: niveles de agua, concentración de iones, etc, (2) realización de mapas de isoprofundidades, (3) realización de balances hídricos, (4) realización de mapas de vulnerabilidad de acuíferos, etc.

1.6. Desarrollo de una **herramienta GIS** para la representación gráfica de diagramas utilizados en hidrogeología del tipo: Piper, Stiff, Schoeller, etc en lenguaje Python o similar. Esta herramienta permitirá la selección de analíticas de diferentes alumbramientos por fecha o por referencia de forma individual o conjunta. Así podrán realizarse comparativas entre las analíticas de un mismo alumbramiento en diferentes fechas o entre analíticas de diferentes alumbramientos.

1.7. Adquisición de una **licencia de la herramienta Arc Hydro GW en GIS** para el establecimiento de modelos 3D de funcionamiento hidrogeológico. Para ello será necesario el uso de información adicional como columnas litológicas,

modelos digitales del terreno, concentración de iones, niveles de agua, temperatura, etc.

2. LÍNEAS DE DESARROLLO E INNOVACIÓN

2.1. Adaptación del visor desarrollado en este proyecto de tesis doctoral a una **plataforma** que comunique la Administración con los balnearios. Para ello el técnico de la Administración podrá realizar visitas de inspección con una “check list”. En una fase posterior se eliminará la “check list” por un formulario equivalente instalado en una PDA. El técnico de la Administración realizará su visita de inspección anotando sus observaciones. Posteriormente en su oficina a través del visor, entrará en el balneario en el que ha realizado la visita y volcará sus observaciones en el formulario correspondiente. Automáticamente se generará una notificación que será enviado de manera inmediata al responsable sanitario del balneario. El responsable sanitario del balneario responderá igualmente a través de la plataforma en el plazo establecido en la notificación.

Se establece un código de alertas de forma que el balneario aparece en color verde cuando el técnico de la Administración envía la notificación. En caso que el responsable sanitario no responda en el plazo establecido, el punto del visor correspondiente al balneario se pondrá en color rojo. De esta forma el técnico de la Administración conoce a tiempo real el estado de los expedientes si necesidad de apuntes adicionales y podrá obrar en consecuencia.

Los técnicos de la Administración podrán visualizar en el visor todos los alumbramientos de los balnearios de Galicia. El responsable sanitario de un balneario tan sólo visualizará en el visor los alumbramientos de su balneario.

El uso de esta plataforma conlleva una serie de beneficios tanto para la Administración como para el balneario: (1) reducción de los tiempos de realización de informes, (2) reducción de los tiempos de envío de notificaciones, (3) reducción de los tiempos de respuesta, (4) reducción de costes de envío de notificaciones, (5) conocimiento a tiempo real del estado de los expedientes, (6) eliminación del papel en la Administración y en el balneario, (7) volcado automático de analíticas en cada uno de los alumbramientos de los balnearios, (8) mayor interacción entre el personal de la Administración y el personal del balneario, (9) disponibilidad de un gran volumen de información correspondiente a un alumbramiento o a un balneario en tiempo real, (10) posibilidad de determinar los usos terapéuticos de forma automática de un agua de un alumbramiento según parámetros científicos comunes para todos los balnearios, (11) clasificación automática de un agua como mineromedicinal y/o termal según los parámetros del agua, (12) acceso inmediato a toda la información disponible de un alumbramiento o balneario, (13) uso compartido de la información a tiempo real, etc.

2.2. Adaptación de esta aplicación a **otros usos** de la Administración y/u otros organismos como: (1) Confederaciones Hidrográficas, (2) Ministerio y/o Consejería de Fomento, (3) Ministerio y/o Consejería de Medio Ambiente, (4) Ministerio y/o Consejería de Industria, Energía y Minas, etc. El uso de esta

aplicación permitirá la optimización de la información disponible de manera que se evitarán duplicidades y repetición de servicios profesionales empresariales o de la propia Administración para la resolución de un mismo proyecto o servicio.

Asimismo, permitirá llevar un control exhaustivo de una obra en su: (1) ejecución, (2) control de calidad, (3) control de documentación, (4) control de compras, (5) control de tiempos de ejecución, (6) control de recepción, etc.

El uso de esta aplicación conlleva una serie de beneficios similares a los analizados en el punto anterior.

2.3. Desarrollo de un **portal de reservas** diseñado para la Asociación de Balnearios con tecnología GIS. El visor de Internet será intuitivo y permitirá al usuario buscar de forma automática aquellos balnearios que se adapten a una serie de criterios de búsqueda concretos como (1) uso terapéutico, (2) coste, (3) servicios adicionales concretos, (4) población, etc. Esto permitirá que los balnearios de Galicia sean pioneros en España en la participación de un proyecto común que proporcionará la mejora de los servicios y facilidad de acceso al cliente.

REFERENCIAS

- ✓ Albu, M.; Banks, D. y Nash, H. (1997) Mineral and Thermal Groundwater Resources. Chapman and Hall, London, 447 pp.
- ✓ Appelo, C.A.J. y Postma, D. (1992) Geochemistry, Groundwater, and Pollution; Ed. Balkema, 536 pp.
- ✓ Baeza Rodríguez-Caro, J., López Geta, J.A. y Ramírez Ortega, A. (2001): "Las aguas minerales en España". Ed. Instituto Geológico Minero de España. 453 pp. Madrid. ISBN 84-7840-424-4.
- ✓ Baeza Rodríguez-Caro, J., Rubio Campos, J.C., Luque Espinar, J.A., López Geta, J.A., Peinado Parra, T., Reina Laso, J. y Dolores Haro, M. (2003): "Las aguas minerales, minero-medicinales y termales de la provincia de Jaén". Serie: Hidrogeología y aguas subterráneas Nº 6. Ed. Instituto Geológico y minero de España. 176 pp. Madrid. ISBN 84-7840-473-2.
- ✓ Baeza, J.; López Geta, J. y Ramírez, A., Eds. (2001) Las Aguas Minerales en España; Instituto Geológico y Minero de España; 454 pp.
- ✓ Ball, T.K.; Cameron, D.G.; Colman, T.B. y Roberts, P.D. (1991) Behaviour of radon in the geological environment: A review; Quarterly Journal of Engineering Geology (London) 24, p. 169-182.
- ✓ Banks, D. y Robins, N. (2002) An Introduction to Groundwater in Crystalline Bedrock; Norges Geologiske Undersøkelse; Trondheim, 68 pp.
- ✓ BERRY (1987). Cartographic Modelling.
- ✓ BIGOS, Jeff. Geoprocessing Using Model Builder. Virtual Campus. ESRI Educational Service. Environmental Systems Research Institute, Inc. 2005
- ✓ BOUILLÉ, F. (1978). A survey on the HBDS and its applications to cartography and mapping.
- ✓ BURROUGH, P. A. y MCDONNELL, R. A. (1988). Principles Of Geographical Information Systems, 2 da . Ed., 336p. Oxford University Press.
- ✓ Carvalho, J.M. (1996) Mineral water exploration and exploitation at the Portuguese Hercynian Massif; Environmental Geology 27, p. 252-258.
- ✓ Chebotarev, I.I. (1955) Metamorphism of natural waters in the crust of weathering (1); Geochimica et Cosmochimica Acta 8, p. 22-48.
- ✓ CHILDS, Colin. Editing in ArcGIS 9 Tips and Tricks. Virtual Campus. ESRI Educational Service. Environmental Systems Research Institute, Inc. 2005
- ✓ Consejería de Industria de la Comunidad Autónoma Valenciana., Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE) (1993): "Evaluación del estado actual de las aguas minerales en la Comunidad Autónoma de Valencia". Ed. Generalitat Valenciana. Consellería d'Industria d'Comerç i Turismo. 151 pp.

- ✓ Consellería de Industria e Comercio de la Xunta de Galicia. (1995): "Las aguas minerales de Galicia". Ed. Consellería de Industria e Comercio de la Xunta de Galicia. 205 pp. Santiago de Compostela. ISBN 84-453-1511-0.
- ✓ Corral Lledó. M.M. y Abolafia de Llanos, M. (2006): "Las aguas minerales. Aguas de bebida envasadas y balnearios en la cuenca del Duero". Congreso de Duero. 15 pp.
- ✓ Corral Lledó. M.M. y Baeza Rodríguez, J. (2004): "Síntesis y análisis de la legislación estatal en materia de aguas minerales". Hidrogeología y Aguas Subterráneas nº 14. VI Simposio del Agua en Andalucía. Tomo I. Ed. López Geta, J.A., Rubio Campos, J.C., Martín Machuca, M. 1377-1386 pp. Madrid. ISBN 84-7840-577-1.
- ✓ Corral Lledó. M.M. y Baeza Rodríguez, J. (2005): "Propuesta de metodología para la adecuada protección integral de los recursos hidrominerales". Revista "Hidrogeología y Recursos Hidráulicos", número XXVII. VIII Simposio de Hidrogeología, Zaragoza, 18-22 de octubre de 2004. Ed. Fernández Uría, A. 449-458 pp. NIPO 657-04-028-5.
- ✓ Corral Lledó. M.M., Abolafia de Llanos, M. y Baeza Rodríguez, J. (2006): "Recursos hidrominerales: relación entre la producción y las características geológicas". Hidrogeología y Aguas Subterráneas nº 14. VI Simposio del Agua en Andalucía. Tomo I. Ed. López Geta, J.A., Rubio Campos, J.C., Martín Machuca, M. 1387-1394 pp. Madrid. ISBN 84-7840-577-1.
- ✓ Corral Lledó. M.M., Abolafia de Llanos, M. y Baeza Rodríguez, J. (2005): "Evaluación cuantitativa de los actuales aprovechamientos de los recursos hidrominerales en España". I Foro Ibérico sobre Aguas Envasadas y Balnearios, Madrid, 15 a 16 de marzo de 2005. Ed. Fernández Rubio, R., Zafra Moreno, I. y Asociación Nacional de Balnearios (ANBAL). 153-160 pp. ISBN 84-89683-06-9.
- ✓ Corral Lledó. M.M., Abolafia de Llanos, M. y Lopez Geta, J.A. (2006): "Análisis sobre la normativa de las aguas minero-medicinales. Posibles tratamientos". Revista de Salud Ambiental, Volumen VI, números 1 y 2, junio – diciembre de 2006. I Jornadas sobre prevención y control de legionelosis. Madrid, 14 y 15 de junio de 2006. Ed. Sociedad Española de Sanidad Ambiental. 69-72 pp. Valencia. ISSN 1577-9572.
- ✓ Corral Lledó. M.M., González Fernández, L.A. y Muñoz Pascual, I. (2006): "Hidrogeoquímica de las Aguas Minerales de Galicia". Congreso de Oviedo. 14 pp.
- ✓ Corral Lledó. M.M., Rico, R., López Geta, J.A., Del Barrio, V., Orviz Castro, F. y Toro, A. (2006): "Estudio y evaluación del potencial hidromineral en la Comunidad Autónoma de Castilla y León". II Foro Ibérico sobre aguas envasadas y balnearios. Oporto. 22-24 de noviembre. 14 pp.
- ✓ Craig, H. (1963) The isotopic geochemistry of water and carbon in geothermal areas. En Nuclear Geology in Geothermal Areas (Ed. E. Tongiorgi), Spoleto; p. 15-73
- ✓ CSN (2000) Proyecto Marna: Mapa de radiación gamma natural; Consejo de Seguridad Nuclear; Colección Informes Técnicos 10/2000; 140 pp.
- ✓ Cuchí, J.A.; Baeza, J. y García de la Noceda, C. (2000) Overview of hydrogeothermics in Spain; Environmental Geology 39(5), p. 482-487

- ✓ D'Amore, F. (1991) Application of Geochemistry in Geothermal Reservoir Development; United Nations Institute for Training and Research; UNITAR Man/10, 408 pp.
- ✓ Davis, S. N. y De Wiest, R. J. M. (1966) Hydrogeology; John Wiley & Sons, Inc., Nueva York, NY, USA, pp. 96–128.
- ✓ Delgado, J.; Juncosa, R.; Meijide, R.; Mohamed, M.; Fernández, S. y Álvarez, M. (2009) Influencia hidrogeológica sobre el quimismo de las aguas mineromedicinales en Galicia. Revista de Salud Ambiental, 58-59. La Coruña
- ✓ Delgado, J.; Juncosa, R.; Meijide, R.; Vazquez, A. y Barrientos, V. (2007) Características termohidrogeoquímicas de las aguas subterráneas en Galicia. O valor acrescentado das ciencias da terra no tremalismo e no engarrafamento da agua, 281-299. Oporto, Portugal
- ✓ Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas – Instituto Tecnológico Geominero de España (DGOHCA – ITGE) (1998): “Programa de ordenación de acuíferos sobreexplotados / salinizados. Formulación de estudios y actuaciones”.Ed. Ministerio de Medio Ambiente (MIMAM). 66 pp. Madrid. ISBN 84-8320-034-1.
- ✓ Drever, J.I (1997) The Geochemistry of Natural Waters; 3ª Ed.; Prentice Hall; 436 pp.
- ✓ Ellis, A.J. y Mahon, W.A.J. (1967) Chemistry and Geothermal Systems; Academic Press, Nueva York, 392 pp.
- ✓ EPTISA (2010) Estudio de las fuentes complementarias de abastecimiento en al cuenca hidrográfica de los ríos Mendo y Mandeo.
- ✓ ESRI. Creating and Editing Label and Annotation. Virtual Campus. ESRI Educational Service. Environmental Systems Research Institute, Inc. 2007
- ✓ ESRI. Creating, Editing and Managing Geodatabases for ArcGIS Desktop. Virtual Campus. ESRI Educational Service. Environmental Systems Research Institute, Inc. 2005
- ✓ Fernández Portal, J.M., Corral Lledó, M.M. y Ferrero Arias. A. (2006): “Estudio científico técnico de las aguas minerales de Galicia. II Foro Ibérico sobre aguas envasadas y balnearios”. 22 – 24 de noviembre. Oporto (Portugal). 14 pp.
- ✓ Fernández Portal, J.M., Corral Lledó, M.M., Araujo Nespereida, P. y Cid Fernández, J.A. (2007): “Caracterización de las aguas minerales y termales en el entorno del río Miño a su paso por la ciudad de Ourense”. XII Congreso Internacional de Energía y Recursos Minerales. 7 a 11 de octubre. Oviedo.
- ✓ Fernández Rubio, R., Delgado, M. y Ramos, J. (1974): “Investigación de aguas minero-medicinales en la provincia de Granada”. 82 pp.
- ✓ Freeze, R.A. y Cherry, J.A. (1979) Groundwater. Prentice Hall, Inc.
- ✓ Fumega, F. X. y Romani, R. G. (1996) Os usos da auga. En As Augas de Galicia, 1ª edición; Consello da Cultura Galega.

- ✓ Gibbons, W. y Moreno, T., Eds. (2002) *The Geology of Spain*. Geological Society of London, 632 pp.
- ✓ Giggenbach, W.F. (1988) Geothermal solute equilibria. Derivation of Na-K-Mg-Ca geothermometers; *Geochimica et Cosmochimica Acta* 52, p. 2749-2765.
- ✓ Giggenbach, W.F. (1992) Isotopic shifts in waters from geothermal and volcanic systems along convergent plate boundaries and their origin; *Earth and Planetary Science Letters* 113, p. 495-510
- ✓ Giggenbach, W.F. (1997) The origin and evolution of fluids in magmatic-hydrothermal systems; en H.L. Barnes, Ed. *Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits*, 3ª edición; John Wiley & Sons, p. 737-796
- ✓ Giggenbach, W.F. y Goguel, R.L. (1989) Collection and analysis of geothermal and volcanic water and gas discharges; Report N° CD 2401. Department of Scientific and Industrial Research. Chemistry Division. Petone, New Zealand
- ✓ Hem, J.D. (1991) *Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Waters*. 3ª edición. U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 2254, 363 pp. (<http://pubs.usgs.gov/wsp/wsp2254/>)
- ✓ Hoefs, J. (1997) *Stable Isotope Geochemistry*, 4ª Ed.; Springer-Verlag, 201 pp.
- ✓ Hounslow, A.W. (1995) *Water Quality Data: Analysis and Interpretation*. Lewis Publishers, Boca Raton; 397 pp.
- ✓ IGME (1980) *Estudio geotérmico de las manifestaciones termales de Galicia*. Instituto Geológico y Minero de España, pp. 29-63, Madrid.
- ✓ Instituto de Salud Carlos III (ISCIII): "Vademecum de aguas mineromedicinales españolas". Ed. Instituto de Salud Carlos III. 310 pp. Madrid. ISBN 84-95463-19-9.
- ✓ Instituto Geológico Minero de España (IGME) (1982): "Estudio de las manifestaciones termales de Extremadura, Salamanca y Rioja orientadas a su posible explotación como recurso geotérmico". Informe inédito. 320 pp. Madrid.
- ✓ Instituto Geológico Minero de España (IGME) (1987): "Las aguas mineromedicinales, minero-industriales y de bebida envasada existentes en España". Ed. Instituto Geológico Minero de España. 130 pp. Madrid.
- ✓ Instituto Geológico y Minero de España – Diputación Provincial de Alicante (IGME – DPA) (1999): "Valoración de las actuales instalaciones de recarga artificial mediante el modelo matemático del acuífero de Orba". Ed: Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE). 82 pp.
- ✓ Instituto Geológico y Minero de España – Diputación Provincial de Alicante (IGME – DPA) (1996): "Evaluación de las disponibilidades hídricas y generación de series históricas en el acuífero Jurásico de Cabezón de Oro (Alicante)". Ed. Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE). 42 pp. Madrid.
- ✓ Instituto Geológico y Minero de España – Diputación Provincial de Alicante (IGME - DPA) (2003): "Aplicación de un modelo matemático para simular la evolución de los

recursos hídricos disponibles en el acuífero de Peñarrubia (Alicante) ante diferentes alternativas de Gestión. Informe IGME H.6.003/03". 93 pp.

- ✓ Instituto Geológico y Minero de España (IGME) (1978): "Plan nacional de investigación de aguas subterráneas. Estudio hidrogeológico de la cuenca baja del Segura. Informe final (72/75). Informe técnico nº 3 la cuenca del Vinalopó". Ed. Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE). 118 pp. Madrid.
- ✓ Instituto Geológico y Minero de España (IGME) (1979): "Investigación hidrogeológica de la cuenca alta de los ríos Júcar y Segura. Informe técnico Nº 6 Sistema Hidrogeológico "Carche-Salinas". Memoria y Anejos. Ed. Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE). 99 pp. Madrid.
- ✓ Instituto Geológico y Minero de España (IGME) (2002): "Posibilidades de almacenamiento de las aguas del trasvase Júcar – Vinalopó en los embalses subterráneos provinciales mediante recarga artificial".
- ✓ Instituto Nacional de Meteorología (INM) (1982): "Guía resumida del clima en España". Ed. Ministerio de Medio Ambiente (MIMAM). 257 pp y CD-ROM. Madrid. ISBN: 84-8320-179-8.
- ✓ Instituto Tecnológico Geominero de España (IGME) y Generalitat de Catalunya: "Estudio para la evaluación de las aguas minero-medicinales, minerales naturales, de manantial, termales y minero-industriales en el territorio de Catalunya". Informe inédito. 2000 pp. Madrid.
- ✓ Instituto Tecnológico Geominero de España (IGME) y Junta de Andalucía (1990-1991): "Evaluación del estado actual de las aguas minerales en la Comunidad Autónoma de Andalucía (1ª fase)". Informe inédito. 8 tomos y fichas de inventario. 1500 pp. Madrid.
- ✓ Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE) (1992): "Jornadas de aguas minero-medicinales y termales de España". Ed. Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE). Madrid.
- ✓ Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE): "Estudio y Evaluación del estado actual de las aguas minero-medicinales, termales y de bebida envasada en la Comunidad Autónoma del Principado de Asturias. Informe inédito". Informe inédito. 200 pp. Madrid.
- ✓ Juncosa, R.; Meijide, R. y Delgado, J. (2011) Fuentes minerales de Galicia: características hidrogeológicas, físico-químicas e indicaciones terapéuticas. *Termalia* 11, 51 – 72
- ✓ KASIANCHUK, Peter. Using ArcCatalog Tips and Tricks. Virtual Campus. ESRI Educational Service. Environmental Systems Research Institute, Inc. 2002
- ✓ Langmuir, D.M. (1996) *Aqueous environmental geochemistry*; Ed. Prentice Hall, 600 pp.
- ✓ López Geta, J.A. y Pinuaga Espejel, J.I. (2000): "Panorama actual de las aguas minerales y minero-medicinales en España". Actas de las segundas Jornadas sobre

aguas minerales y minero-medicinales. Octubre, 1999, La Toja. Ed. Instituto Tecnológico Geominero de España. 407 pp. Madrid. ISBN: 84-7840-392.

- ✓ López Geta, J.A., Corral Lledó, M.M., Abolafia de Llanos, M., Sánchez Guzmán, J., Sanz López, L. y Sánchez Márquez, B. (2006): "Mapa de las características físico-químicas de las aguas minerales y termales de España". II Foro Ibérico sobre aguas envasadas y balnearios. 22 - 24 de noviembre de 2006. 11 pp. Oporto (Portugal).
- ✓ MAGUIRE, D. J.; BURROUGH, P. A.; GOODCHILD, M. F.; RHIND, D. W. y otros. (1991). An Overview and Definition of GIS. Vol 1. Ed. Longman. London pp 9 - 20.
- ✓ Marques, J.M.; Aires-Barros, L. y Graça, R. (2000a) Genesis of low-temperature sulfurous mineral waters (northern Portugal): A geochemical and isotopic approach; Proceedings of the World Geothermal Congress 2000; Kyushu-Tohoku, Japón; 28 de mayo al 10 de junio, 2000
- ✓ Marques, J.M.; Carreira, P.M.; Aires-Barros, L. y Graça, R. (2000b) Nature and role of CO₂ in some hot and cold HCO₃/Na/CO₂-rich Portuguese mineral waters: A review and reinterpretation; Environmental Geology 40, p. 53-63
- ✓ Marques, J.M.; Espinha, J.; Carreira, P.M.; Graça, R.; Aires-Barros, L.; Carvalho, J.M.; Chaminé, H.I. y Borges, F.S. (2003) Geothermal fluids circulation at Caldas do Moledo area, Northern Portugal: Geochemical and isotopic signatures; Geofluids 3, 189-201.
- ✓ Marques, J.M.; Monteiro Santos, F.A.; Graça, R.; Castro, R.; Aires-Barros, L. y Mendes Victor, L.A. (2001) A geochemical and geophysical approach to derive a conceptual circulation model of CO₂-rich mineral waters: A case study of Vilarelho da Raia, northern Portugal; Hydrogeology Journal 9, p. 584-596
- ✓ Meijide, R.; Delgado, J. y Juncosa, R. (2009) Informe científico-técnico sobre as augas minero-medicinais de Galicia. Universidade da Coruña.
- ✓ Meijide, R.; Delgado, J. y Juncosa, R. (2009). Informe Científico - Técnico sobre as Augas Minero - Medicinais de Galicia. Universidad de A Coruña.
- ✓ Michard, G. y Beucaire, C. (1993) Les eaux thermales des granites de Galice (Espagne): des eaux carbogazeuses aux eaux alcalines; Chemical Geology 110, p. 345-360.
- ✓ Michel, J. (1990) Relationship of radium and radon with geological formations. En C.R. Cothorn y P. Rebers (Editores) Radon, Radium and Uranium in Drinking Water. Lewis Publishers, Chelsea, Michigan, 1-16.
- ✓ MINAMI, Michael. Using ArcMap, GIS by ESRI. Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI). 2000.
- ✓ MITCHELL, Andy. The ESRI Guide to GIS Analysis Vol 1. Geographic pattern and relationship. Esri Press. 1999.
- ✓ MOPTMA (1978) Informe sobre los trabajos de reconocimiento hidrogeológico realizado en los alrededores de Sanxenxo (Pontevedra); Servicio Geológico. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente; Informe 02/78.

- ✓ MOPU (1984) Estudio hidrogeológico para abastecimiento de agua a El Grove. Servicio Geológico. Ministerio de Obras Públicas; Estudio 12/84.
- ✓ NCGIA. (1988-1997). Fundamental Research in Geographic Information and Analysis, NCGIA Technical Reports
- ✓ Nelson, P.H.; Rachiele, R. y Smith, A. (1983) Transport of radon in flowing boreholes at Stripa, Sweden; Journal of Geophysical Research 88(B3), p. 2.395-2.405.
- ✓ OpenGIS Consortium (1999) OpenGIS Simple Features Specification For SQL <http://www.opengis.org/docs/99-049.pdf>
- ✓ Pérez Díaz, J.S. (2000): "Aspectos socioeconómicos del sector de aguas emvasadas y su evolución". En: "Panorama actual de las aguas minerales y minero-medicinales en España". Ed. López Geta, J.A.; Pinuaga, J. 159-169 pp. Madrid.
- ✓ Pinuaga Espejel, J.I. y Martínez Parra. M. (2002): "Panorama de las Aguas Minerales en la región de Murcia". Ed. Instituto Geológico Minero de España (IGME). 189 pp. Madrid. ISBN: 84-7840-467-8.
- ✓ RAMSETH, Ben. Working with Geodatabase Topology. Virtual Campus. ESRI Educational Service. Environmental Systems Research Institute, Inc. 2004
- ✓ Remy, M.L. y Lemaitre, N. (1990) Eaux minérales et radioactivité. Hydrogéologie 4, p. 267-278.
- ✓ Rey, D. ; Rubio, B. ; Bernabeu, A.M. y Vilas, F. (2004) Formation, exposure and evolution of a high-latitude beachrock in the intertidal zone of the Corrubedo complex (Ria de Arousa, Galicia, NW Spain) ; Sedimentary Geology 169, p. 93-105.
- ✓ Rigaux,P.; Scholl,M. & Voisard,A. (2001) Introduction to Spatial Databases: Applications to GIS, MorganKaufmann, 400 pp.
- ✓ Rodríguez, M. L, Taboada, M. M y Taboada, M. T. (2005) Variación de Iones Mayoritarios en un Afloramiento de Agua de un Sistema Granítico del Noroeste del Macizo Hespérico, España; Información Tecnológica 16(6), p. 69-78.
- ✓ Sánchez-Guzmán, J. (1994) Las aguas subterráneas y el abastecimiento urbano e industrial. Jornadas sobre las Aguas Subterráneas. Importancia y perspectivas. ITGE-Real Academia de Ciencias; p. 18-26
- ✓ Sánchez-Guzmán, J. y García de la Noceda, C. (2005) Geothermal energy development in Spain – Country update report; Proceedings of the World Geothermal Congress 2005; Antalya, Turquía, 24-29/4/2005
- ✓ SANTIAGO, Iván. Fundamentos de ArcGIS –Versión Arcview 9.1. Tutorial de Lecturas. Primera y Segunda parte. Oficina de Gerencia y Presupuesto del Estado Libre Asociado de Puerto Rico. 2005.
- ✓ Shekhar,S. & Chawla,S. (2002) Spatial Databases: A Tour, Prentice Hall ,300 pp.

- ✓ Souto, M.G. (1990) Estudio químico-analítico de las aguas minero-termales de la provincia de Orense. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela; 398 pp.
- ✓ Stumm, W. y Morgan J.J. (1995) Aquatic Chemistry; 3ª Ed.; John Wiley & Sons, Nueva York, 1024 pp.
- ✓ TOMLINSON, Roger (1967). An Introduction to the Geo – Information System of the Canada Land Inventory.
- ✓ Vera, J.A., Ed. (2004) Geología de España; Sociedad Geológica de España – Instituto Geológico y Minero de España; 884 pp.
- ✓ Vidal Romaní, J.R. y Yepes, J. (2001) Las terrazas del río Miño en el tramo Chantada-As Neves (límite de Galicia-Portugal); Acta Geológica Hispánica 36, p. 149-164.
- ✓ Winter, T.C.; Harvey, J.W.; Lehn, O. y Alley, W.M. (1998) Ground Water and Surface Water. A Single Resource; U.S. Geological Survey Circular 1.139; 87 pp. (<http://pubs.usgs.gov/circ/circ1139/>).
- ✓ Xunta de Galicia (1992) Estudio sobre abastecimiento de los núcleos de población de más de 2000 habitantes en Galicia. Inédito.
- ✓ Xunta de Galicia (1995) Las aguas minerales en Galicia; Conselleria de Industria e Comercio; 205 pp.
- ✓ ZEILER, Michael. Modeling Our World. The Esri Guide to Geo Database Design. Esri Press.1999.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Comunidad Autónoma de Galicia. Está constituida por las provincias de A Coruña, Lugo, Ourense y Pontevedra. IET, 2014. Instituto de Estudos do Territorio. Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras. Xunta de Galicia.	24
Figura 2.	Comunidad Autónoma de Galicia. Las provincias se dividen en comarcas, territorios de menor entidad que las provincias. IET, 2014. Instituto de Estudos do Territorio. Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras. Xunta de Galicia.	25
Figura 3.	Comunidad Autónoma de Galicia. Las comarcas se dividen en concellos, territorios de menor entidad que las comarcas. IET, 2014. Instituto de Estudos do Territorio. Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras. Xunta de Galicia.	25
Figura 4.	Comunidad Autónoma de Galicia. Los concellos se dividen en parroquias, territorios de menor entidad que los concellos. IET, 2014. Instituto de Estudos do Territorio. Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras. Xunta de Galicia.	26
Figura 5.	Comunidad Autónoma de Galicia. Las parroquias se dividen en iglesias, territorios de menor entidad que las parroquias. IET, 2014. Instituto de Estudos do Territorio. Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras. Xunta de Galicia.	26
Figura 6.	Comunidad Autónoma de Galicia. Se muestra la ubicación de las sierras principales. IET, 2014. Instituto de Estudos do Territorio. Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras. Xunta de Galicia.	27
Figura 7.	Comunidad Autónoma de Galicia. Se muestra la red hidrográfica principal. IET, 2014. Instituto de Estudos do Territorio. Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras. Xunta de Galicia.	28
Figura 8.	Mapa geológico de la Comunidad Autónoma de Galicia. IET, 2014. Instituto de Estudos do Territorio. Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras. Xunta de Galicia.	31
Figura 9.	Principales grupos de rocas de Galicia. SITGA. Servicio de Información Territorial de Galicia.	32
Figura 10.	Sistema general de fallas en la Comunidad Autónoma de Galicia. IET, 2014. Instituto de Estudos do Territorio. Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras. Xunta de Galicia.	33
Figura 11.	Esquemas de porosidad intergranular y de fractura. Cuando los dos tipos de porosidad están presentes en un mismo macizo, se habla de porosidad dual. Modificado de Freeze y Cherry (1979).	35

Figura 12.	Diagrama 3D representativo de un macizo rocoso. Las fracturas y otras discontinuidades condicionan el movimiento del agua (Juncosa et al, 2012).	36
Figura 13.	Importancia de la conectividad para el flujo de agua subterránea en macizos rocosos. A la izquierda mala conectividad (las discontinuidades no están enlazadas en una trama continua). A la derecha buena conductividad entre fracturas. En ambos casos, la porosidad es del mismo orden. Modificado de Domenico, F.A. y Schwartz, F.W., 1.998.	37
Figura 14.	Mapa de permeabilidad de Galicia. Servicio de Información Territorial de Galicia, SITGA.	38
Figura 15.	Sistema de fallas en la Comunidad Autónoma de Galicia y los 128 alumbramientos pertenecientes a los balnearios inventariados que conforman la base de datos.	55
Figura 16.	Sistema de fallas en la Comunidad Autónoma de Galicia y los alumbramientos de los balnearios inventariados cuya clasificación del agua según la temperatura es de tipo “hipertermal”.	55
Figura 17.	Sistema de fallas en la Comunidad Autónoma de Galicia y los alumbramientos de los balnearios inventariados cuya clasificación del agua según la temperatura es de tipo “mesotermal”.	56
Figura 18.	Sistema de fallas en la Comunidad Autónoma de Galicia y los alumbramientos de los balnearios inventariados cuya clasificación del agua según la temperatura es de tipo “hipotermal”.	56
Figura 19.	Ubicación de los 128 alumbramientos que constituyen la base de datos “Balnearios”. En azul se muestra el alumbramiento correspondiente a la facies hidroquímica $\text{CO}_3^{2-} - \text{Cl}^- - \text{Na}^+$.	59
Figura 20.	Ubicación de los 128 alumbramientos que constituyen la base de datos “Balnearios”. En azul se muestran los alumbramientos correspondientes a la facies hidroquímica $\text{Cl}^- - \text{Na}^+$.	59
Figura 21.	Ubicación de los 128 alumbramientos que constituyen la base de datos “Balnearios”. En azul se muestran los alumbramientos correspondientes a la facies hidroquímica $\text{HCO}_3^- - \text{Cl}^- - \text{Na}^+$.	60
Figura 22.	Ubicación de los 128 alumbramientos que constituyen la base de datos “Balnearios”. En azul se muestran los alumbramientos correspondientes a la facies hidroquímica $\text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$.	60
Figura 23.	Ubicación de los 128 alumbramientos que constituyen la base de datos “Balnearios”. En azul se muestran los alumbramientos correspondientes a la facies hidroquímica $\text{SO}_4^{2-} - \text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$.	61
Figura 24.	Ubicación de los 128 alumbramientos que constituyen la base de datos “Balnearios”. En azul se muestran los alumbramientos de los que no se dispone de información.	61

- Figura 25.** Mapa en GIS Galicia georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices de los perímetros de protección de los balnearios correspondientes a (1) la Zona de Máxima Protección (ZMA), (2) la Zona de Media Protección (ZME) y (3) la Zona de Mínima Protección (ZMI). Se observa que hay una coordenada que está completamente fuera de rango. 105
- Figura 26.** Mapa en GIS de Galicia georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices de los perímetros de protección de los balnearios correspondientes a la Zona de Máxima Protección (ZMA) y las coordenadas de los alumbramientos de los balnearios. 106
- Figura 27.** Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del balneario de Arteixo correspondientes a la Zona de Máxima Protección (ZMA) y de los alumbramientos. 106
- Figura 28.** Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del balneario de Brea correspondientes a la Zona de Máxima Protección (ZMA) y de los alumbramientos. 107
- Figura 29.** Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del balneario de Cuntis correspondientes a la Zona de Máxima Protección (ZMA) y de los alumbramientos. 107
- Figura 30.** Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices de los perímetros de protección de los Balnearios de Acuña y Dávila correspondientes a la Zona de Máxima Protección (ZMA) y de los alumbramientos. 108
- Figura 31.** Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario de A Toxa correspondientes a la Zona de Máxima Protección (ZMA) y de los alumbramientos. 108
- Figura 32.** Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los alumbramientos del Balneario Caldelas de Tui. 109
- Figura 33.** Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario del Río Pambre correspondientes a la Zona de Máxima Protección (ZMA) y del alumbramiento. El perímetro de protección ZMA se encuentra desplazado respecto al alumbramiento. 109
- Figura 34.** Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices

- de los perímetros de protección de los Balnearios Das Burgas, De Ourense Cidade, De Outeiro, De Laias y As Means correspondientes a la Zona de Máxima Protección (ZMA) y de los alumbramientos. 110
- Figura 35.** Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario de Molgas correspondientes a la Zona de Máxima Protección (ZMA) y de los alumbramientos. 110
- Figura 36.** Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los alumbramientos de los Balnearios de Carballiño y Caldas de Partovía. 111
- Figura 37.** Mapa en GIS de Galicia georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices de los perímetros de protección de los balnearios correspondientes a la Zona de Media Protección (ZME) y las coordenadas de los alumbramientos. 111
- Figura 38.** Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario de Cuntis correspondientes a la Zona de Media Protección (ZME) y de los alumbramientos. 112
- Figura 39.** Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices de los perímetros de protección de los Balnearios de Dávila y Acuña correspondientes a la Zona de Media Protección (ZME) y de los alumbramientos. 112
- Figura 40.** Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario A Toxa correspondientes a la Zona de Media Protección (ZME) y de los alumbramientos. 113
- Figura 41.** Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario Da Brea correspondientes a la Zona de Media Protección (ZME) y de los alumbramientos. 113
- Figura 42.** Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los alumbramientos de los Balnearios de Sousa, Cabreiroá o Fontenova. 114
- Figura 43.** Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices de los perímetros de protección de los Balnearios Das Burgas, De Ourense Cidade, De Outeiro, De Laias y As Means correspondientes a la Zona de Media Protección (ZME) y de los alumbramientos. 114
- Figura 44.** Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices

	del perímetro de protección del Balneario de Castro Caldelas correspondientes a la Zona de Media Protección (ZME) y de los alumbramientos.	115
Figura 45.	Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario de Lugo correspondientes a la Zona de Media Protección (ZME) y de los alumbramientos.	115
Figura 46.	Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices de los perímetros de protección de los Balnearios de Carballiño y Caldas de Partovía correspondientes a la Zona de Media Protección (ZME) y de los alumbramientos.	116
Figura 47.	Mapa en GIS de Galicia georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices de los perímetros de protección de los balnearios correspondientes a la Zona de Mínima Protección (ZMI).	116
Figura 48.	Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario de Loureda correspondientes a la Zona de Mínima Protección (ZMI) y de los alumbramientos.	117
Figura 49.	Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario Da Brea correspondientes a la Zona de Mínima Protección (ZMI) y de los alumbramientos.	117
Figura 50.	Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario A Toxa correspondientes a la Zona de Mínima Protección (ZMI) y de los alumbramientos.	118
Figura 51.	Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario de Pontecaldelas correspondientes a la Zona de Mínima Protección (ZMI) y de los alumbramientos.	118
Figura 52.	Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario de Caldelas de Tui correspondientes a la Zona de Mínima Protección (ZMI) y de los alumbramientos.	119
Figura 53.	Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario de Lobios de Tui	

	correspondientes a la Zona de Mínima Protección (ZMI) y de los alumbramientos.	119
Figura 54.	Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices de los perímetros de protección de los Balnearios de Carballiño y Caldas de Partovía correspondientes a la Zona de Mínima Protección (ZMI) y de los alumbramientos.	120
Figura 55.	Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices de los perímetros de protección de los Balnearios Das Burgas, De Ourense Cidade, De Outeiro, De Laias y As Means correspondientes a la Zona de Mínima Protección (ZMI) y de los alumbramientos.	120
Figura 56.	Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario de Lugo correspondientes a la Zona de Mínima Protección (ZMI) y de los alumbramientos.	121
Figura 57.	Detalle del mapa en GIS georreferenciado al Datum ETRS89 UTM Zone 29N. En él se han representado las coordenadas de los vértices del perímetro de protección del Balneario de Guitiriz correspondientes a la Zona de Mínima Protección (ZMI) y de los alumbramientos.	121
Figura 58.	Situación y denominación de los alumbramientos que tienen “COMPOSICIÓN” sulfurada y balnearios de Galicia al que pertenecen. Los puntos de color azul corresponden a los alumbramientos que cumplen las condiciones consultadas.	152
Figura 59.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo otorrino.	156
Figura 60.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo bronquial.	160
Figura 61.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo reumático.	164
Figura 62.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y son indicados para tratamientos de tipo psiquiátrico.	167
Figura 63.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y son indicados para tratamientos de tipo dermatológico.	171
Figura 64.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo neurológico.	175
Figura 65.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo venas.	179

Figura 66.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo digestivo - metabólico.	183
Figura 67.	Situación y denominación de los alumbramientos que tienen "COMPOSICIÓN" clorurada sódica pertenecientes a los balnearios de Galicia. Los puntos de color azul corresponden a los alumbramientos que cumplen las condiciones consultadas.	192
Figura 68.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo bronquial.	197
Figura 69.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo reumático.	200
Figura 70.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo psiquiátrico.	203
Figura 71.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo dermatológico.	206
Figura 72.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo neurológico.	209
Figura 73.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo venas.	212
Figura 74.	Situación y denominación de los alumbramientos que tienen "COMPOSICIÓN" bicarbonatado sódico carbogaseosa pertenecientes a los balnearios de Galicia. Los puntos de color azul corresponden a los alumbramientos que cumplen las condiciones consultadas.	220
Figura 75.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo otorrino.	223
Figura 76.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo bronquial.	226
Figura 77.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo reumático.	229
Figura 78.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo psiquiátrico.	232

Figura 79.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo dermatológico.	235
Figura 80.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo neurológico.	238
Figura 81.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo venas.	241
Figura 82.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo digestivo - metabólico.	244
Figura 83.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo urinario.	247
Figura 84.	Situación y denominación de los alumbramientos que tienen "COMPOSICIÓN" bicarbonatada sódica pertenecientes a los balnearios de Galicia. Los puntos de color azul corresponden a los alumbramientos que cumplen las condiciones consultadas.	251
Figura 85.	Formas generales y las ecuaciones de los modelos matemáticos utilizados para describir la semivarianza (sacado de ArcGis DesKtop Help versión 10.1).	260
Figura 86.	Histograma de los datos correspondiente a la concentración de ion sodio (mg/l) sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).	262
Figura 87.	Histograma de los datos correspondiente a la concentración de ion sodio (mg/l) tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución logarítmica).	262
Figura 88.	Diagrama cuantil - cuantil normal de los datos correspondiente a la concentración de ion sodio (mg/l) sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).	263
Figura 89.	Diagrama cuantil-cuantil logarítmico de los datos correspondiente a la concentración de ion sodio (mg/l) tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución normal).	263
Figura 90.	Análisis de tendencia de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos del balneario de A Toxa. Se observa que los datos tienen una tendencia cuadrática.	264
Figura 91.	Semivariograma de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos del balneario de A Toxa.	264

Figura 92.	Covarianza de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos del balneario de A Toxa.	265
Figura 93.	Semivariograma empírico de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) en el balneario de A Toxa. Se ha aplicado un modelo esférico y anisótropo.	266
Figura 94.	Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) en el balneario de A Toxa.	266
Figura 95.	Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) en el balneario de A Toxa. Curva de errores.	267
Figura 96.	Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) en el balneario de A Toxa. Curva de errores estandarizados.	267
Figura 97.	Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) en el balneario de A Toxa. Curva cuantil-cuantil normal.	268
Figura 98.	Mapa GIS de la isla de A Toxa. Se muestran los puntos correspondientes a los alumbramientos del balneario de A Toxa y el nombre de los alumbramientos.	268
Figura 99.	Ortofoto de las instalaciones del balneario de A Toxa. Los puntos en color amarillo correspondientes a los alumbramientos del balneario de A Toxa. Extraído del visor BALGAGIS.	269
Figura 100.	Mapa GIS de la isla de A Toxa. Se muestran los puntos correspondientes a los alumbramientos del balneario de A Toxa y el nombre de los alumbramientos. También se muestra la geología del entorno y la litología correspondiente.	269
Figura 101.	Mapa general de isoconcentraciones de ion sodio (mg/l) de las aguas de los alumbramientos del balneario de A Toxa.	271
Figura 102.	Mapa detalle de isoconcentraciones de ion sodio (mg/l) de las aguas de los alumbramientos del balneario de A Toxa.	271
Figura 103.	Mapa detalle de isoconcentraciones (contorno) de ion sodio (mg/l) de las aguas de los alumbramientos del balneario de A Toxa.	272
Figura 104.	Histograma de los datos correspondiente a la concentración de ion bicarbonato (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).	278
Figura 105.	Histograma de los datos correspondiente a la concentración de ion bicarbonato (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución logarítmica).	279

- Figura 106.** Diagrama cuantil-cuantil normal de los datos correspondiente a la concentración de ion bicarbonato (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal). 279
- Figura 107.** Diagrama cuantil-cuantil logarítmico de los datos correspondiente a la concentración de ion bicarbonato (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución normal). 280
- Figura 108.** Análisis de tendencia de los datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se observa que los datos tienen una tendencia cuadrática. 280
- Figura 109.** Semivariograma de los datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. 281
- Figura 110.** Covarianza de los datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. 281
- Figura 111.** Semivariograma empírico de los datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se ha aplicado un modelo esférico y anisótropo. 282
- Figura 112.** Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. 282
- Figura 113.** Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva de errores. 283
- Figura 114.** Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva de errores estandarizados. 283
- Figura 115.** Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva cuantil-cuantil normal. 284
- Figura 116.** Ortofoto de Galicia. Los puntos de colores correspondientes a los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Extraído del visor BALGAGIS. 284
- Figura 117.** Mapa de Galicia generado en GIS. Se muestran los puntos correspondientes a los alumbramientos y el nombre de los mismos. 285
- Figura 118.** Mapa de la concentración de ion bicarbonato (mg/l) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Los puntos azul oscuro representan los alumbramientos con menor concentración de ion bicarbonato (mg/l). Los puntos de color rojo representan los alumbramientos con mayor concentración de ion bicarbonato (mg/l). 286

Figura 119. Mapa de la concentración de ion bicarbonato (mg/l) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia y la geología de la Comunidad Autónoma.	287
Figura 120. Situación de los alumbramientos de los balnearios de Galicia con concentración de ion bicarbonato mayor de 400.00 mg/l (en color azul).	288
Figura 121. Detalle de la situación de los alumbramientos de los balnearios de Galicia con concentración de ion bicarbonato mayor de 400.00 mg/l (en color azul) y la geología.	288
Figura 122. Mapa de isoconcentraciones de ion bicarbonato (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.	291
Figura 123. Mapa de isoconcentraciones simplificado de ion bicarbonato (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.	292
Figura 124. Mapa de predicción de isoconcentraciones de ion bicarbonato (mg/l) de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.	293
Figura 125. Mapa de predicción de isoconcentraciones (contorno) de ion bicarbonato (mg/l) de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.	294
Figura 126. Histograma de los datos correspondiente a la concentración de ion sulfuro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).	300
Figura 127. Histograma de los datos correspondiente a la concentración de ion sulfuro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución logarítmica).	300
Figura 128. Diagrama cuantil-cuantil normal de los datos correspondiente a la concentración de ion sulfuro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).	301
Figura 129. Diagrama cuantil-cuantil logarítmico de los datos correspondiente a la concentración de ion sulfuro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución normal).	301
Figura 130. Análisis de tendencia de los datos de concentración de ion sulfuro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se observa que los datos tienen una tendencia cuadrática.	302
Figura 131. Semivariograma de los datos de concentración de ion sulfuro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.	302

Figura 132. Covarianza de los datos de concentración de ion sulfuro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.	303
Figura 133. Semivariograma empírico de los datos de concentración de ion sulfuro (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se ha aplicado un modelo esférico y anisótropo.	303
Figura 134. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion sulfuro (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia.	304
Figura 135. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion sulfuro (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva de errores.	304
Figura 136. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion sulfuro (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva de errores estandarizados.	305
Figura 137. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion sulfuro (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva cuantil-cuantil normal.	305
Figura 138. Mapa de la concentración de ion sulfuro (mg/l) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Los puntos azul oscuro representan los alumbramientos con menor concentración de ion sulfuro (mg/l). Los puntos de color rojo representan los alumbramientos con mayor concentración de ion sulfuro (mg/l).	306
Figura 139. Mapa de la concentración de ion sulfuro (mg/l) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia y la geología de la Comunidad Autónoma.	307
Figura 140. Situación de los alumbramientos de los balnearios de Galicia con concentración de ion sulfuro mayor de 25.00 mg/l (en color azul).	308
Figura 141. Detalle de la situación de los alumbramientos de los balnearios de Galicia con concentración de ion sulfuro mayor de 25.00 mg/l (en color azul) y la geología.	309
Figura 142. Mapa de isoconcentraciones de ion sulfuro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.	311
Figura 143. Mapa de isoconcentraciones simplificado de ion sulfuro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.	312
Figura 144. Mapa de predicción de isoconcentraciones de ion sulfuro (mg/l) de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.	313

Figura 145. Mapa de predicción de isoconcentraciones (contorno) de ion sulfuro (mg/l) de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.	314
Figura 146. Histograma de los datos correspondiente a la concentración de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).	317
Figura 147. Histograma de los datos correspondiente a la concentración de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución logarítmica).	317
Figura 148. Diagrama cuantil-cuantil normal de los datos correspondiente a la concentración de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).	318
Figura 149. Diagrama cuantil-cuantil logarítmico de los datos correspondiente a la concentración de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución normal).	318
Figura 150. Análisis de tendencia de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se observa que los datos tienen una tendencia cuadrática.	319
Figura 151. Semivariograma de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.	319
Figura 152. Covarianza de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.	320
Figura 153. Semivariograma empírico de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se ha aplicado un modelo esférico y anisótropo.	320
Figura 154. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia.	321
Figura 155. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva de errores.	321
Figura 156. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva de errores estandarizados.	322
Figura 157. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion sodio (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva cuantil-cuantil normal.	322

- Figura 158.** Mapa de la concentración de ion sodio (mg/l) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Los puntos azul oscuro representan los alumbramientos con menor concentración de ion sodio (mg/l). Los puntos de color rojo representan los alumbramientos con mayor concentración de ion sodio (mg/l). 323
- Figura 159.** Mapa de la concentración de ion sodio (mg/l) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia y la geología de la Comunidad Autónoma. 324
- Figura 160.** Situación de los alumbramientos de los balnearios de Galicia con concentración de ion sodio mayor de 280.00 mg/l (en color azul). 325
- Figura 161.** Detalle de la situación de los alumbramientos de los balnearios de Galicia con concentración de ion sodio mayor de 280.00 mg/l en la zona norte (en color azul) y la geología. 326
- Figura 162.** Detalle de la situación de los alumbramientos de los balnearios de Galicia con concentración de ion sodio mayor de 280.00 mg/l en la zona oeste y sur (en color azul) y la geología. 326
- Figura 163.** Mapa de isoconcentraciones de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles. 329
- Figura 164.** Mapa de isoconcentraciones simplificado de ion sodio (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles. 330
- Figura 165.** Mapa de predicción de isoconcentraciones de ion sodio (mg/l) de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. 331
- Figura 166.** Mapa de predicción de isoconcentraciones (contorno) de ion sodio (mg/l) de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. 332
- Figura 167.** Histograma de los datos correspondiente a la concentración de ion cloruro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal). 335
- Figura 168.** Histograma de los datos correspondiente a la concentración de ion cloruro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución logarítmica). 335
- Figura 169.** Diagrama cuantil-cuantil normal de los datos correspondientes a la concentración de ion cloruro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal). 336
- Figura 170.** Diagrama cuantil-cuantil logarítmico de los datos correspondientes a la concentración de ion cloruro (mg/l) de los alumbramientos de los

balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución normal).	336
Figura 171. Análisis de tendencia de los datos de concentración de ion cloruro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se observa que los datos tienen una tendencia cuadrática.	337
Figura 172. Semivariograma de los datos de concentración de ion cloruro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.	337
Figura 173. Covarianza de los datos de concentración de ion cloruro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.	338
Figura 174. Semivariograma empírico de los datos de concentración de ion cloruro (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se ha aplicado un modelo esférico y anisótropo.	339
Figura 175. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion cloruro (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia.	339
Figura 176. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion cloruro (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva de errores.	340
Figura 177. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion cloruro (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva de errores estandarizados.	340
Figura 178. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de concentración de ion cloruro (mg/l) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva cuantil-cuantil normal.	341
Figura 179. Mapa de la concentración de ion cloruro (mg/l) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Los puntos azul oscuro representan los alumbramientos con menor concentración de ion cloruro (mg/l). Los puntos de color rojo representan los alumbramientos con mayor concentración de ion cloruro (mg/l).	342
Figura 180. Mapa de la concentración de ion cloruro (mg/l) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia y la geología de la Comunidad Autónoma.	343
Figura 181. Situación de los alumbramientos de los balnearios de Galicia con concentración de ion cloruro mayor de 130.00 mg/l (en color azul).	344
Figura 182. Alumbramientos del balneario de Caldelas de Tui. Se encuentran ubicados sobre terrazas.	345
Figura 183. Detalle de la situación de los alumbramientos de los balnearios de Galicia con concentración de ion cloruro mayor de 130.00 mg/l (en color azul) y la geología.	345

Figura 184. Mapa de isoconcentraciones de ion cloruro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.	348
Figura 185. Mapa de isoconcentraciones simplificado de ion cloruro (mg/l) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.	349
Figura 186. Mapa de predicción de isoconcentraciones de ion cloruro (mg/l) de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.	350
Figura 187. Mapa de predicción de isoconcentraciones (contorno) de ion cloruro (mg/l) de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.	351
Figura 188. Histograma de los datos correspondiente a la temperatura (°C) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).	359
Figura 189. Histograma de los datos correspondiente a la temperatura (°C) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución logarítmica).	360
Figura 190. Diagrama cuantil-cuantil normal de los datos correspondientes a la temperatura (°C) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).	360
Figura 191. Diagrama cuantil-cuantil logarítmico de los datos correspondientes a la temperatura (°C) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución normal).	361
Figura 192. Análisis de tendencia de los datos de temperatura (°C) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se observa que los datos tienen una tendencia cuadrática.	361
Figura 193. Semivariograma de los datos de temperatura (°C) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.	362
Figura 194. Covarianza de los datos de temperatura (°C) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.	362
Figura 195. Semivariograma empírico de los datos de temperatura (°C) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se ha aplicado un modelo esférico y anisótropo.	363
Figura 196. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura (°C) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia.	363
Figura 197. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura (°C) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva de errores.	364

Figura 198. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura (°C) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva de errores estandarizados.	364
Figura 199. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura (°C) en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva cuantil-cuantil normal.	365
Figura 200. Mapa de la temperatura (°C) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Los puntos azul oscuro representan los alumbramientos con menor temperatura (°C). Los puntos de color rojo representan los alumbramientos con mayor temperatura (°C).	366
Figura 201. Mapa de la temperatura (°C) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia y la geología de la Comunidad Autónoma.	367
Figura 202. Situación de los alumbramientos de los balnearios de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C (en color azul).	369
Figura 203. Detalle de la situación de los alumbramientos de los balnearios situados en la mitad sur de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C (en color azul) y la geología.	369
Figura 204. Detalle de la situación de los alumbramientos de los balnearios situados en la mitad norte de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C (en color azul) y la geología.	370
Figura 205. Mapa de temperaturas (°C) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.	373
Figura 206. Mapa de temperaturas (°C) de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.	374
Figura 207. Mapa de predicción de temperaturas (°C) de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.	375
Figura 208. Mapa de predicción de temperaturas (°C) (contorno) de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.	376
Figura 209. Histograma de los datos correspondiente a la temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).	380
Figura 210. Histograma de los datos correspondiente a la temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución logarítmica).	380

- Figura 211.** Diagrama cuantil-cuantil normal de los datos correspondientes a la temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal). 381
- Figura 212.** Diagrama cuantil-cuantil logarítmico de los datos correspondientes a la temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución normal). 381
- Figura 213.** Análisis de tendencia de los datos de temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia. Se observa que los datos tienen una tendencia cuadrática. 382
- Figura 214.** Semivariograma de los datos de temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia. 382
- Figura 215.** Covarianza de los datos de temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia. 383
- Figura 216.** Semivariograma empírico de los datos de temperatura (°C) en los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia. Se ha aplicado un modelo esférico y anisótropo. 383
- Figura 217.** Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura (°C) en los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia. 384
- Figura 218.** Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura (°C) en los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia. Curva de errores. 384
- Figura 219.** Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura (°C) en los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia. Curva de errores estandarizados. 385
- Figura 220.** Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura (°C) en los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia. Curva cuantil-cuantil normal. 385
- Figura 221.** Mapa de la temperatura (°C) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia. Los puntos azul oscuro representan los alumbramientos con menor temperatura (°C). Los puntos de color rojo representan los alumbramientos con mayor temperatura (°C). 387
- Figura 222.** Mapa de la temperatura (°C) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia y la geología de la Comunidad Autónoma. 388
- Figura 223.** Situación de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C (en color azul). 389

Figura 224. Detalle de la situación de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios situados en la mitad sur de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C (en color azul) y la geología.	389
Figura 225. Detalle de la situación de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios situados en la mitad norte de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C (en color azul) y la geología.	390
Figura 226. Mapa de temperaturas (°C) de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.	392
Figura 227. Mapa de temperaturas (°C) de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.	393
Figura 228. Mapa de predicción de temperaturas (°C) de las aguas de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia.	394
Figura 229. Mapa de predicción de temperaturas (°C) (contorno) de las aguas de los alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia.	395
Figura 230. Histograma de los datos correspondiente a la temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).	398
Figura 231. Histograma de los datos correspondiente a la temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución logarítmica).	398
Figura 232. Diagrama cuantil-cuantil normal de los datos correspondientes a la temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).	399
Figura 233. Diagrama cuantil-cuantil logarítmico de los datos correspondientes a la temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución normal).	399
Figura 234. Análisis de tendencia de los datos de temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia. Se observa que los datos tienen una tendencia cuadrática.	400
Figura 235. Semivariograma de los datos de temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia.	400
Figura 236. Covarianza de los datos de temperatura (°C) de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia.	401
Figura 237. Semivariograma empírico de los datos de temperatura (°C) en los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia. Se ha aplicado un modelo esférico y anisótropo.	401

Figura 238. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura (°C) en los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia.	402
Figura 239. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura (°C) en los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia. Curva de errores.	402
Figura 240. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura (°C) en los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia. Curva de errores estandarizados.	403
Figura 241. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura (°C) en los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia. Curva cuantil-cuantil normal.	403
Figura 242. Mapa de la temperatura (°C) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia. Los puntos azul oscuro representan los alumbramientos con menor temperatura (°C). Los puntos de color rojo representan los alumbramientos con mayor temperatura (°C).	404
Figura 243. Mapa de la temperatura (°C) mediante símbolos graduados de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia y la geología de la Comunidad Autónoma.	405
Figura 244. Situación de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C (en color azul).	406
Figura 245. Detalle de la situación de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios situados en la mitad sur de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C (en color azul) y la geología.	407
Figura 246. Detalle de la situación de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios situados en la mitad norte de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C (en color azul) y la geología.	407
Figura 247. Mapa de temperaturas (°C) de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.	409
Figura 248. Mapa de temperaturas (°C) de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.	410
Figura 249. Mapa de predicción de temperaturas (°C) de las aguas de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia.	411
Figura 250. Mapa de predicción de temperaturas (°C) (contorno) de las aguas de los alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia.	412

Figura 251. Corte geológico esquemático de las distintas escalas de flujo subterráneo a través de un macizo cristalino deformado y constituido por múltiples tipos de litologías (Meijide, et al. 2009).	414
Figura 252. Situación de los alumbramientos de los balnearios de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C (en color azul).	419
Figura 253. Detalle de la situación de los alumbramientos de los balnearios situados en la mitad sur de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C (en color azul) y la geología.	419
Figura 254. Detalle de la situación de los alumbramientos de los balnearios situados en la mitad norte de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C (en color azul) y la geología.	420
Figura 255. Alumbramientos de tipo dren que presentan una temperatura mayor de 36.9°C.	421
Figura 256. Alumbramientos de tipo fuente que presentan una temperatura mayor de 36.9°C.	422
Figura 257. Alumbramientos de tipo manantial que presentan una temperatura mayor de 36.9°C.	425
Figura 258. Alumbramientos de tipo pozo que presentan una temperatura mayor de 36.9°C.	427
Figura 259. Alumbramientos de tipo pozo surgente que presentan una temperatura mayor de 36.9°C.	429
Figura 260. Alumbramientos de tipo galería que presentan una temperatura mayor de 36.9°C.	430
Figura 261. Alumbramientos que presentan una temperatura mayor que 36.9°C y una composición química clorurado sódica.	435
Figura 262. Alumbramientos que presentan una temperatura mayor que 36.9°C y una composición química sulfurada.	439
Figura 263. Alumbramientos de los balnearios de Arteixo y de Loureda con una temperatura mayor de 36.9°C. Se muestra también la geología de superficie y las zonas de falla.	440
Figura 264. Alumbramientos del balneario de Caldelas de Tui con una temperatura mayor de 36.9°C. Se muestra también la geología de superficie y las zonas de falla.	440
Figura 265. Alumbramientos del balneario de Chavasqueira con una temperatura mayor de 36.9°C. Se muestra también la geología de superficie y las zonas de falla.	441
Figura 266. Alumbramientos del balneario de Acuña y Dávila con una temperatura mayor de 36.9°C. Se muestra también la geología de superficie y las zonas de falla.	441

Figura 267. Alumbramientos del balneario de Cuntis con una temperatura mayor de 36.9°C. Se muestra también la geología de superficie y las zonas de falla.	442
Figura 268. Alumbramientos de los balnearios de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C de los que no hay información de composición química de las aguas.	444
Figura 269. Alumbramientos del balneario de Lugo con una temperatura mayor de 36.9°C. Se muestra también la geología de superficie y las zonas de falla.	448
Figura 270. Alumbramientos del balneario de Chavasqueira con una temperatura mayor de 36.9°C. Se muestra también la geología de superficie y las zonas de falla.	449
Figura 271. Alumbramientos del balneario das Burgas con una temperatura mayor de 36.9°C. No se dispone de información geológica de esta zona.	449
Figura 272. Histograma de los datos correspondiente a la temperatura mayor de 36.9 °C de los alumbramientos de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).	463
Figura 273. Histograma de los datos correspondiente a la temperatura mayor de 36.9 °C de los alumbramientos de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución logarítmica).	463
Figura 274. Diagrama cuantil-cuantil normal de los datos correspondientes a la temperatura mayor de 36.9°C de los alumbramientos de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal).	464
Figura 275. Diagrama cuantil-cuantil logarítmico de los datos correspondientes a la temperatura mayor de 36.9°C de los alumbramientos de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución normal).	464
Figura 276. Análisis de tendencia de los datos de temperatura mayor de 36.9°C de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se observa que los datos tienen una tendencia cuadrática.	465
Figura 277. Semivariograma de los datos de temperatura mayor de 36.9°C de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.	465
Figura 278. Covarianza de los datos de temperatura mayor de 36.9°C de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.	466
Figura 279. Semivariograma empírico de los datos de temperatura mayor de 36.9°C en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se ha aplicado un modelo esférico y anisótropo.	467

Figura 280. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura mayor de 36.9°C en los alumbramientos de los balnearios de Galicia.	467
Figura 281. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura mayor de 36.9°C en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva de errores.	468
Figura 282. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura mayor de 36.9°C en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva de errores estandarizados.	468
Figura 283. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de temperatura mayor de 36.9°C en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva cuantil-cuantil normal.	469
Figura 284. Mapa de la temperatura mayor de 36.9°C mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Los puntos azul oscuro representan los alumbramientos con menor temperatura (37°C). Los puntos de color rojo representan los alumbramientos con mayor temperatura (entre 55.1 – 77.0°C).	470
Figura 285. Mapa de la temperatura mayor de 36.9°C mediante símbolos graduados de los alumbramientos de los balnearios de Galicia y la geología de la Comunidad Autónoma.	471
Figura 286. Mapa de temperaturas mayores de 36.9°C de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.	472
Figura 287. Mapa de temperaturas mayores de 36.9°C de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.	473
Figura 288. Mapa de predicción de temperaturas mayores de 36.9°C de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.	474
Figura 289. Mapa de predicción de temperaturas mayores de 36.9°C (contorno) de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.	475
Figura 290. Ubicación de los alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica de tipo $\text{CO}_3^{2-} - \text{Cl}^- - \text{Na}^+$.	482
Figura 291. Ubicación de los alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica de tipo $\text{Cl}^- - \text{Na}^+$.	483
Figura 292. Ubicación de los alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica de tipo $\text{HCO}_3^- - \text{Cl}^- - \text{Na}^+$.	484
Figura 293. Ubicación de los alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica de tipo $\text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$.	485

Figura 294. Ubicación de los alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica de tipo $\text{SO}_4^{2-} - \text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$.	487
Figura 295. Ubicación de los alumbramientos de los balnearios de Galicia que no presentan información sobre la facies hidroquímica.	488
Figura 296. Alumbramientos del balneario Agua de Fontenova (en azul). Se muestra la geología de superficie y las líneas de falla.	513
Figura 297. Alumbramientos del balneario de Acuña (en azul). Se muestra la geología de superficie y las líneas de falla.	514
Figura 298. Alumbramientos del balneario Dávila (en azul). Se muestra la geología de superficie y las líneas de falla.	515
Figura 299. Alumbramientos del balneario de Augas Santas de Pantón (en azul). Se muestra la geología de superficie y las líneas de falla.	516
Figura 300. Alumbramientos del balneario de Cabreiroá (en azul). Se muestra la geología de superficie y las líneas de falla.	517
Figura 301. Alumbramientos del balneario de Caldelas de Tui (en azul). Se muestra la geología de superficie.	517
Figura 302. Alumbramientos del balneario de Cuntis (en azul). Se muestra la geología de superficie.	519
Figura 303. Alumbramientos del balneario de Guitiriz (en azul). Se muestra la geología de superficie.	519
Figura 304. Alumbramientos del balneario de Lugo (en azul). Se muestra la geología de superficie.	520
Figura 305. Alumbramientos del balneario de Mondariz (en azul). Se muestra la geología de superficie.	521
Figura 306. Alumbramientos del balneario de Loureda (en azul). Se muestra la geología de superficie.	522
Figura 307. Alumbramientos las Fuentes de Ourense - Cidade (en azul). Se muestra la geología de superficie.	524
Figura 308. Alumbramientos del balneario da Chavasqueira (en azul). Se muestra la geología de superficie.	525
Figura 309. Mapa geológico correspondiente a los alumbramientos de los balnearios de Cabreiroá y Fontenova. Los alumbramientos se encuentran sobre abanicos aluviales.	546
Figura 310. Mapa geológico correspondiente al alumbramiento del balneario de Loureda. El alumbramiento se encuentra sobre depósitos aluviales.	549

- Figura 311.** Mapa geológico correspondiente a los alumbramientos del balneario de Lugo. Uno de los alumbramientos se encuentra sobre depósitos aluviales. 549
- Figura 312.** Mapa geológico correspondiente a los alumbramientos de los balnearios de Dávila, Acuña y Cuntis. Los alumbramientos se encuentran sobre depósitos aluviales. 550
- Figura 313.** Mapa geológico correspondiente a los alumbramientos de los balnearios de Chavasqueira y Ourense - Cidade. Los alumbramientos se encuentran sobre depósitos aluviales. 551
- Figura 314.** Mapa geológico correspondiente a los alumbramientos del balneario de Mondariz. Los alumbramientos se encuentran sobre depósitos aluviales. 551
- Figura 315.** Mapa geológico correspondiente a los alumbramientos del balneario de Caldelas de Tui. Los alumbramientos se encuentran sobre terrazas. 565
- Figura 316.** Mapa geológico correspondiente a los alumbramientos del balneario de Augas Santas de Pantón. Uno de los alumbramientos se encuentra sobre terrazas. 565
- Figura 317.** Histograma de los datos correspondiente a las facies hidroquímicas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal). 570
- Figura 318.** Histograma de los datos correspondiente a las facies hidroquímicas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución logarítmica). 570
- Figura 319.** Diagrama cuantil-cuantil normal de los datos correspondiente a las facies hidroquímicas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia sin aplicar transformación alguna a los datos (distribución normal). 571
- Figura 320.** Diagrama cuantil-cuantil logarítmico de los datos correspondiente a las facies hidroquímicas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia tras aplicar transformación logarítmica a los datos (distribución normal). 571
- Figura 321.** Análisis de tendencia de los datos de facies hidroquímica de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se observa que los datos no tienen una tendencia establecida. 572
- Figura 322.** Semivariograma de los datos de las facies hidroquímicas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. 572
- Figura 323.** Covarianza de los datos de las facies hidroquímicas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. 573

Figura 324. Semivariograma empírico de los datos de las facies hidroquímicas en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se ha aplicado un modelo esférico.	574
Figura 325. Semivariograma empírico de los datos de las facies hidroquímicas en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Se ha aplicado un modelo esférico y anisótropo.	574
Figura 326. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de las facies hidroquímicas en los alumbramientos de los balnearios de Galicia.	575
Figura 327. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de las facies hidroquímicas en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva de errores.	575
Figura 328. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de las facies hidroquímicas en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva de errores estandarizados.	576
Figura 329. Validación cruzada del modelo de predicción de los datos de las facies hidroquímicas en los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Curva cuantil-cuantil normal.	576
Figura 330. Mapa de dominios hidrominerales de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia. Resultado del kriging de predicción sobre los datos disponibles.	577
Figura 331. Mapa de predicción de los dominios hidrominerales (contorno) de las aguas de los alumbramientos de los balnearios de Galicia.	578
Figura 332. Resultado gráfico tras aplicar los criterios de mejor localización de una posible captación futura en el balneario de Mondariz. Se muestra en color azul claro las zonas que cumplen con todos los requisitos en los que se puede perforar una captación de aguas para el balneario.	582
Figura 333. Vista general de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia.	584
Figura 334. Detalle del balneario de Mondariz en vista tipo “hybrid” (satélite y road map). Los puntos de colores corresponden a los alumbramientos.	586
Figura 335. Detalle del balneario de Mondariz en vista tipo “satélite”. Los puntos de colores corresponden a los alumbramientos.	586
Figura 336. Detalle del balneario de Mondariz en vista tipo “roadmap”. Los puntos de colores corresponden a los alumbramientos.	587
Figura 337. Detalle del balneario de Mondariz en vista tipo “openstreetmap”. Los puntos de colores corresponden a los alumbramientos.	587
Figura 338. Detalle del balneario de Mondariz. La superficie en color blanco corresponde a las instalaciones del balneario. Los puntos de colores corresponden a los alumbramientos.	588

- Figura 339.** Ortofoto correspondiente a las instalaciones del balneario de Guitiriz (líneas en color azul). Se observa la ubicación de varios alumbramientos (punto amarillo y verde) y la información contenida en uno de los alumbramientos (punto amarillo). 588
- Figura 340.** Vista general de los alumbramientos de Galicia. En frente se observa la leyenda de colores correspondiente a los caudales de los alumbramientos (l/seg). Los puntos blancos corresponden a los alumbramientos de los que no se dispone de dato de caudal. En verde oscuro los alumbramientos con caudal menor a 0.1 l/seg. En color verde claro los alumbramientos con caudal entre 0.1 – 1.0 l/seg. En color amarillo los alumbramientos con caudal entre 1.0 – 3.0 l/seg. En color naranja los alumbramientos con caudal entre 3.0 – 10.0 l/seg. En color rojo los alumbramientos con caudal mayor a 10 l/seg. 589
- Figura 341.** Vista general de los alumbramientos de Galicia. Los alumbramientos presentan el código de colores correspondiente al caudal. 590
- Figura 342.** Vista general de los alumbramientos de Galicia. En frente se observa la leyenda de colores correspondiente a los tipos de alumbramiento. Los puntos blancos corresponden a los alumbramientos de los que no se dispone de dato del tipo de alumbramiento. En verde oscuro los alumbramientos tipo pozo. En color verde claro los alumbramientos tipo manantial. En color amarillo los alumbramientos tipo pozo surgente. En color naranja los alumbramientos tipo dren. En color verde fosforescente los alumbramientos tipo fuente. En color rojo los alumbramientos tipo pozo/galería. En color negro los alumbramientos con otros valores (sin representación). 591
- Figura 343.** Vista general de los alumbramientos de Galicia. Los alumbramientos presentan el código de colores correspondiente al tipo. Los puntos blancos corresponden a los alumbramientos de los que no se dispone de dato del tipo de alumbramiento. En verde oscuro los alumbramientos tipo pozo. En color verde claro los alumbramientos tipo manantial. En color amarillo los alumbramientos tipo pozo surgente. En color naranja los alumbramientos tipo dren. En color verde fosforescente los alumbramientos tipo fuente. En color rojo los alumbramientos tipo pozo/galería. En color negro los alumbramientos con otros valores (sin representación). 591
- Figura 344.** Vista general de los alumbramientos de Galicia. En frente se observa la leyenda de colores correspondiente al aprovechamiento de los alumbramientos. Los puntos blancos corresponden a los alumbramientos de los que no se dispone de dato del aprovechamiento. En rojo los alumbramientos con aprovechamiento baño/piscina. En color amarillo los alumbramientos con aprovechamiento balneario terapéutico. En color verde oscuro los alumbramientos con aprovechamiento patrimonio arquitectónico. En color negro los alumbramientos con aprovechamiento otros valores. 592
- Figura 345.** Vista general de los alumbramientos de Galicia. Los alumbramientos presentan el código de colores correspondiente al aprovechamiento.

- Los puntos blancos corresponden a los alumbramientos de los que no se dispone de dato del aprovechamiento. En rojo los alumbramientos con aprovechamiento baño/piscina. En color amarillo los alumbramientos con aprovechamiento balneario terapéutico. En color verde oscuro los alumbramientos con aprovechamiento patrimonio arquitectónico. En color negro los alumbramientos con aprovechamiento otros valores. 593
- Figura 346.** Vista general de los alumbramientos de Galicia. En frente se observa la leyenda de colores correspondiente a la clasificación de las aguas de los alumbramientos. Los puntos blancos corresponden a los alumbramientos de los que no se dispone de dato de clasificación. En rojo los alumbramientos con clasificación mineromedicinal. En color amarillo los alumbramientos con clasificación mineromedicinal termal. En color verde oscuro los alumbramientos con clasificación mineromedicinal termal. En color negro los alumbramientos con clasificación otros valores. 595
- Figura 347.** Vista general de los alumbramientos de Galicia. Los alumbramientos presentan el código de colores correspondiente a la clasificación de las aguas. Los puntos blancos corresponden a los alumbramientos de los que no se dispone de dato de clasificación. En rojo los alumbramientos con clasificación mineromedicinal. En color amarillo los alumbramientos con clasificación mineromedicinal termal. En color verde oscuro los alumbramientos con clasificación mineromedicinal termal. En color negro los alumbramientos con clasificación otros valores. 595
- Figura 348.** Imágenes y gráficas de los elementos. La información corresponde al alumbramiento denominado Huerta del Balneario de Cuntis. Se muestra la fotografía del balneario, el gráfico estadístico de caudal por tipo de captación y la gráfica de Stiff correspondiente al alumbramiento Huerta. 596
- Figura 349.** Vista general de los alumbramientos de Galicia. Los alumbramientos presentan el código de colores correspondiente al aprovechamiento. Los puntos blancos corresponden a los alumbramientos de los que no se dispone de dato del aprovechamiento. En rojo los alumbramientos con aprovechamiento baño/piscina. En color amarillo los alumbramientos con aprovechamiento balneario terapéutico. En color verde oscuro los alumbramientos con aprovechamiento patrimonio arquitectónico. En color negro los alumbramientos con aprovechamiento otros valores. Se observa la fotografía de las instalaciones del balneario de Mondariz. 597
- Figura 350.** Vista general de los alumbramientos de Galicia. Se observa la fotografía de las instalaciones del balneario de Mondariz y la ficha técnica del balneario de Troncoso. 597
- Figura 351.** Vista global en el visor y ficha técnica del balneario de Mondariz con la pestaña General activada. 598

Figura 352. Vista global en el visor y ficha técnica del balneario de Mondariz con la pestaña Notas y Observaciones activada.	599
Figura 353. Vista global en el visor y ficha técnica del balneario de Mondariz con la pestaña Imágenes activada. En la imagen 1 se observa la fotografía del edificio del balneario.	599
Figura 354. Vista global en el visor y ficha técnica del balneario de Mondariz con la pestaña Imágenes activada. En la imagen 2 se observa el diagrama de Piper correspondiente a las aguas de los 3 alumbramientos de los que se dispone de analítica.	600
Figura 355. Vista global en el visor y ficha técnica del balneario de Mondariz con la pestaña Imágenes activada. En la imagen 3 se observa el diagrama de Schoeller correspondiente a las aguas de los 3 alumbramientos de los que se dispone de analítica.	600
Figura 356. Vista global en el visor y ficha técnica del balneario de Mondariz con la pestaña Imágenes activada. En la imagen 4 se observa el diagrama de Stiff correspondiente a las aguas de los 3 alumbramientos de los que se dispone de analítica.	601
Figura 357. Vista global en el visor y ficha técnica del balneario de Mondariz con la pestaña Imágenes activada. En la imagen 5 se observan los diagramas de Stiff, Piper y Schoeller del alumbramiento Gándara.	601
Figura 358. Vista global en el visor y ficha técnica del balneario de Mondariz con la pestaña Imágenes activada. En la imagen 5 se observan los diagramas de Stiff, Piper y Schoeller del alumbramiento Sabaxáns.	602
Figura 359. Vista global en el visor y ficha técnica del balneario de Mondariz con la pestaña Imágenes activada. En la imagen 5 se observan los diagramas de Stiff, Piper y Schoeller del alumbramiento Troncoso.	602
Figura 360. Vista global en el visor y ficha técnica del alumbramiento Troncoso con la pestaña General activada.	603
Figura 361. Vista global en el visor y ficha técnica del alumbramiento Troncoso con la pestaña Tratamiento Dolencias activada.	604
Figura 362. Vista global en el visor y ficha técnica del alumbramiento Troncoso con la pestaña Balneario activada.	604
Figura 363. Vista global en el visor y ficha técnica del alumbramiento Troncoso con la pestaña Balneario activada.	605
Figura 364. Vista global en el visor y ficha técnica del alumbramiento Troncoso con la pestaña Balneario activada.	606
Figura 365. Vista global en el visor y ficha técnica del alumbramiento Troncoso con la pestaña Imágenes activada. En la imagen 1 se observa la fotografía del edificio del balneario.	606

Figura 366. Vista global en el visor y ficha técnica del alumbramiento Troncoso con la pestaña Imágenes activada. En la imagen 2 se observa el diagrama de Stiff.	607
Figura 367. Vista global en el visor y ficha técnica del alumbramiento Troncoso con la pestaña Imágenes activada. En la imagen 3 se observa el diagrama de Piper.	607
Figura 368. Vista global en el visor y ficha técnica del alumbramiento Troncoso con la pestaña Imágenes activada. En la imagen 4 se observa el diagrama de Schoeller.	608
Figura 369. Botones de navegación entre registros desde la ficha o ventana de datos.	608
Figura 370. Visualización de las diferentes capas base de la aplicación.	610
Figura 371. Ejemplo de datos y geometría de balnearios en geoJSON.	611
Figura 372. Estructura de las carpetas donde se almacena la información.	611

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Caracterización hidrogeológica de las litologías en Galicia (EPTISA, 2003).	37
Tabla 2.	Identificación de las masas de agua de Galicia. EPTISA, 2003, CHN y CHD, 2005.	47
Tabla 3.	Caracterización de las masas de agua. EPTISA, 2003, CHN y CHD, 2005.	49
Tabla 4.	Masas de agua subterránea identificadas en Galicia (Confederación Hidrográfica Galicia Costa, 2005).	53
Tabla 5.	Clasificación de las aguas termales en el punto de alumbramiento para usos terapéuticos (Meijide et al, 2009).	54
Tabla 6.	Facies hidroquímicas de los 128 alumbramientos que conforman los 42 balnearios analizados.	58
Tabla 7.	Simplificación de las facies hidroquímicas de los 128 alumbramientos que conforman los 42 balnearios analizados.	58
Tabla 8.	Relación de aguas más representativas de ámbito nacional. Corral et al, 2007.	62
Tabla 9.	Parámetros microbiológicos	74
Tabla 10.	Parámetros químicos	74
Tabla 11.	Parámetros indicadores	76
Tabla 12.	Resumen de los alumbramientos de los que no se dispone de coordenadas UTM.	101
Tabla 13.	Resumen de las principales acciones de las aguas mineromedicinales según su composición físico – química (Meijide et al, 2009).	148
Tabla 14.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que tienen una composición química sulfurada. Se muestra también la siguiente información adicional: 1) balneario al que pertenece, 2) tipo de alumbramiento, 3) facies hidroquímica, 4) profundidad del alumbramiento, 5) nivel del agua, 6) clasificación, 7) clasificación según la temperatura (°C), 8) mineralización, 9) uso terapéutico contra patología otorrino, 10) uso terapéutico contra patología bronquial, 11) uso terapéutico contra patología reumática, 12) uso terapéutico contra patología psiquiátrica, 13) uso terapéutico contra patología dermatológica, 14) uso terapéutico contra patología neurológica, 15) uso terapéutico contra patología flebología, 16) uso terapéutico contra patología digestivo – metabólico y 17) uso terapéutico contra patología urinario.	154

Tabla 15.	Relación entre los usos terapéuticos reconocidos por los balnearios de Galicia y las acciones médicas de las aguas mineromedicinales sobre la salud para una composición sulfurada de las aguas. En azul se indica la relación entre los usos reconocidos y las acciones médicas.	155
Tabla 16.	Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_OTORRINO" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.	157
Tabla 17.	Alumbramientos que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo otorrino así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de la Comunidad Autónoma de Galicia.	158
Tabla 18.	Alumbramientos que tienen composición sulfurada y no son indicadas para tratamientos de tipo otorrino así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de la Comunidad Autónoma de Galicia.	159
Tabla 19.	Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_BRONQUIAL" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.	161
Tabla 20.	Alumbramientos que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo bronquial así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	162
Tabla 21.	Alumbramientos que tienen composición sulfurada y no son indicadas para tratamientos de tipo bronquial así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	163
Tabla 22.	Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_REUMA" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.	165
Tabla 23.	Alumbramientos que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo reumático así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	166
Tabla 24.	Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_PSIQUIATRIA" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.	168
Tabla 25.	Alumbramientos que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo psiquiátrico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	169
Tabla 26.	Alumbramientos que tienen composición sulfurada y no son indicadas para tratamientos de tipo psiquiátrico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	170

Tabla 27.	Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_DERMATOL" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.	172
Tabla 28.	Alumbramientos que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo dermatológico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	173
Tabla 29.	Alumbramientos que tienen composición sulfurada y no son indicadas para tratamientos de tipo dermatológico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	174
Tabla 30.	Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_NEUROLOGICA" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.	176
Tabla 31.	Alumbramientos que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo neurológico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	177
Tabla 32.	Alumbramientos que tienen composición sulfurada y no son indicadas para tratamientos de tipo neurológico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	178
Tabla 33.	Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_FLEBOLOXIA" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.	180
Tabla 34.	Alumbramientos que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo venas así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	181
Tabla 35.	Alumbramientos que tienen composición sulfurada y no son indicadas para tratamientos de tipo venas así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	182
Tabla 36.	Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_DIGESTIVO_METABOLICO" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.	184
Tabla 37.	Alumbramientos que tienen composición sulfurada y son indicadas para tratamientos de tipo digestivo – metabólico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	185
Tabla 38.	Alumbramientos que tienen composición sulfurada y no son indicadas para tratamientos de tipo digestivo – metabólico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	186

Tabla 39.	Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_DIGESTIVO_METABOLICO" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.	187
Tabla 40.	Alumbramientos que tienen composición sulfurada y no son indicadas para tratamientos de tipo urinario así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	189
Tabla 41.	Alumbramientos que tienen una composición química clorurada sódica. Se muestra también la siguiente información adicional: 1) balneario al que pertenece, 2) tipo de alumbramiento, 3) facies hidroquímica, 4) profundidad del alumbramiento, 5) nivel del agua, 6) clasificación, 7) clasificación según la temperatura (°C), 8) mineralización, 9) uso terapéutico contra patología otorrino, 10) uso terapéutico contra patología bronquial, 11) uso terapéutico contra patología reumática, 12) uso terapéutico contra patología psiquiátrica, 13) uso terapéutico contra patología dermatológica, 14) uso terapéutico contra patología neurológica, 15) uso terapéutico contra patología flebología, 16) uso terapéutico contra patología digestivo – metabólico y 17) uso terapéutico contra patología urinario.	193
Tabla 42.	Relación entre los usos terapéuticos reconocidos por los Balnearios de Galicia y las acciones de las aguas mineromedicinales según su clorurado sódico. En azul se indica la relación entre los usos reconocidos y las acciones médicas.	194
Tabla 43.	Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_OTORRINO" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.	195
Tabla 44.	Alumbramientos que tienen composición clorurada sódica y no son indicadas para tratamientos de tipo otorrino así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	196
Tabla 45.	Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_BRONQUIAL" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.	198
Tabla 46.	Alumbramientos que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo bronquial así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	199
Tabla 47.	Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_REUMA" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.	201
Tabla 48.	Alumbramientos que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo reumática así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	202

Tabla 49.	Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_PSIQUIATRIA" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de la Comunidad Autónoma de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.	204
Tabla 50.	Alumbramientos que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo psiquiátrico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	205
Tabla 51.	Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_DERMATOL" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.	207
Tabla 52.	Alumbramientos que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo dermatológico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	208
Tabla 53.	Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_NEUROLOGICA" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.	210
Tabla 54.	Alumbramientos que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo neurológico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	211
Tabla 55.	Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_FLEBOLOXIA" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.	213
Tabla 56.	Alumbramientos que tienen composición clorurada sódica y son indicadas para tratamientos de tipo venas así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	214
Tabla 57.	Alumbramientos que tienen composición clorurada sódica y no son indicadas para tratamientos de tipo venas así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	214
Tabla 58.	Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_DIGESTIVO - METABOLICO" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.	215
Tabla 59.	Alumbramientos que tienen composición clorurada sódica y no son indicadas para tratamientos de tipo digestivo - metabólico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	216
Tabla 60.	Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_URINARIO" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.	217

Tabla 61.	Alumbramientos que tienen composición clorurada sódica y no son indicadas para tratamientos de tipo urinario así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	218
Tabla 62.	Alumbramientos que tienen una composición química bicarbonatado sódico carbogaseosa. Se muestra también la siguiente información adicional: 1) balneario al que pertenece, 2) tipo de alumbramiento, 3) facies hidroquímica, 4) profundidad del alumbramiento, 5) nivel del agua, 6) clasificación, 7) clasificación según la temperatura (°C), 8) mineralización, 9) uso terapéutico contra patología otorrino, 10) uso terapéutico contra patología bronquial, 11) uso terapéutico contra patología reumática, 12) uso terapéutico contra patología psiquiátrica, 13) uso terapéutico contra patología dermatológica, 14) uso terapéutico contra patología neurológica, 15) uso terapéutico contra patología flebología, 16) uso terapéutico contra patología digestivo – metabólico y 17) uso terapéutico contra patología urinario.	221
Tabla 63.	Relación entre los usos terapéuticos reconocidos por los balnearios de Galicia y las acciones médicas de las aguas mineromedicinales según su composición bicarbonatado sódico carbogaseosa. En azul se indica la relación entre los usos reconocidos y las acciones médicas.	222
Tabla 64.	Tabla resumen de la información contenida en el campo “PAT_OTORRINO” de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.	224
Tabla 65.	Alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo otorrino así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	225
Tabla 66.	Alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no son indicadas para tratamientos de tipo otorrino así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	225
Tabla 67.	Tabla resumen de la información contenida en el campo “PAT_BRONQUIAL” de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.	227
Tabla 68.	Alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo bronquial así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	228
Tabla 69.	Alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no son indicadas para tratamientos de tipo bronquial así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	228

Tabla 70.	Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_REUMA" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.	230
Tabla 71.	Alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo reumático así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	231
Tabla 72.	Alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no son indicadas para tratamientos de tipo reumático así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	231
Tabla 73.	Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_PSIQUIATRIA" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.	233
Tabla 74.	Alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo psiquiátrico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	234
Tabla 75.	Alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no son indicadas para tratamientos de tipo psiquiátrico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	234
Tabla 76.	Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_DERMATOL" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.	236
Tabla 77.	Alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo dermatológico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	237
Tabla 78.	Alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no son indicadas para tratamientos de tipo dermatológico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	237
Tabla 79.	Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_NEUROLOGICA" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.	239
Tabla 80.	Alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo neurológico	

	así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	240
Tabla 81.	Alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no son indicadas para tratamientos de tipo neurológico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	240
Tabla 82.	Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_FLEBOLOXIA" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.	242
Tabla 83.	Alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo venas así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	243
Tabla 84.	Alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y no son indicadas para tratamientos de tipo venas así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	243
Tabla 85.	Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_DIGESTIVO_METABOLICO" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.	245
Tabla 86.	Alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo digestivo – metabólico así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	246
Tabla 87.	Tabla resumen de la información contenida en el campo "PAT_URINARIO" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.	247
Tabla 88.	Alumbramientos que tienen composición bicarbonatado sódico carbogaseosa y son indicadas para tratamientos de tipo urinario así como el resto de indicaciones terapéuticas principales de los balnearios de Galicia.	249
Tabla 89.	Alumbramientos que tienen una composición química bicarbonatada sódica. Se muestra también la siguiente información adicional: 1) balneario al que pertenece, 2) tipo de alumbramiento, 3) facies hidroquímica, 4) profundidad del alumbramiento, 5) nivel del agua, 6) clasificación, 7) clasificación según la temperatura (°C), 8) mineralización, 9) uso terapéutico contra patología otorrino, 10) uso terapéutico contra patología bronquial, 11) uso terapéutico contra patología reumática, 12) uso terapéutico contra patología psiquiátrica, 13) uso terapéutico contra patología dermatológica, 14) uso	

	terapéutico contra patología neurológica, 15) uso terapéutico contra patología flebología, 16) uso terapéutico contra patología digestivo – metabólico y 17) uso terapéutico contra patología urinario.	252
Tabla 90.	Relación entre los usos terapéuticos reconocidos por los balnearios de Galicia y las acciones de las aguas mineromedicinales según su composición físico – química para una composición de las aguas de los alumbramientos bicarbonatada sódica. No se puede establecer la relación ya que no se dispone de la información de los usos terapéuticos de los alumbramientos con esta composición	253
Tabla 91.	Alumbramientos de los balnearios Galicia que disponen de datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l). Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento y valor de concentración de ion bicarbonato (mg/l).	274
Tabla 92.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) y son de tipo dren. Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.	275
Tabla 93.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) y son de tipo fuente. Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.	275
Tabla 94.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) y son de tipo fuente surgente. Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.	275
Tabla 95.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) y son de tipo manantial. Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.	276
Tabla 96.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) y son de tipo pozo/galería. Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.	276
Tabla 97.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) y son de tipo pozo. Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.	277
Tabla 98.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia con concentración en ion bicarbonato mayor de 400.00 mg/l.	289
Tabla 99.	Alumbramientos que presentan una concentración mayor de 400.00 mg/l de ion bicarbonato y la geología de superficie correspondiente.	289

Tabla 100.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de concentración de ion sulfuro (mg/l). Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento y valor de concentración de ion sulfuro (mg/l).	297
Tabla 101.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) y son de tipo dren. Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.	297
Tabla 102.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) y son de tipo fuente. Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.	298
Tabla 103.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) y son de tipo fuente surgente. Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.	298
Tabla 104.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) y son de tipo manantial. Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.	298
Tabla 105.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de concentración de ion bicarbonato (mg/l) y son de tipo pozo. Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.	299
Tabla 106.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia con concentración en ion sulfuro mayor de 25.00 mg/l.	308
Tabla 107.	Alumbramientos que presentan una concentración mayor de 25.00 mg/l de ion sulfuro y la geología de superficie correspondiente.	310
Tabla 108.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia con concentración en ion sodio mayor de 280.00 mg/l.	325
Tabla 109.	Alumbramientos que presentan una concentración mayor de 280.00 mg/l de ion sodio y la geología de superficie correspondiente.	328
Tabla 110.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia con concentración en ion cloruro mayor de 130.00 mg/l.	344
Tabla 111.	Alumbramientos que presentan una concentración mayor de 130.00 mg/l de ion cloruro y la geología de superficie correspondiente.	347
Tabla 112.	Resumen de la información contenida en el campo "TIPO" de los alumbramientos pertenecientes a los balnearios de Galicia. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada campo.	353

Tabla 113.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de temperatura (°C). Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento y valor de temperatura (°C).	354
Tabla 114.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de temperatura (°C) y son de tipo dren. Se muestran las coordenadas, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.	355
Tabla 115.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos temperatura (°C) y son de tipo pozo/galería. Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.	355
Tabla 116.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de temperatura (°C) y son de tipo fuente. Se muestran las coordenadas, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.	356
Tabla 117.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de temperatura (°C) y son de tipo pozo surgente. Se muestran las coordenadas, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.	356
Tabla 118.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de temperatura (°C) y son de tipo manantial. Se muestran las coordenadas, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.	357
Tabla 119.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que disponen de datos de temperatura (°C) y son de tipo pozo. Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento, el nombre del alumbramiento y el tipo de alumbramiento.	358
Tabla 120.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C.	368
Tabla 121.	Resumen de los tipos de alumbramientos que presentan un agua de tipo hipertermal.	368
Tabla 122.	Alumbramientos que presentan una temperatura mayor que 36.9°C, tipo de alumbramiento y geología de superficie correspondiente.	370
Tabla 123.	Alumbramientos tipo manantial de Galicia que disponen de datos de temperatura (°C). Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento y valor de temperatura (°C).	379
Tabla 124.	Alumbramientos de tipo manantial de los balnearios de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C.	388
Tabla 125.	Alumbramientos de tipo manantial que presentan una temperatura mayor que 36.9°C, balneario y geología de superficie correspondiente.	391

Tabla 126.	Alumbramientos tipo pozo de los balnearios de Galicia que disponen de datos de temperatura (°C). Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento y valor de temperatura (°C).	397
Tabla 127.	Alumbramientos de tipo pozo de los balnearios de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C.	406
Tabla 128.	Alumbramientos de tipo pozo que presentan una temperatura mayor que 36.9°C, balneario y geología de superficie correspondiente.	408
Tabla 129.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia con temperatura mayor de 36.9°C.	418
Tabla 130.	Alumbramientos tipo dren que presentan una temperatura mayor que 36.9°C, balneario, profundidad, geología de superficie, composición química y contenido en Radon (Bq/l).	420
Tabla 131.	Alumbramientos tipo fuente que presentan una temperatura mayor que 36.9°C, balneario, profundidad, geología de superficie, composición química y contenido en Radon (Bq/l).	421
Tabla 132.	Alumbramientos tipo manantial que presentan una temperatura mayor que 36.9°C, balneario, profundidad, geología de superficie, composición química y contenido en Radon (Bq/l).	422
Tabla 133.	Alumbramientos tipo pozo que presentan una temperatura mayor que 36.9°C, balneario, profundidad, geología de superficie, composición química y contenido en Radon (Bq/l).	426
Tabla 134.	Alumbramientos tipo pozo surgente que presentan una temperatura mayor que 36.9°C, balneario, profundidad, geología de superficie, composición química y contenido en Radon (Bq/l).	428
Tabla 135.	Alumbramientos tipo pozo / galería que presentan una temperatura mayor que 36.9°C, balneario, profundidad, geología de superficie, composición química y contenido en Radon (Bq/l).	429
Tabla 136.	Alumbramientos que presentan una temperatura mayor que 36.9°C, balneario, tipo, profundidad, geología de superficie, composición química (clorurado sódica) y contenido en Radon (Bq/l).	434
Tabla 137.	Alumbramientos que presentan una temperatura mayor que 36.9°C, balneario, tipo, profundidad, geología de superficie, composición química (sulfurada) y contenido en Radon (Bq/l).	436
Tabla 138.	Resumen de la composición química de los alumbramientos que tienen una temperatura mayor de 36.9 °C.	439
Tabla 139.	Alumbramientos que presentan una temperatura mayor que 36.9°C de los que no hay información de composición química, balneario, tipo, profundidad, geología de superficie, y contenido en Radon (Bq/l).	445

Tabla 140.	Resumen de los alumbramientos que presentan una temperatura mayor que 36.9°C y la geología de superficie sobre la que están ubicados.	450
Tabla 141.	Alumbramientos que presentan más de 36.9°C y la geología de superficie en la que se ubican. Se muestra además las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, tipo de alumbramiento, profundidad (m), composición de las aguas de los alumbramientos y provincia en la que se encuentran ubicados.	453
Tabla 142.	Alumbramientos que presentan más de 36.9°C que se ubican sobre depósitos aluviales. Se muestra además las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, tipo de alumbramiento, profundidad (m), composición de las aguas de los alumbramientos y provincia en la que se encuentran ubicados.	455
Tabla 143.	Alumbramientos que presentan más de 36.9°C que se ubican sobre terrazas. Se muestra además las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, tipo de alumbramiento, profundidad (m), composición de las aguas de los alumbramientos y provincia en la que se encuentran ubicados.	456
Tabla 144.	Alumbramientos que presentan más de 36.9°C que se ubican sobre esquistos. Se muestra además las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, tipo de alumbramiento, profundidad (m), composición de las aguas de los alumbramientos y provincia en la que se encuentran ubicados.	456
Tabla 145.	Alumbramientos que presentan más de 36.9°C que se ubican sobre granito y granodiorita biótico. Se muestra además las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, tipo de alumbramiento, profundidad (m), composición de las aguas de los alumbramientos y provincia en la que se encuentran ubicados.	457
Tabla 146.	Alumbramientos que presentan más de 36.9°C que se ubican sobre granitoide inhomogéneo. Se muestra además las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, tipo de alumbramiento, profundidad (m), composición de las aguas de los alumbramientos y provincia en la que se encuentran ubicados.	457
Tabla 147.	Alumbramientos que presentan más de 36.9°C que se ubican sobre el Macizo de A Coruña - Ferrol. Se muestra además las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, tipo de alumbramiento, profundidad (m), composición de las aguas de los alumbramientos y provincia en la que se encuentran ubicados.	458
Tabla 148.	Alumbramientos que presentan más de 36.9°C que se ubican sobre el Macizo de A Golada. Se muestra además las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, tipo de alumbramiento, profundidad (m), composición de las aguas de los alumbramientos y provincia en la que se encuentran ubicados.	458

Tabla 149.	Alumbramientos que presentan más de 36.9°C que se ubican sobre el Macizo de Lobios. Se muestra además las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, tipo de alumbramiento, profundidad (m), composición de las aguas de los alumbramientos y provincia en la que se encuentran ubicados.	458
Tabla 150.	Alumbramientos que presentan más de 36.9°C que se ubican sobre el Macizo de Ourense. Se muestra además las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, tipo de alumbramiento, profundidad (m), composición de las aguas de los alumbramientos y provincia en la que se encuentran ubicados.	459
Tabla 151.	Alumbramientos que presentan más de 36.9°C que se ubican sobre la serie de Villalba. Se muestra además las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, tipo de alumbramiento, profundidad (m), composición de las aguas de los alumbramientos y provincia en la que se encuentran ubicados.	459
Tabla 152.	Alumbramientos que presentan más de 36.9°C que pertenecen al balneario de Cuntis. Se muestra la geología sobre la que se ubican los alumbramientos, coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, tipo de alumbramiento, profundidad (m), composición de las aguas de los alumbramientos y provincia en la que se encuentran ubicados.	460
Tabla 153.	Alumbramientos que presentan más de 36.9°C que pertenecen al balneario de Lugo. Se muestra la geología sobre la que se ubican los alumbramientos, coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, tipo de alumbramiento, profundidad (m), composición de las aguas de los alumbramientos y provincia en la que se encuentran ubicados.	461
Tabla 154.	Alumbramientos de Galicia que disponen de datos de facies hidroquímica. Se muestran las coordenadas, nombre del alumbramiento, facies hidroquímica reclasificada y facies hidroquímica a la que pertenecen.	479
Tabla 155.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica de tipo $\text{CO}_3^{2-} - \text{Cl}^- - \text{Na}^+$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, facies hidroquímica reclasificada y facies hidroquímica.	482
Tabla 156.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica de tipo $\text{Cl}^- - \text{Na}^+$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, facies hidroquímica reclasificada y facies hidroquímica.	483
Tabla 157.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica de tipo $\text{HCO}_3^- - \text{Cl}^- - \text{Na}^+$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, facies hidroquímica reclasificada y facies hidroquímica.	484

Tabla 158.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica de tipo $\text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, facies hidroquímica reclasificada y facies hidroquímica.	486
Tabla 159.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica de tipo $\text{SO}_4^{2-} - \text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, facies hidroquímica reclasificada y facies hidroquímica.	487
Tabla 160.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que no presentan información sobre la facies hidroquímica. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, facies hidroquímica reclasificada y facies hidroquímica.	489
Tabla 161.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica $\text{Cl}^- - \text{Na}^+(\text{B})$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	492
Tabla 162.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica $\text{Cl}^-(\text{F}) - \text{Na}^+$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	492
Tabla 163.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica $\text{Cl}^-(\text{F}) - \text{Na}^+(\text{B})$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	493
Tabla 164.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica $\text{Cl}^-(\text{F}, \text{S}) - \text{Na}^+(\text{B})$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	493
Tabla 165.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica $\text{HCO}_3^- - \text{Cl}^- - \text{Na}^+$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	494
Tabla 166.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica $\text{HCO}_3^- - \text{Cl}^-(\text{F}, \text{S}) - \text{Na}^+(\text{B})$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	494

Tabla 167.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica CO_3^{2-} - $\text{Cl}^-(\text{F}, \text{S})$ - $\text{Na}^+(\text{B})$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	494
Tabla 168.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica HCO_3^- - Na^+ . Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	495
Tabla 169.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica HCO_3^- - $\text{Na}^+(\text{B})$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	496
Tabla 170.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica $\text{HCO}_3^-(\text{F})$ - Na^+ . Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	497
Tabla 171.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica $\text{HCO}_3^-(\text{F})$ - $\text{Na}^+(\text{B})$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	498
Tabla 172.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica $\text{HCO}_3^-(\text{F}, \text{S})$ - Na^+ . Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	499
Tabla 173.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica $\text{HCO}_3^-(\text{F}, \text{S})$ - $\text{Na}^+(\text{B})$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	500
Tabla 174.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica $\text{HCO}_3^-(\text{S})$ - Na^+ . Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	501
Tabla 175.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica SO_4^{2-} - HCO_3^- - Na^+ . Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que	

	pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	501
Tabla 176.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia de la que no se dispone de información de las facies hidroquímicas. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	502
Tabla 177.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica $\text{Cl}^- - \text{Na}^+$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	506
Tabla 178.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica $\text{SO}_4^{2-} - \text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	507
Tabla 179.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica $\text{HCO}_3^- \text{Cl}^- - \text{Na}^+$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	507
Tabla 180.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica $\text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	508
Tabla 181.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que presentan facies hidroquímica $\text{SO}_4^{2-} - \text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	512
Tabla 182.	Alumbramientos del balneario Agua de Fontenova. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	526
Tabla 183.	Alumbramientos del balneario de Fonte Santa. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	526
Tabla 184.	Alumbramientos del balneario de Acuña. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a	

	la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	526
Tabla 185.	Alumbramientos del balneario de Caldas de Partovía. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	527
Tabla 186.	Alumbramientos del balneario Dávila. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	527
Tabla 187.	Alumbramientos del balneario de A Toxa. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	528
Tabla 188.	Alumbramientos del balneario de Arnoia. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	528
Tabla 189.	Alumbramientos del balneario de Arteixo. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	529
Tabla 190.	Alumbramientos del balneario de Augas Santas de Pantón. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	529
Tabla 191.	Alumbramientos del balneario de Berán. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	530
Tabla 192.	Alumbramientos del balneario de Cabreiroá. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	530
Tabla 193.	Alumbramientos del balneario de Caldelas de Tui. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	530
Tabla 194.	Alumbramientos del balneario de Carballiño. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	531

Tabla 195.	Alumbramientos del balneario de Castro Caldelas. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	531
Tabla 196.	Alumbramientos del balneario de Cortegada. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	532
Tabla 197.	Alumbramientos del balneario de Cuntis. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	533
Tabla 198.	Alumbramientos del balneario de Guitiriz. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	534
Tabla 199.	Alumbramientos del balneario de Laias. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	535
Tabla 200.	Alumbramientos del balneario de Lobios. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	535
Tabla 201.	Alumbramientos del balneario de Lugo. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	536
Tabla 202.	Alumbramientos del balneario de Mondariz. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	537
Tabla 203.	Alumbramientos del balneario de O Tremo. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	538
Tabla 204.	Alumbramientos del balneario de Fontecaldelas. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	538
Tabla 205.	Alumbramientos del balneario de Porteiro. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a	

	la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	538
Tabla 206.	Alumbramientos del balneario de Sousas. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	539
Tabla 207.	Alumbramientos del balneario de Río Pambre. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	539
Tabla 208.	Alumbramientos del balneario de Brea. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	540
Tabla 209.	Alumbramientos del balneario de Bande. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	540
Tabla 210.	Alumbramientos del balneario de Loreda. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	540
Tabla 211.	Alumbramientos del balneario de Molgas. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	541
Tabla 212.	Alumbramientos del balneario de Outeiro. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	541
Tabla 213.	Alumbramientos del balneario de Baños Vellos de Carballo. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	541
Tabla 214.	Alumbramientos del balneario de Fonte de O Ferradal. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	542
Tabla 215.	Alumbramientos del balneario de Santán. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	542

Tabla 216.	Alumbramientos del balneario de Bañiño. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	542
Tabla 217.	Alumbramientos del balneario de Ourense - Cidade. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	543
Tabla 218.	Alumbramientos del balneario de Manancial As Means. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	543
Tabla 219.	Alumbramientos del balneario de Manancial Eo dos Menecos. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	544
Tabla 220.	Alumbramientos del balneario de Manancial Valmaior. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	544
Tabla 221.	Alumbramientos del balneario de Chavasqueira. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	544
Tabla 222.	Alumbramientos del balneario de Xardin das Burgas. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	545
Tabla 223.	Alumbramientos del balneario de Xardin do Carballiño. Se muestran las coordenadas, nombre de los alumbramientos, balneario y provincia a la que pertenecen, facies hidroquímica, geología superficial sobre la que se ubican y edad de los materiales geológicos.	545
Tabla 224.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre abanicos aluviales. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.	546
Tabla 225.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre caliza Salvaterra Cerdedo. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.	547
Tabla 226.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre anfíbolitas oscuras. Se muestra también las coordenadas de los	

	alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.	548
Tabla 227.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre capas de transición pizarras, niveles carbonatados y ampelitas. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.	548
Tabla 228.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre depósitos aluviales. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.	552
Tabla 229.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre esquistos de Órdenes. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.	554
Tabla 230.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre esquistos verdes. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.	554
Tabla 231.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre esquistos, esquistos grafitosos, filitas, ampelitas y liditas. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.	555
Tabla 232.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre granito y granodiorita biotítico de Caldas de Reis. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.	556
Tabla 233.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre granitoide inhomogéneo. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.	557
Tabla 234.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre granitos de 2 micas muy leucocráticos de Verín. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.	558
Tabla 235.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre granitos de 2 micas muy leucocráticos de Xunqueira de Ambía. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.	558

Tabla 236.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre el macizo de Guitiriz. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.	559
Tabla 237.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre el macizo de A Coruña - Ferrol. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.	559
Tabla 238.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre el macizo de A Golada. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.	560
Tabla 239.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre el macizo de Chantada Taboada. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.	561
Tabla 240.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre el macizo de Lobios. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos.	561
Tabla 241.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre el macizo de Ourense. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos	562
Tabla 242.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre el macizo de Parga. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos	562
Tabla 243.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre el macizo de Ribadavia. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos	563
Tabla 244.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre matabasitas. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos	563
Tabla 245.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre la formación Olla Sapo. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos	563
Tabla 246.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre la serie de Villalba. Se muestra también las coordenadas de los	

	alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos	564
Tabla 247.	Alumbramientos de los balnearios de Galicia que están ubicados sobre terrazas. Se muestra también las coordenadas de los alumbramientos, balneario al que pertenecen, provincia, facies hidroquímica y edad de los materiales geológicos	566
Tabla 248.	Datos contenidos en la capa Mondariz_Captaciones.	580
Tabla 249.	Datos contenidos en la capa Mondariz_Edificio.	581