

INTERPRETACIÓN AMBIENTAL DE DATOS HIDROGEOQUÍMICOS DE LA LAGUNA CONTINENTAL DE CASTIÑEIRAS (PONTEVEDRA, SW GALICIA)¹

Antonio MARTÍNEZ GRAÑA

C/ Fontanica, 8, 1º D. 37900- Sta. Marta de Tormes. Salamanca.

Resumen: En este trabajo se presenta una caracterización hidrogeoquímica de la laguna de Castiñeiras (Pontevedra) considerando los sistemas de representación gráfica de Stiff y Piper.

Palabras Clave: Hidrogeología, diagramas de Stiff, diagrama triangular de Piper, análisis geoquímicos.

Abstract: In this paper is presented a hydrogeochemical characterization of Castineirasis lagoon (Pontevedra) considering the graphic representation system of Stiff and Piper.

Key Words: hydrogeology, graphic representation Stiffis, graphic representation Piperis, geochemistry analysis.

INTRODUCCIÓN

La laguna continental de Castiñeiras se encuentra al Oeste de la provincia de Pontevedra, en las proximidades del municipio de Marín. Se encuadra en las zonas más altas de la península del Morrazo, que limita al Norte con la ría de Pontevedra y al Sur con la ría de Vigo. Las coordenadas geográficas son: 8°40' de longitud oeste y 42°21' de latitud norte.

¹Este artículo es la síntesis parcial de un proyecto de investigación financiado por la Consellería de Agricultura, Ganadería e Montes de la Xunta de Galicia.

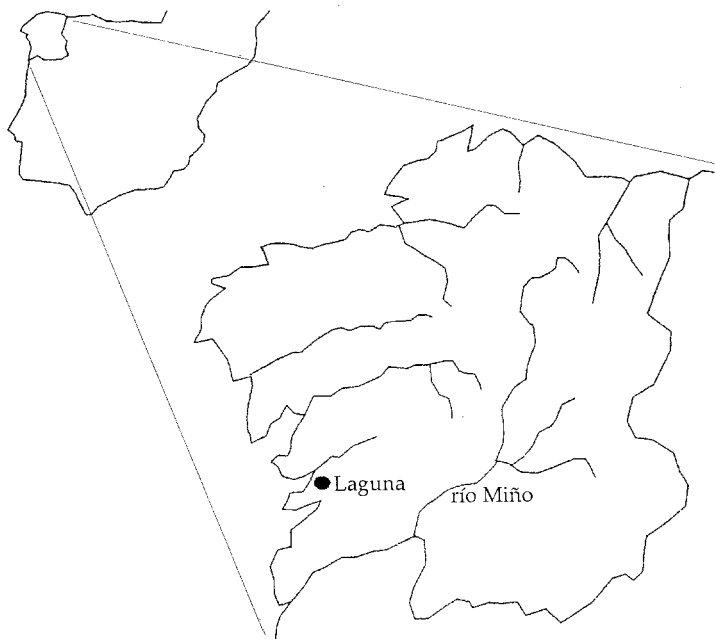


Figura 1.- Situación geográfica de la laguna continental de Castiñeiras en la Península Ibérica.

Esta laguna se encuentra en una zona deprimida rodeada de relieves elevados. Al Sur de la depresión se encuentra la cumbre de Cotoredondo, con una altitud máxima de 536 m, al Este y Oeste se presentan altitudes de 400 y 483 m respectivamente. En el Norte encontramos el alto de Postemirón con 442 m de altitud. Esta depresión presenta una zona de salida, por donde el volumen acuoso drena a favor de la pendiente, hacia zonas topográficamente más bajas, hasta llegar a la cota de 0 m correspondiente al nivel del mar en la ría de Pontevedra -concretamente desemboca en la localidad de Marín. Este hecho está íntimamente relacionado con una importante incisión del cauce en una fractura previa. La apertura de la cuenca presenta una orientación NNW y el relieve que presenta la zona, esta totalmente condicionado por la litología.

El complejo lacustre esta instalado sobre un batolito ígneo, con afinidad alcalina. Este macizo plutónico hercínico, está integrado por granito de feldespato alcalino y presenta fenómenos muy importantes de cataclasis y alteración superficial, que se observan a simple vista, originando zonas de "xabre" o lehms, e intrusiones de pequeños diques de cuarzo inmersos en el plutón. La parte SW de la laguna, es atravesada por el complejo de Cabo Home - La Lanzada, compuesto de materiales esquistosos, pizarras y paragneises. Esta banda tiene una edad precámbrico-silúrica. Las fracturas dominantes constituyen dos sistemas conjugados con direcciones NE-SW y

NW-SE, siendo éstas últimas las que están presentes en la laguna de Castiñeiras y representan las alineaciones estructurales del arco hercínico.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Se realiza una campaña de campo, en primavera, para obtener datos relativos a esta zona de estudio. En dicha campaña se toman básicamente dos tipos de medidas directas que nos determinan el pH y la conductividad eléctrica (C.E.). El medidor del pH, ha sido un modelo portátil digital, capaz de medir un intervalo entre 0,00 y 14,00. El medidor de la conductividad eléctrica ha sido, el conductímetro digital portátil Commet, con un rango de efectividad entre 0 y 1999 μS .

Por otro lado se realiza una metodología analítica mediante la previa recogida de muestras, siendo estudios indirectos al no aportar datos *in situ*, sino que necesita un análisis químico detallado, el cual nos da información de los elementos químicos que presenta ese volumen acuoso y a su vez la concentración de cada componente, lo cual nos indica la calidad del agua que forma la laguna de Castiñeiras. Los parámetros que se analizan mediante los análisis químicos se recogen en la Tabla 1.

Tabla 1.- Tabla de parámetros característicos en el análisis geoquímico.

Ft.	Cl ⁻	NO ⁻
PO ₄ ⁻³	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺²
Mg ⁺⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺
Al.	Fe.	Si.
Pb.	Cu.	Mn.
Co.	Zn.	Ni.
Cd.	NO ₄ ⁻	Na ⁺ .

Una vez presentados los resultados de los análisis químicos realizados en laboratorio y de los datos directos obtenidos en el campo se procede a expresarlos en sus unidades correspondientes (miliequivalentes/litro; "Meq/l"). Posteriormente, su extrapolación a los diagramas de Stiff y Piper da una información gráfica de la composición hidrogeoquímica de la laguna de Castiñeiras.

DATOS HIDROGEOQUÍMICOS

La Tabla 2 recoge los valores de los diferentes parámetros y elementos geoquímicos.

Tabla 2.- Tablas de valores de parámetros y elementos geoquímicos.

pH	C.E.	Ft.	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻³	SO ₄ ⁻²
6,45	54,7	0,076	8,83	<0,010	1,44	0,043	2,38

Ca ⁺²	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	Al.	Fe.	Si.
1,4	1,4	7,2	0,9	0,57	<0,001	<0,001	0,30

Pb.	Cu.	Mn.	Co.	Zn.	Ni.	Cd.
<0,005	<0,005	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,002

Exceptuando los valores de pH y el de la conductividad eléctrica (C.E.), con unidades de μ Siemens/cm.; el resto de los parámetros, desde la concentración total de flúor (Ft) hasta el Cadmio, vienen expresados en partes por millón (ppm).

REPRESENTACIÓN GRÁFICA

Para realizar las representaciones gráficas correspondientes a los diagramas de Stiff y al diagrama triangular de Piper, es necesario realizar una tabla de conversión de estos valores en partes por millón (ppm) a miliequivalentes/litro (meq./l). En la representación del diagrama de Piper, debemos conocer el porcentaje de cada compuesto en el agua. De esta forma obtenemos los siguientes valores en meq/l:

Los diagramas de Stiff, nos dan una primera información cualitativa del tipo y grado de mineralización relativa de las aguas que encontramos en el lago de Castiñeiras.

El diagrama de Stiff de la laguna de Castiñeiras corresponde a una morfología de hexágono irregular (Fig.2). Esta figura se obtiene uniendo los puntos que obtenemos al representar los valores obtenidos en el análisis químico. Existe una mayor elongación de algún vértice, lo cual corresponde con valores altos de mineralización para el ión definido para ese eje.

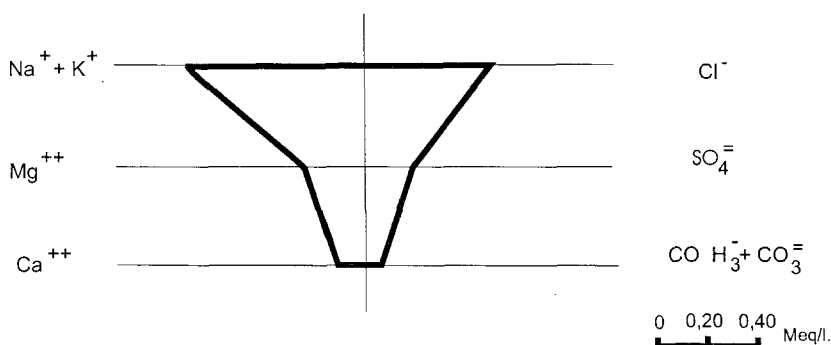


Figura 2.- Representación gráfica de polígonos de Stiff.

El porcentaje de cationes y aniones de los elementos a estudiar para la elaboración del diagrama triangular de Piper se pueden presentar como a continuación se indica:

Aniones: $X = \% \text{CO}_3 \text{H}^- + \text{CO}_3^{2-}$
 $Y = \% \text{SO}_4^{2-}$
 $Z = \% \text{Cl}^-$

Cationes: $X = \% (\text{Na}^{++} + \text{K}^+)$
 $Y = \% \text{Ca}^{++}$
 $Z = \% \text{Mg}^{++}$

Desarrollando estas incógnitas, obtenemos los siguientes valores:

Aniones:	$X = 4 \%$	Cationes:	$X = 87,8 \%$
	$Y = 7,5 \%$		$Y = 4,57 \%$
	$Z = 84,6 \%$		$Z = 7,58 \%$

El resultado gráfico correspondiente al diagrama triangular de Piper se observa en la Figura 3.

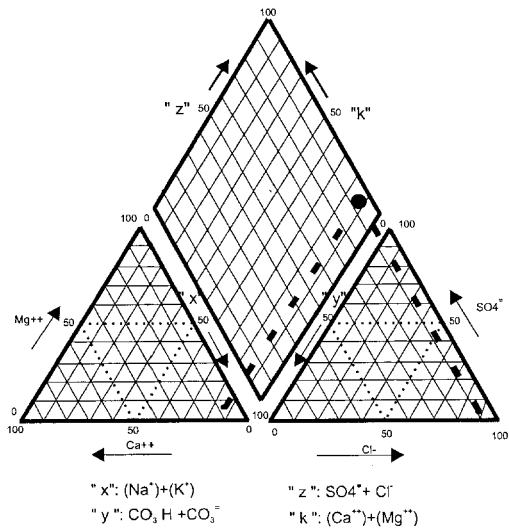


Figura 3.- Representación gráfica del triángulo de Piper.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los datos obtenidos en la tabla general, son muy ilustrativos. se puede observar que la concentración de iones H⁺ en disolución es baja. El valor del pH para lagunas continentales suelen oscilar entre 6,5 y 8,0. En la laguna de Castiñeiras este valor es ligeramente inferior por lo que presenta un pH ligeramente ácido. Esto le confiere un cierto carácter corrosivo, que facilita la alteración de la capa superficial de las rocas plutónicas sobre las que se instala dicha laguna. El valor de pH depende directamente de la temperatura y de la albeditud del sustrato rocoso.

En cuanto a la conductividad eléctrica (C.E.), los valores son bajos como cabe esperar, debido a que este parámetro aumenta a medida que asciende el número de iones y la temperatura, que como hemos apreciado en el apartado anterior, presentan concentraciones pequeñas. Es un agua de baja mineralización. La concentración de flúor es escasa.

Los compuestos de nitrógeno, se presentan con bajo porcentaje, esto nos indica que se pueden desestimar posibles focos o vertidos residuales, que lleven a la contaminación de las aguas del lago. La presencia de NH_4 , se debe a parámetros de tipo orgánico (contaminación animal, turberas...), sustancias amoniacales, etc. El bajo contenido en esta laguna de éste parámetro indica la ausencia notoria de contaminación.

El diagrama de Stiff, nos muestra concentraciones muy elevadas de cationes de sodio y potasio (0,336 meq/l). por debajo encontramos la concentración del ión cloro (0,248 meq/l), muy abundante también.

El resto de los parámetros, presentan valores comprendidos entre 0,029 y 0,017. Todo ello, indica que todas las elementos presentan concentraciones similares al agua de lluvia en zonas litorales o muy próximas, con iones disueltos predominantes de sodio y cloro, lo cual es normal ya que el valor del pH lo corrobora.

El diagrama triangular de Piper, nos indica que la composición del agua que configura el lago de Castiñeiras, presenta un quimismo de aguas cloruradas-sódicas. Los valores bajos de cationes cálcicos y magnésicos, así como de carbonatos no intervienen en esta composición.

La concentración de sílice presenta valores altos con respecto al resto de los elementos. No obstante cabía esperar incluso porcentajes algo más elevados que 0,30 meq/l; al ser el dominio del complejo mayoritariamente silicatado, pero al ser el pH ligeramente ácido modifica esta concentración.

CONCLUSIONES AMBIENTALES

1. Según las características hidrodinámicas de la zona, se puede decir, que existe una permeabilidad dominante de tipo fisural en el granito alcalino. Tanto en el granito como en las rocas metamórficas, se da una porosidad intergranular, debido a la formación de un manto de alteración superficial (xabre o lehms) y cataclasis (deformación).

2. Se puede correlacionar la permeabilidad con el grado de alteración de tal forma que en las zonas deprimidas y llanas, situación de la laguna de Castiñeiras, la alteración es mayor (Fondo de valle...). El nivel piezométrico en esta zona sigue la topografía.

3. La respuesta a la recarga del macizo granítico de Cotoredondo es muy rápida, al aflorar algunas fracturas en superficie, las cuales sirven de canal para arroyos y ríos. Dicha recarga se realiza a través de fracturas, más que por zonas de alteración. Por lo tanto, la red de fracturas del basamento, condiciona el flujo del agua, recargando depósitos aluviales por flujos someros y acuíferos de ladera importantes por flujos algo más profundos. Algunas fracturas no infiltran demasiado, debido a que los sedimentos arcillosos que lleva el agua en suspensión después de una precipitación intensa, sellan la entrada de la grieta.

4. La infiltración eficaz para el granito alcalino, se sitúa según la C.O.T.O.P. (1991) entre 5-10, dando permeabilidad baja; mientras que los esquistos del complejo de Cabo Home- La Lanzada, presentan una infiltración eficaz menor de 3, con permeabilidad baja-muy baja.

5. Debido a la elevada pendiente del terreno, se producen flujos de descarga diseminados, generando áreas de "seepage" o zonas de rezumes, que van a formar las brañas existentes en la zona SW, por donde llegan la mayoría de los aportes canalizados de las zonas topográficamente más altas.

6. Los datos obtenidos a partir de los diagramas de Stiff y Piper, nos indican que la composición de las aguas de esta laguna son de tipo cloruradas-sódicas; donde los iones en disolución más abundantes, son los sódicos-magnésicos y le siguen en orden de abundancia los iones cloro.

BIBLIOGRAFIA.

CASTANY, G. (1971): *Tratado práctico de las aguas subterráneas*. Omega. Madrid.

CATALAN LA FUENTE, J. (1981): *Química del agua*. Talleres Gráficos Alonso.

CUSTODIO, E. y LLAMAS, M.R. (1976): *Hidrología Subterránea*. Omega. Madrid.

DAVIS, S.N. y DE WIEST, R.J.M. (1971): *Hidrogeología*. Ariel. Madrid.

DEGREMONT (1979): *Manual técnico del agua*. Degremont. Madrid.

ITGE (1974): *Informe Hidrogeológico para la Escuela Naval Militar de Marín (Pontevedra)*.

ITGE (1982): *Investigación hidrogeológica básica de Galicia*. IBERGESA.

MARTINEZ GRAÑA, A. y YEPES TEMIÑO, J. (1993): *Estudio hidrogeológico en ecosistemas de zonas húmedas, para la evaluación de la vulnerabilidad a la contaminación por los vertidos*

industriales y residuos sólidos urbanos. Zona de Terra Cha (Lugo). Consellería de Agricultura, Ganadería e Montes. Ed. Xunta de Galicia.

PULIDO, J.L. (1978): *Hidrología Practica*. Urmo. Madrid.

WARD, R.C. (1975): *Principles of Hidrology*. Mc. Graw-Hill.

XUNTA DE GALICIA (1990): *Proyecto del Plan hidrológico de las Cuencas de Galicia Costa*. 19 Vol. Consellería de Ordenación del Territorio y Obras Públicas (C.O.T.O.P.) de la Xunta de Galicia. EPTISA, IDASA.