

COBRE SAN RAFAEL

# CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DEL LAGO DE VIEIRO

MINA DE TOURO

Ricardo Juncosa Rivera, Jorge Delgado Martín y José Luis Cereiño  
Arango

2018

# CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DEL LAGO DE VIEIRO. MINA DE TOURO

## ÍNDICE

<b>1. ANTECEDENTES</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETO DEL ESTUDIO</b>	<b>2</b>
<b>3. METODOLOGÍA</b>	<b>3</b>
<b>4. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO</b>	<b>4</b>
4.1. LOCALIZACIÓN	4
4.2. UBICACIÓN DEL LAGO DE VIEIRO	4
<b>5. PROCEDIMIENTOS ANALÍTICOS Y DE MUESTREO</b>	<b>5</b>
5.1. TOMA DE MUESTRAS	5
5.2. PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS	8
<b>6. RESULTADOS</b>	<b>10</b>
6.1. CAMPAÑA DE MUESTREO 2015	10
6.1.1. MUESTREO Y DETERMINACIONES	10
6.1.2. CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA DEL LAGO	12
6.1.3. CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA	16
6.2. CAMPAÑA DE MUESTREO 2018	17
6.2.1. MUESTREO Y DETERMINACIONES	17
6.2.2. CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA	22
6.2.3. CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS	24
6.2.3.1. VOLUMEN DE LODOS	24
6.2.3.2. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LOS LODOS	28
<b>ANEXO I. REFERENCIAS</b>	<b>32</b>
<b>ANEXO II. ANÁLISIS QUÍMICOS</b>	<b>35</b>
<b>ANEXO III. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS</b>	<b>55</b>
<b>ANEXO IV. ANÁLISIS DE SEDIMENTOS</b>	<b>67</b>

## 1. ANTECEDENTES

La Mina de Touro se encuentra localizada a unos 29 km de la ciudad de Santiago de Compostela en la provincia de La Coruña. Dicha mina fue explotada durante los años 70 y 80 del siglo pasado mediante técnicas de minería a cielo abierto para la extracción de mineral de cobre.

Con el fin de comenzar con las labores de aprovechamiento y reactivar la explotación de dicho mineral, se han encargado una serie de estudios y proyectos sobre diferentes materias. Entre ellas destacan los aspectos relacionados con la caracterización hidroquímica del lago de Vieiro.

## 2. OBJETO DEL ESTUDIO

El propósito de este estudio es el de caracterizar hidroquímicamente las aguas del lago de Vieiro, con el fin de depurarlas y utilizarlas en el desarrollo de la futura explotación.

Para ello, ha sido necesario realizar campañas de muestreo y medición de parámetros físico-químicos a lo largo de una columna vertical. Asimismo, se han tomado muestras del sedimento depositado en el fondo con el fin de realizar un estudio mineralógico del mismo.

### 3. METODOLOGÍA

Para la elaboración del presente estudio ha sido necesaria la realización de las siguientes actividades y tareas:

#### Actividad 1:

Tarea 1: Obtención de información relevante con respecto a la campaña realizada en 2015 en el lago de Vieiro.

Tarea 2: Campaña de muestreo en el lago, tomando muestras cada 2 metros.

Tarea 3: Medición de perfiles verticales de parámetros físico-químicos.

Tarea 4: Toma de muestras del sedimento.

#### Actividad 2:

Una vez obtenida y analizada toda la información disponible y ejecutado el trabajo de campo, se han realizado las siguientes tareas de gabinete y laboratorio:

Tarea 1: Análisis químicos de las muestras tomadas.

Tarea 2: Análisis microbiológicos de las muestra tomadas.

Tarea 3: Análisis mineralógicos del sedimento.

Tarea 4: Caracterización de las aguas y del sedimento.

Tarea 5: Evaluación de los resultados hidroquímicos e hidrobiológicos obtenidos.

## 4. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

### 4.1. LOCALIZACIÓN

A la zona de concesión se accede desde Santiago de Compostela a través de la carretera N-547 y, cerca de A Brea se toma la carretera local AC6602 hasta Cebreiro (San Xiao) (Juncosa et al.; 2015). En la Figura 1 se muestra la localización de la mina de Touro.

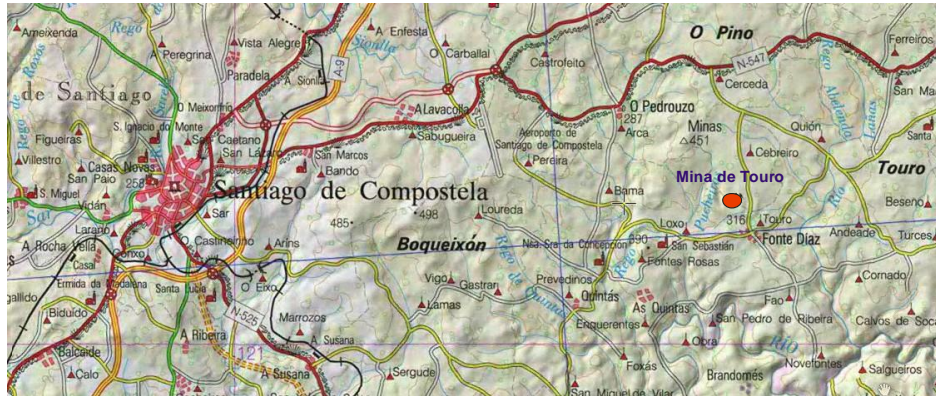


Figura 1. Localización de la Mina de Touro.

### 4.2. UBICACIÓN DEL LAGO DE VIEIRO

En la Figura 2 se muestra situación del lago Vieiro, cuyas coordenadas podrían asociarse a un punto situado en medio del lago. En este caso las coordenadas han sido: UTM X: 555.235,35; UTM Y: 4.748.269,56.

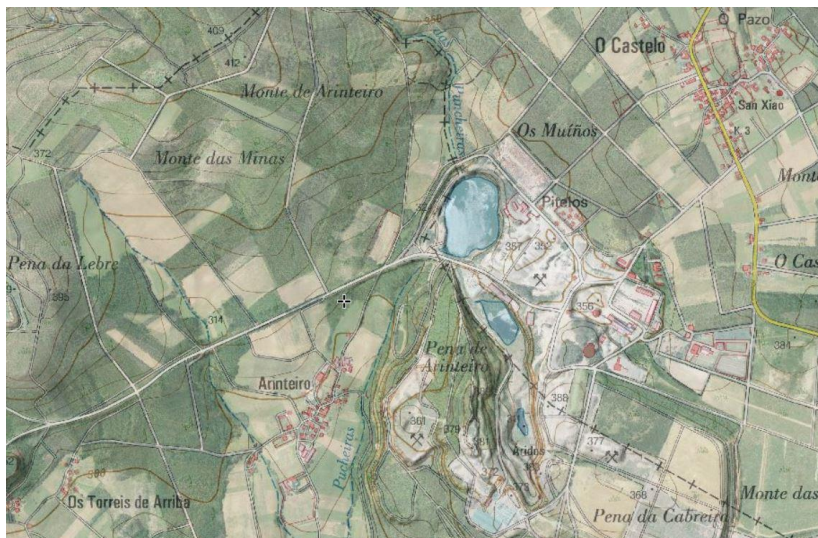


Figura 2. Ubicación del lago de Vieiro.

## 5. PROCEDIMIENTOS ANALÍTICOS Y DE MUESTREO

### 5.1. TOMA DE MUESTRAS

La toma de muestras de agua se realizó conforme a las técnicas convencionales descritas, por ejemplo, por López Geta et al. (1997) o las normas UNE-EN 25667-2 (1995) y UNE-EN 25667-3 (1996). En todos los casos se procedió a la determinación en el mismo punto de muestreo de todos los parámetros que se puedan medir in situ. El resto de los parámetros se determinarán en laboratorio de acuerdo con las técnicas y procedimientos que se describirán más adelante.

A continuación se describen las técnicas y aparatos de medida de los parámetros que se utilizarán in situ.

- El pH se puede medir con 3 equipos diferentes: a) pH-metro Hach SensION1 con electrodo relleno de gel (Ref. 51935-00); b) pH-metro HQ40d con compensación automática de temperatura e electrodo relleno de gel; c) una sonda multiparamétrica YSI-556 dotada de un electrodo de vidrio combinado. En todos los casos las sondas disponen de sistema de compensación automática de la temperatura.
- Las medidas de la conductividad específica y la temperatura se realizan con 3 equipos: a) un conductivímetro portátil HACH sensION5; b) una sonda de conductividad de 4 polos (Ref. 51975-00) y c) una sonda multiparamétrica YSI-556 dotada de un sensor tetraelectródico. En todos los casos las sondas disponen de sistema de compensación automática de la temperatura.
- Para la medida de la concentración de oxígeno disuelto se emplean 4 equipos diferentes: a) HACH HQ10 acoplado a un optoelectrodo LDO (Ref. 51815-00); b) CRISON con oxímetro OXI330 y sensor de membrana CELLOX325 (Ref.201533); c) HQ40d con sonda óptica LDO 101 (Ref.HQ40d18); d) sonda multiparamétrica YSI-556 equipada con un sensor polarográfico fijo.
- Para la medida del potencial de oxidación-reducción (ORP) se emplean 3 equipos portátiles: a) HACH sensION1 acoplado a un electrodo de platino combinado (Ref. 51937-00). Para este equipo se emplean dos electrodos diferentes: uno con cartucho de gel y otro relleno de gel (ver fotos en Anejo III); b) ORION Model 250a con electrodo de referencia *Electrode Reference Double Junction* (Model 90-02); c) sonda multiparamétrica YSI-556 con sensor ORP de botón de platino en electrodo combinado. La corrección del potencial estándar de electrodo ( $E_0$ , que es función del tipo de electrodo) al electrodo estándar de hidrógeno ( $E_H$ ) se realiza, para los distintos equipos, empleando las fórmulas recogidas en la Tabla 1.

Expresión (mV)	Equipo	Referencia
$E_H = E_0 + (-0.8286 \times T + 229)$	Electrodo HACH SensION1	Manual de uso del electrodo HACH
$E_H = E_0 + (-0.0073 \times T^2 - 0.32 \times T + 235)$	Sondas YSI 556 MPS, YSI 6600 V2 y electrodo HACH SensION1	Manual de uso del electrodo HACH
$E_H = E_0 - 0.198 \times (T - 25) + \sqrt{50230 - 295 \times T}$	Sonda Hydrolab MS5	Wolkersdofer, C. (2008) Water management at abandoned flooded underground mines. Ed. Springer, 465 pp.

**Tabla 1.** Expresiones empleadas para el recálculo del potencial estándar de electrodo, ORP ( $E_0$ ), respecto del electrodo estándar de hidrógeno ( $E_H$ ), de acuerdo con los distintos equipos empleados.

También se utilizó una sonda multiparamétrica, YSI 556 MPS que puede medir de una sola vez todos los parámetros que, de forma individual, miden los aparatos anteriores. El equipo YSI 556 MPS es un sistema de medición multiparamétrica que dispone de barómetro y datalogger externo con display, conectado por un cable al sistema de sensores. El datalogger posee una capacidad de memoria de 1.5 MB (49.000 registros y 6 parámetros por registro) que permite guardar tanto muestras discretas como continuas. Los parámetros medidos con este equipo son el pH (electrodo combinado de vidrio), ORP (electrodo de platino), temperatura (termistor tipo YSI Precision™), conductividad eléctrica (sensor de 4 polos con autoajuste) y oxígeno disuelto (sensor de membrana tipo “estado estacionario polarográfico”). También se dispone de la sonda modelo YSI 6600 V2, que permite medir, además de los anteriores parámetros, el potencial de oxidación/reducción (electrodo de referencia de Ag/AgCl), la turbidez (óptico mod. *YSI 6136 deep turbidity probe*) y la clorofila (óptico y autolimpiable mod. *YSI 6025 chlorophyll sensor*) en profundidad.

Todos los equipos fueron adecuadamente verificados y/o calibrados antes de proceder a las medidas en el campo. Las características materiales empleadas para los muestreos se detallan en la Tabla 2.

Para la toma de muestras del sedimentos se posee una cuchara Ekman, la cual dispone de un torpedo que es lanzado desde la superficie, una vez que la cuchara, con su cazo abierto, se deposita en el sustrato terroso.

El torpedo activa un resorte que obliga a cerrar el cazo quedando el sedimento atrapado en su interior.



Parámetro	Material del Recipiente	Volumen Típico (ml)	Procedimiento de Conservación	Tiempo Máximo de Conservación antes del Análisis
pH	HDPE (plástico)	100 Llenar el recipiente por completo	Refrigerar entre 1°C e 5°C	6 horas
Turbidez	HDPE (plástico)	100	Refrigerar entre 1°C e 5°C. Evitar contacto con la luz	24 horas
Sólidos en Suspensión Totales	HDPE (plástico)	500	Refrigerar entre 1°C e 5°C	2 días
Acidez y Alcalinidad	HDPE (plástico)	500 Llenar el recipiente por completo	Refrigerar entre 2°C e 5°C	24 horas Preferible el análisis in situ. Pueden ser aceptables tiempos más largos (hasta 14 días)
Fe <sup>2+</sup> e Fe <sup>3+</sup>	Vidrio opaco lavado con ácido	100	Acidificar con HCl entre pH 1 y 2, y exclusión del oxígeno atmosférico	7 días
Amonio	HDPE (plástico)	500	Filtrado, acidificado con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> y conservado entre 1°C e 5°C	21 días
Sólidos Disueltos Totales	HDPE (plástico)	100	Refrigerar entre 1°C e 5°C	24 horas
Aniones (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	HDPE (plástico)	500	Filtrado y conservado entre 1°C e 5°C	24 horas
Cationes (Fe, Mn, Zn, Ni, Cr, Cd, Pb, Se <sup>(*)</sup> , Hg <sup>(*)</sup> , Al)	HDPE (plástico) lavado con ácido	100 (*)Mejor muestrear 500	Acidificar hasta pH entre 1 y 2 con HNO <sub>3</sub>	1 mes
N total	HDPE (plástico) lavado con agua miliQ	10 Llenar el recipiente por completo	ajustar el pH de las muestras entre 1 y 2 con ácido sulfúrico (2 ml/l) y conservar en la nevera a 4°C	28 días
P total	Vidrio ambar lavado con HCl (1:1)	50 Llenar el recipiente por completo	ajustar el pH de las muestras entre 1 y 2 con ácido sulfúrico (2 ml/l) y conservar en la nevera a 4°C	28 días

**Tabla 2.** Características de los materiales empleados en la recogida de muestras más comunes, procedimientos de conservación y tiempo máximo recomendado de conservación antes del análisis.



## 5.2. PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS

Los métodos utilizados en los procedimientos analíticos mensuales son los que se contemplan en los Standard Methods (APHA, 1998).

Para el análisis de aguas en el laboratorio se toman alícuotas en cada punto de muestreo separando varios recipientes en función del analito objetivo. Para el análisis de aniones, el agua muestreada se introduce en botes de PTFE de 1000 ml, previamente lavados en el laboratorio y enjuagados no menos de tres veces con el agua a muestrear. Para el análisis de cationes se emplean botes de PTFE de 250 ml, previamente desmineralizados en un baño de HNO<sub>3</sub> al 5% durante 24 h y, después, aclarados tres veces con agua de calidad Milli-Q. Así, en cada punto de muestreo el agua se filtra a través de una membrana desechable de nitrato de celulosa de 0.45  $\mu\text{m}$ , tras lo que se acidifica con HNO<sub>3</sub> concentrado hasta pH < 2.

Para la medida de la alcalinidad se toman las correspondientes alícuotas, que se filtran en el laboratorio antes de proceder a su análisis antes de transcurrir 24 horas desde el momento de su muestreo. La determinación de la alcalinidad (y, en su caso, de la acidez) de las muestras se realizan en el laboratorio. Para la determinación de la alcalinidad se realizan valoraciones con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.02 N hasta pH 3.5. En el caso de la acidez se emplea NaOH y los métodos del azul de bromofenol (pH=3.7) y de la fenolftaleína (pH=8.3).

Tras la toma, las muestras se transportan y entregan, para los análisis de aniones y amonio al laboratorio, siempre el mismo día de muestreo. La custodia y preservación de las muestras se verifican conforme a los procedimientos y protocolos internos que tenga establecido el laboratorio acreditado.

Por otra parte, las determinaciones de metales y metaloides se pueden realizar mediante ICP-MS.

El laboratorio cuenta con instrumental y personal especializado para la realización de todas las determinaciones requeridas en el estudio. A continuación se indican los métodos analíticos empleados en las determinaciones:

- Para el análisis de SO<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub> y PO<sub>4</sub>, la alícuota de agua correspondiente se hace pasar a través de un filtro Millipore MILLEX HN (0.45  $\mu\text{m}$ ), siendo las concentraciones analizadas mediante un cromatógrafo iónico 850 Professional IC (Metrohm). En el caso particular del amonio se emplea un equipo Aquakem 250, fabricado por la empresa Labmedics.
- La medida de la demanda biológica de oxígeno a 5 días (DBO<sub>5</sub>) se efectúa de acuerdo con el método 5210B (*Prueba de ROB de 5 días*) de los Métodos Normalizados de Análisis ("*Standard Methods*"; APHA, 1998). El método consiste en llenar un frasco hermético (botella de incubación) de unos 300 ml de capacidad con una muestra de agua hasta rebosar e incubarlo a 20°C durante 5 días. El oxígeno disuelto se mide antes y después de la incubación, y la DBO<sub>5</sub> se calcula mediante la diferencia entre la concentración de oxígeno disuelto inicial y final.

- La determinación de los sólidos disueltos se lleva a cabo tras la evaporación a 180 °C del agua y pesado del residuo remanente (gravimetría).
- La determinación del nitrógeno total se realiza siguiendo el método descrito en el manual del espectrofotómetro Hach DR 4000, método 10071 (Rango de 0 a 25 mg/l): a) Añadir un sobre de reactivo de persulfato de nitrógeno a cada uno de los dos viales de hidróxido de nitrógeno total; b) Añadir 2 ml de muestra a un tubo y al otro 2 ml de agua destilada (el blanco). Cerrar y agitar vigorosamente; c) Encender el digestor (calefactor) y calentar a 105 °C durante 30 minutos y dejar enfriar a temperatura ambiente; d) Añadir a cada vial un sobre de reactivo A. Cerrar y agitar; e) En el DR4000 seleccionar el programa 2558 y presionar la tecla “Start timer” y esperar 3 minutos, f) Añadir reactivo B, cerrar y agitar, presionar la tecla “Start timer” y esperar 2 minutos; g) Después de los dos minutos, pipetear 2 ml del vial con la muestra digerida y tratada y añadirlos al vial con el reactivo C; h) Hacer lo mismo con el vial que contiene el blanco. Cerrar los dos viales y agitar. Cuidado, los viales se calentarán; i) Presionar la tecla del tiempo y esperar 5 minutos; j) Tras los 5 minutos de espera, colocar en el DR4000 el adaptador para viales. Limpiar el vial que contiene el blanco, cerrar la tapa y presionar la tecla “Zero”; k) A continuación limpiar el vial con la muestra e introducirlo en el espectrofotómetro DR4000, el resultado en mg/l de nitrógeno total aparecerá en la pantalla.
- La determinación del fósforo total se realiza siguiendo el método descrito en el manual del espectrofotómetro Hach DR 4000, método 8190. El espectrofotómetro obtiene resultados en fosfato con un rango de 0.06 a 3.5 mg/l  $\text{PO}_4^{3-}$ , o en fósforo total con un rango de 0.02 a 1.1 mg/l P. Procedimiento: a) En un Erlenmeyer añadir 25 ml de muestra, un sobre de persulfato de potasio y agitar hasta su total disolución. Añadir 2 ml de ácido sulfúrico; b) Digerir durante 30 minutos en placa calefactora, con cuidado de que no se evapore demasiado, manteniendo el volumen de muestra en torno a 20 ml, añadiendo pequeñas cantidades de agua destilada; c) Atemperar la muestra, añadir 2 ml de NaOH, trasvasar a una probeta de 25 ml y enrasar con agua destilada hasta 25 ml; d) Añadir al vial de reactivos 5 ml de muestra, un sobre de persulfato potásico y agitar vigorosamente; e) Llevar al digestor durante 30 minutos a 15 °C. Dejar enfriar a temperatura ambiente; f) Añadir 2 ml de de NaOH del kit, cerrar y agitar; g) En el espectrofotómetro colocar el adaptador para tubos, en la pantalla con la tecla “Hach Program” seleccionar el programa 3036, limpiar el vial, colocarlo en el adaptador y cerrar la tapa del DR4000 y presionar la tecla “zero”; h) Sacar el vial, añadir un sobre de PhosVer3 Powder Pillow, agitar durante 15 segundos, esperar dos minutos (presionar tecla “Start Timer”); i) Limpiar el vial, colocarlo en el DR 4000, cerrar la tapa y anotar el resultado.

## 6. RESULTADOS

### 6.1. CAMPAÑA DE MUESTREO 2015

#### 6.1.1. MUESTREO Y DETERMINACIONES

En el mes de septiembre de 2015 se realizó una campaña de muestreo de las aguas del hueco minero de Vieiro. Para el caso del lago minero se utilizó una embarcación y, mediante una sonda batimétrica Garmin, se identificó el punto más profundo.

En dicho punto se determinó una profundidad máxima de unos 22 m. Se tomaron muestras cada 2 metros y se realizaron perfiles mediante una sonda multiparamétrica YSI-6600 que permite medir el pH, ORP, Temperatura, Conductividad específica y oxígeno disuelto.

En las Figuras 3 y 4 se muestran los distintos perfiles obtenidos con dicha sonda.

Para la toma de muestras en profundidad se utilizó una botella tipo Kemmerer, la cual se hizo descender y ascender manualmente con la ayuda de una cuerda graduada en metros, tomando la muestra a la profundidad considerada mediante un emisario.

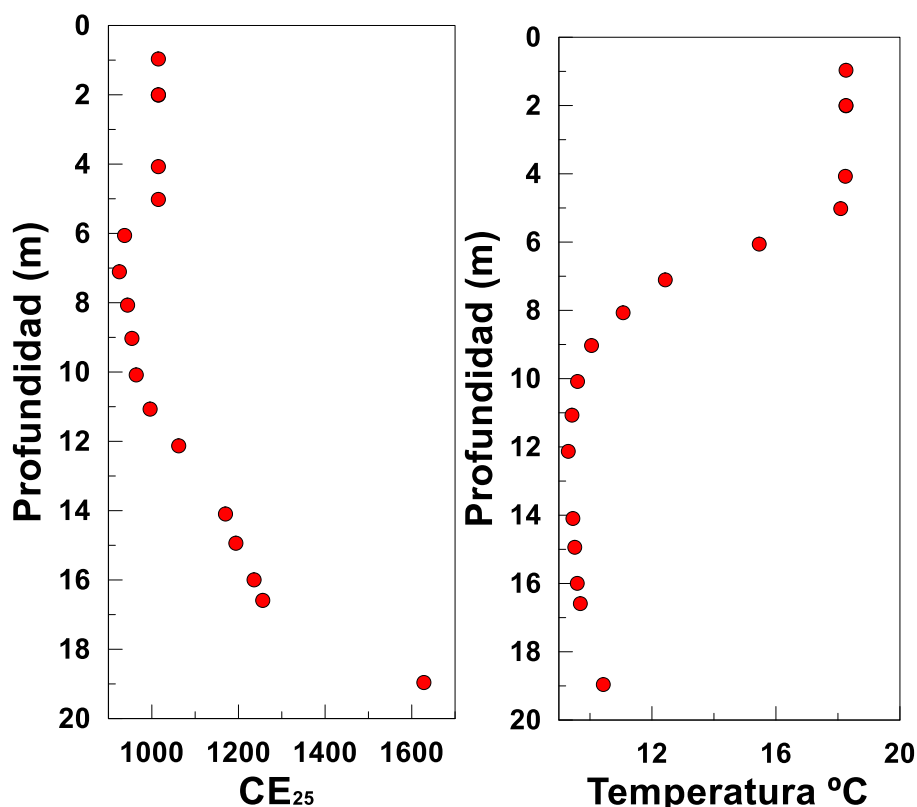


Figura 3. Perfiles de CE<sub>25</sub> (en µs/cm) y Temperatura del lago de Vieiro. Septiembre 2015

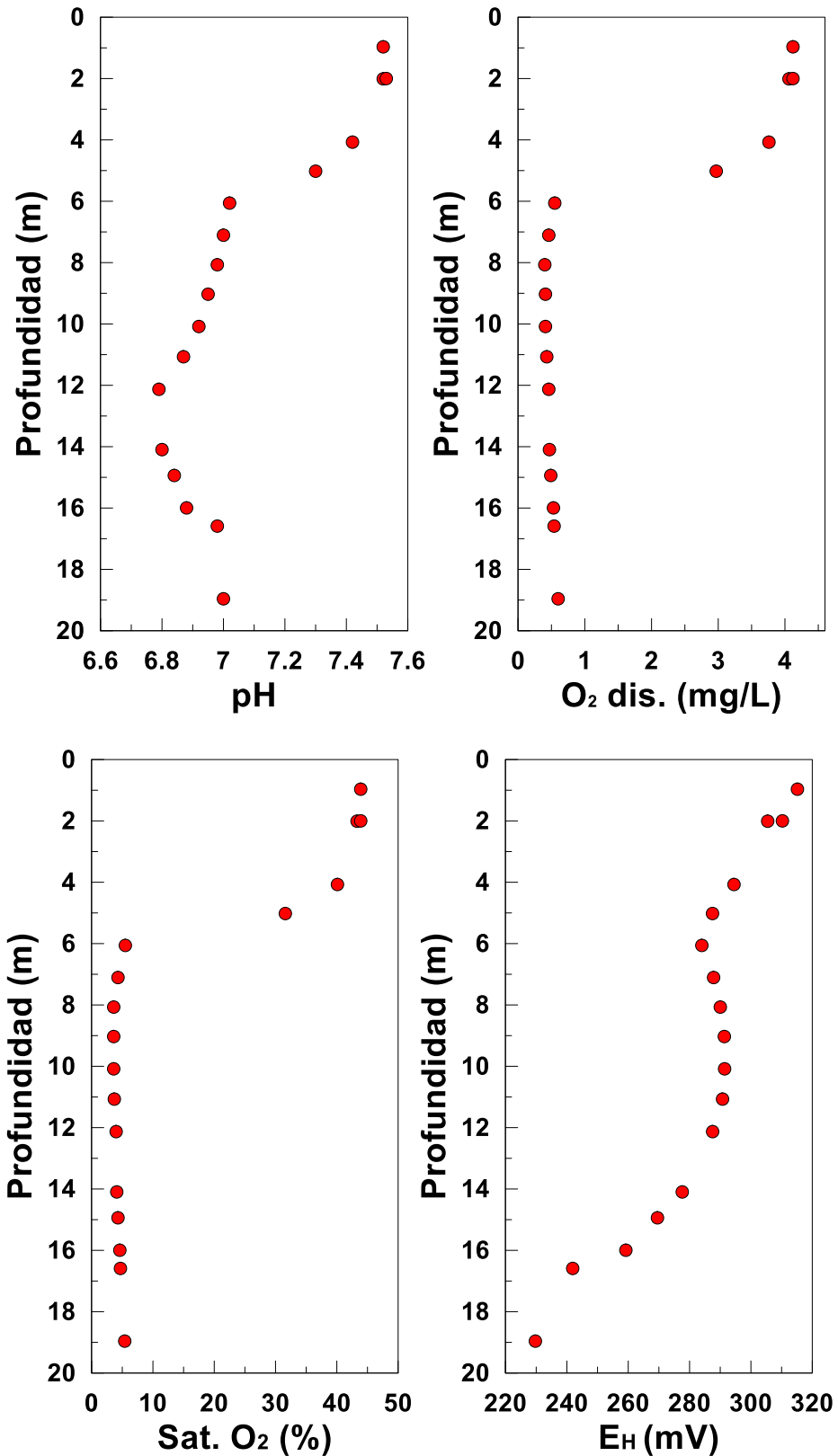


Figura 4. Perfiles del pH, Oxígeno disuelto, Eh y Oxígeno disuelto en % del lago de Vieiro. Septiembre 2015

En las Tablas 3, 4 y 5 se muestran los resultados obtenidos en las mediciones hechas in situ y los obtenidos en el laboratorio.

Profundidad (m)	Tª (°C)	pH	CE <sub>25</sub> (μS/cm)	Eh (mV)	TURBIDEZ (UNT)	SATURACION O <sub>2</sub> (%)
<b>Superficie</b>	18.26	7.52	1015	315	<0.1	43.9
<b>2</b>	18.26	7.52	1015	305	<0.1	43.3
<b>4</b>	18.24	7.42	1015	294	<0.1	40.1
<b>6</b>	15.46	7.02	937	284	1.2	5.5
<b>8</b>	11.07	6.98	944	290	8.7	3.6
<b>10</b>	9.60	6.92	964	291	16.0	3.6
<b>12</b>	9.30	6.79	1062	287	13.3	4.0
<b>14</b>	9.45	6.80	1170	278	12.5	4.1
<b>16</b>	9.59	6.88	1236	259	12.3	4.6
<b>18</b>	9.69	6.98	1256	242	17.6	4.7
<b>20</b>	10.43	7.00	1628	230	<0.1	5.4

**Tabla 3.** Medidas in situ en el lago Vieiro. Septiembre 2015.

Profundidad (m)	pH	CE <sub>25</sub> (μS/cm)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	TSS (mg/l)	Acidez (mg/lCaCO <sub>3</sub> )	Alcalinidad (mg/lCaCO <sub>3</sub> )	TURBIDEZ (UNT)	Sulfuro (mg/l)
<b>Superficie</b>	7.25	876	6.80	4.0	11.6	103.92	0.76	<0.1
<b>2</b>	7.32	861	7.90	4.8	10.0	47.63	0.60	<0.1
<b>4</b>	7.32	875	7.48	4.8	10.6	56.75	0.24	<0.1
<b>6</b>	7.28	881	7.78	6.0	11.4	47.82	1.11	<0.1
<b>8</b>	6.88	882	7.01	6.4	16.4	44.00	0.08	<0.1
<b>10</b>	6.85	816	7.76	6.8	17.6	39.52	1.14	<0.1
<b>12</b>	6.50	1009	7.53	38.0	40.4	59.85	159	<0.1
<b>14</b>	6.95	872	7.39	22.8	22.4	58.34	66	<0.1
<b>16</b>	6.57	945	7.32	29.2	39.1	48.04	115	<0.1
<b>18</b>	6.50	1004	7.64	33.8	46.2	48.80	179	<0.1
<b>20</b>	6.69	929	7.13	24.0	17.7	46.82	101	<0.1

**Tabla 4.** Resultados de distintos parámetros y elementos en el lago Vieiro. Septiembre 2015.

### 6.1.2. CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA DEL LAGO

A parte de las mediciones realizadas y las determinaciones in situ se hizo una caracterización morfométrica de lago mediante la ejecución de una batimetría.

La caracterización morfométrica preliminar del lago de Vieiro proporciona los siguientes datos referidos a la cota de 310 m sobre el nivel del mar:



Área ( $A_0$ ) = 53.27 ha

Volumen ( $V_0$ ) = 0.60 hm<sup>3</sup>

Profundidad máxima ( $z_{max}$ ) = 20.8 m

Profundidad media ( $V_0/A_0$ ) = 11.22 m

Longitud del perímetro ( $S_L$ ) = 903.4 m

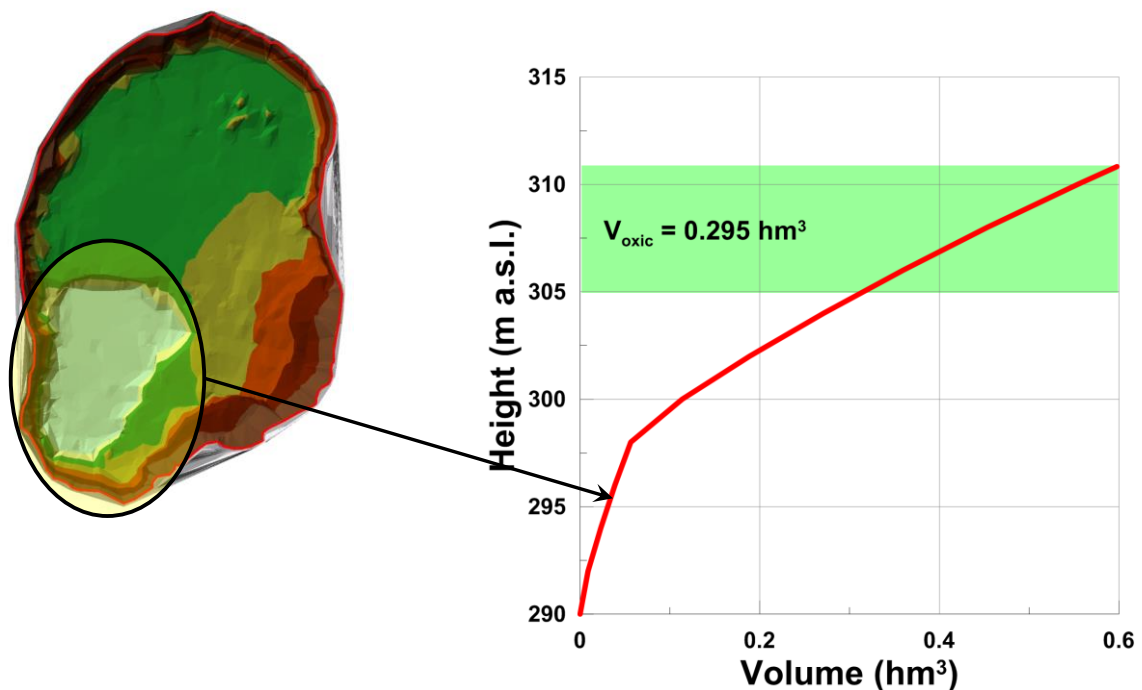
Índice de desarrollo del litoral ( $D_L$ ) = 1.104

Cuerda máxima ( $L$ ) = 330.17 m

Amplitud máxima ( $b$ ) = 216.16 m

Amplitud media ( $A_0/L$ ) = 161.34 m.

Asimismo, en la Figura 5 se presenta de forma gráfica la relación cota-volumen del lago determinada en 2015.



Profundidad (m)	N <sub>total</sub> (mg/l)	NH <sub>4</sub> (mg/l)	F (mg/l)	Cl (mg/l)	NO <sub>2</sub> (mg/l)	Br (mg/l)	NO <sub>3</sub> (mg/l)	PO <sub>4</sub> (mg/l)	SO <sub>4</sub> (mg/l)	CID (mg/l)	COD (mg/l)	COT (mg/l)
<b>Superficie</b>	5.66	6.88	0.23	29.5	0.093	0.12	0.37	<0.044	389	23.4	2.60	26.0
<b>2</b>	5.46	6.71	0.23	29.6	0.085	0.12	0.36	<0.044	390	23.3	2.77	26.0
<b>4</b>	5.64	6.73	0.23	29.6	0.093	0.12	0.39	<0.044	390	23.1	2.77	25.9
<b>6</b>	5.41	7.01	0.23	29.6	0.093	0.12	0.36	<0.044	390	23.9	2.46	26.4
<b>8</b>	5.70	8.84	0.21	28.0	<0.030	0.12	<0.10	<0.044	366	19.1	2.44	21.6
<b>10</b>	6.12	8.69	0.20	27.9	<0.030	0.12	<0.10	<0.044	361	19.1	1.90	21.0
<b>12</b>	6.97	10.1	0.21	30.8	<0.030	0.15	<0.10	<0.044	506	25.8	1.11	26.9
<b>14</b>	10.07	12.4	0.22	28.9	<0.030	0.13	<0.10	<0.044	373	28.8	1.36	30.1
<b>16</b>	8.90	11.0	0.21	30.1	<0.030	0.13	<0.10	<0.044	457	20.3	2.29	22.6
<b>18</b>	8.77	10.1	0.21	30.9	<0.030	0.15	<0.10	<0.044	509	21.0	2.48	23.4
<b>20</b>	8.95	10.8	0.21	29.9	<0.030	0.13	<0.10	<0.044	445	20.4	2.60	23.0

**Tabla 5.** Resultados de las analíticas de las muestras recogidas en el lago Vieiro. Septiembre 2015.

Profundidad (m)	Na (mg/l)	Mg (mg/l)	Si (mg/L)	Ca (mg/L)	K (mg/l)	Mn (µg/l)	Fe (µg/l)	P <sub>total</sub> (mg/l)	Cd (µg/l)
<b>Superficie</b>	37.9	38.7	6.86	91.4	18.8	8317	7.2	<0.010	<0.25
<b>2</b>	35.9	37.3	6.99	85.8	18.3	8196	6.0	<0.010	<0.25
<b>4</b>	37.4	37.8	6.77	90.0	18.2	8186	7.0	0.013	<0.25
<b>6</b>	36.9	37.2	6.77	88.8	17.9	8047	7.4	0.024	<0.25
<b>8</b>	31.6	32.6	6.42	79.0	15.9	7007	4.1	<0.010	<0.25
<b>10</b>	31.5	34.2	6.80	86.8	17.1	6600	5.4	0.012	<0.25
<b>12</b>	34.5	53.9	8.32	147	16.1	8995	10523	0.031	<0.25
<b>14</b>	30.7	38.4	7.22	94.5	16.2	7182	1391	0.020	<0.25
<b>16</b>	31.2	45.7	8.33	114	18.5	8203	8251	0.034	<0.25
<b>18</b>	32.9	52.3	7.72	124	15.1	9323	13424	0.035	<0.25
<b>20</b>	29.9	43.2	7.30	94.6	15.1	8016	7757	0.023	<0.25

**Tabla 5 (continuación).** Resultados de las analíticas de las muestras recogidas en el lago Vieiro. Septiembre 2015.





Profundidad (m)	Ba (µg/l)	Pb (µg/l)	Cr (µg/l)	Co (µg/l)	Ni (µg/l)	Cu (µg/l)	Sr (µg/l)	As (µg/l)	Al (µg/l)
<b>Superficie</b>	53	<0.50	<1.0	25	32	9.3	307	0.55	18
<b>2</b>	50	<0.50	<1.0	25	32	6.7	298	0.56	14
<b>4</b>	55	<0.50	<1.0	26	31	6.7	300	0.60	22
<b>6</b>	51	<0.50	<1.0	23	30	2.9	284	0.54	13
<b>8</b>	36	<0.50	<1.0	13	16.0	18	250	<0.50	1.2
<b>10</b>	31	<0.50	<1.0	8.5	9.7	22	239	0.54	<1.0
<b>12</b>	32	<0.50	<1.0	30	25	17	295	<0.50	<1.0
<b>14</b>	29	<0.50	<1.0	6.4	7.1	13.1	232	0.52	3.7
<b>16</b>	30	<0.50	<1.0	14	11.2	12.2	251	<0.50	<1.0
<b>18</b>	21	<0.50	<1.0	29	26	10.7	293	<0.50	<1.0
<b>20</b>	32	<0.50	<1.0	11.9	10.4	13.1	250	<0.50	<1.0

**Tabla 5 (continuación).** Resultados de las analíticas de las muestras recogidas en el lago Vieiro. Septiembre 2015.

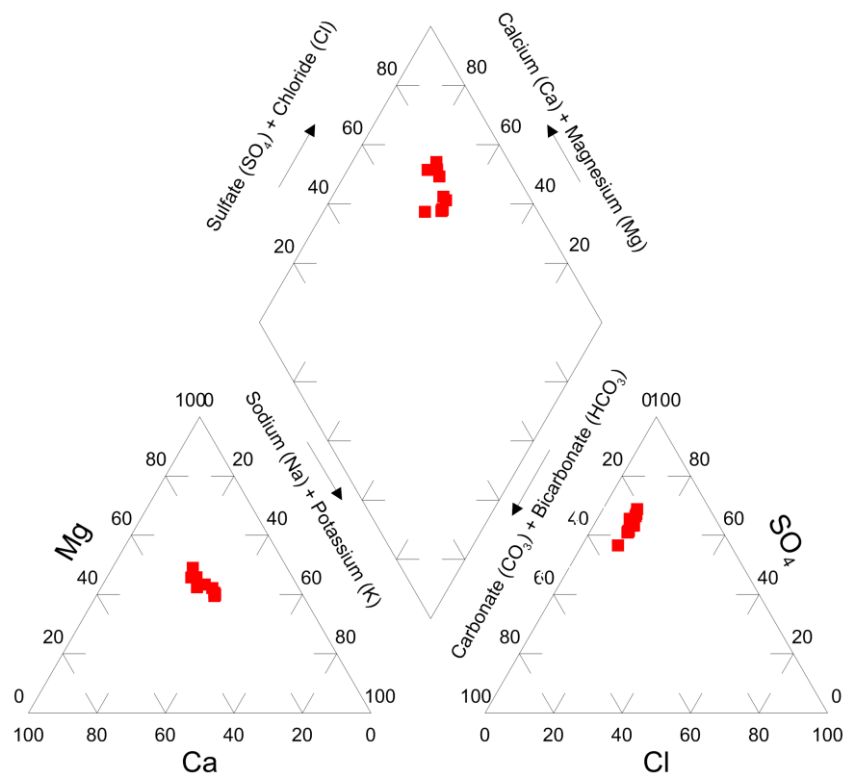
Profundidad (m)	B (µg/l)	Hg (µg/l)	Li (µg/l)	Mo (µg/l)	Sb (µg/l)	Se (µg/l)	Sn (µg/l)	Zn (µg/l)	Be (µg/l)
<b>Superficie</b>	163	<0.05	16.8	1.09	0.14	<0.50	<0.50	22.1	<0.25
<b>2</b>	164	<0.05	16.4	1.11	0.16	<0.50	<0.50	18.7	<0.25
<b>4</b>	168	<0.05	17.0	1.15	0.14	<0.50	<0.50	14.6	<0.25
<b>6</b>	161	<0.05	15.7	1.06	0.13	<0.50	<0.50	11.2	<0.25
<b>8</b>	169	<0.05	15.5	0.60	<0.10	<0.50	<0.50	16.3	<0.25
<b>10</b>	168	<0.05	15.3	0.34	<0.10	<0.50	<0.50	13.0	<0.25
<b>12</b>	180	<0.05	16.9	0.24	<0.10	<0.50	<0.50	30.6	<0.25
<b>14</b>	180	<0.05	14.7	0.25	<0.10	<0.50	<0.50	74.7	<0.25
<b>16</b>	176	<0.05	16.3	0.23	<0.10	<0.50	<0.50	7.75	<0.25
<b>18</b>	178	<0.05	16.3	0.26	<0.10	<0.50	<0.50	9.92	<0.25
<b>20</b>	166	<0.05	15.4	0.27	<0.10	<0.50	<0.50	6.66	<0.25

**Tabla 5 (continuación).** Resultados de las analíticas de las muestras recogidas en el lago Vieiro. Septiembre 2015.



### 6.1.3. CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA

En la Figura 6 se muestra la composición química de los constituyentes mayoritarios del lago en forma de diagrama de Piper-Hill. De acuerdo con el mismo se observa que, en su conjunto, las aguas son de tipo sulfatado (-bicarbonatado) sódico-cálcico magnésicas, sin diferencias significativas (a esta escala y para estos constituyentes) del fondo a la superficie del lago.



**Figura 6.** Diagrama de Piper-Hill con proyección de la composición química de las aguas muestreadas en el lago de Vieiro. Septiembre 2015.

Los perfiles de calidad realizados muestran una estructuración interna compleja en el lago, en el que se observa un sistema multiestratificado. En el día de muestreo en septiembre de 2015, el lago estaba térmicamente estratificado, con una termoclina situada a unos 5 – 6 m bajo la superficie (m b.s.).

Dicha frontera coincide también con ciertas fronteras químicas tales como la separación entre la masa de agua óxica superficial y la anóxica profunda (percibiéndose la presencia de especies reducidas de azufre, producto probable de la reducción de sulfato), una discreta acidificación del agua (que, con excepciones, tiene carácter neutro a débilmente alcalino en superficie) o, algo más abajo (~8 m b.s.), las concentraciones máximas de fitoplancton (a través de los picos de concentración de clorofila y ficocianina).

A mayor profundidad se identifican variaciones significativas en parámetros tales como la turbidez, concentración de sólidos en suspensión, concentraciones de carbono (orgánico e inorgánico), así como de múltiples

elementos traza que, en conjunto, obedecen a una dinámica compleja en la que los ciclos de actividad biológica y la descomposición de materia orgánica pueden jugar un papel preponderante.

## 6.2. CAMPAÑA DE MUESTREO 2018

### 6.2.1. MUESTREO Y DETERMINACIONES

El 11 de abril de 2018 se realizó una campaña de muestreo de las aguas del hueco minero de Vieiro y el 2 de julio de 2018 se tomaron muestras del sedimento del fondo del lago mediante una cuchara Ekman, con la ayuda de una embarcación.

Nuevamente, se tomaron muestras cada 2 metros y se realizaron perfiles mediante una sonda multiparamétrica YSI-6600 del pH, ORP, Temperatura, Conductividad específica y oxígeno disuelto. En las Figuras 7 y 8 se muestran los distintos perfiles obtenidos con dicha sonda.

Igualmente que en 2015, para la toma de muestras en profundidad se utilizó una botella tipo Kemmerer, la cual se hizo descender y ascender manualmente con la ayuda de una cuerda graduada en metros, tomando la muestra a la profundidad considerada mediante un emisario.

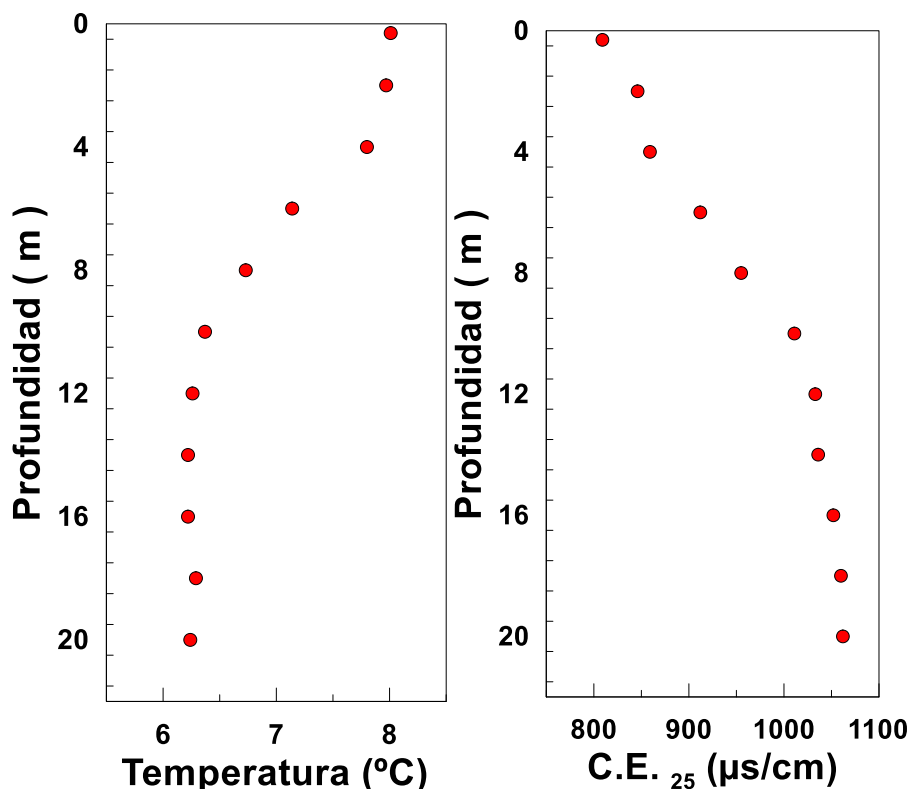


Figura 7. Perfiles de CE25 (en µs/cm) y Temperatura del lago de Vieiro. Abril 2018.

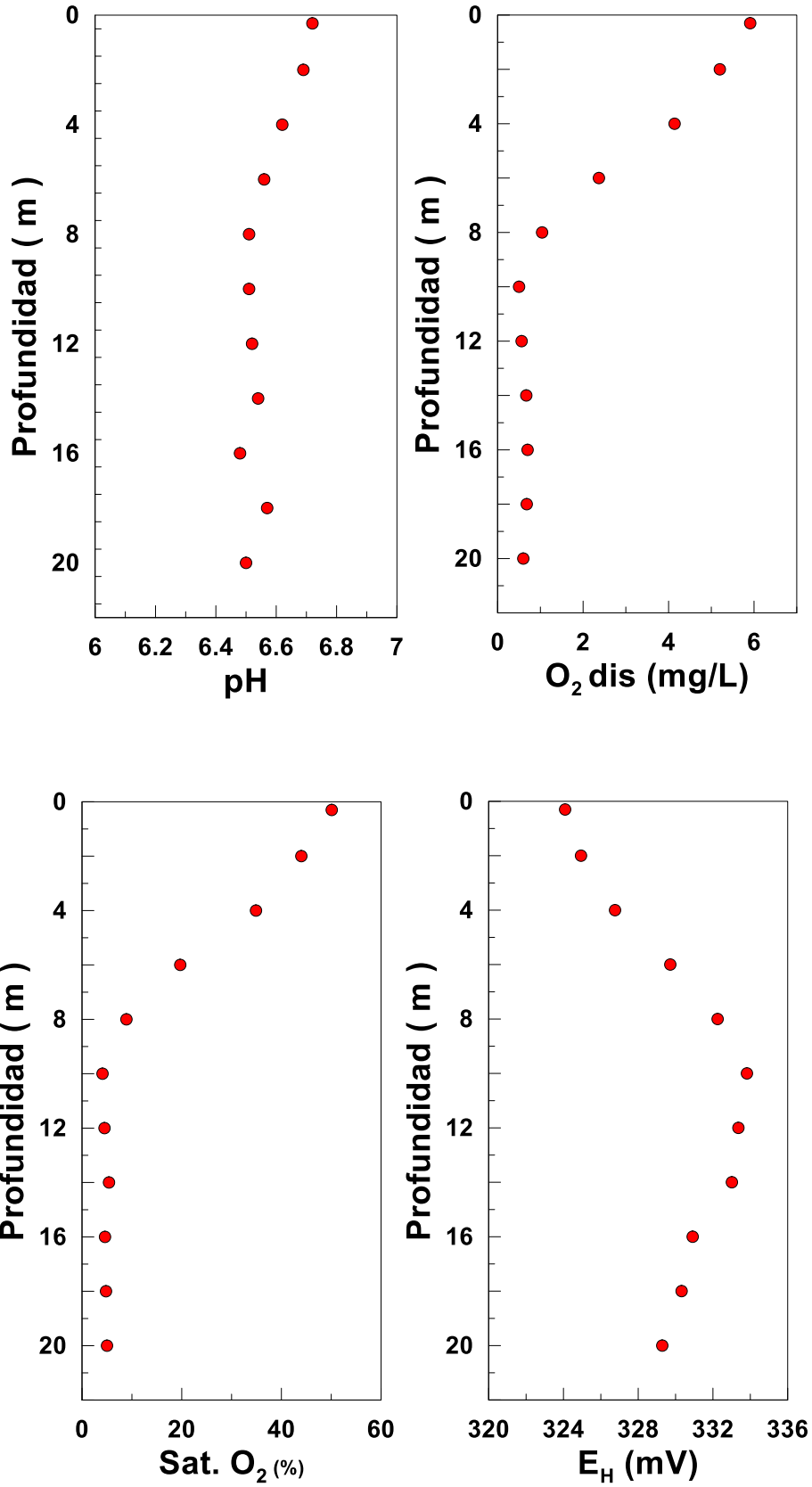


Figura 8. Perfiles del pH, Oxígeno disuelto, Eh y Oxígeno disuelto en % del lago de Vieiro. Abril 2018.



En las Tablas 6, 7 y 8 se muestran los resultados obtenidos en las mediciones hechas in situ y los obtenidos en el laboratorio en abril de 2018.

Profundidad (m)	Tª (°C)	pH	CE <sub>25</sub> (µS/cm)	Eh (mV)	TURBIDEZ (UNT)	SATURACION O <sub>2</sub> (%)
<b>Superficie</b>	8.01	6.72	809	324.1	<0.1	50.1
<b>2</b>	7.97	6.69	846	324.9	<0.1	44
<b>4</b>	7.8	6.62	859	326.8	<0.1	34.9
<b>6</b>	7.14	6.56	912	329.7	<0.1	19.7
<b>8</b>	6.73	6.51	955	332.3	<0.1	8.9
<b>10</b>	6.37	6.51	1011	333.8	1.0	4.1
<b>12</b>	6.26	6.52	1033	333.4	5.4	4.5
<b>14</b>	6.22	6.54	1036	333.0	8.4	5.4
<b>16</b>	6.22	6.48	1052	330.9	20.1	4.6
<b>18</b>	6.29	6.57	1060	330.3	29.1	4.8
<b>20</b>	6.24	6.5	1062	329.3	23.6	5.0

**Tabla 6.** Medidas in situ en el lago Vieiro. Abril 2018.

Profundidad (m)	pH	CE <sub>25</sub> (µS/cm)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	TSS (mg/l)	Alcalinidad (mg/lCaCO <sub>3</sub> )	TURBIDEZ (UNT)	Sulfuro (mg/l)
<b>Superficie</b>	7.04	856	5.87	<10	61.6	<0.1	<0.1
<b>2</b>	7.10	876	6.02	<10	62.2	<0.1	<0.1
<b>4</b>	7.13	890	4.38	<10	64.7	<0.1	<0.1
<b>6</b>	7.10	906	5.01	<10	66.3	<0.1	<0.1
<b>8</b>	7.02	961	4.67	<10	76.0	<0.1	<0.1
<b>10</b>	7.04	992	3.22	<10	84.3	1.0	<0.1
<b>12</b>	7.12	1043	6.99	<10	97.6	5.4	<0.1
<b>14</b>	7.16	1080	3.24	<10	106	8.4	<0.1
<b>16</b>	7.10	1009	5.00	<10	88.2	20.1	<0.1
<b>18</b>	7.16	1060	4.62	<10	101	29.1	<0.1
<b>20</b>	7.1	1084	3.23	<10	107	23.6	<0.1

**Tabla 7.** Resultados de distintos parámetros y elementos en el lago Vieiro. Abril 2018.

En 2018, se analizaron también parámetros microbiológicos en el lago. En la Tabla 9 se muestran los resultados obtenidos.

Profundidad (m)	N <sub>total</sub> (mg/l)	NH <sub>4</sub> (mg/l)	F (mg/l)	Cl (mg/l)	NO <sub>2</sub> (mg/l)	Br (mg/l)	NO <sub>3</sub> (mg/l)	PO <sub>4</sub> (mg/l)	SO <sub>4</sub> (mg/l)	CID (mg/l)	COD (mg/l)	CT (mg/l)
<b>Superficie</b>	4.61	4.35	0.163	45.4	0.278	0.099	4.11	<0.044	281	15.9	3.08	19.0
<b>2</b>	4.67	4.40	0.159	45.6	0.282	0.101	4.14	<0.044	287	16.2	3.06	19.2
<b>4</b>	5.14	4.56	0.161	47.1	0.288	0.100	4.22	<0.044	293	15.9	3.02	18.9
<b>6</b>	5.16	4.57	0.164	47.6	0.292	0.103	4.31	<0.044	300	17.2	3.00	20.2
<b>8</b>	5.40	4.83	0.185	48.6	0.324	0.107	4.62	<0.044	322	19.7	3.14	22.9
<b>10</b>	5.44	4.91	0.211	49.2	0.320	0.110	4.74	<0.044	331	22.2	3.14	25.3
<b>12</b>	5.41	5.01	0.247	50.1	0.319	0.117	4.57	<0.044	347	25.7	3.44	29.1
<b>14</b>	5.44	5.20	0.263	50.8	0.330	0.119	4.35	<0.044	360	28.2	3.53	31.7
<b>16</b>	5.43	4.95	0.221	49.3	0.319	0.109	4.68	<0.044	336	23.2	3.20	26.4
<b>18</b>	5.61	5.05	0.252	50.5	0.332	0.116	4.58	<0.044	352	26.7	3.49	30.2
<b>20</b>	5.47	2.71	0.267	51.0	0.317	0.119	4.25	<0.044	362	27.5	3.61	31.1

**Tabla 8.** Resultados de las analíticas de las muestras recogidas en el lago Vieiro. Abril 2018.

Profundidad (m)	Na (mg/l)	Mg (mg/l)	Si (mg/l)	Ca (mg/l)	K (mg/l)	Mn (µg/l)	Fe (µg/l)	P <sub>total</sub> (mg/l)	Cd (µg/l)
<b>Superficie</b>	38.0	24.3	5.7	68.5	16.6	3933	20	0.017	0.40
<b>2</b>	41.0	27.4	6.3	76.8	17.1	4276	3.5	0.017	0.39
<b>4</b>	39.9	26.1	6.0	74.1	17.0	4318	3.5	0.016	0.41
<b>6</b>	39.8	26.5	6.2	76.0	17.2	4364	17	0.021	0.41
<b>8</b>	41.6	30.0	6.4	82.2	18.2	4852	2.5	0.013	0.40
<b>10</b>	40.4	30.9	6.3	85.7	18.7	5078	2.6	0.020	0.36
<b>12</b>	42.9	33.1	6.2	91.8	19.0	5559	2.8	0.015	0.27
<b>14</b>	42.0	35.2	6.0	96.0	19.6	6135	2.7	0.015	<0.25
<b>16</b>	41.9	32.1	6.0	90.6	19.0	5239	6.4	0.017	0.32
<b>18</b>	42.9	34.9	6.4	96.6	20.2	5873	2.8	0.016	<0.25
<b>20</b>	43.8	36.3	6.4	96.9	20.0	5943	4.3	0.017	<0.25

**Tabla 8 (continuación).** Resultados de las analíticas de las muestras recogidas en el lago Vieiro. Abril 2018.



Profundidad (m)	Ba (µg/l)	Pb (µg/l)	Cr (µg/l)	Co (µg/l)	Ni (µg/l)	Cu (µg/l)	Sr (µg/l)	As (µg/l)	Al (µg/l)
<b>Superficie</b>	32	<0.50	<1.00	89	88	20	230	<0.50	24
<b>2</b>	33	<0.50	<1.00	95	89	13.7	233	<0.50	11
<b>4</b>	33	<0.50	<1.00	96	89	14.9	233	0.54	9.8
<b>6</b>	34	<0.50	<1.00	96	90	14.2	238	0.52	11
<b>8</b>	36	<0.50	<1.00	93	91	15.1	266	<0.50	11.0
<b>10</b>	37	<0.50	<1.00	85	82	14.5	273	0.52	8.3
<b>12</b>	37	<0.50	<1.00	76	70	12.0	291	<0.50	8.2
<b>14</b>	38	<0.50	<1.00	75	67	10.9	309	<0.50	6.9
<b>16</b>	36	<0.50	<1.00	82	78	13.4	284	<0.50	7.2
<b>18</b>	38	<0.50	<1.00	71	67	11.0	312	<0.50	7.1
<b>20</b>	39	<0.50	<1.00	69	65	8.3	324	<0.50	5.0

**Tabla 8 (continuación).** Resultados de las analíticas de las muestras recogidas en el lago Vieiro. Abril 2018.

Profundidad (m)	B (µg/l)	Hg (µg/l)	Li (µg/l)	Mo (µg/l)	Sb (µg/l)	Se (µg/l)	Sn (µg/l)	Zn (µg/l)	Be (µg/l)
<b>Superficie</b>	118	0.68	12.6	0.77	0.10	<0.50	<0.50	94	<0.25
<b>2</b>	139	0.12	12.2	0.79	<0.10	<0.50	<0.50	82	<0.25
<b>4</b>	153	0.13	12.3	0.77	<0.10	<0.50	<0.50	85	<0.25
<b>6</b>	140	0.08	12.5	0.75	<0.10	<0.50	<0.50	84	<0.25
<b>8</b>	187	<0.05	13.3	0.97	0.11	<0.50	<0.50	81	<0.25
<b>10</b>	150	0.43	13.4	1.27	0.12	<0.50	<0.50	72	<0.25
<b>12</b>	138	0.06	13.7	1.38	0.13	<0.50	<0.50	55	<0.25
<b>14</b>	207	0.09	14.0	1.34	0.13	<0.50	<0.50	48	<0.25
<b>16</b>	189	0.08	13.5	1.26	0.12	<0.50	<0.50	67	<0.25
<b>18</b>	165	0.10	13.9	1.37	0.13	<0.50	<0.50	49	<0.25
<b>20</b>	162	0.07	14.3	1.38	0.13	<0.50	<0.50	46	<0.25

**Tabla 8 (continuación).** Resultados de las analíticas de las muestras recogidas en el lago Vieiro. Abril 2018.



Profundidad	Aerobios Mesófilos a 37°C (ufc/ml)	Coliformes totales (ufc/100 ml)	E. Coli (ufc/100 ml)	Coliformes Fecales (ufc/100 ml)	Estreptococos Fecales (ufc/250 ml)
<b>Superficie</b>	11	600	30	100	22
<b>2</b>	500	150	30	120	41
<b>4</b>	500	1000	100	300	30
<b>6</b>	300	1400	200	200	20
<b>8</b>	200	400	100	250	34
<b>10</b>	60	170	8	29	20
<b>12</b>	120	68	8	13	35
<b>14</b>	300	83	9	14	17
<b>16</b>	300	300	10	39	31
<b>18</b>	160	150	2	14	40
<b>20</b>	54	77	2	16	34

**Tabla 9.** Resultados de los análisis microbiológicos. Abril 2018.

### 6.2.2. CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA.

La composición química de los constituyentes mayoritarios del lago en forma de diagrama de Piper-Hill se muestra en la Figura 9. Se aprecia y se corroboran los resultados obtenidos en 2015, del mismo modo que los perfiles mostrados en las Figura 7 y 8 guardan similitud con los obtenidos en septiembre de 2015.

Así, en su conjunto, las aguas son de tipo sulfatado (-bicarbonatado) sódico-cálcico magnésicas. Sin embargo, si comparamos los resultados obtenidos con los valores prescritos en la normativa sobre aguas y, en concreto con las Normas de calidad ambiental RD 817/2015, se puede ver que el Ni, Mn, Fe y Hg cumplen, en general, con los límites prescritos (Tabla 10).

Con respecto a otros elementos como el Zn, el Cu, el cumplimiento de la normativa dependerá de la elegida (RD 849/1986, RD 995/2000, Directiva 2006/44/CE).

Sin embargo, las normativas que se han ido aprobando posteriormente, o bien, han sido más exigentes en los valores límites con respecto a algunos elementos y parámetros, o bien han suavizado la prescripción de dichos valores.

Por otra parte, según los Reales Decretos 140/2003, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, y el 1798/2010, por el que se regula la explotación y comercialización de aguas minerales naturales y aguas de manantial envasadas para consumo humano, las aguas no son aptas para el consumo humano ya que debería estar a 0 los parámetros microbiológicos (Tabla 9). En consecuencia, las aguas serán tratadas en la Planta de Tratamiento tal y como se define en el Proyecto de Explotación.



Parámetro		1			2 *	3	4	5**		6	7
		T-1	T-2	T-3				MA	CMA		
pH	pH	5.5 – 9.5				6 – 9	6 – 9			4.5 – 9.5	6.5 – 9.5
Cond. Elec.	μS/cm									2500	2500
Sólidos susp.	mg/L	300	150	80			≤25				
Mat. Sedim.	mL/L	2	1	0.5							
DBO <sub>5</sub>	mg/L	300	60	40			≤3				
DQO	mg/L	500	200	160							
Al	mg/L	2	1	1						0.2	0.2
As	mg/L	1	0.5	0.5	0.05					0.01	0.01
Ba	mg/L	20									
B	mg/L	10	5	2						1	1
Cd	mg/L	0.5	0.2	0.1	0.001			≤0.00008 (D)	≤0.00045 (E)	0.005	0.005
Cr total	mg/L				0.05					0.05	0.05
Cr III	mg/L	4	3	2							
Cr VI	mg/L	0.5	0.2	0.2	0.005						
Fe	mg/L	10	3	2						0.2	0.2
Mn	mg/L	10	3	2						0.05	0.05
Ni	mg/L	10	3	2	0.05 (A)			0.02	No aplicable	0.02	0.02
Hg	mg/L	0.1	0.05	0.05	0.001			No aplicable	0.00007	0.001	0.001
Pb	mg/L	0.5	0.2	0.2	0.05			0.0072	No aplicable	0.01	0.01
Se	mg/L	0.1	0.03	0.03	0.001					0.01	0.01
Sn	mg/L				10						
Cu	mg/L	10	0.5	0.2	0.022 (B)		0.005 (B)			2	2
Zn	mg/L	20	10	3	0.2 (C)		0.03 (C)				
Ti	mg/L										
Sb	mg/L									0.005	0.005
Na	mg/L									200	200
Cianuros	mg/L	1	0.5	0.5	0.04						
Cl	mg/L	2000								250	250
Sulfuros	mg/L	2	1	1					1		
Sulfitos	mg/L	2	1	1							
Sulfatos	mg/L	2000								250	250
Fluoruros	mg/L	12	8	6	1.7					1.5	1.5
P total	mg/L	0.5	0.5	0.5			≤0.2				
NH <sub>4</sub>	mg/L	50	50	15			≤0.04			0.5	0.5
N-NH <sub>3</sub>	mg/L						≤0.005				
N-NO <sub>3</sub>	mg/L	20	12	10						50	50
N-NO <sub>2</sub>	mg/L						≤0.01			0.5	
O <sub>2</sub> dis	mg/L									5	5
Turbidez	NTU										5

**Tabla 10.** Valores máximos admisibles legales (concentraciones) para distintos componentes en las aguas en relación con vertidos o su uso. Se indican en color verde los valores de referencia y en color rojo y naranja aquellos cuyos valores han sido actualizados. Ver Tabla 2 para una referencia completa de cada normativa. Notas: \* Los valores definidos como Valor Medio Anual ó VMA deben entenderse del siguiente modo: El 90 % de las muestras recogidas durante un año no excederán los valores medios anuales establecidos, salvo en los casos de los parámetros tributilestaño (sumatorio de compuestos de butilestaño), cianuros totales y metales y metaloides donde el 100 % de las muestras recogidas en un período anual no excederán los valores medios anuales establecidos. **(A)** En función de la dureza del agua: 0.05 si  $\text{CaCO}_3 \leq 50$ ; 0.1 si  $50 < \text{CaCO}_3 \leq 100$ ; 0.15 si  $100 < \text{CaCO}_3 \leq 200$ ; 0.2 si  $\text{CaCO}_3 > 200$ ; **(B)** En función de la dureza del agua: 0.005 si  $\text{CaCO}_3 \leq 10$ ; 0.022 si  $10 < \text{CaCO}_3 \leq 50$ ; 0.04 si  $50 < \text{CaCO}_3 \leq 100$ ; 0.112 si  $\text{CaCO}_3 > 100$ ; **(C)** En función de la dureza del agua: 0.03 si  $\text{CaCO}_3 \leq 10$ ; 0.2 si  $10 < \text{CaCO}_3 \leq 50$ ; 0.3 si  $50 < \text{CaCO}_3 \leq 100$ ; 0.5 si  $\text{CaCO}_3 > 100$ ; **(D)** En función de la dureza del agua:  $\leq 0.00008$  si  $\text{CaCO}_3 < 40$  mg/L; 0.00008 si  $40 \leq \text{CaCO}_3 < 50$  mg/L; 0.00009 si  $50 < \text{CaCO}_3 < 100$  mg/L; 0.00015 si  $100 < \text{CaCO}_3 < 200$  mg/L; 0.00025 si  $\text{CaCO}_3 \geq 200$  mg/L; **(E)** En función de la dureza del agua:  $\leq 0.00045$  si  $\text{CaCO}_3 < 40$  mg/L; 0.00045 si  $40 \leq \text{CaCO}_3 < 50$  mg/L; 0.0006 si  $50 < \text{CaCO}_3 < 100$  mg/L; 0.0009 si  $100 < \text{CaCO}_3 < 200$  mg/L; 0.0015 si  $\text{CaCO}_3 \geq 200$  mg/L. \*\* MA: Media anual, CMA: Concentración máxima admisible.



Nº	Referencia	Comentario
1	Real Decreto 849/1986, de 11 de abril (BOE 30/4/1986) por el que se aprueba el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2-8-1985, de Aguas.	Se indican los valores de las tablas T-1, T-2 y T-3
2	Real Decreto 995/2000, de 2 de junio (BOE 20/6/2000) por el que se fijan objetivos de calidad para determinadas sustancias contaminantes y modifica el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11/4/1986.	Se indican valores VMA (valor medio anual). Se corresponden con los valores de las NCA legisladas hasta 2015
3	Directiva 2006/44/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de septiembre de 2006 (DOCE 25/9/2006), relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces	Para aguas salmonícolas
4	Directiva 2006/44/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de septiembre de 2006 (DOCE 25/9/2006), relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces	Para aguas ciprinícolas
5	Real Decreto 60/2011, de 21 de enero, sobre normas de calidad ambiental y Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre (BOE 12/9/2015) por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.	Se indican valores VMA (valor medio anual) y CMA (Concentración máxima admisible). Se corresponden con los valores de las NCA legisladas hasta el momento en España
6	Real Decreto 1798/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula la explotación y comercialización de aguas minerales naturales y aguas de manantial envasadas para consumo humano	Se indican valores para aguas de manantial
7	Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano	

**Tabla 11.** Referencias legales correspondientes a los valores máximos admisibles indicados en la Tabla 10.

### 6.2.3. CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS.

Adicionalmente, se tomaron muestras de sedimentos del fondo del lago, además se estimó el volumen de éstos que hay depositados. Para ello, con la batimetría realizada en 2015 y disponiendo de la topografía del fondo de Corta original, en el año que se dejó de explotar, se pudo obtener el volumen depositado a lo largo de todos estos años.

#### 6.2.3.1. VOLUMEN DE LODOS

El cálculo del recubrimiento en la corta de Vieiro se realizó mediante la diferencia entre los modelos Digitales de elevaciones (DEMs) realizados a partir de los planos topográficos realizados en la corta de Vieiro en diciembre de 1983 por la empresa Riotinto Patiño, la cual es la topografía final tras la explotación; y una batimetría realizada por la empresa IPH en la misma corta en el año 2015 (Figura 9). Para esta tarea fue empleado el software ArcMap de Esri.

En primer lugar, se procedió a la realización del DEM (Figura 10) a partir de la batimetría realizada en la corta de Vieiro, con una extensión de 5.3 hectáreas, la cual fue tomada mediante una malla de 1 metro.

En cuanto a la topografía de Riotinto Patiño, ésta fue georreferenciada, digitalizada y posteriormente construido el DEM (Figuras 11 y 12). Ambos modelos digitales tienen un tamaño de celda de 1 m x 1 m.

Una vez obtenidos los modelos digitales de elevaciones se procedió al cálculo del espesor de los lodos y del relleno de planta de áridos en la Corta de Vieiro, el cual será la diferencia entre la topografía actual y la topografía de la superficie tomada en el año 1983.

En la Figura 13 se puede ver como existen 3 zonas, una al sur y las otras dos a lo largo del margen Este de la Corta, donde se sitúan los rangos de espesor más acusados, llegando a espesores máximos de 23.83 metros.

Estas zonas diferenciadas se corresponden con material de relleno en diferentes fases (Figura 14). El situado al Sur se corresponde con materiales de relleno depositados para la construcción del camino que discurre de Oeste a Este entre la Corta de Vieiro y la Corta de Arinteiro. Mientras que la otra zona con gran espesor es resultado de los vertidos a la Corta de Vieiro de áridos procedentes de la planta de asfalto de la empresa Explotaciones Gallegas S.L.

Por otra parte, podemos diferenciar tres tipos de materiales depositados en la Corta de Vieiro. Por un lado, están los materiales de relleno del camino, por otro, los materiales de rechazo de la planta de asfalto y por último los lodos precipitados. En total el volumen de todos ellos es de 111674 m<sup>3</sup> en una superficie de 5.3 hectáreas.



**Figura 9.** Batimetría en la Corta de Vieiro.

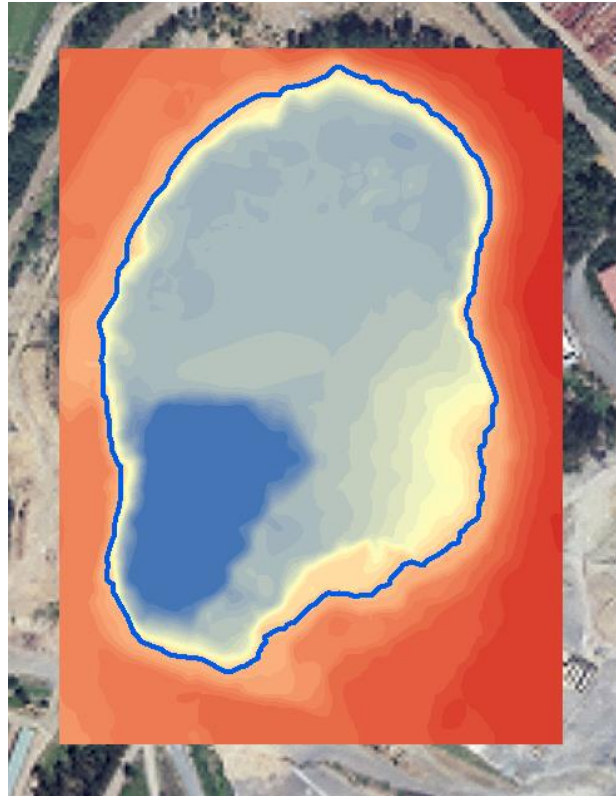


Figura 10. DEM resultante de la batimetría en la Corta de Vieiro.



Figura 11. Plano topográfico del año 1983 de la Corta de Vieiro.

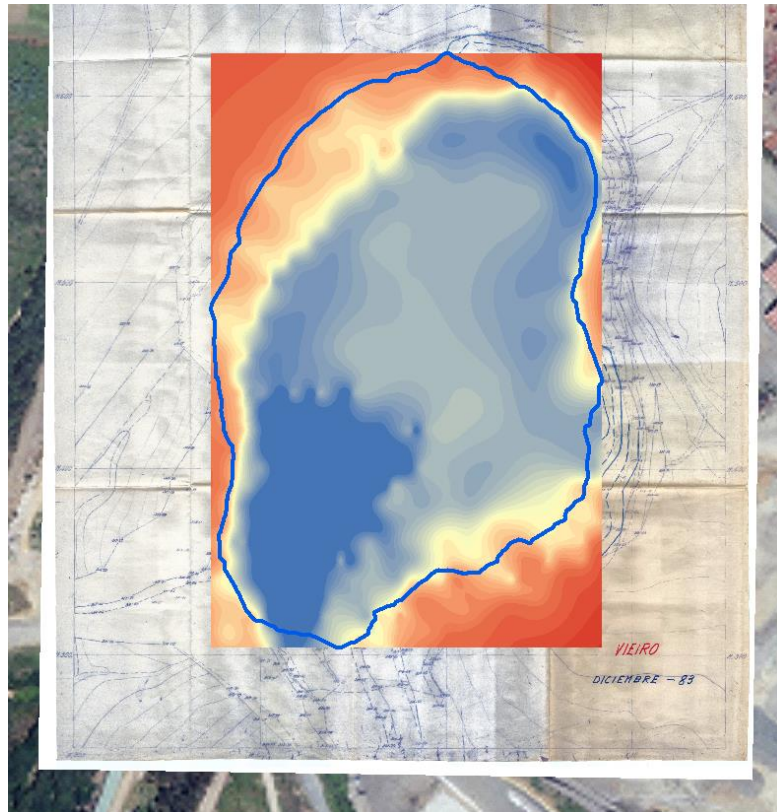


Figura 12. DEM resultante de la topografía del año 1983.

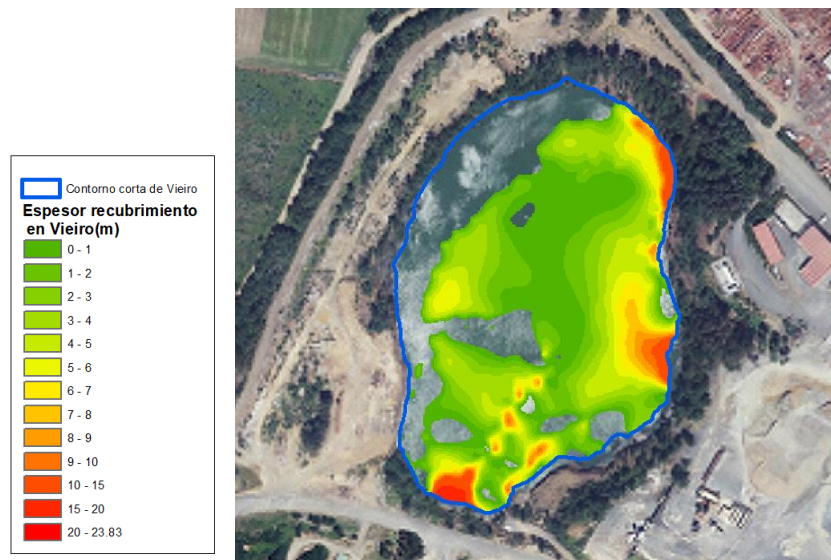


Figura 13. Raster correspondiente al espesor de materiales en la Corta de Vieiro.

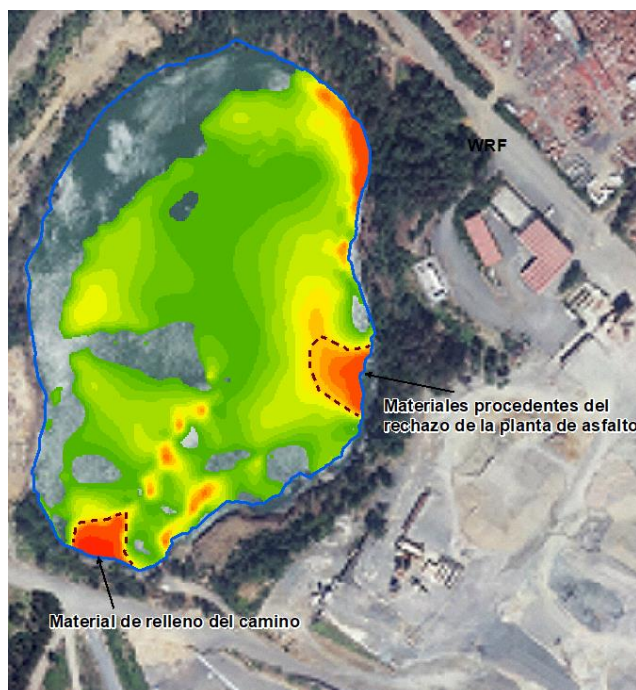


Figura 14. Tipos de material de relleno.

### 6.2.3.2. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LOS LODOS

Se han realizado ensayos de lixiviación de los lodos, por un lado, y por otro, se han caracterizado por elemento y mineralógicamente los mismos. En la Tabla 12 se muestran los resultados obtenidos de la caracterización de los lodos, y en la Tabla 13 se muestran los resultados químicos del lixiviado. En el Anejo IV se han incluido los resultados de la caracterización de los sedimentos desde un punto de vista de elemento y desde un punto de vista mineralógico porcentual.

En la Tabla 13 también se comparan los resultados de los lixiviados con los criterios de admisión y almacenamiento en vertederos de residuos no peligrosos, de acuerdo a la Decisión 33/2003 de la UE y las normativas nacionales resultantes de su transposición.

Según lo establecido en la Orden AAA/661/2013, de 18 de abril por la que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero, la caracterización completa es el primer paso del procedimiento, con la finalidad de comprender el comportamiento de los residuos y las opciones de tratamiento que aseguren una eliminación de forma segura, tanto a corto como a largo plazo. Las concentraciones que se producen en los ensayos de lixiviación en los sedimentos sirven para discernir su posible ubicación en vertederos de residuos no peligrosos.

En cuanto al destino, al ser residuos mineros inertes convencionales (lodos heterogéneos) se almacenarán en el depósito temporal de estériles de planta contemplado y definido en el Proyecto de Aprovechamiento y Explotación del mineral.

El punto de vertido de los sedimentos del lago será el del propio depósito de estériles de planta, del mismo modo que el punto de vertido de las aguas del lago será la Planta de Tratamiento, ya que dichas aguas serán transportadas a la misma.

En la Tabla 14 se muestran los porcentajes de los análisis CHNS obtenidos en el sedimento; y en la Tabla 15 los resultados de los parámetros medidos, al lixiviado del sedimento, correspondiente a aniones, carbono y nutrientes. En los anejos correspondientes se incorporan las hojas de resultados de los análisis obtenidos en el laboratorio.

Elemento	Unidades	Resultado
As	(mg/kg m.s.)	6.35
Ba	(mg/kg m.s.)	173
Be	(mg/kg m.s.)	< 1
Cd	(mg/kg m.s.)	1.27
Zn	(mg/kg m.s.)	203
Co	(mg/kg m.s.)	63.4
Cu	(mg/kg m.s.)	1342
Cr	(mg/kg m.s.)	95
Sn	(mg/kg m.s.)	< 15
Mo	(mg/kg m.s.)	< 3
Ni	(mg/kg m.s.)	83
Pb	(mg/kg m.s.)	6.7
Se	(mg/kg m.s.)	< 8
Fe	(mg/kg m.s.)	165028
Sb	(mg/kg m.s.)	< 10
Al	(mg/kg m.s.)	89147
Mn	(mg/kg m.s.)	882
B	(mg/kg m.s.)	1889
Si	(mg/kg m.s.)	736
Sr	(mg/kg m.s.)	26.8
Ca	(mg/kg m.s.)	21435
Na	(mg/kg m.s.)	1744
K	(mg/kg m.s.)	8247
Mg	(mg/kg m.s.)	19339
Hg	(mg/kg m.s.)	<0.1

**Tabla 12.** Caracterización del sedimento.

Elemento	Unidades	Resultado	Decisión 33/2003 Limite para residuos no peligrosos (mg/kg m.s.) (L/S = 10 l/kg)
As	µg/l	< 0.5	2
Ba	µg/l	9.1	100
Be	µg/l	< 0.25	-
Cd	µg/l	< 0.25	1
Zn	µg/l	14	50
Co	µg/l	< 0.5	-
Cu	µg/l	23	50
Cr	µg/l	< 1	10
Sn	µg/l	< 0.5	-
Mo	µg/l	12.5	10
Ni	µg/l	< 2.5	10
Pb	µg/l	< 0.5	10
Se	µg/l	1.3	0.5
Fe	µg/l	77	-
Sb	µg/l	0.23	0.7
Al	µg/l	233	-
Mn	µg/l	28	-
B	µg/l	24	-
Si	mg/l	1.5	-
Sr	µg/l	50	-
Li	µg/l	0.89	-
Ca	mg/l	27.3	-
Na	mg/l	5.4	-
K	mg/l	3.9	-
Mg	mg/l	5.4	-
Hg	µg/l	< 0.05	0.2

**Tabla 13.** Caracterización del lixiviado del sedimento.Cationes.

Peso (mg)	% N	% C	% H	% S	% COT
10352	< 0.05	0.05	1.81	0.67	0.29

**Tabla 14.** Resultado de las analíticas realizadas al sedimento sólido.



Elemento	Unidades	Resultado	Decisión 33/2003 Limite para residuos no peligrosos (mg/kg m.s.) (L/S = 10 l/kg)
NH <sub>4</sub>	mg/l	1.55	-
N <sub>tot</sub>	mg/l	2.03	-
PO <sub>4</sub>	mg/l	1.18	-
Cl	mg/l	2.77	15000
NO <sub>2</sub>	mg/l	< 0.03	-
Br	mg/l	0.033	-
NO <sub>3</sub>	mg/l	0.292	-
PO <sub>4</sub>	mg/l	< 0.044	-
SO <sub>4</sub>	mg/l	49.5	20000
COT	mg/l	13.2	-
CID	mg/l	3.9	-
COD	mg/l	9.33	800
pH	U. pH	6.34	-
C.E. <sub>25</sub>	μS/cm	386	-

**Tabla 15.** Caracterización del lixiviado del sedimento. Aniones y otros parámetros.

# ANEJO I

## REFERENCIAS

- American Public Health Association, APHA (1998) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater.
- Decisión 2003/33/CE del Consejo, de 19 de diciembre de 2002, por la que se establecen los criterios y procedimientos de admisión de residuos en los vertederos con arreglo al artículo 16 y el anexo II de la Directiva 1999/31/CE, de 26 de abril de 1999, relativa al vertido de residuos
- Directiva 2006/44/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de septiembre de 2006 (DOCE 25/9/2006), relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces.
- Juncosa, R.; Delgado, J.; García, D. y Cereijo J.L.; 2015. *Análisis de la Hidrología e hidroquímica del entorno de la mina de Touro*. 85 pp.
- Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica Galicia-Costa 2015-2021. Xunta de Galicia. 150 pp.
- López Geta J.A.; Moreno Merino, L.; Navarrete Martínez, P. (1997). Guía operativa para la recogida, almacenamiento y transporte de muestras de aguas subterráneas destinadas al análisis químico y bacteriológico. ISBN: 84-7480-307-8.
- Orden AAA/661/2013, de 18 de abril, por la que se modifican los anexos I, II y III del Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril (BOE 30/4/1986) por el que se aprueba el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2-8-1985, de Aguas.
- Real Decreto 995/2000, de 2 de junio (BOE 20/6/2000) por el que se fijan objetivos de calidad para determinadas sustancias contaminantes y modifica el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11/4/1986.
- Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
- Real Decreto 1798/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula la explotación y comercialización de aguas minerales naturales y aguas de manantial envasadas para consumo humano.
- Real Decreto 60/2011, de 21 de enero, sobre normas de calidad ambiental.
- Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre (BOE 12/9/2015) por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.
- UNE EN 25667-2. (1995). Calidad del agua. Muestreo parte 2 guía para las técnicas de muestreo. Ed. Aenor. Madrid.

- UNE EN 25667-3. (1996). Calidad del agua. Muestreo Parte 3 guía para conservación y manipulación de muestras. Ed. Aenor Madrid.
- UNE EN ISO 5667-3. (2003). Calidad del agua. Muestreo parte 3 guía para conservación y manipulación de muestras. Ed. Aenor. Madrid. Anula la UNE EN 25667-3 (1996).
- Wolkersdofer, C. (2008) Water management at abandoned flooded underground mines. Ed. Springer, 465 pp

## **ANEJO II**

# **ANÁLISIS QUÍMICOS AGUAS**



**Servizos de Apoio á Investigación**  
Edificio de Servizos Centrais de Investigación  
Campus de Elviña, s/n  
15071 A Coruña

Unidade de Análise de Augas (UAA)  
saiuaa@udc.es | 981 167 067 ext. 1314/2092/2699

Informe IE2015/1870  
8 de outubro de 2015

Páxina 1 de 1

Ensaio solicitado: Determinación de carbono orgánico disolto  
Período de realización: do 24/set/2015 ao 8/out/2015

Usuario A-0108-TEC: Jordi Delgado Martín  
Autorizado: Jordi Delgado Martín (M.ª Carmen García)  
Depto./Área: Enxeñaría do Terreo  
Tecnoloxía da Construción

Enderezo: E.T.S.E. Camiños, Canais e Portos  
UNIVERSIDADE DA CORUÑA  
Campus de Elviña, s/n  
15192 A Coruña

Data de entrada: 16/set/2015  
Núm. SAI: 2015/31692-2015/31702  
Descrición: AUGAS TOURO  
Nome das mostras: Véxase táboa de resultados  
Mostraxe: Realizado polo/a cliente/usuario/a. Os SAI fanse responsables dos resultados obtidos nas análises das mostras recibidas nos seus laboratorios, sen mediar ningunha responsabilidade sobre a validez ou representatividade de ditas mostras

F:\SAI\06-Ag red 5

## Método de ensaio

Análise realizado no analizador de carbono orgánico total TOC-V CSN (Shimadzu).

## Resultados

Mostra	N.º SAI	Carbono total (mg/L)	Carbono inorgánico (mg/L)	Carbono orgánico (mg/L)
TOU_0_SEP15	2015/31692	26.0	23.4	2.60
TOU_2_SEP15	2015/31693	26.0	23.3	2.77
TOU_4_SEP15	2015/31694	25.9	23.1	2.77
TOU_6_SEP15	2015/31695	26.4	23.9	2.46
TOU_8_SEP15	2015/31696	21.6	19.1	2.44
TOU_10_SEP15	2015/31697	21.0	19.1	1.90
TOU_12_SEP15	2015/31698	26.9	25.8	1.11
TOU_14_SEP15	2015/31699	30.1	28.8	1.36
TOU_16_SEP15	2015/31700	22.6	20.3	2.29
TOU_18_SEP15	2015/31701	23.4	21.0	2.48
TOU_20_SEP15	2015/31702	23.0	20.4	2.60

## Responsable do informe

Verónica Fernández-Villarrenaga Martín  
Técnico superior dos SAI

Documento asinado electronicamente  
Autenticidade verificable en <https://valide.redsara.es>  
 Toda reprodución en papel considérase copia



Non debe reproducirse este informe excepto na súa totalidade, sen a aprobación por escrito deste laboratorio  
Este documento unicamente será válido se nel aparece a sinatura do técnico responsable do ensaio  
Teléfono 981 167 067 - Fax 981 167 068 - saisecc@udc.es



## Resultados

Mostra	N.º SAI	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)
TOU_0_SEP15	2015/31692	6.88
TOU_2_SEP15	2015/31693	6.71
TOU_4_SEP15	2015/31694	6.73
TOU_6_SEP15	2015/31695	7.01
TOU_8_SEP15	2015/31696	8.84
TOU_10_SEP15	2015/31697	8.69
TOU_12_SEP15	2015/31698	10.1
TOU_14_SEP15	2015/31699	12.4
TOU_16_SEP15	2015/31700	11.0
TOU_18_SEP15	2015/31701	10.1
TOU_20_SEP15	2015/31702	10.8

## Responsable do informe

Verónica Fernández-Villarrenaga Martín  
Técnico superior dos SAI

Documento asinado electronicamente  
Autenticidade verificable en <https://valide.redsara.es>  
Toda reprodución en papel considérase copia

F:SAI-06-B-ig.ed.1

## Resultados

Mostra	Nº SAI	Ntotal (mg/L)
TOU_0_SEP15	2015/31692	5.66
TOU_2_SEP15	2015/31693	5.46
TOU_4_SEP15	2015/31694	5.64
TOU_6_SEP15	2015/31695	5.41
TOU_8_SEP15	2015/31696	5.70
TOU_10_SEP15	2015/31697	6.12
TOU_12_SEP15	2015/31698	6.97
TOU_14_SEP15	2015/31699	10.07
TOU_16_SEP15	2015/31700	8.90
TOU_18_SEP15	2015/31701	8.77
TOU_20_SEP15	2015/31702	8.95

## Responsable do informe

Verónica Fernández-Villarrenaga Martín  
Técnico superior dos SAI

Documento asinado electronicamente  
Autenticidade verificable en <https://valide.redsara.es>  
Toda reprodución en papel considérase copia

F:\SAI\05-A-17815





**Servizos de Apoio á Investigación**  
Edificio de Servizos Centrais de Investigación  
Campus de Elviña, s/n  
15071 A Coruña

**Informe IE2015/1797**  
30 de setembro de 2015

Unidade de Análise de Augas (UAA)  
saiuaa@udc.es | 981 167 067 ext. 1314/2092/2699

Páxina 1 de 1

Ensaio solicitado:	Determinación de fluoruro, cloruro, nitrito, bromuro, nitrato, fosfato, sulfato.
Período de realización:	do 21/set/2015 ao 30/set/2015
Usuario A-0108-TEC:	Jordi Delgado Martín
Autorizado:	Jordi Delgado Martín (M.ª Carmen Garcia)
Depto./Área:	Enxeñaría do Terreo Tecnoloxía da Construción
Enderezo:	E.T.S.E. Camiños, Canais e Portos UNIVERSIDADE DA CORUÑA Campus de Elviña, s/n 15192 A Coruña
Data de entrada:	16/set/2015
Núm. SAI:	2015/31692-2015/31702
Descrición:	AGUAS TOURO
Nome das mostras:	Véxase táboa de resultados
Mostraxe:	Realizado polo/a cliente/usuario/a. Os SAI fanse responsables dos resultados obtidos nas análises das mostras recibidas nos seus laboratorios, sen mediar ningunha responsabilidade sobre a validez ou representatividade de ditas mostras

F-SAI-00-A-j ent.5

## Método de ensaio

Análise en cromatógrafo iónico 850 Professional IC (Metrohm)

## Resultados

Muestra	N.º SAI	F (mg/L)	Cl (mg/L)	NO2 (mg/L)	Br (mg/L)	NO3 (mg/L)	PO4 (mg/L)	SO4 (mg/L)
TOU_0_SEP15	2015/31692	0.23	29.5	0.093	0.12	0.37	<0.044	389
TOU_2_SEP15	2015/31693	0.23	29.6	0.085	0.12	0.36	<0.044	390
TOU_4_SEP15	2015/31694	0.23	29.6	0.093	0.12	0.39	<0.044	390
TOU_6_SEP15	2015/31695	0.23	29.6	0.093	0.12	0.36	<0.044	390
TOU_8_SEP15	2015/31696	0.21	28.0	<0.030	0.12	<0.10	<0.044	366
TOU_10_SEP15	2015/31697	0.20	27.9	<0.030	0.12	<0.10	<0.044	361
TOU_12_SEP15	2015/31698	0.21	30.8	<0.030	0.15	<0.10	<0.044	506
TOU_14_SEP15	2015/31699	0.22	28.9	<0.030	0.13	<0.10	<0.044	373
TOU_16_SEP15	2015/31700	0.21	30.1	<0.030	0.13	<0.10	<0.044	457
TOU_18_SEP15	2015/31701	0.21	30.9	<0.030	0.15	<0.10	<0.044	509
TOU_20_SEP15	2015/31702	0.21	29.9	<0.030	0.13	<0.10	<0.044	445

## Responsable do informe

Verónica Fernández-Villarrenaga Martín  
Técnico superior dos SAI

Documento asinado electronicamente  
Autenticidade verificable en <https://valide.redsara.es>  
Toda reprodución en papel considérase copia





**Servizos de Apoio á Investigación**  
Edificio de Servizos Centrais de Investigación  
Campus de Elviña, s/n  
15071 A Coruña

**Informe IE2015/1904**  
14 de outubro de 2015

Unidade de Espectrometría de Plasma-Masas (UEPM)  
saiuepm@udc.es | 981 167 067 ext. 2089/2678

Páxina 1 de 2

Ensaio solicitado:	Determinación de P total mediante ICP-MS
Periodo de realización:	do 1/out/2015 ao 13/out/2015
Usuario A-0108-TEC:	Jordi Delgado Martín
Autorizado:	Jordi Delgado Martín (M.ª Carmen Garcia)
Depto./Área:	Enxeñaría do Terreo Tecnoloxía da Construción
Enderezo:	E.T.S.E. Camiños, Canais e Portos UNIVERSIDADE DA CORUÑA Campus de Elviña, s/n 15192 A Coruña
Data de entrada:	16/set/2015 e 21/set/2015
Núm. SAI:	Véxase táboa de resultados
Descrición:	Augas continentais
Nome das mostras:	Véxase táboa de resultados
Mostraxe:	Realizado polo/a cliente/usuario/a. Os SAI fanse responsables dos resultados obtidos nas análises das mostras recibidas nos seus laboratorios, sen mediar ningunha responsabilidade sobre a validez ou representatividade de ditas mostras

F-SAI-00-A-j ed.5

## Método de ensaio

Dixestión ácida en microondas UltraClave de Milestone con persulfato amónico e ácido sulfúrico queutando até 220 °C.

A medida realizouse co equipo de ICP-MS do Sector Magnético ELEMENT2 de ThermoFinnigan.

## Resultados

<i>Data de Entrada</i>	<i>MOSTRA</i>	<i>Nº SAI</i>	<i>P Total mg/L</i>
16/09/2015	TOU-0-SEP15	2015/31713	<0.010
16/09/2015	TOU-2-SEP15	2015/31714	<0.010
16/09/2015	TOU-4-SEP15	2015/31715	0.013
16/09/2015	TOU-6-SEP15	2015/31716	0.024
16/09/2015	TOU-8-SEP15	2015/31717	<0.010
16/09/2015	TOU-10-SEP15	2015/31718	0.012
16/09/2015	TOU12-SEP15	2015/31719	0.031
16/09/2015	TOU-14-SEP15	2015/31720	0.020
16/09/2015	TOU-16-SEP15	2015/31721	0.034
16/09/2015	TOU-18-SEP15	2015/31722	0.035
16/09/2015	TOU-20-SEP15	2015/31723	0.023
21/09/2015	PUCHEIROS 1_SEP15	2015/32275	0.012
21/09/2015	PUCHEIROS 3_SEP15	2015/32276	<0.010





**Servizos de Apoio á Investigación**  
Edificio de Servizos Centrais de Investigación  
Campus de Elviña, s/n  
15071 A Coruña

**Informe IE2015/1905**  
14 de outubro de 2015

Unidade de Espectrometría de Plasma-Masas (UEPM)  
saiuepm@udc.es | 981 167 067 ext. 2089/2678

Páxina 1 de 3

Ensaio solicitado:	Determinación de metais disoltos mediante ICP-MS
Periodo de realización:	do 8/out/2015 ao 9/out/2015
Usuario A-0108-TEC:	Jordi Delgado Martín
Autorizado:	Jordi Delgado Martín (M.ª Carmen Garcia)
Depto./Área:	Enxeñaría do Terreo Tecnoloxía da Construción
Enderezo:	E.T.S.E. Camiños, Canais e Portos UNIVERSIDADE DA CORUÑA Campus de Elviña, s/n 15192 A Coruña
Data de entrada:	16/set/2015
Núm. SAI:	2015/31713-2015/31723
Descrición:	Augas continentais
Nome das mostras:	Véxase táboa de resultados
Mostraxe:	Realizado polo/a cliente/usuario/a. Os SAI fanse responsables dos resultados obtidos nas análises das mostras recibidas nos seus laboratorios, sen mediar ningunha responsabilidade sobre a validez ou representatividade de ditas mostras

F-SAI-00-A-j ed.5

## Método de ensaio

A determinación realízase co equipo de ICP-MS de sector magnético ELEMENT2 de Thermo Finnigan, seguindo os parámetros de calidade establecidos no procedemento interno P-SAI-UEPM-001-Ed7. O calibrado prepárase a partir de patróns certificados con trazabilidade NIST en HNO<sub>3</sub> ao 1% (v/v). As mostras, mostras de control e brancos mídense sen dilución ou coa dilución en HNO<sub>3</sub> ao 1% (v/v) necesaria.

Os resultados exprésanse en µg/L ou mg/L en función do nivel de concentración do analito na mostra

## Resultados

<i>data entrada</i>	<i>MOSTRA</i>	<i>Nº SAI</i>	<b>Cd µg/L</b>	<b>Ba µg/L</b>	<b>Pb µg/L</b>	<b>Cr µg/L</b>	<b>Mn µg/L</b>	<b>Fe µg/L</b>
16/09/2015	<b>TOU-0-SEP15</b>	<b>2015/31713</b>	<0.25	53	<0.50	<1.0	8317	7.2
16/09/2015	<b>TOU-2-SEP15</b>	<b>2015/31714</b>	<0.25	50	<0.50	<1.0	8196	6.0
16/09/2015	<b>TOU-4-SEP15</b>	<b>2015/31715</b>	<0.25	55	<0.50	<1.0	8186	7.0
16/09/2015	<b>TOU-6-SEP15</b>	<b>2015/31716</b>	<0.25	51	<0.50	<1.0	8047	7.4
16/09/2015	<b>TOU-8-SEP15</b>	<b>2015/31717</b>	<0.25	36	<0.50	<1.0	7007	4.1
16/09/2015	<b>TOU-10-SEP15</b>	<b>2015/31718</b>	<0.25	31	<0.50	<1.0	6600	5.4
16/09/2015	<b>TOU12-SEP15</b>	<b>2015/31719</b>	<0.25	32	<0.50	<1.0	8995	10523
16/09/2015	<b>TOU-14-SEP15</b>	<b>2015/31720</b>	<0.25	29	<0.50	<1.0	7182	1391
16/09/2015	<b>TOU-16-SEP15</b>	<b>2015/31721</b>	<0.25	30	<0.50	<1.0	8203	8251
16/09/2015	<b>TOU-18-SEP15</b>	<b>2015/31722</b>	<0.25	31	<0.50	<1.0	9323	13424
16/09/2015	<b>TOU-20-SEP15</b>	<b>2015/31723</b>	<0.25	32	<0.50	<1.0	8016	7757



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Non debe reproducirse este informe excepto na súa totalidade, sen a aprobación por escrito deste laboratorio  
Este documento unicamente será válido se nel aparece a sinatura do técnico responsable do ensaio  
Teléfono 981 167 067 - Fax 981 167 068 - saisecc@udc.es



data entrada	MOSTRA	Nº SAI	Co µg/L	Ni µg/L	Cu µg/L	Sr µg/L	As µg/L
16/09/2015	TOU-0-SEP15	2015/31713	25	32	9.3	307	0.55
16/09/2015	TOU-2-SEP15	2015/31714	25	32	6.7	298	0.56
16/09/2015	TOU-4-SEP15	2015/31715	26	31	6.7	300	0.60
16/09/2015	TOU-6-SEP15	2015/31716	23	30	2.9	284	0.54
16/09/2015	TOU-8-SEP15	2015/31717	13	16.0	18	250	<0.50
16/09/2015	TOU-10-SEP15	2015/31718	8.5	9.7	22	239	0.54
16/09/2015	TOU12-SEP15	2015/31719	30	25	17	295	<0.50
16/09/2015	TOU-14-SEP15	2015/31720	6.4	7.1	13.1	232	0.52
16/09/2015	TOU-16-SEP15	2015/31721	14	11.2	12.2	251	<0.50
16/09/2015	TOU-18-SEP15	2015/31722	29	26	10.7	293	<0.50
16/09/2015	TOU-20-SEP15	2015/31723	11.9	10.4	13.1	250	<0.50

data entrada	MOSTRA	Nº SAI	*Na mg/L	*Mg mg/L	*Si mg/L	*Ca mg/L	*K mg/L
16/09/2015	TOU-0-SEP15	2015/31713	37.9	38.7	6.86	91.4	18.8
16/09/2015	TOU-2-SEP15	2015/31714	35.9	37.3	6.99	85.8	18.3
16/09/2015	TOU-4-SEP15	2015/31715	37.4	37.8	6.77	90.0	18.2
16/09/2015	TOU-6-SEP15	2015/31716	36.9	37.2	6.77	88.8	17.9
16/09/2015	TOU-8-SEP15	2015/31717	31.6	32.6	6.42	79.0	15.9
16/09/2015	TOU-10-SEP15	2015/31718	31.5	34.2	6.80	86.8	17.1
16/09/2015	TOU12-SEP15	2015/31719	34.5	53.9	8.32	147	16.1
16/09/2015	TOU-14-SEP15	2015/31720	30.7	38.4	7.22	94.5	16.2
16/09/2015	TOU-16-SEP15	2015/31721	31.2	45.7	8.33	114	15.8
16/09/2015	TOU-18-SEP15	2015/31722	32.9	52.3	7.72	124	15.1
16/09/2015	TOU-20-SEP15	2015/31723	29.9	43.2	7.30	94.6	15.1

data entrada	MOSTRA	Nº SAI	*Al µg/L	*B µg/L	*Hg µg/L	*Li µg/L	*Mo µg/L
16/09/2015	TOU-0-SEP15	2015/31713	18	163	<0.05	16.8	1.09
16/09/2015	TOU-2-SEP15	2015/31714	14	164	<0.05	16.4	1.11
16/09/2015	TOU-4-SEP15	2015/31715	22	168	<0.05	17.0	1.15
16/09/2015	TOU-6-SEP15	2015/31716	13	161	<0.05	15.7	1.06
16/09/2015	TOU-8-SEP15	2015/31717	1.2	169	<0.05	15.5	0.60
16/09/2015	TOU-10-SEP15	2015/31718	<1.0	168	<0.05	15.3	0.34
16/09/2015	TOU12-SEP15	2015/31719	<1.0	180	<0.05	16.9	0.24
16/09/2015	TOU-14-SEP15	2015/31720	3.7	180	<0.05	14.7	0.25
16/09/2015	TOU-16-SEP15	2015/31721	<1.0	176	<0.05	16.3	0.23

F:\SAI\06-A-015

<i>data entrada</i>	<i>MOSTRA</i>	<i>Nº SAI</i>	<i>*Al µg/L</i>	<i>*B µg/L</i>	<i>*Hg µg/L</i>	<i>*Li µg/L</i>	<i>*Mo µg/L</i>
16/09/2015	TOU-18-SEP15	2015/31722	<1.0	178	<0.05	16.3	0.26
16/09/2015	TOU-20-SEP15	2015/31723	<1.0	166	<0.05	15.4	0.27

<i>data entrada</i>	<i>MOSTRA</i>	<i>Nº SAI</i>	<i>*Sb µg/L</i>	<i>*Se µg/L</i>	<i>*Sn µg/L</i>	<i>*Zn µg/L</i>	<i>*Be µg/L</i>
16/09/2015	TOU-0-SEP15	2015/31713	0.14	<0.50	<0.50	22.1	<0.25
16/09/2015	TOU-2-SEP15	2015/31714	0.16	<0.50	<0.50	18.7	<0.25
16/09/2015	TOU-4-SEP15	2015/31715	0.14	<0.50	<0.50	14.6	<0.25
16/09/2015	TOU-6-SEP15	2015/31716	0.13	<0.50	<0.50	11.2	<0.25
16/09/2015	TOU-8-SEP15	2015/31717	<0.10	<0.50	<0.50	16.3	<0.25
16/09/2015	TOU-10-SEP15	2015/31718	<0.10	<0.50	<0.50	13.0	<0.25
16/09/2015	TOU12-SEP15	2015/31719	<0.10	<0.50	<0.50	30.6	<0.25
16/09/2015	TOU-14-SEP15	2015/31720	<0.10	<0.50	<0.50	74.7	<0.25
16/09/2015	TOU-16-SEP15	2015/31721	<0.10	<0.50	<0.50	7.75	<0.25
16/09/2015	TOU-18-SEP15	2015/31722	<0.10	<0.50	<0.50	9.92	<0.25
16/09/2015	TOU-20-SEP15	2015/31723	<0.10	<0.50	<0.50	6.66	<0.25

F:\SAI\05-A-15\rel.5

**OBSERVACIÓNS**

- As mostras recibíronse no laboratorio filtradas e acidificadas polo usuario.

**Responsable do informe**

Alicia M.ª Cantarero Roldán  
Técnico superior dos SAI

Documento asinado electronicamente  
Autenticidade verificable en <https://valide.redsara.es>  
Toda reprodución en papel considérase copia



**Servizos de Apoio á Investigación**  
Edificio de Servizos Centrais de Investigación  
Campus de Elviña, s/n  
15071 A Coruña

Unidade de Análise de Augas (UAA)  
saluaa@udc.es | 981 167 067 ext. 1314/2092/2699

**Informe IE2018/0964**  
24 de abril de 2018

Páxina 1 de 2

Ensaio solicitado:	Determinación de pH, condutividade, sólidos en suspensión e amonio
Período de realización:	do 12/abr/2018 ao 23/abr/2018
Usuario A-0108-TEC:	Jordi Delgado Martín
Autorizado:	Jordi Delgado Martín (Ricardo Juncosa Rivera, José Luis Cereijo Arango e David García Morrondo)
Depto./Área:	Enxeñaría do terreo Enxeñaría Civil
Enderezo:	E.T.S.E. Camiños, Canais e Portos UNIVERSIDADE DA CORUÑA Campus de Elviña, s/n 15192 A Coruña
Data de entrada:	12/abr/2018
Núm. SAI:	2018/12339-2018/12349
Descrición:	Aguas continentales Touro (Lago Touro)
Nome das mostras:	Véxase táboa de resultados
Mostraxe:	Realizado polo/a cliente/usuario/a. Os SAI fanse responsables dos resultados obtidos nas análises das mostras recibidas nos seus laboratorios, sen mediar ningunha responsabilidade sobre a validez ou representatividade de ditas mostras

## Método de ensaio

Determinación do pH cun electrodo Hamilton Liq-Glass Temp Lemo instalado nun equipo Metrohm Titrando 808 segundo o procedemento interno P-SAI-UAA-08.

Determinación da condutividade cun condutímetro Mettler-Toledo Seven Easy S33K segundo o procedemento interno P-SAI-UAA-10.

Determinación dos sólidos en suspensión mediante gravimetría tras filtración cun filtro de fibra de vidro sen ligante e secado 2 horas a 105°C segundo o procedemento interno P-SAI-UAA-11.

Determinación de amonio por colorimetría co equipo AquaKem 250 de Labmedics tras filtrar a mostra a través dunha membrana Millex-HN de 0.45 µm (Millipore) segundo o procedemento interno P-SAI-UAA-15.

Os valores de incerteza asociados á análise están a disposición do cliente que así o solicite.



## Resultados

Mostra	N.º SAI	pH	condutividade (25°C, µS/cm)	sólidos en suspensión (mg/L)	amonio (mg NH4/L)
		P-SAI-UAA-08	P-SAI-UAA-10	P-SAI-UAA-11	P-SAI-UAA-15
U0_110418	2018/12339	7.04	856	< 10	4.35
U2_110418	2018/12340	7.10	873	< 10	4.40
U4_110418	2018/12341	7.13	890	< 10	4.56
U6_110418	2018/12342	7.10	906	< 10	4.57
U8_110418	2018/12343	7.02	961	< 10	4.83
U10_110418	2018/12344	7.04	992	< 10	4.91
U12_110418	2018/12345	7.12	1043	< 10	5.01
U14_110418	2018/12346	7.16	1080	< 10	5.20
U16_110418	2018/12347	7.10	1009	< 10	4.95
U18_110418	2018/12348	7.16	1060	< 10	5.05
U20_110418	2018/12349	7.17	1084	71	2.71

Informe emitido por: Servicios de Apoyo a la Investigación de la Universidad de A Coruña

## Responsable do informe

Verónica Fernández-Villarrenaga Martín  
Técnico dos SAI

Documento asinado electronicamente  
Autenticidade verificable en <https://valide.redsara.es>  
Toda reprodución en papel considérase copia



Servizos de Apoio á Investigación  
Edificio de Servizos Centrais de Investigación  
Campus de Elviña, s/n  
15071 A Coruña

Unidade de Análise de Augas (UAA)  
saiuaa@udc.es | 981 167 067 ext. 1314/2092/2699

Informe IE2018/0965  
24 de abril de 2018

Páxina 1 de 2

Ensaio solicitado:	Determinación da alcalinidade, nitróxeno total, fluoruro, cloruro, nitrito, bromuro, nitrato, fosfato e sulfato
Período de realización:	do 13/abr/2018 ao 23/abr/2018
Usuario A-0108-TEC:	Jordi Delgado Martín
Autorizado:	Jordi Delgado Martín (Ricardo Juncosa Rivera, José Luis Cereijo Arango e David García Morrondo)
Depto./Área:	Enxeñaría do terreo Enxeñaría Civil
Enderezo:	E.T.S.E. Camiños, Canais e Portos UNIVERSIDADE DA CORUÑA Campus de Elviña, s/n 15192 A Coruña
Data de entrada:	12/abr/2018
Núm. SAI:	2018/12339-2018/12349
Descrición:	Aguas continentales Touro (Lago Touro)
Nome das mostras:	Véxase táboa de resultados
Mostraxe:	Realizado polo/a cliente/usuario/a. Os SAI fanse responsables dos resultados obtidos nas análises das mostras recibidas nos seus laboratorios, sen mediar ningunha responsabilidade sobre a validez ou representatividade de ditas mostras

## Método de ensaio

Determinación da alcalinidade por valoración potenciométrica cun valorador Metrohm Titrand 808, HCl 0.02 M eun electrodo de pH Hamilton Liq-Glass Temp Lemo segundo o procedemento interno P-SAI-UAA-16.

Determinación de nitróxeno total mediante combustión catalítica e detección por quimioluminescencia tras oxidación a óxidos de nitróxeno, cun analizador Skalar Formacs HT tras filtración a través dunha membrana Millex-HM de 0.45 µm (Millipore), segundo a norma UNE-EN 12260:2004.

Determinación de fluoruro, cloruro, nitrito, bromuro, nitrato, fosfato e sulfato por cromatografía iónica con detección por condutividade cun cromatógrafo Metrohm 850 Professional IC equipado cunha columna Metrohm Metrosep A Supp 7 250/4.0 mm, segundo o procedemento interno P-SAI-UAA-20.





## Resultados

Mostra	N.º SAI	Alcalinidade (mg CaCO <sub>3</sub> /L)		N total (mg N/L)	F (mg/L)	Cl (mg/L)	NO <sub>2</sub> (mg/L)	Br (mg/L)	NO <sub>3</sub> (mg/L)	PO <sub>4</sub> (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)
		P-SAI-UAA-16	UNE EN 12260:2004								
U70_110418	2018/12339	61.6	4.61	0.163	45.4	0.278	0.099	4.11	<0.044	281	
U72_110418	2018/12340	62.2	4.67	0.159	45.6	0.282	0.101	4.14	<0.044	287	
U74_110418	2018/12341	64.7	5.14	0.161	47.1	0.288	0.100	4.22	<0.044	293	
U76_110418	2018/12342	66.3	5.16	0.164	47.6	0.292	0.103	4.31	<0.044	300	
U78_110418	2018/12343	76.0	5.40	0.185	48.6	0.324	0.107	4.52	<0.044	322	
U710_110418	2018/12344	84.3	5.44	0.211	49.2	0.320	0.110	4.74	<0.044	331	
U712_110418	2018/12345	97.6	5.41	0.247	50.1	0.319	0.117	4.57	<0.044	347	
U714_110418	2018/12346	106	5.44	0.263	50.8	0.330	0.119	4.35	<0.044	360	
U716_110418	2018/12347	88.2	5.43	0.221	49.3	0.319	0.109	4.68	<0.044	336	
U718_110418	2018/12348	101	5.61	0.252	50.5	0.332	0.116	4.58	<0.044	352	
U720_110418	2018/12349	107	5.47	0.267	51.0	0.317	0.119	4.25	<0.044	362	

Informe emitido por: Servizos de Apoio a la Investigación de la Universidad de A Coruña

## Responsable do informe

Verónica Fernández-Villarrenaga Martín  
Técnico dos SAI

Documento asinado electronicamente  
Autenticidade verificable en <https://valide.redsara.es>  
Toda reprodución en papel considérase copia



Non debe reproducirse este informe, excepto na súa totalidade, sen a aprobación por escrito deste laboratorio.  
Este documento unicamente será válido se nel aparece a sinatura do técnico responsable do ensaio.



**Servizos de Apoio á Investigación**  
Edificio de Servizos Centrais de Investigación  
Campus de Elviña, s/n  
15071 A Coruña

Unidade de Análise de Augas (UAA)  
saiuaa@udc.es | 981 167 067 ext. 1314/2092/2699

**Informe IE2018/0966**  
24 de abril de 2018

Páxina 1 de 2

Ensaio solicitado:	Determinación de carbono orgánico disolto
Período de realización:	do 20/abr/2018 ao 23/abr/2018
Usuario A-0108-TEC:	Jordi Delgado Martín
Autorizado:	Jordi Delgado Martín (Ricardo Juncosa Rivera, José Luis Cereijo Arango e David García Morrondo)
Depto./Área:	Enxeñaría do terreo Enxeñaría Civil
Enderezo:	E.T.S.E. Camiños, Canais e Portos UNIVERSIDADE DA CORUÑA Campus de Elviña, s/n 15192 A Coruña
Data de entrada:	12/abr/2018
Núm. SAI:	2018/12339-2018/12349
Descrición:	Aguas continentales Touro (Lago Touro)
Nome das mostras:	Véxase táboa de resultados
Mostraxe:	Realizado polo/a cliente/usuario/a. Os SAI fanse responsables dos resultados obtidos nas análises das mostras recibidas nos seus laboratorios, sen mediar ningunha responsabilidade sobre a validez ou representatividade de ditas mostras

## Método de ensaio

Análise realizado por combustión e oxidación catalítica seguidas de detección por NIR cun analizador de carbono orgánico total Skalar Formacs HT.

## Resultados

Mostra	N.º SAI	Carbono total (mg/L)	Carbono inorgánico (mg/L)	Carbono orgánico (mg/L)
LT0_110418	2018/12339	19.0	15.9	3.08
LT2_110418	2018/12340	19.2	16.2	3.06
LT4_110418	2018/12341	18.9	15.9	3.02
LT6_110418	2018/12342	20.2	17.2	3.00
LT8_110418	2018/12343	22.9	19.7	3.14
LT10_110418	2018/12344	25.3	22.2	3.14
LT12_110418	2018/12345	29.1	25.7	3.44
LT14_110418	2018/12346	31.7	28.2	3.53
LT16_110418	2018/12347	26.4	23.2	3.20
LT18_110418	2018/12348	30.2	26.7	3.49
LT20_110418	2018/12349	31.1	27.5	3.61

Informe emitido por: Servicios de Apoyo a la Investigación de la Universidad de A Coruña



### Responsable do informe

Verónica Fernández-Villarrenaga Martín  
Técnico dos SAI

Documento asinado electronicamente  
Autenticidade verificable en <https://valide.redsara.es>  
Toda reprodución en papel considérase copia



Servizos de Apoio á Investigación  
Edificio de Servizos Centrais de Investigación  
Campus de Elviña, s/n  
15071 A Coruña

Unidade de Espectrometría de Plasma-Masas (UEPM)  
saiuepm@udc.es | 981 167 067 ext. 2089/2678

Informe IE2018/0983  
24 de abril de 2018

Páxina 1 de 3

Ensaio solicitado:	Determinación cuantitativa de metais e metaloides disoltos, Fósforo total e Ferro total mediante ICP-MS
Período de realización:	do 13/abr/2018 ao 24/abr/2018
Usuario A-0108-TEC:	Jordi Delgado Martín
Autorizado:	Jordi Delgado Martín (Ricardo Juncosa Rivera, José Luis Cereijo Arango e David García Morrondo)
Depto./Área:	Enxeñaría do terreo Enxeñaría Civil
Enderezo:	E.T.S.E. Camiños, Canais e Portos UNIVERSIDADE DA CORUÑA Campus de Elviña, s/n 15192 A Coruña
Data de entrada:	12/abr/2018
Núm. SAI:	2018/12390-2018/12400
Descrición:	Aguas continentales (Lago Touro) As mostras para o ensayo de metais disoltos recibíronse no laboratorio filtradas e acidificadas polo usuario
Nome das mostras:	Véxase táboa de resultados
Mostraxe:	Realizado polo/a cliente/usuario/a. Os SAI fanse responsables dos resultados obtidos nas análises das mostras recibidas nos seus laboratorios, sen mediar ningunha responsabilidade sobre a validez ou representatividade de ditas mostras

## Método de ensaio

P-SAI-UEPM-01. Procedemento interno para a determinación de metais disoltos (Cd, Ba, Pb, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Sr e As) mediante ICP-MS de sector magnético de alta resolución ELEMENTXR de Thermo Finnigan.

P-SAI-UEPM-10. Procedemento interno para a determinación de fósforo total (P Total) mediante ICP-MS de sector magnético de alta resolución ELEMENTXR/ELEMENT2 de Thermo Finnigan.

\* P-SAI-UEPM-09. Procedemento interno para a determinación de metais disoltos e totais mediante ICP-MS de sector magnético de alta resolución ELEMENTXR/ELEMENT2 de Thermo Finnigan.

Os resultados expresanse en µg/L ou mg/L en función do nivel de concentración do analito na mostra.

Os valores de incerteza asociados á análise de metais disoltos segundo o P-SAI-UEPM-01 e P-SAI-UEPM-10 están a disposición do usuario que así o solicite (**so para ensaios acreditados**).

\* Os ensaios/inspeccións (resultados no caso de PPI) marcados non están amparados pola acreditación de ENAC



## Resultados

Procedemento		P-SAI-UEPM-01											P-SAI-UEPM-10
MOSTRA	Nº SAI	Cd µg/L	Ba µg/L	Pb µg/L	Cr µg/L	Mn µg/L	Fe µg/L	Co µg/L	Ni µg/L	Cu µg/L	Sr µg/L	As µg/L	P Total mg/L
LT0_110418	2018/12390	0.40	32	<0.50	<1.00	3933	20	89	88	20	230	<0.50	0.017
LT2_110418	2018/12391	0.39	33	<0.50	<1.00	4276	3.5	95	89	13.7	233	<0.50	0.017
LT4_110418	2018/12392	0.41	33	<0.50	<1.00	4318	3.5	96	89	14.9	233	0.54	0.016
LT6_110418	2018/12393	0.41	34	<0.50	<1.00	4364	17	96	90	14.2	238	0.52	0.021
LT8_110418	2018/12394	0.40	36	<0.50	<1.00	4852	2.5	93	91	15.1	266	<0.50	0.013
LT10_110418	2018/12395	0.36	37	<0.50	<1.00	5078	2.6	85	82	14.5	273	0.52	0.020
LT12_110418	2018/12396	0.27	37	<0.50	<1.00	5559	2.8	76	70	12.0	291	<0.50	0.015
LT14_110418	2018/12397	<0.25	38	<0.50	<1.00	6135	2.7	75	67	10.9	309	<0.50	0.015
LT16_110418	2018/12398	0.32	36	<0.50	<1.00	5239	6.4	82	78	13.4	284	<0.50	0.017
LT18_110418	2018/12399	<0.25	38	<0.50	<1.00	5873	2.8	71	67	11.0	312	<0.50	0.016
LT20_110418	2018/12400	<0.25	39	<0.50	<1.00	5943	4.3	69	65	8.3	324	<0.50	0.017

Data de análise ensaio P-SAI-UEPM-01: 16/04/2018

Data de análise ensaio P-SAI-UEPM-10: 18/04/2018

\* Os ensaios/inspeccións (resultados no caso de PPI) marcados non están amparados pola acreditación de ENAC

Procedemento		* P-SAI-UEPM-09									
MOSTRA	Nº SAI	* Al µg/L	* B µg/L	* Hg µg/L	* Li µg/L	* Se µg/L	* Mo µg/L	* Sb µg/L	* Sn µg/L	* Zn µg/L	* Be µg/L
LT0_110418	2018/12390	24	118	0.68	12.6	<0.50	0.77	0.10	<0.50	94	<0.25
LT2_110418	2018/12391	11	139	0.12	12.2	<0.50	0.79	<0.10	<0.50	82	<0.25
LT4_110418	2018/12392	9.8	153	0.13	12.3	<0.50	0.77	<0.10	<0.50	85	<0.25
LT6_110418	2018/12393	11	140	0.08	12.5	<0.50	0.75	<0.10	<0.50	84	<0.25
LT8_110418	2018/12394	11	187	<0.05	13.3	<0.50	0.97	0.11	<0.50	81	<0.25
LT10_110418	2018/12395	8.3	150	0.43	13.4	<0.50	1.27	0.12	<0.50	72	<0.25
LT12_110418	2018/12396	8.2	138	0.06	13.7	<0.50	1.38	0.13	<0.50	55	<0.25
LT14_110418	2018/12397	6.9	207	0.09	14.0	<0.50	1.34	0.13	<0.50	48	<0.25
LT16_110418	2018/12398	7.2	189	0.08	13.5	<0.50	1.26	0.12	<0.50	67	<0.25
LT18_110418	2018/12399	7.1	165	0.10	13.9	<0.50	1.37	0.13	<0.50	49	<0.25
LT20_110418	2018/12400	5.0	162	0.07	14.3	<0.50	1.38	0.13	<0.50	46	<0.25

\* Os ensaios/inspeccións (resultados no caso de PPI) marcados non están amparados pola acreditación de ENAC

Procedemento		* P-SAI-UEPM-09					
MOSTRA	Nº SAI	*Na mg/L	*Mg mg/L	*Si mg/L	*Ca mg/L	*K mg/L	*Fe Total mg/L
LT0_110418	2018/12390	38.0	24.3	5.7	68.5	16.6	0.248
LT2_110418	2018/12391	41.0	27.4	6.3	76.8	17.1	0.201
LT4_110418	2018/12392	39.9	26.1	6.0	74.1	17.0	0.181
LT6_110418	2018/12393	39.8	26.5	6.2	76.0	17.2	0.278
LT8_110418	2018/12394	41.6	30.0	6.4	82.2	18.2	0.181
LT10_110418	2018/12395	40.4	30.9	6.3	85.7	18.7	0.131
LT12_110418	2018/12396	42.9	33.1	6.2	91.8	19.0	0.189
LT14_110418	2018/12397	42.0	35.2	6.0	96.0	19.6	0.220
LT16_110418	2018/12398	41.9	32.1	6.0	90.6	19.0	0.165
LT18_110418	2018/12399	42.9	34.9	6.4	96.6	20.2	0.242
LT20_110418	2018/12400	43.8	36.3	6.4	96.9	20.0	0.472

Informe emitido por: Servicios de Apoyo a la Investigación de la Universidad de A Coruña

### Responsable do informe

Alicia M.<sup>a</sup> Cantarero Roldán  
Técnico dos SAI

Documento asinado electronicamente  
Autenticidade verificable en <https://valide.redsara.es>  
Toda reprodución en papel considérase copia



**Servizos de Apoio á Investigación**  
Edificio de Servizos Centrais de Investigación  
Campus de Elviña, s/n  
15071 A Coruña

Unidade de Análise de Augas (UAA)  
saiuaa@udc.es | 981 167 067 ext. 1314/2092/2699

**Informe IE2018/0985**  
25 de abril de 2018

Página 1 de 2

Ensaio solicitado:	Determinación de DBO5
Período de realización:	do 18/abr/2018 ao 25/abr/2018
Usuario A-0108-TEC:	Jordi Delgado Martín
Autorizado:	Jordi Delgado Martín (Ricardo Juncosa Rivera, José Luis Cereijo Arango e David García Morrondo)
Depto./Área:	Enxeñaría do terreo Enxeñaría Civil
Enderezo:	E.T.S.E. Camiños, Canais e Portos UNIVERSIDADE DA CORUÑA Campus de Elviña, s/n 15192 A Coruña
Data de entrada:	12/abr/2018
Núm. SAI:	2018/12339-2018/12349
Descrición:	Aguas continentales Touro (lago Touro)
Nome das mostras:	Véxase táboa de resultados
Mostraxe:	Realizado polo/a cliente/usuario/a. Os SAI fanse responsables dos resultados obtidos nas análises das mostras recibidas nos seus laboratorios, sen mediar ningunha responsabilidade sobre a validez ou representatividade de ditas mostras

## Método de ensaio

Determinación da demanda biolóxica de osíxeno polo método respirométrico cun equipo OXITOP IS12 segundo o procedemento interno P-SAI-UAA-12.

Os valores de incerteza asociados á análise están a disposición do cliente que así o solicite.



## Resultados

Mostra	N.º SAI	DBO-5 (mg O <sub>2</sub> /L)
		P-SAI-UAA-12
LT0_110418‡	2018/12339	< 10
LT2_110418‡	2018/12340	< 10
LT4_110418‡	2018/12341	< 10
LT6_110418‡	2018/12342	< 10
LT8_110418‡	2018/12343	< 10
LT10_110418‡	2018/12344	< 10
LT12_110418‡	2018/12345	< 10
LT14_110418‡	2018/12346	< 10
LT16_110418‡	2018/12347	< 10
LT18_110418‡	2018/12348	< 10
LT20_110418‡	2018/12349	< 10

‡ A alicuota para a determinación da DBO-5 conservouse conxelada ata o momento da súa análise.

Informe emitido por: Servicios de Apoyo a la Investigación de la Universidad de A Coruña

## Responsable do informe

Verónica Fernández-Villarrenaga Martín  
Técnico dos SAI

Documento asinado electronicamente  
Autenticidade verificable en <https://valide.redsara.es>  
Toda reprodución en papel considérase copia



# **ANEJO III**

## **ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**



Nº CERTIFICADO: ER-0413/2007

Calle Gutemberg, 34B - 3º 15008 A Coruña Teléfono 981 149 352 info@maxcontrolnoroeste.es

FECHA DE EMISION: A Coruña, a 19/04/2018

FUNDACION UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Paseo de Ronda 47 2

15011 A Coruña

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 18-4183

**DATOS MUESTRA – AGUA CONTINENTAL LT 0**

Fecha de recogida: 11/04/2018 13:00:00  
 \*Persona rec. muestra: Cliente  
 Fecha de entrada: 12/04/2018 10:00:00

Fecha de inicio análisis: 12/04/2018  
 Fecha de fin análisis: 16/04/2018  
 Temperatura:

**Microbiológico**

Parámetros	Resultados	Unidades	Metodología de ensayo
Aerobios mesófilos a 37°C	11	ufc/1 ml	PNT-AG-001
Coliformes totales	600	ufc/100 ml	PNT-AG-015
Detección y recuento de Escherichia coli	Presencia <sup>1</sup>	ufc/100 ml	PNT-AG-005
Coliformes fecales	100	ufc/100 ml	PNT-AG-016
Streptococos fecales	22	ufc/250ml	PNT-AG-003

\*Nota<sup>1</sup>: el recuento obtenido es 30 ufc/100 ml

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no pudiéndose reproducir sin la autorización por escrito de MaxControl Noroeste. La muestra, datos y lugar de recogida han sido proporcionados por el cliente, si no se especifica lo contrario. Si la muestra ha sido recogida por un técnico de MaxControl Noroeste, se realizará siguiendo las indicaciones del PNT-GL-001. La incertidumbre de los ensayos incluidos en el alcance de la acreditación, se encuentran a disposición del cliente.

Maria Canelo Barba  
 Directora  
 MAXCONTROL NOROESTE S.L.U.

MAXCONTROL NOROESTE, S.L.U. - N.I.F.: B70453154

ALCANCE: TOMA DE MUESTRAS, REALIZACIÓN DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE AGUAS DE CONSUMO HUMANO, AGUAS DE PISCINAS Y AGUAS DE POZOS, ENSAYOS DE LEGIONELLA EN AGUA, ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE ALIMENTOS, DISEÑO Y ELABORACIÓN DE MANUALES APPCC, FORMACIÓN DE MANIPULADORES DE ALIMENTOS





MaxControl  
Noroeste

LABORATORIO  
DE CONTROL  
Y CALIDAD



Nº CERTIFICADO: ER-04132007

Calle Gutenberg, 34B - 3º 15008 A Coruña Teléfono 981 149 352 info@maxcontrolnoroeste.es

FECHA DE EMISION: A Coruña, a 19/04/2018

FUNDACION UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Paseo de Ronda 47 2

15011 A Coruña

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 18-4184

**DATOS MUESTRA – AGUA CONTINENTAL LT 2**

Fecha de recogida: 12/04/2018 13:00:00  
\*Persona rec. muestra: Cliente  
Fecha de entrada: 12/04/2018 10:00:00

Fecha de inicio análisis: 12/04/2018  
Fecha de fin análisis: 16/04/2018  
Temperatura:

**Microbiológico**

Parámetros	Resultados	Unidades	Metodología de ensayo
Aerobios mesófilos a 37°C	500	ufc/1 ml	PNT-AG-001
Coliformes totales	150	ufc/100 ml	PNT-AG-015
Detección y recuento de Escherichia coli	Presencia <sup>1</sup>	ufc/100 ml	PNT-AG-005
Coliformes fecales	120	ufc/100 ml	PNT-AG-016
Streptococos fecales	41	ufc/250ml	PNT-AG-003

\*Nota<sup>1</sup>: el recuento obtenido es 30 ufc/100 ml

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no pudiéndose reproducir sin la autorización por escrito de MaxControl Noroeste. La muestra, datos y lugar de recogida han sido proporcionados por el cliente, si no se especifica lo contrario. Si la muestra ha sido recogida por un técnico de MaxControl Noroeste, se realizará siguiendo las indicaciones del PNT-GL-001. La incertidumbre de los ensayos incluidos en el alcance de la acreditación, se encuentran a disposición del cliente.

*Maria Cañedo Barba*  
MAXCONTROL NOROESTE SLU  
Directora

MAXCONTROL NOROESTE, S.L.U. - N.I.F.: B70453154

ALCANCE: TOMA DE MUESTRAS, REALIZACIÓN DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE AGUAS DE CONSUMO HUMANO, AGUAS DE FONOS Y AGUAS DE POZOS, ENSAYOS DE LEGIONELLA EN AGUA, ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE ALIMENTOS, INSERNO Y ELABORACIÓN DE MANIPULADORES APPCC, FORMACIÓN DE MANIPULADORES DE ALIMENTOS.





Nº CERTIFICADO: ER-0413/2007

Calle Gutemberg, 34B - 3º 15008 A Coruña Teléfono 981 149 352 info@maxcontrolnoroeste.es

FECHA DE EMISION: A Coruña, a 19/04/2018

FUNDACION UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Paseo de Ronda 47 2

15011 A Coruña

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 18-4185

**DATOS MUESTRA – AGUA CONTINENTAL LT 4**

Fecha de recogida: 11/04/2018 13:00:00

\*Persona rec. muestra: Cliente

Fecha de entrada: 12/04/2018 10:00:00

Fecha de inicio análisis: 12/04/2018

Fecha de fin análisis: 16/04/2018

Temperatura:

**Microbiológico**

Parámetros	Resultados	Unidades	Metodología de ensayo
Aerobios mesófilos a 37°C	500	ufc/1 ml	PNT-AG-001
Coliformes totales	1.000	ufc/100 ml	PNT-AG-015
Detección y recuento de Escherichia coli	100	ufc/100 ml	PNT-AG-005
Coliformes fecales	300	ufc/100 ml	PNT-AG-016
Streptococos fecales	30	ufc/250ml	PNT-AG-003

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no pudiéndose reproducir sin la autorización por escrito de MaxControl Noroeste. La muestra, datos y lugar de recogida han sido proporcionados por el cliente, si no se especifica lo contrario. Si la muestra ha sido recogida por un técnico de MaxControl Noroeste, se realizará siguiendo las indicaciones del PNT-GL-001. La incertidumbre de los ensayos incluidos en el alcance de la acreditación, se encuentran a disposición del cliente.

Maria Canedo Barba  
Directora  
MAXCONTROL NOROESTE S.L.U.  
C/F. B-702400000

MAXCONTROL NOROESTE, S.L.U. - N.I.F.: B70453154

ALCANCE: TOMA DE MUESTRAS, REALIZACIÓN DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE AGUAS DE CONSUMO HUMANO, AGUAS DE PISCINAS Y AGUAS DE POCOS, ENSAYOS DE LEGIONELLA EN AGUA, ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE ALIMENTOS, INSINO Y ELABORACIÓN DE MANUALES APFC, FORMACIÓN DE MANIPULADORES DE ALIMENTOS





MaxControl  
Noroeste

LABORATORIO  
DE CONTROL  
Y CALIDAD



Nº CERTIFICADO: ER-0413/2007

Calle Gutenberg, 34B - 3º 15008 A Coruña Teléfono 981 149 352 info@maxcontrolnoroeste.es

FECHA DE EMISION: A Coruña, a 19/04/2018

FUNDACION UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Paseo de Ronda 47 2

15011 A Coruña

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 18-4186

**DATOS MUESTRA – AGUA CONTINENTAL LT 6**

Fecha de recogida: 11/04/2018 13:00:00

Fecha de inicio análisis: 12/04/2018

\*Persona rec. muestra: Cliente

Fecha de fin análisis: 16/04/2018

Fecha de entrada: 12/04/2018 10:00:00

Temperatura:

**Microbiológico**

Parámetros	Resultados	Unidades	Metodología de ensayo
Aerobios mesófilos a 37°C	300	ufc/1 ml	PNT-AG-001
Coliformes totales	1.400	ufc/100 ml	PNT-AG-015
Detección y recuento de Escherichia coli	200	ufc/100 ml	PNT-AG-005
Coliformes fecales	200	ufc/100 ml	PNT-AG-016
Streptococos fecales	20	ufc/250ml	PNT-AG-003

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no pudiéndose reproducir sin la autorización por escrito de MaxControl Noroeste. La muestra, datos y lugar de recogida han sido proporcionados por el cliente, si no se especifica lo contrario. Si la muestra ha sido recogida por un técnico de MaxControl Noroeste, se realizará siguiendo las indicaciones del PNT-GL-001. La incertidumbre de los ensayos incluidos en el alcance de la acreditación, se encuentran a disposición del cliente.

María Cañedo Barba  
Directora  
MAXCONTROL NOROESTE, S.L.U.  
CIF: B-70453754

MAXCONTROL NOROESTE, S.L.U. - N.I.F.: B70453754

ALCANCE: TOMA DE MUESTRAS, REALIZACIÓN DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE AGUAS DE CONSUMO HUMANO, AGUAS DE FICIONAS Y AGUAS DE POCOS, ENSAYOS DE LEGIONELLA EN AGUA, ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE ALIMENTOS, DISEÑO Y ELABORACIÓN DE MUESTRAS, APLIC. FORMACIÓN DE MANIPULADORES DE ALIMENTOS.





MaxControl  
Noroeste

LABORATORIO  
DE CONTROL  
Y CALIDAD



Nº CERTIFICADO: ER-0413/2007

Calle Gutenberg, 34B - 3º

15008 A Coruña

Teléfono 981 149 352

info@maxcontrolnoroeste.es

FECHA DE EMISION: A Coruña, a 19/04/2018

FUNDACION UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Paseo de Ronda 47 2

15011 A Coruña

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 18-4187

**DATOS MUESTRA – AGUA CONTINENTAL LT 8**

Fecha de recogida: 11/04/2018 13:00:00

Fecha de inicio análisis: 12/04/2018

\*Persona rec. muestra: Cliente

Fecha de fin análisis: 16/04/2018

Fecha de entrada: 12/04/2018 10:00:00

Temperatura:

**Microbiológico**

Parámetros	Resultados	Unidades	Metodología de ensayo
Aerobios mesófilos a 37°C	220	ufc/1 ml	PNT-AG-001
Coliformes totales	400	ufc/100 ml	PNT-AG-015
Detección y recuento de Escherichia coli	100	ufc/100 ml	PNT-AG-005
Coliformes fecales	250	ufc/100 ml	PNT-AG-016
Streptococos fecales	34	ufc/250ml	PNT-AG-003

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no pudiéndose reproducir sin la autorización por escrito de MaxControl Noroeste. La muestra, datos y lugar de recogida han sido proporcionados por el cliente, si no se especifica lo contrario. Si la muestra ha sido recogida por un técnico de MaxControl Noroeste, se realizará siguiendo las indicaciones del PNT-GL-001. La incertidumbre de los ensayos incluidos en el alcance de la acreditación, se encuentran a disposición del cliente.

*Maria Cabedo Barba*  
MAXCONTROL NOROESTE S.L.U.  
Directora

MAXCONTROL NOROESTE, S.L.U. - N.I.F.: B70433154

ALCANCE: TOMA DE MUESTRAS, REALIZACIÓN DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE AGUAS DE CONSUMO HUMANO, AGUAS DE FIBRINA Y AGUAS DE POZOS, ENSAYOS DE LEGIONELLA EN AGUA, ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE ALIMENTOS (DISEÑO Y ELABORACIÓN DE MANUALES APCC), FORMACIÓN DE MANIPULADORES DE ALIMENTOS.



**LABORATORIO  
DE CONTROL  
Y CALIDAD**



Nº CERTIFICADO: ER-0413/2007

Calle Gutenberg, 34B - 3º 15008 A Coruña Teléfono 981 149 352 info@maxcontrolnoroeste.es

FECHA DE EMISION: A Coruña, a 19/04/2018

**FUNDACION UNIVERSIDADE DA CORUÑA**  
Paseo de Ronda 47 2  
15011 A Coruña

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 18-4188

**DATOS MUESTRA – AGUA CONTINENTAL LT 10**

Fecha de recogida: 11/04/2018 13:00:00  
\*Persona rec. muestra: Cliente  
Fecha de entrada: 12/04/2018 10:00:00

Fecha de inicio análisis: 12/04/2018  
Fecha de fin análisis: 16/04/2018  
Temperatura:

**Microbiológico**

Parámetros	Resultados	Unidades	Metodología de ensayo
Aerobios mesófilos a 37°C	60	ufc/1 ml	PNT-AG-001
Coliformes totales	170	ufc/100 ml	PNT-AG-015
Detección y recuento de	Recuento estimado	ufc/100 ml	PNT-AG-005
Escherichia coli	8		
Coliformes fecales	29	ufc/100 ml	PNT-AG-016
Streptococos fecales	20	ufc/250ml	PNT-AG-003

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no pudiéndose reproducir sin la autorización por escrito de MaxControl Noroeste. La muestra, datos y lugar de recogida han sido proporcionados por el cliente, si no se especifica lo contrario. Si la muestra ha sido recogida por un técnico de MaxControl Noroeste, se realizará siguiendo las indicaciones del PNT-GL-001. La incertidumbre de los ensayos incluidos en el alcance de la acreditación, se encuentran a disposición del cliente.

*Maria Canedo Barba*  
MAXCONTROL NOROESTE S.L.U.  
Directora

MAXCONTROL NOROESTE, S.L.U. - N.I.F.: B70463154

ALCANCE: TOMA DE MUESTRAS, REALIZACIÓN DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE AGUAS DE CONSUMO HUMANO, AGUAS DE FOSINAS Y AGUAS DE POZOS, ENSAYOS DE LEGIONELLA EN AGUA, ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE ALIMENTOS, INSERCIÓN Y ELABORACIÓN DE MENÚS DE APPCC, FORMACIÓN DE MANIPULADORES DE ALIMENTOS.



**MaxControl  
Noroeste**

**LABORATORIO  
DE CONTROL  
Y CALIDAD**



Nº CERTIFICADO: ER-0413/2007

Calle Gutenberg, 34B - 3º 15008 A Coruña Teléfono 981 149 352 info@maxcontrolnoroeste.es

FECHA DE EMISION: A Coruña, a 19/04/2018

**FUNDACION UNIVERSIDADE DA CORUÑA**

Paseo de Ronda 47 2

15011 A Coruña

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 18-4189

**DATOS MUESTRA – AGUA CONTINENTAL LT 12**

Fecha de recogida: 11/04/2018 13:00:00

Fecha de inicio análisis: 12/04/2018

\*Persona rec. muestra: Cliente

Fecha de fin análisis: 16/04/2018

Fecha de entrada: 12/04/2018 10:00:00

Temperatura:

**Microbiológico**

Parámetros	Resultados	Unidades	Metodología de ensayo
Aerobios mesófilos a 37°C	120	ufc/1 ml	PNT-AG-001
Coliformes totales	68	ufc/100 ml	PNT-AG-015
Detección y recuento de	Recuento estimado	ufc/100 ml	PNT-AG-005
Escherichia coli	8		
Coliformes fecales	13	ufc/100 ml	PNT-AG-016
Streptococos fecales	35	ufc/250ml	PNT-AG-003

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no pudiéndose reproducir sin la autorización por escrito de MaxControl Noroeste. La muestra, datos y lugar de recogida han sido proporcionados por el cliente, si no se especifica lo contrario. Si la muestra ha sido recogida por un técnico de MaxControl Noroeste, se realizará siguiendo las indicaciones del PNT-GL-001. La incertidumbre de los ensayos incluidos en el alcance de la acreditación, se encuentran a disposición del cliente.

Maria Canedo Barba  
Directora  
MAXCONTROL NOROESTE S.L.U.  
CIF: B-10453700

MAXCONTROL NOROESTE, S.L.U. - N.I.F.: B70453700

ALCANCE: TOMA DE MUESTRAS, REALIZACIÓN DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE AGUAS DE CONSUMO HUMANO, AGUAS DE FIBRAS Y AGUAS DE FOSOS, ENSAYOS DE LEGIONELA EN AGUA, ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE ALUMBRADOS, DISEÑO Y ELABORACIÓN DE MANUALES APPLICADOS, FORMACIÓN DE MANUALES DE ALUMBRADOS.







MaxControl  
Noroeste

LABORATORIO  
DE CONTROL  
Y CALIDAD



Nº CERTIFICADO: ER-0413/2007

Calle Gutemberg, 34B - 3º 15008 A Coruña Teléfono 981 149 352 info@maxcontrolnoroeste.es

FECHA DE EMISION: A Coruña, a 19/04/2018

FUNDACION UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Paseo de Ronda 47 2

15011 A Coruña

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 18-4190

**DATOS MUESTRA – AGUA CONTINENTAL LT 14**

Fecha de recogida: 11/04/2018 13:00:00  
\*Persona rec. muestra: Cliente  
Fecha de entrada: 12/04/2018 10:00:00

Fecha de inicio análisis: 12/04/2018  
Fecha de fin análisis: 16/04/2018  
Temperatura:

**Microbiológico**

Parámetros	Resultados	Unidades	Metodología de ensayo
Aerobios mesófilos a 37°C	300	ufc/1 ml	PNT-AG-001
Coliformes totales	83	ufc/100 ml	PNT-AG-015
Detección y recuento de	Recuento estimado	ufc/100 ml	PNT-AG-005
Escherichia coli	9		
Coliformes fecales	14	ufc/100 ml	PNT-AG-016
Streptococos fecales	17	ufc/250ml	PNT-AG-003

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no pudiéndose reproducir sin la autorización por escrito de MaxControl Noroeste. La muestra, datos y lugar de recogida han sido proporcionados por el cliente, si no se especifica lo contrario. Si la muestra ha sido recogida por un técnico de MaxControl Noroeste, se realizará siguiendo las indicaciones del PNT-GL-001. La incertidumbre de los ensayos incluidos en el alcance de la acreditación, se encuentran a disposición del cliente.

Maria Canedo Barba  
Directora  
MAXCONTROL NOROESTE SLU  
CIF: B-70401000

MAXCONTROL NOROESTE, S.L.U. - N.I.F: B70401000

ALCANCES: TOMA DE MUESTRAS, REALIZACIÓN DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE AGUAS DE CONSUMO HUMANO, AGUAS DE FICOMAS Y AGUAS DE POZOS, ENSAYOS DE LITOMIELLA EN AGUA, ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE ALIMENTOS, DISEÑO Y ELABORACIÓN DE MANUALES APFC, FORMACIÓN DE MANUALES APFC DE ALIMENTOS





MaxControl Noroeste

LABORATORIO DE CONTROL Y CALIDAD



Nº CERTIFICADO: ER-0413/2007

Calle Gutemberg, 34B - 3º 15008 A Coruña Teléfono 981 149 352 info@maxcontrolnoroeste.es

FECHA DE EMISION: A Coruña, a 19/04/2018

FUNDACION UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Paseo de Ronda 47 2

15011 A Coruña

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 18-4191

DATOS MUESTRA – AGUA CONTINENTAL LT 16

Fecha de recogida: 11/04/2018 13:00:00

Fecha de inicio análisis: 12/04/2018

\*Persona rec. muestra: Cliente

Fecha de fin análisis: 16/04/2018

Fecha de entrada: 12/04/2018 10:00:00

Temperatura:

Microbiológico

Parámetros	Resultados	Unidades	Metodología de ensayo
Aerobios mesófilos a 37°C	80	ufc/1 ml	PNT-AG-001
Coliformes totales	300	ufc/100 ml	PNT-AG-015
Detección y recuento de Escherichia coli	Presencia <sup>1</sup>	ufc/100 ml	PNT-AG-005
Coliformes fecales	39	ufc/100 ml	PNT-AG-016
Streptococos fecales	31	ufc/250ml	PNT-AG-003

\*Nota<sup>1</sup>: el recuento obtenido es 10 ufc/100 ml

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no pudiéndose reproducir sin la autorización por escrito de MaxControl Noroeste. La muestra, datos y lugar de recogida han sido proporcionados por el cliente, si no se especifica lo contrario. Si la muestra ha sido recogida por un técnico de MaxControl Noroeste, se realizará siguiendo las indicaciones del PNT-GL-001. La incertidumbre de los ensayos incluidos en el alcance de la acreditación, se encuentran a disposición del cliente.

Maria Canedo Barba  
Directora  
MAXCONTROL NOROESTE S.L.U.  
C.F. 3-7524

MAXCONTROL NOROESTE, S.L.U. - N.I.F.: B70430154

ALCANCE: TOMA DE MUESTRAS, REALIZACIÓN DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE AGUAS DE CONSUMO HUMANO, AGUAS DE PISCINAS Y AGUAS DE POZOS. ENSAYOS DE LEGISLACIÓN EN AGUA, ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE ALUMBRADOS, DISEÑO Y ELABORACIÓN DE MANUALES APPCC, FORMACIÓN DE MANIPULADORES DE ALUMBRADOS.





MaxControl  
Noroeste

LABORATORIO  
DE CONTROL  
Y CALIDAD



Nº CERTIFICADO: ER-0413/2007

Calle Gutemberg, 34B - 3º

15008 A Coruña

Teléfono 981 149 352

info@maxcontrolnoroeste.es

FECHA DE EMISION: A Coruña, a 19/04/2018

FUNDACION UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Paseo de Ronda 47 2

15011 A Coruña

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 18-4192

**DATOS MUESTRA – AGUA CONTINENTAL LT 18**

Fecha de recogida: 11/04/2018 13:00:00

Fecha de inicio análisis: 12/04/2018

\*Persona rec. muestra: Cliente

Fecha de fin análisis: 16/04/2018

Fecha de entrada: 12/04/2018 10:00:00

Temperatura:

**Microbiológico**

Parámetros	Resultados	Unidades	Metodología de ensayo
Aerobios mesófilos a 37°C	160	ufc/1 ml	PNT-AG-001
Coliformes totales	150	ufc/100 ml	PNT-AG-015
Detección y recuento de Escherichia coli	Presencia <sup>1</sup>	ufc/100 ml	PNT-AG-005
Coliformes fecales	14	ufc/100 ml	PNT-AG-016
Estreptococos fecales	40	ufc/250ml	PNT-AG-003

\*Nota<sup>1</sup>: el recuento obtenido es 2 ufc/100 ml

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no pudiéndose reproducir sin la autorización por escrito de MaxControl Noroeste. La muestra, datos y lugar de recogida han sido proporcionados por el cliente, si no se especifica lo contrario. Si la muestra ha sido recogida por un técnico de MaxControl Noroeste, se realizará siguiendo las indicaciones del PNT-GL-001. La incertidumbre de los ensayos incluidos en el alcance de la acreditación, se encuentran a disposición del cliente.

*Maria Cañedo Barba*  
MAXCONTROL NOROESTE SLU  
Directora

MAXCONTROL NOROESTE, S.L.U. - N.I.F. - B70430154

ALCANCE: TOMA DE MUESTRAS, REALIZACIÓN DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE AGUAS DE CONSUMO HUMANO, AGUAS DE PISCINAS Y AGUAS DE POCOS, ENSAYOS DE LEGIONELLA EN AGUA, ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE ALIMENTOS, DISEÑO Y ELABORACIÓN DE MANUALES APPLIC. FORMACIÓN DE MANIPULADORES DE ALIMENTOS.



MaxControl  
Noroeste

LABORATORIO  
DE CONTROL  
Y CALIDAD



Nº CERTIFICADO: ER-0413/2007

Calle Gutemberg, 34B - 3º 15008 A Coruña Teléfono 981 149 352 info@maxcontrolnoroeste.es

FECHA DE EMISION: A Coruña, a 19/04/2018

FUNDACION UNIVERSIDADE DA CORUÑA  
Paseo de Ronda 47 2  
15011 A Coruña

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 18-4193

**DATOS MUESTRA – AGUA CONTINENTAL LT 20**

Fecha de recogida: 11/04/2018 13:00:00 Fecha de inicio análisis: 12/04/2018  
\*Persona rec. muestra: Cliente Fecha de fin análisis: 16/04/2018  
Fecha de entrada: 12/04/2018 10:00:00 Temperatura:

Microbiológico	Resultados	Unidades	Metodología de ensayo
Parámetros			
Aerobios mesófilos a 37ºC	54	ufc/1 ml	PNT-AG-001
Coliformes totales	77	ufc/100 ml	PNT-AG-015
Detección y recuento de Escherichia coli	Presencia <sup>1</sup>	ufc/100 ml	PNT-AG-005
Coliformes fecales	16	ufc/100 ml	PNT-AG-016
Estreptococos fecales	34	ufc/250ml	PNT-AG-003

\*Nota<sup>1</sup>: el recuento obtenido es 2 ufc/100 ml

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no pudiéndose reproducir sin la autorización por escrito de MaxControl Noroeste. La muestra, datos y lugar de recogida han sido proporcionados por el cliente, si no se especifica lo contrario. Si la muestra ha sido recogida por un técnico de MaxControl Noroeste, se realizará siguiendo las indicaciones del PNT-GL-001. La incertidumbre de los ensayos incluidos en el alcance de la acreditación, se encuentran a disposición del cliente.

*Maria Canelo Barba*  
MAXCONTROL NOROESTE SLU  
Directora

MAXCONTROL NOROESTE, S.L.U. - N.I.F.: B70483154

ALCANCE: TOMA DE MUESTRAS, REALIZACIÓN DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE AGUAS DE CONSUMO HUMANO, AGUAS DE FONOS Y AGUAS DE POZOS, ENSAYOS DE LEGIONELLA EN AGUA, ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE ALIMENTOS, DISEÑO Y ELABORACIÓN DE MANUALES APFC, FORMACIÓN DE MANIPULADORES DE ALIMENTOS.

# ANEJO IV

## ANÁLISIS DE SEDIMENTOS



\* Los ensayos y actividades marcados no están amparados por la acreditación de ENAC.  
La toma de muestra no está amparada por la acreditación de ENAC.



Laboratorio Análisis Químicos de SADA  
Ctra. N-VI, Km. 582 15168 SADA - (A Coruña)  
Tlf.: 981 014 500 Fax: 981 014 550  
www.appluscorp.com

Página 1 de 3

Nº INFORME: 2466/18/22395 - SAD

Nº ACTA: 58288

**INFORME DE ENSAYO EMITIDO POR APPLUS NORCONTROL S.L.U.**

<b>DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE</b>	
<b>NOMBRE:</b> COBRE SAN RAFAEL, S.L.U	<b>LOCALIDAD:</b> Touro
<b>CENTRO:</b> COBRE SAN RAFAEL, S.L.U	<b>PROVINCIA:</b> 15822 A CORUÑA
<b>DIRECCIÓN:</b> La mina, s/n	<b>PAÍS:</b> ESPAÑA
<b>DATOS DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:</b>	
<b>NATURALEZA:</b> Sedimento	<b>F. TOMA MUESTRA:</b>
<b>REF. CLIENTE:</b> Touro 020718	<b>F. RECEPCIÓN:</b> 13/07/18
<b>OBSERVACIONES:</b> Entregado por Cliente.	

**ANÁLISIS FÍSICO/QUÍMICO**

Inicio 13/07/18 Fin 01/08/18

	Parametro	Unidades	Resultado
1	Metales		
	Arsénico	(mg/kg m.s.)	6.35 ± 0.91
	Bario	(mg/kg m.s.)	173 ± 38
	Berilio	(mg/kg m.s.)	<1
	Cadmio	(mg/kg m.s.)	1.27 ± 0.32
	Cinc	(mg/kg m.s.)	203 ± 26
	Cobalto	(mg/kg m.s.)	63.4 ± 8.6
	Cobre	(mg/kg m.s.)	1342 ± 161
	Cromo	(mg/kg m.s.)	95 ± 12
	Estaño	(mg/kg m.s.)	<15
	Molibdeno	(mg/kg m.s.)	<3
	Níquel	(mg/kg m.s.)	83.0 ± 11.3
	Plomo	(mg/kg m.s.)	6.70 ± 1.46
	Selenio	(mg/kg m.s.)	<8
**	Hierro	(mg/kg m.s.)	165028
**	Antimonio	(mg/kg m.s.)	<10
**	Aluminio	(mg/kg m.s.)	89147
**	Manganeso	(mg/kg m.s.)	882
**	Boro	(mg/kg m.s.)	1889
**	Silicio	(mg/kg m.s.)	736
**	Estroncio	(mg/kg m.s.)	26.8
**	2 Metales Totales Mayoritarios		

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin aprobación escrita de Applus Norcontrol

Los resultados de este informe sólo afectan a las muestras sometidas a análisis

Applus Norcontrol, S.L.U. Inscrita en el Registro Mercantil de Coruña, Hoja 1507, Folio 114, Tomo 292, Libro 138, Sec. 3º de Sociedades. C.I.F. B-150-44.357.





\* Los ensayos y actividades marcados no están amparados por la acreditación de ENAC.  
La toma de muestra no está amparada por la acreditación de ENAC.

Laboratorio Análisis Químicos de SADA  
Ctra. N-VI, Km. 582 15168 SADA - (A Coruña)  
Tif.: 981 014 500 Fax: 981 014 550  
www.appluscorp.com



Página 2 de 3

Nº INFORME: 2466/18/22395 - SAD

**INFORME DE ENSAYO EMITIDO POR APPLUS NORCONTROL S.L.U.**

**ANALISIS FISICO/QUIMICO**

Inicio 13/07/18 Fin 01/08/18

	Parametro	Unidades	Resultado
*	Calcio	(mg/kg m.s.)	21435
*	Sodio	(mg/kg m.s.)	1744
*	Potasio	(mg/kg m.s.)	8427
*	Magnesio	(mg/kg m.s.)	19339
*	3 Mercurio	(mg/kg m.s.)	<0.1

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin aprobación escrita de Applus Norcontrol

Los resultados de este informe sólo afectan a las muestras sometidas a análisis

Applus Norcontrol, S.L.U. inscrita en el Registro Mercantil de Coruña, Hoja 1507, Folio 114, Tomo 292, Libro 138, Sec. 3ª de Sociedades. C.I.F. B-150.44.357.





\* Los ensayos y actividades marcados no están amparados por la acreditación de ENAC.  
La toma de muestra no está amparada por la acreditación de ENAC.

Laboratorio Análisis Químicos de SADA  
Ctra. N-VI, Km. 582 15168 SADA - (A Coruña)  
Tíf.: 981 014 500 Fax: 981 014 550  
www.appluscorp.com



Página 3 de 3

Nº INFORME: 2466/18/22395 - SAD

#### **INFORME DE ENSAYO EMITIDO POR APPLUS NORCONTROL S.L.U.**

#### **DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**

*Las opiniones, interpretaciones, etc, que se indican a continuación están fuera del alcance de la acreditación de ENAC.*

Nota.- (m.s.) Los resultados son expresados sobre materia seca (muestra seca a 105°C)

#### **METODOLOGÍA EMPLEADA**

- Q 1 C6-9 86040 / Det. de metales en suelos y residuos por ICP-AES      Q 2 Digestión / ICP-OES  
Q 3 C6-9 86044 / Mercurio en suelos y residuos por CV-AFS

**Supervisor de laboratorio (Dpto. Físico-Químico)**

Jose Angel Martínez Pontevedra  
A Coruña, 1 de Agosto de 2018



Applus<sup>+</sup>  
Applus Norcontrol, S.L.U.

#### **Garantía de Calidad de Servicio**

Applus+, garantiza que este trabajo se ha realizado dentro de lo exigido por nuestro Sistema de Calidad y Sostenibilidad, habiéndose cumplido las condiciones contractuales y la normativa legal.

En el marco de nuestro programa de mejora les agradecemos nos transmitan cualquier comentario que consideren oportuno, dirigiéndose al responsable que firma este escrito, o bien, al Director de Calidad de Applus+, en la dirección: [satisfaccion.cliente@appluscorp.com](mailto:satisfaccion.cliente@appluscorp.com)

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin aprobación escrita de Applus Norcontrol

Los resultados de este informe sólo afectan a las muestras sometidas a análisis

Applus Norcontrol, S.L.U. Inscrita en el Registro Mercantil de Coruña, Hoja 1507, Folio 114, Tomo 292, Libro 138, Sec. 3ª de Sociedades. C.I.F. B-15044357.







## INFORME 025/18

### Laboratório Mineralógico

EPDM – Empresa de Perfuração e Desenvolvimento Mineiro, S.A.

Algares, Apartado 25, 7600-015 Aljustrel, Portugal

Tel. +351 284 249 400 Fax +351 284 249 492 E-mail [pedro.nunoalves@epdm.pt](mailto:pedro.nunoalves@epdm.pt)

**Cliente:** Cobre San Rafael

**Morada do cliente:** Lugar La Mina, s/n, 15.822 Touro (A Coruña)

Anexo al informe de ensayo 025/18 (Estudio mineralógico por MLA).

### Identificación de las muestras

Código de la muestra
22395



**Muestra 22395**

**Análisis modal**

Tabla 1 - Análisis modal de la muestra 22395.

Mineral	composición química aprox.	densidad	% peso	% área	Nº de partículas
Pirrotina	Fe <sub>2</sub> +0.95S	4,62	1,98	1,38	496
Pirita	Fe <sub>2</sub> +S <sub>2</sub>	4,90	0,20	0,13	74
Calcopirita	CuFe <sub>2</sub> +S <sub>2</sub>	4,20	0,53	0,41	146
Cuarzo	(SiO <sub>2</sub> )	2,63	7,46	9,13	3401
Moscovita	KAl <sub>3</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>1.9</sub> F <sub>0.1</sub>	2,83	7,39	8,40	5318
serie_annita_flogopita	Composición variable entre los dos extremos de la serie	2,80	12,15	13,93	15451
Chamosita	(Fe <sub>2</sub> +,Mg,Fe <sub>3</sub> +) <sub>5</sub> Al(AlSi <sub>3</sub> )O <sub>10</sub> (OH, <sub>2</sub> O) <sub>8</sub>	3,20	5,08	5,10	7115
Clinocloro	(Mg,Fe <sub>2</sub> +) <sub>5</sub> AlSi <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>8</sub>	2,65	0,86	1,05	1271
Vesuvianita	Ca <sub>10</sub> Mg <sub>2</sub> Al <sub>4</sub> (Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ) <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub>	3,40	5,35	5,06	2256
Plagioclasa	CaAl <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	2,73	18,46	21,67	15470
Ortosa	KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	2,56	0,51	0,64	374
Titanita	CaTiSiO <sub>5</sub>	3,48	1,31	1,21	641
Circón	ZrSiO <sub>4</sub>	4,65	0,03	0,02	37
'Granate'	Granates complejos (Fe,Ca,Al,Mg) <sub>3</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	4,20	23,50	17,97	12936
Grosularia	Ca <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	3,57	3,01	2,70	1576
Almandina	Fe <sub>2</sub> +3Al <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	4,20	3,33	2,55	3922
Diópsido	CaMg(Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> )	3,40	0,65	0,61	304
Andalucita	Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub>	3,15	0,18	0,18	148
Estauroilita	Fe <sub>2</sub> Al <sub>9</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>22</sub> (OH) <sub>2</sub>	3,71	0,02	0,02	28
Enstatita	(Mg,Fe) <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	3,20	0,61	0,61	448
Hornblenda	Ca <sub>2</sub> (Mg,Fe,Al) <sub>5</sub> (Al,Si) <sub>8</sub> O <sub>22</sub> (OH) <sub>2</sub>	2,90	3,36	3,72	2955
Monacita-(Ce)	La <sub>0.5</sub> Ce <sub>0.25</sub> Nd <sub>0.2</sub> Th <sub>0.05</sub> (PO <sub>4</sub> )	5,15	0,05	0,03	10
Fluorapatito	Ca <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> )(F)	3,19	0,29	0,29	92
Calcita	CaCO <sub>3</sub>	2,71	1,34	1,59	301
Ilmenita	Fe <sub>2</sub> +TiO <sub>3</sub>	4,72	0,43	0,29	132
Hematita	Fe <sub>3</sub> +2O <sub>3</sub>	5,30	1,02	0,62	476
Magnetita	Fe <sub>3</sub> +2Fe <sub>2</sub> +O <sub>4</sub>	5,15	0,12	0,07	101
Goethita	Fe <sub>3</sub> +O(OH)	3,80	0,46	0,39	12
Rutilo	TiO <sub>2</sub>	4,25	0,26	0,20	48
Selenio nativo	Se	4,80	<0,01	<0,01	1
Jarosita	KFe <sub>3</sub> +6(SO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> (OH) <sub>12</sub>	3,63	0,05	0,04	42
<b>TOTAL</b>	-	-	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>75582</b>



## Distribución de los Elementos principales

Tabla 2 – Distribución de algunos elementos en la muestra 22395.

Mineral	Al (%)	Ca (%)	Ce (%)	Cu (%)	Fe (%)	Mg (%)	Na (%)	O (%)
Pirrotina					10,75			
Pirita					0,86			
Calcopirita				100,00	1,41			
Cuarzo								9,72
Moscovita	14,18							8,56
serie_annita_flogopita	12,12				17,73	21,55		10,99
Chamosita	3,90				13,07	8,44		5,39
Clinocloro	1,07				0,69	4,14		0,99
Vesuvianita	3,84	16,82				5,54		5,60
Plagioclasa	33,09	28,23					100,00	20,83
Ortosa	0,46							0,57
Titanita	0,34	2,82			0,16			1,27
Circón								0,02
'Granate'	17,26	28,35			31,55	47,10		21,43
Grosularia	3,40	8,95						3,14
Almandina	4,10	1,04			7,86	3,71		2,93
Diópsido		1,33				2,20		0,70
Andalucita	0,55							0,21
Estauroлита	0,06				0,02	<0,01		0,03
Enstatita		0,04			1,10	2,47		0,58
Hornblenda	5,62	3,47			3,17	4,78		3,65
Monacita-(Ce)		<0,01	100,00					0,03
Fluorapatito		1,27						0,27
Calcita		7,68			0,05	0,08		1,46
Ilmenita					1,31			0,31
Hematita					6,89			0,53
Magnetita					0,75			0,08
Goethita					2,51			0,40
Rutilo								0,25
Selenio nativo								
Jarosita					0,12			0,05
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00



Tabla 3 – Distribución de algunos elementos en la muestra 22395 (continuación).

Mineral	S (%)	Si (%)	Th (%)	Ti (%)	U (%)	Zr (%)
Pirrotina	71,65					
Pirita	10,03					
Calcopirita	17,81					
Cuarzo		17,55				
Moscovita		7,86				
serie_annita_flogopita		9,47		22,87		
Chamosita		3,24				
Clinocloro		0,60				
Vesuvianita		4,79				
Plagioclasa		19,28				
Ortosa		0,77				
Titanita		0,94		28,40		
Circón		0,02	1,25	0,02		100,00
'Granate'		25,71		12,32		
Grosularia		2,83				
Almandina		2,93				
Diópsido		0,84				
Andalucita		0,15				
Estauroлита		0,01				
Enstatita		0,79				
Hornblenda		2,20				
Monacita-(Ce)			98,75		100,00	
Fluorapatito						
Calcita						
Ilmenita				17,13		
Hematita				0,73		
Magnetita						
Goethita						
Rutilo				18,52		
Selenio nativo						
Jarosita	0,51					
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>



## INFORME 025/18

### Algunas consideraciones

En la muestra **22395** se observó un gran cantidad de partículas esféricas y semiesféricas (figura 1). Estas partículas no son naturales, por lo menos su forma. Se sugiere tratarse de materiales abrasivos, en su mayoría (más de 50%) granates o algún compuesto con una composición semejante (a de un granate). Los restantes tienen una composición a base de un silicato complejo (Si, Al, Na, Fe, Ca y Mg) y otros compuestos solamente por Fe y O (acero?).

Teniendo en cuenta la gran cantidad de posibles materiales abrasivos (sintéticos y naturales), se sugiere que pueda también estar presente un otro material abrasivo, el carburo de boro. Este material es compuesto por C y B, dos elementos que no son detectados/cuantificados con recurso al SEM-EDS. La presencia de este material, 'invisible' al SEM y EDS e podría explicar la presencia de cantidades apreciables de B en la muestra.



Figura 1 – Detalle de la muestra **22395** donde se observan partículas esféricas del supuesto abrasivo granatífero o con composición análoga a un granate.





INFORME 025/18

*Fim do relatório*

*Este relatório só pode ser reproduzido na íntegra. Os resultados obtidos referem-se exclusivamente à(s) amostra(s) ensaiada(s). A amostragem é da responsabilidade do cliente.*

Validado por:

  
\_\_\_\_\_  
Pedro Nuno Alves

(Responsável pelo Laboratório)





**Servizos de Apoio á Investigación**  
Edificio de Servizos Centrais de Investigación  
Campus de Elviña, s/n  
15071 A Coruña

Unidade de Espectrometría de Plasma-Masas (UEPM)  
saiuepm@udc.es | 981 167 067 ext. 2089/2678

**Informe IE2018/1894**  
3 de agosto de 2018

Páxina 1 de 1

Ensaio solicitado:	Determinación cuantitativa de metais e metaloides disoltos mediante ICP-MS
Período de realización:	do 23/xul/2018 ao 27/xul/2018
Usuario A-0108-TEC:	Jordi Delgado Martín
Autorizado:	Jordi Delgado Martín (Ricardo Juncosa Rivera, José Luis Cereijo Arango e David García Morrondo)
Depto./Área:	Enxeñaría do terreo Enxeñaría Civil
Enderezo:	E.T.S.E. Camiños, Canais e Portos UNIVERSIDADE DA CORUÑA Campus de Elviña, s/n 15192 A Coruña
Data de entrada:	10/xul/2018
Núm. SAI:	2018/25949
Descrición:	LIXIVADO DE SEDIMENTO
Nome das mostras:	LIX_TOURO_JULIO18
Mostraxe:	Realizado polo/a cliente/usuario/a. Os SAI fanse responsables dos resultados obtidos nas análises das mostras recibidas nos seus laboratorios, sen mediar ningunha responsabilidade sobre a validez ou representatividade de ditas mostras

## Método de ensaio

\* P-SAI-UEPM-09. Procedemento interno para a determinación de metais disoltos e totais mediante ICP-MS de sector magnético de alta resolución ELEMENTXR/ELEMENT2 de Thermo Finnigan.

Os resultados expresanse en µg/L ou mg/L en función do nivel de concentración do analito na mostra.

## Resultados

MOSTRA	Nº SAI	Na mg/L	Mg mg/L	Si mg/L	Ca mg/L	K mg/L	Al µg/L	As µg/L	B µg/L	Ba µg/L
LIX_TOURO_JULIO18	2018/25949	5.4	5.4	1.5	27.3	3.9	233	<0.50	24	9.1

MOSTRA	Nº SAI	Be µg/L	Cd µg/L	Co µg/L	Cr µg/L	Cu µg/L	Fe µg/L	Hg µg/L	Li µg/L	Mn µg/L
LIX_TOURO_JULIO18	2018/25949	<0.25	<0.25	<0.50	<1.00	23	77	<0.05	0.89	28

MOSTRA	Nº SAI	Mo µg/L	Ni µg/L	Pb µg/L	Sb µg/L	Se µg/L	Sn µg/L	Sr µg/L	Zn µg/L
LIX_TOURO_JULIO18	2018/25949	12.5	<2.5	<0.50	0.23	1.3	<0.50	50	14

Informe emitido por: Servicios de Apoyo a la Investigación de la Universidad de A Coruña

## Responsable do informe

Alicia M.ª Cantarero Roldán  
Técnico dos SAI

Documento asinado electronicamente  
Autenticidade verificable en <https://valide.redsara.es>  
Toda reprodución en papel considérase copia





**Servizos de Apoio á Investigación**  
Edificio de Servizos Centrais de Investigación  
Campus de Elviña, s/n  
15071 A Coruña

Unidade de Técnicas Instrumentais de Análise (UTIA)  
saiutia@udc.es | 981 167 067 ext. 2074/2123

**Informe IE2018/1640**  
12 de xullo de 2018

Páxina 1 de 1

Ensaio solicitado:	Determinación de nitróxeno, carbono, hidróxeno e xofre mediante análise elemental (combustión)
Período de realización:	do 10/xul/2018 ao 12/xul/2018
Usuario A-0108-TEC:	Jordi Delgado Martín
Autorizado:	Jordi Delgado Martín (Ricardo Juncosa Rivera, José Luis Cereijo Arango e David García Morrondo)
Depto./Área:	Enxeñaría do terreo Enxeñaría Civil
Enderezo:	E.T.S.E. Camiños, Canais e Portos UNIVERSIDADE DA CORUÑA Campus de Elviña, s/n 15192 A Coruña
Data de entrada:	10/xul/2018
Núm. SAI:	2018/25948
Descrición:	Sedimento.
Nome das mostras:	TOURO 090718
Mostraxe:	Realizado polo/a cliente/usuario/a. Os SAI fanse responsables dos resultados obtidos nas análises das mostras recibidas nos seus laboratorios, sen mediar ningunha responsabilidade sobre a validez ou representatividade de ditas mostras

## Método de ensaio

Combustión en analizador elemental FlashEA1112 (ThermoFinnigan)

## Resultados

Mostra	N.º SAI	Peso (mg)	% N	% C	% H	% S
TOURO 090718	2018/25948	10.352	< 0,05	0.50	1.81	0.67

Informe emitido por: Servicios de Apoyo a la Investigación de la Universidad de A Coruña

## Responsable do informe

María Lema Grille  
Técnico dos SAI

Documento asinado electronicamente  
Autenticidade verificable en <https://valide.redsara.es>  
Toda reprodución en papel considérase copia







**Servizos de Apoio á Investigación**  
Edificio de Servizos Centrais de Investigación  
Campus de Elviña, s/n  
15071 A Coruña

Unidade de Técnicas Instrumentais de Análise (UTIA)  
saiutia@udc.es | 981 167 067 ext. 2074/2123

**Informe IE2018/1641**  
12 de xullo de 2018

Páxina 1 de 1

Ensaio solicitado:	Determinación de carbono orgánico total mediante análise elemental (combustión)
Período de realización:	do 10/xul/2018 ao 12/xul/2018
Usuario A-0108-TEC:	Jordi Delgado Martín
Autorizado:	Jordi Delgado Martín (Ricardo Juncosa Rivera, José Luis Cereijo Arango e David García Morrondo)
Depto./Área:	Enxeñaría do terreo Enxeñaría Civil
Enderezo:	E.T.S.E. Camiños, Canais e Portos UNIVERSIDADE DA CORUÑA Campus de Elviña, s/n 15192 A Coruña
Data de entrada:	10/xul/2018
Núm. SAI:	2018/25948
Descrición:	Sedimento.
Nome das mostras:	TOURO 090718
Mostraxe:	Realizado polo/a cliente/usuario/a. Os SAI fanse responsables dos resultados obtidos nas análises das mostras recibidas nos seus laboratorios, sen mediar ningunha responsabilidade sobre a validez ou representatividade de ditas mostras

## Método de ensaio

Combustión en analizador elemental FlashEA1112 (ThermoFinnigan)

A mostra acidificouse con HCl antes da análise para eliminar o carbono inorgánico

## Resultados

Mostra	N.º SAI	Peso (mg)	% C.O.T
TOURO 090718	2018/25948	10.608	0.29

Informe emitido por: Servicios de Apoyo a la Investigación de la Universidad de A Coruña

## Responsable do informe

María Lema Grille  
Técnico dos SAI

Documento asinado electronicamente  
Autenticidade verificable en <https://valide.redsara.es>  
Toda reprodución en papel considérase copia





**Servizos de Apoio á Investigación**  
Edificio de Servizos Centrais de Investigación  
Campus de Elviña, s/n  
15071 A Coruña

Unidade de Análise de Augas (UAA)  
saiuaa@udc.es | 981 167 067 ext. 1314/2092/2699

**Informe IE2018/1744**  
23 de xullo de 2018

Páxina 1 de 2

Ensaio solicitado:	Determinación de amonio, nitróxeno total, fluoruro, cloruro, nitrito, bromuro, nitrato, fosfato, sulfato e carbono orgánico, inorgánico e total
Período de realización:	do 11/xul/2018 ao 20/xul/2018
Usuario A-0108-TEC:	Jordi Delgado Martín
Autorizado:	Jordi Delgado Martín (Ricardo Juncosa Rivera, José Luis Cereijo Arango e David García Morrondo)
Depto./Área:	Enxeñaría do terreo Enxeñaría Civil
Enderezo:	E.T.S.E. Camiños, Canais e Portos UNIVERSIDADE DA CORUÑA Campus de Elviña, s/n 15192 A Coruña
Data de entrada:	10/xul/2018
Núm. SAI:	2018/25898
Descrición:	Lixiviado Touro
Nome das mostras:	LIX_TOURO_JULIO18
Mostraxe:	Realizado polo/a cliente/usuario/a. Os SAI fanse responsables dos resultados obtidos nas análises das mostras recibidas nos seus laboratorios, sen mediar ningunha responsabilidade sobre a validez ou representatividade de ditas mostras

## Método de ensaio

Determinación de amonio por colorimetría co equipo AquaKem 250 de Labmedics tras filtrar a mostra a través dunha membrana Millex-HN de 0.45 µm (Millipore) segundo o procedemento interno P-SAI-UAA-15.

Determinación de nitróxeno total mediante combustión catalítica e detección por quimioluminescencia tras oxidación a óxidos de nitróxeno, cun analizador Skalar Formacs HT tras filtración a través dunha membrana Millex-HM de 0.45 µm (Millipore), segundo a norma UNE-EN 12260:2004.

Determinación de anións por cromatografía iónica con detección por condutividade cun cromatógrafo Metrohm 850 Professional IC equipado cunha columna Metrohm Metrosep A Supp 7 250/4.0 mm, segundo o procedemento interno P-SAI-UAA-20.

Determinación de carbono orgánico, inorgánico e total mediante combustión e oxidación catalítica seguidas de detección por NIR cun analizador de carbono orgánico total Skalar Formacs HT.



## Resultados

Mostra	LIX_TOURO_JULIO18	Procedemento
N.º SAI	2018/25898	
amonio (mg NH <sub>4</sub> /L)	1.55	P-SAI-UAA-15
nitróxeno total (mg N/L)	2.03	UNE EN 12260:2004
fluoruro (mg F/L)	1.18	P-SAI-UAA-20
cloruro (mg Cl/L)	2.77	P-SAI-UAA-20
nitrito (mg NO <sub>2</sub> /L)	< 0.030	P-SAI-UAA-20
bromuro (mg Br/L)	0.033	P-SAI-UAA-20
nitrato (mg NO <sub>3</sub> /L)	0.292	P-SAI-UAA-20
fosfato (mg PO <sub>4</sub> /L)	< 0.044	P-SAI-UAA-20
sulfato (mg SO <sub>4</sub> /L)	49.5	P-SAI-UAA-20
carbono total (mg C/L)	13.2	-
carbono inorgánico (mg C/L)	3.90	-
carbono orgánico (mg C/L)	9.33	-

Informe emitido por: Servicios de Apoyo a la Investigación de la Universidad de A Coruña

## Responsable do informe

Verónica Fernández-Villarrenaga Martín  
Técnico dos SAI

Documento asinado electronicamente  
Autenticidade verificable en <https://valide.redsara.es>  
Toda reprodución en papel considérase copia