

**GREENPEACE**

**2011**

**Agosto**

**RECOGIDA DE MUESTRAS  
TERMOMÉTRICAS EN EL RÍO EBRO  
(BURGOS)**

**anbiotek** 

Ribera de Axpe 11 B-201  
48950 ERANDIO  
Tel. 94 608 11 78  
Fax 94 608 17 51

[anbiotek@anbiotek.com](mailto:anbiotek@anbiotek.com)

Informe técnico LA2011-03-04

## INDICE

1.- ANTECEDENTES Y OBJETIVOS .....	3
2.- METODOLOGÍA EMPLEADA.....	3
3.- TRAMO DE ESTUDIO Y ESTACIONES DE MUESTREO .....	4
3.1.- Caracterización del tramo.....	4
3.2.- Toma de muestras .....	4
4.- RESULTADOS.....	11
5.- CONCLUSIONES .....	13
6.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	15
ANEXO.....	16

### **Identificación del documento**

Este documento corresponde a los resultados de la toma de muestras termométricas en el río Ebro, realizada con fecha 29 de Agosto de 2011.

Referencia de documento: LA2011-03-04 (ANBIOTEK).

---

### **Dirección y coordinación del proyecto (Anbiotek):**

D. Alberto Aguirre

---

### **Autores:**

D. Alberto Aguirre

---

### **Modo de citar este informe:**

A. Aguirre, 2011. *Recogida de muestras termométricas en el río Ebro (Burgos). Agosto 2011.* Informe de Anbiotek SL, para GREENPEACE ESPAÑA. 19 pp.

## 1.- ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

La Central Nuclear de Garoña refrigera su aguas de proceso a partir de las aguas del río Ebro. Tanto la toma como el vertido de las aguas del sistema de refrigeración se realizan en la cola del embalse de Sobrón, por lo que el interés de este trabajo es conocer la temperatura del río a lo largo de una serie de puntos en el entorno de la central.

A petición de GREENPEACE ESPAÑA se ha procedido a la realización de una serie de mediciones de temperatura del agua del río Ebro en el entorno de la Central Nuclear de Garoña (Burgos).

Este informe corresponde a los resultados obtenidos en dicha determinación, llevada a cabo durante el día 29 de Agosto de 2011.

## 2.- METODOLOGÍA EMPLEADA

Para la realización de las determinaciones analíticas de temperatura, ANBIOTEK contrató los servicios de la empresa URIKER SL.

URIKER SL es entidad colaboradora de la administración hidráulica en materia de control y vigilancia de la calidad de las aguas (Orden MAM/985/2006, de 23 de marzo), y además, es laboratorio acreditado por ENAC según la norma UNE-EN ISO/IEC 17025 con nº de acreditación 485/LE775 <sup>1</sup>.

La toma de muestras de agua se ha realizado de acuerdo a lo estipulado en la norma UNE-EN ISO-5667-1 (2007).

Todas las mediciones se realizaron *in situ*. Siempre que era posible, se introducía la sonda termométrica directamente en la vena del río (primeros 30 cm. de la vena de agua); mientras que cuando la accesibilidad no lo permitía, se tomaba una muestra de agua mediante una pértiga de muestreo y se acercaba la muestra a la propia sonda.

Las medidas se realizaron con un medidor termométrico marca Luff modelo C100 equipado con una sonda PT-100, clase A. Esta sonda fue calibrada en laboratorio según procedimiento interno PG-016 (URIKER), frente a otra sonda patrón, calibrada por un laboratorio externo acreditado por ENAC.

---

<sup>1</sup> [http://www.mma.es/secciones/acm/aguas\\_continent\\_zonas\\_asoc/vertidos\\_aguas/pdf/056\\_1.pdf](http://www.mma.es/secciones/acm/aguas_continent_zonas_asoc/vertidos_aguas/pdf/056_1.pdf)  
[http://www.enac.es/c/document\\_library/get\\_file?folderId=110&name=485\\_LE775.pdf](http://www.enac.es/c/document_library/get_file?folderId=110&name=485_LE775.pdf)

### **3.- TRAMO DE ESTUDIO Y ESTACIONES DE MUESTREO**

#### **3.1.- Caracterización del tramo**

El tramo de río Ebro sometido a estudio es el comprendido entre el casco urbano de Frías y la presa de Sobrón, ambos enclaves localizados en Burgos, lo que supone una longitud de río de unos 26 Km.

El trabajo de campo se realizó el día 29 de Agosto de 2011.

La central nuclear de Garoña es una central con refrigeración por agua del río Ebro, en sistema abierto; y utiliza las aguas de la cola del embalse de Sobrón para su refrigeración, de modo que tanto la toma de agua como el vertido de las aguas se producen ambas a la cola de dicho embalse.

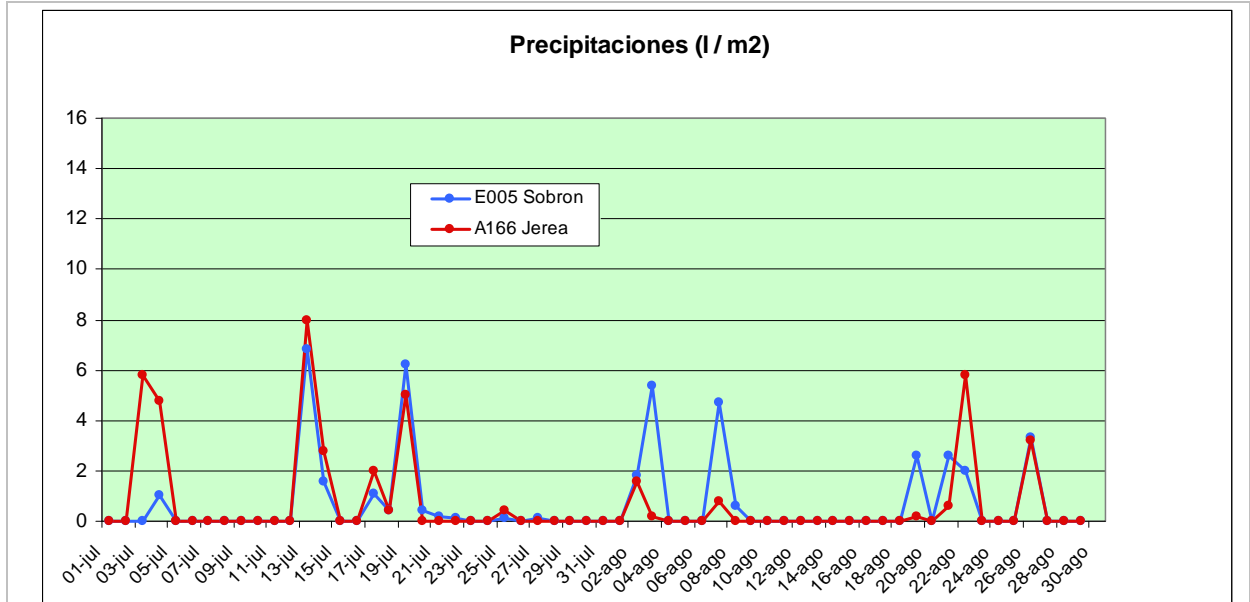
#### **3.2.- Toma de muestras**

El día de la toma de muestras se presentó nublado y sin lluvias, y en días anteriores no se habían producido lluvias en la zona (ver figuras adjuntas). Las aguas del Ebro bajaban claras al principio del tramo, si bien el vertido de la central eléctrica de Quintana aportaba turbidez al río. El caudal era bajo y no turbulento. Por todo ello las condiciones eran óptimas para la toma de las muestras.

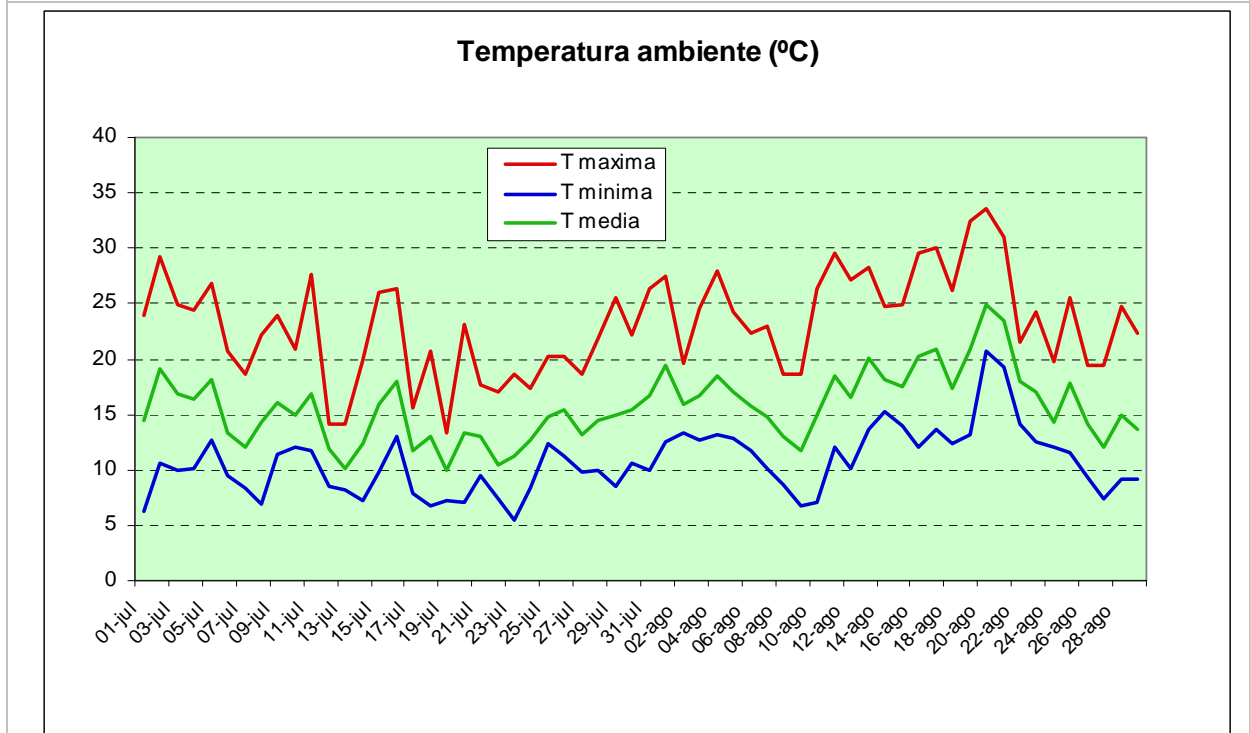
Ese día el embalse se encontraba lleno y liberaba algo de agua por el vertedero de coronación.

La ubicación de las estaciones fue consensuada con el cliente previamente a la ejecución del muestreo. No obstante, y con la salvedad de la muestra E-9 que no ha aparecido en informes anteriores, todas las muestras han sido tomadas en los mismos lugares que en informes anteriores (referencias ANBIOTEK, LA2011-03-01 (Febrero de 2011) y LA2011-03-02 (Mayo de 2011)).

Para la toma de las muestras en las distintas estaciones de muestreo establecidas se diseñó un itinerario circular con inicio en la parte baja del recorrido (presa de Sobrón, estación E-9). El recorrido se realizó en el sentido de las agujas del reloj, primero ascendiendo por la margen derecha del río Ebro hasta Frías, para descender por su margen derecha y volver a su parte baja donde repetir medición en la estación E-8.



**Precipitaciones registradas con anterioridad a la toma de muestras en la zona.** Estación E005, embalse de Sobrón (UTM: 491913, 4735185), 520 msnm. Estación A166, Jerea (UTM: 470891, 4739770), 532 msnm.



**Evolución de la temperatura ambiental registrada con anterioridad a la toma de muestras en la zona.** Estación R003, Repetidor de Larra (UTM: 467237, 4737194), 1.002 msnm.

A continuación se presentan las estaciones de muestreo, y en páginas siguientes su ubicación en fotografías aéreas.

Todas las estaciones se han referenciado en coordenadas UTM, al tiempo que se han posicionado respecto a un punto de origen localizado en el puente viejo de Frías, con el fin de posicionar mejor la distancia relativa entre los puntos.

	Cauce	UTM-x	UTM-y	Localidad	Distancia a Frías (Km.)
<b>E-1</b>	Ebro	477113	4734281	Frías	2,0
<b>E-2</b>	Ebro	478836	4737274	Central de Quintana	6,6
<b>E-3</b>	Ebro	480082	4734605	Cuezvo	10,0
<b>E-4</b>	Ebro	481770	4735931	Barcina del Barco	12,0
<b>E-5 BIS</b>	Ebro	482530	4735723	Barcina del Barco	13,0
<b>E-5</b>	Ebro	482855	4736053	Central de Garoña	13,8
<b>E-6</b>	Ebro	483602	4736388	Mijaraluenga	15,0
<b>E-7 BIS</b>	Descarga de la central	483063	4735603	Central de Garoña	16,4
<b>E-7</b>	Ebro	483462	4735158	Sta. M <sup>a</sup> de Garoña	16,8
<b>E-8</b>	Ebro	487388	4734331	Puente de Tobalinilla	21,2
<b>E-9</b>	Ebro	491890	4735242	Presa de Sobrón	26,0

**Tabla 1.-** Localización de las estaciones de muestreo estudiadas y ubicación relativa con referencia al puente viejo de Frías.



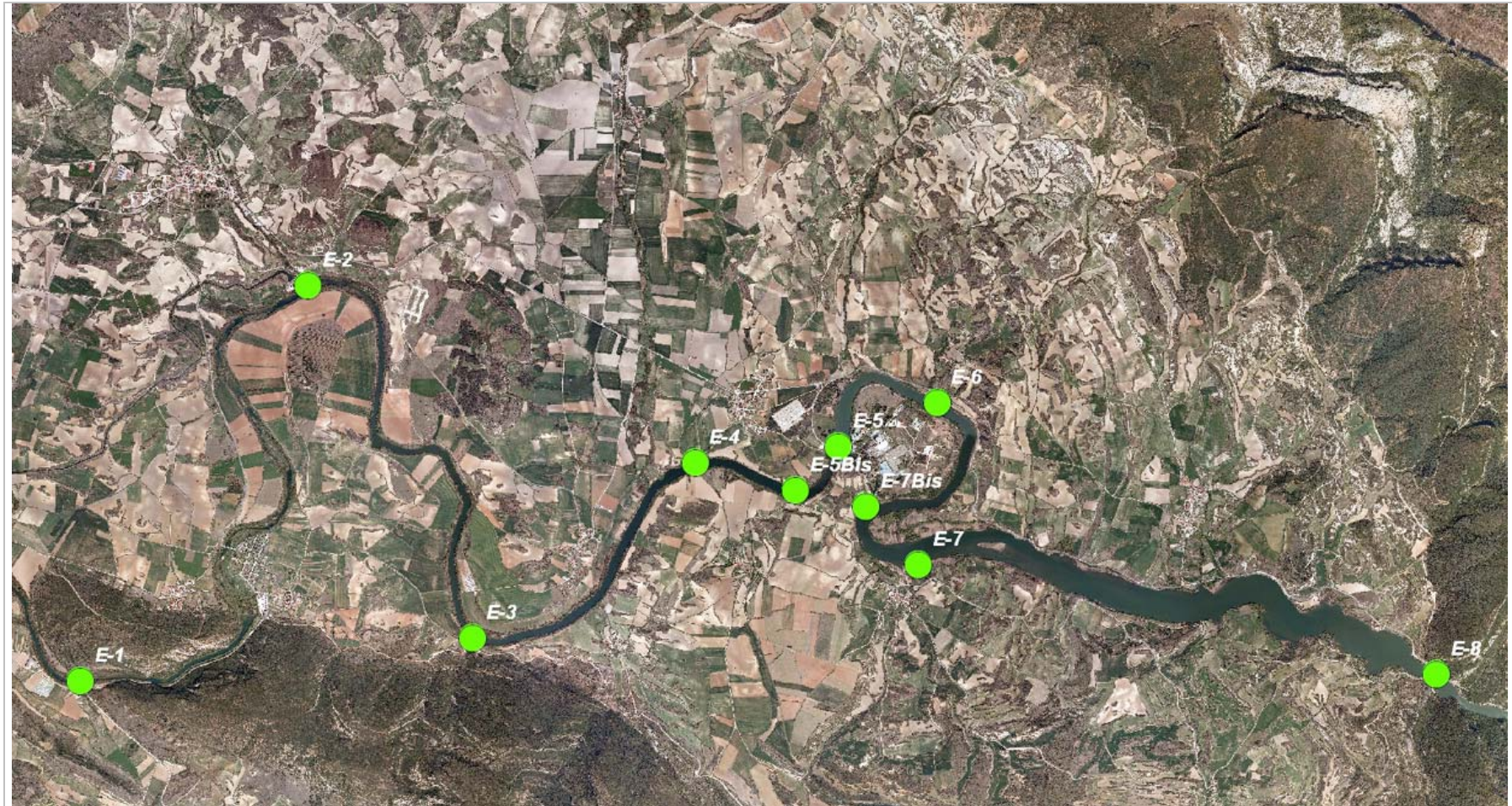


Figura 1.- Localización de las estaciones de muestreo.













#### 4.- RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados de las mediciones efectuadas en la tabla adjunta.

Estación de toma	Hora	Temperatura agua (°C)
E-1	11:40	18,1
E-2	12:10	19,9
E-3	11:10	19,3
E-4	12:35	19,6
E-5 BIS	12:50	23,0
E-5	13:05	26,1
E-6	13:50	27,1
E-7 BIS	14:27	30,9
E-7	14:45	30,2
E-8	10:48	27,6
		28,9
E-8	15:25	27,7 (5 m. profundidad)
	-	22,1 (10 m. profundidad)
	15:30	21,6 (14,5 m. profundidad)
E-9	10:30	26,5

**Tabla 2.-** Resultados de las mediciones termométricas realizadas el día 29 de Agosto de 2011. Todas las medidas realizadas en superficie, salvo las indicadas de otro modo. Los valores presentan una incertidumbre de  $\pm 0,3$  °C.

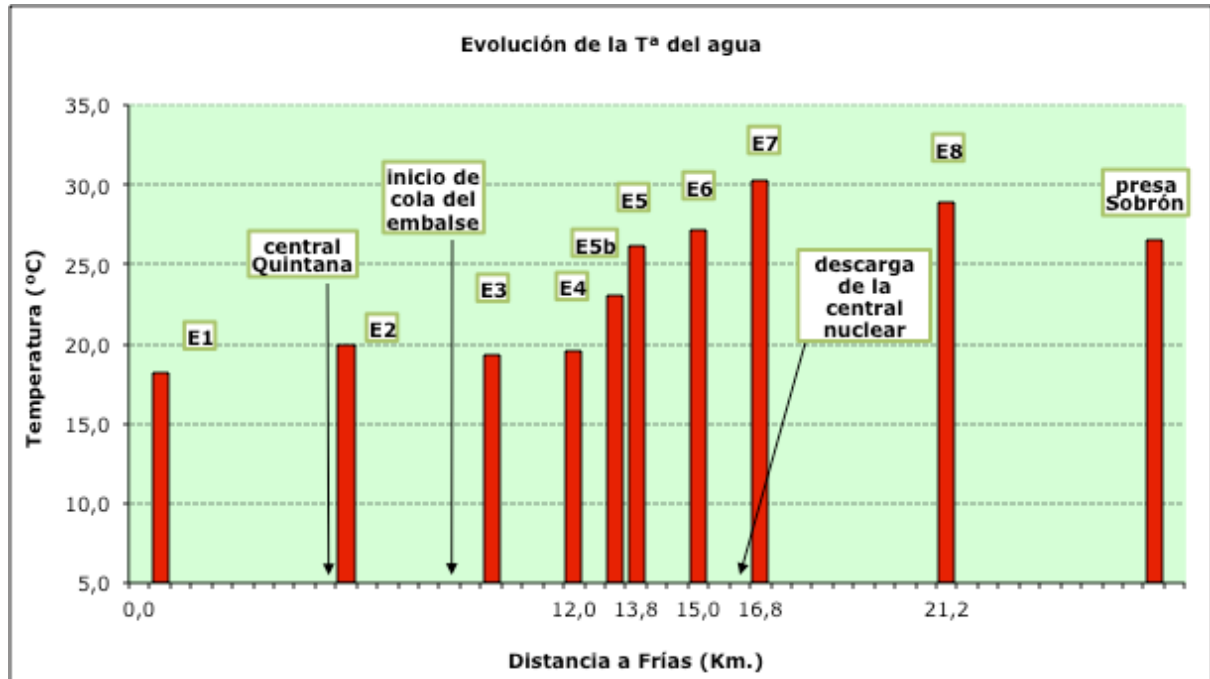
En la figura adjunta se puede observar claramente la evolución de la temperatura del agua del río Ebro a lo largo de su recorrido entre Frías y el embalse de Sobrón, y pasando por la central nuclear de Garoña.

La estación E-1 presenta la temperatura de referencia del río Ebro, con 18,1 °C a las 11:40 horas, mientras que una hora antes la estación E-8 ya presentaba 27,6 °C, con cielo aún nublado, y en el dique de la presa de Sobrón se habían registrado 26,5 °C minutos antes.

A diferencia de campañas de muestreo anteriores, no se produce incremento de temperatura significativo hasta la estación E-5 BIS debido, posiblemente, a la importancia del volumen de agua vertido por la central eléctrica de Quintana (con aguas procedentes del embalse de Cillaperlata) frente al reducido caudal del río Ebro, por lo que la incidencia de aquél se nota a lo largo de más de 6 Km. de río.

Es a partir de E-5 BIS cuando la temperatura comienza a ascender de un modo ostensible, cuando el río ya ha penetrado en la cola del embalse de Sobrón. En realidad, el régimen de aguas lentas debido al embalsamiento generado por la presa de Sobrón comienza en la estación E-3.

Debido al embalsamiento generado por la presa de Sobrón, la temperatura crece más o menos linealmente entre los puntos E-4 y E-7, lugar localizado bajo el vertido de la central nuclear y donde el río se "abre" literalmente al embalse.



**Figura 2.-** Resultados de las mediciones termométricas realizadas. Todas las medidas realizadas en superficie, salvo las indicadas de otro modo. Los valores presentan una incertidumbre de  $\pm 0,3$  °C.

A partir de este punto, la temperatura comienza de nuevo a descender, de modo paulatino, pero sin recuperar los valores iniciales, inferiores a los 20 °C.

En la estación E-8 se recogieron medidas de temperatura tanto en 2 momentos distintos del día, como a distintas profundidades:

- a las 10:48 horas se registró una temperatura en superficie de 27,6 °C, mientras que a las 15:25 horas era de 28,9 °C, con un incremento de 1,3 °C fruto de la radiación solar; al mismo tiempo, a las 11:10 horas se registraba en E-3 una temperatura de 19,3 °C, que supone 8,3 °C de diferencia ( $27,6 - 19,3 = 8,3$ ) entre ambos puntos;

- mientras en E-8 el agua en superficie presentaba 28,9 °C a las 15:25 horas, a 5 m. de profundidad la temperatura era de 27,7 °C, a 10 m. de 22,1 °C y a 14,5 m. (prácticamente el fondo en ese punto del embalse), de 21,6 °C; de este modo, se pudo identificar una termoclina (salto brusco de la temperatura) de 4

°C a unos 8 m. de profundidad que correspondería con la pluma del vertido de la central nuclear.

De este modo, se constata un incremento neto de la temperatura entre E-4 y E-7 de 10,6 °C ( $\pm 0,6$  °C), incremento que se produce en un tramo de 4,8 Km.

Del mismo modo, en Febrero de 2011 se registró un incremento de temperatura de 15,7 °C ( $\pm 0,6$  °C) entre E-3 y E-7 (6,8 Km.).

Mientras que en Mayo de 2011, época en que la central se encontraba parada, se registraba un incremento de temperatura de entre E-3 y E-7 de 4,1 °C ( $\pm 0,6$  °C) debido a causas naturales: calentamiento por radiación solar, en un tramo de aguas lentas.

Es cierto que en Agosto de 2011 el incremento entre E-5 y E-7 es de tan sólo 4,1 °C ( $\pm 0,6$  °C), pero hay que señalar que se constata un calentamiento de la cola del embalse de Sobrón en ambos sentidos del río: tanto hacia "aguas abajo" como hacia "aguas arriba", por lo que el punto E-5 presenta un incremento de temperatura respecto a E-4 de 6,5 °C ( $\pm 0,6$  °C), incremento provocado en gran parte por la transmisión del calor procedente del vertido de la central dentro de la masa de agua y "hacia arriba".

A su vez, el embalse de Sobrón (estaciones E-8 y E-9) ya registraba por la mañana unas temperaturas en superficie altas: 27,6 °C y 26,5 °C, respectivamente; que se pueden valorar como muy altas para un embalse de sus características: profundo y estrecho, bastante sombreado y con alta tasa de renovación.

## 5.- CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

1. La temperatura del río Ebro en E-1 (estación de referencia) el día del muestreo era de 18,1 °C; y en ausencia de la actividad de la central lo esperable habría sido encontrar una temperatura en el río (y en el embalse) no superior a los 25 °C.
2. A lo largo de las casi 4 horas que transcurrieron entre las tomas realizadas en la estación E-8, se registró un incremento de temperatura de 1,3 °C, incremento que se atribuye fundamentalmente a la acción solar.



**3.** El punto con la temperatura más baja de los registrados es E-1, el inicial, con 18,1 °C. Se trata de un valor normal en Agosto, si bien las precipitaciones en 2011 han sido menores de lo normal, y el río baja con poco caudal.

A partir de la estación E-4 se observa un progresivo incremento de la temperatura según se desciende hacia aguas abajo, con un máximo en E-7, con 30,2 °C; lo que supone un incremento neto de la temperatura entre E-4 y E-7 de 10,6 °C ( $\pm 0,6$  °C),

Entre ambas estaciones E-1 y E-7 (separadas por 14,8 Km.) se registró un incremento de temperatura de 12,1 °C, lo que supone un incremento medio de 0,82 °C por kilómetro.

Este incremento de temperatura no puede ser debido a la acción solar y se atribuye, en gran parte, al vertido de la central nuclear.

Erandio, a 30 de Agosto de 2011



Fdo. Alberto Aguirre Gaitero  
Colegiado 0247 - COBE

*Director Técnico de ANBIOTEK SL*

## **6.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

A. Aguirre, 2011. Recogida de muestras termométricas en el río Ebro (Burgos). Febrero 2011. Informe de Anbiotek SL para GREENPEACE ESPAÑA. 14 pp.

A. Aguirre, 2011. Recogida de muestras termométricas en el río Ebro (Burgos). Mayo 2011. Informe de Anbiotek SL para GREENPEACE ESPAÑA. 14 pp.

Norma UNE-EN ISO-5667-1. (2007). Calidad del agua. Muestreo. Parte 1: Guía para el diseño de los programas de muestreo y técnicas de muestreo. AENOR. 41 pp.

o o o O o o o

## **ANEXO**

CIF: B-48473516

Larrondo Beheko Etorbidea ,Nave 3 Pab. 27

48180 LOIU (Bizkaia)

Tif: 944711619 Fax: 944538608

E-mail: laboratorio@uriker.com

**INFORME DE ENSAYO N. 11/0973**

**A: ANBIOTEK, S.L.**  
**Polígono Industrial Axpe-Ribera de Axpe 11, B-201**  
**48950 ERANDIO ( Bizkaia )**

**Sr. Alberto Aguirre**

**Asunto: Determinación de la temperatura en cauce de aguas superficiales continentales en el embalse de Sobrón.**

Su pedido: Petición directa

Nuestra oferta: O-11-037

**Fecha Recepción: 29/08/2011**

**Fecha Emisión: 30/08/2011**

**ÍNDICE**

1. OBJETO.....	2
2. RECEPCIÓN DE MUESTRAS.....	2
3. METODOLOGIA APLICADA .....	2
RESULTADOS.....	3

- Este informe no puede ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita de URIKER, S.L., pudiéndolo ser en su totalidad.
- Los resultados de los análisis efectuados se refieren a las muestras que fueron tomadas por URIKER S.L. en la fecha y hora indicadas.
- Este informe proviene de un documento digital certificado con firma electrónica por un responsable de URIKER, S.L autorizado para su emisión por el Director de Laboratorio. Será válido siempre que coincida con la versión archivada en URIKER, S.L.

## 1.- OBJETO

Determinación de la temperatura en cauce de aguas superficiales continentales en el embalse de Sobrón.

## 2.- RECEPCIÓN DE MUESTRAS

En la siguiente tabla se indican las muestras que han sido tomadas por personal de URIKER, S.L.

Mta nº	Fecha de muestreo	Procedencia	Población muestreo	Fecha recepción	Referencia cliente	Matriz
1	29/08/2011 (10:30)	Río Ebro	PRESA (Burgos)	29/08/2011 (17:15)	E - 9 (Presa)	Aguas continentales
2	29/08/2011 (11:10)	Río Ebro	Cuezvo (Burgos)	29/08/2011 (17:15)	E - 3	Aguas continentales
3	29/08/2011 (11:40)	Río Ebro	Frias (Burgos)	29/08/2011 (17:15)	E - 1	Aguas continentales
4	29/08/2011 (12:10)	Río Ebro	Central de Quintana (Burgos)	29/08/2011 (17:15)	E - 2	Aguas continentales
5	29/08/2011 (12:35)	Río Ebro	Barcina del Barco (Burgos)	29/08/2011 (17:15)	E - 4	Aguas continentales
6	29/08/2011 (12:50)	Río Ebro	Barcina del Barco (Burgos)	29/08/2011 (17:15)	E - 5 (BIS)	Aguas continentales
7	29/08/2011 (13:05)	Río Ebro	Central de Garoña (Burgos)	29/08/2011 (17:15)	E - 5	Aguas continentales
8	29/08/2011 (13:50)	Río Ebro	Mijaralvenga (Burgos)	29/08/2011 (17:15)	E - 6	Aguas continentales
9	29/08/2011 (14:27)	Efluente de la central	Central de Garoña (Burgos)	29/08/2011 (17:15)	E - 7 (BIS)	Aguas continentales
10	29/08/2011 (14:45)	Río Ebro	Sta. de Garoña (Burgos)	29/08/2011 (17:15)	E - 7	Aguas continentales
11	29/08/2011 (15:25)	Río Ebro	Puente de Tobalinilla (Burgos)	29/08/2011 (17:15)	E - 8 (en medio del puente) (Superficie)	Aguas continentales
12	29/08/2011 (15:26)	Río Ebro	Puente de Tobalinilla (Burgos)	29/08/2011 (17:15)	E - 8 (en medio del puente) (+/- 5 mts)	Aguas continentales
13	29/08/2011 (15:28)	Río Ebro	Puente de Tobalinilla (Burgos)	29/08/2011 (17:15)	E - 8 (en medio del puente) (+/- 10 mts)	Aguas continentales
14	29/08/2011 (15:30)	Río Ebro	Puente de Tobalinilla (Burgos)	29/08/2011 (17:15)	E - 8 (en medio del puente) (+/- 14.5 mts)	Aguas continentales
15	29/08/2011 (10:48)	Río Ebro	Puente de Tobalinilla (Burgos)	29/08/2011 (17:15)	E - 8 (en medio del puente) (+/- 1 mts)	Aguas continentales

La toma de muestra consistió en la medida de la temperatura en varios puntos del embalse de Sobrón, en las inmediaciones de la central nuclear de Santa María de Garoña.

## 3.- METODOLOGÍA APLICADA

**Parámetro:** Temperatura

**Matriz:** Aguas

Para la medida de la temperatura se utilizó un sensor de temperatura adecuado al rango a medir y la incertidumbre requerida. Se encuentra a disposición del cliente las características del equipo utilizado (procedimiento de ensayo aplicado: PEN/PFA-014).



Procedencia: ..... Río Ebro  
Población muestreo : ..... Puente de Tobalinilla (Burgos)  
Fecha de muestreo: ..... 29/08/2011  
Fecha de análisis: ..... 29/08/2011 a 29/08/2011

Ref. URIKER	Ref. cliente	Temperatura °C
W-219/11	E - 9 (Presa)	26,5 ± 0,3
W-220/11	E - 3	19,3 ± 0,3
W-221/11	E - 1	18,1 ± 0,3
W-222/11	E - 2	19,9 ± 0,3
W-223/11	E - 4	19,6 ± 0,3
W-224/11	E - 5 (BIS)	23,0 ± 0,3
W-225/11	E - 5	26,1 ± 0,3
W-226/11	E - 6	27,1 ± 0,3
W-227/11	E - 7 (BIS)	30,9 ± 0,3
W-228/11	E - 7	30,2 ± 0,3
W-229/11	E - 8 (en medio del puente) (Superficie)	28,9 ± 0,3
W-230/11	E - 8 (en medio del puente) (+/- 5 mts)	27,7 ± 0,3
W-231/11	E - 8 (en medio del puente) (+/- 10 mts)	22,1 ± 0,3
W-232/11	E - 8 (en medio del puente) (+/- 14.5 mts)	21,6 ± 0,3
W-248/11	E - 8 (en medio del puente) (+/- 1 mts)	27,6 ± 0,3



URIKER  
CIF: B49473516  
Tel: 944 711 616 Fax: 944 5348000  
Lanzado Benigno (Burgos) Avda 3 s/nº 27  
41010 LORCA (Sevilla)

Autorizado por: Fco. Javier Casado  
Director de Laboratorio  
Loui, a 30 de agosto de 2011