

# SEGUIMIENTO LIMNOLÓGICO DE LA CRECIDA CONTROLADA DEL 30 DE ENERO DE 2024 EN EL RÍO EBRO



Antoni Palau Nadal<sup>1, 2</sup>, Alejandra Jiménez Luque<sup>2</sup> y Antoni Palau Ibars<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Assessoria Tècnica Mediambiental (ATECMA)

<sup>2</sup> Universitat de Lleida

Lleida, marzo de 2024

# ÍNDICE

**1. INTRODUCCIÓN, 2**

**2. ÁREA DE ESTUDIO, 2**

**3. ESTRATEGIA DE MUESTREO, 2**

**3.1. PARÁMETROS MONITORIZADOS, 2**

**3.2. SECCIONES DE CONTROL Y TOMA DE MUESTRAS, 3**

**3.3. HIDROGRAMA DE CRECIDA, 3**

**4. RESULTADOS, 5**

**4.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL AGUA, 6**

**4.1.1. Variabilidad fisicoquímica en cada sección de control, 7**

**4.1.2. Sección de control de Ascó, 9**

**4.1.3. Sección de control de Mora d'Ebre, 12**

**4.2. NUTRIENTES: NITRÓGENO Y FÓSFORO TOTAL, 15**

**4.2.1. Variabilidad de los nutrientes en cada sección de control, 16**

**4.2.2. Sección de control de Ascó, 17**

**4.2.3. Sección de control de Mora d'Ebre, 19**

**5. CONCLUSIONES, 20**

**ANEXO I. IMÁGENES FOTOGRÁFICAS, 22**

**ANEXO II. TABLAS RESUMEN DE RESULTADOS, 27**

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento técnico recoge el resultado de los trabajos de caracterización limnológica realizados, a petición de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE), durante el seguimiento de la crecida controlada acontecida el pasado día 30 de enero de 2024.

El objetivo de los trabajos realizados ha sido el de evaluar el efecto del paso de la crecida controlada sobre algunas características limnológicas (físicoquímica del agua y nutrientes) en dos secciones de control; concretamente en los puentes de Ascó y Mora d'Ebre.

## 2. ÁREA DE ESTUDIO

Las secciones de control monitorizadas durante el seguimiento de la crecida controlada se sitúan en el tramo inferior del río Ebro, aguas abajo del sistema de embalses Mequinenza – Riba-roja – Flix, en concreto, en los puentes de Ascó y Mora d'Ebre (figura 1).



Figura 1. Localización del área de estudio y de las dos secciones de control establecidas en los puentes de Ascó y de Mora d'Ebre. Fuente cartográfica: mapa topográfico MTN25 vectorial del instituto Geográfico Nacional (IGN).

## 3. ESTRATEGIA DE MUESTREO

### 3.1. PARÁMETROS MONITORIZADOS

El seguimiento limnológico realizado durante la crecida controlada se centró en el análisis de las variables físicoquímicas básicas del agua (temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, saturación de oxígeno y pH) y los nutrientes (nitrógeno y fósforo total) en términos de concentración y transporte de masas detallados en la tabla 1, junto con los equipos y técnicas de determinación.

Tabla 1. Parámetros medidos, equipos y técnicas utilizadas durante los trabajos de seguimiento de la crecida controlada en las dos secciones de control consideradas.

Parámetro	Equipo	Técnica
Temperatura del agua (°C)	Sonda multiparamétrica YSI EXO-3	Electrometría <i>in situ</i>
Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C)		
Oxígeno disuelto ( $\text{mg O}_2/\text{l}$ )		
Saturación de oxígeno disuelto (%)		
pH (a 25°C)		
Nitrógeno total ( $\text{mg N}/\text{l}$ )	Digestión alcalina y espectrofotometría de absorción molecular en laboratorio	
Fósforo total ( $\text{mg P}/\text{l}$ )		

### 3.2. SECCIONES DE CONTROL Y TOMA DE MUESTRAS

Tal y como ya se ha comentado las dos secciones de control se establecieron en los puentes de Ascó y Mora d'Ebre. En cada sección se realizaron 3 puntos de muestreo (margen izquierda, centro y margen derecha) como se indica en la figura 2. Las tareas de medición entre secciones y puntos de muestreo se ejecutaban de forma coordinada entre los miembros del equipo de trabajo para poder realizar todas las determinaciones de la forma más rápida posible y poder así despreciar posibles variaciones de caudal entre medidas.



Figura 2. Secciones de control y puntos de muestreo dispuestos transversalmente a lo largo de los puentes de Ascó y Mora d'Ebre. Fuente cartográfica: *Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya*, 2023; escala en origen 1:25.000.

La toma de muestras se llevó a cabo mediante una cuerda y un cubo lastrado que se dejaba caer desde la zona peatonal de ambos puentes hasta el agua. Una vez lleno, el cubo se subía hasta el puente, se hacían las determinaciones mediante la sonda multiparamétrica y se recogían las muestras para su determinación en laboratorio, en recipientes de plástico de cierre hermético de 500 ml. Todas las muestras se conservaron y transportaron en una nevera portátil.

### 3.3. HIDROGRAMA DE CRECIDA

La Confederación Hidrográfica del Ebro facilitó, con antelación, un hidrograma simulado del tránsito de la crecida controlada en diferentes puntos del tramo bajo del río Ebro, entre los que se encontraban los puentes de Ascó y de Mora d'Ebre (figura 3). Este hidrograma, que resultó ser más preciso en el caso de Ascó que en el Mora d'Ebre, sirvió para planificar los trabajos de campo. En la misma figura 3 (inferior) se muestra la parte del hidrograma de crecida que fue objeto de seguimiento en las dos secciones de control.

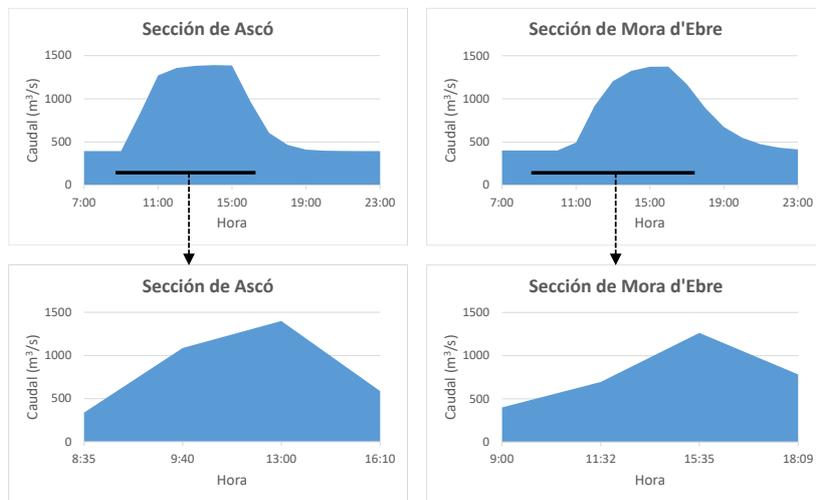
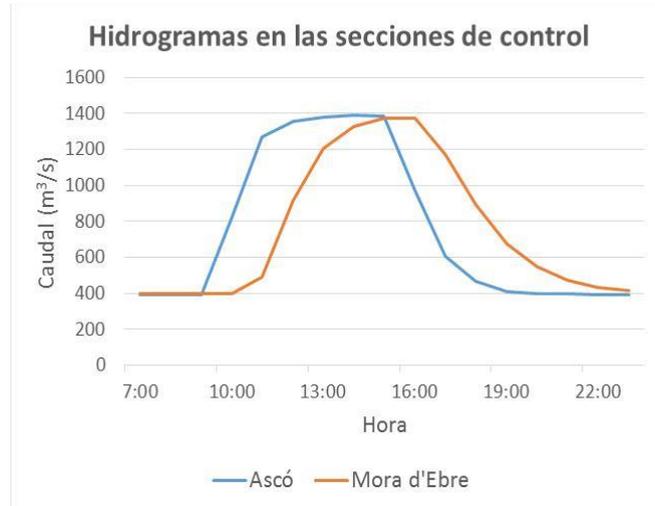


Figura 3. Superior: Hidrogramas simulados en las secciones de control consideradas (puentes de Ascó y Mora d'Ebre) facilitados con antelación por la Confederación Hidrográfica del Ebro. Inferior: Indicación gráfica de la parte de los hidrogramas que fue objeto de seguimiento en las secciones de control.

A partir de los hidrogramas disponibles se definieron los momentos o tiempos de muestreo teniendo en cuenta dos premisas básicas: i) captar todas las fases del hidrograma (situación inicial, ascenso, caudal punta, descenso); y ii) tiempo de desplazamiento necesario y suficiente entre las dos secciones de control. La tabla 2 muestra los momentos concretos de la toma de muestras (horas), así como los correspondientes caudales circulantes que se han obtenido tras el análisis de los diferentes datos disponibles (aforos realizados el día de la crecida y registros de las estaciones del Sistema Automático de Información Hidrológica – SAIH – y Sistema Automático de Información de Calidad de Aguas – SAICA – para el caso de Ascó).

Tabla 2. Horas de muestreo durante el seguimiento de la crecida controlada en las dos secciones de control consideradas: puente de Ascó y Mora d'Ebre. Los caudales circulantes se han obtenido, cuando ha sido necesario, mediante interpolaciones lineales sobre las series de datos disponibles (aforos realizados el día de la crecida y estaciones del SAIH y SAICA para el caso de Ascó).

Secciones de control	Muestras →	M1	M2	M3	M4
Puente de Ascó	Hora	8:35	9:40	13:00	16:10
	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	338	1086	1400	587
Puente de Mora d'Ebre	Hora	9:00	11:32	15:35	18:09
	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	401	696	1264	783

El hidrograma de crecida gestionado desde el sistema de embalses superior se conformó hasta los 800-900 m<sup>3</sup>/s mediante caudales turbinados por la CH Riba-roja, completándose la crecida hasta su caudal máximo con unos 550-650 m<sup>3</sup>/s adicionales vertidos por los aliviaderos de superficie del citado embalse de Riba-roja. Esta gestión hidrológica, en la que se alternan aguas de distintas profundidades del embalse de Riba-roja, podría *a priori* tener efectos sobre algunas características fisicoquímicas del agua consideradas en el presente estudio (i.e. temperatura del agua, oxígeno disuelto...), en la medida en que los caudales de la primera parte del hidrograma procedían del fondo del embalse de Riba-roja, mientras que los de la parte culminante lo hacían de sus aguas superficiales.

#### 4. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos ordenados en dos bloques principales, las características fisicoquímicas del agua y los nutrientes, para las 2 secciones de control estudiadas.

La figura 4 muestra algunas de las fotografías tomadas desde los puntos de trabajo en su vista aguas abajo respecto eje fluvial del río Ebro el día de la crecida controlada.



Figura 4. Superior: Fotografías realizadas desde la sección de control del puente de Ascó en 2 momentos del hidrograma manifiestamente diferentes (M1 y M3; tabla 2); se aprecian las diferencias de nivel y de aumento de sólidos en suspensión, así como el arrastre de macrófitos. Izquierda: momento previo a la crecida (8:35 h;  $\pm 338$  m<sup>3</sup>/s). Derecha: caudal punta (13:00 h;  $\pm 1400$  m<sup>3</sup>/s). Inferior: Fotografías realizadas desde la sección de control de Mora d'Ebre en 2 momentos del hidrograma manifiestamente diferentes (M2 y M3; tabla 2). Izquierda: fase de ascensión del hidrograma (11:32 h;  $\pm 692$  m<sup>3</sup>/s). Derecha: fase de descenso del caudal (18:09 h; 873 m<sup>3</sup>/s).

#### 4.1. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL AGUA

Las características fisicoquímicas medidas (tabla 1) durante el paso de la crecida controlada, presentaron pocos cambios en términos cuantitativos absolutos y un comportamiento distinto entre las 2 secciones de control: puente de Ascó y Puente de Mora d'Ebre. Las tablas 3 y 4 recogen todos los datos obtenidos con relación a las características fisicoquímicas medidas en las 2 secciones de estudio, Ascó y Mora d'Ebre, respectivamente.

Tabla 3. Datos medidos con relación a las variables fisicoquímicas estudiadas en el seguimiento limnológico realizado durante la crecida controlada en la sección de control de Ascó.

SECCIÓN DE CONTROL DE ASCÓ							
Muestra	Ubicación	Hora	Temp. (°C)	CE (µS/cm)	[O <sub>2</sub> ] (mg/l)	Sat. O <sub>2</sub> (%)	pH
M1	Izquierda	8:32	8,28	973,8	11,24	95,8	8,14
	Centro	8:36	9,13	967,8	11,19	97,4	8,17
	Derecha	8:38	10,21	965,9	11,16	99,7	8,18
	<b>Coef. variación</b>			<b>10,51 %</b>	<b>0,43 %</b>	<b>0,36 %</b>	<b>2,01 %</b>
M2	Izquierda	9:44	8,27	974,3	11,21	95,6	8,17
	Centro	9:42	9,55	970,6	11,01	96,8	8,19
	Derecha	9:38	9,94	972,3	11,03	97,8	8,19
	<b>Coef. variación</b>			<b>9,44 %</b>	<b>0,19 %</b>	<b>0,99 %</b>	<b>1,14 %</b>
M3	Izquierda	12:57	8,56	978,9	11,62	99,4	8,20
	Centro	13:00	9,16	969,3	11,57	100,8	8,18
	Derecha	13:03	9,67	967,7	11,45	101,1	8,18
	<b>Coef. variación</b>			<b>6,09 %</b>	<b>0,62 %</b>	<b>0,76 %</b>	<b>0,90 %</b>
M4	Izquierda	16:06	8,89	974,3	12,23	105,9	8,28
	Centro	16:10	9,59	967,6	12,26	107,9	8,24
	Derecha	16:14	10,20	968,7	12,09	108,0	8,25
	<b>Coef. variación</b>			<b>6,86 %</b>	<b>0,37 %</b>	<b>0,74 %</b>	<b>1,10 %</b>

Tabla 4. Datos medidos con relación a las variables fisicoquímicas estudiadas en el seguimiento limnológico realizado durante la crecida controlada en la sección de control de Mora d'Ebre.

SECCIÓN DE CONTROL DE MORA D'EBRE							
Muestra	Ubicación	Hora	Temp. (°C)	CE (µS/cm)	[O <sub>2</sub> ] (mg/l)	Sat. O <sub>2</sub> (%)	pH
M1	Izquierda	9:00	11,47	967,3	10,92	100,4	8,18
	Centro	9:02	11,50	965,6	10,94	100,6	8,19
	Derecha	9:04	11,48	965,9	10,91	100,3	8,19
	<b>Coef. variación</b>			<b>0,13 %</b>	<b>0,09 %</b>	<b>0,14 %</b>	<b>0,15 %</b>
M2	Izquierda	11:30	11,27	980,1	11,01	101,1	8,24
	Centro	11:32	11,07	971,0	11,01	100,3	8,22
	Derecha	11:35	11,12	968,5	11,07	101,0	8,23
	<b>Coef. variación</b>			<b>0,93 %</b>	<b>0,63 %</b>	<b>0,31 %</b>	<b>0,43 %</b>
M3	Izquierda	15:30	9,23	946,6	11,27	98,3	8,19
	Centro	15:38	9,14	973,2	11,56	100,6	8,19
	Derecha	15:40	9,02	975,9	11,59	100,6	8,22
	<b>Coef. variación</b>			<b>1,15 %</b>	<b>1,68 %</b>	<b>1,54 %</b>	<b>1,33 %</b>
M4	Izquierda	18:06	9,15	978,5	11,98	104,3	8,27
	Centro	18:09	8,98	972,5	12,15	105,4	8,23
	Derecha	18:12	9,01	969,7	12,02	104,2	8,22
	<b>Coef. variación</b>			<b>1,00 %</b>	<b>0,46 %</b>	<b>0,74 %</b>	<b>0,64 %</b>

#### 4.1.1. Análisis de la variabilidad fisicoquímica en las secciones de control

Tal y como se ha comentado en la estrategia de muestreo, en cada sección de control se obtuvieron muestras y mediciones a lo ancho del cauce (margen izquierda, centro y margen derecha) para cada momento o tiempo considerado. Dentro de cada sección de control (tablas 3 y 4) se observa que la temperatura es claramente la variable que presentó los mayores coeficientes de variación, especialmente en el caso de la sección de control de Ascó.

La comparación entre secciones de control se ilustra en las tablas 5 y 6. De forma general, se pueden aportar las siguientes observaciones:

- La temperatura del agua presenta un mayor rango de variación en la sección de control de Ascó ( $\geq 1,11$  °C) frente a la de Mora d'Ebre ( $\leq 0,21$  °C) durante todo el seguimiento de la crecida controlada.
- La conductividad eléctrica presenta un rango de variación en general mayor en la sección de control de Mora d'Ebre que en la de Ascó, excepto en el caso de la muestra (M1).
- El rango de variación de la concentración de oxígeno es cambiante según el momento de muestreo, pero en términos generales es similar en ambas secciones de control.
- La saturación de oxígeno muestra más variaciones en la sección de control de Ascó que en Mora d'Ebre, excepto en el caso de la muestra M3. La distinta temperatura del agua en ambas secciones contribuye a los cambios observados en la saturación de oxígeno.
- El pH no presenta un patrón claro de variabilidad en ninguna de las dos secciones de control.

Tabla 5. Variaciones de las 3 medidas fisicoquímicas realizadas a lo ancho de la sección de control de Ascó en los diferentes momentos o tiempos de muestreo. El tiempo de muestreo se refiere al transcurrido entre las 3 muestras tomadas a lo ancho de la sección para cada muestra (M).

Sección de control de Ascó	Muestra	Tiempo de muestreo	Rango de variación
<b>Temperatura del agua (°C)</b>	M1	6 minutos	1,93 °C
	M2	6 minutos	1,67 °C
	M3	6 minutos	1,11 °C
	M4	8 minutos	1,31 °C
<b>Conductividad eléctrica (µS/cm)</b>	M1	6 minutos	7,9 µS/cm
	M2	6 minutos	3,7 µS/cm
	M3	6 minutos	9,6 µS/cm
	M4	8 minutos	6,7 µS/cm
<b>Concentración de oxígeno (mg/l)</b>	M1	6 minutos	0,08 mg/l
	M2	6 minutos	0,20 mg/l
	M3	6 minutos	0,17 mg/l
	M4	8 minutos	0,17 mg/l
<b>Saturación de oxígeno (%)</b>	M1	6 minutos	3,9 %
	M2	6 minutos	2,2 %
	M3	6 minutos	1,7 %
	M4	8 minutos	2,1 %
<b>pH</b>	M1	6 minutos	0,04 ud.
	M2	6 minutos	0,02 ud.
	M3	6 minutos	0,02 ud.
	M4	8 minutos	0,04 ud.

Tabla 6. Variaciones de las 3 medidas fisicoquímicas realizadas a lo ancho de la sección de control de Mora d'Ebre en los diferentes momentos o tiempos de muestreo. El tiempo de muestreo se refiere al transcurrido entre las 3 muestras tomadas a lo ancho de la sección para cada muestra (M).

Sección de control de Mora d'Ebre	Muestra	Tiempo de muestreo	Rango de variación
Temperatura del agua (°C)	M1	4 minutos	0,03 °C
	M2	5 minutos	0,20 °C
	M3	10 minutos	0,21 °C
	M4	6 minutos	0,17 °C
Conductividad eléctrica (µS/cm)	M1	4 minutos	1,7 µS/cm
	M2	5 minutos	11,6 µS/cm
	M3	10 minutos	29,3 µS/cm
	M4	6 minutos	8,8 µS/cm
Concentración de oxígeno (mg/l)	M1	4 minutos	0,03 mg/l
	M2	5 minutos	0,06 mg/l
	M3	10 minutos	0,32 mg/l
	M4	6 minutos	0,17 mg/l
Saturación de oxígeno (%)	M1	4 minutos	0,3 %
	M2	5 minutos	0,8 %
	M3	10 minutos	2,3 %
	M4	6 minutos	1,2 %
pH	M1	4 minutos	0,01 ud.
	M2	5 minutos	0,02 ud.
	M3	10 minutos	0,03 ud.
	M4	6 minutos	0,05 ud.

Para complementar el análisis de la variabilidad de resultados en la fisicoquímica del agua, en las tablas 7 y 8 se muestran de forma agregada los datos presentados en las tablas 3 y 4 indicando los valores medios, la desviación típica y el coeficiente de variación del conjunto de datos obtenidos durante los muestreos en cada una de las secciones de control. Esta aproximación permite apreciar la variabilidad conjunta espacial (3 puntos a lo ancho del cauce) y temporal (4 muestras durante del hidrograma de crecida).

La tabla 7, referente a la sección de control de Ascó, muestra que la temperatura del agua ha sido el parámetro que ha presentado un mayor coeficiente de variación (7,40 %). Los parámetros que siguen a la temperatura, por orden descendente, según su coeficiente de variación son la saturación de oxígeno (4,44 %) y el oxígeno disuelto (3,98 %).

Tabla 7. Descriptores estadísticos básicos calculados a partir de la matriz de datos obtenidos en la sección de control de Ascó durante el seguimiento de la crecida controlada. Esta matriz consta de un total de 12 valores: 3 medidas en cada uno de los 4 momentos o tiempos considerados para el estudio del hidrograma.

Descriptores estadísticos	Media aritmética	Desviación estándar	Coefficiente de variación (%)
Temperatura (°C)	9,29	0,69	7,40
Conductividad eléctrica (µS/cm)	970,93	3,82	0,39
Oxígeno disuelto (mg/l)	11,51	0,46	3,98
Saturación de oxígeno (%)	100,52	4,46	4,44
pH	8,20	0,04	0,48

De forma parecida a lo sucedido en la sección de control de Ascó, en la de Mora d'Ebre (tabla 8), el parámetro que muestra una mayor variabilidad también es la temperatura del agua (11,50 %), seguida de las dos variables referidas al oxígeno disuelto (concentración y saturación) con unos coeficientes de variación de 4,15 % y 2,05 %, respectivamente.

En ambas secciones de control, la conductividad eléctrica y pH muestran una variabilidad muy reducida, con coeficientes de variación por debajo del 1 %.

Tabla 8. Descriptores estadísticos básicos calculados a partir de la matriz de datos obtenidos en la sección de control de Mora d'Ebre durante el seguimiento de la crecida controlada. Esta matriz consta de un total de 12 valores: 3 medidas en cada uno de los 4 momentos o tiempos considerados para el estudio del hidrograma.

Descriptores estadísticos	Media aritmética	Desviación estándar	Coefficiente de variación (%)
Temperatura (°C)	10,20	1,17	11,50
Conductividad eléctrica (µS/cm)	969,57	8,62	0,89
Oxígeno disuelto (mg/l)	11,37	0,47	4,15
Saturación de oxígeno (%)	101,43	2,08	2,05
pH	8,21	0,03	0,33

De todo lo expuesto se deduce que el único parámetro medido cuya variabilidad resulto ser apreciable, es la temperatura del agua. Para el resto de las variables medidas, no hubo variaciones significativas entre ambos márgenes y el centro del cauce, ni tampoco durante el paso de la crecida.

Los valores obtenidos de los coeficientes de variación en ningún caso superan el 12 % y la media global se sitúa en torno al 3,6 %, con valores medios muy parecidos en ambas secciones de control (3,3 % en la de Ascó y 3,9% en la de Mora d'Ebre), por lo que se considera que el conjunto de datos es homogéneo a los efectos del presente estudio y que la media aritmética es un descriptor suficientemente representativo. En los apartados siguientes se opera con los valores promedio de las 3 mediciones realizadas, cada muestra (M), a lo ancho del cauce.

#### 4.1.2. Sección de control de Ascó

En el presente apartado, se comentan los resultados obtenidos en el estudio limnológico del paso de la crecida controlada objeto de estudio por la sección de control de Ascó. Un hecho relevante a tener en cuenta para la correcta interpretación de las gráficas de resultados radica en las unidades presentes en los ejes verticales referentes a las diferentes variables fisicoquímicas medidas. Los incrementos de dichas unidades son, en todos los casos, mínimos maximizando así la visibilidad de los cambios. Otro aspecto que se ha considerado es el hecho de que los ejes verticales, para cada una de las variables representadas, sean numéricamente iguales para ambas secciones de control favoreciendo así su comparación.

La crecida llegó a la sección de control de Ascó a primera hora de la mañana, con el río aún bajo los efectos de la noche anterior (aguas a menor temperatura, valores ligeramente inferiores al 100% de saturación de oxígeno y un pH también algo menor). Con la llegada de la crecida (primeros 800 m<sup>3</sup>/s), tal y como se observa en la figura 5, la temperatura apenas varió; las aguas

frías provenientes del fondo del sistema de embalses alcanzaron las aguas, también frías, del río a primera hora de la mañana. La llegada de la punta de crecida generó un muy ligero enfriamiento del agua en el puente de Ascó (< 0,15 °C). Hacia la tarde, la combinación del descenso del caudal y el calor acumulado por el río a lo largo del día provocó un ligero aumento de la temperatura del agua a su paso por el puente de Ascó.

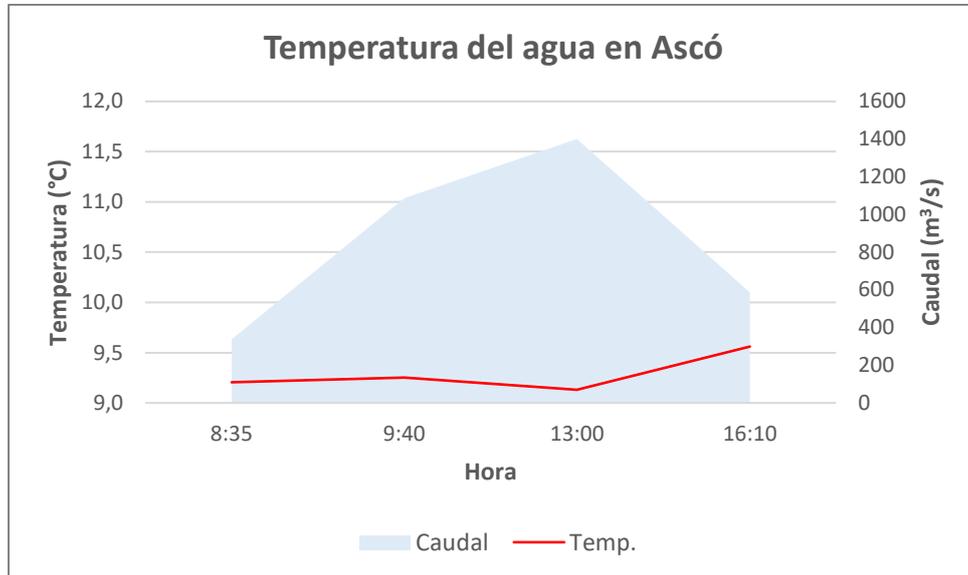


Figura 5. Temperatura del agua (eje vertical izquierdo; línea roja) y parte del hidrograma que fue objeto de seguimiento (eje vertical derecho; polígono azul) en Ascó.

El porcentaje de saturación de oxígeno (figura 6) descendió ligeramente ( $\approx 96\%$ ) con la llegada de la crecida, pero se situó en torno al 100% en el momento de paso de la punta máxima.

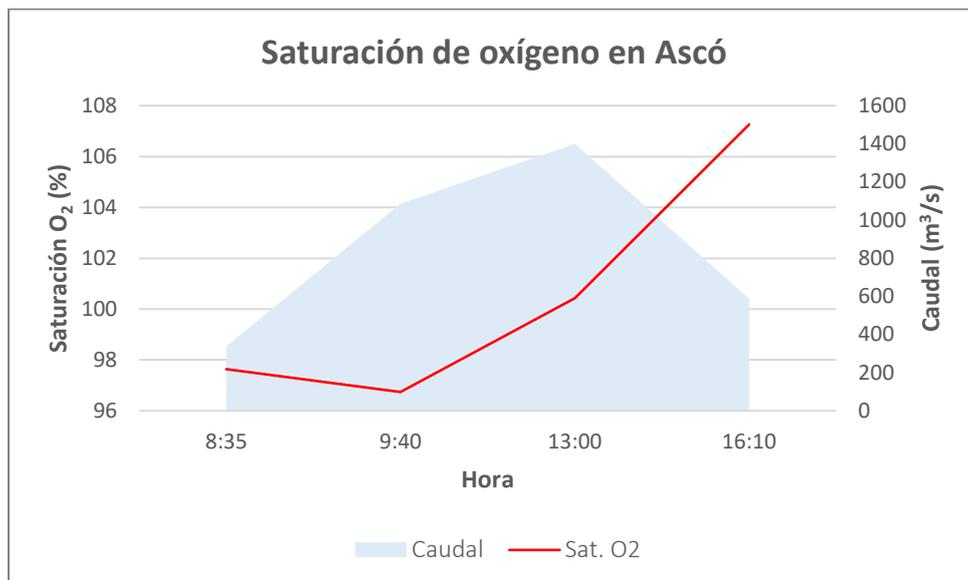


Figura 6. Saturación de oxígeno (eje vertical izquierdo; línea roja) y parte del hidrograma que fue objeto de seguimiento (eje vertical derecho; polígono azul) en Ascó.

Hacia la tarde, se alcanzaron valores de una ligera sobresaturación ( $\approx 107\%$ ) que se explicarían en parte por el sensible aumento de la temperatura del agua, pero también por una mayor concentración de oxígeno disuelto que pasó de 11,6 mg/l durante el paso de la punta de crecida,

a 12,2 mg/l por la tarde (figura 7). Este incremento solo es explicable por la producción primaria (fotosíntesis) del sistema fluvial que, parece ser, no se ve del todo interrumpida durante el paso de la crecida. Este comportamiento es indicativo de sistemas fluviales con una producción primaria notable en los que el paso de una crecida como la generada, que minora la producción primaria (mayor calado, aumento de la turbidez, aumento de la velocidad del agua, etc.) no anula la actividad fotosintética fitobentónica.

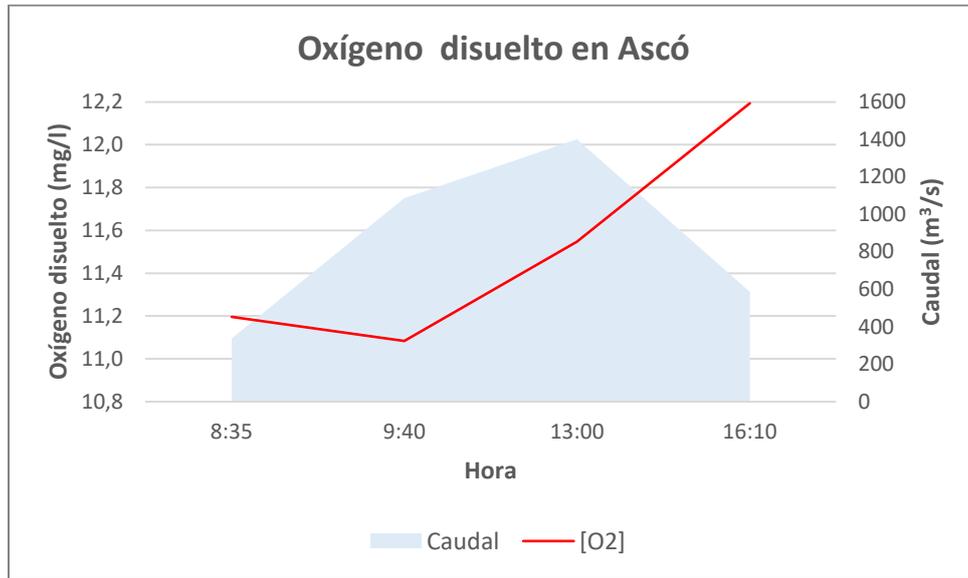


Figura 7. Concentración de oxígeno disuelto (eje vertical izquierdo; línea roja) y parte del hidrograma que fue objeto de seguimiento (eje vertical derecho; polígono azul) en Ascó.

Las variaciones en la conductividad eléctrica (figura 8) y el pH (figura 9) siguieron un patrón coherente con lo descrito para la temperatura del agua y la saturación de oxígeno.

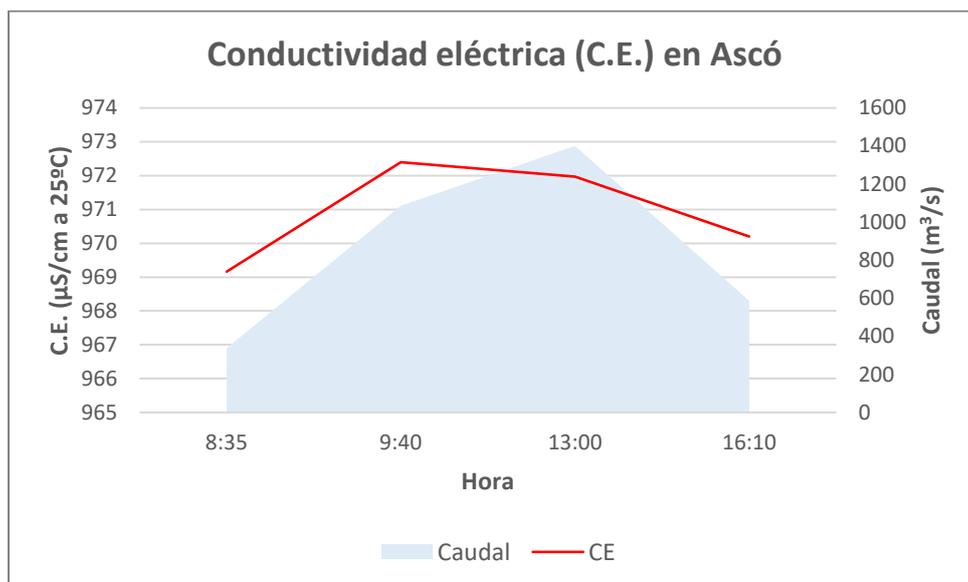


Figura 8. Conductividad eléctrica (eje vertical izquierdo; línea roja) y parte del hidrograma que fue objeto de seguimiento (eje vertical derecho; polígono azul) en Ascó.

El pH varió de manera acorde con el oxígeno disuelto, como era de esperar, a partir de su vinculación común con el balance producción/respiración del ecosistema fluvial. En todo caso,

estas variaciones, aunque las hay, son cuantitativamente poco reseñables. Así la conductividad eléctrica varía en  $3,2 \mu\text{S}/\text{cm}$  ( $\approx 0,3\%$ ) y el pH en 0,1 unidades ( $\approx 1,2\%$ ).

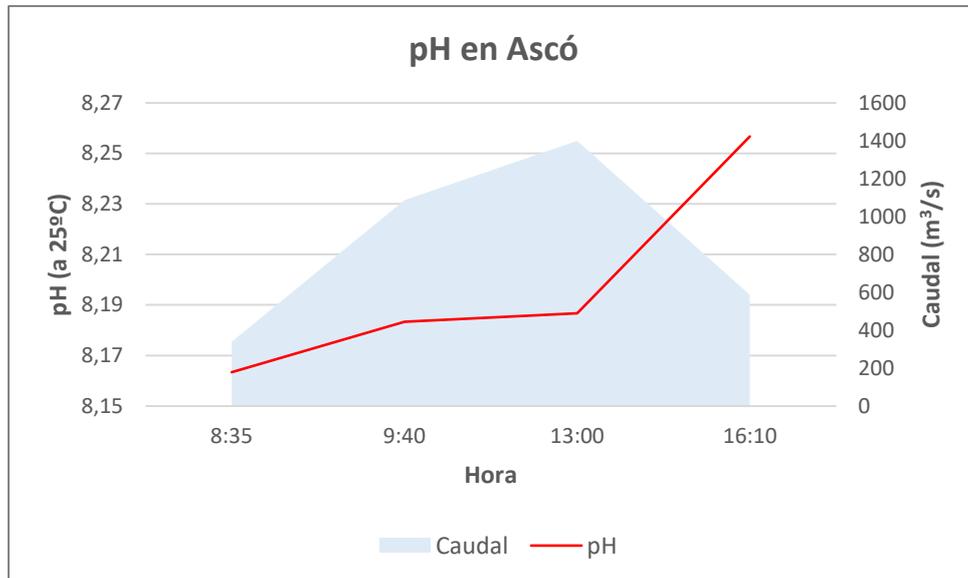


Figura 9. pH (eje vertical izquierdo; línea roja) y parte del hidrograma que fue objeto de seguimiento (eje vertical derecho; polígono azul) en Ascó.

#### 4.1.3. Sección de control de Mora d'Ebre

En la sección de control de Mora d'Ebre la variación de las características fisicoquímicas del agua es bien distinta a la observada en el puente de Ascó y el aspecto diferencial es la distinta hora del día a la que llegó la crecida a uno y otro puente. En el caso de Mora d'Ebre, la crecida llegó avanzada ya la mañana y por tanto tras unas horas de insolación del cauce y de acumulación de calor. Por este motivo, el paso de la crecida en este punto generó un apreciable descenso de la temperatura del agua (figura 10), de casi  $2,5 \text{ }^\circ\text{C}$ .

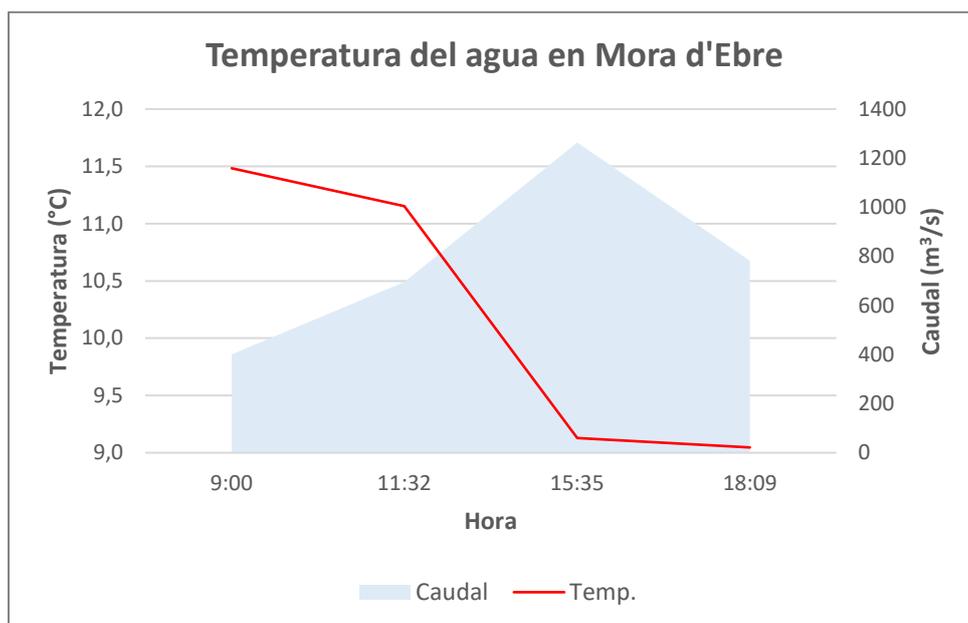


Figura 10. Temperatura del agua (eje vertical izquierdo; línea roja) y parte del hidrograma que fue objeto de seguimiento (eje vertical derecho; polígono azul) en Mora d'Ebre.

La saturación de oxígeno (figura 11), se mantuvo en torno al 100% de saturación durante el paso de la crecida y se observó un incremento hacia la tarde ( $\approx 105\%$ ); esta ligera sobresaturación se explicaría por el aumento de la concentración de oxígeno disuelto (figura 12), de 11,5 mg/l a 12,1 mg/l. Esta respuesta es similar a lo observado en el puente de Ascó e igualmente solo explicable por la producción fotosintética del sistema fluvial.

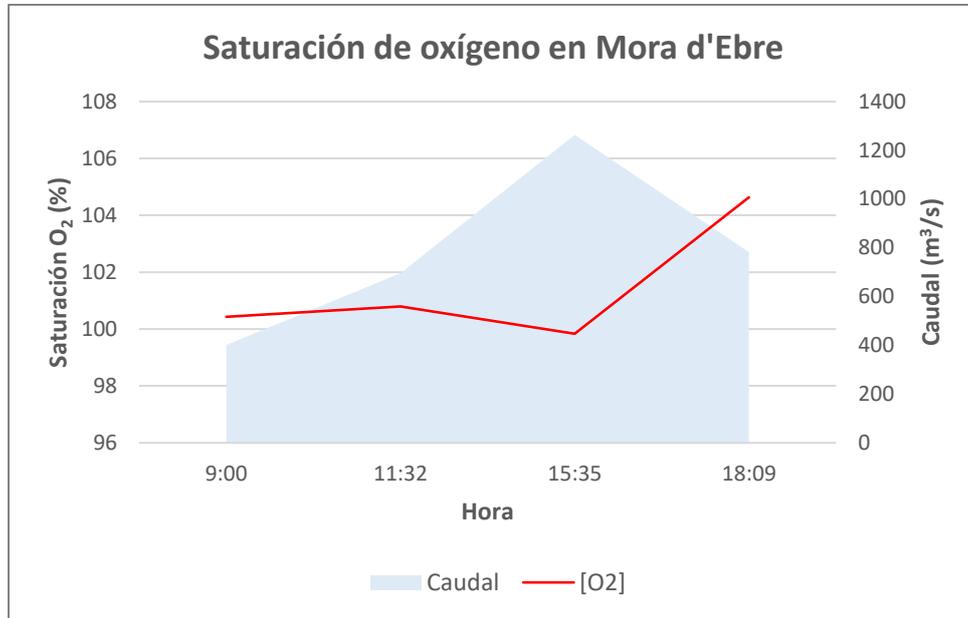


Figura 11. Saturación de oxígeno (eje vertical izquierdo; línea roja) y parte del hidrograma que fue objeto de seguimiento (eje vertical derecho; polígono azul) en Mora d'Ebre.

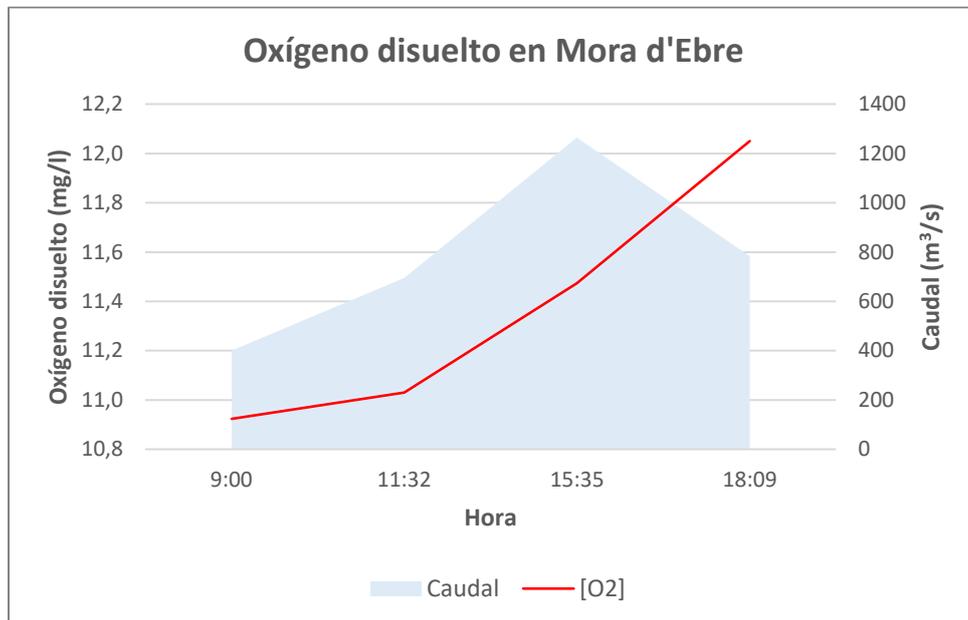


Figura 12. Concentración de oxígeno disuelto (eje vertical izquierdo; línea roja) y parte del hidrograma que fue objeto de seguimiento (eje vertical derecho; polígono azul) en Mora d'Ebre.

El pH continuó con un patrón similar al del oxígeno disuelto, pero también se acopló al de la conductividad eléctrica (figura 13), cosa que no se observó en el puente de Ascó. Es posible que en Ascó el acoplamiento entre las tendencias de variación del pH y del oxígeno disuelto fuera debido al paso en primer lugar de las aguas de fondo del sistema de embalses superior (los

primeros 800 m<sup>3</sup>/s con pH y oxígeno disuelto sensiblemente más bajos), y a continuación de las aguas procedentes de la superficie del embalse de Riba-roja (los restantes 654 m<sup>3</sup>/s con un pH y una concentración de oxígeno disuelto sensiblemente mayores). El notable acoplamiento del pH (figura 14) y la conductividad eléctrica durante el paso de la crecida por el puente de Mora d'Ebre es el esperable en masas de agua mezcladas, con pH mayores asociados a las conductividades más altas y viceversa.

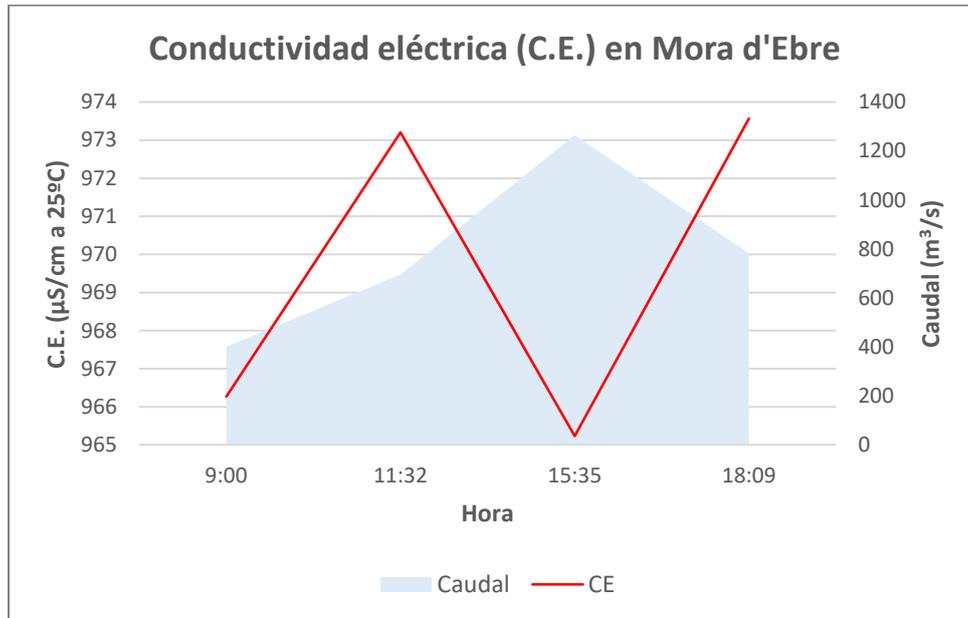


Figura 13. Conductividad eléctrica (eje vertical izquierdo; línea roja) y parte del hidrograma que fue objeto de seguimiento (eje vertical derecho; polígono azul) en la sección de control de Mora d'Ebre.

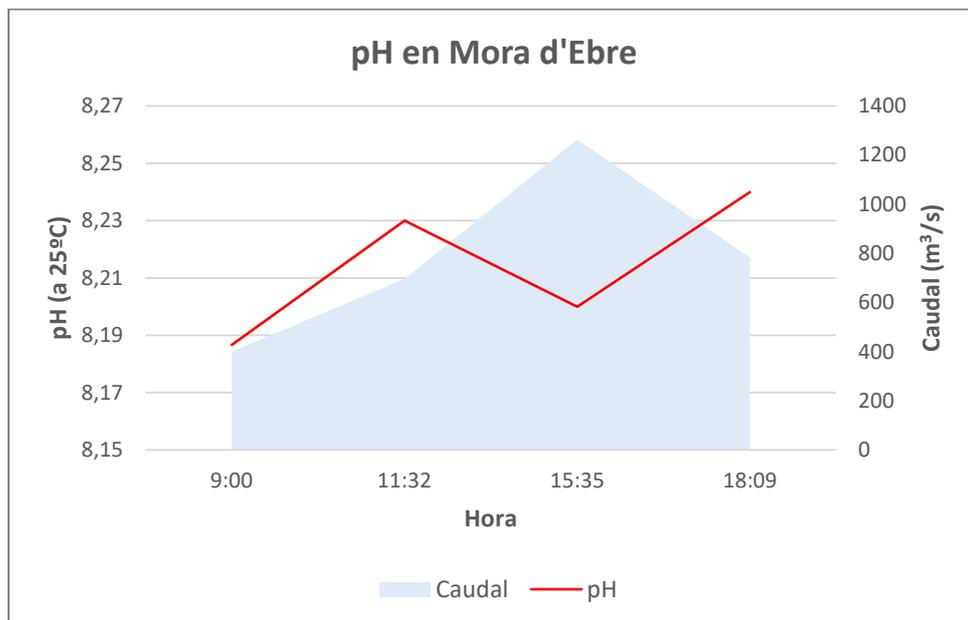


Figura 14. pH (eje vertical izquierdo; línea roja) y parte del hidrograma que fue objeto de seguimiento (eje vertical derecho; polígono azul) en la sección de control de Mora d'Ebre.

En términos de conductividad eléctrica, el valor que marca la diferencia de comportamiento entre el puente de Ascó y el de Mora d'Ebre, es el de la tarde y no se dispone de una explicación que la justifique. En todo caso, se trata de variaciones muy reducidas tanto en la conductividad

eléctrica ( $8,0 \mu\text{S}/\text{cm} \approx 0,8\%$ ) como en el pH ( $0,05 \text{ unidades} \approx 0,6\%$ ).

#### 4.2. NUTRIENTES: NITRÓGENO Y FÓSFORO TOTAL

Tal y como ya se ha comentado, la evaluación de la carga de nutrientes movilizados y transportados por la crecida controlada objeto de estudio se ha centrado, únicamente, en el nitrógeno y el fósforo total (tablas 9 y 10).

Tabla 9. Datos medidos con relación a los nutrientes estudiados en el seguimiento limnológico realizado durante la crecida controlada en la sección de control de Ascó.

SECCIÓN DE CONTROL DE ASCÓ				
Muestra	Ubicación	Hora	Nitrógeno total (mg/l)	Fósforo total (mg/l)
M1	Izquierda	8:32	1,70	0,14
	Centro	8:36	1,80	0,06
	Derecha	8:38	1,40	0,08
	<b>Coef. variación</b>		<b>12,74 %</b>	<b>44,61 %</b>
M2	Izquierda	9:44	2,60	0,21
	Centro	9:42	2,70	0,35
	Derecha	9:38	1,90	0,10
	<b>Coef. variación</b>		<b>18,16 %</b>	<b>56,95 %</b>
M3	Izquierda	12:57	5,3	0,28
	Centro	13:00	4,50	1,13
	Derecha	13:03	4,50	0,80
	<b>Coef. variación</b>		<b>9,69 %</b>	<b>20,18 %</b>
M4	Izquierda	16:06	2,20	0,43
	Centro	16:10	2,80	0,34
	Derecha	16:14	2,40	0,21
	<b>Coef. variación</b>		<b>12,39 %</b>	<b>33,86 %</b>

Tabla 10. Datos medidos con relación a los nutrientes estudiados en el seguimiento limnológico realizado durante la crecida controlada en la sección de control de Mora d'Ebre.

SECCIÓN DE CONTROL DE MORA D'EBRE				
Muestra	Ubicación	Hora	Nitrógeno total (mg/l)	Fósforo total (mg/l)
M1	Izquierda	9:00	1,40	0,03
	Centro	9:02	1,90	0,08
	Derecha	9:04	1,70	0,14
	<b>Coef. variación</b>		<b>15,10 %</b>	<b>66,09 %</b>
M2	Izquierda	11:30	1,50	0,10
	Centro	11:32	3,40	0,22
	Derecha	11:35	1,80	0,14
	<b>Coef. variación</b>		<b>45,74 %</b>	<b>39,85 %</b>
M3	Izquierda	15:30	2,90	0,75
	Centro	15:38	2,50	0,67
	Derecha	15:40	2,50	0,73
	<b>Coef. variación</b>		<b>8,77 %</b>	<b>5,81 %</b>
M4	Izquierda	18:06	5,30	0,36
	Centro	18:09	2,00	0,32
	Derecha	18:12	3,50	0,47
	<b>Coef. variación</b>		<b>45,90 %</b>	<b>20,26 %</b>

En términos cuantitativos, los valores de los nutrientes considerados obtenidos durante el paso de la crecida controlada fueron muy similares en ambas secciones de estudio y presentaron, tal y como se verá, en casi todos los casos un patrón coincidente con el hidrograma de estudio.

Los coeficientes de variación obtenidos para el nitrógeno y fósforo totales en cada muestra (tablas 9 y 10) son muy superiores a los propios de las variables fisicoquímicas medidas (tablas 3 y 4), lo cual es del todo coherente con el carácter de “variable no conservativa” propio de las concentraciones de nutrientes, como consecuencia de su elevada dependencia de la actividad biológica y su distribución más compartimentada en el medio acuático (columna de agua, riberas, zona hiporreica, organismos, arrastres de materia orgánica, etc.).

#### 4.2.1. Análisis de la variabilidad de los nutrientes en las secciones de control

Dentro de cada sección de control (tablas 9 y 10) se observa que, en general, los coeficientes de variación del nitrógeno total son inferiores a los del fósforo total, siempre en el caso de la sección de control de Ascó, pero no en la de Mora d’Ebre. La interpretación de este hecho podría guardar relación con el paso de la crecida dado que en la sección de Mora d’Ebre la excepción a la norma se produce en las muestras M3, M4 y M5. Un análisis más detallado en base a las fracciones de nitrógeno y fósforo que conforman sus concentraciones totales podría ayudar a explicar este resultado.

La comparación de los resultados sobre nitrógeno y fósforo totales, entre las 2 secciones de control establecidas, se ilustra en las tablas 11 y 12.

Tabla 11. Variaciones de las 3 medidas de nitrógeno y fósforo total realizadas a lo ancho de la sección de control de Ascó en los diferentes momentos o tiempos de muestreo.

Sección de control de Ascó	Muestra	Tiempo de muestreo	Rango de variación
<b>Nitrógeno total (mg/l)</b>	M1	6 minutos	0,40 mg N/l
	M2	6 minutos	0,80 mg N/l
	M3	6 minutos	0,80 mg N/l
	M4	8 minutos	0,60 mg N/l
<b>Fósforo total (mg/l)</b>	M1	6 minutos	0,08 mg P/l
	M2	6 minutos	0,25 mg P/l
	M3	6 minutos	0,33 mg P/l
	M4	8 minutos	0,22 mg P/l

Tabla 12. Variaciones de las 3 medidas de nitrógeno y fósforo total realizadas a lo ancho de la sección de control de Mora d’Ebre en los diferentes momentos o tiempos de muestreo.

Sección de control de Mora d’Ebre	Muestra	Tiempo de muestreo	Rango de variación
<b>Nitrógeno total (mg/l)</b>	M1	4 minutos	0,50 mg N/l
	M2	5 minutos	1,90 mg N/l
	M3	10 minutos	0,40 mg N/l
	M4	6 minutos	3,30 mg N/l
<b>Fósforo total (mg/l)</b>	M1	4 minutos	0,11 mg P/l
	M2	5 minutos	0,12 mg P/l
	M3	10 minutos	0,08 mg P/l
	M4	6 minutos	0,15 mg P/l

De forma general, se puede observar que el rango de variación del nitrógeno total en la sección de control de Ascó fue inferior al de Mora d'Ebre, mientras que en el caso del fósforo total se produjo la situación inversa.

Para complementar el análisis de la variabilidad espacial con relación a los nutrientes, se exponen las tablas 13 y 14 donde se muestran de forma agregada los datos presentados en las tablas 9 y 10 indicando los valores medios, la desviación típica y el coeficiente de variación del conjunto de datos obtenidos durante los muestreos en cada una de las secciones de control. Esta aproximación permite apreciar la variabilidad conjunta espacial (3 puntos a lo ancho del cauce) y temporal (4 muestras durante del hidrograma de crecida). Las tablas 13 y 14 (sección de control de Ascó y Mora d'Ebre, respectivamente) muestran la notable similitud de los coeficientes de variación en las 2 secciones de control, así como la menor variabilidad de los datos de nitrógeno total ( $\approx 44\%$ ) con respecto a los del fósforo total ( $>78\%$ ).

Tabla 13. Descriptores estadísticos básicos calculados a partir de la matriz de datos obtenidos en la sección de control de Ascó. Esta matriz consta de un total de 12 valores: 3 medidas en cada uno de los 4 momentos o tiempos considerados para el estudio del hidrograma.

Descriptores estadísticos	Media aritmética	Desviación estándar	Coefficiente de variación (%)
Nitrógeno total (mg/l)	2,82	1,26	44,88
Fósforo total (mg/l)	0,39	0,35	89,10

Tabla 14. Descriptores estadísticos básicos calculados a partir de la matriz de datos obtenidos en la sección de control de Mora d'Ebre. Esta matriz consta de un total de 12 valores: 3 medidas en cada uno de los 4 momentos o tiempos considerados para el estudio del hidrograma.

Descriptores estadísticos	Media aritmética	Desviación estándar	Coefficiente de variación (%)
Nitrógeno total (mg/l)	2,53	1,12	44,13
Fósforo total (mg/l)	0,33	0,26	78,77

La variabilidad espacial (a lo ancho del cauce) y temporal (entre las muestras tomadas durante el paso de la crecida controlada), es alta (muy superior a la encontrada en las variables fisicoquímicas), lo que limitaría la representatividad del valor medio obtenido en cada sección a partir de las 3 muestras disponibles (centro, derecha e izquierda). No obstante, ni el nitrógeno total, ni el fósforo total, muestran un patrón persistente en su distribución transversal y no se dispone de criterio para desagregar el caudal circulante en los 3 sectores muestreados en cada sección, por lo que se ha optado por conservar el criterio de unicidad establecido para las variables fisicoquímicas y operar igualmente con los valores medios obtenidos por sección. Cabe añadir, en todo caso, que estos valores medios han presentado, en prácticamente todos los casos, un buen acoplamiento con el hidrograma de la crecida controlada.

#### 4.2.2. Sección de control de Ascó

Las concentraciones de nitrógeno y fósforo totales en el puente de Ascó, siguieron un patrón coincidente con el hidrograma de la crecida (figuras 15 y 16), con los valores máximos asociados a la punta de caudal, lo que significa que la crecida puso en movimiento una notable cantidad de nutrientes. El origen de estos nutrientes es complejo y, por tanto, interesante. Dentro de las concentraciones totales de nitrógeno y fósforo, hay una fracción disuelta (mineral y orgánica) y

otra particulada (orgánica). Una parte de las concentraciones totales resultantes, probablemente la dominada por la fracción orgánica particulada, debe provenir del lavado de las zonas laterales inundables del cauce durante el paso de la crecida, mientras que otra parte (disuelta) puede relacionarse con el afloramiento de las aguas intersticiales existentes en la zona hiporreica, que actúan de sumidero en condiciones de caudales ordinarios, acumulando concentraciones altas de nutrientes respecto a las existentes en la masa de agua circulante.

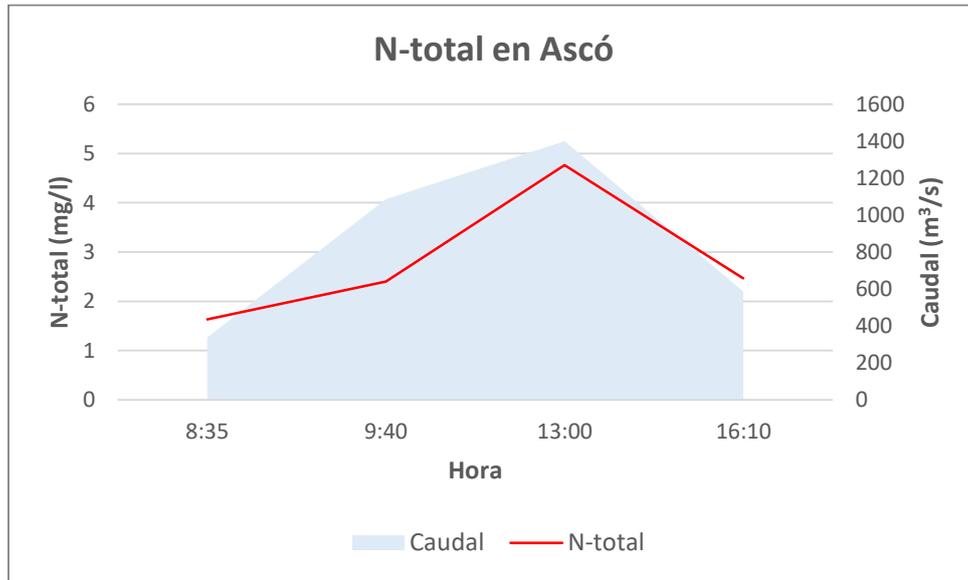


Figura 15. Concentración de nitrógeno total (eje vertical izquierdo; línea roja) y parte del hidrograma que fue objeto de seguimiento (eje vertical derecho; polígono azul) en Ascó.

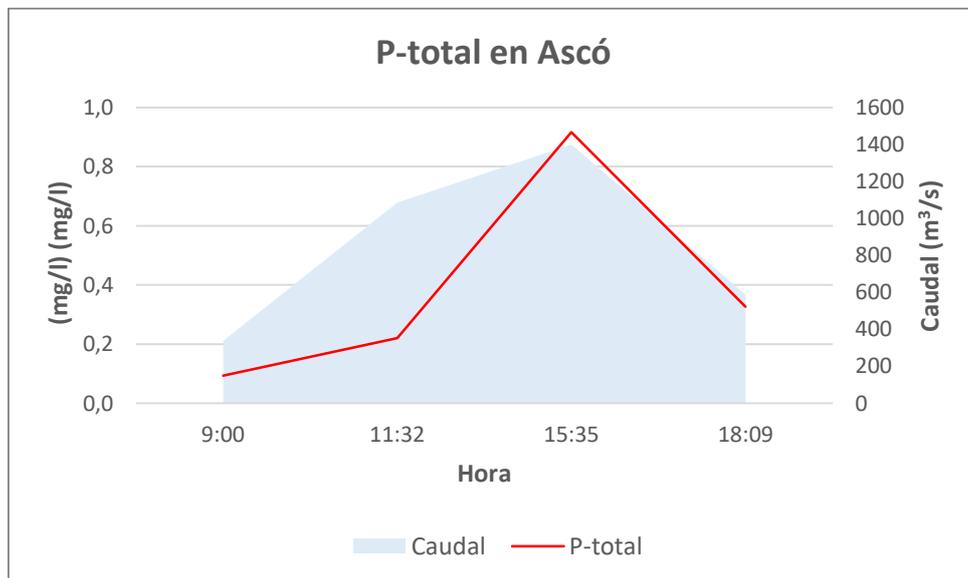


Figura 16. Concentración de fósforo total (eje vertical izquierdo; línea roja) y parte del hidrograma que fue objeto de seguimiento (eje vertical derecho; polígono azul) en Ascó.

En términos de concentración, los valores iniciales (antes de la llegada de la crecida controlada) medidos de nitrógeno y fósforo totales fueron muy similares en ambas secciones de control. En la sección de control de Ascó, durante el paso de la crecida, el nitrógeno total pasó de 1,63 mg N/l iniciales (antes de la llegada de la crecida) a 3,21 mg N/l de concentración media durante la crecida, lo que supone un incremento de unas 2 veces. En el caso del fósforo total, pasó de 0,09

mg P/l iniciales (antes de la llegada de la crecida) a una concentración media durante la crecida de 0,49 mg P/l), lo que representa un incremento de 5,4 veces.

A nivel de transporte de masa de nutrientes (tabla 15), la crecida controlada a su paso por la sección de control de Ascó, movilizó del orden de 8,4 t de fósforo y 52,9 t de nitrógeno, lo que representa 9,7 veces más de fósforo total y 3,5 veces más de nitrógeno total que el que transporta el río con el caudal base de la crecida (338 m<sup>3</sup>/s) para un periodo de tiempo equivalente a la duración de la crecida (7:35 h).

Tabla 15. Transporte (masa) de nitrógeno y fósforo totales en la sección de control de Ascó durante el seguimiento de la crecida controlada.

ASCÓ	Duración considerada	Caudal considerado	Transporte P-total	Transporte N-total
	(horas)	(m <sup>3</sup> /s)	(t)	(t)
Situación inicial	7:35	338	0,86	15,07
Crecida		338-1086-1400-587	8,36	52,91
			Δ 9,7	Δ 3,5

#### 4.2.3. Sección de control de Mora d'Ebre

En el puente de Mora d'Ebre la concentración de fósforo total siguió un patrón acoplado al hidrograma de la crecida, tal y como se observó en el puente de Ascó. En cambio, en el caso del nitrógeno total su concentración se desacopló del hidrograma de crecida, con un valor máximo detectado varias horas después del paso de la punta de crecida (figuras 17 y 18).

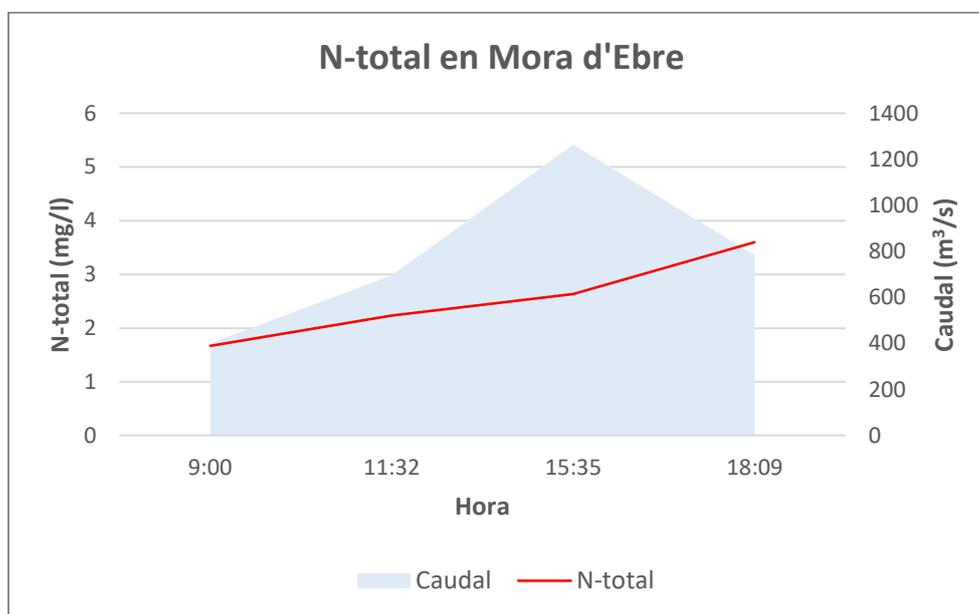


Figura 17. Concentración de nitrógeno total (eje vertical izquierdo; línea roja) y parte del hidrograma que fue objeto de seguimiento (eje vertical derecho; polígono azul) en Mora d'Ebre.

Durante el transcurso de la crecida, las concentraciones medias de nitrógeno y fósforo totales en el puente de Mora d'Ebre fueron muy similares a las registradas en el puente de Ascó (1,63 mg N/l en Ascó frente a 1,67 mg N/l en Mora d'Ebre y 0,09 mg P/l en Ascó frente a 0,08 mg P/l en Mora d'Ebre conservándose una proporción N:P de 18-20).

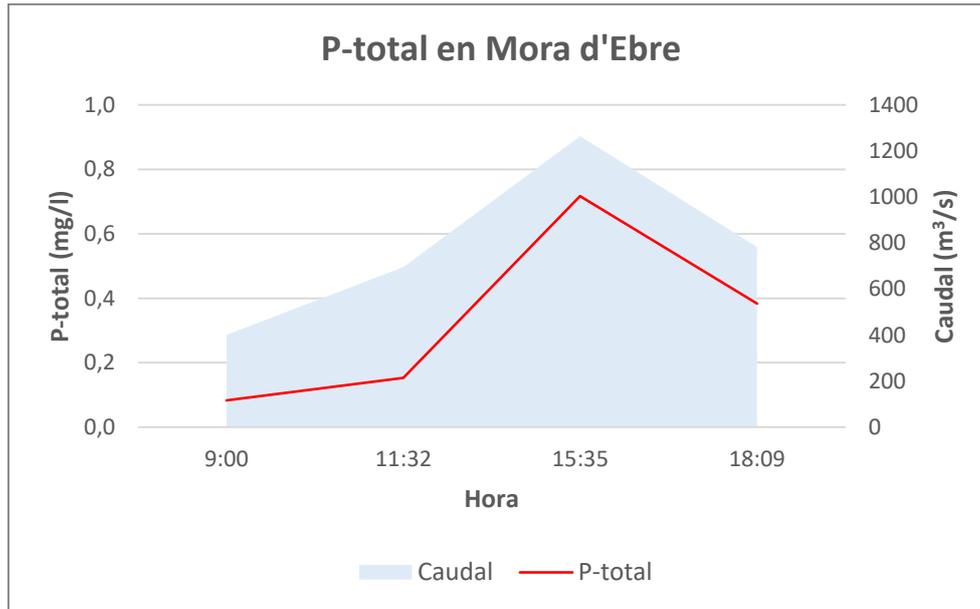


Figura 18. Concentración de fósforo total (eje vertical izquierdo; línea roja) y parte del hidrograma que fue objeto de seguimiento (eje vertical derecho; polígono azul) en Mora d'Ebre.

En la sección de control de Mora d'Ebre, los resultados obtenidos referentes a la concentración de los nutrientes medidos se concretaron en un aumento de la concentración de nitrógeno total desde los 1,67 mg N/l iniciales a los 2,82 mg N/l de promedio durante el paso de la crecida, lo que representa un incremento de 1,7 veces. Para el fósforo total, se pasó de 0,08 mg P/l a 0,42 mg P/l en los mismos términos de cálculo, lo que supone un incremento de 5,2 veces.

A nivel de transporte de masa de nutrientes (tabla 16), la crecida controlada a su paso por Mora d'Ebre movilizó del orden de 6,4 t de fósforo y 39,3 t de nitrógeno, valores ambos algo inferiores a los registrados en Ascó. Estos dos valores representan unas 5,8 veces más fósforo total y unas 1,8 veces más nitrógeno total que el que transporta el río con el caudal base de la crecida (401 m<sup>3</sup>/s) para un periodo de tiempo equivalente a la duración de la crecida (9:09 h).

Tabla 16. Transporte (masa) de nitrógeno y fósforo totales en la sección de control de Mora d'Ebre durante el seguimiento de la crecida controlada.

MORA D'EBRE	Duración considerada	Caudal considerado	Transporte P-total	Transporte N-total
	(horas)	(m <sup>3</sup> /s)	(t)	(t)
Situación inicial	9:09	401	1,1	22,01
Crecida		401-696-1264-783	6,4	39,3
			Δ 5,8	Δ 1,8

## 5. CONCLUSIONES

A nivel de conclusiones de los trabajos realizados en relación al seguimiento limnológico de la crecida controlada sucedida en el tramo bajo del río Ebro el día 30 de enero de 2024, se destacan los siguientes puntos:

1. El paso de la crecida no generó cambios significativos sobre las variables fisicoquímicas medidas siendo la temperatura del agua la variable más modificada.

2. No se encontraron diferencias significativas en las variables fisicoquímicas medidas a lo ancho de cada una de las secciones de control.
3. La hora del día a la que llegó la crecida a cada punto de control influyó en los resultados de las variables fisicoquímicas medidas. Cuanto más temprana fue la hora, menor efecto térmico.
4. En las condiciones iniciales (antes de la crecida), las concentraciones de nitrógeno y de fósforo totales fueron similares en las 2 secciones de control, Ascó y Mora d'Ebre apreciándose, no obstante, una notable variabilidad a lo ancho del cauce en ambas secciones de control que no respondía a ningún patrón reconocible.
5. En los dos escenarios estudiados (con y sin crecida) el río transporta más nitrógeno total que fósforo total.
6. El fósforo total aumenta de concentración y de masa mucho más que el nitrógeno total durante la crecida. Los incrementos de nitrógeno y fósforo totales observados guardaron la misma proporción en las dos secciones de control.
7. La movilización de nitrógeno y fósforo totales fue mayor en el puente de Ascó que en el de Mora d'Ebre. El transporte de fósforo total durante la crecida supuso 8,36 t en Ascó y 6,4 en Mora d'Ebre. El transporte de nitrógeno total fue de 52,91 t en Ascó y 39,3 en Mora d'Ebre.
8. La masa de nutrientes totales movilizada por el paso de la crecida en Ascó fue 9,7 veces mayor para el fósforo total y 3,5 veces mayor para el nitrógeno total, con relación a la que transportaba el río con el caudal circulante antes de la crecida. En el caso de Mora d'Ebre los incrementos registrados en los mismos términos fueron respectivamente de 5,8 para el fósforo total y 1,8 para el nitrógeno total.

-oOo-

# **ANEXO I**

## **IMÁGENES FOTOGRÁFICAS**



Sección de control de Ascó: momento previo a la crecida controlada (M1; 8:35 h;  $\pm 338 \text{ m}^3/\text{s}$ ).



Sección de control de Ascó: fase de ascenso de caudal durante la crecida controlada (M2; 9:40 h;  $\pm 1.086 \text{ m}^3/\text{s}$ ).



Sección de control de Ascó: caudal máximo registrado durante la crecida controlada (M3; 13:00 h;  $\pm 1.400 \text{ m}^3/\text{s}$ ).



Sección de control de Ascó: fase de descenso de caudal durante la crecida controlada (M4; 16:10 h;  $\pm 587 \text{ m}^3/\text{s}$ ).



Sección de control de Mora d'Ebre: momento previo a la crecida controlada (M1; 9:00 h;  $\pm 401 \text{ m}^3/\text{s}$ ).



Sección de control de Mora d'Ebre: fase de ascenso de caudal durante la crecida controlada (M2; 11:32 h;  $\pm 696 \text{ m}^3/\text{s}$ ).



Sección de control de Mora d'Ebre: caudal máximo registrado durante la crecida controlada (M3; 15:35 h;  $\pm 1.264 \text{ m}^3/\text{s}$ ).



Sección de control de Mora d'Ebre: fase de descenso de caudal durante la crecida controlada (M4; 18:09 h;  $\pm 783 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

# **ANEXO II**

## **TABLAS RESUMEN DE RESULTADOS**

Registro de variables medidas durante los trabajos de seguimiento de la crecida controlada en la sección de control de Ascó.

SECCIÓN DE CONTROL DE ASCÓ									
Muestra	Ubicación	Hora	Temperatura (°C)	Cond. eléctrica (µS/cm)	Concentración de O <sub>2</sub> (mg/l)	Saturación de O <sub>2</sub> (%)	pH	Nitrógeno total (mg/l)	Fósforo total (mg/l)
M1	Izquierda	8:32	8,28	973,8	11,24	95,8	8,14	1,70	0,14
	Centro	8:36	9,13	967,8	11,19	97,4	8,17	1,80	0,06
	Derecha	8:38	10,21	965,9	11,16	99,7	8,18	1,40	0,08
M2	Izquierda	9:44	8,27	974,3	11,21	95,6	8,17	2,60	0,21
	Centro	9:42	9,55	970,6	11,01	96,8	8,19	2,70	0,35
	Derecha	9:38	9,94	972,3	11,03	97,8	8,19	1,90	0,10
M3	Izquierda	12:57	8,56	978,9	11,62	99,4	8,20	5,3	0,28
	Centro	13:00	9,16	969,3	11,57	100,8	8,18	4,50	1,13
	Derecha	13:03	9,67	967,7	11,45	101,1	8,18	4,50	0,80
M4	Izquierda	16:06	8,89	974,3	12,23	105,9	8,28	2,20	0,43
	Centro	16:10	9,59	967,6	12,26	107,9	8,24	2,80	0,34
	Derecha	16:14	10,20	968,7	12,09	108,0	8,25	2,40	0,21

Registro de variables medidas durante los trabajos de seguimiento de la crecida controlada en la sección de control de Mora d'Ebre.

SECCIÓN DE CONTROL DE MORA D'EBRE									
Muestra	Ubicación	Hora	Temperatura (°C)	Cond. eléctrica (µS/cm)	Concentración de O <sub>2</sub> (mg/l)	Saturación de O <sub>2</sub> (%)	pH	Nitrógeno total (mg/l)	Fósforo total (mg/l)
M1	Izquierda	9:00	11,47	967,3	10,92	100,4	8,18	1,40	0,03
	Centro	9:02	11,50	965,6	10,94	100,6	8,19	1,90	0,08
	Derecha	9:04	11,48	965,9	10,91	100,3	8,19	1,70	0,14
M2	Izquierda	11:30	11,27	980,1	11,01	101,1	8,24	1,50	0,10
	Centro	11:32	11,07	971,0	11,01	100,3	8,22	3,40	0,22
	Derecha	11:35	11,12	968,5	11,07	101,0	8,23	1,80	0,14
M3	Izquierda	15:30	9,23	946,6	11,27	98,3	8,19	2,90	0,75
	Centro	15:38	9,14	973,2	11,56	100,6	8,19	2,50	0,67
	Derecha	15:40	9,02	975,9	11,59	100,6	8,22	2,50	0,73
M4	Izquierda	18:06	9,15	978,5	11,98	104,3	8,27	5,30	0,36
	Centro	18:09	8,98	972,5	12,15	105,4	8,23	2,00	0,32
	Derecha	18:12	9,01	969,7	12,02	104,2	8,22	3,50	0,47