

**MODELO SOBEK-WQ 1D-2D DE CALIDAD DE
AGUAS EN L'ALBUFERA DE VALENCIA.
ESCENARIOS DE SIMULACIÓN**

Edición 2.

Febrero de 2012

ÍNDICE

1.	Modelo Sobek WQ 1D-2D de calidad de aguas de L'Albufera de Valencia.....	5
2.	Objetivos ambientales y valores límite	10
3.	Planteamiento de escenarios de simulación	13
3.1.	Introducción al planteamiento de escenarios y consideraciones generales	13
3.2.	condición de partida: Escenario de calibración	15
3.3.	Escenarios incluidos en el Programa de Medidas.....	19
3.3.1.	Puesta en funcionamiento de los colectores interceptores y de los tanques de tormenta del Colector Oeste. Escenarios CO-A y CO-B	20
3.3.1.1.	Consideraciones generales de la actuación	20
3.3.1.2.	Condiciones de contorno a modificar en el escenario.....	22
3.3.2.	Puesta en funcionamiento del Filtro verde de Albufera sur. Escenario A SUR...24	
3.3.2.1.	Consideraciones generales de la actuación	24
3.3.2.2.	Condiciones de contorno a modificar en el escenario.....	25
3.4.	Escenarios hipotéticos o de máxima reducción	29
3.4.1.	Puesta en funcionamiento del filtro verde del Turia. Escenarios PI.....	32
3.4.1.1.	Consideraciones generales de la actuación	32
3.4.1.2.	Condiciones de contorno a incorporar en este escenario	33
3.4.2.	Puesta en funcionamiento de filtros verdes hipotéticos de naturaleza superficial. Escenarios FV-A y FV-B	37
3.4.2.1.	Consideraciones generales de la actuación	37
3.4.2.2.	Condiciones de contorno a incorporar en este escenario	38
4.	Análisis del grado de cumplimiento de los objetivos ambientales.....	45
4.1.	Escenarios realistas o en ejecución	45
4.1.1.	Escenarios CO-A y CO-B.....	45
4.1.1.1.	Concentración resultante de clorofila-a en el lago	45
4.1.1.2.	Concentración resultante de fósforo total en el lago	48
4.1.2.	Escenario A SUR.....	51
4.1.2.1.	Concentración resultante de clorofila-a en el lago	51
4.1.2.2.	Concentración resultante de fósforo total en el lago	54
4.2.	Escenarios hipotéticos o de máxima reducción	56

4.2.1.	Escenarios PI	56
4.2.1.1.	Concentración resultante de clorofila-a en el lago	57
4.2.1.2.	Concentración resultante de fósforo total en el lago	60
4.2.1.3.	Curvas de concentración frente a porcentaje de caudal ambiental tratado en humedal artificial	64
4.2.2.	Escenarios FV-A y FV-B	67
4.2.2.1.	Escenarios FV-A	67
4.2.2.1.1	Concentración resultante de clorofila-a en el lago	68
4.2.2.1.2	Concentración resultante de fósforo total en el lago	71
4.2.2.2.	Escenarios FV-B	75
4.2.2.2.1	Concentración resultante de clorofila-a en el lago	75
4.2.2.2.2	Concentración resultante de fósforo total en el lago	77
4.2.2.3.	Curvas de concentración frente a porcentaje de caudal ambiental tratado en filtro verde 79	
5.	Conclusiones, limitaciones detectadas en el estudio y posibles mejoras a aplicar.....	85
5.1.	Conclusiones generales. Extrapolación a los datos experimentales	85
5.1.1.	Indicador biológico de clorofila-a	85
5.1.2.	Indicador físico-químico de fósforo total	87
5.1.3.	Síntesis de los principales resultados.....	88
5.2.	Limitaciones e incertidumbres asociadas al grado de cumplimiento del sistema y al uso de modelos matemáticos	89
5.3.	Limitaciones y posibilidades de mejora en los escenarios de humedales artificiales..	90
5.3.1.	Consideraciones en relación a los escenarios FV-A.....	90
5.3.2.	Consideraciones en relación a los escenarios FV-B	91
5.3.3.	Consideraciones en relación a las diferencias en los patrones asignados a los distintos humedales artificiales de tipo superficial y subsuperficial	92
5.3.4.	Consideraciones en relación a la calidad de las entradas	93
5.3.5.	Consideraciones en relación al aumento de la tasa de renovación	94

Apéndice: Dinámicas de los indicadores clorofila-a y fósforo total obtenidas en los distintos escenarios de simulación. Resultados para las estaciones de control de calidad en el lago de L'Albufera.

1. MODELO SOBEEK WQ 1D-2D DE CALIDAD DE AGUAS DE L'ALBUFERA DE VALENCIA

El modelo de calidad de aguas del lago de L'Albufera fue construido en el *Estudio para el Desarrollo Sostenible de L'Albufera de Valencia* (MMA, 2004) por WL|Delft Hydraulics (Icke, 2004) y fue posteriormente optimizado por Hernández y Bort (2005).

Dentro del ámbito de servicios para el “*Seguimiento de diversas actuaciones relativas al sistema hídrico Parque Natural de la Albufera de Valencia*” (Diciembre, 2011) de la Confederación Hidrográfica del Júcar, se redacta el informe del *Modelo Sobek-WQ 1D-2D de calidad de aguas en L'Albufera de Valencia. Construcción, calibración y análisis de los indicadores de calidad físico-químicos y biológicos del lago* (CHJ, 2012).

En dicho informe se describen con detalle los trabajos realizados en la actualización del modelo que han consistido en la actualización de los datos hasta el año 2009/2010, la adaptación al modelo Aquatool-Albufera y la mejora de la calibración, todas las tareas llevadas a cabo mediante la versión Sobek 2.12.002.

El esquema del modelo de calidad de aguas del lago de L'Albufera es el representado en la figura siguiente:

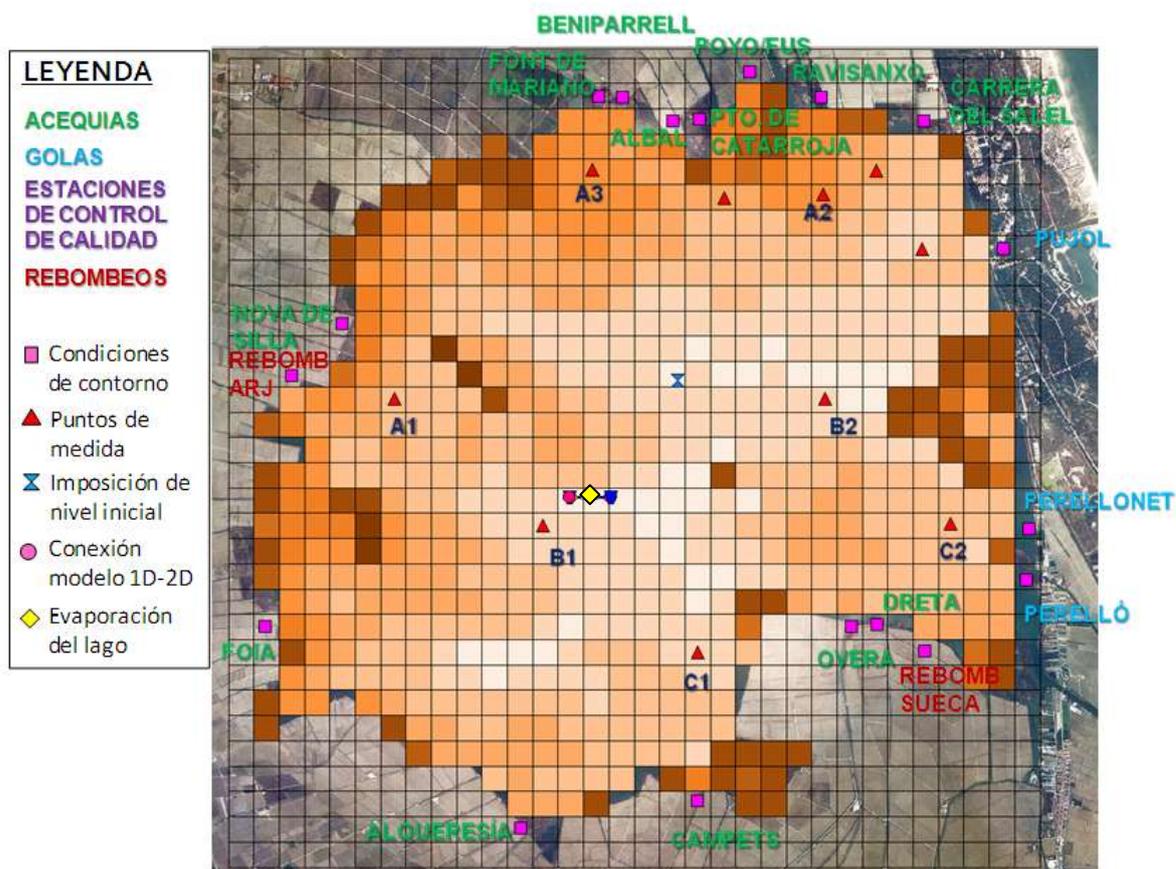


Figura 1. Esquematización del modelo del lago de L'Albufera.

El modelo tiene las características que se presentan a continuación:

Las **concentraciones impuestas** como condiciones de contorno resultan de la aplicación del modelo de calidad de las aguas influentes al lago, descrito en el informe de descripción del modelo Sobek WQ nombrado más arriba. Se parte de la hipótesis de que los diferentes tipos de aportes hídricos tienen características de calidad propias de modo que, para cada uno de los tipos de aporte, se pueda formular una concentración típica de calidad para cada parámetro y tipo de aporte hídrico. El conjunto de todas las concentraciones correspondientes a un tipo de aporte constituirá su patrón de calidad.

La concentración media del parámetro para las aguas que entran por cada punto de entrada, dependerá del peso que cada tipo de aporte tenga respecto del volumen total de entradas por ese punto.

La tabla siguiente describe los parámetros de calidad estudiados, los tipos de aportes hídricos y los puntos de entrada a considerar en el modelo de calidad de aguas influentes al lago de L'Albufera:

Tabla 2 .Parámetros de calidad estudiados, tipos de aporte considerados y puntos de entrada al lago.

Parámetros de calidad	Tipos de aporte	Puntos de entrada
<ul style="list-style-type: none"> Oxígeno disuelto (mg O2/l) Conductividad (µS/cm) Nutrientes: <ul style="list-style-type: none"> Nitratos (mg N-NO3-/l) Amonio (mg N-NH4+/l) Fósforo total (mg P/l) Sólidos Suspendidos (mg/l) 	<ul style="list-style-type: none"> Escorrentía superficial (ESC SUP) Descarga de Sistemas Unitarios (DSU) Escorrentía Subterránea (ESC SUB) Retornos Superficiales Sueca (RETSUP_SUECA) Retornos Subterráneos Sueca (RETSUB) Retornos Superficiales ARJ (RETSUP ARJ) Retornos Subterráneos ARJ (RETSUB) Retornos Superficiales Turia (RETSUP TUR) Retornos Subterráneos Turia (RETSUB) Aguas Residuales Urbanas (ARU) EDAR (Saler) EDAR (Algemesí-Albalat) EDAR (Ford) EDAR (Quart-Benàger) EDAR (Pinedo II) EDAR (Albufera Sur) 	<ol style="list-style-type: none"> Dreta Overa Campets Alqueresia Foia Nova de Silla Beniparrell Font de Mariano Albal Port de Catarroja Poyo-Fus Ravisanxo Carrera del Saler

A continuación se presenta el conjunto de patrones de calidad utilizado en la calibración del modelo de calidad de aguas influentes al lago:

Tabla 3. Patrones de calidad utilizados en la calibración del modelo de calidad de aguas influentes en el lago de L'Albufera.

		ESC SUP	DSU	ESC SUB	RET SUP TUR	RET SUP ARJ	RETSUP SUECA		RET SUB	ARU	EDAR				EDAR PINEDO			EDAR ALBUFERA SUR	
							<oct 2007	>oct 2007			Saler	Alg-Alb	Ford	Q-B	<Jul 2005	>Jul 2005 y <2007	>2007	<Dic2 005	>Dic 2005
NO3	mg N/l	6	1	(1)	2	2	3	3	(1)	2	0	0	0	7	2	2	2	6,9	6
	mg NO3/l	26,58	4,43	(2)	8,86	8,86	13,29	13,29	(2)	8,86	0	0	0	31,01	8,86	8,86	8,86	30,57	26,58
NH4	mg N/l	1	0	0,022	3	0,4	0,4	0,4	0,022	(3)	0,5	5	0,5	5	5	5	5	0,5	0,5
	mg NH4/l	1,29	0	0,028	3,87	0,516	0,516	0,516	0,028	(4)	0,645	6,45	0,645	6,45	6,45	6,45	6,45	0,645	0,645

		ESC SUP	DSU	ESC SUB	RET SUP TUR	RET SUP ARJ	RETSUP SUECA		RET SUB	ARU	EDAR				EDAR PINEDO			EDAR ALBUFERA SUR	
							(<oct 2007)	(>oct 2007)			Saler	Alg-Alb	Ford	Q-B	(<Jul 2005)	(>Jul 2005 y <2007)	(>2007)	(<Dic2005)	(>Dic 2005)
P_TOTAL	mg P/l	0,3	2	0,017	0,41	0,1	0,15	0,11	0,017	(5)	0,2	0	0	0	2	1,1	0,5	1,07	0,35
OX. DIS.	mg O2/l	7	0	6	6	7	8,5	8,5	6	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4
SOL. SUS	mg/l	90	100	0	30	60	50	50	0	100	15,74	15,74	15,74	25	35	14	14	7,43	8
COND	µS/cm	1000	1000	(6)	1400	1100	1200	1200	(6)	1700	1400	1537	1537	1797	1797	1797	1797	1537	1537

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Dreta	11	48,73	25	32,25	3	1600
Overa	11	48,73	25	32,25	3	1800
Campets	11	48,73	9	11,61	3	1800
Alqueresía	2	8,86	9	11,61	3	1800
Foia	11	48,73	25	32,25	3	1800
Nova de Silla	25	110,8	25	32,25	3	1800
Beniparrell	25	110,8	25	32,25	3	1800
Font de Mariano	25	110,8	25	32,25	3	1800
Albal	25	110,8	25	32,25	3	1800
Catarroja	11	48,73	25	32,25	15	1800
Poyo-Fus	11	48,73	25	32,25	3	1800
Ravisanxo	11	48,73	25	32,25	3	1800
Carrera del Saler	11	48,73	25	32,25	3	1800

En la tabla 2 puede consultarse la equivalencia en las codificaciones de la tabla 3.

En cuanto a la **meteorología** aplicada al modelo, se imponen datos de radiación solar, temperatura del agua del lago, evapotranspiración potencial y módulo y dirección del viento. Para el periodo simulado entre octubre de 1995 y septiembre de 2010 se dejan los datos modelo calibrado en 2005, en la quinta fase del EDSAV (MMA, 2004), hasta febrero de 2001 y se sustituyen por los del IVIA en Picassent desde marzo de 2001 hasta septiembre de 2010.

El nivel de detalle y el número de sustancias que incorpora el **modelo de calidad de aguas** del lago es el mismo del modelo de origen calibrado en 2005. Los problemas de calidad del agua que se han estudiado están relacionados con la eutrofización (nutrientes fósforo y nitrógeno, materia orgánica, algas y oxígeno disuelto), los sólidos en suspensión y la conductividad.

La Tabla 4 muestra la lista de sustancias en el modelo de calidad del agua. Como las sustancias Sobek no siempre se corresponden directamente con los datos medidos, es necesaria una conversión. En la última columna de esta tabla, se muestra el método de conversión de los datos medidos a las sustancias Sobek. Las abreviaturas de las sustancias medidas se explican en la Tabla 5.

Tabla 4. Relación general de las sustancias en el modelo Sobek de calidad del agua. En la última columna se presenta la conversión de los datos medidos en sustancias utilizadas por el modelo.

Sustancia Sobek	unidades	Descripción sustancia Sobek	Método de conversión
AAP	mg P/l	Fósforo inorgánico	0.2 * P-total
DetC	mg C/l	Sustancia orgánica en suspensión	0.2 * SS
DetN	mg N/l	Nitrógeno orgánico	0.1 * N-total
DetP	mg P/l	Fósforo orgánico	0.1 * P-total
DIATOM	mg C/l	Diatomeas	0.2 * Chla / C:Chla
GREEN	mg C/l	Algas	0.8 * Chla / C:Chla
NH4	mg N/l	Amonio	medido
NO3	mg N/l	Nitrato	medido
PO4	mg P/l	Fósforo disuelto	0.7* P-total
Si	mg Si/l	Sílice disuelto	medido
OXY	mg/l	Oxígeno	medido
Cl	mg/l	Cloruros	Conductividad (µS/cm)
IM1	mg/l	Sólidos inorgánicos en suspensión 1	0.4 * SS
IM2	mg/l	Sólidos inorgánicos en suspensión 2	0.4 * SS
IM3	mg/l	Sólidos inorgánicos en suspensión 3	5 mg/l

Tabla 5. Abreviaturas utilizadas (Puede llevarse a la tabla general).

Sustancia medida	unidades	Descripción de la sustancia medida
Chl-a	µg/l	Clorofila-a
C:Chla	mg C/ mg Chla	Relación entre carbono y clorofila-a
N-total	mg N/l	Nitrógeno total
P-total	mg P/l	Fósforo total
SS	mg/l	Sólidos en suspensión

2. OBJETIVOS AMBIENTALES Y VALORES LÍMITE

El lago de L'Albufera de Valencia fue calificado en los documentos de desarrollo del artículo 5 de la Directiva Marco del Agua como una **masa de agua muy modificada**, dado que tanto sus niveles, como sus superficies inundadas dependen de la operación antrópica de las golas de conexión con el mar y de las labores agrícolas. Esto determina como objetivo general el proteger y mejorar su estado para lograr un buen potencial ecológico y un buen estado químico de las aguas superficiales.

El objetivo de un buen potencial ecológico, que revierta la actual situación de eutrofia, es un objetivo muy ambicioso y claramente superior a un mero mantenimiento del estado ecológico actual.

La Instrucción de Planificación Hidrológica define buen potencial ecológico como aquél que garantice el mantenimiento sostenible de la funcionalidad y estructura del ecosistema, proporcionando las condiciones de hábitat adecuadas para satisfacer las necesidades de las diferentes comunidades biológicas propias de estos ecosistemas acuáticos y de los ecosistemas terrestres asociados, mediante la preservación de los procesos ecológicos necesarios para completar sus ciclos biológicos.

Sin embargo, por el momento no se dispone de condiciones de referencia en una masa de agua muy modificada tipo humedal como es L'Albufera de Valencia, por lo que resulta complejo el establecimiento de los objetivos y requerimientos a alcanzar. A pesar de ello, los trabajos realizados por la CHJ desde julio 2007 han permitido profundizar en la definición de los objetivos ambientales. A continuación se sintetizan los indicadores propuestos y los valores para el establecimiento del rango del Buen potencial ecológico, aplicables al lago del Parque Natural de L'Albufera de Valencia, en materia de los valores límite para los indicadores de las condiciones generales (nutrientes: fósforo total) y del indicador biológico (fitoplancton):

Tabla 6. Resumen de los indicadores propuestos, valores límite y referencias.

LAGO DE L'ALBUFERA. INDICADORES Y VALORES LÍMITE				
ELEMENTOS DE CALIDAD. INDICADORES			RANGO PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL VALOR LIMITE MODERADO/BUENO	REFERENCIAS
TIPO	DEFINICION	UD		
FQ	Condiciones generales. Nutrientes. Media anual de la concentración de fósforo total en el lago	mg P/l	0,1 (1) -0,13 (2)	(1) Valor límite de la OCDE (1982) asociado a una concentración de clorofila a media de 25 µg/l. Valor umbral de cambio de clase de estado ecológico de "Moderado" a "deficiente" en lagos poco profundos, según el proyecto europeo de investigación Ecoframe. (Moss et al., 2003), que se interpreta con mayor laxitud, con la finalidad de adaptarlo a las condiciones específicas de L'Albufera, como umbral de cambio de clase de potencial ecológico "moderado" a "bueno". Asociado a una concentración de clorofila-a de 30 µg/l. (2) Valor límite para la vida ciprinícola establecido en la Directiva 2006/44/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 6 de septiembre de 2006 relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces, en su Anexo 1.
B	Fitoplancton. Media anual de la concentración de clorofila a en el lago	µg/l	20-30	Rango de concentraciones correspondientes a un estado ecológico "moderado" según el proyecto europeo de investigación Ecoframe. (Moss et al., 2003). Seleccionado por el Panel expertos del <i>Estudio para el desarrollo sostenible de L'Albufera de Valencia</i> (MMA, 2004).

Un detallado análisis de la evolución histórica de estos indicadores, así como el establecimiento justificado de los valores umbral, puede consultarse en el documento *Modelo Sobek-WQ 1D-2D de calidad de aguas en L'Albufera de Valencia. Construcción, calibración y análisis de los indicadores de calidad físico-químicos y biológicos* (CHJ, 2012).

En el presente documento se pone de manifiesto la mejoría de la calidad del agua que se lograría con la aplicación de una serie de medidas en el ámbito del lago de L'Albufera. Por una parte medidas incluidas en el Programa de Medidas del actual borrador del Plan Hidrológico de cuenca, y que de hecho ya se encuentran en ejecución en el marco de la *Ley 11/2005, de 22 de Junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional*, así como de otras medidas hipotéticas o de máxima reducción que podrían ser aplicadas en el futuro. Este análisis se lleva a cabo sobre el Modelo Sobek-WQ 1D-2D de calidad de aguas, presentado de forma sintética en el punto 1 de este documento.

3. PLANTEAMIENTO DE ESCENARIOS DE SIMULACIÓN

3.1. INTRODUCCIÓN AL PLANTEAMIENTO DE ESCENARIOS Y CONSIDERACIONES GENERALES

El presente documento presenta los resultados y principales conclusiones extraídas a partir de la ejecución de una serie de simulaciones que se agrupan en dos grandes tipos: escenarios realistas o en ejecución y escenarios hipotéticos o de máxima reducción.

El primer grupo, que denominaremos como se ha comentado de **escenarios procedentes del Programa de Medidas del actual borrador del Plan Hidrológico de cuenca**, constará de dos subgrupos de escenarios de simulación:

- El primero de ellos centrado en la evaluación del efecto de mejoría de la calidad del agua del lago que supondría la puesta en funcionamiento de la ampliación del Colector oeste, entendida ésta como la puesta en marcha de los colectores interceptores y de los tanques de tormenta anexos al Colector Oeste, en ejecución en la actualidad en el marco de la **ACTUACIÓN 3.2.H REORDENACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DE LA HUERTA Y RED DE SANEAMIENTO DEL ÁREA METROPOLITANA DE VALENCIA. NUEVO COLECTOR OESTE DE LA ALBUFERA**, según lo contemplado en la *Ley 11/2005, de 22 de Junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional*. Actuación integrada en el Programa de medidas del actual borrador del Plan Hidrológico de cuenca: CAL170B- Medidas de depuración de aguas residuales. Modificación de la acequia de Favara y sistema interceptor de pluviales en el ámbito del Colector Oeste, Fase II.
- El segundo de ellos centrado en la evaluación del efecto de mejoría de la calidad del agua del lago asociada a la puesta en funcionamiento de las mejoras de tratamiento en la EDAR de Albufera Sur y del humedal artificial de flujo superficial construido en el Tancat de Mília, en el marco de la **ACTUACIÓN 3.2.E REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DEPURADAS DE LA ALBUFERA SUR**, según lo contemplado en la *Ley 11/2005, de 22 de Junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional*. Actuación integrada en el Programa de medidas del actual borrador del Plan Hidrológico de cuenca: RE10- Medidas de reutilización para satisfacción de la demanda. EDAR Albufera Sur.

El segundo grupo de escenarios, que denominaremos **escenarios hipotéticos o de máxima reducción**, constará a su vez de dos subgrupos de escenarios de simulación:

- El primer subgrupo centrado en la evaluación del efecto de mejoría de la calidad del agua del lago que supondría la puesta en funcionamiento de las obras de reutilización de los efluentes de la EDAR de Pinedo, consistente en un humedal artificial de tipo subsuperficial a construir, en función de los resultados de la planta piloto actualmente en fase de pruebas, en el nuevo cauce del río Turia. Esta planta piloto corresponde con la **ACTUACIÓN 3.2.F TERMINACIÓN DE LA REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DE PINEDO**, contemplada en la *Ley 11/2005, de 22 de Junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional*; y está integrada en el Programa de medidas

del actual borrador del Plan Hidrológico de cuenca: RE170-Medidas de reutilización para satisfacción de la demanda. EDAR Valencia (Pinedo-2).

Cabe señalar que esta actuación no va a ser objeto de simulación, sino el hipotético filtro verde definitivo, de dimensiones muy superiores, a instaurar en el nuevo cauce del río Turia en función de los resultados experimentales que se obtengan en la planta piloto.

- El segundo subgrupo centrado en la evaluación del efecto de mejoría de la calidad del agua del lago asociada a la puesta en funcionamiento de un humedal artificial hipotético de carácter superficial según dos tipologías de funcionamiento:
 - **Humedal artificial con tratamiento previo a la entrada del influente al lago de L'Albufera:** cierto porcentaje de los caudales de entrada al lago pasarán previamente por un humedal artificial de manera que suponga un pre-tratamiento de los mismos antes de su entrada al lago.
 - **Humedal artificial con tratamiento posterior a la entrada del influente al lago de L'Albufera:** cierto porcentaje de volumen de agua almacenado en el lago pasará desde éste a una superficie de humedal artificial, donde se le aplicará un post-tratamiento antes de su devolución al lago.

En todos los casos, la evaluación del efecto de mejoría de la calidad del agua del lago se realizará sobre los indicadores siguientes:

- Indicador biológico del fitoplancton: **concentración media de clorofila-a** ($\mu\text{g/l}$).
- Indicador físico-químico: **concentración media de fósforo total** (mgP/l)

Los valores medios que se presentarán en las tablas de resultados harán referencia a la **media anual simulada para el periodo comprendido entre los años hidrológicos 2006/2007 y 2009/2010**, media obtenida **para las 7 estaciones disponibles en el lago** en el modelo Sobek WQ. El motivo de la elección de este periodo se centra en que éste es el periodo en el que el modelo ha sido calibrado, una vez las condiciones de calidad han mostrado cierta estabilización con respecto a periodos anteriores. Aún así, las simulaciones comprenderán el periodo comprendido entre los años hidrológicos 1995/1996 a 2009/2010, ya que algunas de las actuaciones podrán incorporarse a lo largo de toda la serie, y otras sólo podrán introducirse en el último periodo. La razón en detalle se puede consultar en cada uno de los escenarios, más adelante, pero está relacionada con la **necesidad de no realizar cambios en el balance hídrico del lago**. Si no se realizan cambios en el balance hídrico **nos aseguramos de que las mejorías detectadas se deben expresamente a los cambios en la calidad que las actuaciones suponen, y no en un efecto conjunto de la mejoría de la calidad y del aumento del volumen tratado**.

Los escenarios tendrán un carácter acumulativo, es decir, las simulaciones presentarán el efecto acumulativo de las distintas actuaciones a valorar. De este modo, para valorar el beneficio sobre la calidad del lago de las obras anexas al Colector oeste (actuación 3.2.H), se realizará una comparativa con el escenario de calibración, en el que esta actuación no estaba en funcionamiento; y para determinar el grado de mejoría que supondría la actuación prevista en Albufera Sur (actuación 3.2.E), se comparará con

la del Colector oeste, ya que la simulación de Albufera Sur llevará incorporado las mejoras en el Colector Oeste.

En el caso de los escenarios hipotéticos o de máxima reducción, en ambos casos se tomará como punto de partida el escenario de Albufera sur (que recordemos lleva incorporada también la mejoría del Colector Oeste), de modo que **la valoración se realizará de manera independiente entre ellos**.

En el caso de las simulaciones de Albufera sur (actuación 3.2.E) **y Pinedo** (actuación 3.2.F), **se realiza una valoración basada en la reutilización ecológica**, entendiéndola ésta como la puesta en funcionamiento de los filtros verdes proyectados. El motivo se centra en que supondrán una mejoría de la calidad de los efluentes de las respectivas EDAR a su paso por la superficie filtrante, y que por tanto supondrán un aporte que va directo al lago de mejor calidad al que se está produciendo actualmente. **No se va a valorar el efecto sobre la calidad del lago de la reutilización agrícola de los efluentes de la EDAR**, dado que tras la realización de un escenario de simulación específico en esta materia, se comprueba que las mejorías son poco significativas. En concreto se construye un escenario en el que determinado porcentaje de caudal que históricamente ha entrado al lago con calidad de salida de la EDAR de Pinedo, deja de presentar esta calidad para presentar la propia del retorno de riego, asumiéndose de este modo que dichos caudales han sido objeto de reutilización agrícola en la zona servida por Favara. La escasa significatividad de la mejoría que esta reutilización presenta sobre el lago de L'Albufera podría venir determinada por las diferencias que existen entre ambos patrones de calidad (salida de la EDAR de Pinedo frente a retornos de Riego del Turia, en lo que a nitrógeno y fósforo se refiere), que frente a los caudales disponibles no serían suficientes para favorecer un cambio significativo de calidad en el lago. Con ello puede concluirse que con la información disponible en la actualidad, las mejoras de calidad más significativas en estos escenarios van a ser aquellas asociadas a los aportes con carácter ambiental, que hasta la fecha, como acaba de comentarse, presentan una calidad igual a la de salida de la EDAR, y por tanto, serán los que van a ser objeto de simulación y evaluación.

3.2. CONDICIÓN DE PARTIDA: ESCENARIO DE CALIBRACIÓN

El punto de partida de los análisis será el escenario de calibración (también llamado Run 66), escenario cuyo análisis puede consultarse en documento *Modelo Sobek-WQ 1D-2D de calidad de aguas en L'Albufera de Valencia. Construcción, calibración y análisis de los indicadores de calidad físico-químicos y biológicos* (CHJ, 2012).

A modo de recordatorio, a continuación se adjuntan las condiciones de contorno de los módulos hidrodinámico e hidroquímico, sobre los que se realizarán las distintas modificaciones conforme se vayan definiendo los escenarios a evaluar:

Tabla 7. Tipos de aportes al lago de L'Albufera en el escenario de calibración, base de los escenarios a simular.

Tipos de aporte	
<ul style="list-style-type: none"> Escorrentía superficial Descarga de Sistemas Unitarios (DSU) Escorrentía Subterránea Retornos Superficiales Sueca Retornos Superficiales ARJ Retornos Subterráneos ARJ Retornos Superficiales Turia Retornos Subterráneos Turia 	<ul style="list-style-type: none"> Aguas Residuales Urbanas (ARU) EDAR (Saler) EDAR (Algemés-Albalat) EDAR (Ford) EDAR (Quart-Benàger) EDAR (Pinedo II) EDAR (Albufera Sur)

Tabla 8. Distribución espacial de los distintos tipos de aporte entre las trece acequias vertientes al lago, en el escenario de calibración (Run 66). Los números indican el porcentaje de reparto de cada tipo de aporte para cada una de las acequias, en una escala del 0 al 1.

ACEQUIA	P_LA	ESUP 127	ESUP 128	DSU 127	DSU 128	ESUB 127_128	TUR RETSU P	TUR RETSUB	ARJ RETSUP	ARJ RETSUB	SUE RETSUP	ARU 1	ARU2	ARU3	ARU4	ARU5	ARU6	ARU7	ARU8	ARU9	ARU 10	ARU 11	ARU 12	ARU 13	EDAR SAL	EDAR PIN	EDAR QB	EDAR Alb_S	EDAR FORD	EDAR A_A	
1- Dreta	0,077	0,158	0	0	0	0,161	0	0	0,160	0,160	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2- Overa	0,077	0,107	0	0	0	0,138	0	0	0,640	0,640	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
3- Campets	0,077	0,107	0	0	0	0,103	0	0	0,014	0,014	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4- Alqueresia	0,077	0,140	0	0,333	0	0,034	0	0	0,048	0,048	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
5- Foia	0,077	0,050	0	0	0	0,002	0	0	0,014	0,014	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
6- Nova de silla	0,077	0,072	0	0,333	0	0,161	0	0	0,014	0,014	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7- Beniparrell	0,077	0,259	0	0,333	0	0,161	0	0	0,040	0,040	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8- Font de	0,077	0,035	0	0	0	0,161	0	0	0,030	0,030	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9- Albal	0,077	0,035	0	0	0	0,034	0	0	0,020	0,020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10- Port de Catarroja	0,077	0,035	0	0	0,333	0,034	0,35	0,470	0,020	0,020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11- Poyo_Fus	0,077	0	0,8	0	0,333	0,011	0,45	0,510	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0
12- Ravisanxo	0,077	0	0,1	0	0,333	0	0,05	0,020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,5	0,5	0	0	0	0
13- Carrera del	0,077	0	0,1	0	0	0	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,5	0	0	0	0	0

Tabla 9. Patrones de calidad simplificados asociados a los distintos tipos de aportes, tras los ajustes realizados para el periodo 1970-2009 (UPV y TYPSA, 2010), en el escenario de calibración (Run 66). Para consultar el detalle de la definición de los patrones, consultar documento: 7833_RESUMEN_patrones.ppt (CHJ, mayo 2010).

		ESC_SUP		DSU	ESC_SUB	RETSU P TUR	RETSUP ARJ	RETSUP SUECA		RETSUB	ARU	EDAR				EDAR PINEDO			EDAR ALBUFERA SUR	
								(<oct 2007)	(>oct 2007)			Saler	Alg-Alb	Ford	Q-B	(<Jul 2005)	(>Jul 2005 y <2007)	(>2007)	(<Dic2005)	(>Dic 2005)
NO3	mg N/l	6	1	(1)	2	2	3	3	(1)	2	0	0	0	7	2	2	2	6,9	6	
	mg NO3/l	26,58	4,43	(2)	8,86	8,86	13,29	13,3	(2)	8,86	0	0	0	31	8,86	8,86	8,86	30,567	26,58	
NH4	mg N/l	1	0	0,022	3	0,4	0,4	0,4	0,022	(3)	0,5	5	0,5	5	5	5	0,5	0,5		
	mg NH4/l	1,29	0	0,0284	3,87	0,516	0,516	0,52	0,028	(4)	0,65	6,45	0,65	6,45	6,45	6,45	6,45	0,645	0,645	
P_TOTAL	mg P/l	0,3	2	0,0168	0,41	0,1	0,15	0,11	0,017	(5)	0,2	0	0	0	2	1,1	0,5	1,07	0,35	
OX. DIS.	mg O2/l	7	0	6	6	7	8,5	8,5	6	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
SOL. SUS	mg/l	90	100	0	30	60	50	50	0	100	15,7	15,74	15,7	25	35	14	14	7,43	8	
COND.	µS/cm	1000	1000	(6)	1400	1100	1200	1200	(6)	1700	1400	1537	1537	1797	1797	1797	1797	1537	1537	

Donde:

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Dreta	11	48,73	25	32,25	3	1600
Overa	11	48,73	25	32,25	3	1800
Campets	11	48,73	9	11,61	3	1800
Alqueresia	2	8,86	9	11,61	3	1800
Foia	11	48,73	25	32,25	3	1800
Nova de Silla	25	110,8	25	32,25	3	1800
Beniparrell	25	110,8	25	32,25	3	1800
Font de Mariano	25	110,8	25	32,25	3	1800
Albal	25	110,8	25	32,25	3	1800
Catarroja	11	48,73	25	32,25	15	1800
Poyo-Fus	11	48,73	25	32,25	3	1800
Ravisanxo	11	48,73	25	32,25	3	1800
Carrera del Saler	11	48,73	25	32,25	3	1800

El modelo de calidad de aguas influentes al lago descrito en el informe *Modelo Sobek-WQ 1D-2D de calidad de aguas en L'Albufera de Valencia. Construcción, calibración y análisis de los indicadores de calidad físico-químicos y biológicos* (CHJ, 2012) permite calcular, para cada uno de los trece cauces vertientes a éste, la concentración media mensual de los parámetros de calidad: fósforo total, sólidos suspendidos, nitratos, amonio, oxígeno disuelto y conductividad.

A partir de este modelo de la calidad de las aguas influentes al lago se han calculado las concentraciones mensuales medias en cada uno de los trece puntos de entrada al éste. La tabla siguiente recoge los valores medios de los parámetros de calidad que son posteriormente utilizados para alimentar el modelo de calidad de aguas del propio lago de L'Albufera. Dichas medias han sido calculadas para el periodo de calibración oct-2006 a sep-2010 y para el periodo completo simulado oct-1995 a sep-2010.

Tabla 10. Tabla resumen de las concentraciones medias por acequia calculadas para el periodo de calibración 2006/2010 y para el periodo completo 1995/2010. Unidades: PT en mgP/l, SS en mg/l, NO₃ en mg N-NO₃/l, NH₄ en mg N-NH₄/l, OD en mgO₂/l y conductividad en µS/cm. Se somborean aquellas concentraciones que son elevadas en comparación con el resto de acequias, en materia de nutrientes.

		1-Dreta	2-Overa	3-Campets	4-Alqueresía	5-Foia	6-Silla	7-Beniparrell	8-Mariano	9-Albal	10-Catarroja	11-Poyo	12-Ravisanxo	13-Saler
PT	1995/2010	0,09	0,08	0,19	0,44	0,15	0,07	0,08	0,06	0,07	0,32	0,30	0,61	0,59
	2006/2010	0,07	0,06	0,07	0,21	0,09	0,06	0,08	0,06	0,07	0,37	0,33	0,56	0,58
SS	1995/2010	31	36	20	38	29	12	23	15	23	27	39	24	22
	2006/2010	30	31	16	26	26	11	23	12	20	26	48	21	21
NO ₃	1995/2010	27,3	23,6	32,5	11,5	9,7	81,0	68,8	75,7	51,0	16,5	17,4	15,3	12,5
	2006/2010	28,3	25,4	33,9	15,7	9,0	81,4	70,3	78,3	53,0	15,9	18,2	13,7	11,7
NH ₄	1995/2010	0,56	0,57	0,74	1,55	1,54	0,33	0,31	0,36	0,46	2,28	3,04	4,61	3,36
	2006/2010	0,33	0,60	0,26	0,58	0,86	0,31	0,33	0,33	0,46	2,62	3,17	5,10	4,61
OD	1995/2010	6,2	6,4	5,1	4,8	4,1	5,4	5,8	5,5	5,0	5,5	5,3	3,7	4,3
	2006/2010	6,3	6,2	5,2	4,8	3,8	5,3	5,7	5,4	4,7	5,4	5,8	4,2	4,5
CND	1995/2010	1920	2167	1624	1756	1445	1668	1764	1780	1621	2179	2057	1694	1911
	2006/2010	1978	2298	1607	1725	1380	1664	1765	1791	1590	2173	2010	1832	2005
Cl-a	1995/2010	20,0	4,3	2,9	3,9	2,9	6,6	5,2	4,3	1,0	28,5	16,1	1,0	1,0
	2006/2010	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

El análisis de los valores de la tabla permite delimitar la distribución espacial de las principales entradas de nutrientes, que permite delimitar las zonas del lago en cuanto a tipología de nutrientes vertidos al lago. A la vista de los valores, se puede concluir que las principales zonas de entrada de fósforo total y amonio al lago son las zonas nordeste y sudoeste, mientras que las zonas con mayores entradas de nitratos son la sudeste y noroeste, según se puede apreciar en la figura siguiente:



Figura 2. Delimitación de las zonas de entrada de concentraciones elevadas de nutrientes en el lago de l'Albufera.

En la tabla 13 se muestran las concentraciones medias de entrada al lago, calculadas en el run 66 de calibración para todo el periodo simulado (1995/2010), y para el periodo de calibración del modelo (2006/2010). Para realizar dicho cálculo se han tenido en cuenta las concentraciones medias mensuales y el caudal mensual de entrada obtenidos de la aplicación del modelo de calidad de las aguas influentes del lago en los trece puntos de entrada a éste.

Tabla 11. Valores de concentraciones medias del total de entradas al lago de L'Albufera en lo que respecta a los principales parámetros de calidad, en el escenario de calibración (Run 66), para el periodo de calibración (años hidrológicos 2006/07 a 2009/10) y para el periodo completo simulado (años 1995/96 a 2009/10).

	CONCENTRACIONES MEDIAS DE ENTRADA AL LAGO						
	P Total (mg P/l)	SS (mg/l)	NO3 (mg NO3/l)	NH4 (mg NH4/l)	Clorofila-a (µg/l)	OD (mg O2/l)	CND (µS/cm)
Promedio 1995/2010	0,21	32	29,5	1,46	8,3	5,7	1943
Promedio 2006/2010	0,24	29	28,8	1,87	2,5	5,5	1956

Por otra parte, un análisis detallado sobre la situación actual en materia de régimen hidrológico, puede consultarse en el documento *Modelo de Seguimiento de L'Albufera de Valencia con AquatoolDMA. Construcción, calibración, resultados del balance hídrico y análisis de los indicadores del régimen hidrológico* (CHJ, 2012).

3.3. ESCENARIOS INCLUIDOS EN EL PROGRAMA DE MEDIDAS

Como se ha comentado con anterioridad, este primer grupo de escenarios constará de dos subgrupos de escenarios de simulación:

- El primero se basa en la evaluación del efecto de mejoría de la calidad del agua del lago que supondría la puesta en funcionamiento de la ampliación del Colector oeste, entendida ésta como la puesta en marcha de los colectores interceptores y de los tanques de tormenta anexos al Colector Oeste, en ejecución en la actualidad en el marco de la **ACTUACIÓN 3.2.H REORDENACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DE LA HUERTA Y RED DE SANEAMIENTO DEL ÁREA METROPOLITANA DE VALENCIA**, según lo contemplado en la *Ley 11/2005, de 22 de Junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional*.

De este modo, lo que se pretende es la evaluación del efecto en la calidad del lago de la eliminación de parte de las Aguas Residuales Urbanas (en adelante ARU), y de parte de las Descargas de los Sistemas Unitarios (en adelante DSU), asociada a la puesta en funcionamiento de los colectores interceptores y depósitos de retención asociados al citado Colector Oeste.

Este escenario introducirá el efecto de disminución de estos aportes desde el comienzo de la serie de datos históricos (año hidrológico 95/96). Esta disminución supondrá un descenso de cierto porcentaje de volumen, que frente al balance total de entradas al lago puede considerarse no significativo.

Como se verá más adelante, el efecto de mejoría de la calidad se hará en dos pasos (es decir, a partir de dos simulaciones distintas: CO-A y CO-B).

- El segundo grupo centrado en la evaluación del efecto de mejoría de la calidad del agua del lago debida a la puesta en funcionamiento de las mejoras de tratamiento en la EDAR de Albufera Sur y del humedal artificial de tipo superficial construido en el Tancat de Mília, en el marco de la **ACTUACIÓN 3.2.E REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DEPURADAS DE LA ALBUFERA SUR**, según lo contemplado en la *Ley 11/2005, de 22 de Junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional*.

Lo que se pretende es la evaluación del efecto en la calidad del lago de la puesta en funcionamiento del humedal artificial construido en el Tancat de Mília, que recibirá parte de los efluentes de la EDAR de Albufera Sur, y realizará un pre-tratamiento de los mismos antes de su entrada al lago. Para poder valorar el efecto de mejora de esta actuación, se incorporará la puesta en funcionamiento de la misma desde el año hidrológico 2005/2006 (coincidiendo con la puesta en funcionamiento de la propia EDAR de Albufera sur) hasta el 2009/2010. Este periodo es además coincidente con el empleado en los escenarios de Pinedo, que se presentarán en el siguiente bloque de escenarios. De este modo, evitamos cualquier modificación del balance hídrico del lago.

No se va a valorar el efecto sobre la calidad del lago de la reutilización agrícola de los efluentes de la EDAR, al partir de la hipótesis de que las mejoras de calidad más significativas van a ser aquellas asociadas a los aportes con carácter ambiental, que hasta la fecha presentan una calidad igual a la de salida de la EDAR.

3.3.1. Puesta en funcionamiento de los colectores interceptores y de los tanques de tormenta del Colector Oeste. Escenarios CO-A y CO-B

3.3.1.1. Consideraciones generales de la actuación

La actuación 3.2.H especificada en la *Ley 11/2005, de 22 de Junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional*, tiene por objeto la eliminación de parte de las ARU y de las DSU, a través de la construcción y puesta en funcionamiento de una serie de colectores interceptores en ciertas acequias y canales en el ámbito del Parque Natural, que serán desviadas a unos depósitos de retención anexos al existente Colector Oeste, aguas abajo de la CV-31. Con ello se logrará reducir las cargas contaminantes que llegan a L'Albufera:

- Destino de las aguas negras: EDAR de Pinedo.
- Destino de las primeras pluviales: Azarbe del Rivás, previo paso por depósitos de retención en construcción (7 depósitos). Destino final: mar.

Tabla 12. Principales características de los depósitos de retención, según Anteproyecto.

Nº Depósito	Nombre Depósito	Volumen (m ³)	Q a tratar (m ³ /h)	Velocidad (m/h)	T vaciado (d)
1	Silla sur	10.000	208,33	80,13	3
2	Silla Norte	21.000	437,50	82,55	3
3	Beniparrell	5.000	160,00	80,00	2
4	Albal	18.500	385,42	72,72	3
5	Catarroja	25.500	531,25	100,24	3
6	Alfajar	16.500	343,75	64,86	3
7	Sedaví	24.500	510,42	96,31	3

- Las Pluviales + DSU que superen su capacidad de retención, seguirán entrando al Parque Natural, y de ahí al lago.

Zonas cuyas ARU no son interceptadas por el colector oeste:

- En el barranco de Beniparrell: municipios de Picassent y Beniparrell.
- En el barranco del Poyo: municipios de Paiporta, Picanya y Torrent.

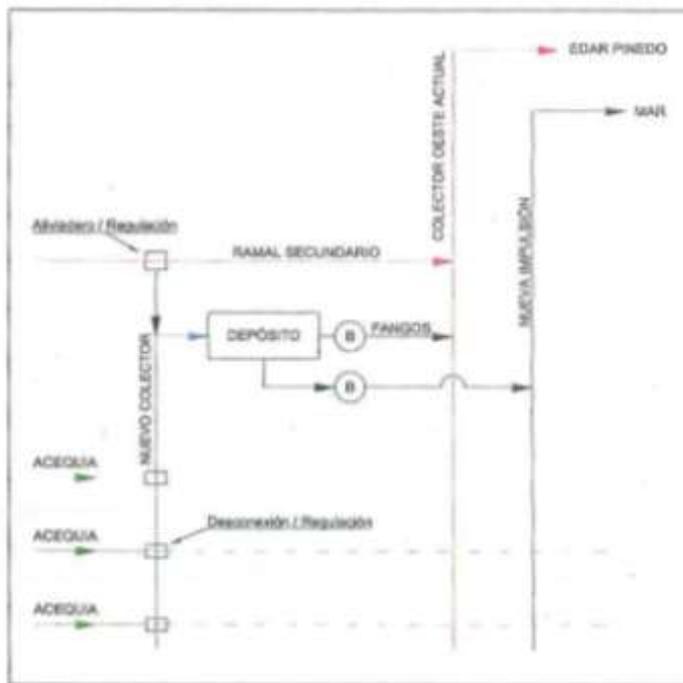


Figura 3. Esquema del proceso, según Anteproyecto.

Los depósitos estarán dotados de 3 partes: By-pass de aguas negras, cámara de primeras pluviales y cámara de retención (funcionamiento durante eventos). Cuando se supera capacidad de retención en un evento, el depósito se cierra, continuando el aporte por la red de acequias hacia el lago.

En este escenario no hay por tanto nuevos patrones de calidad, aunque sí la modificación de los caudales de entrada al lago de L'Albufera, debido a la eliminación de algunas de las ARU y de la mayor parte de las DSU. En el escenario se incorporará este efecto a través de la eliminación del sistema de las ARU y DSU comentadas. En cuanto a la calidad, se mantendrán los patrones de calidad variables en el tiempo.

Este escenario se dividirá en dos subescenarios, con una doble utilidad:

- permitir determinar el efecto de esta actuación sobre la calidad de aguas del lago, por comparación con el Run 66.
- permitirá diferenciar:
 - qué parte de mejora de la calidad se debe a esta actuación (con la eliminación de parte de ARU y DSU), por comparación con el escenario de calibración.
 - qué parte se debe a la mejoría de la calidad de los aportes que supone el punto de partida del subescenario CO-B, por comparación con el subescenario CO-A. Esta simulación es necesaria ya que, respecto a la calibración, se producen ciertas mejorías en los patrones de las EDAR

el tiempo, por lo que en cada momento temporal se aplicará el valor del parámetro que correspondiente.

Sin embargo, desde 2009 se han observado algunas mejoras en la calidad, en materia de la EDAR de Pinedo y la EDAR de Albufera sur. Estas mejoras serán incorporadas en el subescenario CO-B, junto con los patrones del periodo más reciente, a lo largo de toda la serie temporal (1995/96-2009/10). Son los que se adjuntan a continuación; se sombrea además la mejora del patrón observada en cuanto a los retornos de Sueca, que ya se observó a partir de 2007:

Tabla 14. Patrones de calidad de los aportes para el periodo 1995/96-2009/10, a incorporar en el subescenario CO-B. en azul se marcan los patrones que han sido actualizados respecto al escenario de calibración, y que servirán de base para el resto de simulaciones que se indican en el presente documento.

		ESC_SUP	DSU	ESC_SUB	RETSUP_TUR	RETSUP_ARJ	RETSUP_SUECA (>oct 2007)	RETSUB	ARU	EDAR	EDAR	EDAR	EDAR	EDAR	EDAR
										-Saler	-Alg-Alb	Ford	Q-B	PINEDO	ALBUFERA SUR
NO3	mg N/l	6	1	(1)	2	2	3	(1)	2	0	0	0	7	6,5	6
	mg NO3/l	26,58	4,43	(2)	8,86	8,86	13,29	(2)	8,86	0	0	0	31,01	28,80	26,58
NH4	mg N/l	1	0	0,022	3	0,4	0,4	0,022	(3)	0,5	5	0,5	5	0,5	0,5
	mg NH4/l	1,29	0	0,0284	3,87	0,516	0,516	0,0284	(4)	0,645	6,45	0,645	6,45	0,645	0,645
P_TOTAL	mg P/l	0,3	2	0,0168	0,41	0,1	0,11	0,0168	(5)	0,2	0	0	0	0,5	0,25
OX. DIS.	mg O2/l	7	0	6	6	7	8,5	6	0	4	4	4	4	4	4
SOL. SUS	mg/l	90	100	0	30	60	50	0	100	15,74	15,74	15,74	25	14	8
COND.	µs/cm	1000	1000	(6)	1400	1100	1200	(6)	1700	1400	1537	1537	1797	1797	1537

Donde:

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Dreta	11	48,73	25	32,25	3	1600
Overa	11	48,73	25	32,25	3	1800
Campets	11	48,73	9	11,61	3	1800
Alqueresía	2	8,86	9	11,61	3	1800
Foia	11	48,73	25	32,25	3	1800
Nova de Silla	25	110,8	25	32,25	3	1800
Beniparrell	25	110,8	25	32,25	3	1800
Font de Mariano	25	110,8	25	32,25	3	1800
Albal	25	110,8	25	32,25	3	1800
Catarroja	11	48,73	25	32,25	15	1800
Poyo-Fus	11	48,73	25	32,25	3	1800
Ravisanxo	11	48,73	25	32,25	3	1800
Carrera del Saler	11	48,73	25	32,25	3	1800

En el caso de la EDAR de Pinedo, hay cambios en las formas del nitrógeno, asociado a una mejora del funcionamiento detectada en materia de nitrificación; en el caso de la EDAR de Albufera Sur, se produce un descenso de las concentraciones de fósforo derivadas de las obras de ampliación de la EDAR, en las que se incorporó un tratamiento terciario.

3.3.2. Puesta en funcionamiento del Filtro verde de Albufera sur. Escenario A SUR

3.3.2.1. Consideraciones generales de la actuación

La actuación 3.2.E especificada en la *Ley 11/2005, de 22 de Junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional*, tiene por objeto la reducción de la carga de fósforo total a la entrada del lago respecto a la calidad de salida de la EDAR de Albufera sur. Para ello se prevé una mejora en el tratamiento de la EDAR, la construcción de una balsa de regulación para el uso agrícola de sus efluentes, y la construcción de un humedal artificial a orillas del lago de L'Albufera, para la reutilización ambiental de otra parte de los mismos.

Según se especifica en el Anteproyecto, el 50% de los efluentes de la EDAR se destinarán a usos agrícolas (1.110 Ha a cítricos + hortalizas; 2.008 Ha a arroz) y el 50% se destinarán a usos ecológicos, previo paso por un humedal artificial de tipo mayoritariamente superficial. Estos datos son coherente con las previsiones del nuevo borrador del Plan Hidrológico de Cuenca, en las que del 100% de los efluentes de la EDAR (12 hm³/a en el año horizonte 2015), el 51,7% se destinará a usos agrícolas (suministro a la UDA 08254B - R. tradicional del Júcar- Acequia Real del Júcar), y el 48,3% se destinará a usos ecológicos, previo paso por el humedal artificial comentado:

Tabla 15. Volúmenes de reutilización (en hm³/a) y usos previstos en los años horizonte 2009 y 2015, según el nuevo borrador del Plan Hidrológico de Cuenca.

EDAR	Vol. Depurado	Vol. Regenerado	Vol. Reutilizado	Vol. Reut. Agrícola	Vol. Reut. Ambiental	Vol. Reutilizado Consuntivo
Albufera Sur-2009	7,44	7,44	0,00	0,00	0,00	0,00
Albufera Sur-2015	12,00	12,00	12,00	6,20	5,80	6,20

A continuación se presenta un esquema de la propuesta de actuación en virtud del Anteproyecto:

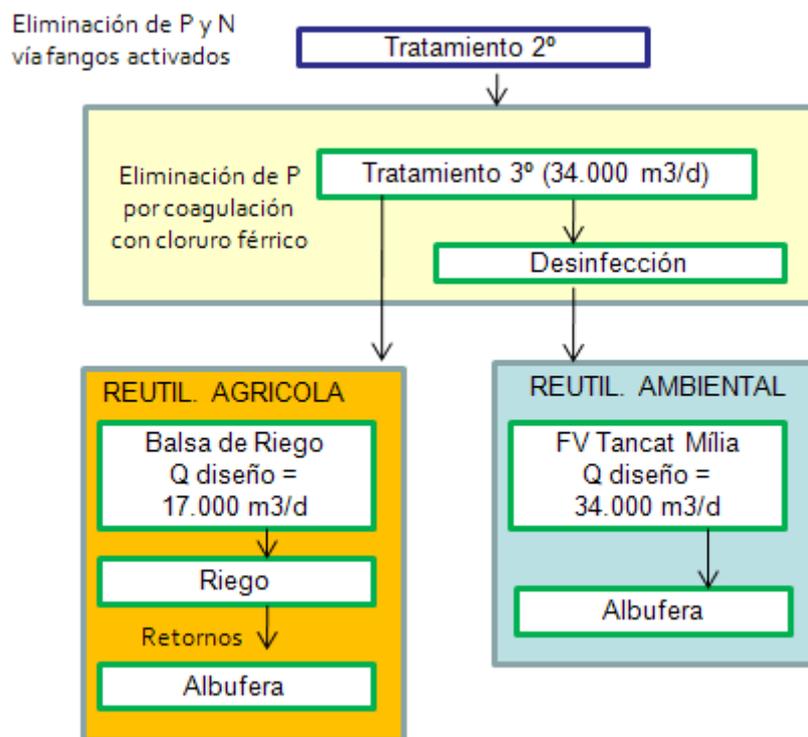


Figura 4. Esquema del proceso, según Anteproyecto.

3.3.2.2. Condiciones de contorno a modificar en el escenario

Para la construcción del escenario, se partirá de la simulación CO-B, y se tendrá en cuenta la necesidad de no modificar el balance hídrico histórico, de modo que los cambios en la calidad del lago derivarán únicamente de los cambios de los patrones de calidad, y no del efecto conjunto del cambio de los patrones de calidad y de los volúmenes aportados al lago.

El año de comienzo de la serie del humedal artificial será el año hidrológico 2005/06, ya que éste es el año en el que comienza a haber un efluente considerable de la EDAR de Albufera Sur. Como puede observarse en la siguiente tabla, en 2005/06 los efluentes suponen un caudal de 8.1 hm³/año, mientras que anteriormente apenas alcanzaban los 2,7 hm³/año:

Tabla 16. Análisis de los volúmenes históricos de entrada al parque y al lago (en hm³/a), y reparto de volúmenes anuales al humedal artificial y al lago en el escenario A SUR.

AÑO	Volumen de entrada al Parque desde EDAR	Volumen de entrada al lago desde EDAR	Volumen teórico máximo FV	Volumen resultante de entrada al FV	Volumen resultante de entrada al lago desde EDAR	Volumen de salida del FV (incluyendo las pérdidas)
1980-1981	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0
1981-1982	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0
1982-1983	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0
1983-1984	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0
1984-1985	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0
1985-1986	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0
1986-1987	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0
1987-1988	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0
1988-1989	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0
1989-1990	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0
1990-1991	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0
1991-1992	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0
1992-1993	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0
1993-1994	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0
1994-1995	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0
1995-1996	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0
1996-1997	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0
1997-1998	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0
1998-1999	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0
1999-2000	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0
2000-2001	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0
2001-2002	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0
2002-2003	0,4	0,3	5,8	0,0	0,3	0,0
2003-2004	0,6	0,4	5,8	0,0	0,4	0,0
2004-2005	2,7	1,6	5,8	0,0	1,6	0,0
2005-2006	8,1	5,2	5,8	5,2	0,0	4,9
2006-2007	7,4	4,5	5,8	4,5	0,0	4,3
2007-2008	7,5	4,9	5,8	4,9	0,0	4,7
2008-2009	7,5	5,5	5,8	5,5	0,0	5,2
2009-2010	7,5	5,4	5,8	5,4	0,0	5,2
Promedio periodo 2005/06-2009/10	7,6	5,1	5,8	5,1	0,0	4,9

El reparto de caudales en el humedal artificial dentro del año es constante mes a mes, a lo largo de todo el año. El volumen anual máximo destinado al mismo es 5,81 hm³/año. Dado que los efluentes de la EDAR no superan la capacidad máxima del humedal artificial, no habrá aportes que lleguen directos al lago con calidad de salida de la EDAR de Albufera sur.

Teniendo en cuenta que el humedal artificial presenta una superficie considerable, se aplicará un coeficiente mensual de pérdidas en el mismo de 0.0443 (4.43%). Este porcentaje procede de la realización de un balance hídrico en el humedal artificial a escala mensual, según la expresión:

$$E-S = \Delta A$$

Dónde:

- $E = E_{A-S} + E_P$ = Entradas al humedal artificial desde la EDAR de Albufera Sur y por precipitación (P).
- $S = S_{ETP} + S_{FV}$ = Salidas por evapotranspiración (ETP) y salidas del filtro hacia el lago.
- $\Delta A = 0$ = Variación de almacenamiento en los filtros. Se parte del supuesto que los filtros verdes tendrán un almacenamiento constante mes a mes a lo largo de la serie histórica.

Las series de precipitación y evapotranspiración aplicadas en el balance hídrico coincidirán con las series de precipitación y evaporación introducidas en el modelo Sobek para su aplicación en el lago (Fuente: Datos del IVIA).

Por otra parte, y con lo que respecta a los patrones de calidad, la serie de aportes de Albufera Sur existente hasta la fecha se dividirá en dos subseries: una de ellas seguirá siendo aquella con calidad de salida de la EDAR de Albufera Sur, y otra la correspondiente a la salida del humedal artificial:

Tabla 17. Patrón de salida de la EDAR y estimación de patrón de salida del humedal artificial del tancat de Mília.

Parámetro	Unidad	Calidad salida EDAR Albufera Sur	Calidad salida filtro verde	Notas en el texto
NO3	mg NO3-N/l	6	0,7	1,6
NO3	mg NO3-I	26,58	3,1	1,6
NH4	mg NH4-N/l	0,5	0,12	1,6
NH4	mg NH4/l	0,645	0,15	1,6
PT	mg P/l	0,25	0,12	2,6
OD	mg/l	4	3	3,6
SS	mg/l	8	8,8	4,6
COND	µS/cm	1537	1537	5,6
CHLA-A	µg/l	-	24	6

Nota 1- en cuanto al ciclo del nitrógeno:

NT de diseño en Anteproyecto (salida EDAR)=6,73 mg/l.

NT EDAR en patrones calibración=6,5 mg/l. Se retiene este dato como referencia para la definición de la salida de la EDAR, así como el reparto entre NO3 (92,3%) y NH4 (7,8%).

Nota 2- en cuanto al fósforo total:

PT salida EDAR en Anteproyecto: ≤ 1 mg/l para reutilización agrícola, y $\leq 0,35$ mg/l para reutilización ecológica. PT entrada a Albufera $\leq 0,1$ mg/l.

PT EDAR en patrón de calibración (media 2001-2007 a partir de la Memoria EPSAR) =0,35 mg/l.

PT EDAR EPSAR 2007-2010: promedio = 0,24 mg/l; máx = 0,89 mg/l.

PT salidas actuales EDAR Pinedo (dato: UPV, Martín Monerris): <0,35 mgP/l.

Se retiene 0,25 mg P/l como referencia para la definición del patrón de salida de la EDAR.

Nota 3- en cuanto al oxígeno disuelto:

OD salida EDAR en Anteproyecto: 12 mg/l. Contrasta con los 4 mg/l fijados como patrón de calidad en escenarios (datos: EDSAV, MMA, 2004). Se retiene dato de calibración como referencia para la definición de la salida de la EDAR.

Nota 4- en cuanto a los sólidos en suspensión:

SS salida EDAR en Anteproyecto: 5 mg/l.

SS EDAR en patrón de calibración=8 mg/l.

SS EDAR EPSAR 2007-2010: promedio = 3,75 mg/l; máx = 17 mg/l.

Se retiene valor de calibración como referencia para la definición del escenario.

Nota 5- en cuanto a la conductividad:

No hay dato de conductividad a la salida de la EDAR en el Anteproyecto, ni en los datos de la EPSAR.

Se retiene como referencia para la definición del escenario los datos del EDSAV (MMA, 2004).

Nota 6- en cuanto al patrón del Humedal artificial:

Patrón obtenido a partir de datos medidos en el año 2010 en el punto 6 del Tancat de la Pipa (fuente: CHJ, 2010). Este punto se corresponde con la salida del propio filtro verde, y no con el de la salida de las lagunas (punto 15), a pesar de que el humedal artificial del tancat de Mília sí cuenta con una superficie destinada a una laguna de renaturalización, al igual que el tancat de la Pipa. El motivo es doble:

- El agua que alimenta al filtro procede de una EDAR, no del lago (como sucede con el Tancat de la Pipa), por lo que presenta una concentración despreciable de productores primarios a la entrada.
- Se estima que el humedal artificial, al disponer de un sector destinado a un filtro superficial, y otro a una laguna de renaturalización, va a generar en su interior cierta concentración de clorofila-a; sin embargo, se estima que no será tan elevada como la que presenta a la salida de las lagunas del tancat de la Pipa, puesto que no presenta una entrada de elevadas concentraciones de clorofila-a.

Con todas estas modificaciones, las condiciones de contorno definitivas son las que se indican a continuación:

corresponde con la **ACTUACIÓN 3.2.F TERMINACIÓN DE LA REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DE PINEDO**, contemplada en la *Ley 11/2005, de 22 de Junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional*. Cabe señalar que esta actuación no va a ser objeto de simulación, sino el hipotético filtro verde definitivo, de dimensiones muy superiores, a instaurar en el nuevo cauce del río Turia en función de los resultados experimentales que se obtengan en la planta piloto.

Se simularán 3 subescenarios en los que se valorará el efecto sobre la calidad del lago que tendría la desviación de parte de los aportes que hasta la fecha han entrado directamente al lago con calidad de salida de la EDAR de Pinedo, a un humedal artificial de tipo subsuperficial antes de su entrada al Parque Natural. La carga hidráulica estimada del humedal artificial según datos del proyecto constructivo de la planta piloto, y del dato de caudal de diseño según Anteproyecto, será en torno a $0,157 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ día}$. En cada simulación se derivará cierto porcentaje de caudal procedente de la EDAR al humedal artificial, aunque manteniendo el balance de aportaciones histórico en el periodo 2005/2006-2009/2010. Las tres simulaciones corresponderán a aquellas en las que:

- El 100% del caudal de salida de la EDAR cuyo destino es el uso ambiental, hasta alcanzar el máximo de caudal de gestión del humedal artificial, transcurra por el humedal artificial antes de su entrada al lago. La denominaremos **Simulación PI-100**.
- El 50% del caudal de salida de la EDAR cuyo destino es el uso ambiental, transcurra por el humedal artificial, antes de su entrada al lago. La denominaremos **Simulación PI-50**.
- El 25% del caudal de salida de la EDAR cuyo destino es el uso ambiental, transcurra por el humedal artificial, antes de su entrada al lago. La denominaremos **Simulación PI-25**.

Como ya se ha justificado con anterioridad, no se valorar en las simulaciones el efecto que sobre la calidad del lago podría tener la reutilización agrícola de los efluentes de la EDAR. Esta decisión se toma en base a la construcción y ejecución de un escenario de reutilización agrícola de parte de los efluentes que históricamente han llegado al lago directamente desde la EDAR de Pinedo, en el que se observan diferencias poco significativas en la calidad del lago, por lo que se concluye que con la información disponible hasta la fecha, las mejoras de calidad más significativas serán aquellas asociadas a los aportes con carácter ambiental.

- El segundo subgrupo se basa en la evaluación del efecto de mejora de la calidad del agua del lago que supondría la puesta en funcionamiento de un humedal artificial hipotético de carácter superficial bajo dos tipologías de funcionamiento:
 - **Simulaciones FV-A: Filtro verde con tratamiento previo a la entrada del influente al lago de L'Albufera**: cierto porcentaje de los caudales de entrada al lago pasarán previamente por un humedal artificial hipotético de manera que suponga un pre-tratamiento de los mismos antes de su entrada al lago.

- **Simulaciones FV-B: Filtro verde con tratamiento posterior a la entrada del influente al lago de L'Albufera:** cierto porcentaje del volumen mensual histórico almacenado en el lago será derivado a una superficie de humedal artificial hipotética, donde se favorecerá un post-tratamiento de dicho volumen que será posteriormente devuelto al lago.

En cada uno de estos subgrupos o tipologías, se probarán tres hipótesis de funcionamiento que de manera simplificada se corresponderían con asumir que todo el caudal entrante al lago (Simulaciones FV-A), o bien todo el volumen mensual almacenado en el lago (Simulaciones FV-B), es tratado en un gran humedal artificial; que el 50% del caudal entrante/volumen mensual almacenado es tratado en un humedal artificial de mitad de superficie; y que el 25% del caudal entrante/volumen mensual almacenado es tratado en un humedal artificial de mitad de superficie, con respecto a la hipótesis inmediatamente anterior.

El objeto de estas simulaciones es estudiar de manera preliminar la eficiencia en materia de mejora de la depuración de las aguas bajo ambas hipótesis de funcionamiento, y que puede ser punto de partida para el estudio de la viabilidad técnica y económica de una posible solución de compromiso en relación con estos sistemas blandos de depuración.

De este modo las simulaciones quedarán de la siguiente manera:

- **Simulaciones FV-A:**
 - El 100% del caudal histórico entrante al lago discurrirá previamente por un gran humedal artificial hipotético de tipología superficial, que supondrá un pretratamiento previo a su entrada al lago, con la consecuente mejora de la calidad de los mismos. La denominaremos **Simulación FV-A-100.**
 - El 50% del caudal histórico entrante al lago discurrirá previamente por un humedal artificial hipotético de tipología superficial, y de la mitad de superficie que en el caso anterior, que supondrá un pretratamiento previo a su entrada al lago, con la consecuente mejora de la calidad de los mismos; el otro 50% entrará directamente al lago sin tratamiento previo. La denominaremos **Simulación FV-A-50.**
 - El 25% del caudal histórico entrante al lago discurrirá previamente por un humedal artificial hipotético de tipología superficial, y de la mitad de superficie que en el caso anterior, que supondrá un pretratamiento previo a su entrada al lago, con la consecuente mejora de la calidad de los mismos; el 75% restante entrará directamente al lago sin tratamiento previo. La denominaremos **Simulación FV-A-25.**
- **Simulaciones FV-B:**
 - El 100% del volumen mensual almacenado en el lago será derivado a un gran humedal artificial hipotético de tipología superficial, que supondrá un post-tratamiento a su entrada en el lago, con la consecuente mejora de la

calidad del volumen derivado, antes de ser devuelto al lago. La denominaremos **Simulación FV-B-100.**

- El 50% del volumen mensual almacenado en el lago será derivado a un humedal artificial hipotético de tipología superficial y de mitad de superficie que el anterior, que supondrá un post-tratamiento a su entrada en el lago, con la consecuente mejora de la calidad del volumen derivado, antes de ser devuelto al lago. El otro 50% restante no será derivado al filtro desde el lago. La denominaremos **Simulación FV-B-50.**
- el 25% del volumen mensual almacenado en el lago será derivado a un humedal artificial hipotético de tipología superficial y de mitad de superficie que el anterior, que supondrá un post-tratamiento a su entrada en el lago, con la consecuente mejora de la calidad del volumen derivado, antes de ser devuelto al lago. El 75% restante no será derivado al filtro desde el lago. La denominaremos **Simulación FV-B-25.**

3.4.1. Puesta en funcionamiento del filtro verde del Turia. Escenarios PI

3.4.1.1. Consideraciones generales de la actuación

La actuación 3.2.F especificada en la *Ley 11/2005, de 22 de Junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional*, tiene por objeto, en el marco del presente estudio, la construcción de un humedal artificial en el nuevo cauce del río Turia, con la finalidad de facilitar un post-tratamiento a los efluentes de la EDAR de Pinedo que presentan un destino de reutilización ecológica en el lago de L'Albufera de Valencia. Esto es debido a la necesidad de reducir carga de PT a la salida de la EDAR para alimentar a L'Albufera.

Como punto de partida se ha construido una planta piloto de 2,8 ha para el tratamiento experimental de un caudal medio de 10,93 l/s, con el objetivo de del PT a 0,1 mgP/l, según el proyecto constructivo de la misma.

Esta planta piloto está vertiendo por el momento sus aguas al mar, hasta que se demuestre su efectividad en la reducción de las concentraciones de fósforo. En el caso de que estos aportes llegasen a ser desviados al lago supondrían un volumen muy poco significativo en el lago, por lo que el escenario que se plantea en este documento se desarrolla para el humedal artificial hipotético final, asumiendo que los cálculos realizados en el proyecto constructivo son extrapolables a la superficie final del filtro verde, y que éste dispondrá de superficie suficiente para atender la mayor parte del volumen de reutilización establecido en el borrador del PHC.

Según datos provisionales del nuevo borrador del PHC, del 100% de los efluentes de la EDAR (estimados en 126 hm³/año para el año horizonte 2021), el 68,47% se destinarán a usos agrícolas (ver UDAs en tabla adjunta; de este porcentaje parte va al arrozal, y parte a la ARJ), y el 31,53% restante se destinarán a usos ecológicos.

Tabla 20. Volúmenes de reutilización y usos previstos en el año horizonte 2009 (unidades en hm³/a).

Nombre EDAR	Vol. Depurado	Vol. Regenerado	Vol. Reutilizado	Vol. Reut. Agrícola	Vol. Reut. Ambiental	Vol. Reutilizado Consuntivo
Valencia (Pinedo-1)	41,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Valencia (Pinedo-2)	77,74	69,71	69,71	38,08	31,63	38,08

Nombre EDAR	Vol. Reut. Total	Vol. Reut. Agrícola	Vol. Vert. Agri. UDA	Código UDA	Nombre UDA
Valencia (Pinedo-1)	0,00	0,00	0,00		
Valencia (Pinedo-2)	69,71	38,08	32,20	082034D	R. tradi. del Turia - Séquia de l'Or
Valencia (Pinedo-2)	69,71	38,08	5,88	082034C	R. tradi. del Turia - Vega de Valencia

Tabla 21. Volúmenes de reutilización y usos previstos en el año horizonte 2021 (unidades en hm³/a). Datos provisionales.

Nombre EDAR	Vol. Depurado	Vol. Regenerado	Vol. Reutilizado	Vol. Reut. Agrícola	Vol. Reut. Ambiental	Vol. Reutilizado Consuntivo
Valencia (Pinedo-2)	126,00	126,00	126,00	86,27	39,73	86,27

Nombre EDAR	Vol. Reutilizado	Vol. Reut. Agrícola	Código UDA	Nombre UDA	Vol. UDA EDAR
Valencia (Pinedo-2)	126,00	86,27	082034C	R. tradi. del Turia - Vega de Valencia	5,88
Valencia (Pinedo-2)	126,00	86,27	082034D	R. tradi. del Turia - Séquia de l'Or	32,20
Valencia (Pinedo-2)	126,00	86,27	082054B	R. tradi. del Júcar- Acequia Real del Júcar	30,60
Valencia (Pinedo-2)	126,00	86,27	082052B	Regadíos del canal Júcar-Turia M.D.	17,58

De este modo, la actuación podría quedar definida de esta manera:

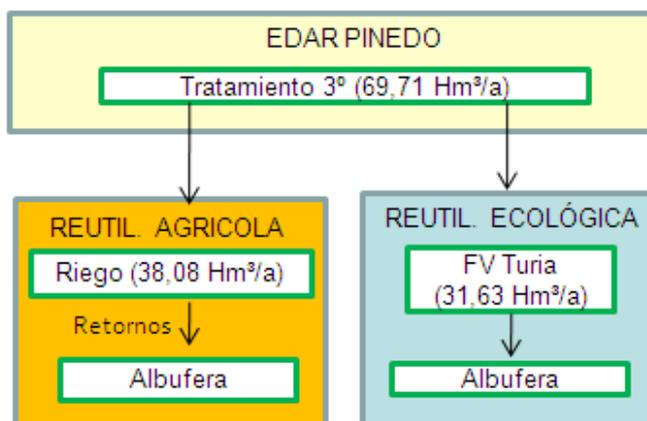


Figura 5. Esquema del proceso basado en la información contenida en el Anteproyecto, salvo datos de volúmenes teóricos medios de diseño, que se corresponden con los incorporados en el Escenario PINEDO-100 en función de los volúmenes históricos de las series de aportes (ver apartado siguiente).

3.4.1.2. Condiciones de contorno a incorporar en este escenario

El año de comienzo de inclusión del FV serie será el 2006/07, dado que el a partir de este momento cuando el caudal de entrada de Pinedo al parque aumenta notablemente. Este hecho sigue la misma filosofía que la expuesta en el escenario A SUR, asegurando que no se hace necesaria la modificación del balance hídrico histórico.

En lo que respecta al humedal artificial, el volumen anual máximo que puede gestionar es 31,6 hm³/año (1m³/s). Todo lo que exceda de este volumen, se consideraría retorno directo desde la EDAR al lago, por lo que serán volúmenes que llevarán asignados el patrón específico de calidad de la citada EDAR. En todos los subescenarios tendremos retornos directos al lago de Pinedo sin pasar por el humedal artificial, ya que entran

normalmente volúmenes de Pinedo superiores a 31,6 hm³/año, como puede observarse en la siguiente tabla:

Tabla 22. Análisis de los volúmenes históricos de entrada al parque y al lago (en hm³/a), y reparto de volúmenes anuales al humedal artificial y al lago en el escenario PINEDO-100.

AÑO	Volumen de entrada al lago desde EDAR	Volumen teórico máximo FV	Volumen resultante de entrada al FV	Volumen resultante de entrada al lago desde EDAR	Volumen de salida del FV (incluyendo las pérdidas)
1980-1981	0,0	31,6	0,0	0,0	0,0
1981-1982	0,0	31,6	0,0	0,0	0,0
1982-1983	0,0	31,6	0,0	0,0	0,0
1983-1984	0,0	31,6	0,0	0,0	0,0
1984-1985	2,8	31,6	0,0	2,8	0,0
1985-1986	2,5	31,6	0,0	2,5	0,0
1986-1987	3,0	31,6	0,0	3,0	0,0
1987-1988	3,6	31,6	0,0	3,6	0,0
1988-1989	3,8	31,6	0,0	3,8	0,0
1989-1990	4,0	31,6	0,0	4,0	0,0
1990-1991	3,7	31,6	0,0	3,7	0,0
1991-1992	3,0	31,6	0,0	3,0	0,0
1992-1993	2,6	31,6	0,0	2,6	0,0
1993-1994	2,2	31,6	0,0	2,2	0,0
1994-1995	5,4	31,6	0,0	5,4	0,0
1995-1996	6,7	31,6	0,0	6,7	0,0
1996-1997	8,2	31,6	0,0	8,2	0,0
1997-1998	8,3	31,6	0,0	8,3	0,0
1998-1999	7,0	31,6	0,0	7,0	0,0
1999-2000	6,3	31,6	0,0	6,3	0,0
2000-2001	7,7	31,6	0,0	7,7	0,0
2001-2002	7,3	31,6	0,0	7,3	0,0
2002-2003	6,9	31,6	0,0	6,9	0,0
2003-2004	8,1	31,6	0,0	8,1	0,0
2004-2005	7,0	31,6	0,0	7,0	0,0
2005-2006	9,9	31,6	0,0	9,9	0,0
2006-2007	30,2	31,6	26,1	4,1	24,9
2007-2008	45,0	31,6	30,1	14,9	28,8
2008-2009	41,5	31,6	30,9	10,6	29,5
2009-2010	43,4	31,6	27,4	15,9	26,2
Promedio periodo 2006/07-2009/10	40,0	31,6	28,6	11,4	27,4

El reparto mensual del caudal al humedal artificial es constante a lo largo de 8 meses, aquellos en los que no hay demanda agrícola. En los 4 meses de cultivo (mayo-agosto) el caudal al humedal artificial es considerado 0, aunque esta asunción es una simplificación, ya que será necesario mantener un caudal mínimo de mantenimiento de la vegetación, cuyo efecto sobre el lago, dado su pequeño volumen, se estima despreciable.

Al igual que en el caso del escenario A SUR, se aplica un coeficiente mensual de pérdidas en el FV de 0.0443 (4.43%).

El punto de referencia para la valoración de la mejora de la calidad será la simulación en la que el 100% del caudal de salida de la EDAR cuyo destino es el uso ambiental, entre directamente al lago con la calidad de salida de la EDAR de Pinedo, ya que el 0% habrá transcurrido por el humedal artificial. Esta simulación podría denominarse **Simulación PI-A-0 y coincidirá con la simulación A SUR.**

Teniendo en cuenta todos estos factores, los tres subescenarios quedarían definidos de la siguiente manera:

- De septiembre a abril, aproximadamente 1 m³/s del efluente de Pinedo irá al humedal artificial, antes de su entrada al lago. El resto de excedentes en esos meses (todo lo que no es demanda agrícola para evapotranspiración y perellonà) que sobrepasen al caudal de diseño del filtro verde, irán directos al lago con calidad EDAR Pinedo. El resto de meses todos los excedentes directos irán con calidad Pinedo. **Simulación PI-A-100.**
- De septiembre a abril, aproximadamente 0,5 m³/s del efluente de Pinedo irán al humedal artificial, antes de su entrada al lago. El resto de excedentes en esos meses irán directos al lago con calidad EDAR Pinedo. El resto de meses todos los excedentes directos irán con calidad Pinedo. **Simulación PI-A-50.**
- De septiembre a abril, aproximadamente 0,25 m³/s del efluente de Pinedo irán al humedal artificial, antes de su entrada al lago. El resto de excedentes en esos meses irán directos al lago con calidad EDAR Pinedo. El resto de meses todos los excedentes directos irán con calidad Pinedo. **Simulación PI-A-25.**

En lo que respecta a los patrones de calidad, la serie de aportes de Pinedo con fines ambientales existente hasta la fecha se dividirá en dos subseries: una de ellas seguirá siendo aquella con calidad de salida de la EDAR de Pinedo, y otra la correspondiente a la salida del humedal artificial:

Tabla 23. Patrón de salida de la EDAR y estimación de patrón de salida del humedal artificial hipotético de nueva construcción a instaurar en el nuevo cauce del río Turia.

Parámetro	Unidad	Calidad salida EDAR Pinedo	Calidad salida filtro verde	Notas en el texto
NO3	mg NO3-N/l	6,5	6,23	1
NO3	mg NO3-I	28,80	27,60	1
NH4	mg NH4-N/l	0,5	0	1
NH4	mg NH4/l	0,645	0	1
PT	mg P/l	0,5	0,1	2
OD	mg/l	4	2	3
SS	mg/l	14	5,6	4
COND	µS/cm	1797	1797	5

Nota 1- en cuanto al ciclo del nitrógeno:

NKT de diseño en Anteproyecto (salida EDAR) ≤ 5 mg N/l.

NO₃ de diseño en Anteproyecto (salida EDAR) ≤ 15 mg N/l.

NT de diseño en Anteproyecto (salida EDAR) = 13,5 mg N/l.

Se dispone de datos experimentales de entrada de la planta piloto de filtro verde del Turia, por lo que se retienen unos datos de NO₃ y de NH₄, que son distintos a los patrones de calibración (Fuente: UPV, Martín Monerris). La diferencia se debe a una mejora de la nitrificación en la EDAR de Pinedo, por lo que se cambia el patrón de salida de la EDAR.

Reutilización en humedal artificial: según proyecto constructivo, en filtro verde se eliminará el 11,07% del N. Se asume que se elimina todo el amonio por asimilación por la vegetación y por nitrificación; el resto hasta el citado % reducción se asimila a los nitratos, que no desnitrifican sustancialmente dado que las condiciones no son totalmente anóxicas.

Nota 2- en cuanto al fósforo total:

PT salida EDAR en Anteproyecto: ≤ 1 mg/l, aunque media $\leq 0,5$ mg/l. PT entrada a Albufera=0,1 mg/l.

PT EPSAR 2009: promedio = 0,4 mg/l; máx=1,35 mg/l.

PT EDAR en patrón de calibración=0,5 mg/l. Se retiene dato de calibración como referencia para la definición de la calidad de salida de la EDAR.

Nota 3- en cuanto al oxígeno disuelto:

Se dispone de dato de salida de EDAR.

Patrón del OD a la salida del FV, estimado en 2 mg/l a partir de datos de seguimiento a la salida de la planta piloto de filtro verde del Turia (Fuente: UPV, Martín Monerris).

Nota 4- en cuanto a los sólidos en suspensión:

Se retiene el dato de patrón de calibración salida EDAR como referencia para la definición de la calidad de salida de la EDAR. Se estima un % de reducción del 60% en el humedal artificial.

Datos EPSAR 2009: promedio = 3,17 mg/l; máx=14 mg/l.

Nota 5- en cuanto a la conductividad:

Se retiene el dato de patrón de calibración salida EDAR como referencia para la definición de la calidad de salida de la EDAR, así como de salida del humedal artificial.

Con todas estas modificaciones, las condiciones de contorno definitivas son las que se indican a continuación:

El punto de partida será la simulación A SUR, que a su vez incorpora la actuación del colector oeste.

En estas simulaciones se asume que se dispone de suficiente superficie en el perímetro del lago para albergar un humedal artificial de tipo superficial de grandes dimensiones, con mayor superficie cuanto mayor sea el caudal a tratar y con la finalidad de mantener una carga hidráulica superficial objetivo en el mismo de entre 0,07 y 0,08 m³/m² día. Ésta es una carga hidráulica apropiada para asegurar el buen funcionamiento de un humedal artificial de tipo superficial, y es la que presentan filtros ya existentes en el ámbito de actuación, como es el sector destinado a filtro verde superficial en el Tancat de la Pipa.

De hecho, éste será el punto de referencia para la estimación de los caudales a tratar en el mismo, y por tanto de la superficie a ocupar, así como para asumir los patrones de calidad de salida del filtro verde. Todo ello se verá en el subapartado siguiente.

Como se ha expuesto con anterioridad, se pretende poner a prueba dos tipos posibles de tratamiento:

- **Simulaciones FV-A:** Filtro verde con tratamiento previo a la entrada del influente al lago de L'Albufera.
- **Simulaciones FV-B:** Filtro verde con tratamiento posterior a la entrada del influente al lago de L'Albufera.

En cada uno de estos subgrupos o tipologías, se probarán tres hipótesis de funcionamiento que se corresponderían con asumir que todo el caudal entrante al lago (Simulaciones FV-A), o todo el volumen mensual almacenado en el lago (Simulaciones FV-B), es tratado en un gran humedal artificial; que el 50% del caudal entrante/volumen mensual almacenado es tratado en un humedal artificial de mitad de superficie; y que el 25% del caudal entrante/volumen mensual almacenado es tratado en un humedal artificial de mitad de superficie, con respecto a la hipótesis inmediatamente anterior.

El objeto de estas simulaciones es estudiar de manera preliminar la eficiencia en materia de mejora de la depuración de las aguas bajo ambas hipótesis de funcionamiento de manera que pueda ser punto de partida para el estudio de la viabilidad técnica y económica de una posible solución de compromiso en relación con estos sistemas blandos de depuración.

3.4.2.2. Condiciones de contorno a incorporar en este escenario

A continuación se desarrolla la construcción de los escenarios FV, en lo que a caudales y patrones de calidad se refiere:

- **Simulaciones FV-A:** los caudales de entrada al lago pasarán previamente por un humedal artificial hipotético de manera que suponga un pre-tratamiento de los mismos antes de su entrada al lago. La metodología para incorporar este tratamiento en Sobek es manipulando las series de concentraciones de entrada por las 13 acequias, calculadas mediante un balance hídrico entre las fracciones que discurren por el humedal artificial hipotético y las que siguen directas hacia el lago por las acequias. De esta manera no hay caudales adicionales, ya que los caudales de

Tabla 26. Patrón de salida del humedal artificial hipotético tipo FV-A y FV-B a instaurar en el perímetro del lago de L'Albufera.

Parámetro	Unidad	Calidad salida filtro verde hipotético Tipo FV-A	Calidad salida filtro verde hipotético Tipo FV-B
NO3	mg NO3-N/l	0,7	0,7
NO3	mg NO3-I	3,1	3,1
NH4	mg NH4-N/l	0,12	0,12
NH4	mg NH4/l	0,15	0,15
PT	mg P/l	0,12	0,12
OD	mg/l	3	3
SS	mg/l	8,8	8,8
COND	µS/cm	2050	2050
CHLA-A	µg/l	15	24

En lo que se refiere a estos patrones, se debe aclarar que esta calidad de salida del humedal artificial se aplicará para la fracción de caudal que discurra por él, siempre que la calidad de entrada sea peor que la de los citados patrones. Con esta hipótesis se asume que el humedal artificial no supone un empeoramiento de la calidad de los influentes, de modo que: si las entradas de las distintas formas de los nutrientes son superiores a la concentración patrón, los caudales de salida presentarán la concentración patrón; pero si las entradas presentan concentraciones inferiores, las salidas se realizarán con la misma concentración con la que entraron. Con esta hipótesis se asume además que el humedal artificial está disponiendo de todas las tareas de mantenimiento para que efectivamente la vegetación del lecho no enriquezca el sistema.

Como excepción a esta hipótesis, la concentración de clorofila-a de salida será la que se establece en el patrón. El motivo se debe a que se asume que el humedal artificial, al ser de naturaleza de grandes superficies, dispondrá de una gran lámina de agua en la que se darán las condiciones idóneas para que se desarrolle cierta comunidad algal, a partir de las concentraciones de entrada (bajas en el último periodo histórico) y los nutrientes disponibles.

Con todo ello, la concentración de los distintos parámetros de entrada al lago será la resultante de la mezcla de los caudales de salida del humedal artificial con los que llevan las propias acequias.

Se simulan tres subescenarios:

- **Simulación FV-A-100:** el 100% del caudal histórico entrante al lago discurrirá previamente por el humedal artificial.
- **Simulación FV-A-50:** el 50% del caudal histórico entrante al lago discurrirá previamente por el humedal artificial; el otro 50% entrará directamente al lago sin tratamiento previo.

- **Simulación FV-A-25:** el 25% del caudal histórico entrante al lago discurrirá previamente por el humedal artificial; el 75% restante entrará directamente al lago sin tratamiento previo.
- **Simulaciones FV-B:** el volumen mensual histórico almacenado en el lago será derivado a una superficie de humedal artificial hipotética, donde se favorecerá un post-tratamiento del mismo, siendo a continuación devuelto al lago. Con este tipo de escenarios no se evita la entrada de las cargas históricas de nutrientes, sino que se post-procesan una vez ya han entrado en el lago. Aún así, se consigue un gran descenso de las concentraciones de nutrientes y de clorofila-a, ya que las entradas ya presentan concentraciones muy elevadas.

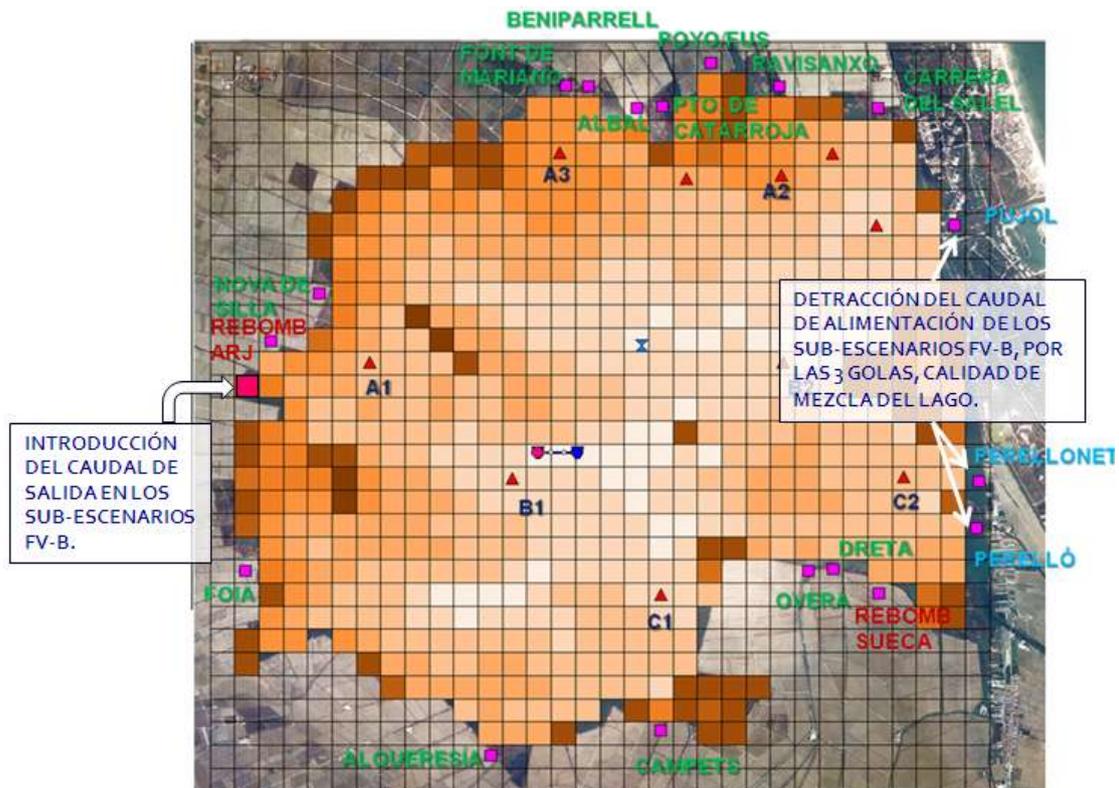


Figura 7. Esquema conceptual de los subescenarios FV-B.

El patrón de salida del humedal artificial será el que se indica en la Tabla 26 para el tipo FV-B, ya que como se ha comentado, se establece la hipótesis de que el humedal artificial supone una mejoría, y no un empeoramiento de la calidad. Respecto a la tipología de FV-A, en este caso la concentración de clorofila-a es algo mayor. El motivo se basa en que mientras el FV-A presenta una entrada muy reducida de clorofila-a, siendo el propio humedal artificial el generador de cierta concentración de productores primarios en su interior, en el FV-B presenta una entrada muy elevada, y una alta eficiencia de eliminación de la misma, quedando en una concentración de salida igual a $24 \mu\text{g/l}$, un orden de magnitud por debajo de las cargas de entrada. Este dato de salida procede de datos experimentales en sistemas existentes similares al que se plantea, al igual que el resto de parámetros patrón.

Se simulan tres subescenarios:

- **Simulación FV-B-100:** el 100% del volumen mensual almacenado en el lago será derivado a un gran humedal artificial hipotético de tipología superficial; posteriormente será devuelto al lago.
- **Simulación FV-B-50:** el 50% del volumen mensual almacenado en el lago será derivado al humedal artificial. El otro 50% restante no será derivado al filtro desde el lago, por lo que en el lago se producirá un balance hídrico entre ambos tipos de caudal, cada mes.
- **Simulación FV-B-25:** el 25% del volumen mensual almacenado en el lago será derivado al humedal artificial. El 75% restante no será derivado al filtro desde el lago, por lo que en el lago se producirá un balance hídrico entre ambos tipos de caudal, cada mes.

En los tres subescenarios se realiza el balance hídrico en el lago calculando las salidas por las golgas con objeto de mantener en éste los mismos niveles que en el escenario de calibración.

La referencia para la determinación de los caudales y de las superficies de diseño de los filtros verdes hipotéticos tipo FV-A y FV-B, es el Tancat de la Pipa, conformado por un ullal, una serie de sectores destinados a un humedal artificial de tipo superficial (filtros 1-2-3-G, 1-2-3-P y 4), y otro sector destinado a la instauración de unas lagunas (laguna educativa y laguna de reserva), en funcionamiento desde abril de 2009.



Figura 8. Detalle de sectorización y ubicación del punto de muestreo a partir del cual se ha obtenido el patrón de salida del humedal artificial hipotético (punto 6) del Tancat de la Pipa (CHJ, 2010).

Tabla 27. Distribución de las superficies efectivas de los distintos elementos en el tancat de la Pipa.

Filtros verdes	Superficie (m ²)
1-G	13.509
2-G	18.240
3-G	17.207
1-P	3.575
2-P	5.155
3-P	5.902
4	25.596
TOTAL	89.184

Lagunas	Superficie (m ²)
Educativa	57.714
Reserva	89.195
TOTAL	146.909

Hipótesis y simplificaciones realizadas para los escenarios FV:

- El caudal de salida del ullal es nulo, ya que la ubicación de un ullal en un tancat es excepcional. Este elemento por tanto no participa en los escenarios.
- El filtro 4 alimenta la laguna educativa y los filtros 1-2-3 grandes y pequeños alimentan a la laguna de reserva.
- El sumatorio de los caudales de entrada al filtro 4 y a los filtros 1-2-3 es un caudal de diseño de 80 l/s, estimado como aquel al que el filtro verde puede funcionar de manera eficiente.
- En el tancat de la Pipa el caudal de retorno al lago es la suma de los caudales de salida de ambas lagunas. Tras realizar algunas pruebas preliminares, se decide generar los escenarios de filtros verdes a partir únicamente de los humedales artificiales superficiales sin tener en cuenta las lagunas, ya que la inclusión de éstas aumentaría significativamente las necesidades de superficie efectiva a ocupar, con la desventaja de que este hecho no supondría una mejora considerable desde el punto de vista de la calidad de aguas. Estos estudios pueden consultarse en el documento *Estimación del efecto de los tancats-filtros verdes sobre la concentración de clorofila-a en el lago de L'Albufera* (CHJ, 2011), editado en el marco del contrato de “Seguimiento de diversas actuaciones relativas al sistema hídrico Parque Natural de La Albufera de Valencia” (CHJ, 2011).
- Para calcular las salidas de los filtros se realiza un balance hídrico en materia de precipitación y evapotranspiración:
 - Los datos de precipitación y evapotranspiración son los propios del Escenario de calibración (Run 66).

- En los filtros verdes se impone almacenamiento constante y se calculan los caudales de salida:

$$Q_{sal_FV} = Q_{ent_FV} + P - E$$

Hipótesis realizadas específicas para los escenarios FV-B:

- El tancat es alimentado desde el lago; los caudales alimentación del tancat se extraen del sistema por las golas, con los mismos coeficientes de reparto entre golas utilizados en la fase de calibración para las salidas habituales del sistema.

Tabla 28. Caudales tratados y equivalencia a superficie efectiva estimada de humedal artificial, para cada subescenario, obtenidos por extrapolación a partir de los datos experimentales del tancat de la Pipa, para una carga hidráulica de 0,077 m³/m² d.

	FV-A			FV-B		
	FV-A-100	FV-A-50	FV-A-25	FV-B-100	FV-B-50	FV-B-25
Caudal medio tratado (hm³/mes)	18,82	9,41	4,71	22,96	11,48	5,74
Superficie efectiva (Ha)	811,58	405,79	202,90	972,11	486,06	243,03

En estos subescenarios el caudal tratado es variable. Para el caso del subescenario FV-A-100 es el correspondiente a la suma de todos los caudales mensuales de entrada históricos desde las trece acequias al lago, durante el periodo 1995/2010; en el caso del escenario FV-B-100, el caudal a tratar será el volumen total mensual almacenado históricamente en el lago para el citado periodo:

- FV-A-100: dado que el caudal medio mensual de entrada al lago para este periodo (1995/2010) es de 18,82 hm³/mes y, siendo el caudal de diseño del humedal artificial hipotético de 80 l/s (ó 0,20736 hm³/mes en meses de 30 días), se estima que serían necesarios una media de 91 humedales artificiales similares al filtro verde del tancat de la Pipa para tratar el 100% del caudal aportado por las acequias. Estos 91 humedales artificiales equivaldrían a una superficie efectiva de 811,58 ha (ver tabla 30).
- FV-B-100: como el almacenamiento medio mensual del lago en el periodo simulado es de 23 hm³, y el caudal de diseño del humedal hipotético es de 80 l/s, para asegurar una renovación media mensual serían necesarios 109 humedales artificiales similares al filtro verde del tancat de la Pipa. Estos 109 humedales equivaldrían a una superficie efectiva de 972,11 ha.

Las simulaciones en ambos tipos de humedales artificiales (FV-A y FV-B) se han realizado asumiendo estas superficies efectivas constantes y los caudales con la variabilidad correspondiente histórica según run 66, aunque teniendo en consideración la reducción de caudales que supone la intercepción de parte de las ARU y DSU asociadas al ámbito territorial del colector oeste (se recuerda que la simulación de partida es A SUR, que incorpora las simulaciones CO-A+CO-B).

4. ANÁLISIS DEL GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS AMBIENTALES

En este apartado se muestran los resultados obtenidos en los distintos escenarios para los parámetros indicadores concentración de clorofila-a y concentración de fósforo total en el lago, así como la determinación del grado de cumplimiento de los umbrales establecidos para el buen potencial ecológico.

El análisis de resultados se centra tanto en lo que se refiere a la dinámica de evolución con el tiempo de los valores medios obtenidos a partir de las 7 estaciones en el lago, como en cada una de las estaciones. Se realiza igualmente el análisis de los porcentajes de reducción de los indicadores de un escenario con respecto al inmediatamente anterior.

4.1. ESCENARIOS REALISTAS O EN EJECUCIÓN

4.1.1. Escenarios CO-A y CO-B

La evaluación del efecto de mejoría de la calidad de las aguas del lago en materia de la actuación del colector oeste, se ha realizado en dos pasos:

- CO-A: que nos permite determinar el efecto de la reducción de caudales de ARU y DSU de esta actuación sobre la calidad de aguas del lago, por comparación con Run 66.
- CO-B: que nos permite diferenciar qué parte de mejora de la calidad se debe a esta actuación de aquélla derivada de la mejoría de la calidad que supone el cambio de patrones reciente de las EDAR Pinedo (redistribución de las formas inorgánicas del N, desplazando el equilibrio hacia el nitrato) y de Albufera Sur (reducción en las concentraciones de fósforo total en los tres casos). Esta simulación es necesaria como punto de partida para el resto de escenarios.

Como se ha puesto de manifiesto, el efecto de retención de las ARU y DSU comentadas, se introduce a lo largo de toda la serie, aunque se prestará especial atención al último periodo de la serie (2006/07-2009/10). A continuación se analizan las dinámicas temporales medias para el lago y por estación para los diversos periodos temporales. Posteriormente se determina el grado de cumplimiento en estos escenarios de los umbrales establecidos para el buen potencial ecológico, en materia de clorofila-a y fósforo total.

4.1.1.1. Concentración resultante de clorofila-a en el lago

A continuación se adjuntan las dinámicas temporales medias obtenidas a partir de los resultados de las 7 estaciones, para ambas simulaciones y para ambos periodos temporales: 1995/2010 y 2006/2010. Se recuerda que el efecto de las obras anexas al Colector oeste ha sido introducido a lo largo de toda la serie (desde 1995):

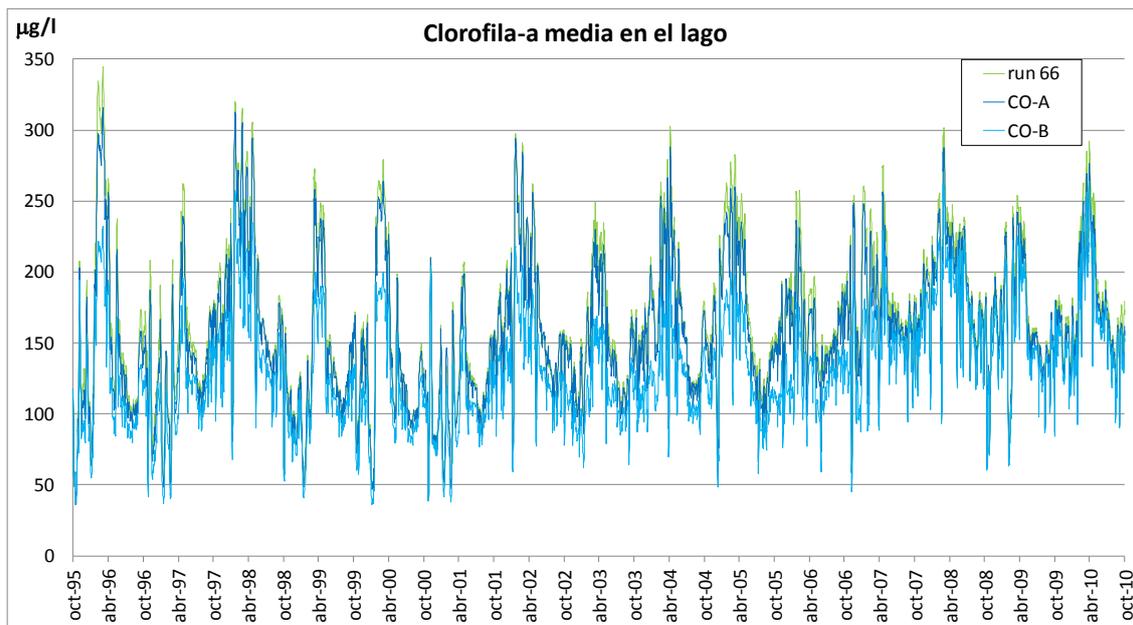


Figura 9. Dinámica temporal de la concentración media de clorofila-a en el lago, en el periodo comprendido entre los años hidrológicos 1995/96-2009/10, para los subescenarios CO-A y CO-B.

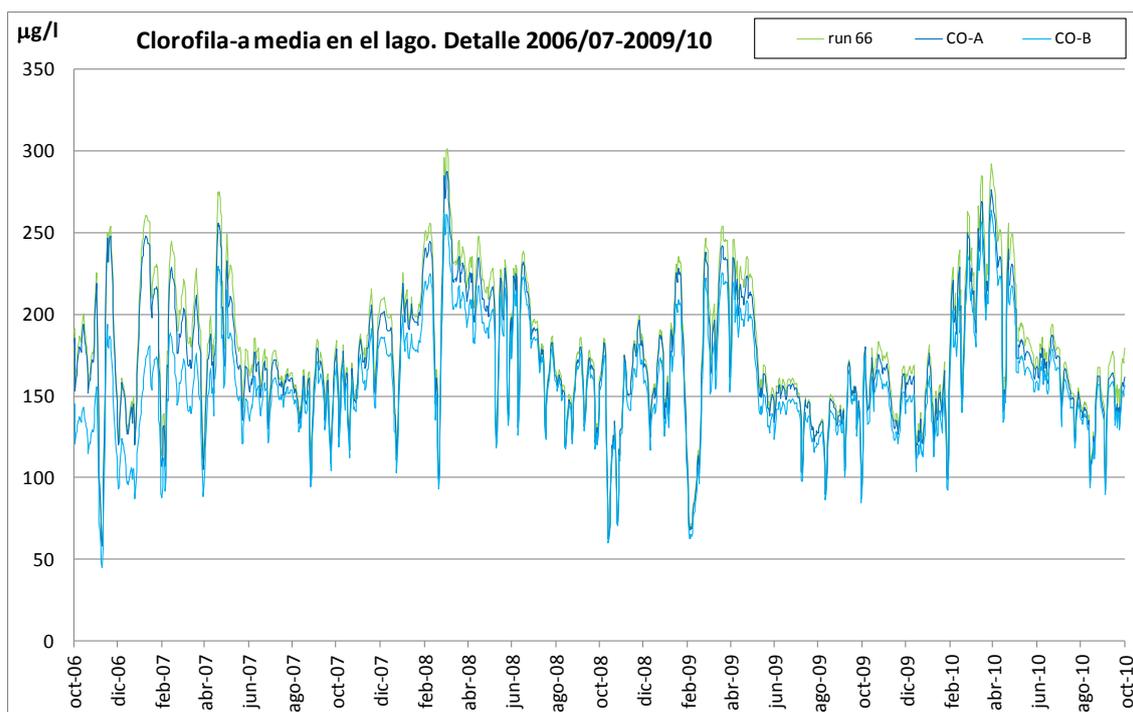


Figura 10. Detalle de la dinámica temporal de la concentración media de clorofila-a en el lago, en el periodo comprendido entre los años hidrológicos 2006/07-2009/10, para los subescenarios CO-A y CO-B.

Como puede observarse, hay una reducción significativa en las concentraciones medias de clorofila-a en el lago en ambos subescenarios, siendo más evidentes en periodos de máximos, y prácticamente imperceptibles en los momentos en que se producen los mínimos.

Con lo que respecta al efecto neto de la actuación (escenario CO-A) y a la vista de la tabla siguiente, **las concentraciones medias para el periodo 2006/07-2009/10** **descienden del orden de 6 µg/l con respecto al escenario de calibración, lo que**

supone una reducción del 3,1 %, quedando en torno a 172 µg/l. Las concentraciones medias más altas (consultar fila denominada “máximo” de la tabla), se observan en las estaciones A2 y A3, que son aquellas que mayor influencia presentan a las entradas de la EDAR de Pinedo, y donde se sitúan ligeramente por encima de 200 µg/l.

Sin embargo, teniendo en cuenta la mejora de la calidad a la salida de las EDAR de Pinedo y de Albufera Sur, y de los retornos de Sueca, **el balance final acumulado con respecto al escenario de calibración corresponde con un descenso de las concentraciones medias próximo a 20 µg/l, un 11,2 %, lo que supone una media para el periodo 2006/10 y para todo el lago de en torno a 158 µg/l.** Con ello se pone de manifiesto la importancia en la mejora de la calidad de este tipo de aportes, que se suma al de la propia actuación objeto de valoración.

Con lo que respecta al máximo simulado para todo el lago (obtenido como máximo de la media de las 7 estaciones) en el periodo 2006/07-2009/10 (columnas “Máximo de la media estaciones”), se observa un descenso más pronunciado, desde los 281 µg/l observados en el escenario de calibración, hasta los 245 µg/l obtenidos en CO-B. En el subescenario CO-A se observa un descenso de alrededor de 16 µg/l respecto al escenario de calibración, lo que supone un punto intermedio entre los escenarios anteriores.

A continuación se adjunta una tabla con los resultados numéricos obtenidos por estación y para el lago:

Tabla 29. Tabla de concentraciones de clorofila-a por año y estación, para los subescenarios de calibración, CO-A y CO-B. Se indican, para cada estación, los valores medios anuales, el valor medio para el periodo, y el máximo de las medias del mismo. Se indican adicionalmente los mismos parámetros para el lago, tanto en valores medios (obtenidos como media de las 7 estaciones e indicado como “Media estaciones”), como para los valores máximos (obtenidos como el máximo de la media de las 7 estaciones e indicado como “máximo de la media de las estaciones”).

CLOROFILA-A RATIO_MED (µg/l)	A1			A2			A3		
	CO-A	CO-B	run 66	CO-A	CO-B	run 66	CO-A	CO-B	run 66
2006/2007	172	140	181	193	170	201	195	165	205
2007/2008	184	169	190	210	204	218	208	197	217
2008/2009	158	145	161	174	168	180	173	163	180
2009/2010	163	151	170	198	192	206	191	182	201
media	169	152	175	194	184	201	192	177	201
máximo	184	169	190	210	204	218	208	197	217

CLOROFILA-A RATIO_MED (µg/l)	B1			B2			C1			C2		
	CO-A	CO-B	run 66									
2006/2007	159	132	166	171	148	178	153	127	159	156	134	163
2007/2008	172	159	176	190	182	196	166	153	169	178	169	184
2008/2009	149	137	151	161	154	166	145	133	146	152	144	156
2009/2010	154	144	160	175	168	182	150	139	154	160	153	167
media	158	143	163	174	163	181	153	138	157	161	150	168
máximo	172	159	176	190	182	196	166	153	169	178	169	184

CLOROFILA-A RATIO_MED (µg/l)	MEDIA ESTACIONES			MÁXIMO DE LA MEDIA ESTACIONES		
	CO-A	CO-B	run 66	CO-A	CO-B	run 66
2006/2007	171	145	179	256	229	275
2007/2008	187	176	193	287	262	302
2008/2009	159	149	163	242	225	254
2009/2010	170	161	177	276	264	292
media	172	158	178	265	245	281
máximo	187	176	193	287	264	302

Tabla 30. Tabla de diferencia incremental de las concentraciones de clorofila-a para el lago, en los subescenarios CO-A y CO-B. La diferencia incremental se estima como la diferencia entre las concentraciones de Run 66 y CO-A, y entre CO-A y CO-B, respectivamente

	DIFERENCIA INCREMENTAL ENTRE ESCENARIOS (µg/l)	
	CO-A	CO-B
2006/2007	8	26
2007/2008	6	11
2008/2009	4	10
2009/2010	7	9
media	6	14
máximo	6	11

A la vista de los resultados, se concluye que **con esta actuación se produce una mejora significativa en la calidad del agua del lago, en materia de concentración de clorofila-a, aunque el estado general dista de manera destacable con respecto a un buen potencial ecológico.**

En el apéndice a este informe se incluyen las figuras que representan un detalle de las dinámicas obtenidas en cada estación, para el periodo más reciente (años hidrológicos 2006/07 a 2009/10).

4.1.1.2. Concentración resultante de fósforo total en el lago

Del mismo modo que se ha indicado en materia de la concentración de clorofila-a en el lago, a continuación se adjuntan las dinámicas temporales medias de la concentración de fósforo total obtenidas a partir de los resultados de las 7 estaciones, para ambas simulaciones y para ambos periodos temporales: 1995/2010 y 2006/2010:

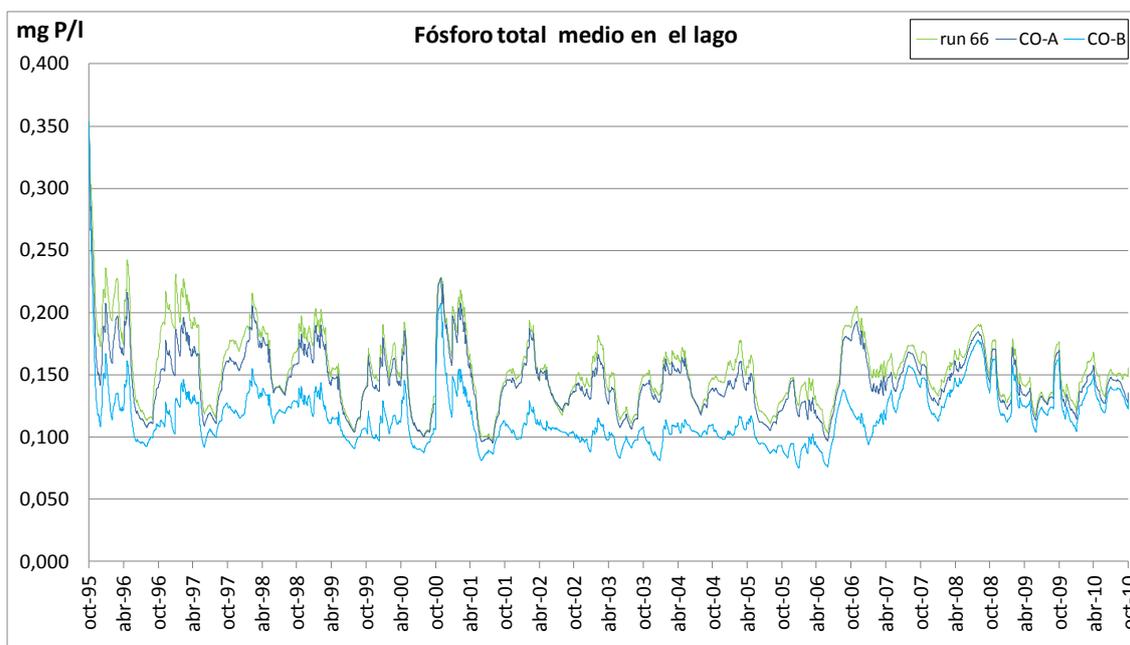


Figura 11. Dinámica temporal de la concentración media de fósforo total en el lago, en el periodo comprendido entre los años hidrológicos 1995/96-2009/10, para los subescenarios CO-A y CO-B.

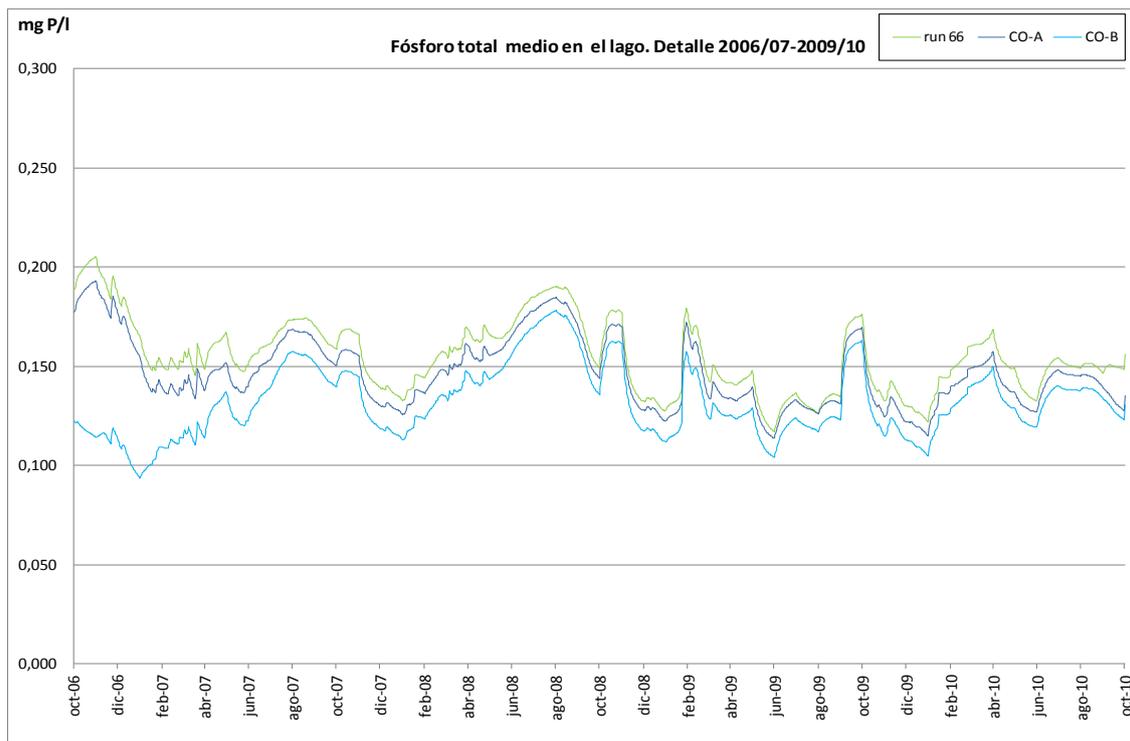


Figura 12. Detalle de la dinámica temporal de la concentración media de fósforo total en el lago, en el periodo comprendido entre los años hidrológicos 2006/07-2009/10, para los subescenarios CO-A y CO-B.

Como se observa en las dinámicas, la actuación supone un descenso de las concentraciones de fósforo total. Con lo que respecta al efecto neto de la actuación (escenario CO-A), **las concentraciones medias para el periodo 2006/07-2009/10 descienden del orden de 8 $\mu\text{g/l}$ con respecto al escenario de calibración, es decir un 5,2 %, quedando en torno a 147 $\mu\text{g P/l}$.** Las concentraciones medias más altas se observan de nuevo en el norte del lago, concretamente en la estación A2, en el área de influencia de las entradas de caudales procedentes de Pinedo. De hecho, se observa en dicha estación una diferencia destacable, del orden de 14 $\mu\text{g P/l}$ con respecto a la concentración que presentaba dicha estación en el escenario de calibración, poniendo de manifiesto el relevante papel que juegan los efluentes de la EDAR de Pinedo sobre la calidad de las aguas.

Considerando además la mejora de la calidad a la salida de las EDAR de Pinedo y de Albufera Sur, y de los retornos de Sueca, **el balance acumulado con respecto al escenario CO-A corresponde con un descenso de las concentraciones medias próximo a 15 $\mu\text{g P/l}$, lo que supone una media para el periodo y para todo el lago de en torno a 132 $\mu\text{g/l}$.** La reducción total media respecto al escenario de calibración es de 23 $\mu\text{g/l}$. En términos de porcentajes, la simulación CO-B supone una reducción de las medias del 10,2 % con respecto a la CO-A y del 14,8 % respecto del run 66 de calibración.

Atendiendo a la dinámica de los máximos en el lago para el mismo periodo, se observa un descenso más pronunciado, desde los 205 $\mu\text{g/l}$ observados en el escenario de calibración, hasta los 178 $\mu\text{g/l}$ obtenidos en CO-B. En el subescenario CO-A se observa un descenso de alrededor de 12 $\mu\text{g/l}$ respecto al escenario de calibración, lo que supone

un punto intermedio entre los escenarios anteriores, del mismo modo que se ha observado en el caso de la concentración de clorofila-a.

A continuación se adjunta una tabla con los resultados numéricos obtenidos por estación y para el lago:

Tabla 31. Tabla de concentraciones de fósforo total por año y estación, para los subescenarios de calibración, CO-A y CO-B. Se indican, para cada estación, los valores medios anuales, el valor medio para el periodo, y el máximo de las medias del mismo. Se indican adicionalmente los mismos parámetros para el lago, tanto en valores medios (obtenidos como media de las 7 estaciones e indicado como "Media estaciones"), como para los valores máximos (obtenidos como el máximo de la media de las 7 estaciones e indicado como "máximo de la media de las estaciones").

FÓSFORO TOTAL	A1			A2			A3		
RATIO_MED (mg/l)	CO-A	CO-B	run 66	CO-A	CO-B	run 66	CO-A	CO-B	run 66
2006/2007	0,146	0,116	0,155	0,190	0,153	0,205	0,151	0,122	0,162
2007/2008	0,143	0,131	0,149	0,190	0,182	0,203	0,149	0,140	0,158
2008/2009	0,128	0,117	0,132	0,172	0,165	0,183	0,133	0,125	0,140
2009/2010	0,127	0,117	0,133	0,173	0,167	0,188	0,131	0,124	0,142
media	0,136	0,120	0,142	0,181	0,167	0,195	0,141	0,128	0,151
máximo	0,146	0,131	0,155	0,190	0,182	0,205	0,151	0,140	0,162

FÓSFORO TOTAL	B1			B2			C1			C2		
RATIO_MED (mg/l)	CO-A	CO-B	run 66									
2006/2007	0,149	0,118	0,158	0,163	0,131	0,174	0,150	0,118	0,157	0,147	0,118	0,156
2007/2008	0,147	0,135	0,153	0,161	0,152	0,171	0,148	0,134	0,152	0,144	0,135	0,151
2008/2009	0,132	0,120	0,135	0,145	0,136	0,152	0,133	0,120	0,134	0,128	0,120	0,133
2009/2010	0,130	0,120	0,137	0,144	0,137	0,154	0,131	0,120	0,135	0,125	0,119	0,133
media	0,140	0,123	0,146	0,153	0,139	0,163	0,141	0,123	0,145	0,136	0,123	0,143
máximo	0,149	0,135	0,158	0,163	0,152	0,174	0,150	0,134	0,157	0,147	0,135	0,156

FÓSFORO TOTAL	MEDIA ESTACIONES			MÁXIMO DE LA MEDIA ESTACIONES		
RATIO_MED (mg/l)	CO-A	CO-B	run 66	CO-A	CO-B	run 66
2006/2007	0,157	0,125	0,167	0,193	0,158	0,205
2007/2008	0,155	0,144	0,162	0,185	0,178	0,190
2008/2009	0,139	0,129	0,144	0,172	0,163	0,179
2009/2010	0,137	0,129	0,146	0,170	0,163	0,176
media	0,147	0,132	0,155	0,180	0,165	0,188
máximo	0,157	0,144	0,167	0,193	0,178	0,205

Tabla 32. Tabla de diferencia incremental de las concentraciones de fósforo total para el lago, para los subescenarios CO-A y CO-B. La diferencia incremental se estima como la diferencia entre las concentraciones de Run 66 y CO-A, y entre CO-A y CO-B, respectivamente.

	DIFERENCIA INCREMENTAL ENTRE ESCENARIOS (mg P/l)	
	CO-A	CO-B
2006/2007	0,010	0,031
2007/2008	0,008	0,011
2008/2009	0,006	0,010
2009/2010	0,009	0,008
media	0,008	0,015
máximo	0,010	0,012

A diferencia de lo que se observa para el indicador clorofila-a, aunque los descensos en las concentraciones de fósforo total en el lago simuladas a partir de la incorporación de esta actuación no sean muy elevadas, sí son relevantes teniendo en cuenta la distancia existente con respecto al umbral fijado para este indicador, aproximándose de manera importante al límite superior fijado para el buen potencial ecológico (130 µg/l). Aún así, el sistema presenta unas concentraciones suficientemente elevadas como para mantenerse en un potencial ecológico moderado con respecto a este indicador, ya que para presentar un buen potencial ecológico, se debería ubicar claramente en el rango establecido como umbral de

cambio de clase, es decir, entre 100 y 130 $\mu\text{g/l}$, y preferentemente más próximo al límite inferior que al superior.

Por último, se presentan en el apéndice al presente informe un detalle de las dinámicas obtenidas para cada estación, en el periodo comprendido entre los años hidrológicos 2006/07 y 2009/10. Como se observa hay meses en los que las concentraciones descienden por debajo de 0,10 mgP/l, aunque también se producen máximos por encima de 0,15 mgP/l (e incluso de 0,20 mgP/l en el caso de la estación A2).

4.1.2. Escenario A SUR

Como se ha puesto de manifiesto con anterioridad, en la presente actuación se ha simulado el hecho de que, a partir del balance hídrico histórico, 5,1 hm³/a (dato medio para el periodo 2005/06-2009/10) sean derivados desde la EDAR de Albufera Sur hasta el humedal artificial del Tancat de Mília, ubicado a orillas del lago de L'Albufera. Estos volúmenes anuales son bastante aproximados a los que se plantean en el nuevo borrador del PHC, de en torno a 5,8 hm³/a.

El reparto es constante mes a mes, de modo que con los caudales disponibles para usos ambientales, una vez atendida la demanda agraria, no habrá aportes directos desde la EDAR, es decir, no se supera la capacidad máxima del humedal artificial por lo que no hay excedentes de reutilización ambiental que vayan directos al lago con calidad de salida de la EDAR.

Como se ha visto, el patrón de salida del humedal artificial supone una mejoría con respecto al de salida de la EDAR, sobre todo en materia de las distintas formas del N y del P, las cuales son objeto de una reducción destacable. No obstante, el paso por el humedal artificial implica un aumento de concentración de clorofila-a que se estima se generará en el humedal artificial superficial y sobre todo en las lagunas de renaturalización, y que no se producía en los aportes por las acequias. Esto conllevará cierta limitación a la mejora de la calidad en el lago.

A pesar de ello, esta actuación puede presentar un importante valor local. Se dispone de estudios y experiencias anteriores en materia de humedales artificiales que indican que se podría favorecer la creación de una zona de transición en el propio lago, a orillas del humedal artificial, con unos aportes bajos de nutrientes y unas concentraciones muy inferiores de clorofila-a, si se compara con las concentraciones medias que el lago presenta. Esto podría favorecer un aumento de la transparencia y quizá permitiera el desarrollo de poblaciones macrófitas, aunque éste es un ámbito de estudio que queda fuera del escenario simulado y del presente documento que tendría que ser objeto de estudio específico independiente y de detalle.

A continuación se muestra un análisis de los principales resultados y se determina el grado de cumplimiento de los objetivos marcados.

4.1.2.1. Concentración resultante de clorofila-a en el lago

Se adjuntan las dinámicas temporales medias obtenidas a partir de los resultados de las 7 estaciones, para ambas simulaciones y para ambos periodos temporales: 1995/2010 y 2006/2010.

En el primer tramo de la simulación (años hidrológicos 1995/96-2004/05) no se observan diferencias perceptibles al no haber diferencias en las series de caudales ni de patrones de calidad, pudiendo confirmarse que la simulación ha funcionado correctamente. En el tramo final se observan pequeñas diferencias, más perceptibles observando la figura de detalle del periodo 2006/07-2009/10. En este caso **se observa una pequeña reducción de la clorofila-a media en el lago, debido principalmente a que el caudal de alimentación del humedal artificial que nos ocupa supondría un volumen anual muy reducido frente a las entradas totales que se producen al lago. No obstante, la actuación tiene un efecto visible, aunque muy moderado. Este efecto es más evidente en los máximos de clorofila-a.**

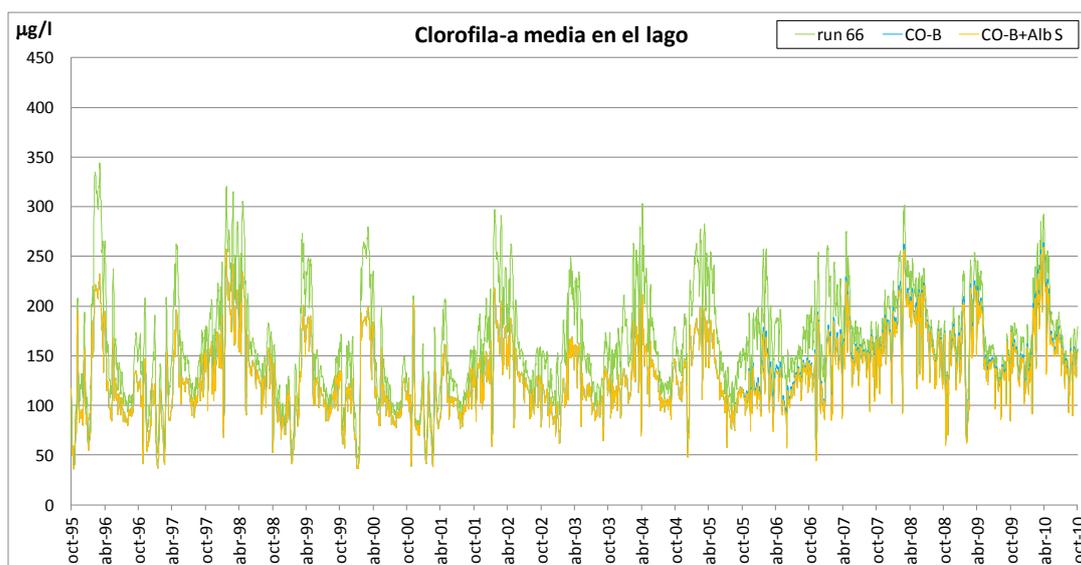


Figura 13. Dinámica temporal de la concentración media de clorofila-a en el lago, en el periodo comprendido entre los años hidrológicos 1995/96-2009/10, para el escenario A SUR.

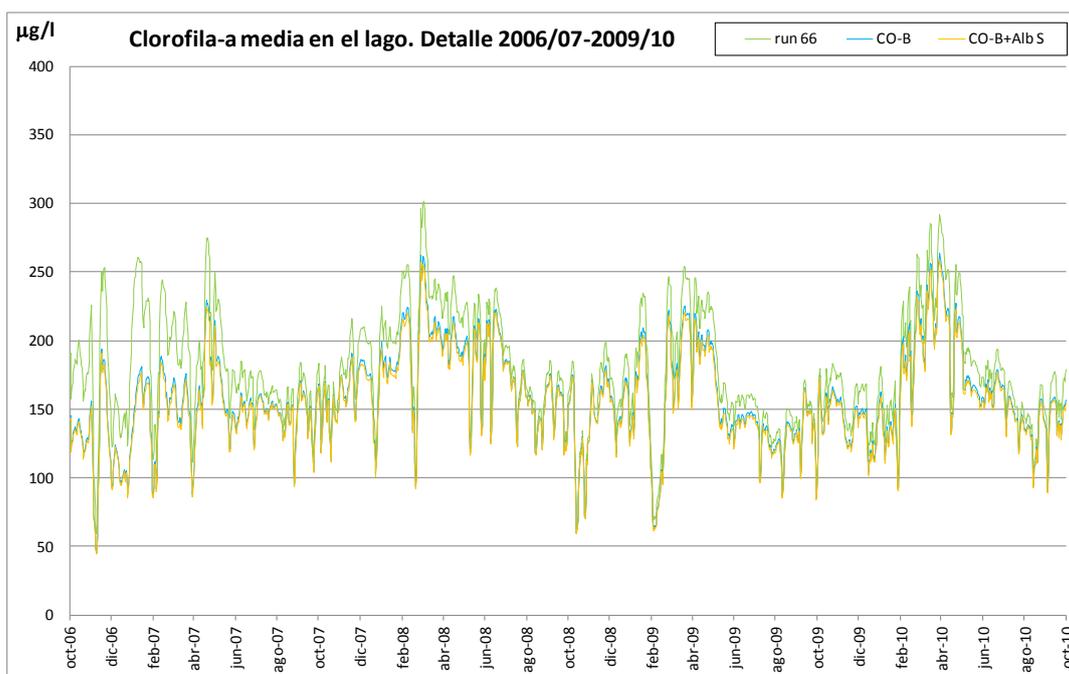


Figura 14. Detalle de la dinámica temporal de la concentración media de clorofila-a en el lago, en el periodo comprendido entre los años hidrológicos 2006/07-2009/10, para el escenario A SUR.

Observando las tablas que se adjuntan a continuación, **las concentraciones medias de clorofila-a disminuyen del orden de 2 µg/l, al igual que los máximos medios**, con respecto a la simulación CO-B. Esta reducción de la media supone un 1,3 % respecto a dicho escenario de comparación. Estas reducciones son bastante homogéneas de unas estaciones a otras, incluyendo la estación C1, que es la más próxima al tancat de Milia. Estas escasas diferencias evidencian la mezcla de los volúmenes del lago que se produce en la modelización.

Tabla 33. Tabla de concentraciones de clorofila-a por año y estación, para los subescenarios de calibración, CO-B y A SUR. Se indican, para cada estación, los valores medios anuales, el valor medio para el periodo, y el máximo de las medias del mismo. Se indican adicionalmente los mismos parámetros para el lago, tanto en valores medios (obtenidos como media de las 7 estaciones e indicado como "Media estaciones"), como para los valores máximos (obtenidos como el máximo de la media de las 7 estaciones e indicado como "máximo de la media de las estaciones").

CLOROFILA-A RATIO_MED (µg/l)	A1			A2			A3		
	CO-B	CO-B+Alb S	run 66	CO-B	CO-B+Alb S	run 66	CO-B	CO-B+Alb S	run 66
2006/2007	140	137	181	170	168	201	165	163	205
2007/2008	169	166	190	204	203	218	197	195	217
2008/2009	145	142	161	168	166	180	163	161	180
2009/2010	151	147	170	192	191	206	182	179	201
media	152	148	175	184	182	201	177	174	201
máximo	169	166	190	204	203	218	197	195	217

CLOROFILA-A RATIO_MED (µg/l)	B1			B2			C1			C2		
	CO-B	CO-B+Alb S	run 66									
2006/2007	132	129	166	148	146	178	127	125	159	134	133	163
2007/2008	159	156	176	182	180	196	153	150	169	169	167	184
2008/2009	137	134	151	154	152	166	133	131	146	144	142	156
2009/2010	144	140	160	168	166	182	139	137	154	153	151	167
media	143	140	163	163	161	181	138	136	157	150	148	168
máximo	159	156	176	182	180	196	153	150	169	169	167	184

CLOROFILA-A RATIO_MED (µg/l)	MEDIA ESTACIONES			MÁXIMO DE LA MEDIA ESTACIONES		
	CO-B	CO-B+Alb S	run 66	CO-B	CO-B+Alb S	run 66
2006/2007	145	143	179	229	225	275
2007/2008	176	174	193	262	257	302
2008/2009	149	147	163	225	220	254
2009/2010	161	159	177	264	259	292
media	158	156	178	245	240	281
máximo	176	174	193	264	259	302

Tabla 34. Tabla de diferencia incremental de las concentraciones de clorofila-a para el lago, para los subescenarios CO-B y A SUR. La diferencia incremental se estima como la diferencia entre las concentraciones de Run 66 y CO-B, y entre CO-B y A SUR, respectivamente.

	DIFERENCIA INCREMENTAL ENTRE ESCENARIOS (µg/l)	
	CO-B	A SUR
2006/2007	26	2
2007/2008	11	2
2008/2009	10	2
2009/2010	9	3
media	14	2
máximo	11	2

En lo que se refiere a la dinámica de los valores máximos para el lago en el periodo 2006/2007-2009/2010 se observa una reducción algo mayor, en torno a 5 µg/l.

Por otra parte, se adjuntan en el apéndice al presente documento una serie de figuras de detalle de las dinámicas obtenidas en cada estación de calidad del lago, para el periodo 2006/07 a 2009/10, para las simulaciones de calibración, CO-B y A SUR.

4.1.2.2. Concentración resultante de fósforo total en el lago

Por otra parte, se adjuntan las dinámicas temporales medias de la concentración de fósforo total obtenidas a partir de los resultados de las 7 estaciones, para ambos periodos temporales: 1995/2010 y 2006/2010, y de nuevo para las tres simulaciones implicadas en los estudios comparativos: escenario de calibración, CO-B y A SUR:

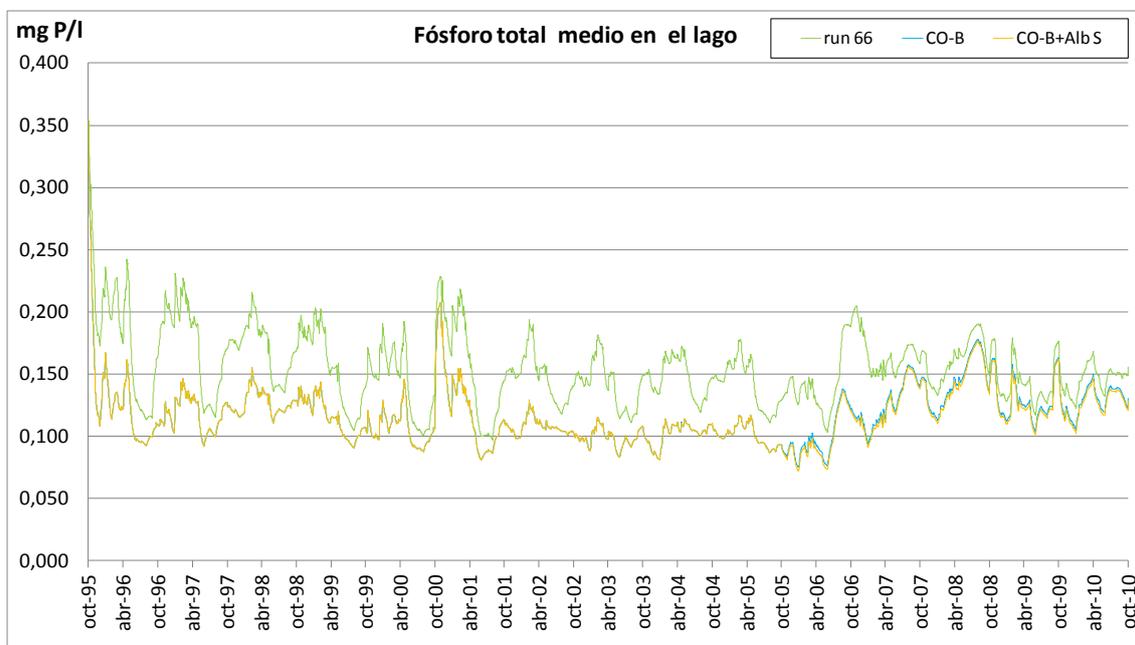


Figura 15. Dinámica temporal de la concentración media de fósforo total en el lago, en el periodo comprendido entre los años hidrológicos 1995/96-2009/10, para el escenario A SUR.

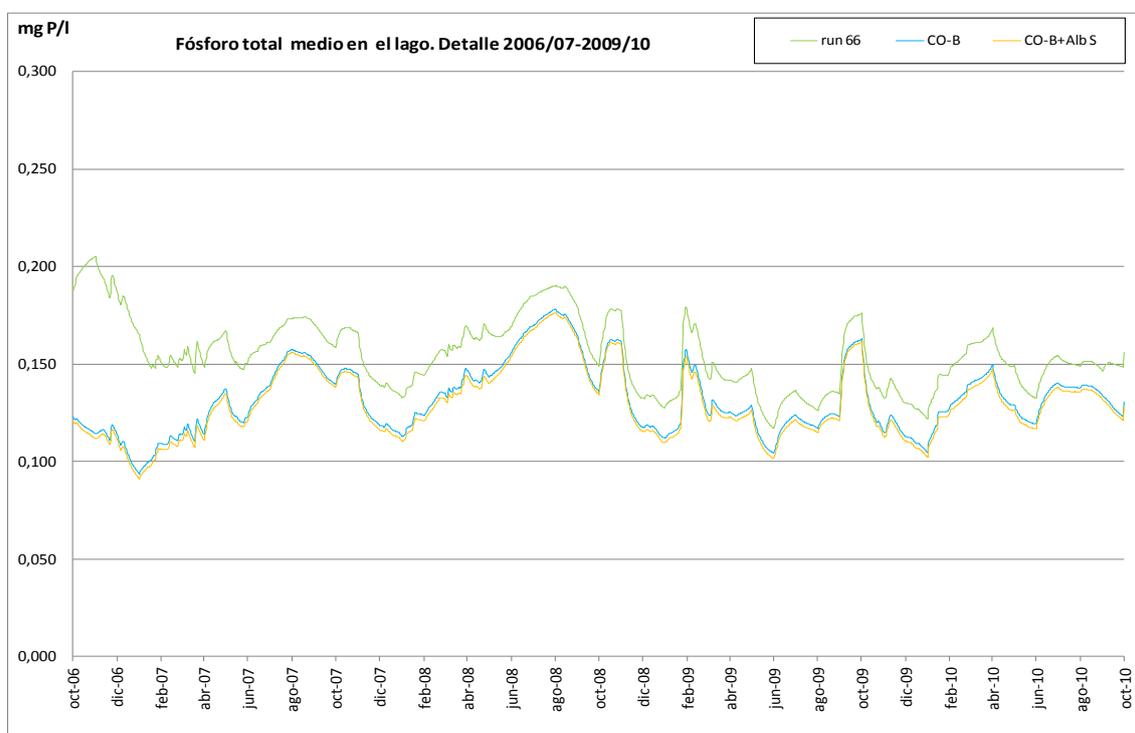


Figura 16. Detalle de la dinámica temporal de la concentración media de fósforo total en el lago, en el periodo comprendido entre los años hidrológicos 2006/07-2009/10, para el escenario A SUR.

Al igual que en el caso de la clorofila-a, se observa que en el periodo anterior al año hidrológico 2005/2006 no hay variaciones entre las simulaciones CO-B y A SUR, confirmándose la correcta construcción de las series de entrada y el adecuado funcionamiento del modelo. A partir de 2005/2006 sí se observan diferencias, aunque en la figura anterior se muestra un detalle **a partir de 2006/2007**, por tratarse del periodo de calibración y de análisis de escenarios del modelo de calidad de aguas del lago de l'Albufera. En este último periodo **se observa un porcentaje de descenso relativamente constante a lo largo de toda la serie**, contrariamente a lo observado en el caso de la concentración de clorofila-a, que se ve influenciada por gran número de factores ambientales resultando por tanto menos conservativa.

A pesar de ello, como se extrae de las tablas adjuntas, **la reducción de concentración de fósforo total medio para el lago es muy discreta, de entorno a 3 µg/l, o un 2,3 %, aunque como se ha visto es suficiente como para que se note un efecto sobre la concentración media global de la clorofila-a**. Esto pone de manifiesto el interés que supone este tipo de actuaciones, que presentan un importante valor para mejorar el ambiente ecológico del lago. **Esta reducción es homogénea entre zonas del lago. Además, supone un pequeño paso más para el acercamiento al umbral objetivo, situándonos en 129 µg/l, es decir, justo en el límite superior establecido como umbral entre el buen potencial ecológico y el potencial ecológico moderado.**

En cuanto a los máximos, se producen también descensos muy discretos, de entorno a 3 µg/l.

Tabla 35. Tabla de concentraciones de fósforo total por año y estación, para los subescenarios de calibración, CO-B y A SUR. Se indican, para cada estación, los valores medios anuales, el valor medio para el periodo, y el máximo de las medias del mismo. Se indican adicionalmente los mismos parámetros para el lago, tanto en valores medios (obtenidos como media de las 7 estaciones e indicado como "Media estaciones"), como para los valores máximos (obtenidos como el máximo de la media de las 7 estaciones e indicado como "máximo de la media de las estaciones").

FÓSFORO TOTAL RATIO_MED (mg/l)	A1			A2			A3		
	CO-B	CO-B+Alb S	run 66	CO-B	CO-B+Alb S	run 66	CO-B	CO-B+Alb S	run 66
2006/2007	0,116	0,113	0,155	0,153	0,152	0,205	0,122	0,120	0,162
2007/2008	0,131	0,129	0,149	0,182	0,180	0,203	0,140	0,138	0,158
2008/2009	0,117	0,114	0,132	0,165	0,164	0,183	0,125	0,123	0,140
2009/2010	0,117	0,114	0,133	0,167	0,165	0,188	0,124	0,122	0,142
media	0,120	0,117	0,142	0,167	0,165	0,195	0,128	0,125	0,151
máximo	0,131	0,129	0,155	0,182	0,180	0,205	0,140	0,138	0,162

FÓSFORO TOTAL RATIO_MED (mg/l)	B1			B2			C1			C2		
	CO-B	CO-B+Alb S	run 66									
2006/2007	0,118	0,115	0,158	0,131	0,129	0,174	0,118	0,115	0,157	0,118	0,116	0,156
2007/2008	0,135	0,132	0,153	0,152	0,150	0,171	0,134	0,131	0,152	0,135	0,133	0,151
2008/2009	0,120	0,117	0,135	0,136	0,134	0,152	0,120	0,117	0,134	0,120	0,118	0,133
2009/2010	0,120	0,117	0,137	0,137	0,135	0,154	0,120	0,117	0,135	0,119	0,117	0,133
media	0,123	0,120	0,146	0,139	0,137	0,163	0,123	0,120	0,145	0,123	0,121	0,143
máximo	0,135	0,132	0,158	0,152	0,150	0,174	0,134	0,131	0,157	0,135	0,133	0,156

FÓSFORO TOTAL RATIO_MED (mg/l)	MEDIA ESTACIONES			MÁXIMO DE LA MEDIA ESTACIONES		
	CO-B	CO-B+Alb S	run 66	CO-B	CO-B+Alb S	run 66
2006/2007	0,125	0,123	0,167	0,158	0,156	0,205
2007/2008	0,144	0,142	0,162	0,178	0,176	0,190
2008/2009	0,129	0,127	0,144	0,163	0,161	0,179
2009/2010	0,129	0,127	0,146	0,163	0,162	0,176
media	0,132	0,129	0,155	0,165	0,164	0,188
máximo	0,144	0,142	0,167	0,178	0,176	0,205

Tabla 36. Tabla de diferencia incremental de las concentraciones de fósforo total para el lago, para los subescenarios CO-B y A SUR. La diferencia incremental se estima como la diferencia entre las concentraciones de Run 66 y CO-B, y entre A SUR y CO-B, respectivamente.

	DIFERENCIA INCREMENTAL ENTRE ESCENARIOS (mg P/l)	
	CO-B	A SUR
2006/2007	0,031	0,002
2007/2008	0,011	0,002
2008/2009	0,010	0,002
2009/2010	0,008	0,002
media	0,015	0,002
máximo	0,012	0,002

Para completar este análisis, en el apéndice anexo al presente informe se presentan los detalles de las dinámicas obtenidas en cada estación de control de calidad del lago, para los hidrológicos 2006/07 a 2009/10.

4.2. ESCENARIOS HIPOTÉTICOS O DE MÁXIMA REDUCCIÓN

4.2.1. Escenarios PI

El objeto de estos escenarios es determinar el porcentaje de reducción de la clorofila-a y del fósforo total en el lago en el caso hipotético de que se construya un humedal artificial de flujo subsuperficial para el tratamiento de los efluentes de la EDAR de Pinedo, con una capacidad máxima de tratamiento de 31,6 hm³/año (1m³/s). Con la finalidad de poder establecer una curva de caudal tratado frente a porcentaje de reducción de ambos parámetros, se simulan también los casos en los que el humedal artificial presente una capacidad máxima de 0,5 y de 0,25 m³/s, respectivamente. Dentro de esta línea de reutilización ambiental, todo lo que exceda de estos caudales máximos teóricos se considerará retorno directo desde la EDAR al lago, de calidad muy inferior a la que se presentará a la salida del humedal artificial, sobre todo en materia de fósforo total.

A diferencia del humedal artificial de Albufera sur, en un humedal de flujo subsuperficial no se genera clorofila-a, por lo que se asume que la concentración de salida del humedal artificial de Pinedo no es significativa, igualándola a cero. Aún así, esta es una simplificación que no puede hacerse extensible al caso en que se reciban aguas cargadas de clorofila-a, por ejemplo, aguas procedentes del lago; en este caso sí debería considerarse un mínimo de clorofila-a a la salida, ya que la eficiencia de reducción no es del 100%.

El año de comienzo de inclusión del filtro verde será el 2006/07, dado que el a partir de este momento cuando el caudal de entrada de Pinedo al parque aumenta notablemente, de modo que evitamos modificar los balances hídricos históricos. Como se ha expuesto anteriormente, el humedal artificial estará en funcionamiento sólo en los meses en los que no hay demanda agrícola desde el arrozal.

A continuación se muestra un análisis detallado de los resultados obtenidos, incluyendo las curvas de caudal tratado frente a clorofila-a y fósforo total.

4.2.1.1. Concentración resultante de clorofila-a en el lago

En primer lugar se adjuntan las dinámicas temporales medias obtenidas a partir de los resultados de las 7 estaciones, para los tres subescenarios simulados, el escenario A Sur y el escenario de calibración. Como en escenarios anteriores se visualizan para ambos periodos temporales: 1995/2010 y 2006/2010.

Según se deduce de la observación del periodo 1995/96-2005/06, el modelo está funcionando correctamente, ya que no hay diferencias entre las 4 series: A SUR, PI-100, PI-50 y PI-25. Las diferencias entre ellas se observan una vez incorporados los cambios en las series de reutilización ecológica, en que se desvía cierto caudal al humedal artificial.

Viendo el detalle para el periodo 2006/07-2009/10, hay cambios apreciables en las concentraciones de clorofila-a a lo largo de toda la serie, siendo éstos menos evidentes en los momentos en los que se producen los mínimos de clorofila-a. **Las reducciones en los niveles de clorofila-a son importantes desde el subescenario en el que se desvían 0,25 m³/s al humedal artificial, lo que evidencia la importante influencia que presentan los aportes de Pinedo sobre la calidad global del lago.**

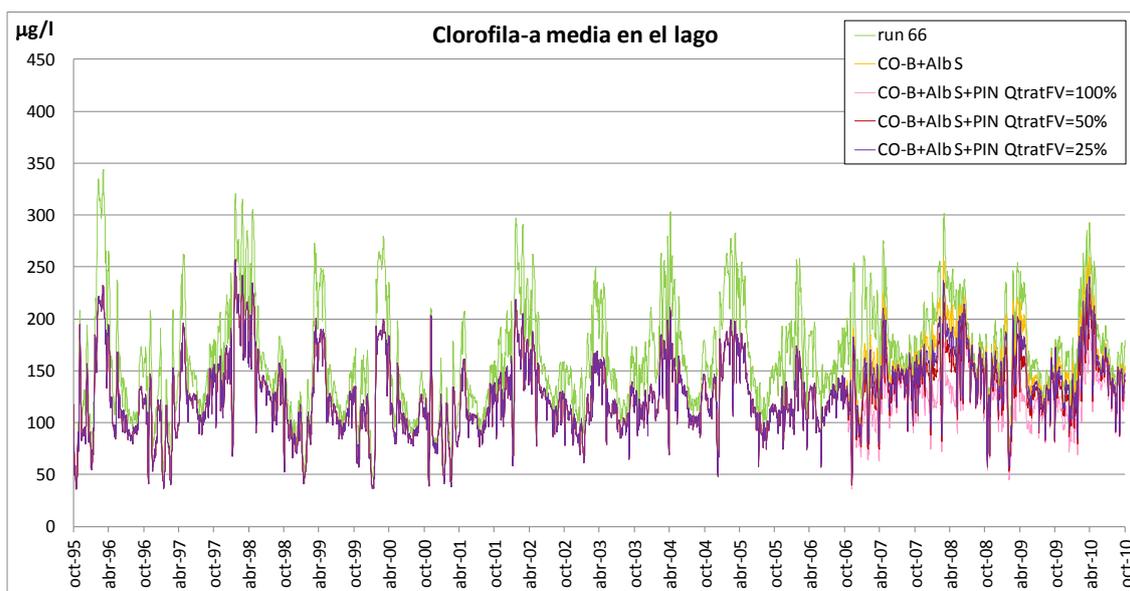


Figura 17. Dinámica temporal de la concentración media de clorofila-a en el lago, en el periodo comprendido entre los años hidrológicos 1995/96-2009/10, para los subescenarios PI.

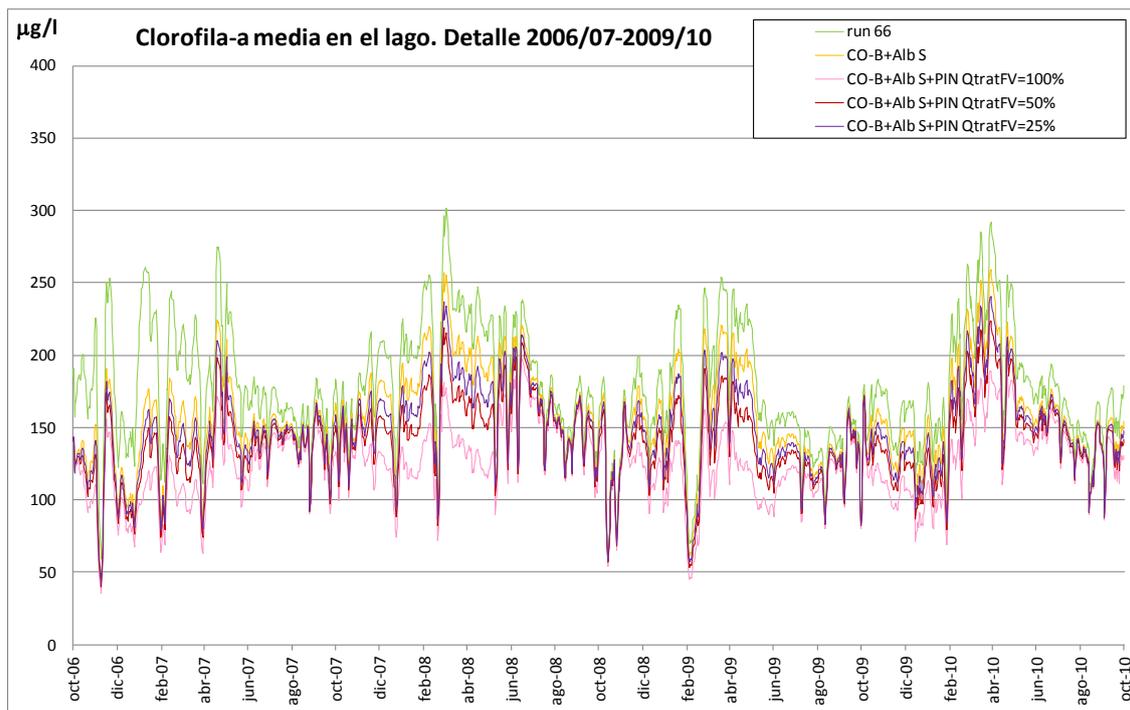


Figura 18. Detalle de la dinámica temporal de la concentración media de clorofila-a en el lago, en el periodo comprendido entre los años hidrológicos 2006/07-2009/10, para los subescenarios PI.

A la vista de la figura de detalle, se puede afirmar que hay una tendencia prácticamente lineal en la reducción de los valores de clorofila-a medios en el lago, de un subescenario al siguiente. Esto puede extraerse además del análisis de las tablas que se adjuntan a continuación, en las que se indican las concentraciones medias para los escenarios de calibración y A SUR, de manera adicional a los escenarios PI-25, PI-50 y PI-100.

La reducción media de clorofila-a para el escenario PI-25, con respecto al de A SUR es de 8-9 µg/l, tanto para las medias de las medias, como para la media de los máximos, siendo sin duda un descenso significativo. En el caso de la media de las medias la reducción supone un 5,8 %. **El subescenario PI-50 supone un descenso adicional de las concentraciones medias de otros 7-9 µg/l**, con lo que con respecto a A SUR supone una mejoría de unos 15-18 µg/l o una reducción de un 10,3 %. Comparando con la situación de partida, es decir, con el escenario de calibración, se reducirían en total unos 40 µg/l, lo que supone aproximadamente un descenso del 23% para el citado periodo (2006/07-2009/10).

Por último, **el escenario PI-100 supone un descenso adicional de las concentraciones medias del lago de otros 15 µg/l**, con lo que en el caso hipotético en el que pudieran tratar los efluentes de la EDAR de Pinedo a una razón de 1m³/s, en los meses en los que no hay demanda, se podría descender las concentraciones en el lago a una media de unos 125 µg/l, respecto de los 156 µg/l que presentaría con las medidas de mejora asociadas al colector oeste y a Albufera Sur. Esto supondría un descenso medio de unos 31 µg/l o de un 19,9 %, siempre **según la modelización obtenida**, y de 36 µg/l en el caso de los valores máximos.

A pesar de estos descensos, el lago presentaría, según los resultados obtenidos, un estado lejano al de buen potencial ecológico, al menos en lo que a concentración de clorofila-a se refiere.

Tabla 37. Tabla de concentraciones de clorofila-a por año y estación, para los subescenarios de calibración, A SUR y PI-100, PI-50 y PI-25. Se indican, para cada estación, los valores medios anuales, el valor medio para el periodo, y el máximo de las medias del mismo. Se indican adicionalmente los mismos parámetros para el lago, tanto en valores medios (obtenidos como media de las 7 estaciones e indicado como "Media estaciones"), como para los valores máximos (obtenidos como el máximo de la media de las 7 estaciones e indicado como "máximo de la media de las estaciones").

CLOROFILA-A RATIO_MED (µg/l)	A1					A2				
	CO-B+Alb S	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=100%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=50%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=25%	run 66	CO-B+Alb S	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=100%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=50%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=25%	run 66
2006/2007	137	110	123	129	181	168	136	153	161	201
2007/2008	166	128	147	156	190	203	164	185	193	218
2008/2009	142	109	125	133	161	166	131	150	158	180
2009/2010	147	118	132	139	170	191	162	177	184	206
media	148	116	132	139	175	182	148	166	174	201
máximo	166	128	147	156	190	203	164	185	193	218

CLOROFILA-A RATIO_MED (µg/l)	A3					B1				
	CO-B+Alb S	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=100%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=50%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=25%	run 66	CO-B+Alb S	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=100%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=50%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=25%	run 66
2006/2007	163	132	147	154	205	129	105	116	122	166
2007/2008	195	154	174	184	217	156	122	138	146	176
2008/2009	161	125	143	151	180	134	105	119	126	151
2009/2010	179	148	163	171	201	140	114	126	133	160
media	174	140	157	165	201	140	111	125	132	163
máximo	195	154	174	184	217	156	122	138	146	176

CLOROFILA-A RATIO_MED (µg/l)	B2					C1				
	CO-B+Alb S	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=100%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=50%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=25%	run 66	CO-B+Alb S	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=100%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=50%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=25%	run 66
2006/2007	146	119	133	139	178	125	102	113	119	159
2007/2008	180	144	162	171	196	150	119	134	142	169
2008/2009	152	120	136	144	166	131	103	117	123	146
2009/2010	166	139	153	159	182	137	112	124	130	154
media	161	131	146	153	181	136	109	122	128	157
máximo	180	144	162	171	196	150	119	134	142	169

CLOROFILA-A RATIO_MED (µg/l)	C2				
	CO-B+Alb S	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=100%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=50%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=25%	run 66
2006/2007	133	109	121	126	163
2007/2008	167	133	150	158	184
2008/2009	142	114	128	135	156
2009/2010	151	125	138	144	167
media	148	120	134	141	168
máximo	167	133	150	158	184

CLOROFILA-A RATIO_MED (µg/l)	MEDIA ESTACIONES					MÁXIMO DE LA MEDIA ESTACIONES				
	CO-B+Alb S	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=100%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=50%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=25%	run 66	CO-B+Alb S	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=100%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=50%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=25%	run 66
2006/2007	143	116	129	136	179	225	172	198	210	275
2007/2008	174	138	156	164	193	257	197	219	237	302
2008/2009	147	115	131	138	163	220	163	191	204	254
2009/2010	159	131	145	151	177	259	190	224	240	292
media	156	125	140	147	178	240	180	208	223	281
máximo	174	138	156	164	193	259	197	224	240	302

Tabla 38. Tabla de diferencia incremental de las concentraciones de clorofila-a para el lago, para los subescenarios A SUR y PI-100, PI-50 y PI-25. La diferencia incremental se estima como la diferencia entre las concentraciones de Run 66 y A SUR, y entre A SUR y PI-25, A SUR y P-50, y A SUR y PI-100, respectivamente.

	DIFERENCIA INCREMENTAL ENTRE ESCENARIOS (µg/l)			
	A SUR	PIN-100	PIN-50	PIN-25
2006/2007	2	27	14	7
2007/2008	2	36	18	9
2008/2009	2	31	16	8
2009/2010	3	28	14	7
media	2	31	15	8
máximo	2	36	18	9

Realizando una comparativa entre estaciones, **las mayores reducciones se obtienen en las estaciones A2 y A3**, que son las que mayor proximidad presentan a las entradas con mayores cargas de fósforo del sistema (zona de Port de Catarroja a Carrera del Saler), y también a las entradas de la EDAR de Pinedo. En estas estaciones, la concentración media en el lago para el periodo 2006/07-2009/10 **en el escenario PI-100 se reduce, respecto al escenario A SUR, en torno a 35 µg/l, lo que supone un descenso por encima de la media. Las reducciones más bajas se observan en la zona sur (estaciones C1 y C2), con reducciones medias de 27-28 µg/l.** En los escenarios PI-50 y PI-25 las diferencias entre zonas son menos evidentes, presentando por tanto las estaciones unas concentraciones más parecidas entre sí.

Por último, se presenta en el apéndice al presente documento un detalle de las dinámicas obtenidas para cada estación de control de calidad del lago, para el periodo más reciente (años hidrológicos 2006/07 a 2009/10). En dichas dinámicas no se adjunta la del escenario de calibración, para favorecer una mayor claridad gráfica.

4.2.1.2. Concentración resultante de fósforo total en el lago

A continuación se realiza un análisis similar al realizado para la concentración de clorofila-a, aplicado al indicador de concentración de fósforo total. Para empezar el análisis se adjuntan las dinámicas temporales medias de la concentración de fósforo total obtenidas a partir de los resultados de las 7 estaciones, para los escenarios de referencia (calibración y A SUR), y para los tres subescenarios en evaluación, en ambos periodos temporales: 1995/2010 y 2006/2010.

A la vista de la figura siguiente, es destacable el descenso en las concentraciones medias de fósforo total en el lago, prácticamente lineal de un escenario al siguiente. Tal y como puede extraerse de las tablas que se adjuntan más abajo, en las que se muestran las concentraciones medias resultantes para los escenarios de calibración y A SUR y para los escenarios PI-25, PI-50 y PI-100, **la reducción media de fósforo total para el escenario PI-25, con respecto al de A SUR es de 8-9 µgP/l**, correspondiendo el primer valor al descenso respecto a las medias de las medias, y el segundo para la media de los máximos. La reducción en media en el lago es del 6,4 % respecto al escenario A SUR.

El subescenario PI-50 supone un descenso respecto de A SUR próximo a 15-17 µg/l, con lo que supone una mejoría de otros 7-8 µg/l comparando con PI-25. La reducción de este subescenario es del 12 % por comparación con el escenario A SUR.

El escenario PI-100 supone un descenso adicional de las concentraciones medias del lago, respecto PI-50, de otros 15 $\mu\text{g/l}$, con lo que **en el caso hipotético en el que pudieran tratar los efluentes de la EDAR de Pinedo a una razón de $1\text{m}^3/\text{s}$, en los meses en los que no hay demanda, se podría descender las concentraciones en el lago a una media de unos $100\ \mu\text{gP/l}$** , respecto de los $130\ \mu\text{g/l}$ que presentaría con las medidas de mejora asociadas al colector oeste y a Albufera Sur. Esto supondría un descenso neto de unos $30\ \mu\text{g/l}$ o del 22,4 %, siempre **según la modelización obtenida**.

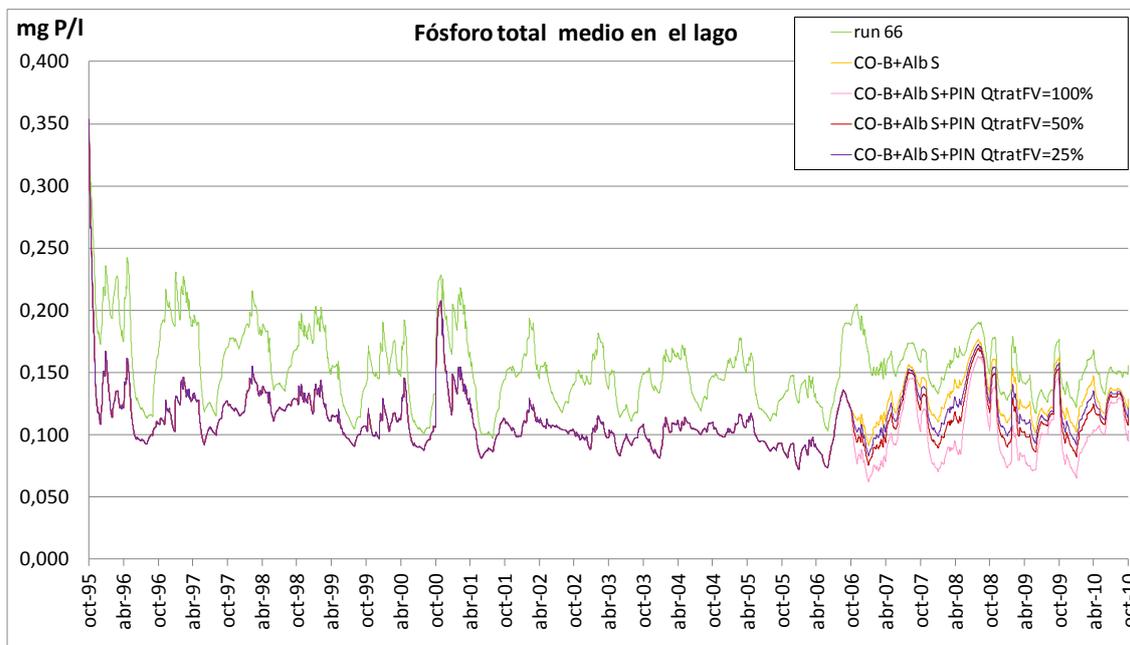


Figura 19. Dinámica temporal de la concentración media de fósforo total en el lago, en el periodo comprendido entre los años hidrológicos 1995/96-2009/10, para los subescenarios PI.

En consecuencia, **un descenso de las cargas de fósforo procedentes de la EDAR de Pinedo es una actuación que favorecería de manera significativa la reducción de la distancia al indicador fósforo total, con respecto al umbral que separaría el potencial moderado del bueno**. De hecho, en la simulación PI-100 se da cumplimiento a dicho objetivo, quedando PI-50 y PI-25 dentro del rango especificado para el buen potencial ecológico, entre 0,10 y 0,13 mgP/l .

Realizando una comparativa entre estaciones, **las mayores reducciones se obtienen en la estación A2, donde se observa un descenso del orden de $40\ \mu\text{g/l}$, bastante por encima de la reducción media en el lago**. Esta reducción se hace más evidente en esta zona al ser la más próxima a las entradas procedentes de Pinedo, y por tanto la zona con mayores concentraciones de fósforo total en el lago. Además, es de gran relevancia por los efectos beneficiosos que podría tener a nivel local.

El resto de estaciones tiene un comportamiento más homogéneo entre sí, de modo que las diferencias entre las medias son mucho menos acusadas, así como su desviación con respecto a la media.

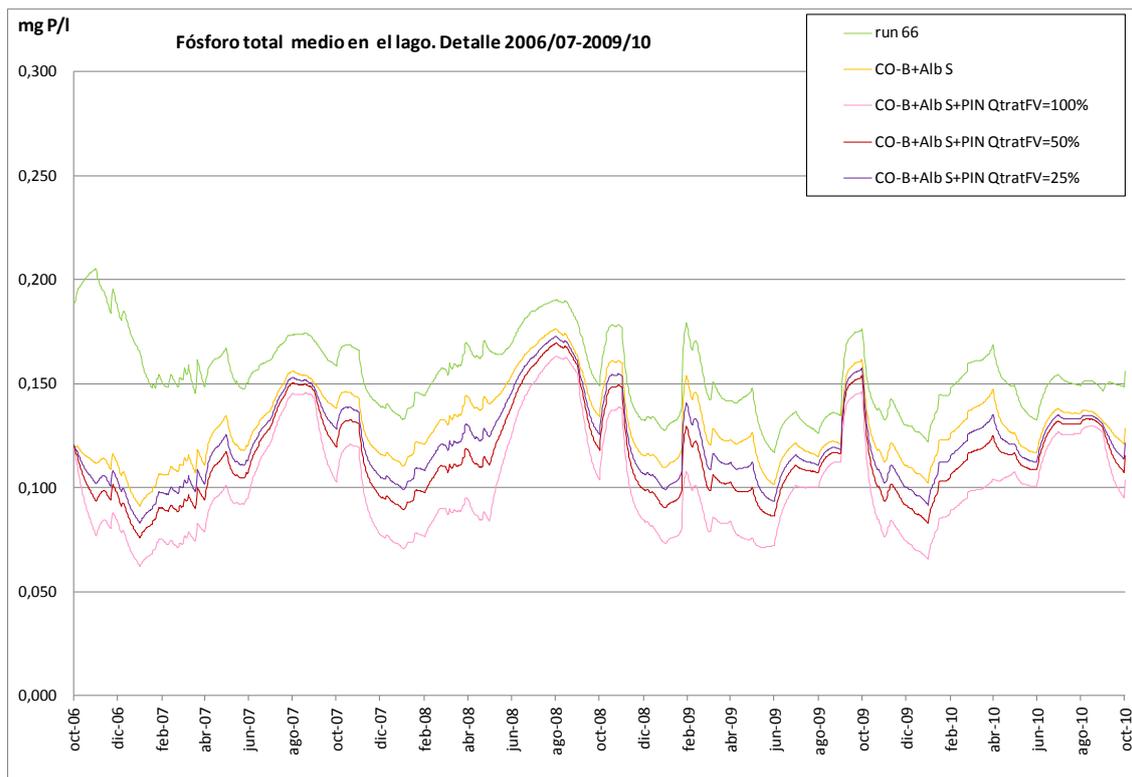


Figura 20. Detalle de la dinámica temporal de la concentración media de fósforo total en el lago, en el periodo comprendido entre los años hidrológicos 2006/07-2009/10, para los subescenarios PI.

Tabla 39. Tabla de concentraciones de fósforo total por año y estación, para los subescenarios de calibración, A SUR y PI-100, PI-50 y PI-25. Se indican, para cada estación, los valores medios anuales, el valor medio para el periodo, y el máximo de las medias del mismo. Se indican adicionalmente los mismos parámetros para el lago, tanto en valores medios (obtenidos como media de las 7 estaciones e indicado como "Media estaciones"), como para los valores máximos (obtenidos como el máximo de la media de las 7 estaciones e indicado como "máximo de la media de las estaciones").

FÓSFORO TOTAL	A1					A2				
	CO-B+Alb S	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=100%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=50%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=25%	run 66	CO-B+Alb S	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=100%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=50%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=25%	run 66
2006/2007	0,113	0,091	0,101	0,107	0,155	0,152	0,113	0,131	0,141	0,205
2007/2008	0,129	0,100	0,113	0,120	0,149	0,180	0,134	0,156	0,167	0,203
2008/2009	0,114	0,088	0,100	0,107	0,132	0,164	0,120	0,141	0,151	0,183
2009/2010	0,114	0,092	0,102	0,108	0,133	0,165	0,127	0,146	0,155	0,188
media	0,117	0,092	0,104	0,110	0,142	0,165	0,124	0,144	0,154	0,195
máximo	0,129	0,100	0,113	0,120	0,155	0,180	0,134	0,156	0,167	0,205

FÓSFORO TOTAL	A3					B1				
	CO-B+Alb S	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=100%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=50%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=25%	run 66	CO-B+Alb S	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=100%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=50%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=25%	run 66
2006/2007	0,120	0,096	0,107	0,113	0,162	0,115	0,093	0,104	0,109	0,158
2007/2008	0,138	0,108	0,122	0,129	0,158	0,132	0,102	0,116	0,123	0,153
2008/2009	0,123	0,096	0,109	0,115	0,140	0,117	0,090	0,103	0,109	0,135
2009/2010	0,122	0,099	0,110	0,115	0,142	0,117	0,094	0,105	0,111	0,137
media	0,125	0,100	0,112	0,118	0,151	0,120	0,095	0,107	0,113	0,146
máximo	0,138	0,108	0,122	0,129	0,162	0,132	0,102	0,116	0,123	0,158

FÓSFORO TOTAL	B2					C1				
	CO-B+Alb S	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=100%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=50%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=25%	run 66	CO-B+Alb S	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=100%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=50%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=25%	run 66
2006/2007	0,129	0,101	0,114	0,121	0,174	0,115	0,093	0,104	0,109	0,157
2007/2008	0,150	0,115	0,132	0,140	0,171	0,131	0,102	0,116	0,123	0,152
2008/2009	0,134	0,101	0,117	0,125	0,152	0,117	0,090	0,103	0,109	0,134
2009/2010	0,135	0,106	0,119	0,126	0,154	0,117	0,094	0,104	0,110	0,135
media	0,137	0,106	0,121	0,128	0,163	0,120	0,095	0,107	0,113	0,145
máximo	0,150	0,115	0,132	0,140	0,174	0,131	0,102	0,116	0,123	0,157

FÓSFORO TOTAL	C2				
	CO-B+Alb S	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=100%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=50%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=25%	run 66
2006/2007	0,116	0,094	0,105	0,110	0,156
2007/2008	0,133	0,103	0,117	0,125	0,151
2008/2009	0,118	0,091	0,104	0,111	0,133
2009/2010	0,117	0,094	0,105	0,110	0,133
media	0,121	0,095	0,108	0,114	0,143
máximo	0,133	0,103	0,117	0,125	0,156

FÓSFORO TOTAL	MEDIA ESTACIONES					MÁXIMO DE LA MEDIA ESTACIONES				
	CO-B+Alb S	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=100%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=50%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=25%	run 66	CO-B+Alb S	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=100%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=50%	CO-B+Alb S+PIN QtratFV=25%	run 66
2006/2007	0,123	0,097	0,109	0,116	0,167	0,156	0,146	0,150	0,153	0,205
2007/2008	0,142	0,109	0,125	0,133	0,162	0,176	0,163	0,170	0,173	0,190
2008/2009	0,127	0,097	0,111	0,118	0,144	0,161	0,146	0,153	0,157	0,179
2009/2010	0,127	0,101	0,113	0,119	0,146	0,162	0,146	0,154	0,157	0,176
media	0,129	0,101	0,114	0,121	0,155	0,164	0,150	0,157	0,160	0,188
máximo	0,142	0,109	0,125	0,133	0,167	0,176	0,163	0,170	0,173	0,205

Tabla 40. Tabla de diferencia incremental de las concentraciones de fósforo total para el lago, para los subescenarios A SUR y PI-100, PI-50 y PI-25. La diferencia incremental se estima como la diferencia entre las concentraciones de Run 66 y A SUR, y entre A SUR y PI-25, A SUR y P-50, y A SUR y PI-100, respectivamente.

	DIFERENCIA INCREMENTAL ENTRE ESCENARIOS (mg/l)			
	A SUR	PIN-100	PIN-50	PIN-25
2006/2007	0,002	0,026	0,013	0,007
2007/2008	0,002	0,033	0,017	0,009
2008/2009	0,002	0,030	0,016	0,008
2009/2010	0,002	0,026	0,014	0,007
media	0,002	0,029	0,015	0,008
máximo	0,002	0,033	0,017	0,009

En apéndice anexo al presente documento se presenta un detalle de las dinámicas obtenidas para cada estación de control de calidad del lago, para el periodo más reciente (años hidrológicos 2006/07 a 2009/10).

4.2.1.3. Curvas de concentración frente a porcentaje de caudal ambiental tratado en humedal artificial

En este apartado se adjuntan las curvas de reducción de las concentraciones medias de clorofila-a y de fósforo total en el lago, frente al porcentaje de caudal ambiental tratado en el humedal artificial de flujo subsuperficial antes de su entrada al lago. Asimismo, se adjunta una tabla resumen de los datos que han sido utilizados para la elaboración de los gráficos.

Las curvas se presentan tanto en valores absolutos de concentración, como en porcentaje de reducción con respecto al escenario A SUR, que sería aquel en el que el porcentaje de caudal a tratar es igual a cero, y se construyen a partir de los resultados obtenidos en los tres subescenarios expuestos en los dos subapartados anteriores.

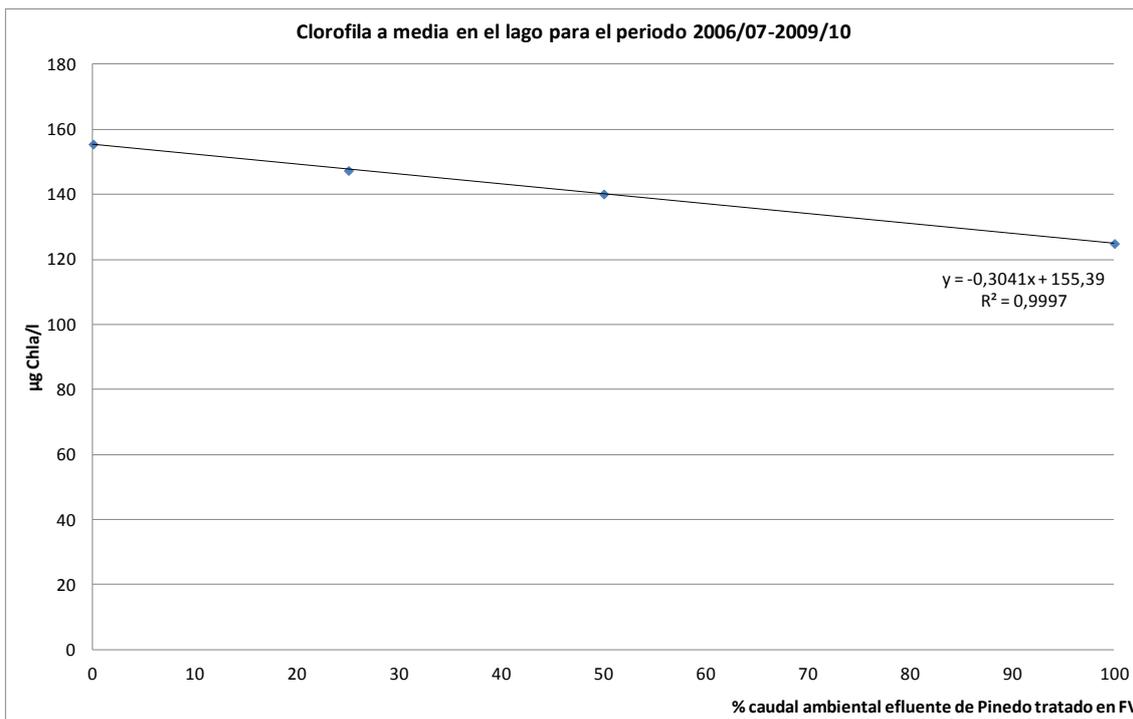


Figura 21. Curva de concentración de clorofila-a frente al porcentaje de caudal ambiental tratado en el humedal artificial de flujo subsuperficial hipotético de Pinedo. Estos porcentajes de caudal ambiental corresponden con un caudal medio anual de 6,84 hm³/a para PI-25, 13,68 hm³/a para PI-50 y 28,6 hm³/a para PI-100, respectivamente.

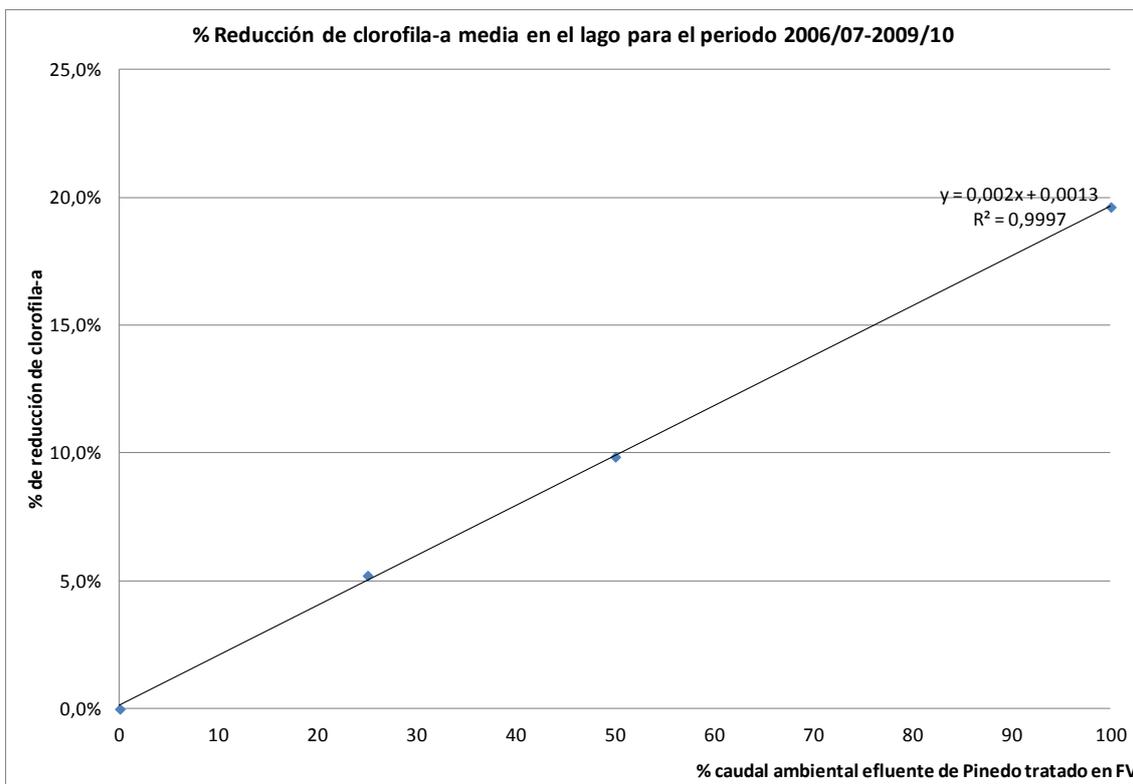


Figura 22. Curva de porcentaje de reducción de la concentración de clorofila-a frente al porcentaje de caudal ambiental tratado en el humedal artificial de flujo subsuperficial hipotético de Pinedo. Estos porcentajes de caudal ambiental corresponden con un caudal medio anual de 6,84 hm³/a para PI-25, 13,68 hm³/a para PI-50 y 28,6 hm³/a para PI-100, respectivamente.

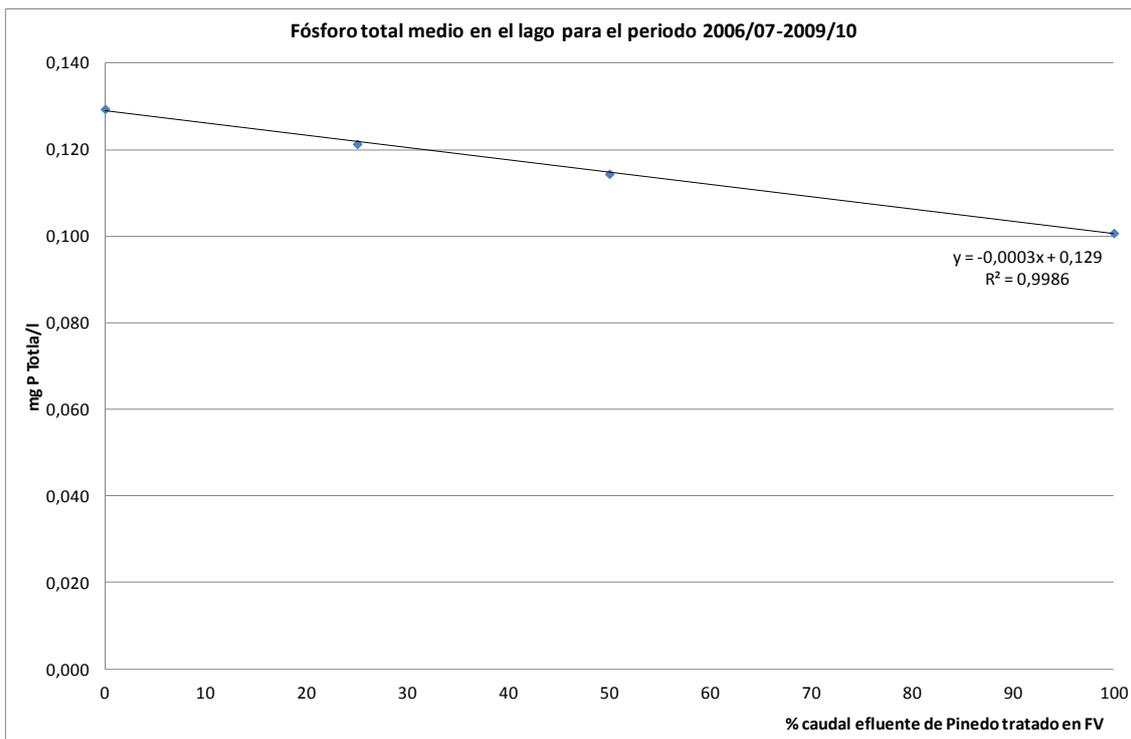


Figura 23. Curva de concentración de fósforo total frente al porcentaje de caudal ambiental tratado en el humedal artificial de flujo subsuperficial hipotético de Pinedo. Estos porcentajes de caudal ambiental corresponden con un caudal medio anual de 6,84 hm³/a para PI-25, 13,68 hm³/a para PI-50 y 28,6 hm³/a para PI-100, respectivamente.

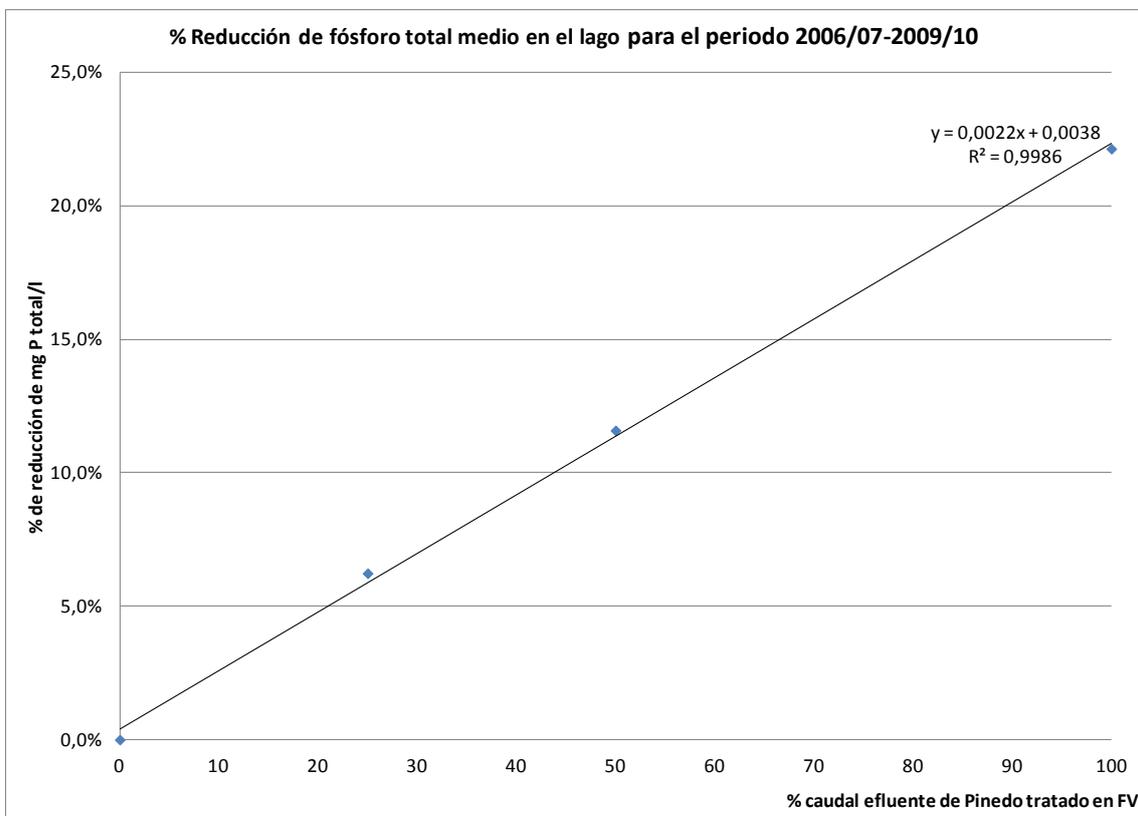


Figura 24. Curva de porcentaje de reducción de la concentración de fósforo total frente al porcentaje de caudal ambiental tratado en el humedal artificial de flujo subsuperficial hipotético de Pinedo. Estos porcentajes de caudal ambiental corresponden con un caudal medio anual de 6,84 hm³/a para PI-25, 13,68 hm³/a para PI-50 y 28,6 hm³/a para PI-100, respectivamente.

Como puede observarse, para ambos parámetros el ajuste es lineal. Los porcentajes de reducción quedarían de la siguiente manera:

Tabla 41. Tablas resumen de las concentraciones y porcentajes de reducción de la concentración de clorofila-a y de fósforo total frente al caudal y porcentaje de caudal ambiental tratado en el humedal artificial de flujo subsuperficial hipotético para los tres subescenarios PI.

% caudal tratado por FV	Caudal medio tratado en FV (hm ³ /a), para el periodo 2006/07-2009/10	% Reducción de clorofila-a media en el lago, respecto a CO-B+A SUR	Concentración de clorofila-a media en el lago (mg P/l) para el periodo 2006/07-2009/10
0	0,00	0,0%	156
25	6,84	5,2%	147
50	13,68	9,9%	140
100	28,60	19,6%	125

% caudal tratado por FV	Caudal medio tratado en FV (hm ³ /a) para el periodo 2006/07-2009/10	% Reducción de fósforo total medio en el lago, respecto a CO-B+A SUR	Concentración de Fósforo total medio en el lago (mg P/l), para el periodo 2006/07-2009/10
0	0,00	0,0%	0,129
25	6,84	6,2%	0,121
50	13,68	11,6%	0,114
100	28,60	22,1%	0,101

La superficie necesaria estimada de humedal artificial para tratar el 100% del caudal sería de unas 111,15 ha, siendo la mitad para tratar el 50% del caudal y una cuarta parte para tratar el 25%.

4.2.2. **Escenarios FV-A y FV-B**

Se ponen a prueba dos tipos posibles de tratamiento hipotéticos, que se van a analizar en apartados independientes. Son los siguientes:

- **Escenarios FV-A:** Filtro verde con tratamiento previo a la entrada del influente al lago de L'Albufera.
- **Escenarios FV-B:** Filtro verde con tratamiento posterior a la entrada del influente al lago de L'Albufera.

Una vez mostrados los principales resultados, se adjuntarán las curvas de concentración y de porcentaje de reducción de la concentración de clorofila-a y de fósforo total frente al porcentaje de caudal ambiental tratado, en ambos tipos de humedales.

4.2.2.1. **Escenarios FV-A**

En estos escenarios, los caudales de entrada al lago pasarán previamente por un humedal artificial hipotético de flujo superficial, de manera que suponga un pre-tratamiento de los mismos antes de su entrada al lago. De esta manera se evita la entrada de buena parte de la carga de nutrientes, tanto de fósforo total como de amonio y nitratos, que ha estado llegando al lago en el escenario A SUR. Se recuerda que este escenario A SUR incluía las mejoras en materia de colector oeste, y que se establece como punto de partida de los escenarios FV.

Aunque se asume que el humedal artificial no produce un empeoramiento de la calidad de los influentes, sí que supone una incorporación de cierta concentración de clorofila-a con respecto a la que llevan las acequias. Esto se debe, como se ha expuesto anteriormente, a que el humedal artificial sería una gran superficie ocupada por una lámina de agua en la que se genera cierta producción primaria.

Por último, se recuerda que no hay modificación en el balance hídrico final.

Con todas estas asunciones y premisas, se simulan tres subescenarios, de los que a continuación se muestra los principales resultados en materia de los indicadores de aplicación. Los tres subescenarios son:

- **Simulación FV-A-100**: el 100% del caudal histórico entrante al lago discurrirá previamente por el humedal artificial.
- **Simulación FV-A-50**: el 50% del caudal histórico entrante al lago discurrirá previamente por el humedal artificial; el otro 50% entrará directamente al lago sin tratamiento previo.
- **Simulación FV-A-25**: el 25% del caudal histórico entrante al lago discurrirá previamente por el humedal artificial; el 75% restante entrará directamente al lago sin tratamiento previo.

4.2.2.1.1 Concentración resultante de clorofila-a en el lago

Como en ocasiones anteriores, se presentan en primer lugar las dinámicas temporales medias obtenidas a partir de los resultados de las 7 estaciones, para los tres subescenarios simulados y para el escenario A SUR, para ambos periodos temporales: 1995/2010 y 2006/2010.

A la vista de las dinámicas, el modelo parece estar funcionando correctamente ya que hay diferencias evidentes entre los 4 escenarios desde el inicio de la serie. Las mayores diferencias entre las series se observan en el tramo final, es decir, en el periodo 2006/07-2009/10, distanciándose de manera evidente la simulación FV-A-100 con respecto a las demás. Este subescenario supone unas concentraciones bastante más bajas que el resto de escenarios en buena parte de la serie.

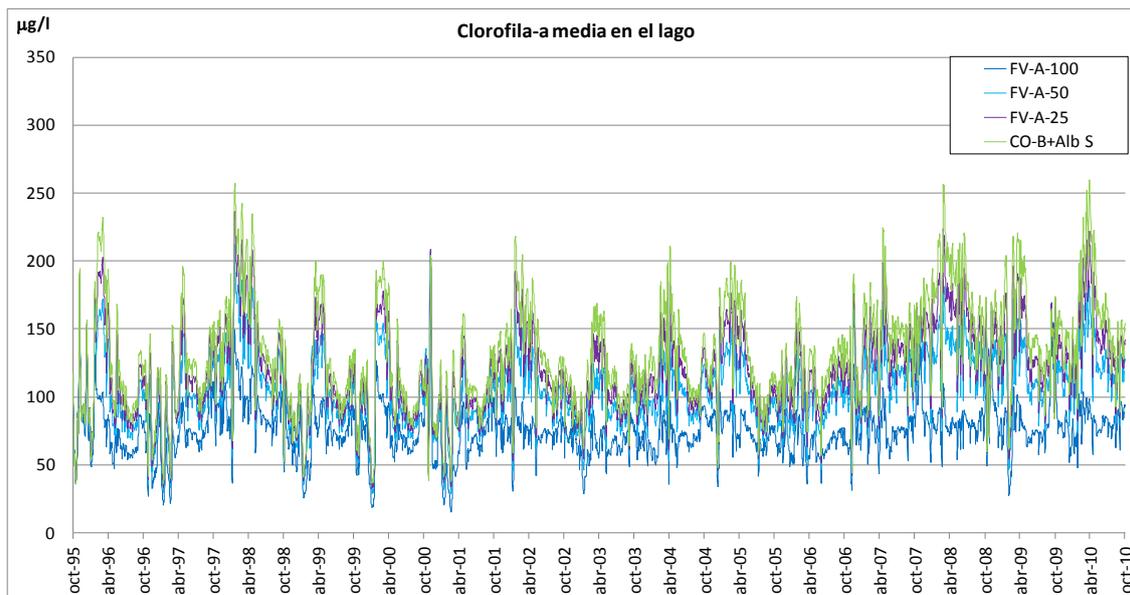


Figura 25. Dinámica temporal de la concentración media de clorofila-a en el lago, en el periodo comprendido entre los años hidrológicos 1995/96-2009/10, para los subescenarios FV-A y A SUR.

Analizando el periodo 2006/07-2009/10, **las reducciones en los niveles de clorofila-a en el subescenario** en el que el 100% del caudal entrante al lago presenta un pretratamiento en el humedal artificial (**FV-A-100**), **son muy elevadas con respecto al Escenario A SUR.**

Como puede deducirse a partir de la observación de la tabla que se adjunta más abajo, los descensos medios para este periodo son **del 48%, alcanzándose valores medios de 80 µg/l.** En comparación con el escenario de calibración, la acumulación de las distintas actuaciones conseguiría, una reducción próxima al 55%. A pesar de ello, no se alcanzaría un buen potencial ecológico en cuanto a este indicador.

La reducción media de clorofila-a para el escenario FV-A-50, con respecto a A SUR es menor, del orden del 21%, suponiendo por tanto un descenso algo inferior al 50% con respecto al que se alcanzaría con el escenario FV-A-100. Esto se traduciría en unas **concentraciones medias en el lago para el citado periodo próximas a 125 µg/l.**

Por último, **el escenario FV-A-25 supondría un descenso en las concentraciones de clorofila-a próximo al 10%,** es decir, a niveles en torno a **140 µg/l.**

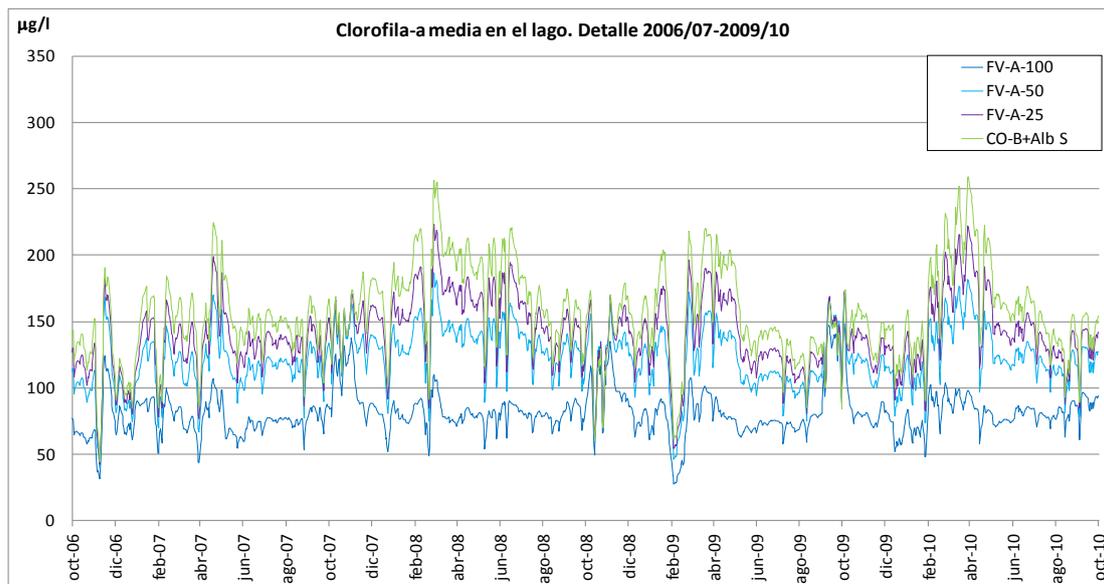


Figura 26. Detalle de la dinámica temporal de la concentración media de clorofila-a en el lago, en el periodo comprendido entre los años hidrológicos 2006/07-2009/10, para los subescenarios FV-A y A SUR.

Tabla 42. Tabla de concentraciones de clorofila-a por año y estación, para los escenarios de calibración, A SUR y FV-A-100, FV-A-50 y FV-A-25. Se indican, para cada estación, los valores medios anuales, el valor medio para el periodo, y el máximo de las medias del mismo. Se indican adicionalmente los mismos parámetros para el lago, tanto en valores medios (obtenidos como media de las 7 estaciones e indicado como "Media estaciones"), como para los valores máximos (obtenidos como el máximo de la media de las 7 estaciones e indicado como "máximo de la media de las estaciones").

CLOROFILA-A RATIO_MED (µg/l)	A1					A2					A3				
	FV-A-100	FV-A-50	FV-A-25	CO-B+Alb S	run 66	FV-A-100	FV-A-50	FV-A-25	CO-B+Alb S	run 66	FV-A-100	FV-A-50	FV-A-25	CO-B+Alb S	run 66
2006/2007	66	103	121	137	181	90	137	155	168	201	80	126	145	163	205
2007/2008	72	121	144	166	190	102	165	186	203	218	88	148	173	195	217
2008/2009	74	108	125	142	161	93	138	154	166	180	84	127	145	161	180
2009/2010	70	109	129	147	170	98	155	175	191	206	85	136	159	179	201
media	71	110	130	148	175	95	149	168	182	201	84	134	156	174	201
máximo	74	121	144	166	190	102	165	186	203	218	88	148	173	195	217

CLOROFILA-A RATIO_MED (µg/l)	B1					B2				
	FV-A-100	FV-A-50	FV-A-25	CO-B+Alb S	run 66	FV-A-100	FV-A-50	FV-A-25	CO-B+Alb S	run 66
2006/2007	67	100	115	129	166	82	119	134	146	178
2007/2008	73	117	137	156	176	93	144	164	180	196
2008/2009	74	105	120	134	151	89	127	141	152	166
2009/2010	71	106	124	140	160	89	134	152	166	182
media	71	107	124	140	163	88	131	148	161	181
máximo	74	117	137	156	176	93	144	164	180	196

CLOROFILA-A RATIO_MED (µg/l)	C1					C2				
	FV-A-100	FV-A-50	FV-A-25	CO-B+Alb S	run 66	FV-A-100	FV-A-50	FV-A-25	CO-B+Alb S	run 66
2006/2007	68	99	112	125	159	80	110	122	132	163
2007/2008	73	115	134	150	169	87	133	151	167	184
2008/2009	75	104	118	131	146	88	120	132	142	156
2009/2010	72	106	122	137	154	86	123	138	151	167
media	72	106	122	136	157	85	121	136	148	168
máximo	75	115	134	150	169	88	133	151	167	184

CLOROFILA-A RATIO_MED (µg/l)	MEDIA ESTACIONES					MÁXIMO DE LA MEDIA ESTACIONES				
	FV-A-100	FV-A-50	FV-A-25	CO-B+Alb S	run 66	FV-A-100	FV-A-50	FV-A-25	CO-B+Alb S	run 66
2006/2007	76	113	129	143	179	124	170	199	225	275
2007/2008	84	135	156	174	193	137	187	224	257	302
2008/2009	82	119	134	147	163	147	172	196	220	254
2009/2010	82	124	143	159	177	149	182	222	259	292
media	81	123	140	156	178	139	178	210	240	281
máximo	84	135	156	174	193	149	187	224	259	302

Tabla 43. Tabla de diferencia de las concentraciones de clorofila-a para el lago, para los FV-A-100, FV-A-50 y FV-A-25. La diferencia se estima como aquella existente entre las concentraciones de A SUR y FV-A-100, A SUR y FV-A-50, y de A SUR y FV-A-25, respectivamente.

	DIFERENCIA RESPECTO A CO-B+Albs ($\mu\text{g/l}$)		
	FV-A-100	FV-A-50	FV-A-25
2006/2007	67	30	14
2007/2008	90	39	18
2008/2009	64	28	13
2009/2010	77	35	16
media	75	33	15
máximo	90	39	18

Realizando una comparativa entre estaciones, **las mayores reducciones se obtienen en las estaciones A2 y A3**, que son las que mayor proximidad presentan a las entradas desde la EDAR de Pinedo y a otras entradas que suponen históricamente entradas importantes de fósforo total (de Port de Catarroja a Carrera del Saler). Estos mayores descensos ya se observaron en los escenarios PINEDO. En estas estaciones la concentración media en el lago para el periodo 2006/07-2009/10 **en el escenario FV-A-100 se reduce**, respecto al escenario A SUR, **en valores próximos a 90 $\mu\text{g/l}$, lo que supone un descenso por encima de la media, situada en torno a 75 $\mu\text{g/l}$.**

Por el contrario, **las reducciones más bajas se observan en la zona sur** (estaciones C1 y C2), al igual que ya sucediera en el caso de los escenarios PI, **con reducciones medias para el periodo en cuestión de 63-64 $\mu\text{g/l}$.**

En los escenarios FV-A-50 y FV-A-25 las diferencias entre zonas son menos evidentes, presentando por tanto las estaciones unas concentraciones más parecidas entre sí. Las reducciones más altas se observan de nuevo en la zona norte (estaciones A1 y A3), para ambos subescenarios.

Por último, en el apéndice de este informe se presenta un detalle de las dinámicas obtenidas para cada estación, para el periodo más reciente (años hidrológicos 2006/07 a 2009/10). En las gráficas del apéndice no se adjunta la dinámica de escenario de calibración, para favorecer una mayor claridad gráfica:

4.2.2.1.2 Concentración resultante de fósforo total en el lago

En cuanto a las dinámicas temporales medias de la concentración de fósforo total obtenidas a partir de los resultados de las 7 estaciones, se observan diferencias apreciables desde el inicio de la serie, lo que concuerda con lo observado en el caso de la clorofila-a.

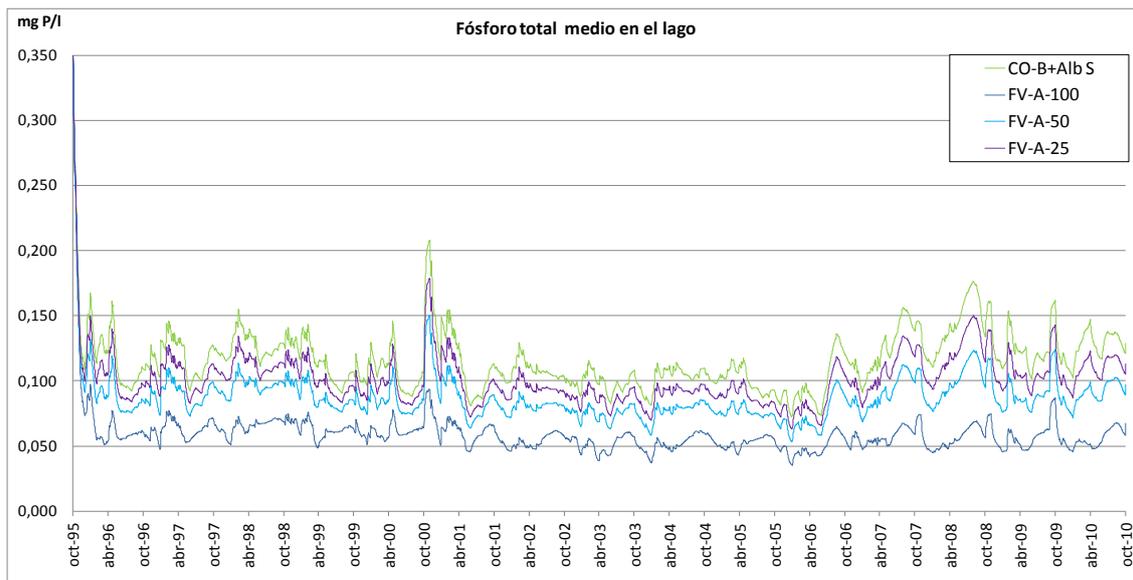


Figura 27. Dinámica temporal de la concentración media de fósforo total en el lago, en el periodo comprendido entre los años hidrológicos 1995/96-2009/10, para los subescenarios FV-A.

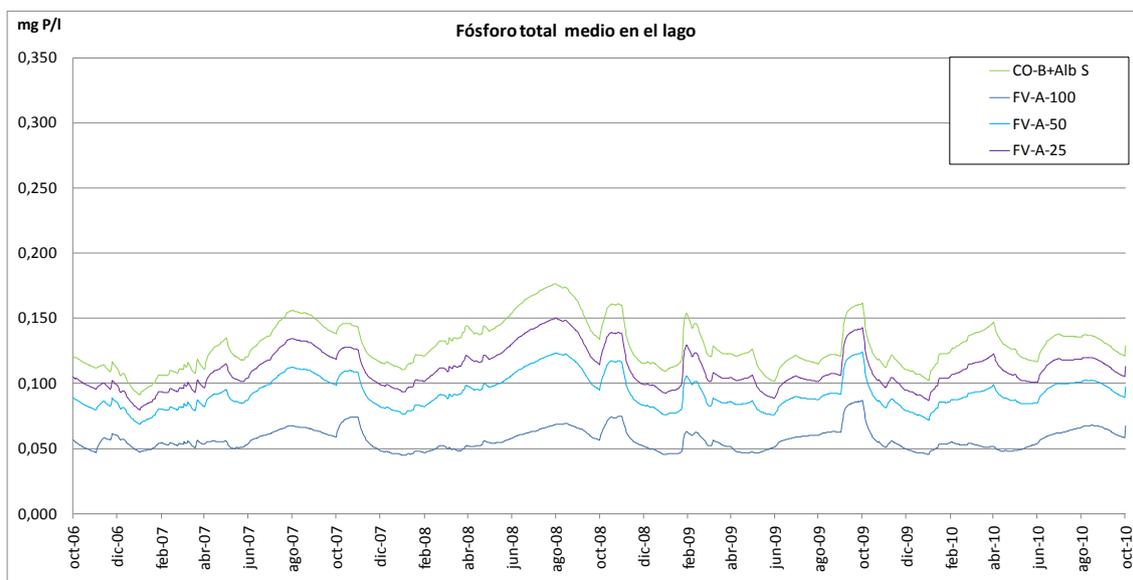


Figura 28. Detalle de la dinámica temporal de la concentración media de fósforo total en el lago, en el periodo comprendido entre los años hidrológicos 2006/07-2009/10, para los subescenarios FV-A.

Como puede observarse en la figura de detalle, **las reducciones en las concentraciones de fósforo total en el lago son destacables, sobre todo en el subescenario FV-A-100, donde queda a lo largo de todo el periodo 2006/07-2009/10 por debajo de 0,1 mg P/l, objetivo marcado para el buen potencial ecológico** (de hecho se mantiene por debajo de 0,1 mg/l a lo largo de toda la serie 1995/96-2009/10). Este subescenario supondría una **reducción de las concentraciones de fósforo total en el lago con respecto al escenario A SUR de en torno a 73 µg P/l, lo que equivale a un descenso próximo al 56%.**

Las reducciones en los subescenarios FV-A-50 y FV-A-25, con respecto al escenario de referencia, se sitúan en unos 37 y 18 µg P/l, correspondiéndose con un porcentaje de reducción de 28,4% y 14,2% respectivamente, y con unas concentraciones medias de

0,093 y de 0,11 mg P/l. Con ello podemos concluir, que **en virtud de las simulaciones realizadas, se daría cumplimiento al umbral establecido como de buen potencial ecológico, para el indicador fósforo total en los tres subescenarios.**

Estos porcentajes son relativamente parecidos a los observados en el caso del indicador de concentración de clorofila-a, aunque se consigue un porcentaje de reducción algo superior en materia de fósforo total.

Realizando una comparativa entre estaciones, **las mayores reducciones se obtienen en las estaciones A2 y B2, donde se observa un descenso de entre 100 y 80 µg P/l en el escenario FV-A-100, por encima de la reducción media en el lago, que se sitúa en 73 µg P/l.** En el resto de estaciones las reducciones son algo inferiores a 70 µg P/l, por lo que no se desvían de manera destacable de los valores medios.

De manera similar, las reducciones en las concentraciones de fósforo total en el lago en el subescenario FV-A-50 son mayores en las estaciones A2 y B2 que en el resto, siendo de aproximadamente 50 y 40 µg P/l, mientras la media de reducción para el lago es de 37 µg P/l. En el resto del lago se sitúan entre 32 y 35 µg P/l.

Aunque en el subescenario FV-A-25 se siguen observando diferencias, son menos destacables que en los subescenarios anteriores, manteniéndose descensos de 25 y 20 µg P/l en A2 y B2 respectivamente, frente a medias para el lago de 18 µg P/l.

Tabla 44. Tabla de concentraciones de fósforo total por año y estación, para los subescenarios de calibración, A SUR y FV-A-100, FV-A-50 y FV-A-25. Se indican, para cada estación, los valores medios anuales, el valor medio para el periodo, y el máximo de las medias del mismo. Se indican adicionalmente los mismos parámetros para el lago, tanto en valores medios (obtenidos como media de las 7 estaciones, e indicado como "Media estaciones"), como para los valores máximos (obtenidos como el máximo de la media de las 7 estaciones, e indicado como "máximo de la media de las estaciones").

FÓSFORO TOTAL RATIO_MED (mg/l)	A1					A2					A3				
	FV-A-100	FV-A-50	FV-A-25	CO-B+Alb S	run 66	FV-A-100	FV-A-50	FV-A-25	CO-B+Alb S	run 66	FV-A-100	FV-A-50	FV-A-25	CO-B+Alb S	run 66
2006/2007	0,052	0,082	0,098	0,113	0,155	0,064	0,107	0,130	0,152	0,205	0,055	0,087	0,104	0,120	0,162
2007/2008	0,052	0,090	0,109	0,129	0,149	0,067	0,123	0,152	0,180	0,203	0,056	0,097	0,117	0,138	0,158
2008/2009	0,053	0,083	0,098	0,114	0,132	0,068	0,115	0,139	0,164	0,183	0,058	0,089	0,106	0,123	0,140
2009/2010	0,051	0,082	0,098	0,114	0,133	0,066	0,115	0,140	0,165	0,188	0,055	0,087	0,105	0,122	0,142
media	0,052	0,084	0,101	0,117	0,142	0,066	0,115	0,140	0,165	0,195	0,056	0,090	0,108	0,125	0,151
máximo	0,053	0,090	0,109	0,129	0,155	0,068	0,123	0,152	0,180	0,205	0,058	0,097	0,117	0,138	0,162

FÓSFORO TOTAL RATIO_MED (mg/l)	B1					B2				
	FV-A-100	FV-A-50	FV-A-25	CO-B+Alb S	run 66	FV-A-100	FV-A-50	FV-A-25	CO-B+Alb S	run 66
2006/2007	0,053	0,084	0,100	0,115	0,158	0,058	0,093	0,111	0,129	0,174
2007/2008	0,053	0,092	0,112	0,132	0,153	0,059	0,104	0,127	0,150	0,171
2008/2009	0,054	0,085	0,101	0,117	0,135	0,060	0,096	0,115	0,134	0,152
2009/2010	0,052	0,084	0,101	0,117	0,137	0,058	0,095	0,115	0,135	0,154
media	0,053	0,086	0,103	0,120	0,146	0,059	0,097	0,117	0,137	0,163
máximo	0,054	0,092	0,112	0,132	0,158	0,060	0,104	0,127	0,150	0,174

FÓSFORO TOTAL RATIO_MED (mg/l)	C1					C2				
	FV-A-100	FV-A-50	FV-A-25	CO-B+Alb S	run 66	FV-A-100	FV-A-50	FV-A-25	CO-B+Alb S	run 66
2006/2007	0,054	0,085	0,100	0,115	0,157	0,059	0,087	0,102	0,116	0,156
2007/2008	0,054	0,093	0,112	0,131	0,152	0,057	0,095	0,114	0,133	0,151
2008/2009	0,055	0,085	0,101	0,117	0,134	0,059	0,087	0,103	0,118	0,133
2009/2010	0,053	0,084	0,100	0,117	0,135	0,056	0,086	0,101	0,117	0,133
media	0,054	0,087	0,103	0,120	0,145	0,058	0,089	0,105	0,121	0,143
máximo	0,055	0,093	0,112	0,131	0,157	0,059	0,095	0,114	0,133	0,156

FÓSFORO TOTAL RATIO_MED (mg/l)	MEDIA ESTACIONES					MÁXIMO DE LA MEDIA ESTACIONES				
	FV-A-100	FV-A-50	FV-A-25	CO-B+Alb S	run 66	FV-A-100	FV-A-50	FV-A-25	CO-B+Alb S	run 66
2006/2007	0,056	0,090	0,106	0,123	0,167	0,068	0,113	0,134	0,156	0,205
2007/2008	0,057	0,099	0,121	0,142	0,162	0,074	0,123	0,150	0,176	0,190
2008/2009	0,058	0,091	0,109	0,127	0,144	0,087	0,124	0,142	0,161	0,179
2009/2010	0,056	0,090	0,109	0,127	0,146	0,087	0,124	0,143	0,162	0,176
media	0,057	0,093	0,111	0,129	0,155	0,079	0,121	0,142	0,164	0,188
máximo	0,058	0,099	0,121	0,142	0,167	0,087	0,124	0,150	0,176	0,205

Tabla 45. Tabla de diferencia de las concentraciones de fósforo para el lago, para los FV-A-100, FV-A-50 y FV-A-25. La diferencia se estima como aquella existente entre las concentraciones de A SUR y FV-A-100, A SUR y FV-A-50, y de A SUR y FV-A-25, respectivamente.

	DIFERENCIA RESPECTO A CO-B+Albs (mg/l)		
	FV-A-100	FV-A-50	FV-A-25
2006/2007	0,066	0,033	0,017
2007/2008	0,085	0,043	0,021
2008/2009	0,069	0,035	0,018
2009/2010	0,071	0,036	0,018
media	0,073	0,037	0,018
máximo	0,084	0,043	0,021

En el apéndice anexo al presente documento se presentan las dinámicas obtenidas por estación, para el periodo más reciente (años hidrológicos 2006/07 a 2009/10).

4.2.2.2. Escenarios FV-B

En los escenarios FV-B, a diferencia de los FV-A, el volumen mensual histórico almacenado en el lago será derivado a un humedal artificial hipotético donde se realizará un post-tratamiento del mismo, y que será posteriormente devuelto al lago. De este modo, no se evita la entrada de las cargas históricas de nutrientes al lago, sino que se post-procesan una vez ya han entrado en éste. No obstante, se consigue un gran descenso de las concentraciones de nutrientes y de clorofila-a (a diferencia de los escenarios FV-A que suponían un aporte adicional), en comparación con la calidad de las entradas.

Es por ello por lo que con estos escenarios el humedal artificial siempre se producirá una mejora de la calidad con respecto a los influentes, incluyendo las concentraciones de clorofila-a, aunque con el inconveniente de que el lago habrá admitido previamente la entrada directa de los aportes a través de las 13 acequias incorporadas en el modelo.

Se recuerda que, al igual que los escenarios anteriores, no hay modificación en el balance hídrico final, puesto que el agua que alimenta el humedal artificial es extraída por las golgas según se ha comentado anteriormente con el fin de mantener los niveles en el lago.

Con todas estas asunciones y premisas, se simulan tres subescenarios, de los que a continuación se muestra los principales resultados en materia de los indicadores que son de aplicación. Estos subescenarios son:

- **Simulación FV-B-100:** el 100% del volumen mensual almacenado en el lago será derivado a un gran humedal artificial hipotético de tipología superficial y posteriormente será devuelto al lago.
- **Simulación FV-B-50:** el 50% del volumen mensual almacenado en el lago será derivado al humedal artificial. El otro 50% restante no será derivado al filtro desde el lago, por lo que en el lago se producirá un balance hídrico entre ambos tipos de caudal, cada mes.
- **Simulación FV-B-25:** el 25% del volumen mensual almacenado en el lago será derivado al humedal artificial. El 75% restante no será derivado al filtro desde el lago, por lo que en el lago se producirá un balance hídrico entre ambos tipos de caudal, cada mes.

4.2.2.2.1 Concentración resultante de clorofila-a en el lago

Tal y como puede observarse en las siguientes figuras, hay una reducción de las concentraciones de clorofila-a en todos los escenarios desde el comienzo de la serie de datos. Aparentemente, **las disminuciones en las concentraciones en el subescenario FV-B-25 serían comparables a las que se producen en el subescenario FV-A-25.** Esto puede comprobarse en las tablas siguientes en las que se observa que las concentraciones medias para el lago en el periodo 2006/07-2009/10, son similares entre sí, de unos **140 µg/l**. Esta concentración equivale a un descenso del orden de 15 µg/l, o lo que es lo mismo, del 9 % con respecto al escenario A SUR.

Por otra parte, el escenario **FV-B-100** permite unas concentraciones medias finales en el lago para el mismo periodo, de $122 \mu\text{g/l}$, lo que equivaldría a lo obtenido a partir de la ejecución del escenario **FV-A-50**, en el que se alcanzan los $123 \mu\text{g/l}$. Este escenario supondría un descenso del orden de $33 \mu\text{g/l}$ respecto del escenario ASUR, lo que equivale a una reducción en porcentaje del 21,8 %.

El escenario **FV-B-50** queda en una situación intermedia entre los dos anteriores, ya que se alcanzan valores medios próximos a $133 \mu\text{g/l}$, con una reducción media equivalente del 14,7 %.

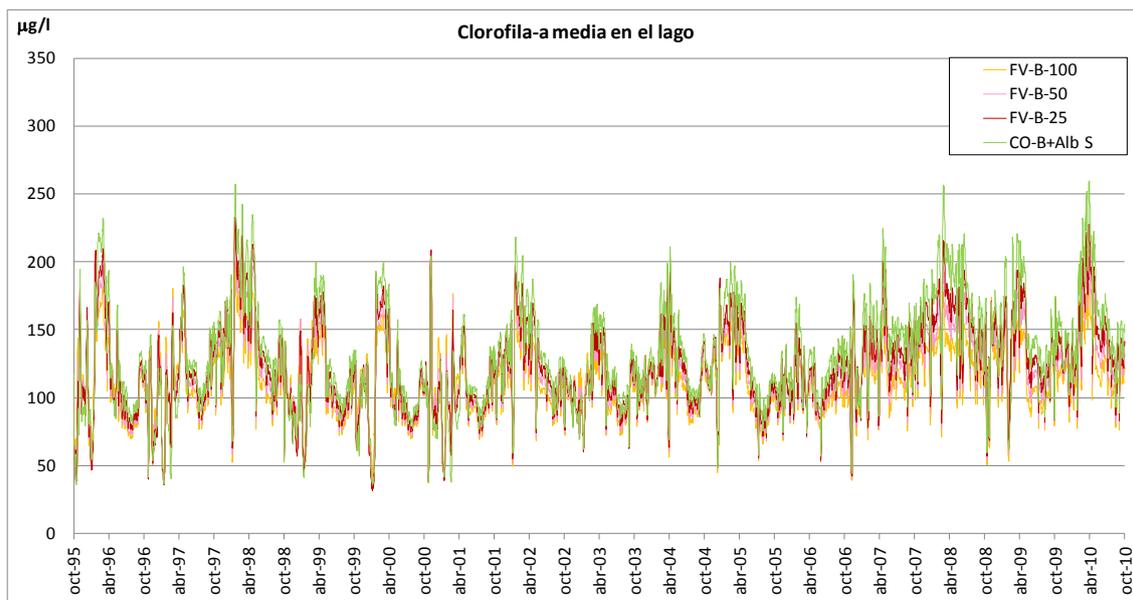


Figura 29. Dinámica temporal de la concentración media de clorofila-a en el lago, en el periodo comprendido entre los años hidrológicos 1995/96-2009/10, para los subescenarios FV-B y A SUR.

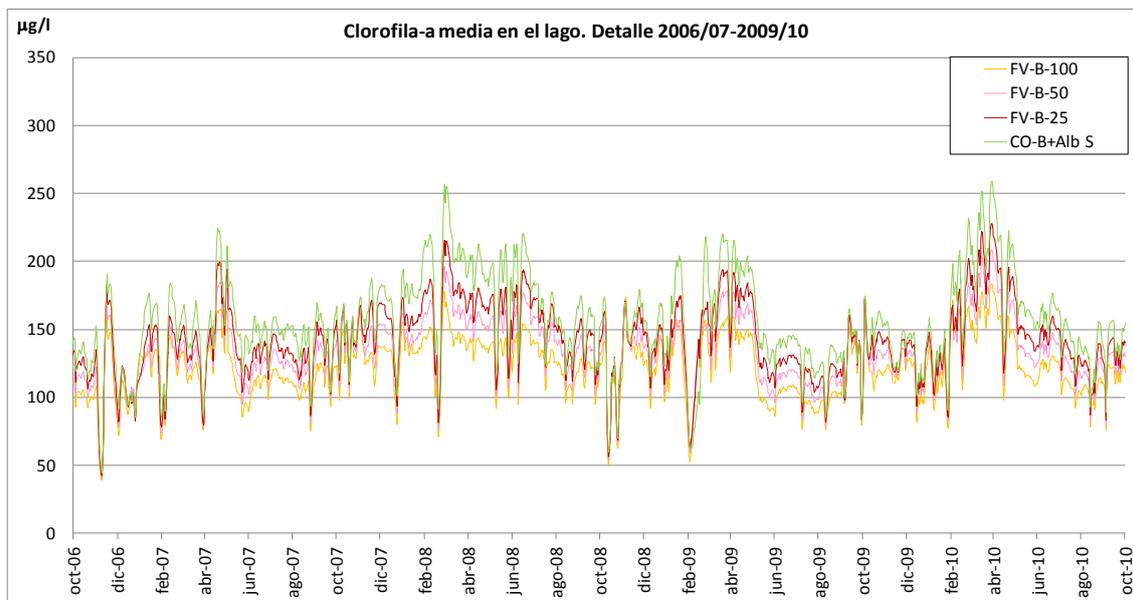


Figura 30. Detalle de la dinámica temporal de la concentración media de clorofila-a en el lago, en el periodo comprendido entre los años hidrológicos 2006/07-2009/10, para los subescenarios FV-B y A SUR.

Tabla 46. Tabla de concentraciones de clorofila-a resultantes por año para los escenarios de calibración, A SUR y FV-A y FV-B. Se indican, para el lago, los valores medios anuales (obtenidos como media de las 7 estaciones), el valor medio para el periodo, y el máximo de las medias del mismo.

CLOROFILA-A RATIO_MED (µg/l)	MEDIA ESTACIONES							
	FV-A-100	FV-A-50	FV-A-25	FV-B-100	FV-B-50	FV-B-25	CO-B+Alb S	run 66
2006/2007	76	113	129	113	123	130	143	179
2007/2008	84	135	156	132	146	157	174	193
2008/2009	82	119	134	119	128	136	147	163
2009/2010	82	124	143	125	136	146	159	177
media	81	123	140	122	133	142	156	178
máximo	84	135	156	132	146	157	174	193

Tabla 47. Tabla de diferencia de las concentraciones de clorofila-a para el lago, para cada escenario FV-A y B con respecto al escenario A SUR.

	DIFERENCIA RESPECTO A CO-B+Albs (µg/l)					
	FV-A-100	FV-A-50	FV-A-25	FV-B-100	FV-B-50	FV-B-25
2006/2007	67	30	14	29	20	12
2007/2008	90	39	18	42	28	17
2008/2009	64	28	13	28	19	11
2009/2010	77	35	16	33	22	13
media	75	33	15	33	22	13
máximo	90	39	18	42	28	17

A la vista de estos resultados se concluye que, con las limitaciones y asunciones asociadas a la modelización matemática, **los humedales artificiales de tipo superficial y de tipología B, que suponen un post-tratamiento de los caudales una vez entran al lago, presentan un beneficio inferior en materia de la calidad final del lago de L'Albufera respecto a los de la tipología A, que suponen un pre-tratamiento de dichos caudales antes de su entrada al lago. Estas conclusiones serían aplicables a caudales de tratamiento considerables, como mínimo por encima del 50% del total de volumen mensual almacenado/total de caudal entrante**, según el caso, ya que como se ha observado, no existen grandes diferencias por debajo de este valor.

El motivo se debe a que **la entrada de cargas de nutrientes, asociada al tiempo de retención del lago, favorece el crecimiento fitoplanctónico. Este crecimiento se vería en parte limitado si se actuase sobre la calidad de los aportes, antes de que entrasen al lago.**

Independientemente de esta comprobación, **ninguno de los escenarios cumple con el objetivo umbral marcado para el indicador clorofila-a.**

4.2.2.2.2 Concentración resultante de fósforo total en el lago

Con lo que respecta al fósforo total en el lago se observa, al igual que con la clorofila-a, una reducción de las concentraciones de fósforo en todos los escenarios desde el comienzo de la serie de datos. En este caso, y en comparación con los escenarios FV-A, se producen reducciones inferiores, siendo respectivamente del orden de 18, 29 y 44 µg/l, para los subescenarios FV-B-25, FV-B-50 y FV-B-100, con respecto al escenario A SUR. Estas reducciones medias suponen en porcentaje un 13,2 %, un 22,5 % y un 33,3 % respectivamente por comparación con dicho escenario de A SUR.

Estos descensos suponen unas concentraciones medias en el lago para el periodo 2006/07-2009/10 de 0,11, 0,10 y 0,09 mg/l, respectivamente, por lo que los valores medios en los tres subescenarios cumplirían el objetivo umbral marcado para el indicador fósforo total.

En comparación con los escenarios FV-A, los subescenarios FV-B-25 y FV-A-25 suponen reducciones similares, alcanzándose concentraciones medias de 0,11 mg P/l, aunque en los subescenarios FV-50 ya se observan diferencias, siendo menor la reducción en el caso del FV-B, y siendo esta diferencia aún más evidente en el caso de FV-100. Es por ello por lo que no se observa la misma correspondencia entre escenarios que la observada en el caso de la clorofila-a.

Independientemente de ello, se vuelve a observar que los humedales superficiales artificiales de tipología B favorecen una menor reducción de las concentraciones en el lago que aquellos con tipología A. Esto se debe, no ya por su menor eficiencia en la reducción de las cargas de nutrientes, sino a dos factores: que la concentración resultante en el lago, una vez se han mezclado ambos tipos de aportes (acequia+salidas del humedal artificial) es superior a la que supondría el tratamiento antes de su entrada al lago; y que estas mayores cargas de nutrientes, unidos a los tiempos de retención, hacen que se favorezca un mayor crecimiento algal en el lago.

Estas conclusiones serían de aplicación a elevados volúmenes de tratamiento. En el caso de la clorofila-a las diferencias empezaban a hacerse más evidentes a volúmenes por encima del 50%, aunque en el caso del fósforo total ya se perciben en el propio escenario FV-B-50/FV-A-50.

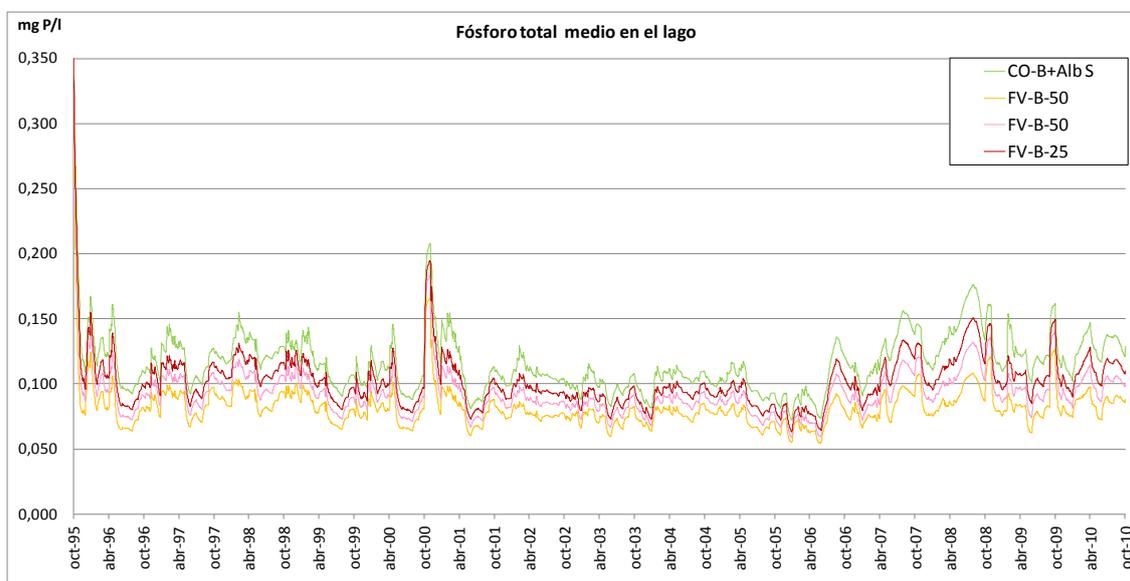


Figura 31. Dinámica temporal de la concentración media de fósforo total en el lago, en el periodo comprendido entre los años hidrológicos 1995/96-2009/10, para los subescenarios FV-B.

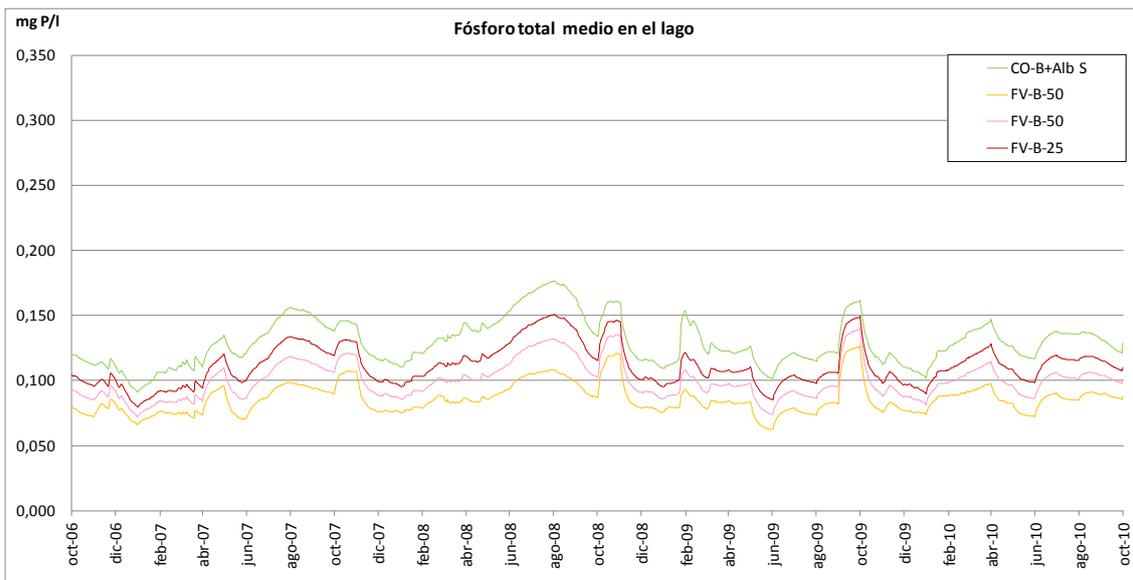


Figura 32. Detalle de la dinámica temporal de la concentración media de fósforo total en el lago, en el periodo comprendido entre los años hidrológicos 2006/07-2009/10, para los subescenarios FV-B.

Tabla 48. Tabla de concentraciones de fósforo total resultantes por año para los escenarios de calibración, A SUR y FV-A y FV-B. Se indican, para el lago, los valores medios anuales (obtenidos como media de las 7 estaciones), el valor medio para el periodo, y el máximo de las medias del mismo.

FÓSFORO TOTAL RATIO_MED (mg/l)	MEDIA ESTACIONES							
	FV-A-100	FV-A-50	FV-A-25	FV-B-100	FV-B-50	FV-B-25	CO-B+Alb S	run 66
2006/2007	0,056	0,090	0,106	0,082	0,095	0,106	0,123	0,167
2007/2008	0,057	0,099	0,121	0,091	0,108	0,121	0,142	0,162
2008/2009	0,058	0,091	0,109	0,086	0,099	0,110	0,127	0,144
2009/2010	0,056	0,090	0,109	0,085	0,099	0,110	0,127	0,146
media	0,057	0,093	0,111	0,086	0,100	0,112	0,129	0,155
máximo	0,058	0,099	0,121	0,091	0,108	0,121	0,142	0,167

Tabla 49. Tabla de diferencia de las concentraciones de clorofila-a para el lago, para cada escenario FV-A y B con respecto al escenario A SUR.

	DIFERENCIA RESPECTO A CO-B+Albs (mg/l)					
	FV-A-100	FV-A-50	FV-A-25	FV-B-100	FV-B-50	FV-B-25
2006/2007	0,066	0,033	0,017	0,041	0,028	0,017
2007/2008	0,085	0,043	0,021	0,051	0,034	0,021
2008/2009	0,069	0,035	0,018	0,041	0,028	0,017
2009/2010	0,071	0,036	0,018	0,041	0,028	0,017
media	0,073	0,037	0,018	0,044	0,029	0,018
máximo	0,084	0,043	0,021	0,051	0,034	0,021

4.2.2.3. Curvas de concentración frente a porcentaje de caudal ambiental tratado en filtro verde

A continuación se adjuntan las curvas de concentración de la clorofila-a y del fósforo total, tanto en dato bruto como en porcentaje de reducción, para los dos grandes periodos de simulación: periodo completo 1995/96-2009/10, y periodo reciente o de calibración, es decir, 2006/07-2009/10. Estas curvas se obtienen a partir de los 6 subescenarios analizados: FB-A y FV-B.

Como puede observarse se trata de relaciones polinómicas de grado 2 con una elevada correlación en el ajuste, ya que los R^2 son muy próximos a la unidad.

También puede observarse que hay pocas diferencias entre las curvas obtenidas para cada parámetro, entre los dos grandes periodos analizados. Las diferencias se observan a nivel de dato de concentración, que son en general menores considerando todo el periodo que el periodo de calibración. Este hecho es evidente y congruente si se observa la simulación de calibración (Run 66), en la que se ve cómo las concentraciones de clorofila-a y de fósforo total en el lago aumentan en este periodo con respecto a la serie histórica anterior. Este aumento está vinculado a los aportes procedentes de la EDAR de Pinedo, que incorporan importantes volúmenes al lago desde el año 2005/2006.

A pesar de obtenerse valores algo más altos de clorofila-a, se estima más representativo el periodo 2006/07-2009/10 por los motivos ya expuestos en el presente documento: es el periodo en el que se ha realizado la calibración, y por tanto en el que mejor ajuste presenta el modelo a la realidad observada; y además es el periodo más próximo a la actualidad, y por tanto el más realista de cara al futuro, como punto de referencia para valorar los distintos escenarios. Con la consideración de este periodo se obtienen resultados más conservadores.

Independientemente de estas diferencias, éstas no suponen variaciones en cuanto al cumplimiento de los objetivos marcados, suponiendo un incumplimiento en todos los escenarios en materia de clorofila-a.

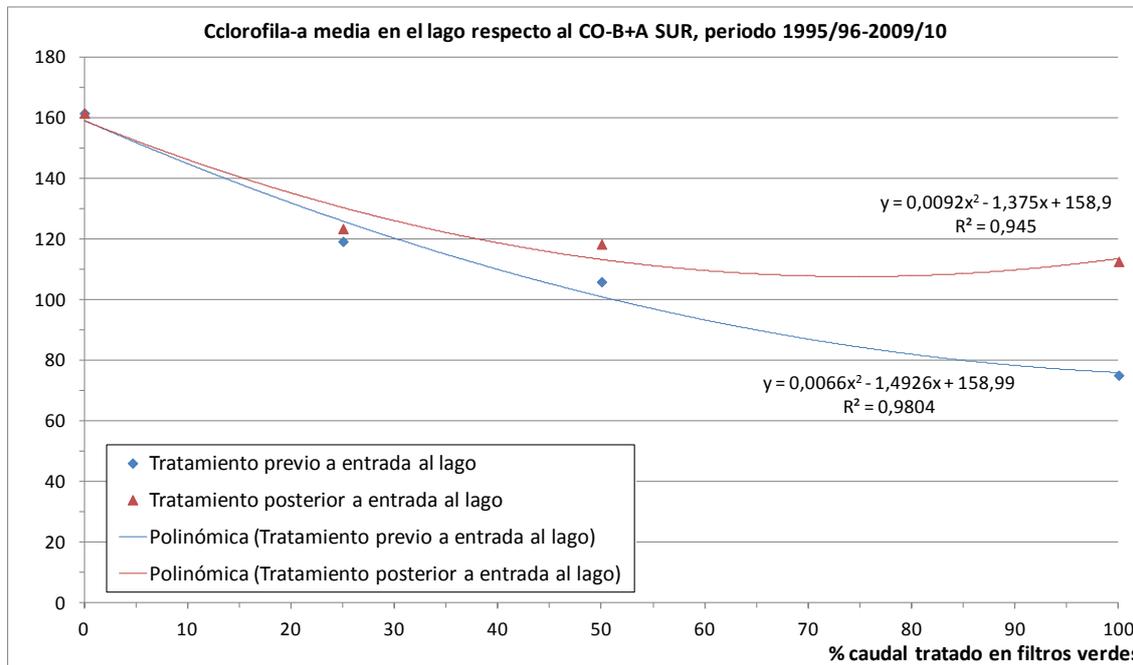


Figura 33. Curvas de concentración de clorofila-a frente al porcentaje de caudal ambiental tratado en el humedal artificial de flujo superficial hipotético, con tratamiento previo y posterior a su entrada en el lago, para el periodo 1995/96-2009/10.

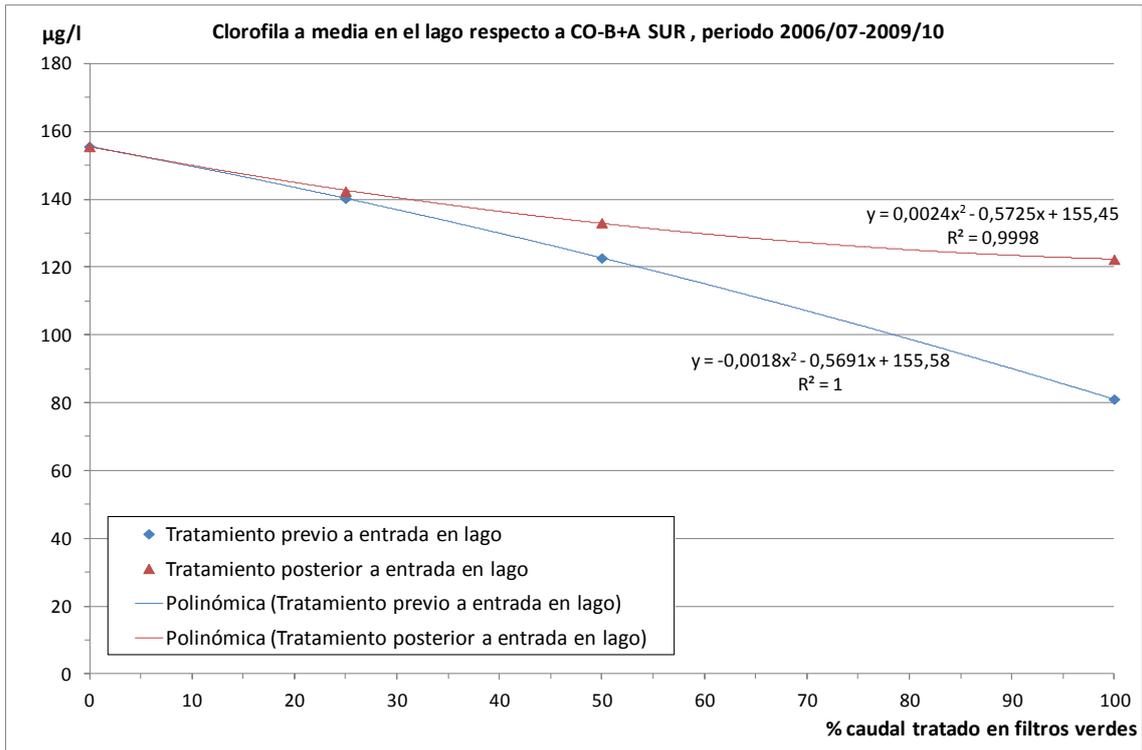


Figura 34. Curvas de concentración de clorofila-a frente al porcentaje de caudal ambiental tratado en el humedal artificial de flujo superficial hipotético, con tratamiento previo y posterior a su entrada en el lago, para el periodo 2006/07-2009/10.

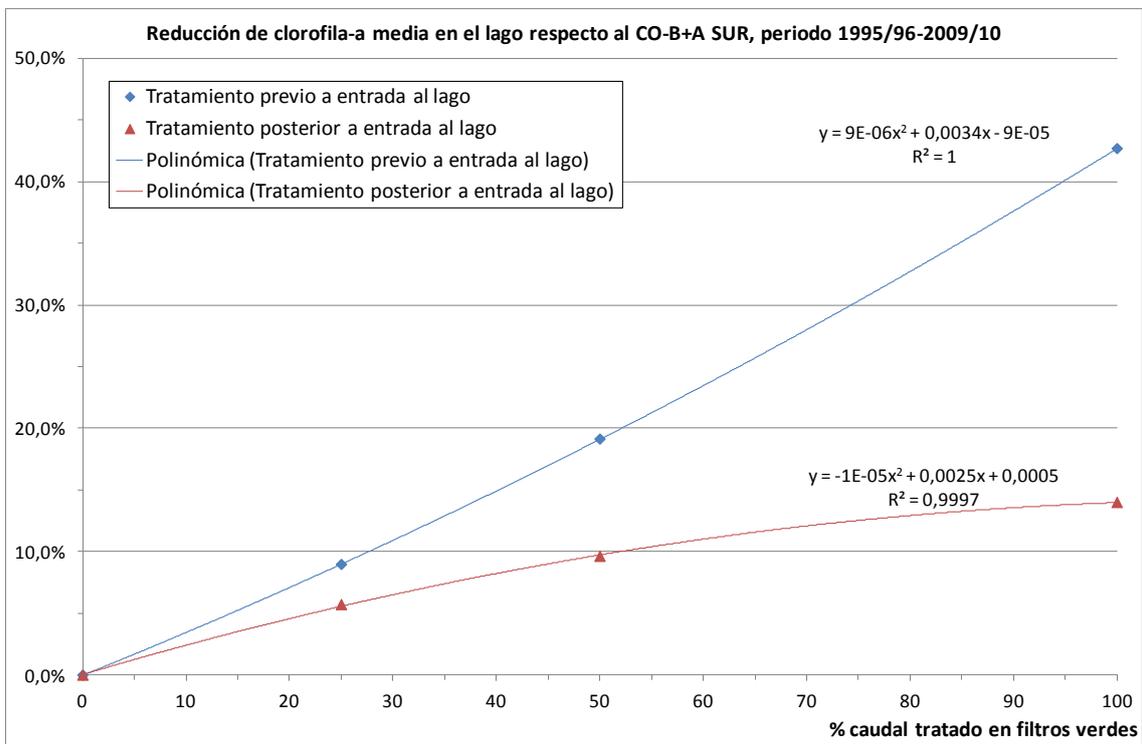


Figura 35. Curva de porcentaje de reducción de la concentración de clorofila-a frente al porcentaje de caudal ambiental tratado en el humedal artificial de flujo superficial hipotético, con tratamiento previo y posterior a su entrada en el lago, para el periodo 1995/96-2009/10.

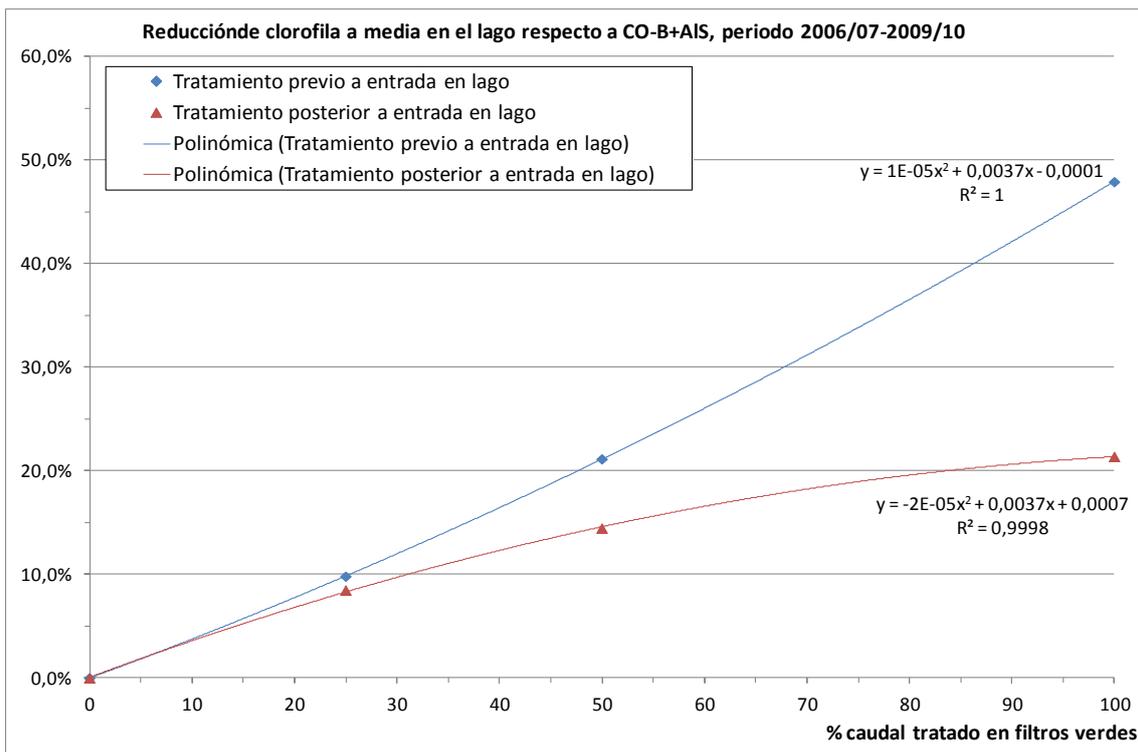


Figura 36. Curva de porcentaje de reducción de la concentración de clorofila-a frente al porcentaje de caudal ambiental tratado en el humedal artificial de flujo superficial hipotético, con tratamiento previo y posterior a su entrada en el lago, para el periodo 2006/07-2009/10.

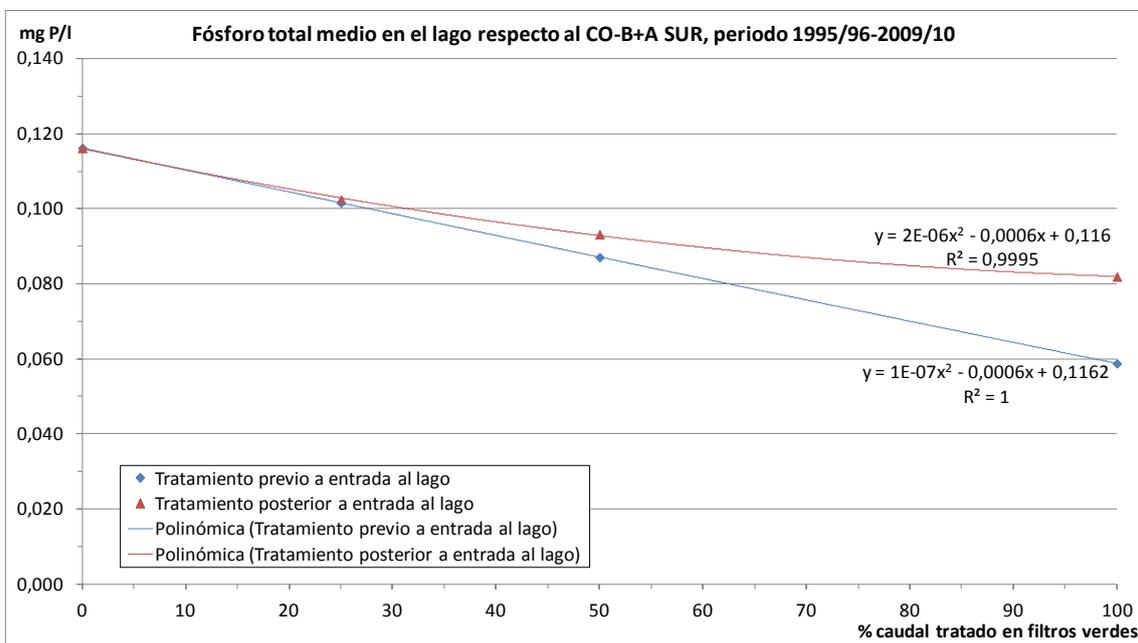


Figura 37. Curva de concentración de fósforo total frente al porcentaje de caudal ambiental tratado en el humedal artificial de flujo superficial hipotético, con tratamiento previo y posterior a su entrada en el lago, para el periodo 1995/96-2009/10.

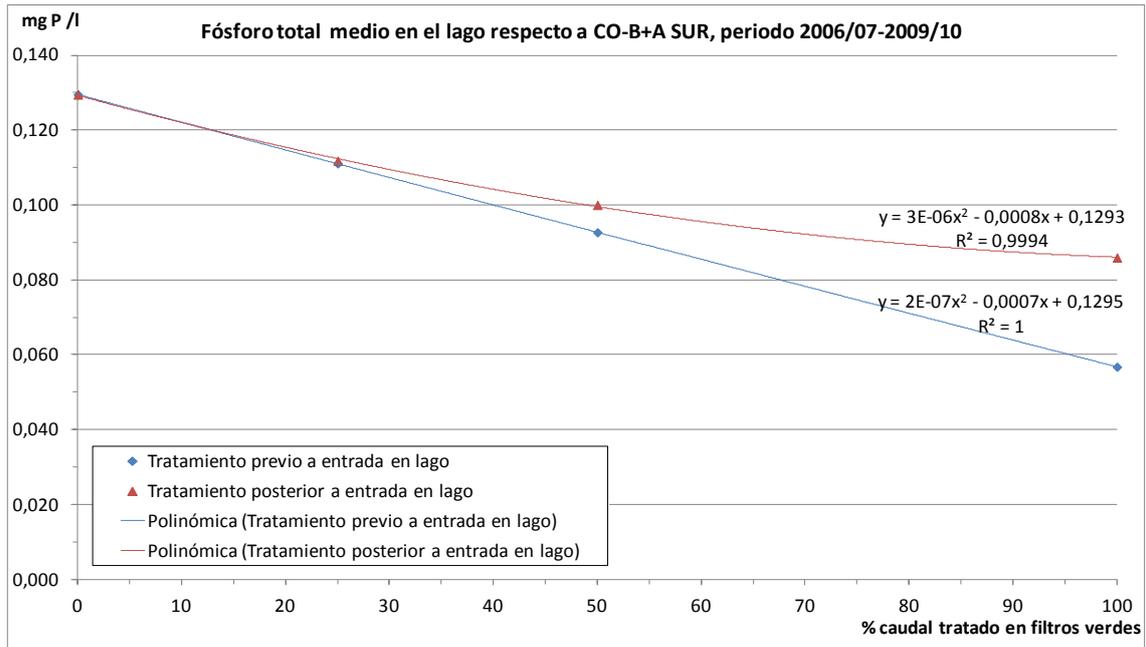


Figura 38. Curva de concentración de fósforo total frente al porcentaje de caudal ambiental tratado en el humedal artificial de flujo superficial hipotético, con tratamiento previo y posterior a su entrada en el lago, para los periodos 1995/96-2009/10 y 2006/07-2009/10.

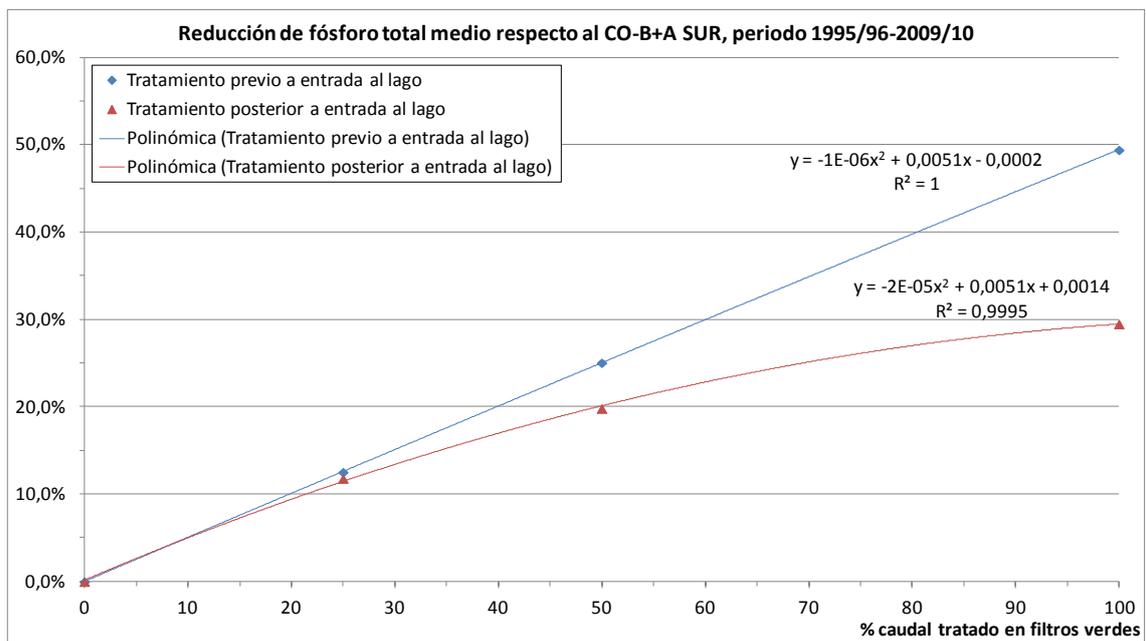


Figura 39. Curva de porcentaje de reducción de la concentración de fósforo total frente al porcentaje de caudal ambiental tratado en el humedal artificial de flujo superficial hipotético, con tratamiento previo y posterior a su entrada en el lago, para el periodo 1995/96-2009/10.

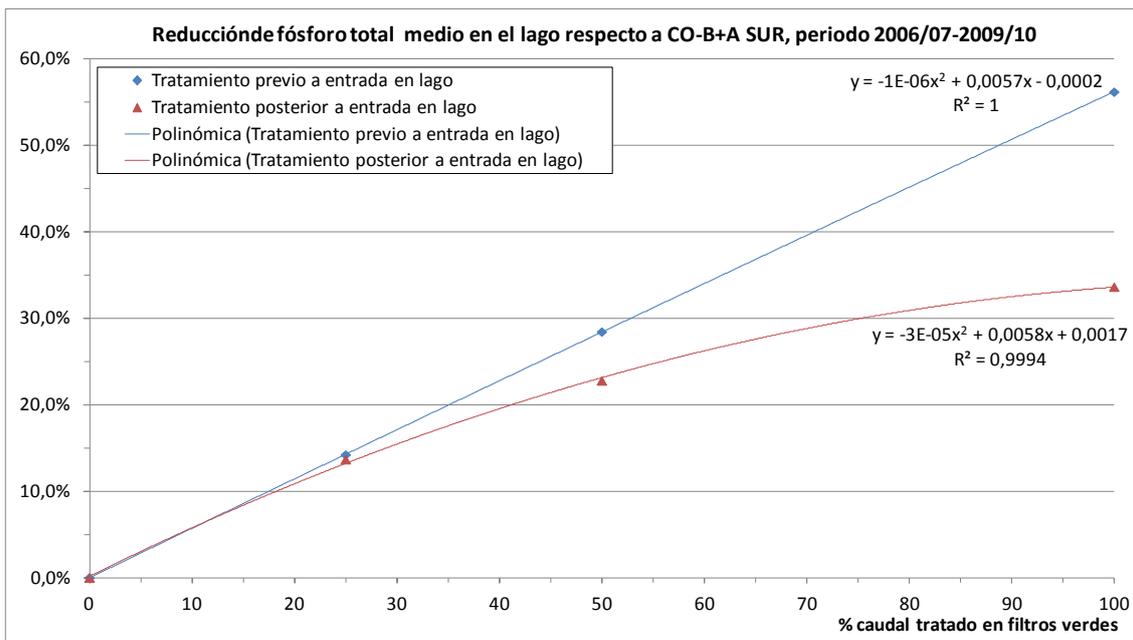


Figura 40. Curva de porcentaje de reducción de la concentración de fósforo total frente al porcentaje de caudal ambiental tratado en el humedal artificial de flujo superficial hipotético, con tratamiento previo y posterior a su entrada en el lago, para el periodo 2006/07-2009/10.

Para cerrar el análisis, se adjunta a continuación una tabla resumen de los porcentajes de reducción respecto a A SUR y a Run 66, así como las concentraciones finales en el lago para ambos tipos de humedales artificiales de tipo superficial:

Tabla 50. Tabla resumen de las concentraciones finales de clorofila-a y PT obtenidas en el lago para el periodo 2006/07-2009/10 y de los porcentajes de reducción de ambos parámetros, frente al porcentaje de caudal ambiental tratado en el humedal artificial hipotético de flujo superficial, para los escenarios FV-A y FV-B. Los porcentajes de reducción hacen referencia al escenario A Sur.

% Tratamiento FV	Caudal medio tratado en FV (hm ³ /a), para el periodo 2006/07-2009/10		% Reducción de clorofila-a media en el lago, respecto a CO-B+A SUR		Concentración de clorofila-a media en el lago (µg/l)	
	FV-A	FV-B	FV-A	FV-B	FV-A	FV-B
0	0	0	0,0%	0,0%	131	131
25	4,71	5,74	9,0%	5,7%	119	123
50	9,41	11,48	19,1%	9,6%	106	118
100	18,82	22,96	42,7%	14,0%	75	113

% Tratamiento FV	Caudal medio tratado en FV (hm ³ /a), para el periodo 2006/07-2009/10		% Reducción de fósforo total medio en el lago, respecto a CO-B+A SUR		Concentración de fósforo total medio en el lago (mg P/l)	
	FV-A	FV-B	FV-A	FV-B	FV-A	FV-B
0	0	0	0,0%	0,0%	0,129	0,129
25	4,71	5,74	14,2%	13,7%	0,111	0,112
50	9,41	11,48	28,4%	22,8%	0,093	0,100
100	18,82	22,96	56,2%	33,6%	0,057	0,086

Como recordatorio, únicamente comentar que en la Tabla 30 del presente informe, se encuentra la relación entre los caudales tratados y la superficie efectiva estimada de humedal artificial como necesaria, en cada uno de los escenarios generados.

5. CONCLUSIONES, LIMITACIONES DETECTADAS EN EL ESTUDIO Y POSIBLES MEJORAS A APLICAR

5.1. CONCLUSIONES GENERALES. EXTRAPOLACIÓN A LOS DATOS EXPERIMENTALES

La evaluación del efecto de mejoría de la calidad del agua del lago se ha realizado hasta el momento sobre el indicador biológico del fitoplancton concentración media de clorofila-a, y sobre el Indicador físico-químico concentración media de fósforo total, entendiendo el valor medio como la media aritmética de las 7 estaciones en el lago obtenidas por simulación, para el periodo de calibración del modelo, comprendido entre los años hidrológicos 2006/2007 y 2009/2010. En el análisis se han facilitado los porcentajes de reducción de las concentraciones de los citados indicadores, por comparativa entre los distintos escenarios. Sin embargo, estos porcentajes de reducción pueden extrapolarse sobre las medias experimentales obtenidas en el lago en el periodo reciente, con la finalidad de estimar la concentración final que se podría obtener en el lago con la aplicación de estas actuaciones. En esta extrapolación se asume que esta variación es independiente de la concentración de partida, lo que supone cierta incertidumbre en la obtención de las concentraciones finales, ya que el punto de partida sí podría presentar cierta correlación con los porcentajes de reducción, aunque se estima que puede determinarse como no significativo.

A continuación se resumen las principales estimaciones obtenidas para cada uno de los indicadores estudiados.

5.1.1. Indicador biológico de clorofila-a

Las actuaciones ligadas al escenario del **Colector Oeste** producen una mejora en la calidad de agua del lago debido a la reducción de parte de las ARU y DSU que vierten al lago, que se traduce en un descenso de la concentración media de clorofila-a de algo más del 3%, lo que extrapolado a los datos experimentales, resultaría en una concentración media para el periodo de 120 µg/l; ello supondría por tanto un descenso próximo a 4-5 µg/l.

Por otra parte, el efecto acumulado de ambos subescenarios (CO-A+CO-B), es decir, incluyendo las mejoras recientes en los patrones de calidad de las EDAR de Albufera Sur y de Pinedo, supondría una reducción respecto al escenario de calibración del 11-11-12%, descendiendo hasta 110 µg/l.

Al añadir al escenario del colector oeste las actuaciones ligadas al escenario de **Albufera Sur** se observa una pequeña reducción de algo más de un 1% de la clorofila-a media en el lago, estimada en 2 µg/l, lo que supondría un valor medio estimado en el lago de 109 µg/l. El efecto producido es muy poco significativo a nivel global, ya que el caudal de alimentación del humedal artificial de tipo superficial supondría un volumen anual muy reducido frente a las entradas totales que se producen al lago; ello no implica el que no pueda presentar un valor importante a escala local.

Del análisis del escenario de **Pinedo**, se puede afirmar que hay una tendencia prácticamente lineal en la reducción de los valores de clorofila-a medios en el lago en función del caudal tratado en el humedal artificial de tipo subsuperficial, siendo estas reducciones importantes desde el subescenario PI-25. Este hecho evidencia la gran influencia de los aportes de Pinedo sobre la calidad global del lago.

Las reducciones estimadas de clorofila-a media en el lago, respecto al escenario Albufera Sur, son de aproximadamente 21, 11 y 6 $\mu\text{g/l}$, que en porcentaje suponen aproximadamente un 20, 10 y 5%, para los subescenarios PI-100, PI-50 y PI-25, respectivamente. En caso de tratar el 100% de los efluentes históricos de la EDAR destinados a uso ambiental en el humedal artificial, se podría reducir la clorofila-a media hasta 87 $\mu\text{g/l}$, desde los 125 $\mu\text{g/l}$ que se están registrando en el lago en el periodo reciente (2006/07-2010/11). A pesar de ello, el lago presentaría un estado trófico elevado, alejado del buen potencial en lo que a concentración de clorofila-a se refiere.

En el escenario de **filtros verdes con tratamiento de afluentes previo a la entrada en el lago (FV-A)**, las reducciones de clorofila-a medias en el lago son importantes respecto al escenario de Albufera Sur. Estas reducciones son de 52, 23 y 11 $\mu\text{g/l}$, o del 48, 21 y 10% en porcentaje, para los subescenarios según los cuales se trata el 100, el 50 y el 25% del caudal total de entrada al lago, respectivamente.

Si se tratase el 100% del caudal histórico total de entrada al lago, se llegaría a un valor estimado de la clorofila-a media próxima a los 60 $\mu\text{g/l}$, lo que supondría una reducción muy significativa de las concentraciones de este indicador, aunque quedaría aún lejos del umbral propuesto para el cambio de clase de potencial ecológico de moderado a bueno, en virtud del presente indicador.

Por último, en lo que respecta al escenario de **filtros verdes con tratamiento de afluentes posterior a la entrada de afluentes en el lago (FV-B)**, las reducciones de clorofila-a medias en el lago son menos destacables que en el caso del FV-A, para porcentajes medios-altos de caudal tratado. Estas reducciones son de 23, 16 y 9 $\mu\text{g/l}$ en valor nominal y del 21, 14 y 8% en porcentaje, para los subescenarios según los cuales se trata el 100, el 50 y el 25% del almacenamiento mensual histórico del lago, respectivamente.

En caso de tratar el 100% del almacenamiento mensual medio del lago, la clorofila-a media del mismo se estima en 85 $\mu\text{g/l}$, por lo que el lago estaría aún muy eutrofizado.

Las disminuciones en las concentraciones en el subescenario FV-B-25 serían comparables a las que se producen en el subescenario FV-A-25, siendo las concentraciones medias estimadas en el lago de 98-99 $\mu\text{g/l}$. Las diferencias de reducciones producidas entre ambas tipologías se hacen más notorias a medida que aumenta el caudal tratado, presentando los humedales artificiales tipo FV-B un beneficio inferior en la calidad final del lago que los de tipo FV-A, según los escenarios evaluados.

5.1.2. Indicador físico-químico de fósforo total

Según lo visto en el punto anterior, el escenario del **Colector Oeste** produciría una reducción media estimada del 5%, quedando las concentraciones medias en torno a 235 $\mu\text{g Pt/l}$. El efecto acumulado de los subescenarios CO-A + CO-B supondría una reducción respecto al escenario de calibración del 10%, poniendo de manifiesto la importancia de las mejoras en la calidad de las aguas que entran al lago. Con ambos efectos acumulados la concentración final en el lago rondaría los 210 $\mu\text{g Pt/l}$.

Al añadir al escenario del colector oeste el escenario de **Albufera Sur**, se produce una reducción de la concentración media de fósforo total de casi un 2%, equivalente a 3 $\mu\text{g/l}$, situándose en 208 $\mu\text{g/l}$.

En el escenario de **Pinedo** hay una tendencia prácticamente lineal en la reducción de los valores de fósforo total medios en el lago, como ya ocurría con la clorofila-a, siendo estas reducciones importantes desde el subescenario PI-25. Las reducciones estimadas de fósforo total medio en el lago, respecto al escenario Albufera Sur, son de 46, 24 y 13 $\mu\text{g/l}$, y en porcentaje suponen un 22, 12 y 6% de descenso, para los subescenarios PI-100, PI-50 y PI-125, respectivamente.

En caso de tratar el 100% de los efluentes históricos de la EDAR destinados a uso ambiental en el humedal artificial, se podría reducir el fósforo total medio hasta 162 $\mu\text{g/l}$, según las simulaciones realizadas. En consecuencia, según los resultados obtenidos, un descenso de las cargas de fósforo procedentes de la EDAR de Pinedo sería una actuación que favorecería de manera significativa la reducción del indicador fósforo total, aunque seguiría produciéndose un incumplimiento del rango establecido como límite entre buen y moderado potencial ecológico.

En el escenario de **filtros verdes con tratamiento de afluentes previo a la entrada en el lago (FV-A)**, las reducciones de fósforo total medio en el lago son importantes respecto al escenario de Albufera Sur. Estas reducciones son de 117, 59 y 30 $\mu\text{g/l}$, o del 56, 28 y 14% en porcentaje, para los subescenarios según los cuales se trata el 100, el 50 y el 25% del caudal total de entrada al lago, respectivamente.

Las reducciones en las concentraciones de fósforo total en el lago serían destacables, sobre todo en los subescenarios FV-A-100 y FV-A-50, quedando la media estimada para el periodo 2006/07-2009/10 en 100 y 138 $\mu\text{g P/l}$, a partir de los valores experimentales recientes. Esto supondría que **en el caso hipotético en que se tratara todo el caudal entrante al lago en un humedal superficial antes de su entrada al lago, y siempre según los resultados obtenidos, se podría dar cumplimiento al rango objetivo propuesto para el buen potencial ecológico; sin embargo, como se ha podido observar en el apartado anterior, en el caso de la clorofila-a no se daría cumplimiento, aunque la brecha se vería bastante reducida, bajando al orden de magnitud adecuado.**

Para finalizar, en lo que respecta al escenario de **filtros verdes con tratamiento de afluentes posterior a la entrada de afluentes en el lago (FV-B)**, las reducciones de la concentración media de fósforo total en el lago son menos destacables que en el caso

del FV-A, como ya ocurriera con el indicador de clorofila, para porcentajes medios-altos de caudal tratado. Estas reducciones son de 70, 47 y 28 $\mu\text{g/l}$ en valor nominal y del 34, 23 y 14% en porcentaje, para los subescenarios según los cuales se trata el 100, el 50 y el 25% del almacenamiento mensual histórico del lago, respectivamente.

Estos descensos supondrían unas concentraciones medias estimadas en el lago a partir de los datos experimentales para el periodo 2006/07-2009/10, de 138, 160 y 179 $\mu\text{g/l}$, respectivamente, siendo unos resultados menos favorables que en el caso anterior.

En comparación con los escenarios FV-A, las disminuciones en las concentraciones en el subescenario FV-B-25 serían comparables a las del FV-A-25. Las diferencias de reducciones producidas entre ambas tipologías se hacen más notorias a medida que aumenta el caudal tratado, como ya se vio en materia de clorofila-a, presentando los humedales artificiales tipo FV-B un beneficio inferior en la calidad final del lago que los de tipo FV-A. Esto se debe a dos factores: que la concentración resultante en el lago, una vez se han mezclado ambos tipos de aportes (acequia+salidas del humedal artificial) es superior a la que supondría el tratamiento antes de su entrada al lago; y que estas mayores cargas de nutrientes, unidas a los tiempos de retención, hacen que se favorezca un mayor crecimiento algal en el lago.

5.1.3. Síntesis de los principales resultados

Con la información de que se dispone en la actualidad, y a partir de los estudios realizados, con las actuaciones incorporadas en el Programa de medidas se conseguirían unas concentraciones finales estimadas de 109 $\mu\text{g/l}$ para el caso del indicador “concentración media anual de clorofila-a”, mientras que para el indicador “concentración media anual de fósforo total” alcanzarían un valor estimado de 0,21 mg/l. Esto supondría una mejora con respecto a las concentraciones experimentales que se están registrando en la actualidad de en torno al 13 y 16%, respectivamente para ambos indicadores, por lo que las mejoras, aunque no permitan alcanzar el buen potencial ecológico, se estiman significativas con respecto a la situación actual.

Según los estudios, sólo en el escenario hipotético en el que se procediera al tratamiento previo de los afluentes al lago en una gran superficie ocupada por un humedal artificial de tipo superficial (FV-A-100), se podría dar un cumplimiento parcial de los objetivos ambientales. Ello es debido a que se daría un cumplimiento del rango objetivo propuesto para el buen potencial ecológico en materia de fósforo total, ya que se obtendrían concentraciones de fósforo total en torno a 0,1 mg/l; aunque no en el caso de la clorofila-a. Aún así, la brecha en referencia a la clorofila-a se vería bastante reducida, bajando al orden de magnitud adecuado, obteniéndose una media anual estimada próxima a 55 $\mu\text{g/l}$.

En lo que respecta a los escenarios hipotéticos, los escenarios PI ponen de manifiesto la importancia de la calidad de los aportes de la EDAR de Pinedo, por lo que sería de gran interés actuar sobre la misma en aquellos caudales destinados a uso ambiental: según las simulaciones, una mejora en su calidad favorecería un descenso significativo de las concentraciones, aunque quedando todavía lejos de un buen potencial ecológico.

A continuación se adjuntan las concentraciones finales estimadas en el lago tras los trabajos realizados, con las asunciones anteriormente expuestas:

Tabla 51. Concentraciones medias estimadas para el periodo 2006/07-2010/11, a partir de la extrapolación de los porcentajes de reducción obtenidos en los escenarios de simulación, sobre los datos medios experimentales de concentración de clorofila-a y fósforo total en el lago, para el mismo periodo.

	ESCENARIO DE SIMULACIÓN												
	Datos Medidos (CMAAUV)	Escenarios Programa Medidas			Escenarios hipotéticos o de máxima reducción								
		CO-A	CO-B	A SUR	PI-25	PI-50	PI-100	FV-A- 25	FV-A- 50	FV-A- 100	FV-B- 25	FV-B- 50	FV-B- 100
Clorofila-a (µg/l)	125	120	110	109	103	98	87	98	86	57	99	93	85
Fósforo total (mg/l)	0,25	0,24	0,21	0,21	0,19	0,18	0,16	0,18	0,15	0,10	0,18	0,16	0,14

5.2. LIMITACIONES E INCERTIDUMBRES ASOCIADAS AL GRADO DE CUMPLIMIENTO DEL SISTEMA Y AL USO DE MODELOS MATEMÁTICOS

Los estudios efectuados que se desarrollan en el presente documento presentan una serie de limitaciones y de incertidumbres a considerar. La primera está relacionada con la propia modelización matemática. Como es sabido, los modelos matemáticos son una **simplificación de la realidad del sistema a estudiar**. En el caso que nos ocupa, se trata de un sistema fuertemente eutrofizado y de gran complejidad, cuyo **conocimiento es limitado y que está marcado por algunas incertidumbres desde la fase de caracterización**. A pesar de ello, el modelo ha sido objeto, previamente a la fase de simulación de escenarios, de una calibración y validación que ha resultado exitosa, obteniéndose un ajuste a los valores experimentales bastante satisfactorio.

A partir de este punto de partida, se han desarrollado una serie de escenarios en virtud de actuaciones proyectadas e hipotéticas, de nuevo una simplificación de lo que finalmente supondrán. Como se puede extraer de las conclusiones de la fase de calibración indicadas en el documento *Modelo Sobek-WQ 1D-2D de calidad de aguas en L'Albufera de Valencia. Construcción, calibración y análisis de los indicadores de calidad físico-químicos y biológicos* (CHJ, 2012), **la dinámica obtenida por simulación en materia de clorofila-a facilita valores medios ligeramente superiores a los experimentales, por lo que podemos afirmar que las dinámicas obtenidas en los escenarios resultarían del lado de la seguridad**.

Este hecho no implica que la calibración no pueda ser refinada en una fase futura de los trabajos, con lo que podrían obtenerse dinámicas más próximas a las medias experimentales. En la transferencia del balance hídrico del parque de l'Albufera desde Segbal a Aquatool se ha perdido cierto grado de ajuste, quedando en el último caso más del lado de los máximos que antes.

Todas estas limitaciones e incertidumbres hacen que **la extracción de conclusiones se deba realizar con precaución, recomendándose la consideración de los porcentajes de reducción de las concentraciones de los indicadores de estudio** más que su valor absoluto.

En relación con estas incertidumbres en el conocimiento de la realidad, **la valoración del grado de cumplimiento de los objetivos marcados para ambos indicadores (clorofila-a y fósforo total) se ha realizado sobre el último periodo temporal (años hidrológicos 2006/07-2009/10)**, de calidad más homogénea y conocida, y sobre la que el modelo ha presentado un ajuste más satisfactorio.

Por otra parte, hay otro aspecto que hay que tener en cuenta cuando en un sistema de aguas lénticas se modifican las condiciones ambientales de manera significativa, entendiendo cambios ambientales como reducciones de las cargas de entrada de nutrientes al sistema. El cambio en cuestión es el de las condiciones biológicas asociado a este cambio ambiental: éste supondría, por una parte, un más que probable descenso de las concentraciones de los productores primarios, como efectivamente se ha observado en el desarrollo de los distintos escenarios en los que se han visto distintos porcentajes de descenso de las concentraciones de clorofila-a. Pero por otra parte, también llevaría con toda probabilidad un cambio en la composición de dichas poblaciones algales.

Este cambio en la composición algal, es decir, en las especies dominantes, conllevaría un cambio en las relaciones C/Chla y P/C y N/C. Esto significa que estos coeficientes de proceso, calibrados en una fase inicial, podrían cambiar en el mismo sistema en un futuro próximo si las condiciones ambientales fuesen más favorables y la composición algal hubiese cambiado.

Esta limitación de conocimiento de la realidad futura hace que la extracción de conclusiones deba tomarse con precaución. No obstante, este tipo de estudios es viable técnicamente, ya que el módulo de calidad de aguas de Sobek permite definir estos parámetros asociándoles una variabilidad temporal. Para la ejecución de este tipo de escenarios combinados sería necesaria la estimación de una composición algal tipo futura sobre la que extraer las nuevas relaciones C/Chla y P/C y N/C, aunque esta tarea precisaría de una importante revisión bibliográfica previa.

5.3. LIMITACIONES Y POSIBILIDADES DE MEJORA EN LOS ESCENARIOS DE HUMEDALES ARTIFICIALES

5.3.1. Consideraciones en relación a los escenarios FV-A

A la vista de los estudios realizados hasta la fecha, se estima que podrían aplicarse ciertas medidas de mejora en la construcción de los escenarios de los humedales artificiales de flujo superficial como modo de pre-tratamiento de los caudales entrantes al lago.

Teniendo en cuenta los escenarios FV-A, el subescenario FV-A-25 suponía un descenso en las concentraciones de clorofila-a próximo al 10 %. No obstante, **con un estudio de detalle en el que se instaurara un humedal artificial para depurar las acequias con mayor carga contaminante, quizá se podrían obtener eficiencias mayores a igual**

superficie de tratamiento, frente al caso de estudio, en que se dispondría un estrecho anillo perimetral al lago ocupado por un hipotético humedal artificial de tipo superficial.

Para el caso en el que se dispusiera de un gran anillo perimetral ocupado por un humedal artificial de tipo superficial (subescenarios FV-A-50 y 100), **se podrían establecer patrones específicos por zonas del perímetro, logrando así un mayor ajuste en cuanto a los porcentajes de reducción de cada parámetro en cada zona.** Esto podría suponer una medida de mejora con respecto a los escenarios construidos hasta la fecha, en los que se ha partido de un patrón global común a aplicar en todo el perímetro.

5.3.2. Consideraciones en relación a los escenarios FV-B

La medida de mejora comentada en el apartado anterior en materia de generación de patrones específicos por zonas, también podría hacerse extensible al funcionamiento de los humedales artificiales de tipo superficial que procesaran los volúmenes almacenados en el lago, es decir, en los FV-B.

En estas simulaciones se asume que la calidad de entrada al humedal es la calidad de la mezcla del lago. Sin embargo, la realidad de los humedales artificiales de estas características es que **las calidades de entrada por los distintos puntos de alimentación serían diferentes entre sí, resultantes de un balance hídrico específico entre lo que entra por la acequia o grupo de acequias y lo que hay en el lago en la zona en que se efectúa la toma.** En la práctica esta discretización supondría una tarea muy laboriosa, aunque podría adaptarse el modelo para aplicar unos patrones específicos por zonas del perímetro del lago, equivalentes a los supuestos puntos de entrada al gran humedal artificial. Esta mejora que permitiría una definición más personalizada de estos patrones, quizá podría permitir porcentajes de reducción más elevados en las concentraciones de entrada al lago al poder aplicar tratamientos específicos para cada tipo de nutriente.

Para ello se podría incorporar una serie de estaciones de medida de la calidad del lago, con el fin de conocer las concentraciones de contaminantes en los puntos de toma del lago que alimentarían a los diferentes humedales artificiales, ya fuese para tratar los efluentes de una acequia o de un grupo de acequias.

Una limitación a este procedimiento de zonificación del lago para ubicar los diferentes humedales artificiales viene dada por la disponibilidad de celdas “libres” del modelo, ya que por cada humedal habría que imponer de una toma de agua del lago y una devolución del agua tratada con el fin de representar al máximo la realidad. A pesar de que no se podrían modelar infinitos humedales debido a esta limitación, si podrían estudiarse el hecho de aplicarse un número limitado para caracterizar las 3 o 4 zonas distintas desde el punto de vista de las características de los nutrientes vertidos al lago. Para esta incorporación podría ser necesaria la eliminación de algunas celdas perimetrales con la finalidad de poder añadir nuevas condiciones de contorno.

5.3.3. Consideraciones en relación a las diferencias en los patrones asignados a los distintos humedales artificiales de tipo superficial y subsuperficial

Como se ha visto en el documento, los patrones asignados a los humedales artificiales son diferentes entre sí. En primer lugar, tenemos tres tipos de humedales artificiales superficiales: el instaurado en el tancat de Mília (asociado a Albufera Sur), y los dos tipos de filtros verdes anteriores (FV-A y FV-B), cada uno con un patrón diferente, según se ha justificado en los apartados respectivos de construcción de los escenarios.

Del mismo modo, tenemos un humedal artificial de tipo subsuperficial a instaurar hipotéticamente en el nuevo cauce del río Turia, y que dada su tipología diferente, presenta patrón diferente a los anteriores.

De los estudios realizados se han podido extraer una serie de conclusiones de gran valor y que pueden permitir el diseño de nuevas líneas de trabajo. Esta gran complejidad de posibles tipologías sugiere la posibilidad de establecimiento de una gran diversidad de alternativas de depuración de los aportes al lago (o de los propios volúmenes almacenados en el mismo, aunque como se ha visto resulta una medida menos eficiente a igualdad de superficie efectiva), que puede ser en gran medida adaptada a las necesidades reales del sistema. Con todo ello se podría analizar en un estudio más detallado, cuáles son los tratamientos más adecuados para cada una de las zonas del lago, **en función de las disponibilidades técnicas y económicas.**

Esta reflexión se realiza en la línea de **determinar qué puede resultar más interesante desde el punto de vista de la calidad del lago, sin perder de vista la viabilidad técnica y económica. Visto que en ambos sistemas (superficial y subsuperficial) se podrían lograr similares reducciones en las concentraciones de fósforo total (se estiman concentraciones a la salida de en torno a 0,10-0,12 mg P/l con un funcionamiento eficiente), una hipótesis de futura gestión de los aportes podría ser optar por disminuir las cargas de N de un modo destacable en un humedal superficial, aún a costa de incorporar ciertas concentraciones de clorofila-a en las entradas al mismo.** Esto sucede en un humedal de tipo superficial que procese los aportes antes de su entrada al lago.

Otra opción de gestión podría ser optar por la tipología de humedal artificial de flujo subsuperficial, en el que no se reducirían tanto las cargas de N en comparación con uno de tipo superficial, pero en el que no se produciría un aumento de las concentraciones de entradas de clorofila-a al lago. Se aclara que ambas teorías partirían de la base que no se instaurarían lagunas de renaturalización, ya que aumentarían aún más las concentraciones de entrada de clorofila-a al lago.

La respuesta a este tipo de planteamientos podría ser contestada en un estudio más detallado, “personalizado” por zonas, ya que ambas opciones no son excluyentes, sino más bien complementarias. **Así pues, un estudio de detalle en el que se aplicara de manera específica un tipo de tratamiento u otro orientado a permitir la reducción de determinado parámetro objetivo (P, N), y que tuviera en consideración las desventajas asociadas al mismo, permitiría establecer si hay una combinación más eficiente de tratamientos que la obtenida en los escenarios presentados en este**

documento. Si efectivamente resultara más eficiente, podrían obtenerse mayores porcentajes de reducción y una mayor aproximación a los umbrales objetivos marcados para la concentración de clorofila-a, que hasta el momento ha incumplido en todos los escenarios.

En este estudio de detalle podría además realizarse una revisión más exhaustiva de las distintas tipologías de tratamientos vía humedal artificial, en función de otros sistemas existentes de características más “maduras”, es decir, que hayan llegado a su máximo de eficiencia en la depuración. Esto no implica que los patrones establecidos en el presente documento no sean válidos, sino que podrían contrastarse con otros sistemas de funcionamiento probado durante un periodo de tiempo más prolongado, con unas series de datos más robustas. Se recuerda que **el tancat de la Pipa y la planta piloto del filtro verde del Turia aún no han alcanzado su máxima eficiencia, al ser sistemas de relativa reciente construcción; del mismo modo, parte de los patrones proceden de **asimilar parámetros de diseño**, que no se han podido contrastar en la realidad.**

5.3.4. Consideraciones en relación a la calidad de las entradas

Con carácter adicional a las reflexiones anteriores, es importante tener en cuenta que **los humedales artificiales tienen una capacidad limitada de depuración, por lo que, según se desprende de los estudios realizados en el ámbito del presente documento, no son la solución definitiva para lograr los objetivos ambientales establecidos al menos en materia de concentración de clorofila-a.**

De hecho, en virtud de la experiencia adquirida en éste y en estudios previos, se puede concluir **que la medida más eficaz para la reducción de la eutrofización del lago de L'Albufera será la mejora en la calidad de los aportes que actualmente se están produciendo, más que las medidas que se puedan adoptar *a posteriori*, para evitar la entrada de estas cargas al lago, o incluso que medidas de aportes adicionales de buena calidad.**

Es por ello por lo que **serían necesarias medidas de mejora de la calidad adicionales a las estudiadas, antes de su entrada al lago o incluso antes del humedal artificial**: mejoras en los tratamientos de la EDAR que alimentan al lago, mejora con la retención de las ARU y DSU en zonas más al sur de las obras proyectadas anexas al colector oeste en la actualidad y la instauración específica de FV en las acequias con mayor carga contaminante, podrían mejorar las concentraciones medias en el lago de fósforo y clorofila-a, aunque se desconoce si con la aplicación de las mismas se podría lograr un acercamiento a las condiciones establecidas como de buen potencial ecológico.

Esta determinación, de estimarse oportuno, podría ser objeto de un estudio de detalle en el futuro y **podría enfocarse, no sólo desde un punto de vista del cumplimiento de las actuaciones proyectadas, sino de determinación de qué actuaciones futuras posibles serían las más interesantes. Para ello el modelo Sobek Rural WQ se ha validado como una potente herramienta de predicción, con las limitaciones intrínsecas que supone cualquier modelización matemática.**

5.3.5. Consideraciones en relación al aumento de la tasa de renovación

Otra línea de estudio que no ha llegado a abordarse, y que podría suponer una mejora en el grado de cumplimiento de los objetivos en materia de clorofila-a y de fósforo total, es la **determinación del impacto que podrían suponer sobre el lago las descargas de caudales extraordinarios en determinados momentos del año, o *flushing*.**

La gestión de ciertos volúmenes extraordinarios en determinado periodo de tiempo, en combinación con las medidas anteriores, podría suponer una estrategia de mejora de la calidad global del lago dentro del año. De este modo, realizando por ejemplo una serie de simulaciones en las que se incorporaran ciertos volúmenes extraordinarios cuando se producen máximos de clorofila-a, (mayo y octubre), se aumentarían las tasas de renovación y esto podría traducirse en una limitación del crecimiento algal al atenuar los máximos de fitoplancton que se producen en esas fechas.

En el marco del *Estudio para el desarrollo sostenible de L'Albufera de Valencia* (MMA, 2004) ya se inició esta línea de estudio, en la que se pusieron a prueba varios tipos de aportes anuales con distintas calidades. Sin embargo este tipo de trabajos no han sido retomados hasta la fecha.