

TITULO

APLICACION DE MODELOS DE CALIDAD DE AGUAS DE RIOS A LA PLANIFICACION Y GESTION DE LOS MISMOS: RIOS NALON Y CAUDAL.

AUTOR/ES

Ascorbe, A.; Liaño, A.; Sáinz, A.; Suárez, J. y Tejero, I.
Dpto. de Ciencias y Técnicas del Agua y del Medio Ambiente.
Universidad de Cantabria.
E.T.S. Ing. de Caminos. Avda. Los Castros, s/n.
39005 SANTANDER

RESUMEN-PALABRAS CLAVE

Los modelos de calidad de ríos son una herramienta de gestión que sirve y se aplica a la solución de diferentes problemas, como pueden ser: la predicción de la calidad de agua que tendrá un río como resultado de la aplicación de distintos sistemas de agrupación y depuración de vertidos de aguas residuales, o del uso de diferentes medidas de control de vertidos industriales, o de la regulación de caudales del río en épocas de estiaje; la determinación de caudales ecológicos; la evaluación del impacto ambiental de nuevas actuaciones, etc.

En este trabajo se realizan diferentes aplicaciones a los ríos Nalón y Caudal, en cuyas cuencas existen importantes explotaciones mineras de carbón, así como asentamientos poblacionales e industriales de importancia.

1.- INTRODUCCION

En la planificación y gestión de recursos hidráulicos, en general, y de ríos, en particular, es hoy día prácticamente imprescindible la utilización de modelos matemáticos. Inicialmente aplicados a la gestión cuantitativa, y con excelentes resultados, en la actualidad se ha extendido su uso a la gestión de la calidad del agua.

Así, los modelos de calidad de ríos son una herramienta de gestión que sirve y se aplica a la solución de diferentes problemas, como pueden ser: la predicción de la calidad de agua que tendrá un río como resultado de la aplicación de distintos sistemas de agrupación y depuración de vertidos de aguas residuales, o del uso de diferentes medidas de control de vertidos industriales, o de la regulación de caudales del río en épocas de estiaje; la determinación del valor mínimo de caudal circulante que mantiene los objetivos de calidad prefijados para un escenario planteado; la evaluación del impacto ambiental de nuevas actuaciones, etc.

Dentro de los trabajos que realiza la Confederación Hidrográfica del Norte encaminados al saneamiento de las cuencas mineras de Asturias, los autores de este artículo

han desarrollado las labores necesarias para la construcción de los modelos de simulación de la calidad de las aguas de los ríos Nalón y Caudal, culminado éstas en la obtención de los correspondientes modelos calibrados y validados.

Estas herramientas de gestión de la calidad del agua se han utilizado, incluso en fases previas de desarrollo, para la comprobación de la viabilidad de diferentes actuaciones y objetivos de planificación.

En el presente artículo, se muestran a modo de ejemplo distintas aplicaciones de los modelos de calidad de estos ríos que van desde la simulación de algunas estrategias de gestión hasta la predicción del impacto ambiental del funcionamiento de los aliviaderos de la red de alcantarillado o a la estimación de los caudales ecológicos de los ríos.

2.- OBJETIVOS

El objetivo general del presente trabajo es la aplicación de los modelos de calidad de los ríos Nalón y Caudal a la solución de diferentes problemas de planificación y gestión de los mismos. Con ello se pretende mostrar la utilidad de estas herramientas de gestión (los modelos de calidad de ríos), mediante la exposición de distintos casos concretos de aplicación.

3.- SITUACION DE PARTIDA

Es la constituida por los Modelos de Simulación de la calidad del agua de los ríos Nalón y Caudal, elaborados por los autores, a partir de la aplicación del modelo QUAL2E a sendos sistemas hidráulicos.

El tramo modelizado del río Nalón, con una longitud total de 40.8 Km., se extiende desde la estación de aforos de El Condado, aguas arriba de Pola de Laviana, hasta la confluencia con el río Caudal, en Soto de Ribera (figura 1).

En cuanto a la cuenca del río Caudal, se ha modelizado tanto el curso principal, en una longitud de 33 Km., como sus dos afluentes más importantes: los ríos Aller y Turón. Como cabecezas de los tramos modelizados se han elegido la estación de aforo E-363 para el río Caudal, Piñeres en el río Aller y San Andrés en el río Turón. Como extremo final se ha adoptado el mismo punto que en la modelización del río Nalón, es decir, el embalse de Soto de Ribera (figura 1).

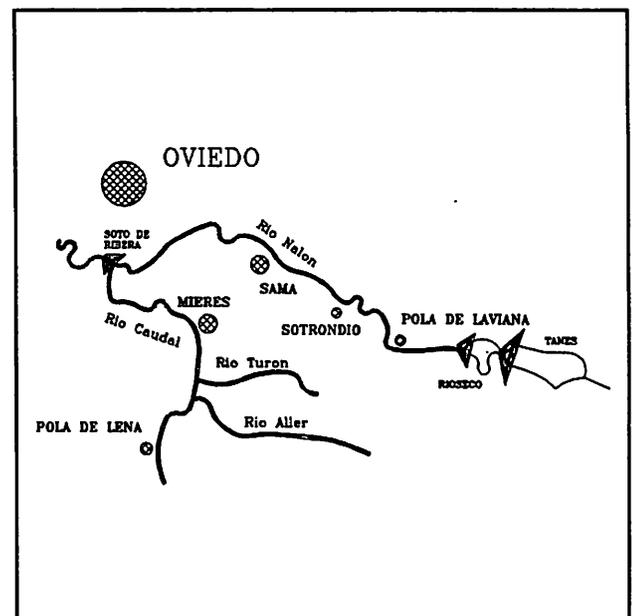


Fig. 1.- Ríos modelizados

Cada uno de los modelos lleva consigo, por una parte, una conceptualización del río y las correspondientes caracterizaciones geométrica, hidráulica y de vertidos y, por otra, la adopción de unos valores adecuados para las variables y parámetros considerados en el modelo QUAL2E (1).

La construcción de los modelos (2, 3, 4 y 5) ha implicado un proceso muy laborioso, desarrollado a lo largo de varios años, en el que las labores de gabinete, para ser eficaces, han precisado la realización de bastantes campañas de campo (de reconocimiento, de aforos, de medida de velocidades, de caracterización de vertidos, de calidad, etc.). Las características principales de la modelización realizada se presentan en la tabla 1, correspondiendo los valores de caudales a los de estiaje.

Tabla 1.- Características principales de la modelización

	NALON	CAUDAL
No. de tramos	12 ¹⁴	10
No. de elementos	53	79
Longitud elemento (m)	800	660
Q cabecera río principal (m ³ /seg)	1.308	1.115
Q final (m ³ /seg)	3.110	4.130
No. de elementos con vertido	32	38

En la denominada situación de partida el perfil de caudales considerado es el correspondiente a una situación de estiaje severo, que es la más desfavorable a efectos de calidad de agua del río.

4.- CASOS ANALIZADOS

Dentro de las labores de planificación y gestión hay una casuística muy amplia, que no es posible contemplar en su totalidad en un estudio como el que aquí se presenta, habiéndose limitado, por ello, los tipos de situaciones a considerar.

En este sentido cabe precisar que se ha contemplado, por una parte, una actividad típica cual es la consistente en evaluar las repercusiones que tienen en la calidad de las aguas de un río, de manera individual o combinadas, diferentes estrategias de actuación, como son:

- * agrupación de vertidos, debido, por ejemplo, a la construcción de un colector interceptor de aguas residuales, que puede finalizar en un vertido directo al río o en una estación depuradora de aguas.
- * depuración de vertidos, asociada en general con una previa agrupación de los mismos, pudiéndose considerar diferentes grados de depuración, así como representar situaciones en las que una Estación de Depuración de Aguas Residuales (EDAR), debido a averías, fallos de funcionamiento u operaciones de mantenimiento, no rinda lo deseado.

- * control de vertidos industriales, independientemente de la EDAR, con tratamientos específicos, en origen, de algunos contaminantes.
- * regulación de caudales en cabecera, en el caso de que existan o se pretendan construir los oportunos embalses.

Por otro lado, del resto de actividades posibles se han contemplado dos: la determinación de caudales ecológicos, en función de los objetivos de calidad que se persigan y del tipo de actuaciones que se considere; y la evaluación del impacto de aguaceros importantes en épocas de estiaje en la calidad del agua del río, que se puede concretar, por ejemplo, en el vertido puntual de aliviaderos de tormenta situados en los colectores.

4.1.- Depuración conjunta de vertidos

Partiendo, como situación de referencia, del modelo del río Nalón en estiaje, se ha considerado como posible estrategia la derivada de construir un colector interceptor capaz de recoger todos los vertidos urbanos e industriales (salvo los mineros) desde Pola de Laviana hasta Frieres, lugar de ubicación de una EDAR con tratamiento terciario de eliminación de nitrógeno.

En caso de funcionamiento correcto de la misma, la calidad del efluente se ha supuesto definida por las siguientes concentraciones:

DBO ₅	10 mg/l
S.S.	15 mg/l
NH ₄	1.5 mg/l
N _{org}	2.5 mg/l
NO ₂	0.1 mg/l
NO ₃	2.5 mg/l

Como variante, se ha considerado la posibilidad de que la EDAR esté fuera de servicio y el colector vierta sus aguas directamente al río.

Se observa (figuras 2, 3 y 4) que en el caso de que la EDAR quede fuera de servicio, la calidad del agua del río mejora respecto a la situación de referencia en el tramo afectado por la existencia del colector, empeorando aguas abajo del punto de ubicación de la EDAR. Además, en el caso de funcionamiento correcto de la misma la mejora obtenida en la calidad del río es muy notable.

DEPURACION CONJUNTA DE VERTIDOS

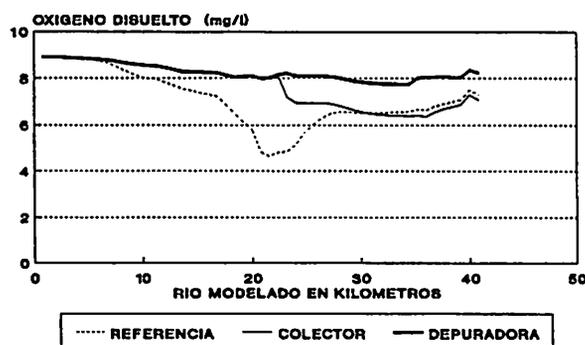


Fig. 2.- Perfiles de concentraciones de O.D. Río Nalón

DEPURACION CONJUNTA DE VERTIDOS

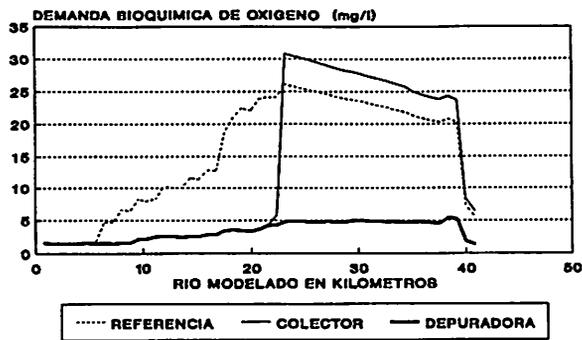


Fig. 3.- Perfil de concentraciones de DBO_5 . Río Nalón.

DEPURACION CONJUNTA DE VERTIDOS

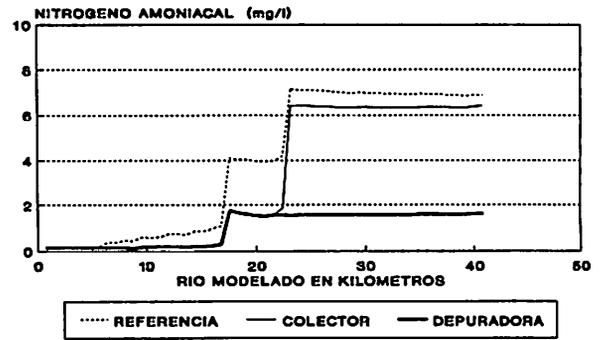


Fig. 4.- Perfil de concentraciones de NH_4 . Río Nalón.

4.2.- Control de vertidos mineros

Las aguas de los ríos Nalón y Caudal discurren por la cuenca minera asturiana. Es por ello que uno de los contaminantes más importante es el residuo de carbón, que se vierte al río como materia en suspensión desde los lavaderos de mineral y, en menor cuantía, desde los pozos de las minas.

Tomando como referencia la estrategia anterior, supuesto un funcionamiento correcto de la EDAR, se ha planteado la reducción, en origen, de las concentraciones de sólidos en suspensión de los vertidos mineros.

En este sentido, se han considerado dos posibles alternativas: la reducción del 90% de la carga, por una parte, y la limitación a 80 mg/l de la concentración de sólidos en suspensión.

A la vista de los perfiles de concentraciones a lo largo del río, correspondientes a ambas alternativas (figura 5), resulta obvio que la reducción del 90% de los sólidos en suspensión es claramente insuficiente si se pretenden obtener unos niveles mínimos de calidad. En la figura no se ha incluido la situación de referencia por quedar fuera de la escala del dibujo.

CONTROL DE VERTIDOS MINEROS

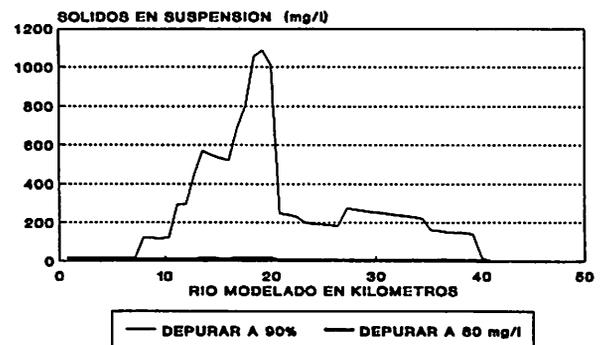


Fig. 5.- Perfil de concentraciones de S.S. Río Nalón.

4.3.- Determinación de caudales ecológicos

Se entiende como caudal ecológico el caudal mínimo que debe circular por el río de manera que se cumplan unos determinados objetivos de calidad, para un escenario planteado.

Dicho caudal mínimo depende, en general, de un conjunto de posibles actuaciones, con un gran número de variables implicadas. En este caso se ha simplificado el problema partiendo, como situación de referencia, de la existencia del colector y de la EDAR mencionados en el apartado 4.1, junto con la limitación a 80 mg/l de la concentración de sólidos en suspensión en los vertidos mineros mencionada en el apartado 4.2.

Las posibilidades de actuación se han limitado a la variación del caudal en cabecera, lo cual, por otro lado, es factible en la realidad, habida cuenta de la existencia del embalse de Tanes, situado aguas arriba del tramo modelizado. En concreto, los caudales de cabecera considerados han sido de 1.31, 2.0, 3.0 y 4.0 m³/seg, correspondiendo el primero de ellos a la situación de estiaje adoptada como referencia (supuesto régimen natural).

En cuanto a los objetivos de calidad, se han establecido en forma de limitación de las concentraciones, en la forma siguiente:

O.D.	> 6.0 mg/l
DBO ₅	< 3.0 mg/l
S.S.	< 25.0 mg/l
NH ₄	< 1.0 mg/l

DETERMINACION DE CAUDAL ECOLOGICO

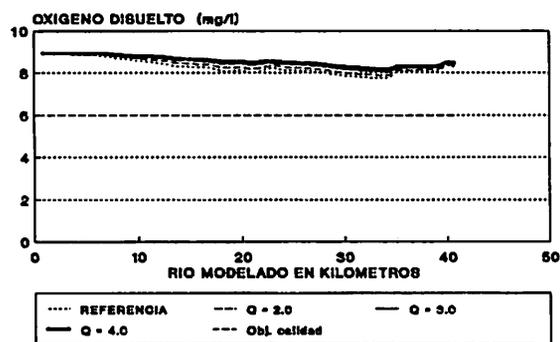


Fig. 6.- Perfil de concentraciones de O.D. Río Nalón.

DETERMINACION DE CAUDAL ECOLOGICO

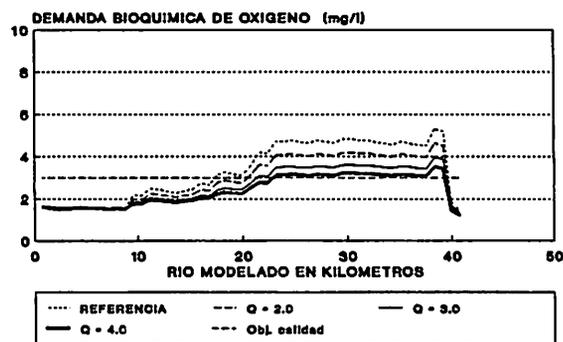


Fig. 7.- Perfil de concentraciones de DBO₅. Río Nalón.

Un primer examen de los perfiles de concentraciones de O.D., DBO₅, S.S. y NH₄, en las diferentes situaciones contempladas (figuras 6 a 9), permite afirmar que en el caso concreto analizado la concentración de oxígeno disuelto no es un factor clave a la hora de determinar el caudal ecológico.

DETERMINACION DE CAUDAL ECOLOGICO

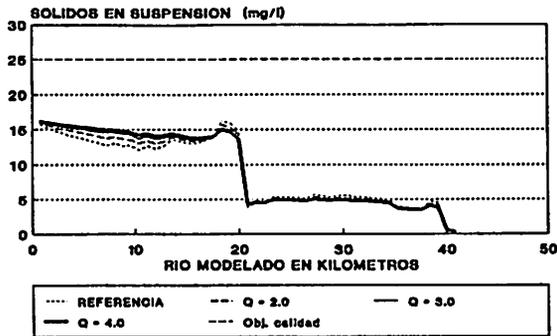


Fig. 8.- Perfil de concentraciones de S.S. Río Nalón.

DETERMINACION DE CAUDAL ECOLOGICO

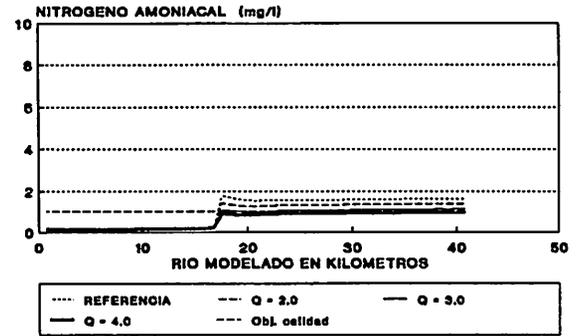


Fig. 9.- Perfil de concentraciones de NH_4 . Río Nalón.

No sucede lo mismo con las concentraciones de DBO_5 y NH_4 que, por una parte, sufren variaciones importantes entre las diferentes alternativas consideradas y que, por otra, no siempre cumplen las limitaciones establecidas.

4.4.- Vertido puntual de aliviaderos de tormentas

El hecho de que se produzca un aguacero importante coincidiendo con una situación de estiaje en el río puede provocar una disminución de la calidad del mismo debido a la existencia de vertidos a través de aliviaderos de tormenta.

Aunque esta situación de disminución de calidad es eminentemente transitoria, habida cuenta de la duración limitada del vertido, es posible analizarla, con las oportunas limitaciones, con ayuda de los modelos antes mencionados, a pesar de que están establecidos para situaciones estacionarias.

ALIVIADEROS DE TORMENTA

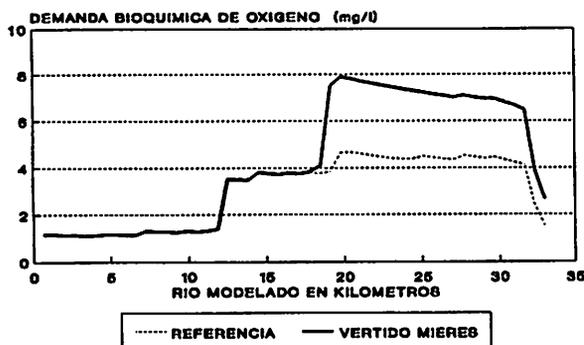


Fig. 10.- Perfil de concentraciones de DBO_5 . Río Caudal.

ALIVIADEROS DE TORMENTA

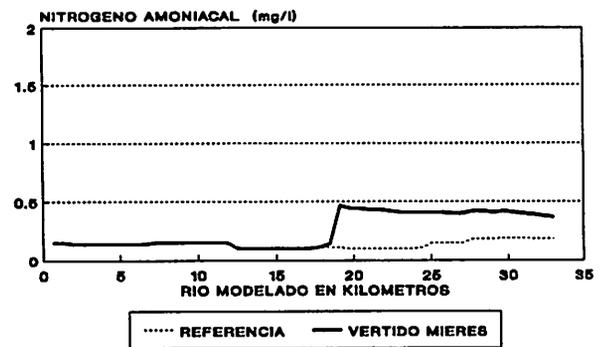


Fig. 11.- Perfil de concentraciones de NH_4 . Río Caudal.

La matización fundamental a realizar es la de limitar espacialmente la validez de los resultados obtenidos. Así, los resultados serán correctos en un tramo más o menos largo aguas abajo del vertido, perdiendo su validez, tanto más cuanto más se aleje uno del vertido, como es lógico.

Como situación de referencia se ha considerado la del modelo del río Caudal en estiaje, combinada con la existencia de un colector interceptor desde Pola de Lena hasta una EDAR situada en Baiña, con unas características supuestas para el efluente de la depuradora análogas a las indicadas en el apartado 4.1 para la EDAR de Frieres.

Estudiada la situación más desfavorable cara a la calidad del agua del río (6), se ha seleccionado el vertido de un aliviadero de tormentas, en la localidad de Mieres, con un caudal de 1.43 m³/seg y una carga contaminante diluida correspondiente a la del vertido urbano de la población citada, que en la situación de referencia se deriva por el colector hasta la estación de tratamiento.

Los perfiles de concentraciones de DBO₅ y NH₄ a lo largo del río (figuras 10 y 11) muestran el posible impacto de este tipo de situaciones.

AGRADECIMIENTO

Este Trabajo ha sido dirigido y financiado por la Confederación Hidrográfica del Norte (España), habiéndose utilizado resultados de otros Estudios enmarcados en el Plan Nacional de Interés Comunitario para el Saneamiento de los ríos Nalón, Caudal y Nora. Sin todo ello no hubiera sido posible su realización.

REFERENCIAS

- (1) BROWN, L. y BARNWELL, T. (1.985). 'Computer Program Documentation for the Stream Quality Modelo QUALII. Version QUAL2E'. U.S. Environmental Protection Agency.
- (2) ASCORBE, A. y otros (1.989). 'Construcción de Modelos de Calidad de Agua de los Ríos Nalón, Caudal y Nora (Asturias)'. I Congreso de Ingeniería Ambiental. Bilbao, 22-24 Noviembre.
- (3) SAINZ, J.A. y otros (1.990). 'Modelos de Simulación de la calidad del agua de los ríos Nalón, Caudal y Nora (Asturias, España): I.- Establecimiento de Premodelos'. Revista de Obras Públicas. Dic. 1990, págs 41 a 49.
- [4] SAINZ, J.A. y otros (1.991). 'Modelos de Simulación de la calidad del agua de los ríos Nalón, Caudal y Nora (Asturias, España): II.- Calibración de Modelos'. Revista de Obras Públicas. Feb. 91, págs 37 a 46.
- (5) SAINZ, J. y otros (1.991). 'Modelos de Simulación de la Calidad del Agua de los Ríos Nalón, Caudal y Nora (Asturias, España): III.- Validación de Modelos'. Revista de Obras Públicas. Aceptado para su publicación.
- (6) TEJERO, I. y otros (1.991). 'Estimación de la Lluvia de Cálculo para el Estiaje Húmedo'. Informe emitido para la Confederación Hidrográfica del Norte.