

## LOS PERFILES DE CARGA EN CUENCAS FLUVIALES

Urbano FRA PALEO  
*Universidad de Santiago*

**RESUMEN:** Hay una distribución observable de los impactos dentro de las cuencas fluviales y unos factores que la condiciona. Se han determinado unos criterios de análisis que excluyen ciertas cuencas. Hay dos tipos de perfiles: longitudinal y transversal. Del primero se extrae que existen cuatro modelos básicos de carga antrópica mientras que del segundo no se encuentra el modelo esperado.

**ABSTRACT:** There's a perceptible distribution of impacts in river basins and of the factors that determine it. The analysis criteria have been established and they exclude some basins. There are two types of cross sections: longitudinal and transverse. There are four basic models of anthropic charge for the first and the second model hasn't been confirmed.

No podemos pensar que la cuenca es un área impactada homogéneamente, la carga no se distribuye uniformemente sobre una cuenca fluvial ya que la población y alguna de las actividades que genera esa carga tiene una localización preferente, y ello se debe a la existencia de dos -entre otros- factores condicionantes: los factores físicos y la condición del agua como recurso.

Los factores físicos -sin desdeñar los históricos- son, principalmente, los que determinan en primer lugar la localización y, de ellos, la pendiente siempre es el principal condicionante. Dentro de una cuenca fluvial hay dos direcciones de menor pendiente: hacia el fondo de valle, donde el entorno del curso fluvial es el espacio más plano, y hacia la desembocadura.

El agua es además, en sí mismo, un recurso que ha condicionado la localización de las actividades y la población tanto históricamente como en el presente, por ser utilizada como medio de transporte, de vertido de residuos, de obtención de energía, de riego, consumo doméstico y obtención de alimento.

La población se asienta según estos dos principios porque busca un medio adecuado para llevar a cabo actividades productivas o porque busca participar de las actividades ya existentes. Las actividades productivas tienden a localizarse

donde se encuentra el recurso, o donde es más rentable explotarlo, asimismo buscan el mercado, por lo que se aproximan a la localización de la población o a donde las comunicaciones son más adecuadas para acceder a los mercados. Hay excepciones a este principio, un tipo es el formado por aquellas actividades transformadoras de una materia prima cuyo coste de explotación se acrecienta hasta un límite no rentable si se aleja del área en el que se genera la materia prima, pero son las actividades extractivas las que, por su propio carácter, están vinculadas a la localización del recurso y no pueden influir sobre su localización. En Galicia esto sucede con sectores productivos tales como la producción de energía térmica, industria maderera básica e industria láctea.

Se puede hablar de una *catena* o sucesión lineal de actividades a lo largo de la cuenca desde la cabecera hasta la desembocadura siguiendo el descenso de la pendiente. Arrignon (1979) ha definido una zonificación en función de los usos del suelo a lo largo de la cuenca, estableciendo cinco clases:

- tramo industrial y urbano
- tramo suburbano
- tramo palustre
- tramo agro-pastoril
- tramo forestal.

Del mismo modo que se había planteado anteriormente, este autor ha observado la existencia de una *catena* de actividades con un claro gradiente positivo de antropización e impacto desde la cabecera hasta la desembocadura así como de las localizaciones preferentes. Así, es de esperar la existencia de una variación positiva de la carga -un aumento- en la dirección cabecera-desembocadura así como en la dirección cumbre-fondo de valle. La relación entre actividad antrópica dentro de la cuenca y el impacto generado en las aguas ha sido expresado por la investigadora del Worldwatch Institute Sandra Postel (1993) de modo que "...el trato que se dé a las tierras altas afecta considerablemente a los medios de vida de las poblaciones y a la integridad de los sistemas acuáticos situados corriente abajo.", es decir, aparte del efecto sobre el ecosistema hay un efecto retroactivo sobre el hombre.

Para conocer esta variación se analizan el perfil longitudinal y transversal de la cuenca. Al realizar un perfil longitudinal de densidad de carga (FRA, 1992) se parte del mapa de antropización municipal superpuesto al curso fluvial. De este modo vemos como el río va atravesando desde su nacimiento áreas con distinto grado de antropización, o lo que es lo mismo, con distinta capacidad de aporte contaminante. Queremos saber si hay una tendencia clara en esta

variación, si, efectivamente, los aportes en el curso alto son menores que los del curso bajo.

Trabajando a la misma escala que en el estudio anterior, 1:100.000, se ha medido la longitud de curso que discurre por cada municipio, tomado su correspondiente grado de antropización y ambos datos se llevan a una gráfica. Como a veces el curso del río discurre entre dos municipios, porque precisamente aquél es su límite administrativo natural, entonces nos encontramos que la antropización toma dos valores, lo que gráficamente se manifiesta en que el perfil de antropización se presenta como una banda de antropización, con un mínimo correspondiente al índice del municipio con menor antropización y un máximo correspondiente al índice del municipio con antropización más elevada entre los que discurre el río.

De los 38 ríos estudiados, se han excluido varios para realizar este estudio. El primer criterio de exclusión abarca a aquellos que tienen parte de su cuenca fuera de la comunidad debido a que desconocemos la antropización en la parte externa de la cuenca, con ello se han excluido ya siete ríos, de entre ellos los dos más importantes, el Sil y el Miño.

El segundo criterio es la extensión de la cuenca. Una extensión pequeña hace que dentro de la cuenca existan pocos municipios y, por consiguiente, pocos datos para la elaboración del perfil.

El tercer criterio es el grado de alargamiento del cauce. Hay cuencas que tienen una extensión importante y una forma poco alargada, tendente a la compacidad. Esto significa que un perfil de esta cuenca nos informa sobre el impacto en las inmediaciones del cauce pero no sobre el que se produce en la periferia debido a que su amplitud hace que la extensión de los municipios no abarque desde el cauce a la divisoria de aguas. Si se prescinde de esta consideración tendremos un falso perfil, ya que el impacto no es solo el inmediato sino también el adyacente. En una cuenca con menor compacidad es más factible que un mismo municipio vaya desde el cauce a la divisoria, por lo que tendremos una información simultánea sobre el impacto central y periférico, el perfil hace al mismo tiempo un barrido longitudinal y lateral.

Para conocer esta variable se calcula el Coeficiente de elongación (Seyhan 1976) de las cuencas (Tabla I) y se segregan aquellas que tienen un bajo índice, entre las que se encuentran algunas con una extensión importante.

$$R_e = \frac{D}{L_b}$$

donde

$R_e$  = Coeficiente de elongación

$D$  = Diámetro de un círculo que tiene la misma superficie que la cuenca

$L_b$  = Longitud del canal principal

Río	CUENCA INCOMPLET A	EXTENSIÓN INSUFICIENTE	ELONGACIÓN INSUFICIENTE
ANLLÓNS			
ARNEGO			
ARNOIA			
AVIA			X
BAIO			
BELELLE		X	
BIBEI	X		
CABE			
DEZA			
EO	X		
EUME			
FERREIRA			
LADRA			X
LANDRO		X	X
LÉREZ			
LIMIA	X		
LOR			
LOURO		X	X
MANDEO			
MASMA		X	X

MENDO	X	
MERO		
MIÑO	X	
NARLA	X	X
NAVIA	X	
NEIRA		X
OURO	X	X
SAR		
SIL	X	
TAMBRE		
TAMEGA	X	
TÁMOGA	X	X
TEA		
ULLA		
UMIA		
VERDUGO		X
XALLAS		
XUBIA	X	

La aplicación de ambos criterios da lugar a la exclusión de otras trece cuencas de este tipo de análisis, quedando 18 de las que se hará un análisis de perfil y una clasificación tipológica. De ésta resulta el agrupamiento en cuatro conjuntos, que tiene que ver con la tendencia o evolución a lo largo del perfil.

El primer grupo lo forman cuatro ríos que tienen en común un perfil de antropización creciente: Ulla, Tambre, Umia y Mero. La densidad de población y el volumen de actividades económicas que se localizan en sus cuencas son más intensas e intensivas a medida que el río se aproxima a la desembocadura, respondiendo aquéllas a los condicionantes del medio y a las necesidades de localización exigidas por cada una.

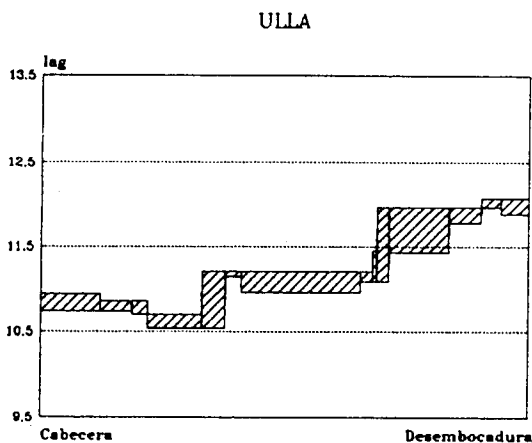


Figura 1. Ejemplo de cuenca con un perfil longitudinal de antropización creciente.

Hay ciertas irregularidades pero todos muestran una tendencia clara. El perfil del río Ulla se mueve dentro de una banda estrecha, que señala la existencia de una similitud de impacto entre ambas márgenes, y tiene una ligera acentuación en su curso bajo a partir de A Estrada-Vedra-Boqueixón. El rasgo más significativo del río Tambre es la acentuada elevación de la antropización a su paso por el municipio de Santiago, lo que ha de suponer un cambio notable en su calidad. Sin embargo debe de hacerse notar que el municipio de Santiago está orientado preferentemente hacia la cuenca del Sar, lo que incluye a la ciudad de Santiago, y que el Polígono do Tambre se orienta en el otro sentido, por lo que el impacto tiene más que ver con este factor que con el primero. El río Umia tiene tres características esenciales: un perfil más elevado -con valores comprendidos entre - que los restantes del mismo grupo, lo que señala la existencia de un impacto mayor en toda su cuenca y ello es debido a que se localiza en un área de elevada antropización; un débil incremento de ésta hacia la desembocadura, hecho que se debe a que -siendo ya alta la antropización en cabecera- el aumento hacia la desembocadura no es muy importante. Por último, se manifiesta un ligero desequilibrio entre ambas márgenes en la desembocadura debido a que se produce un impacto mayor en su margen derecha. Del Mero se puede señalar que lo más característico es el salto desde una situación de bajo impacto y estabilidad en el curso alto a un nivel más alto al entrar en contacto con Las Mariñas y especialmente con la ría de A Coruña.

El segundo grupo está formado por ríos que tienen un perfil de antropización creciente pero sufren un descenso al aproximarse a su desembocadura. Los

perfiles de los ríos Tea, Arnoia y Deza tienen una evolución en este sentido. Este proceso se debe a la localización en su curso medio de núcleos de relativa importancia que ejercen un impacto notable en cursos de escaso caudal, se trata de Pontearreas en la cuenca del Tea, de Allariz y Celanova en la del Arnoia y de Lalín en la del Deza.

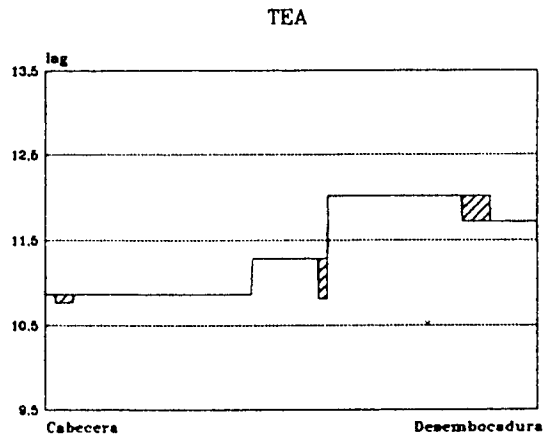


Figura 2. Ejemplo de cuenca con un perfil longitudinal de antropización con descenso en la desembocadura

El Tea muestra un crecimiento acentuado en su curso medio-bajo para sucederle el consiguiente descenso final. De entre los tres es el que tiene un índice más alto a lo largo del perfil, como ya se había encargado de señalar la densidad de carga general. El Arnoia destaca por tener un bajo impacto a lo largo de todo el perfil, y el Deza tiene una tendencia a la estabilidad tras el notable impacto de Lalín en su curso medio-alto.

El tercer grupo está integrado por un número mayor -siete- de cuencas, tienen en común la existencia de un incremento débil o de una estabilidad a lo largo del perfil de antropización, pero lo que los define principalmente es la irregularidad del impacto. Hay una serie de ascensos y descensos, unos saltos irregulares, en el impacto que no muestran una tendencia definida.

De entre ellos sólo los ríos Mandeo, Léz y Cabe muestran un incremento en el curso bajo, aunque el curso restante no confirme esta evolución. Los perfiles de los ríos Cabe y Eume tienen en común con los del grupo anterior la existencia de un impacto destacado en el curso central, Monforte y As Pontes respectivamente, que previsiblemente dan lugar a un cambio importante en la

calidad de ambos ríos. Lo más notable respecto al perfil del río Baio es la elevada antropización en toda su cuenca que se corresponde con un área así clasificada en la antropización general, situación opuesta a la del río Lor que muestra uno de los perfiles más bajos.

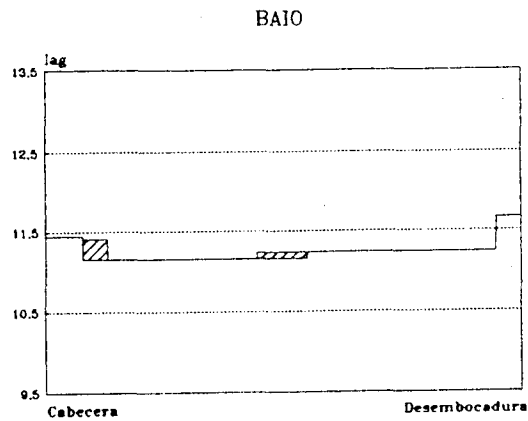


Figura 3. Ejemplo de cuenca con un perfil longitudinal de antropización sostenido

Hay un último grupo que muestra un comportamiento contrario al de los dos primeros, una tendencia opuesta a la esperada, un impacto mayor en la cabecera y un posterior descenso hacia la desembocadura. El curso de agua va encontrando un impacto menor a medida que su caudal aumenta, lo que quiere decir que si el aumento del segundo es mayor que el descenso del primero se produce una recuperación progresiva.

Los ríos Anllóns y Sar, especialmente éste último, tienen un impacto elevado a lo largo de todo el curso, pero en ambos se puede destacar alguno más localizado. En el río Anllóns el mayor impacto se produce en su curso medio al atravesar el núcleo de Carballo, y el Sar ve deteriorada su calidad desde su cabecera por la localización en ésta del municipio de Santiago. El primero puede realizar su proceso de recuperación ya que los impactos disminuyen, lo que no sucede con el segundo puesto que, aunque inicialmente tiene una evolución idéntica, a continuación y en su curso bajo -hasta la desembocadura- vuelve a producirse un gran impacto al discurrir por el municipio de Padrón. Con un perfil bastante plano -aunque decreciente- y unos valores bajos los ríos Xallas y Ferreira parecen no sufrir graves perturbaciones en la evolución de su calidad



hacia la desembocadura.

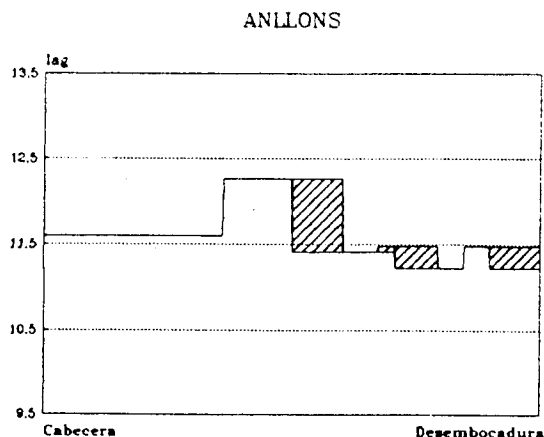


Figura 4. Ejemplo de cuenca con un perfil longitudinal de antropización decreciente

Del mismo modo que hay una variación de la antropización, o del impacto, de cabecera a desembocadura a causa de la pendiente, también existe un gradiente desde la divisoria al fondo de valle por la intervención del mismo condicionante. Para analizar este otro gradiente en una cuenca se han de aplicar diferentes criterios de los utilizados en el caso del perfil longitudinal y, al mismo tiempo, más exigentes a la hora de seleccionar las que son viables. Para obtener un gradiente necesitamos tener una serie de valores desde el cauce hasta la divisoria, para lo que se precisa que la cuenca tenga una extensión significativa, lo que conlleva una mayor anchura y la existencia de varios municipios que incorporan los diferentes valores de antropización. Una elevada dimensión longitudinal también es un factor necesario dado que se realizarán varios perfiles transversales a lo largo de la cuenca, deben de ser perfiles que se diferencien entre sí con el fin de dar la máxima información, lo que no sucedería si estuviesen próximos. Con estas premisas sólo son analizables las cuatro mayores cuencas: Miño, Sil, Ulla y Tambre. Las dos primeras quedan excluidas por la misma razón que se ha aducido al hablar de los perfiles longitudinales: la serie de perfiles estaría truncada en la parte de la cuenca exterior a Galicia.

Hay otro problema metodológico complementario; cuando se realiza un perfil transversal éste corta también afluentes destacados, que tienen su propio gradiente independiente del del curso principal. Cuanto mayor sea la cuenca, mayores son sus afluentes y la individualización del perfil longitudinal y

transversal de éstos, por lo que el perfil del río principal se deforma con el de sus afluentes, esto hace que la exclusión de los dos grandes ríos se haga por partida doble. Aún así, los perfiles transversales del río Ulla deben ser tomados con ciertas reservas cuando atraviesan las cuencas del Deza y Arnego.

Se han escindido las dos divisorias de la cuenca, izquierda y derecha, en diez partes iguales asegurando que así se cortan proporcionalmente ambas vertientes y se obtiene de ellas una información regular. Posteriormente se han unido los nueve puntos con su recíproco de la margen opuesta con segmentos o perfiles que cortan la cuenca de una divisoria a otra pasando por el cauce del río. Este procedimiento trata de aminorar la influencia que podría tener la asimetría de la cuenca derivada de la mayor extensión de una de las vertientes, de la mayor longitud de una de las divisorias a causa de los senos entrantes o salientes de la cuenca. Cada perfil atraviesa varios municipios, con distintos grados de antropización. La representación gráfica del perfil traslada este último parámetro al eje de las Y y la longitud de municipio atravesado se traslada al eje de las X.

Los transectos se han centrado en torno de un punto común de referencia, el cauce del río, y se han representado consecutivamente en una serie ordenada comenzando en la parte superior por el perfil más próximo a la cabecera del río. La perspectiva obtenida es la que correspondería a un observador situado en la desembocadura y a cierta altura, que ve los perfiles de cabecera más lejanos y los de desembocadura más próximos.

En la serie de perfiles del río Tambre se observa que cuando la cuenca tiene una dimensión transversal menor los transectos se aplanan, mostrando poca oscilación, lo que sucede más comúnmente en la cabecera y en la desembocadura. Ello es debido a que la información es menor, ya que corta menor número de municipios, lo que desvirtúa el objetivo planteado y confirma lo esperado en uno de los criterios impuestos en la justificación, criterio por el cual se habían excluido otras cuencas.

Se observa como en los perfiles centrales hay un gradiente negativo desde la línea divisoria hasta el cauce, lo que quiere decir que hay mayor impacto en el borde que en el entorno del cauce, contradiciendo el modelo esperado. Este contraste es todavía mayor en la margen izquierda donde el municipio de Santiago tiene unos valores de antropización mucho más elevados que los municipios localizados en las inmediaciones del cauce y en la margen derecha. Por otro lado se confirma el hecho observado en los perfiles longitudinales, a medida que avanzamos hacia la desembocadura los perfiles se van elevando, o lo que es lo mismo, la antropización es cada vez mayor, hecho confirmado no

sólo en la proximidad del cauce sino a lo largo de todo el perfil transversal.

Los perfiles de la cuenca del Ulla son menos uniformes que los de la del Tambre, con oscilaciones más acentuadas, y ello permite definir de mejor modo la existencia o no de tendencias. Sólo encontramos tres perfiles en los que en ambas márgenes se produzca un descenso del impacto hacia la periferia, son los perfiles 2, 3 y 9, este hecho cobra mayor importancia cuando comprobamos que no hay ningún perfil completo en el que se manifieste un proceso inverso. Además, los perfiles 1, 6 y 8 se aproximan bastante a aquella tendencia, de tal modo que puede considerarse que en la parte alta y baja de la cuenca se da un proceso de descenso de la antropización a medida que aumenta la pendiente, tendencia también dominante en los perfiles longitudinales.

Se ha dicho que el perfil 3 sigue el modelo descendente pese a que hay dos interrupciones, una en cada vertiente, ya que a continuación hay una vuelta a la tendencia. Los municipios de Melide y Lalín generan un impacto que destaca bruscamente de entre los adyacentes en esta zona de la cuenca. Esto mismo sucede en otro perfil, es el caso de Santiago que impacta primero al Sar y finalmente al Ulla. Un caso semejante se produce en el perfil 7, donde Santiago resalta por encima del perfil restante con un grado de antropización más alto, impactando primero al Sar y finalmente al Ulla.

#### REFERENCIAS.

- ARRIGNON, J. 1979. *Ecología y piscicultura de aguas dulces*. Mundi-Prensa, Madrid.
- FRA, U. 1992. "La medida de la antropización". En *V Coloquio de Geografía cuantitativa*, ed. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, pp. 419-427. Zaragoza.
- POSTEL, S. 1993. *La situación de los recursos hídricos*. En *La situación en el mundo. 1993*, ed. Worldwatch Institute, pp. 52-82. Apóstrofe, Barcelona.