

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
FUNDACIÓN CONDE DEL VALLE DE SALAZAR**

**CARACTERIZACIÓN JERÁRQUICA
Y CLASIFICACIÓN DE LOS RÍOS DE
NAVARRA**



Marzo, 2006

**IBERINSA-INFRAESTRUCTURAS Y ECOLOGÍA
GOBIERNO DE NAVARRA**

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
FUNDACIÓN CONDE DEL VALLE DE SALAZAR

**CARACTERIZACIÓN JERÁRQUICA
Y CLASIFICACIÓN DE LOS RÍOS DE
NAVARRA**

Diego García de Jalón
Marta González del Tánago
Miguel Marchamalo
Carlos Alonso
Domingo Baeza
Pilar Vizcaíno

E.T.S. de Ingenieros de Montes, Laboratorio de Hidrobiología
Universidad Politécnica de Madrid

Marzo, 2006

IBERINSA-INFRAESTRUCTURAS Y ECOLOGÍA
GOBIERNO DE NAVARRA

INDICE

I. INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES	1
2. OBJETIVOS	2
3. INFORMACIÓN DISPONIBLE	3

II. CARACTERIZACIÓN JERÁRQUICA Y CLASIFICACIÓN DE LOS RÍOS DE NAVARRA

1. ANTECEDENTES	4
2. OBJETIVOS	11
3. AREA DE ESTUDIO Y METODOLOGÍA	11
4. SEGMENTOS FLUVIALES CONSIDERADOS	23
5. CARACTERIZACIÓN DE LOS SEGMENTOS FLUVIALES	
5.1. Ecoregiones y Provincias biogeográficas	27
5.2. Geología de las cuencas vertientes	31
5.3. Tamaño de las cuencas vertientes	36
5.4. Régimen de caudales	38
5.5. Geomorfología de los segmentos fluviales	47
5.6. Caracterización de los hábitats fluviales	49
5.7. Cuadro resumen de la caracterización jerárquica	49

6. CLASIFICACIÓN DE LOS SEGMENTOS FLUVIALES DE LA RED HIDROGRÁFICA DE NAVARRA

6.1. Introducción	56
6.2. Ordenación jerárquica y agrupación de los segmentos fluviales	57
6.3. Descripción de los tipos de ríos establecidos	58
Tipo 1: Ríos cantábricos pequeños silíceos	59
Tipo 2: Ríos cantábricos pequeños, de geologías mixtas	62
Tipo 3: Ríos cantábricos de tamaño medio	64
Tipo 4: Ríos de montaña húmeda calcárea	67
Tipo 5: Ríos de montaña húmeda de cuencas arcilloso-calizas	71
Tipo 6: Ríos pirenaicos pequeños, con influencia nival	76
Tipo 7: Ríos pirenaicos pequeños o medianos, de régimen pluvial	79
Tipo 8: Ríos mediterráneos temporales	83
Tipo 9: Ríos mediterráneos pequeños, de cuencas arcillosas y régimen permanente	86
Tipo 10: Ríos mediterráneos de tamaño grande ...	89
Tipo 11: Eje del Ebro	92
6.4. Discusión y Análisis comparativo de las Tipologías existentes	95

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

98

I. INTRODUCCIÓN

1-. ANTECEDENTES

La Directiva Marco del Agua (DMA) requiere a todos los Estados comunitarios la protección, mejora y regeneración de todas las masas de agua superficial, con objeto de alcanzar su buen estado ecológico en el horizonte de los próximos quince años desde su entrada en vigor (Art. 4, Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de Octubre de 2000).

Para llevar a cabo estas tareas encaminadas a alcanzar el buen estado ecológico de las masas de agua, la DMA establece la necesidad de caracterizar y clasificar las masas de agua, y establecer unas condiciones de referencia para cada clase resultante, que permita la valoración del estado ecológico y la propuesta de medidas de protección y restauración.

Dentro de los tipos de masas de agua superficial, la DMA define las aguas continentales, entre las que menciona los ríos, lagos, aguas de transición, aguas costeras, masas de agua artificial y masas de agua muy modificadas. En el Anexo II de esta Directiva se desarrollan las metodologías que se proponen para la caracterización de estos tipos de masas de agua superficial, indicando una serie de factores descriptivos de carácter obligatorio, que deben ser incluidos en cualquiera de los procedimientos de caracterización utilizados por los Estados comunitarios.

La caracterización de las masas de agua es necesaria para llevar a cabo la definición de las condiciones de referencia de cada una de los tipos de masas de agua existentes, que debe hacerse a partir de la información disponible procedente de los tramos que correspondan a las mejores condiciones ambientales, donde las presiones e impactos derivadas de actividades humanas sean muy pequeñas o inexistentes.

Ante estos requerimientos de la DMA, es necesario que cada Estado comunitario desarrolle una serie de estudios encaminados al mejor conocimiento de sus masas de agua, a la valoración de su estado ecológico y al establecimiento de medidas para su protección, mejora y regeneración.

El estudio que ahora se presenta se centra en este contexto de la DMA, y trata de contribuir al mejor conocimiento de las masas de agua de la Comunidad Autónoma de Navarra, aportando (1) una caracterización física de los ríos y sus cuencas vertientes, (2) una tipología de los segmentos fluviales como síntesis de dicha caracterización, donde se describen las “clases de ríos” diferenciadas, y (3) una propuesta de comunidades biológicas de referencia para cada uno de las clases fluviales resultantes, a partir de la información disponible hasta la fecha.

Este Trabajo se enmarca en el Convenio establecido entre el Gobierno de Navarra y la UTE formada por Ibérica de Estudios e Ingeniería, S.A. (IBERINSA) y por Infraestructura y Ecología, S.L., para llevar a cabo los “*Trabajos para la evaluación y mejora del estado de los ríos de Navarra según la Directiva Marco del Agua*”.

En dicho Convenio, y a través de la mencionada UTE, el Grupo de Investigación de Hidrobiología de la E.T.S. de Ingenieros de Montes de la Universidad Politécnica de

Madrid ha colaborado en la realización de algunos de los trabajos contemplados, incluyendo en este documento los resultados obtenidos en relación a la caracterización y clasificación de la red fluvial de Navarra, y la definición de comunidades biológicas de referencia.

2.- OBJETIVOS

Los objetivos considerados en el trabajo desarrollado por el Grupo de Investigación de Hidrobiología dentro del Convenio aludido, han sido los siguientes:

1. Establecer una caracterización con base física de la red fluvial de Navarra, válida para la clasificación requerida por la Directiva Marco del Agua, que incluya los factores o variables que tienen mayor influencia en el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos.
2. Definir una tipología de los ríos de Navarra representada en cartografía, que esté basada en la caracterización física de los distintos tramos fluviales y responda a intereses de gestión según la Directiva Marco del Agua.
3. Implementar una metodología de caracterización jerárquica en la red fluvial de Navarra, que facilite el manejo de datos relativo a las distintas características físicas, hidrológicas y ecológicas de los ríos estudiados que actúan a diferentes escalas espaciales, y su integración en un banco de datos más amplio, de ámbito nacional o europeo.
4. Recopilar la información disponible relativa a las comunidades biológicas de los ríos de Navarra, relacionándola con la información de las características físicas del hábitat.
5. Establecer las comunidades de referencia relativas a los distintos tipos de ríos encontrados a partir de la información disponible hasta la fecha., aludiendo a la composición y abundancia de los taxones más representativos en cada caso.
6. Aplicar conceptos científicos de ecología fluvial a la gestión de los ríos a través de los requerimientos de la Directiva Marco del Agua, aportando un esquema de análisis de las condiciones físicas y biológicas, sobre el que se pueden apoyar las sucesivas medidas de gestión de los ríos de Navarra para su protección y restauración.

La consecución de estos objetivos se ha llevado a cabo mediante diferentes trabajos parciales, que en este documento han sido agrupados en dos Partes, cada una de ellas con su metodología y resultados correspondientes.

Inicialmente se han llevado a cabo los trabajos relativos a la “Caracterización y Clasificación de los ríos de Navarra”, atendiendo a los tres primeros objetivos formulados, desarrollando unas tareas basadas en el análisis de los principales factores físicos a través

de la información disponible y de un trabajo de campo para verificar ciertas características previamente definidas.

Posteriormente se han desarrollado los trabajos relativos a la “Definición de comunidades de referencia”, siguiendo los tres últimos objetivos expuestos, a partir igualmente de la información disponible y de los resultados del trabajo de campo llevado a cabo para la elaboración de este documento.

3. INFORMACIÓN DISPONIBLE

Para la elaboración de este trabajo se ha contado con una importante documentación suministrada por la UTE contratante y el Gobierno de Navarra, relativa a las características territoriales del ámbito de estudio y a las de los principales cursos de agua, que a continuación se detalla:

a) Información sobre el territorio navarro (cuencas vertientes):

1. Base cartográfica numérica, 1:25.000 Mapa Topográfico Nacional
2. Modelo Digital del Terreno derivado del mapa anterior
3. Ortofotos 1:25.000
4. Mapa litológico de Navarra 1:50.000
5. Mapa de cultivos y aprovechamientos
6. Mapa de regadíos
7. Cobertura SIG de suelos de Navarra
8. Banco de datos de Precipitaciones, Temperaturas y Aforos de las estaciones del Gobierno de Navarra, incluyendo caudales reconstruidos en régimen natural
9. GIS de Medio Ambiente, incluyendo un conjunto de coberturas de conservación de la naturaleza, hidrografía, control de la contaminación, interés geológico e itinerarios de Navarra.

b) Información sobre la red de drenaje:

1. Datos físico-químicos de la red de calidad del Gobierno de Navarra
2. Datos de calidad biológica (puntos de evaluación del IBMWP)
3. Índices bióticos en 81 puntos de los ríos navarros (EKOLUR, 2004)
4. Evaluación del índice QBR en Navarra (Memoria y datos, 2002)
5. Caudales ecológicos (EKOLUR y Universidad de Cantabria, 2003)
6. Base de datos georeferenciada de obstáculos a la continuidad fluvial
7. Cobertura SIG de estaciones de aforos en Navarra
8. Coberturas de clasificación del riesgo de las masas de agua del IMPRESS de la Confederación Hidrográfica del Ebro
9. Idem de la Confederación Hidrográfica del Norte

c) Información sobre poblaciones piscícolas:

1. Distribución y abundancia de las especies de peces presentes en los ríos de la mitad sur de Navarra (Elvira *et al.*, 2003)
2. Estado de las poblaciones de trucha en Navarra (Octubre, 2004)

II. CARACTERIZACIÓN JERÁRQUICA DE LOS RÍOS DE NAVARRA

En esta Sección se desarrollan los trabajos relativos a la caracterización física de los ríos de Navarra y a su posterior clasificación considerando el interés de estos resultados para su gestión en el contexto de la Directiva Marco del Agua.

En primer lugar, y como capítulo de Antecedentes, se presenta un breve resumen de los trabajos existentes donde se proponen diferentes tipologías fluviales para los ríos de Navarra. En segundo lugar se detalla la metodología utilizada en este trabajo, aportando un esquema de caracterización jerárquica que facilita la integración de los distintos factores ambientales que influyen en los ríos, actuando a diferentes escalas espaciales y temporales.

En un capítulo posterior se detalla la caracterización llevada a cabo en los ríos de Navarra, incluyendo los mapas temáticos de los distintos factores ambientales utilizados en dicha caracterización.

Por último, se propone una clasificación de los distintos tipos de ríos considerados, tratando de agrupar y simplificar la variabilidad física de la red fluvial de Navarra, con el fin de que sirva de base para el establecimiento de las condiciones de referencia y la definición de masas de agua, sobre las que se definan las medidas de gestión necesarias para su protección y restauración.

1. ANTECEDENTES

Como antecedentes al esquema de caracterización y clasificación de los ríos de Navarra que se presenta en este trabajo, es necesario mencionar la tipología de ríos propuesta en el trabajo de *“Delimitación de regiones ecológicas de la Cuenca del Ebro”*, realizada por el Departamento de Ecología de la Universidad de Barcelona bajo la dirección de los Profesores Dr. Narcís Prat y Dr. Antoni Munné, por encargo de la Oficina de Planificación de la Confederación Hidrográfica del Ebro, durante los años 1998 y 1999.

El objetivo de este trabajo fue definir una regionalización de la Cuenca del Ebro capaz de diferenciar unidades semejantes y significativamente diferenciadas, basadas tanto en los biotopos existentes, relacionados con las características físicas y ambientales de la cuenca, como en la composición de la biota existente, en este caso relativa a las comunidades de macroinvertebrados encontrados en los ríos. Se trataba de hacer coincidir la caracterización física del medio con la de las comunidades de cada zona, con el fin de establecer umbrales de calidad biológica para cada zona y poder comparar la comunidad observada con la esperada.

La obtención de datos biológicos se llevó a cabo en 461 estaciones, donde se hicieron varias campañas de muestreo entre los años 1990 y 1997, identificando los ejemplares recogidos a nivel de familia.

En relación a las variables físicas y ambientales de la cuenca, se seleccionaron un total de 31 variables, agrupadas en los siguientes tipos: Químicas (4), hidrológicas (3), geológicas (2), de usos del territorio (10), climáticas (2), morfométricas (4), socioeconómicas (4) y espaciales (2).

En este estudio, mediante sucesivos análisis canónicos de correspondencias se comprueba que “las variables de origen mayoritariamente humano, como el conjunto de variables químicas, básicamente constituidas por variables de contaminación orgánica, y los descriptores del uso del territorio, condicionados por la gradación entre zonas con usos agrícolas y bosques no intervenidos, son el conjunto de variables que condicionan de manera más importante, por encima del 20 % cada uno, la distribución de la comunidad de macroinvertebrados en la cuenca del Ebro “ (pg 62 y posteriores del informe). Se concluye de esta forma que la suma total de la varianza explicada por las actividades humanas sobre la comunidad de macroinvertebrados de la cuenca del Ebro es del 50 % (suma del conjunto de variables químicas, de uso del territorio y socioeconómicas), aunque entre ellas existan elevadas covariaciones.

La suma de la influencia (porcentaje de variación) de las variables no antropogénicas (hidrológicas, geológicas, morfométricas, climáticas y espaciales) sobre la distribución de las comunidades de macroinvertebrados resulta ser del 45,8 %. No obstante, teniendo en cuenta que muchas de estas variables están estrechamente relacionadas, podría decirse que las variables no antropogénicas (“naturales”) condicionan alrededor del 25 % de la variabilidad actual de la comunidad de macroinvertebrados de la cuenca del Ebro.

A modo de síntesis, en el informe se concluye que una elevada fracción de las diferencias de las comunidades de macroinvertebrados se debe a factores ligados a la actividad humana, a la alteración del medio, mientras que la variabilidad ambiental parece estar en un segundo orden de importancia.

Entre los factores no antropogénicos, la temperatura, tanto del agua como del ambiente, el coeficiente de escurrimiento, la precipitación media anual en la zona y la altitud, parecen ser los que tienen mayor influencia en la distribución de las comunidades de macroinvertebrados.

En una segunda etapa del estudio, se procede a regionalizar la cuenca del Ebro bajo criterios biológicos, intentando eludir la influencia antropogénica. Para ello se lleva a cabo un segundo análisis canónico de correspondencias, mediante el cual se ordenan las estaciones de muestreo según las comunidades de macroinvertebrados y a la vez correlacionadas con las variables ambientales utilizadas, en este caso excluyendo las de influencia antrópica.

La regionalización definitiva se lleva a cabo considerando 12 variables ambientales, agrupadas en hidrológicas (3), geológicas (2), morfométricas (3), climáticas (2) y espaciales (2). Como variables más significativas se consideran en primer lugar el gradiente altitudinal y la temperatura, marcando un eje físico acompañado de una distribución geológica que varía de silíceo, en áreas elevadas y de baja temperatura, a carbonatada-evaporítica en áreas más bajas y de clima más cálido. En segundo lugar se considera como factor determinante el caudal, marcando un eje gradual entre las estaciones

de elevado caudal y mayor orden del río, y las de bajo caudal que se sitúan básicamente en áreas dominadas por una geología de rocas carbonatadas (sur de la cuenca).

Con estos antecedentes, se procede a la regionalización de la cuenca del Ebro, llegando a la siguiente propuesta, donde se agrupan las regiones similares desde el punto de vista físico y biológico (comunidad de macroinvertebrados):

- **Región Alta montaña**, formada por los Pirineos más septentrionales, desde Navarra hasta la fracción media occidental de Cataluña.
- **Región Montaña húmeda**, que comprende toda la zona del Pre-Pirineo y montañas altas desde Cataluña hasta Álava, pasando por Pamplona.
- **Región Montaña mediterránea**, situada básicamente al sur de la cuenca,
- **Región “Depresión”**, situada en la cubeta central de la cuenca del Ebro, abarcando los tramos bajos de los ríos de caudal moderado
- **Región “Grandes ríos”**, donde se incluyen los tramos medios y bajos de los ríos más caudalosos de Navarra, Cataluña y Aragón
- **Región “Eje del Ebro”**, formada por el eje central del río Ebro.

La aplicación de esta regionalización aplicada a los ríos de Navarra ha sido representada en la figura 1.1.

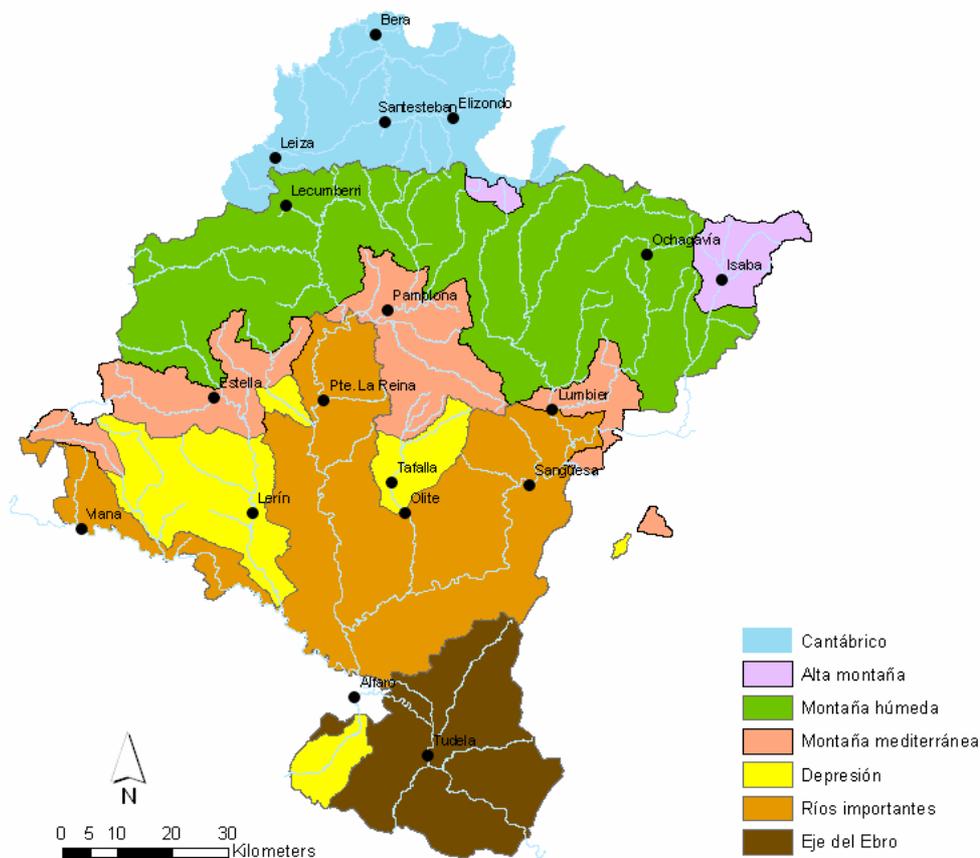


Figura 1.1.- Tipología de ríos del territorio navarro (Prat y Munné, 1999).

Un segundo trabajo de gran interés como antecedente al que aquí se presenta es el elaborado en el año 2004 por el Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza y dirigido por el Dr. Alfredo Ollero, con el título *“Tramificación de la red fluvial de la cuenca del Ebro”*

El objetivo principal de dicho trabajo ha sido caracterizar los ríos de la cuenca del Ebro desde el punto de vista geomorfológico, y para ello establecen tres tipos de criterios basados en la pendiente longitudinal, el tipo de valle y el tipo de cauce.

Respecto a la pendiente longitudinal de los cursos de agua, Ollero y colaboradores establecen 7 rangos de pendiente basados en los establecidos anteriormente por Rosgen (1996). La geomorfología del valle es analizada en función de la pendiente de las laderas vertientes y la anchura del fondo de valle, diferenciando 5 tipos de valle presentes en la cuenca del Ebro. Finalmente, la morfología del cauce se analiza simplificando el esquema propuesto por Rosgen (1996), y se diferencian distintos estilos fluviales en base a si es cauce único o cauce múltiple, y a su sinuosidad. Combinando los rangos de pendiente con los diferentes estilos fluviales, se han definido 10 tipos de cauce, caracterizados por su pendiente y trazado en planta.

Aplicando estos criterios de caracterización a toda la red fluvial de la cuenca del Ebro se han ido elaborando los mapas temáticos respectivos, y obtenido una tramificación de dicha red en la que se reconocen diferentes “tramos”, resultantes de un cambio de alguna de las tres variables geomorfológicas consideradas a lo largo de cada uno de los cauces estudiados.

Finalmente, en este trabajo se reconocen 32 tipos básicos de ríos desde el punto de vista geomorfológico, obteniendo al mismo tiempo 25 tipos de transición y 21 tipos de cauces alterados. En las conclusiones del trabajo se incluye un cuadro resumen de las características de cada uno de los tipos reconocidos de gran interés, aludiendo a su singularidad dentro de la cuenca del Ebro, su dinámica, valor geomorfológico, impactos principales y propuestas generales de ordenación.

En las figuras 1.2 a 1.4 se representa la tramificación llevada a cabo por el equipo del Dr. Alfredo Ollero en los ríos navarros pertenecientes a la cuenca del Ebro, indicando respectivamente los tipos de valles, tipos de cauces y tipos de tramos fluviales según la combinación de las variables geomorfológicas utilizadas.

Este trabajo elaborado por el Dr. Alfredo Ollero y su equipo tiene especial relevancia, no solo por su valor descriptivo de la geomorfología fluvial, sino por ser quizás el primer estudio geomorfológico que se aborda en nuestro país con una clara aplicación a la gestión y ordenación de los espacios fluviales.

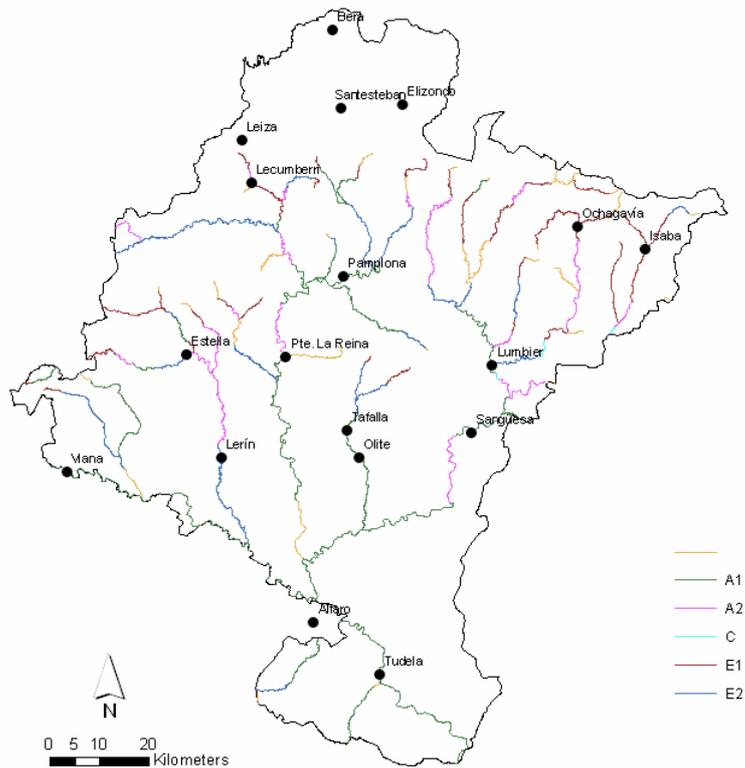


Figura 1.2.- Tipos de valles en los ríos navarros de la cuenca del Ebro. A1: valle amplio, con potencial desplazamiento lateral; A2: valle abierto, encajado y con desplazamiento lateral restringido C: valle profundamente encajado, con paredes casi verticales; E1: Valle encajado, de fondo cóncavo; E2: Valle encajado, de fondo plano; sin leyenda: segmento sin clasificar (Ollero y colaboradores, 2004).

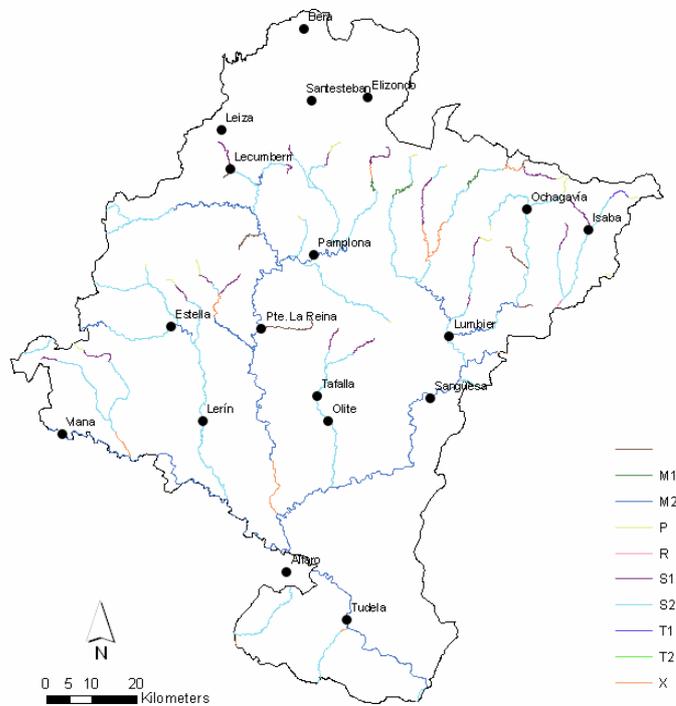


Figura 1.3.- Tipos de cauces en los ríos navarros de la cuenca del Ebro. M1: Meandriforme de pendiente media; M2: Meandriforme de pendiente baja; P: Muy pendiente (>10 %); R: Recto; S1: Sinuoso de pendiente alta; S2: Sinuoso de media y baja pendiente; T1: Trenzado de pendiente alta; T2: Trenzado de pendiente baja; X: Alterado o no clasificable; sin leyenda: segmento sin clasificar (Ollero y colaboradores, 2004)

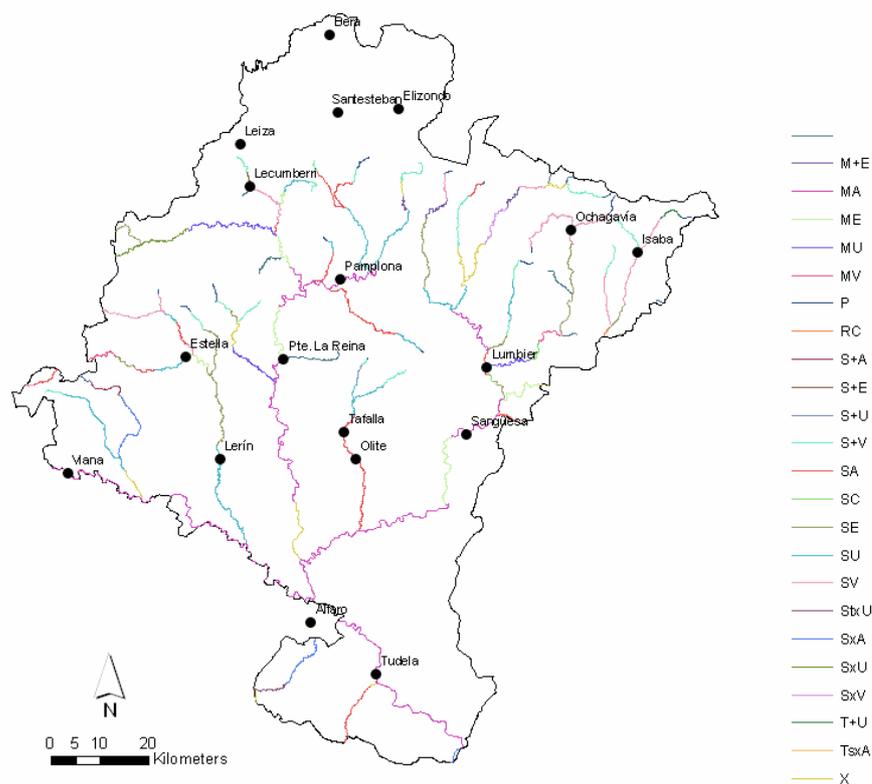


Figura 1.4.- Tipos de tramos fluviales según su morfología, atendiendo al tipo de cauce (inicial primera), pendiente longitudinal (+ según rangos de pendiente) y tipo de valle (inicial segunda: A=A1; E=A2; V=E1; U=E2), obtenidos en la red fluvial de Navarra perteneciente a la cuenca del Ebro (Ollero y colaboradores, 2004).

Con posterioridad a este trabajo de tramificación de la cuenca del Ebro, se ha propuesto otro modelo de regionalización para todos los ríos españoles efectuado por el CEDEX, recogido en el documento de *“Caracterización de los tipos de ríos y lagos”* presentado en Enero de 2005. En este trabajo elaborado por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX se ha procedido a la caracterización de las masas de agua en base a las variables obligatorias y muchas de las variables opcionales recogidas en el sistema B de clasificación de la Directiva Marco del Agua.

Analizando las variables físicas consideradas, y mediante un análisis estadístico de las mismas, se ha procedido a la agrupación de tipos de ríos mediante un sistema de *clustering*, procediendo a un análisis de componentes principales por grupos de variables.

Finalmente, en este trabajo se propone un dendrograma de clasificación, con diferentes umbrales de corte de las variables consideradas, con los que se obtienen 32 tipos de ríos para la Península Ibérica y Baleares. De estos 32 tipos, corresponden a los ríos navarros los siguientes 9 tipos, cuya distribución aparece representada en la figura 1.5.

Región Mediterránea:

- 9- Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea
- 12- Ríos de montaña mediterránea
- 15- Ejes mediterráneos continentales poco mineralizados

17- Grandes ejes en ambientes mediterráneos

Región Atlántica:

- 23 – Ríos vasco-pirenaicos
- 26- Ríos de montaña húmeda calcárea
- 27- Ríos de alta montaña
- 29. Ejes fluviales principales cántabro-atlánticos calcáreos
- 32. Pequeños ejes cántabro-atlánticos calcáreos

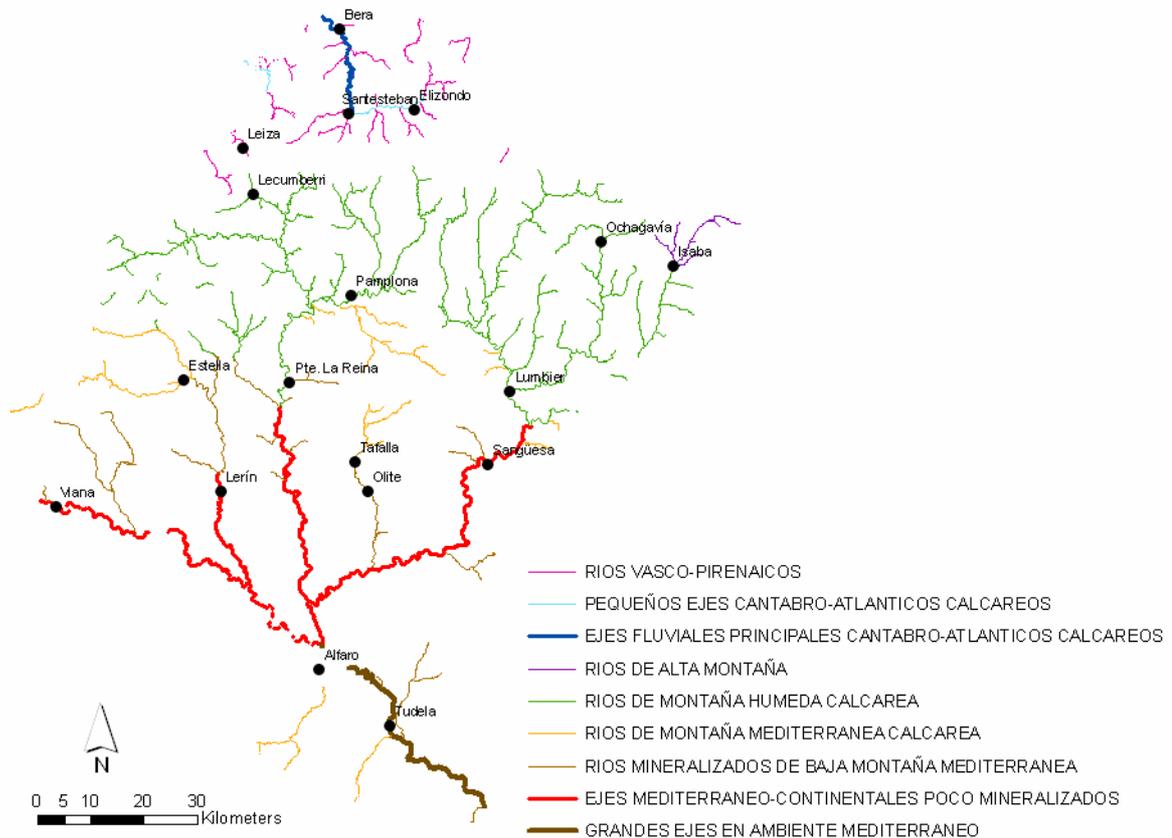


Figura 1.5.- Clasificación de los ríos de Navarra según la tipología del CEDEX (2005).

En esta tipología propuesta por el CEDEX quedan resaltadas, como en la regionalización anteriormente expuesta para la cuenca del Ebro, la importancia de las *regiones biogeográficas* (Mediterránea vs. Atlántica) y la influencia del *tamaño* de la cuenca (Pequeños ejes vs. Grandes ejes) y la *geología*, determinando la naturaleza de las rocas y el orden de magnitud de mineralización de las aguas.

La consideración de estos trabajos ofrece un punto de partida de gran interés para el presente estudio, si bien consideramos que para establecer las condiciones biológicas de referencia en los ríos navarros es necesario profundizar en la caracterización física de los respectivos ríos, tramos y hábitats fluviales, a partir de un enfoque jerárquico que permita interpretar mejor la relación entre las variables consideradas.

2. OBJETIVOS

Considerando los antecedentes expuestos, y teniendo en cuenta los requerimientos de la Directiva Marco del Agua, en el presente estudio se ha procedido a un estudio detallado de los ríos navarros para establecer su caracterización física y su tipología, atendiendo a los siguientes objetivos:

1º.- Caracterizar los distintos segmentos fluviales de Navarra atendiendo a las variables físicas con mayor influencia en su comportamiento ecológico, siguiendo una metodología que atienda a la dependencia jerárquica que espacialmente tienen de forma natural dichas variables.

2º.- Agrupar y clasificar los segmentos fluviales estudiados, con el fin de definir una tipología de los ríos navarros útil para su gestión en el contexto de la Directiva Marco del Agua.

3º.- Comparar la caracterización jerárquica y la clasificación propuesta con los estudios de regionalización ya existentes, remarcando las ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos.

4º.- Generar y ordenar una información de variables físicas de los ríos navarros que contribuya a la creación de un banco de datos fácilmente integrable en el banco de datos de ámbito nacional y europeo.

5º.- Aportar una serie de mapas y cartografías digitales relativas a las variables físicas de los ríos navarros, que puedan ser fácilmente manejados por los gestores de los ríos y utilizadas en otros trabajos posteriores con diferentes finalidades.

3. AREA DE ESTUDIO Y METODOLOGÍA

Este estudio de caracterización y clasificación de los ríos se ha llevado a cabo en toda la red fluvial de la Comunidad Autónoma de Navarra, considerada en la cartografía digital suministrada por el Gobierno de Navarra que aparece representada en la figura 3.1.

En dicha cartografía aparecen eliminados los afluentes de menor orden, que por su área vertiente o longitud no se han tenido en cuenta a la hora de definir la red fluvial de Navarra.

Para proceder a la caracterización de dicha red fluvial según las variables físicas de mayor importancia ecológica, se ha seguido la metodología propuesta por González del Tánago y García de Jalón (2004) que se expone a continuación.

Esta metodología parte de una dependencia jerárquica de las variables que determinan las comunidades biológicas de los ríos, tal y como se representa en la figura 3.2, y propone la caracterización de los segmentos fluviales en base a dichas variables, siendo muchas de ellas las que aparecen propuestas en los modelos de clasificación A y B propuestos por la Directiva Marco del Agua.

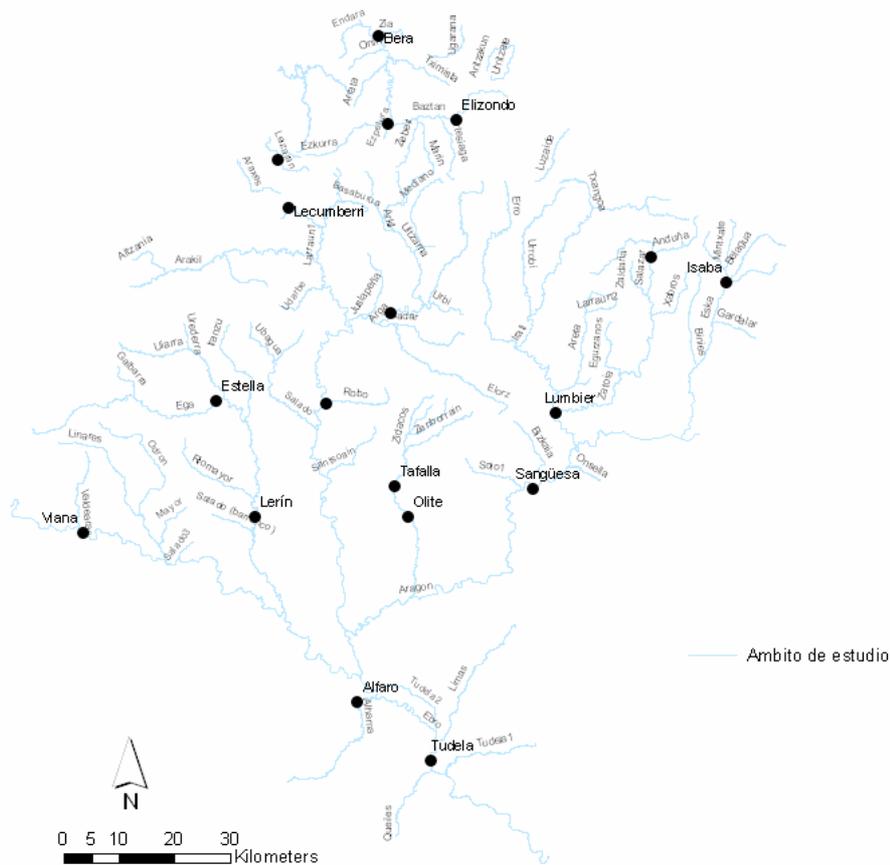


Figura 3.1.- Red hidrográfica de Navarra sobre la que se ha desarrollado la caracterización y clasificación de los respectivos segmentos fluviales.

En condiciones no alteradas por el hombre, podemos asumir que las características climatológicas y geográficas determinan en primer término las condiciones hidrológicas de las cuencas vertientes, en cuanto a la magnitud y distribución temporal de las escorrentías. En función de la geología, relieve y tamaño de cada cuenca, dichas condiciones hidrológicas determinan distintos regímenes de caudales, configurando distintos tipos morfológicos de cauces, distintas condiciones hidráulicas dentro del cauce y distintos regímenes de humedad y desbordamiento en las riberas y llanuras de inundación. Finalmente, cada régimen de caudales actuando sobre diferentes materiales geológicos, vegetación, usos del suelo, etc., va a condicionar distintas granulometrías del lecho y distintos hábitats fluviales, determinando en último término la diversidad de las diferentes comunidades biológicas.

De forma inversa podemos considerar que las comunidades biológicas mantienen una dependencia con su hábitat físico, el cual se configura a partir de las características de los segmentos fluviales en relación a su régimen de caudales y morfología del cauce. Ambas características a su vez dependen de las de la cuenca vertiente, en relación a su geología y tamaño, determinando sus condiciones hidrológicas, las cuales finalmente dependen de la región biogeográfica en la que se

enmarcan, atendiendo a su climatología, geología, relieve, vegetación, usos del suelo, etc.

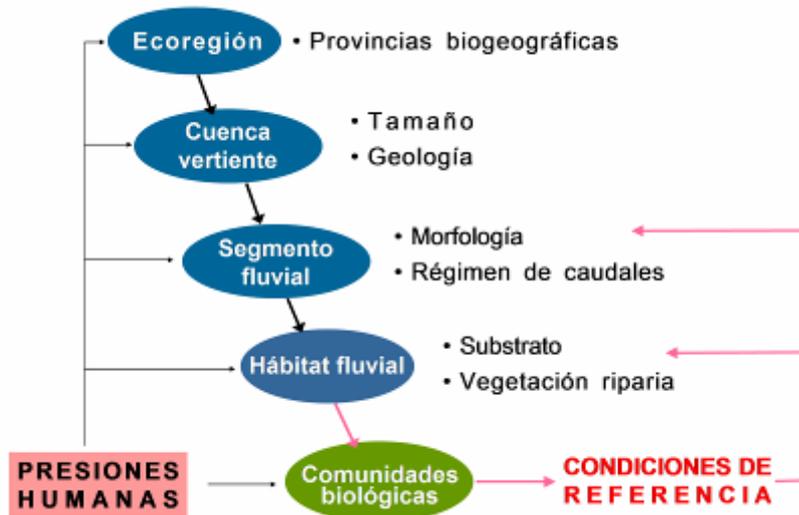


Figura 3.2 -. Relación jerárquica de los factores físicos que determinan las comunidades biológicas de los ríos.

En la práctica, la mayoría de los ríos se encuentran hoy día muy intervenidos por la acción del hombre, y las comunidades biológicas que albergan están muy condicionadas no solo por la influencia jerárquica de los factores físicos naturales antes mencionados, sino también por los efectos de las actividades humanas que se producen en cada una de las escalas espaciales consideradas. Los cambios climáticos, la contaminación aérea, la introducción de especies exóticas, etc., serían ejemplos del efecto de las actividades humanas a escala de ecoregión. Los trasvases, las alteraciones del relieve, condiciones de infiltración, movimiento de tierras, etc., podrían representar alteraciones del tamaño o de la geología efectiva de la cuenca vertiente, mientras que la regulación de los caudales, los dragados y canalizaciones, la extracción de áridos, etc., constituirían ejemplos de actuaciones que alteran por completo las condiciones naturales hidrológicas y geomorfológicas de los hábitats fluviales, teniendo una clara repercusión en las comunidades biológicas.

La aplicación de esta metodología de caracterización jerárquica de los distintos ríos o tramos fluviales a la red hidrográfica de Navarra se ha llevado a cabo mediante las siguientes etapas de trabajo:

1º.- Definición de los segmentos fluviales y codificación de los mismos

A partir de la red fluvial de Navarra disponible para este trabajo, se han diferenciado los distintos segmentos fluviales atendiendo a las confluencias de los respectivos afluentes que aparecen en dicha red fluvial. De esta forma, la eliminación de algunos de los afluentes de primer orden influye en esta demarcación de segmentos

fluviales y, como consecuencia, en la caracterización posterior de sus respectivas cuencas vertientes.

Una vez identificados los segmentos fluviales objeto de caracterización y clasificación, se ha procedido a la demarcación de sus respectivas cuencas vertientes, al análisis de las características de tamaño y geología de las mismas, a la demarcación de las respectivas regiones biogeográficas, y al estudio del régimen de caudales y condiciones geomorfológicas de dichos segmentos, tal y como se representa en la figura 3.3.

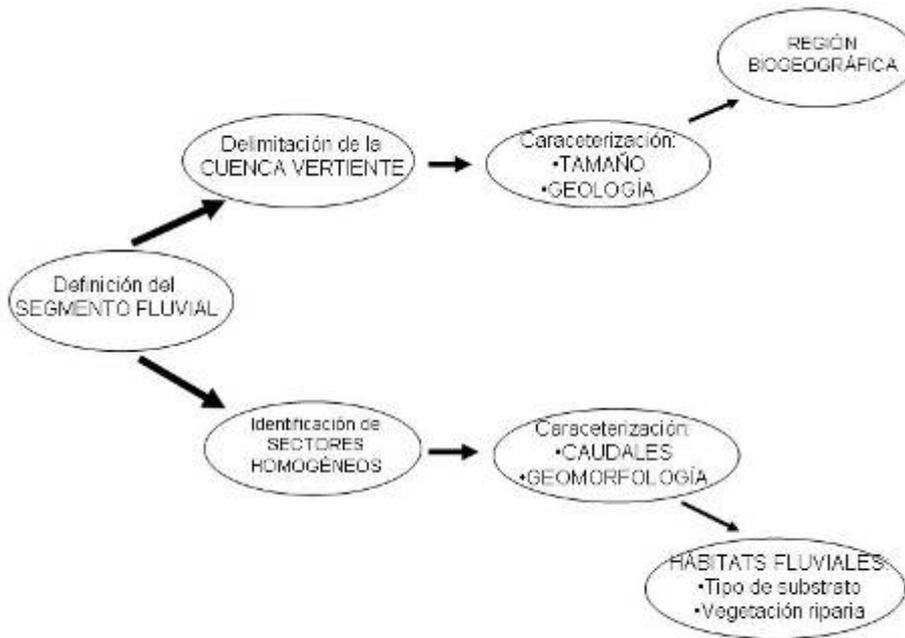


Figura 3.3. – Secuencia metodológica para la caracterización de los segmentos fluviales, atendiendo a diferentes escalas espaciales, cada una de ellas caracterizada por diferentes variables.

La diferenciación de los distintos segmentos fluviales es un paso clave en el proceso de caracterización fluvial, ya que define el territorio abarcado por las correspondientes cuencas vertientes y, con ello, las características de cada una de ellas.

Con el fin de mantener un criterio objetivo en la diferenciación de los segmentos fluviales, y haciendo uso de la consideración de la confluencia de cauces como uno de los factores que tienen mayor importancia en la supuesta discontinuidad de la red fluvial (Benda *et al.*, 2004), se han identificado los segmentos fluviales como los tramos comprendidos entre confluencias consecutivas, cuyos límites quedan claramente señalados en la cartografía disponible.

Posteriormente a la selección de los respectivos segmentos fluviales se ha procedido a su clasificación topológica, siguiendo la metodología de Verdin y Verdin (1999). Estos autores proponen un sistema para la delineación y codificación de las redes fluviales a escala global basado en los conceptos de Otto Pfafstetter, ingeniero del

Departamento Nacional de Obras de Saneamiento de Brasil que diseñó un sistema natural de codificación de los cauces mediante dígitos (figura 3.4).

El método consiste en asignar a cada segmento fluvial una serie de dígitos que indican su posición relativa, de aguas abajo o aguas arriba, y su pertenencia o no al cauce principal. La codificación se inicia desde el extremo inferior del cauce principal hacia aguas arriba. Subiendo por el cauce principal van apareciendo las confluencias de afluentes. En cada confluencia es necesario diferenciar entre el cauce principal y el afluente, siendo el principal el que drena mayor superficie.

De esta forma, y recorriendo todo el cauce principal, se identifican los cuatro afluentes que tienen mayor superficie vertiente. Cada una de las superficies que drenan estos afluentes principales se denomina “cuenca” y las zonas que quedan entre dos cuencas consecutivas, se denominan “intercuencas”. Las zonas de cuenca se reconocen por un primer dígito par (2, 4, 6 y 8) mientras que las zonas de intercuenca quedan identificadas por un primer dígito impar (1, 3, 5, 7 y 9).

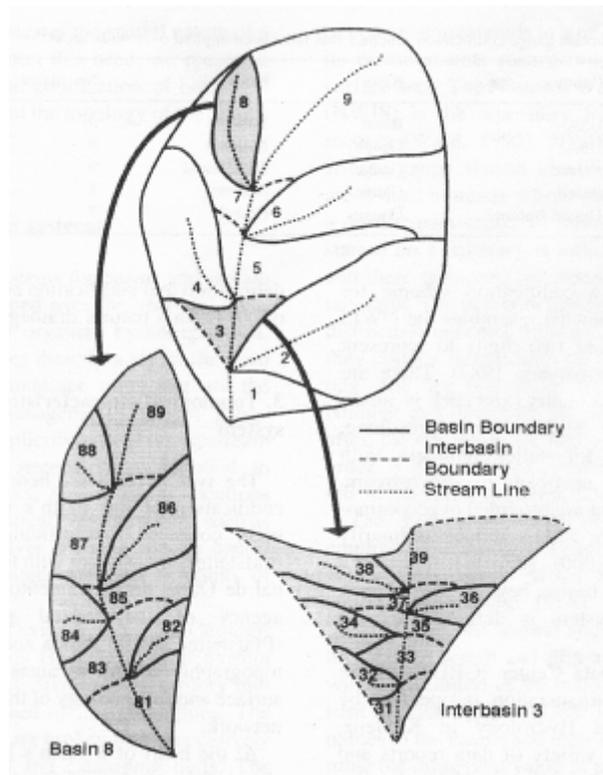


Figura 3.4.- Sistema de codificación de los segmentos fluviales según Verdin y Verdin (1999)

Posteriormente, dentro de cada una de estas zonas, de cuenca o de intercuenca, se procede a codificar la red de drenaje existente siguiendo el mismo procedimiento, en cuanto a identificar en primer lugar los cuatro afluentes de mayor entidad, y posteriormente delimitar la superficie vertiente a dichos afluentes o “cuencas”, y la superficie restante entre ellas o “intercuencas”, añadiendo al dígito primitivo inicial, otro nuevo dígito par o impar, según proceda en cada caso. Así se continúa

sucesivamente, hasta llegar a codificar las unidades más pequeñas que quieran considerarse en la red de drenaje.

Se trata de un método muy sencillo y práctico para codificar cualquier segmento de la red fluvial y reconocer su posición relativa. El primer dígito indica la pertenencia del respectivo segmento a una cuenca o una intercuenca del cauce principal, situada tanto más aguas arriba cuanto mayor sea el valor ordinal del dígito. Los dígitos posteriores indicarán sucesivamente la posición de cuenca o intercuenca dentro de la región indicada por el dígito anterior.

Este sistema permite identificar cualquier punto de la red fluvial con un número relativamente pequeño de dígitos, al menos inferior al que utilizan otros sistemas de clasificación topológica de las redes fluviales, y ha sido incorporado en los manuales de puesta en práctica de la Directiva Marco del Agua.

2º.- Delimitación de las cuencas vertientes a cada segmento fluvial

Empleando las rutinas hidrológicas de ArcSwat se ha determinado la cuenca vertiente al extremo inferior de cada segmento fluvial, a partir del modelo digital del terreno proporcionado por el Gobierno de Navarra.

3º.- Caracterización de las cuencas vertientes a cada segmento fluvial

La caracterización de las cuencas vertientes de cada segmento fluvial considerado se ha realizado según su geología y su tamaño. La geología es un factor determinante de las condiciones de infiltración y retención de agua en la cuenca, mientras que el tamaño de la cuenca está relacionado con numerosos aspectos de su comportamiento hidrológico y con la magnitud de los caudales.

Geología

En relación a la geología, se ha dispuesto de la cobertura geológica proporcionada por el Gobierno de Navarra (1:50.000). Atendiendo a la influencia de la geología en los ecosistemas fluviales objeto del presente trabajo, a partir de esta documentación geológica de la Cuenca se ha elaborado un mapa de síntesis, según la caracterización propuesta por Gutiérrez Elorza (1994) y Solé *et al.* (1952) en las siguientes clases:

- *Caliza*: Corresponde a las zonas ocupadas por materiales básicos como la caliza de las sierras, el flysch y las margas prepirenaicas.
- *Silíceas*: Agrupa los granitos, cuarcitas, esquistos y pizarras de la zona norte de Navarra.
- *Arcillosa*: Incluye las zonas ocupadas por sedimentos más recientes del Terciario y Cuaternario.

La caracterización geológica asignada a cada segmento fluvial se ha realizado en función del porcentaje de cuenca vertiente correspondiente a las distintas litologías

diferenciadas en Navarra. Para esta clasificación se han establecido geologías mixtas, con las siguientes características:

- Carácter silíceo: Cuencas con más de 2/3 de su superficie con geología silícea
- Carácter calcáreo: Cuencas con más de 2/3 de su superficie con geología calcárea
- Carácter mixto (silíceo-calcáreo): Cuencas en las que el área ocupada por rocas calcáreas y silíceas es similar y supera al de geología arcillosa.
- Carácter arcilloso: Cuencas con más de 2/3 de su superficie con geología arcillosa
- Carácter arcilloso-calcáreo: Cuencas con más del 25% de su superficie con geología arcillosa y calcárea, respectivamente.
- Carácter arcilloso-silíceo: Cuencas con más del 25% de su superficie con geología arcillosa y silícea, respectivamente.

Tamaño

La superficie vertiente asociada a cada segmento fluvial se refiere a la superficie vertiente acumulada al extremo inferior de este último, teniendo en cuenta que las características de cantidad y calidad de las aguas que circulan por cada segmento fluvial vienen condicionadas por la influencia acumulada de los tramos de aguas arriba.

Para caracterizar el tamaño de cada cuenca, se han considerado diferentes clases siguiendo los criterios establecidos en los manuales de aplicación de la Directiva Marco del Agua, diferenciando los siguientes rangos de valores:

- Cuenca Pequeña: 10-100 km²
- Cuenca Media: 100 – 1000 km²
- Cuenca Grande: 1.000 – 10.000 km²
- Cuenca Muy grande: 10.000 – 25.000 km²
- Gran arteria fluvial: > 25.000 km²

En la Directiva Marco del Agua la categoría de cuenca “muy grande” se establece para superficies mayores de 10.000 km². En nuestro caso hemos establecido una nueva categoría de “gran arteria fluvial”, por considerar que entre las cuencas pertenecientes a esta categoría de “muy grandes” caben diferencias muy notables en función de su tamaño, tanto desde el punto de vista ecológico, como hidrológico, siendo conveniente diferenciar al menos una clase más entre las de mayor tamaño, que hemos denominado de “gran arteria fluvial”.

4º.- Identificación de regiones biogeográficas

En la caracterización de los segmentos fluviales en sentido ascendente se ha considerado finalmente la ecoregión o región biogeográfica a la que pertenece, determinada básicamente por las variables climatológicas y geológicas que configuran el paisaje (usos del suelo y disposición espacial de los mismos) y permiten su diferenciación a escala regional.

El nivel de “ecoregión” define zonas geográficas que representan grupos o asociaciones geográficas conteniendo ecosistemas funcionales similares, tal y como define Bailey (1983).

Las ecoregiones así definidas representan una primera clasificación de un amplio territorio, a escala nacional, donde debido a diferencias de clima, relieve y pasado geológico, se pueden hoy día diferenciar distintas formaciones vegetales y distintos paisajes, en los cuales a su vez se pueden agrupar tipos de ecosistemas distintos.

En la Tabla 3.1 se recoge la caracterización biogeográfica de España y Portugal propuesta por Rivas Martínez *et al.* (2002), que aparece representada en la figura 3.5. Dichos autores reconocen en la zona descrita dos Regiones, la Región Eurosiberiana y la Región Mediterránea, pertenecientes al Reino Holártico.

Tabla 3.1.- Provincias y Subprovincias biogeográficas reconocidas por Rivas Martínez *et al.* (2002) en España y Portugal.

Región Eurosiberiana

Subregión Atlántico-Centroeuropea

Provincia Atlántica Europea

Subprovincia Cántabro-Atlántica

Subprovincia Orocantábrica

Subprovincia Azórica

Subregión Alpino-Caucásica

Provincia Cevenense-Pirenaica

Subprovincia Pirenaica

Región Mediterránea

Subregión Mediterránea Occidental

Provincia Lusitano Andaluza Litoral

Subprovincia Gaditano-Algarviense

Subprovincia Sadense-Divisorio-Portuguesa

Provincia Mediterránea Ibérica Occidental

Subprovincia Luso-Extremadurese

Subprovincia Carpetano-Leonesa

Provincia Bética

Provincia Murciano-Almeriense

Provincia Mediterránea-Ibérica Central

Subprovincia Castellana

Subprovincia Oroibérica

Subprovincia Bajo Aragonesa

Provincia Catalana-Provenzal-Balear

Subprovincia Balear

Subprovincia Catalana Valenciana

Subregión Canaria

Provincia Canaria

Subprovincia Canaria Occidental

Subprovincia Canaria Oriental

Provincia Madeirense

Para la caracterización de las regiones biogeográficas de los ríos navarros se ha seguido este trabajo más reciente de Rivas Martínez *et al.* (2002), en el que se proponen diferentes provincias y subprovincias biogeográficas, a nuestro entender muy útiles para una primera regionalización de todo el territorio, basada en una síntesis de la influencia del clima, la geología y el relieve sobre los ecosistemas actuales.

La nomenclatura de dichas provincias y subprovincias biogeográficas alude a la región geográfica que abarcan, y ello favorece considerablemente su localización dentro del territorio de la Península Ibérica.

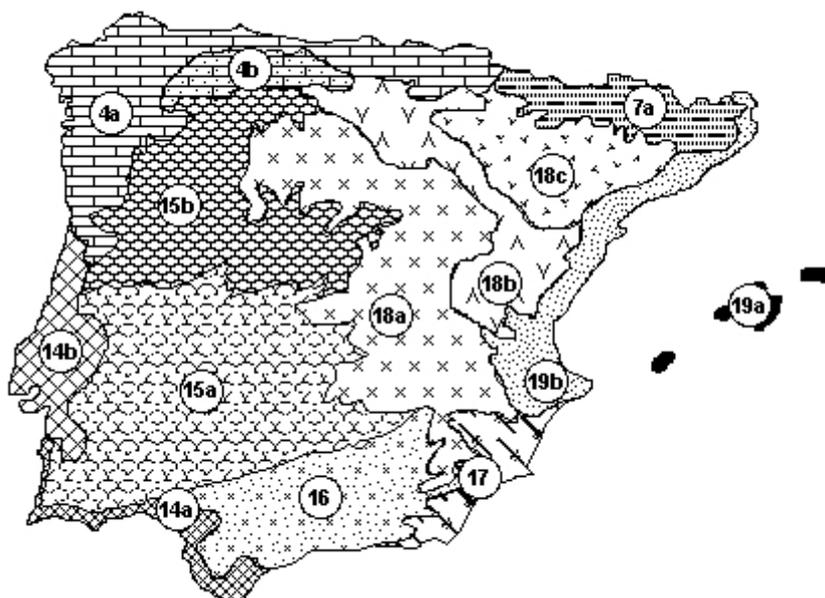


Figura 3.5.- Provincias y Subprovincias de la Península Ibérica según Rivas Martínez et al. (2002). Provincia 4: Atlántica-Europea; 7: Cevenense-Pirenaica; 14: Lusitano-Andaluza-Litoral; 15: Mediterránea Ibérica Occidental; 16: Bética; 17: Murciano-Almeriense; 18: Mediterránea Ibérica Central; 19: Catalana-Provenzal-Balear.

5º.- Caracterización de los segmentos fluviales

La caracterización de los segmentos fluviales atendiendo a los factores que influyen en sentido descendente se ha realizado atendiendo a las características del régimen de caudales y a la geomorfología del valle y del cauce del respectivo segmento fluvial

Régimen de caudales

El régimen de caudales de los ríos navarros se ha estudiado a partir de las series hidrológicas medidas en las estaciones de aforos existentes y los caudales naturales

reconstruidos. Para poder interpretar con mayor información los distintos tipos de régimen, se ha analizado al mismo tiempo el régimen de precipitaciones en distintas estaciones de la geografía Navarra.

Para la caracterización de los tipos de regímenes de caudales se ha diferenciado en primer término el carácter permanente o temporal de los mismos. Posteriormente se han establecido subclases en relación a la época de máximos caudales. En los segmentos sin estación de aforo se ha asignado un tipo de régimen de caudales en función de la geología de la zona, la pluviometría, la dimensión de la cuenca y las estaciones de caudales más próximas.

En la Tabla 3.2 se recogen los diferentes tipos de regímenes de caudales que se han considerado para la caracterización de los ríos navarros.

Tabla 3.2.- Tipos de regímenes de caudales considerados en la caracterización de los ríos navarros.

- Régimen Permanente
 - Ligado a régimen de precipitaciones
 - Nival
 - Nivo-pluvial
 - Pluvio-nival
 - Pluvial
 - Ligado a la presencia de acuíferos
- Régimen no permanente
 - Temporal
 - Por agotamiento de escorrentías
 - Por infiltración de escorrentías
 - Efímero

Geomorfología de los segmentos

La geomorfología de los segmentos fluviales es una característica de gran interés condicionando los procesos y la dinámica fluvial. En este trabajo se han analizado algunos factores que influyen en la morfología y dinámica de los cauces, como son la pendiente longitudinal y el coeficiente de sinuosidad. El análisis de estas características se realizó en gabinete empleando el modelo digital del terreno suministrado por el Gobierno de Navarra. A la base de datos de los segmentos fluviales se agregó la información relativa a la pendiente promedio de cada segmento y el coeficiente de sinuosidad calculados a partir de los datos del modelo digital del terreno.

Pendiente longitudinal

La pendiente longitudinal de cada segmento fluvial se ha estimado como un valor medio del segmento, calculado mediante el cociente entre la diferencia de cota de los dos extremos del segmento y su longitud.

El estudio de la pendiente longitudinal de los ríos es de gran interés, ya que determina la energía hidráulica del tramo, la tensión media de arrastre, la velocidad de la corriente, etc., y está correlacionada con el tipo de trazado del río en cada tramo y su coeficiente de sinuosidad.

Coefficiente de sinuosidad

Este coeficiente se define como la relación entre la longitud recorrida por el río entre dos puntos y la longitud del valle entre esos dos mismos puntos, en nuestro caso los extremos de cada segmento fluvial.

Su medición se ha realizado mediante un operador del programa ArcGis, que establece automáticamente diferenciales de cauce, y calcula la longitud de cada diferencial y la distancia en línea recta entre sus dos extremos, obteniéndose el coeficiente de sinuosidad como cociente entre dicha longitud y la distancia respectiva.

6°.- Caracterización de los hábitats fluviales

Dentro de cada segmento fluvial, pueden existir diferentes tipos de hábitats fluviales, en este caso caracterizados por el tipo y disposición del sustrato, y por la condición de las riberas.

Sustrato

El tipo de sustrato se ha caracterizado atendiendo a su naturaleza (cohesivo o no cohesivo) y a la composición granulométrica o tamaño de los componentes del lecho. Como sustrato cohesivo se consideran los afloramientos rocosos en el lecho y orillas, y los sedimentos finos limosos y arcillosos. Dentro del sustrato no cohesivo se diferencian los distintos tamaños de arenas, gravas y cantos rodados.

El tamaño de los elementos del lecho se ha estimado siguiendo el método de Wolman (1990), consistente en la medición directa del diámetro intermedio de 100 acarros, seleccionados mediante pasos sucesivos siguiendo transectos realizados en el punto de muestreo. Estas mediciones solo se han llevado a cabo en los puntos de muestreo con un sustrato no cohesivo de gravas y cantos rodados, realizando tales mediciones en la zona de mayor corriente, no siendo posible llevarlas a cabo en los tramos de aguas remansadas o embalsadas de gran profundidad.

Condición de las riberas

La vegetación riparia se ha caracterizado atendiendo a su composición y estructura, mediante observaciones directas efectuadas en las respectivas visitas de campo.

En relación a la composición, se han analizado las principales formaciones vegetales de orillas y riberas, y respecto a la estructura de esta vegetación, se ha tenido

en cuenta la continuidad y extensión de las respectivas formaciones, y su relación con la morfología y estabilidad del cauce actual.

Trabajos de campo

Aunque gran parte de las variables de caracterización física han sido analizadas a partir de una información disponible en gabinete, durante la realización de este trabajo se han visitado numerosos tramos fluviales con el fin de verificar dicha información y completar los atributos relativos a la granulometría del sustrato, variables físico-químicas del agua (temperatura y conductividad) y condición de las riberas.

Para la selección de los tramos a visitar se realizó un muestreo al azar en dos estratos: región mediterránea (38%) y región eurosiberiana (62%), proporcional a los porcentajes totales de segmentos en cada una de estas regiones. Se visitaron un total de 58 segmentos fluviales, cuya distribución aparece representada en la figura 3.6. Durante la elaboración de este trabajo no ha sido posible visitar la totalidad de los segmentos fluviales considerados, por lo que sería conveniente completar en un futuro este trabajo de campo, y detallar con mayor información ciertos atributos relativos a la geomorfología de los segmentos, granulometría del sustrato y condiciones riparias.

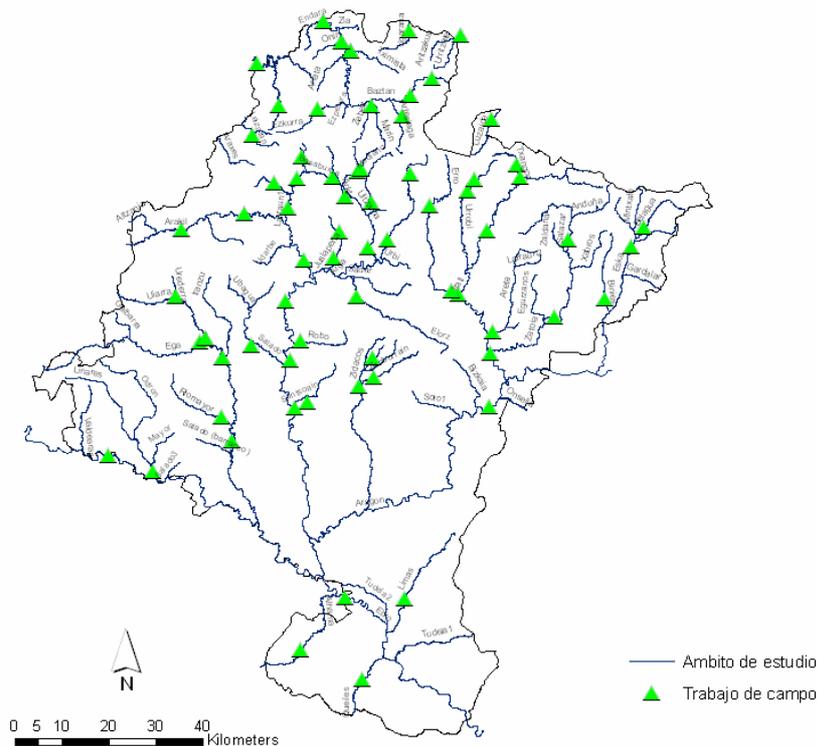


Figura 3.6.- Estaciones visitadas donde se ha realizado la toma de datos de campo durante el estudio.

4. SEGMENTOS FLUVIALES CONSIDERADOS

A la hora de caracterizar la red fluvial de Navarra, el primer trabajo que hay que abordar es el de fragmentar dicha red en tramos fluviales homogéneos, sobre los que se pueda abordar el análisis de las variables de caracterización y posterior clasificación.

Son muchos los criterios que pueden seguirse en esta tarea de “tramificación” de la red fluvial. En nuestro caso, y atendiendo a los conceptos reconocidos por diferentes autores (Poole, 2002; Benda *et al.*, 2004), hemos fragmentado la red fluvial de Navarra en una primera escala de tramificación diferenciando segmentos fluviales entre confluencias sucesivas de afluentes. A una escala espacial de orden regional, esta confluencia de los ríos marca el principal criterio de discontinuidad fluvial natural, que se produce como consecuencia de un cambio súbito (real o potencial) del caudal circulante, que a su vez influye en la energía hidráulica, granulometría del sustrato, pendiente longitudinal, etc. del río receptor hacia aguas abajo.

Haciendo uso de este criterio de confluencias de cauces para el reconocimiento de diferentes segmentos fluviales, se han identificado sobre la red fluvial de Navarra 169 segmentos fluviales, cuyas características aparecen recogidas en la Tabla 4.1.

A partir de esta diferenciación de los segmentos fluviales, se ha delimitado el área vertiente a cada uno de ellos, identificando como tal el área vertiente acumulada al segmento inferior de cada segmento. De esta forma se ha elaborado el mapa que aparece en la figura 4.1.

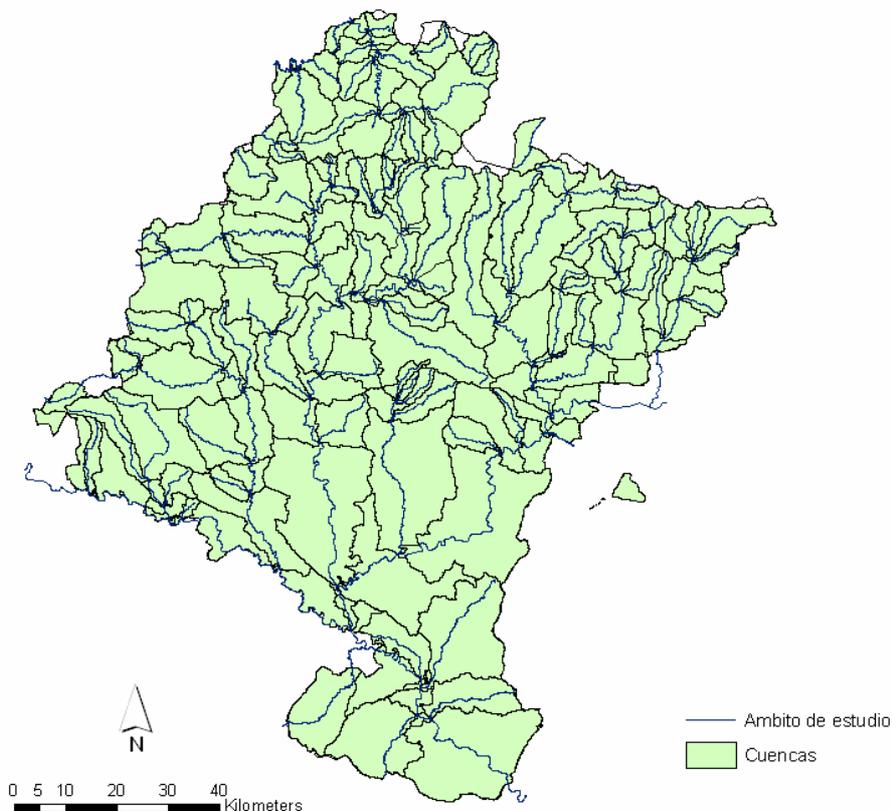


Figura4.1.- Segmentos fluviales y delimitación de sus respectivas cuencas vertientes, de la red fluvial de Navarra.

Tabla 4.1.- Segmentos fluviales considerados en la red fluvial de Navarra. En la denominación del segmento se indica el nombre del río y el número de su posición, contado desde aguas abajo hacia aguas arriba, apareciendo el nombre del río principal en el caso de corresponder a un afluente (AF) de pequeño tamaño.

Código Segmento Fluvial	Denominación	Río al que pertenece	Confederación Hidrográfica	Longitud (km)
0	REGATA-4	Artesiaga	EBRO	2,5
5	LUZAIDE	Luzaide	NORTE	13,8
7	REGATA-3	Ugarana	NORTE	13,4
12	BIDASOA-AF4	Tximista	NORTE	20,3
13	BIDASOA-5	Bidasoa	NORTE	4,9
14	BIDASOA-AF5	Arrata	NORTE	12,3
15	BIDASOA-6	Bidasoa	NORTE	33,9
17	BIDASOA-7	Bidasoa	NORTE	11,3
31	URUMEA-1	Urumea	NORTE	17,8
32	URUMEA-AF1	Añarbe	NORTE	27,3
33	URUMEA-2	Urumea	NORTE	45,7
46	ARAXES	Araxes	NORTE	14,1
61	REGATA-1	Urritzate	NORTE	0,3
62	REGATA-2	Aritzakun	NORTE	9,1
63	REGATA1	Urritzate	NORTE	10,4
71	EBRO-1	Ebro	EBRO	33,6
72	EBRO-AF1	Tudela1	EBRO	24,5
73	EBRO-2	Ebro	EBRO	2,5
74	EBRO-AF2	Queiles	EBRO	38,3
75	EBRO-3	Ebro	EBRO	6,3
76	EBRO-AF3	Limas	EBRO	34,8
78	EBRO-AF5	Alhama	EBRO	35,4
79	EBRO-6	Ebro	EBRO	6,9
81	ARAGON-1	Aragon	EBRO	10,2
83	ARAGON-2	Aragon	EBRO	20,9
87	ARAGON-7	Aragon	EBRO	25,5
89	ARAGON-8	Aragon	EBRO	3,8
91	EBRO-7	Ebro	EBRO	28,5
95	EBRO-10	Ebro	EBRO	24,8
96	EBRO-AF10	Valdearas	EBRO	18,1
97	EBRO-11	Ebro	EBRO	20,6
111	BIDASOA-1	Bidasoa	NORTE	2,7
112	BIDASOA-AF1	Endara	NORTE	11,5
113	BIDASOA-2	Bidasoa	NORTE	12,3
114	BIDASOA-AF2	Zia	NORTE	5,6
115	BIDASOA-3	Bidasoa	NORTE	7,5
116	BIDASOA-AF3	Onin	NORTE	9,2
117	BIDASOA-4	Bidasoa	NORTE	3,5
161	EZKURRA-1	Ezkurra	NORTE	0,7
162	EZKURRA-AF1	Ezpelura	NORTE	3,8
163	EZCURRA-2	Ezkurra	NORTE	20,9
181	ZEBERI-1	Zeberi	NORTE	0,7
182	ZEBERI-AF1	Marin	NORTE	12,3
183	ZEBERI-2	Zeberi	NORTE	11
191	BAZTAN-1	Baztan	NORTE	4,9
192	BAZTAN-AF1	Artesiaga	NORTE	12,7
193	BAZTAN-2	Baztan	NORTE	19,4
421	LEIZARAN-1	Leizaran	NORTE	6,1
422	LEIZARAN-AF1	Gorritzaran	NORTE	5
423	LEIZARAN-2	Leizaran	NORTE	8,9
771	EBRO-4	Ebro	EBRO	1,9

772	EBRO-AF4	Tudela2	EBRO	17
773	EBRO-5	Ebro	EBRO	16,7
827	ARGA-7	Arga	EBRO	27,5
841	ZIDACOS-1	Zidacos	EBRO	37,5
842	ZIDACOS-AF1	Zenborrain	EBRO	18,8
843	ZIDACOS-2	Zidacos	EBRO	4,2
844	ZIDACOS-AF2	Mairaga	EBRO	11,7
845	ZIDACOS-3	Zidacos	EBRO	0,5
846	ZIDACOS-AF3	Bco. Cidacos	EBRO	7,1
847	ZIDACOS-4	Zidacos	EBRO	9,3
851	ARAGON-3	Aragon	EBRO	46,5
852	ARAGON-AF3	Soto1	EBRO	15,9
853	ARAGON-4	Aragon	EBRO	7,1
854	ARAGON-AF4	Bizkaia	EBRO	30
855	ARAGON-5	Aragon	EBRO	6,3
856	ARAGON-AF5	Onsella	EBRO	10
857	ARAGON-7	Aragon	EBRO	4,2
861	IRATI-1	Irati	EBRO	8,6
863	IRATI-2	Irati	EBRO	5,3
865	IRATI-3	Irati	EBRO	17,8
866	ERRO	Erro	EBRO	47,7
867	IRATI-4	Irati	EBRO	8,6
868	URROBI	Urrobi	EBRO	32,5
881	ESKA-1	Eska	EBRO	17,2
882	ESKA-AF1	Binies	EBRO	19,1
883	ESKA-2	Eska	EBRO	9,4
884	ESKA-AF2	Gardalar	EBRO	9,7
885	ESKA-3	Eska	EBRO	8,8
886	ESKA-AF3	Belabarze	EBRO	12,1
887	ESKA-4	Eska	EBRO	0,6
889	ESKA-5	Belagua	EBRO	17
921	EGA-1	Ega	EBRO	22,2
922	EGA-AF1	Bco. Salado	EBRO	9
923	EGA-2	Ega	EBRO	10,2
924	EGA-AF2	Riomayor	EBRO	21,1
925	EGA-3	Ega	EBRO	20,2
926	EGA-AF3	Iranzu	EBRO	23,9
927	EGA-4	Ega	EBRO	8,5
931	EBRO-8	Ebro	EBRO	32,5
932	EBRO-AF8	Salado3	EBRO	4,8
933	EBRO-9	Ebro	EBRO	2,5
941	LINARES-1	Linares	EBRO	4,7
942	LINARES-AF1	Mayor	EBRO	10,6
943	LINARES-2	Linares	EBRO	6,5
944	LINARES-AF2	Odron	EBRO	31,1
945	LINARES-3	Linares	EBRO	27,9
8211	ARGA-1	Arga	EBRO	77,8
8212	ARGA-AF1	Santsoain	EBRO	16,5
8213	ARGA-2	Arga	EBRO	24,1
8231	ARGA-3	Arga	EBRO	17,1
8232	ARGA-AF3	Robo	EBRO	15,3
8233	ARGA-4	Arga	EBRO	53
8241	ARAKIL-1	Arakil	EBRO	13
8242	ARAKIL-AF1	Udarbe	EBRO	12,3
8243	ARAKIL-2	Arakil	EBRO	6,3
8245	ARAKIL-3	Arakil	EBRO	28,8
8246	ARAKIL-AF3	Lezizako Ugaldea	EBRO	13,5
8247	ARAKIL-4	Arakil	EBRO	15,9
8248	ARAKIL-AF4	Altzania	EBRO	10,8
8249	ARAKIL-5	Arakil	EBRO	9,6

8251	ARGA-5	Arga	EBRO	8,2
8252	ARGA-AF5	Juslapeña	EBRO	17
8253	ARGA-6	Arga	EBRO	9,5
8261	ELORZ-1	Elorz	EBRO	3,4
8262	ELORZ-AF1	Sadar	EBRO	18,3
8263	ELORZ-2	Elorz	EBRO	38,6
8281	ULTZAMA-1	Ultzama	EBRO	13,6
8283	ULTZAMA-2	Ultzama	EBRO	6,2
8284	ULTZAMA-AF2	Arkil	EBRO	15
8285	ULTZAMA-3	Ultzama	EBRO	9
8286	ULTZAMA-AF3	Zaldazain	EBRO	7,7
8287	ULTZAMA-4	Ultzama	EBRO	9,7
8291	ARGA-8	Arga	EBRO	8
8292	ARGA-AF7	Urbi	EBRO	9,2
8293	ARGA-10	Arga	EBRO	69,2
8621	SALAZAR-1	Zatoia	EBRO	22,9
8622	SALAZAR-AF1	Egurzanos	EBRO	13,4
8623	SALAZAR-2	Salazar	EBRO	18,7
8624	SALAZAR-AF2	Xabros	EBRO	14,8
8625	SALAZAR-3	Salazar	EBRO	4,4
8626	SALAZAR-AF3	Zalda±a	EBRO	8,9
8627	SALAZAR-4	Salazar	EBRO	8,5
8629	SALAZAR-5	Salazar	EBRO	20
8641	ARETA-1	Areta	EBRO	5,1
8642	ARETA-AF1	Soto2	EBRO	3,3
8643	ARETA-2	Areta	EBRO	15
8644	ARETA-AF2	Larraun2	EBRO	7,8
8645	ARETA-5	Areta	EBRO	8,3
8691	IRATI-5	Irati	EBRO	31,3
8692	IRATI-AF5	Txangoa	EBRO	11,9
8693	IRATI-6	Irati	EBRO	13
8694	IRATI-AF6	Urtxuria	EBRO	12,7
8695	IRATI-7	Irati	EBRO	10,5
8881	ESKA-AF4	Uztarroz	EBRO	2
8882	ESKA-AF4	Uztarroz	EBRO	9,6
8883	ESKA-AF4	Mintxate	EBRO	10,6
9281	EGA-AF4	Urederra	EBRO	15,9
9282	EGA-AF4	Urederra	EBRO	5,3
9283	EGA-AF4	Uiarra	EBRO	17,9
9291	EGA-5	Ega	EBRO	23,5
9292	EGA-AF5	Galbarra	EBRO	8,4
9293	EGA-6	Ega	EBRO	27,5
82221	ARGA-AF2	Salado	EBRO	24,2
82222	ARGA-AF2	Ubagua	EBRO	10,9
82223	ARGA-AF2	Salado	EBRO	8,9
82441	LARRAUN-1	Larraun1	EBRO	8,1
82442	LARRAUN-2	Larraun1	EBRO	12,4
82443	BASABURUA-1	Basaburua	EBRO	10,6
82445	BASABURUA-2	Basaburua	EBRO	7,3
82821	ULTZAMA-AF1	Mediano	EBRO	1,7
82822	ULTZAMA-AF1	Zubiondoa	EBRO	2,8
82823	ULTZAMA-AF1	Mediano	EBRO	18,2
86281	SALAZAR-AF4	Anduña	EBRO	6,6
86282	SALAZAR-AF4	Baztan (barranco)	EBRO	0,9
86283	SALAZAR-AF4	Andu±a	EBRO	7,8
824441	BASABURUA-AF1	Artius	EBRO	5,6
824442	BASABURUA-AF1	Artius	EBRO	1,2
824443	BASABURUA-AF1	Artius	EBRO	2,3

5. CARACTERIZACIÓN DE LOS SEGMENTOS FLUVIALES DE LA RED HIDROGRÁFICA DE NAVARRA

A continuación se describe la caracterización de los segmentos fluviales considerados en la red hidrográfica de Navarra, incluyendo los mapas temáticos relativos a cada una de las variables analizadas, siguiendo las distintas escalas espaciales consideradas.

5.1. Ecoregiones y Provincias biogeográficas

El territorio de la Comunidad Autónoma de Navarra se enmarca en la transición de dos regiones biogeográficas bien diferenciadas, la región Eurosiberiana y la región Mediterránea (Figura 5.1). A la primera corresponde la zona montañosa y más húmeda situada en la mitad norte, abarcando las regiones cantábrica y pirenaica navarras, mientras que a la región mediterránea le corresponde la zona centro y sur del territorio navarro, mucho más seco y en general de relieve ondulado y abierto, alcanzando parte de la Depresión del Ebro.

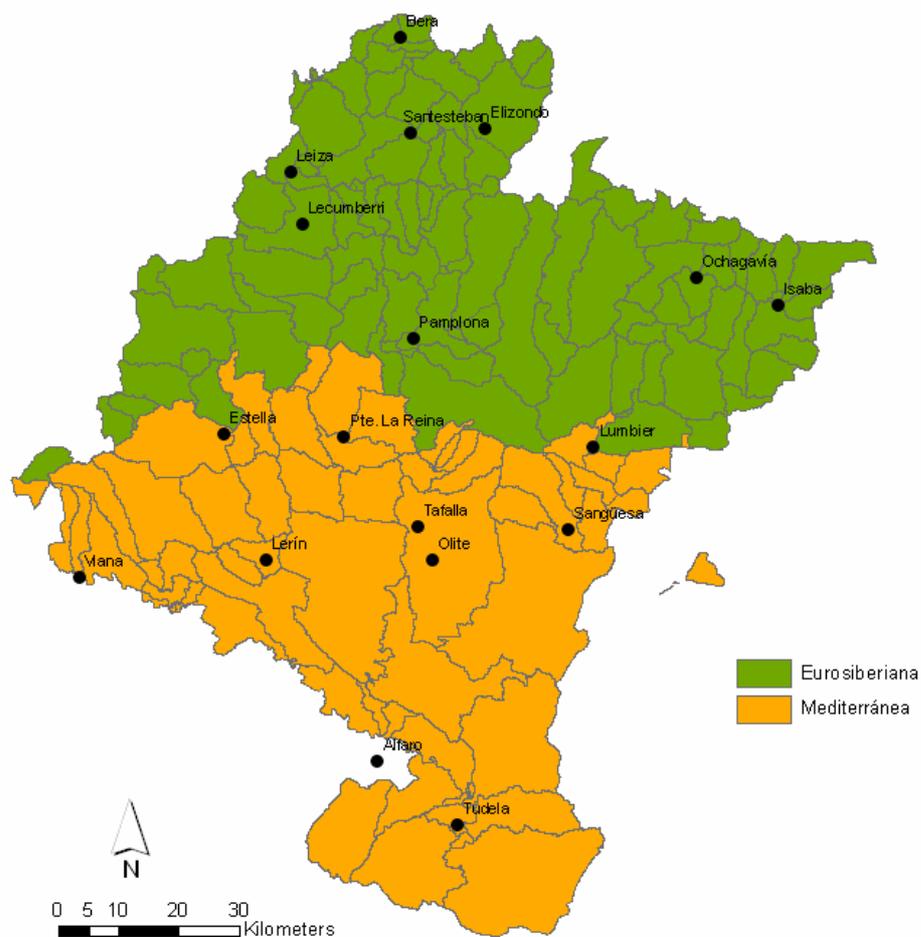


Figura 5.1.- Regiones biogeográficas de Navarra.

La superficie abarcada por la región Eurosiberiana es algo menor que la ubicada en la zona mediterránea, si bien el número de segmentos fluviales situados en la primera, debido a una mayor fragmentación de la red fluvial ligada al mayor relieve de esta zona, es mayor (64 % de los segmentos) que el número de segmentos fluviales situados en la región mediterránea (36 % de los segmentos). Con el tamaño de las cuencas sucede lo contrario, en general las cuencas de la región Eurosiberiana son de menor tamaño, al corresponder a cabeceras o afluentes de pequeño número de orden, mientras que las cuencas situadas en la región mediterránea son en su mayoría de mayor tamaño, correspondiendo en gran parte a los tramos medios y bajos de los principales afluentes

Dentro de la región Eurosiberiana, en la Comunidad de Navarra están representadas las Provincias Atlántica Europea y Cevenense Pirenaica, mientras que la región Mediterránea queda representada únicamente por la Provincia Mediterránea Ibérica Central, tal y como se representa en la figura 5.2.

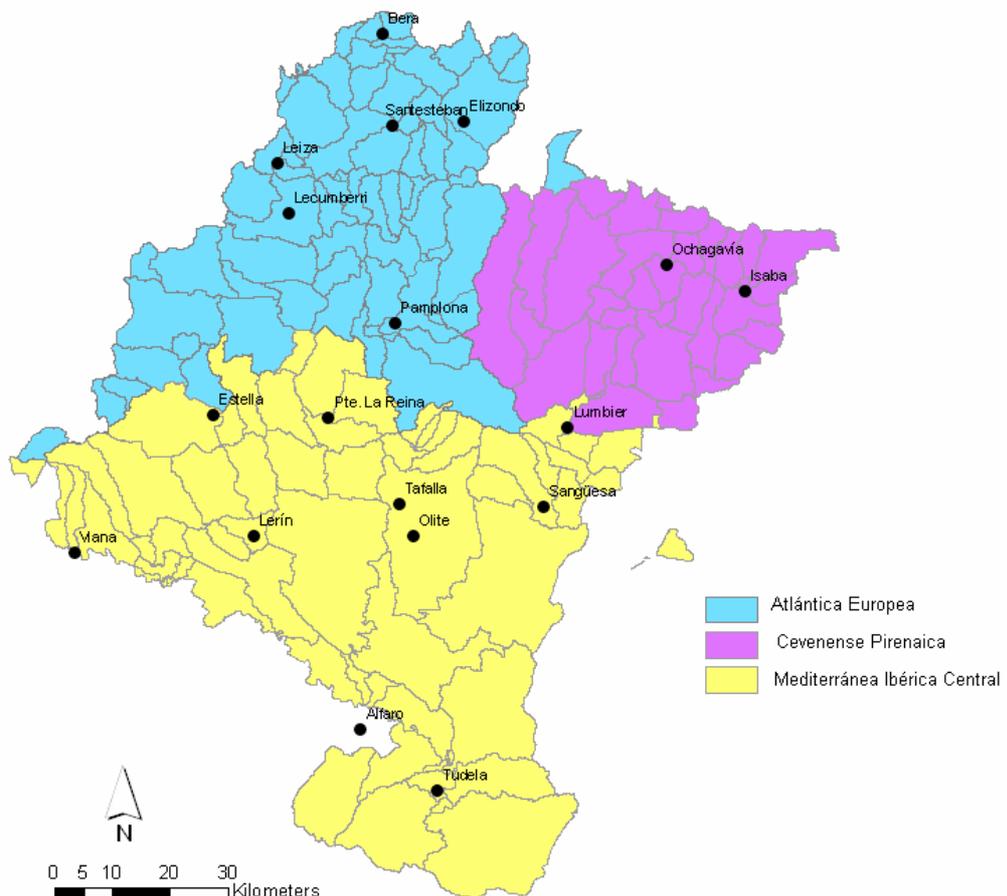


Figura 5. 2.- Provincias biogeográficas de Navarra, según Rivas Martínez *et al.* (2002)

En número de segmentos fluviales y respectivas cuencas vertientes, casi la mitad (45 %) corresponde a la Provincia Atlántica Europea, ocupando el noroeste del territorio navarro. Los segmentos fluviales pertenecientes a la Provincia Cevenense Pirenaica representan un número mucho menor (19 %), y quedan localizados en la mitad nororiental de la provincia de Navarra.

En la figura 5.3 se ha representado la distribución de los segmentos fluviales considerados según su pertenencia a las mencionadas regiones y provincias biogeográficas, así como el área promedio de superficie vertiente de cada una de ellas.

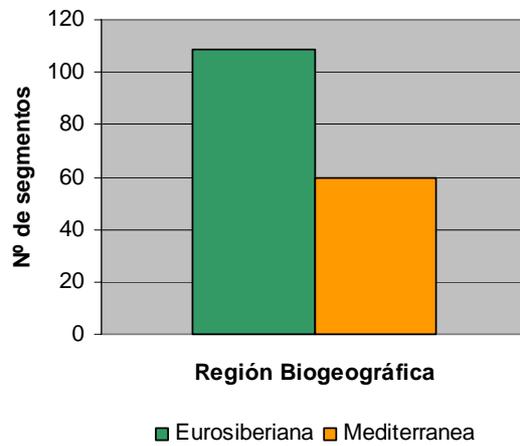


Figura 5.3 a.- Nº de segmentos de la red fluvial de Navarra en las distintas regiones biogeográficas

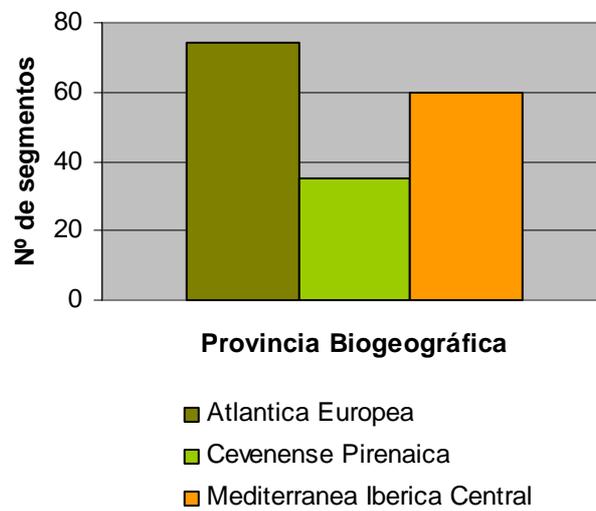


Figura 5.3.b.- Nº de segmentos de la red fluvial de Navarra en las distintas provincias biogeográficas

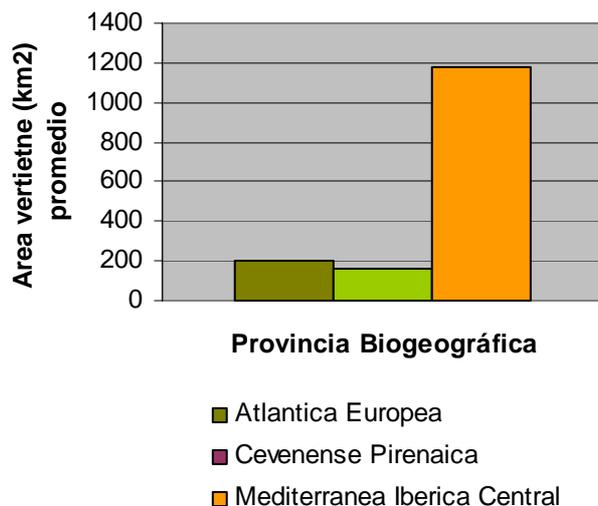


Figura 5.3 c.- Superficie vertiente promedio de los segmentos de la red fluvial de Navarra, correspondientes a cada una de las provincias biogeográficas (para el cálculo de la superficie promedio de la región mediterránea se han excluido los segmentos correspondientes al río Ebro).

En relación a los pisos bioclimáticos, dentro de la Región Eurosiberiana están representados el piso montano, con el 51 % de los segmentos fluviales navarros, y el piso colino, al que corresponde el 11 % de los segmentos considerados. En la Región Mediterránea se reconocen el piso mesomediterráneo, al que corresponde el 23 % de los segmentos fluviales, y el piso supramediterráneo, representado por el 13 % de los segmentos. Finalmente, el 2 % de los segmentos fluviales de la red fluvial de Navarra quedaría dentro de lo que se denomina azonal-ripario.

5.2. Geología de las cuencas vertientes

La geología del territorio navarro es muy variada, reconociéndose una variabilidad espacial relativamente grande de las formaciones geológicas, tal y como se observa en la figura 5.4.

Con el fin de facilitar la interpretación de dicha geología, y atendiendo a las tipologías reconocidas por Gutierrez Elorza (1994), se ha elaborado el mapa de la figura 5.5, que proporciona una visión mucho más simplificada y de compromiso, puesto que no siempre ha sido fácil encuadrar las tipologías geológicas diferenciadas en el mapa original en las clases geológicas consideradas. En el Anexo a este documento se incluye la correspondencia de las tipologías geológicas originales reflejadas en la figura 5.4, con las consideradas en este trabajo representadas en la figura 5.5.

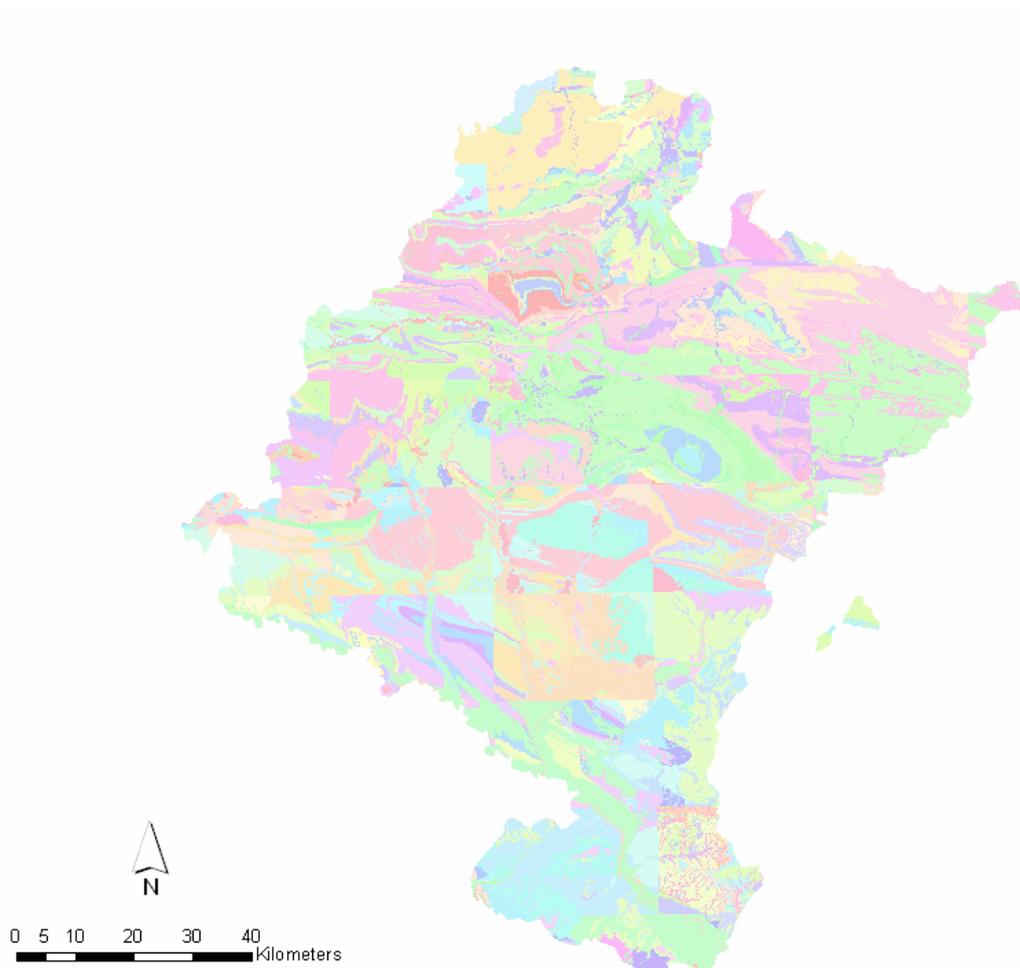


Figura 5.4.- Mapa geológico de la provincia de Navarra, con multitud de clases geológicas cuya leyenda se ha omitido (ver mapas geológicos IGME, 1:50.000).

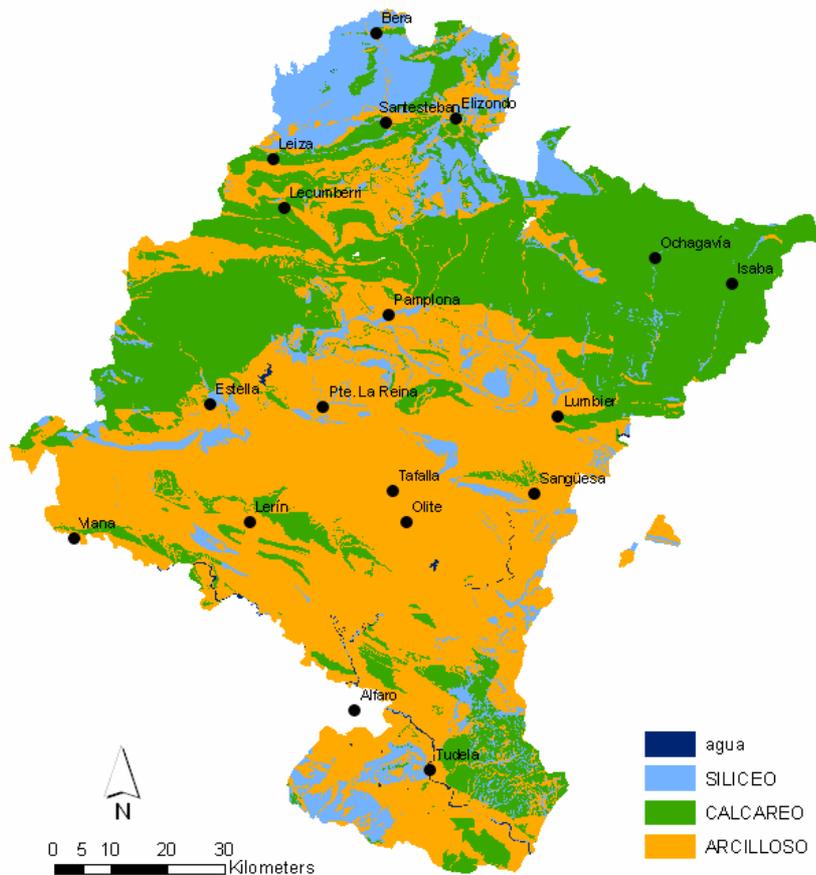


Figura 5.5.- Interpretación del mapa geológico de Navarra y adscripción a los tipos silíceo, calcáreo o arcilloso.

Considerando el porcentaje de superficie de cuenca vertiente correspondiente a cada una de las tipologías geológicas consideradas, y siguiendo los criterios expuestos en el capítulo de Metodología, se ha elaborado el mapa de la figura 5.6.,

Las zonas silíceas puras, o las calizas puras, corresponden siempre a cuencas pequeñas, de cabecera. Según los ríos van descendiendo hacia aguas abajo y ampliando la superficie de su cuenca vertiente, se van incorporando terrenos de geologías mixtas y de carácter arcilloso, siendo más complicada la adscripción a un único tipo geológico. En el mapa de Navarra se observa la frecuencia de cuencas con materiales arcillosos, y la necesidad de considerar geologías mixtas, quedando restringidas las silíceas o calizas puras a las cabeceras de los ríos cantábricos o pirenaicos, respectivamente.

En la figura 5.7 se resume el número de segmentos fluviales y cuencas que corresponden a cada una de las tipologías geológicas consideradas. Se observa que la naturaleza caliza es dominante en el territorio navarro, y que las cuencas de geología silíceas únicas, correspondientes a las cabeceras de los ríos ubicados al norte de la provincia, son muy escasas, representando el 6 % del total. Las cuencas de tipo arcilloso con influencia caliza son las más frecuentes, representando el 36 % de la totalidad de los tramos, siendo también importante el territorio ocupado por terrenos arcillosos, localizados en su mayor parte en la región de ámbito mediterráneo.

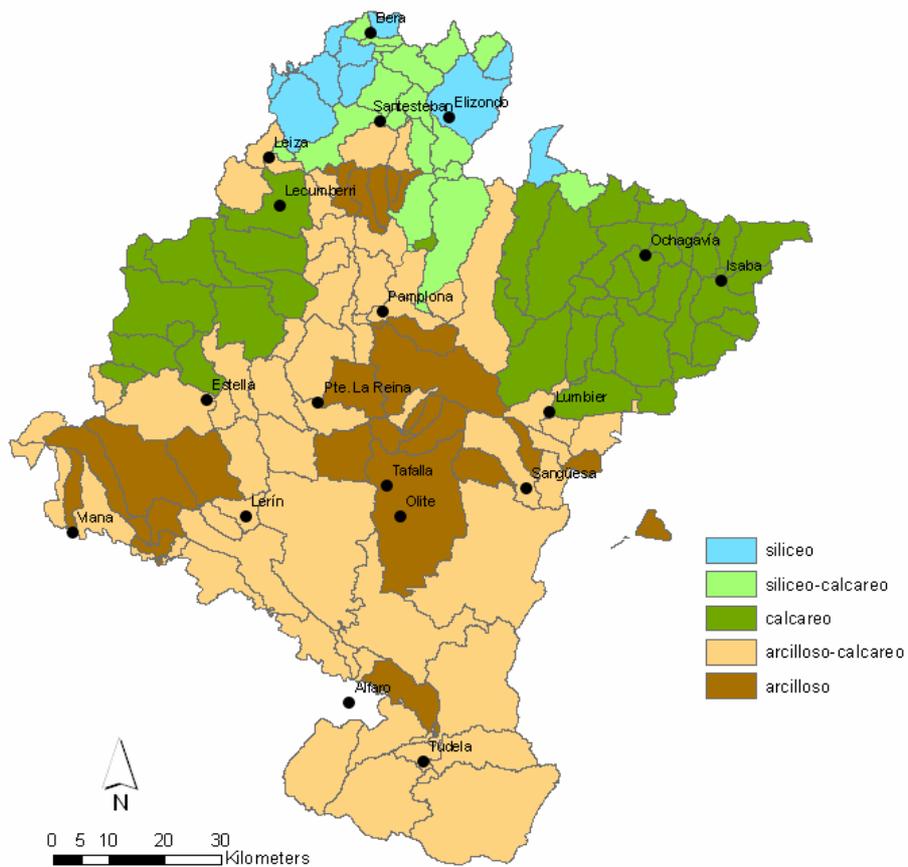


Figura 5.6.- Caracterización geológica de las cuencas vertientes a los segmentos fluviales considerados en la red hidrográfica de Navarra, a partir de la interpretación geológica representada en la figura 5.5.

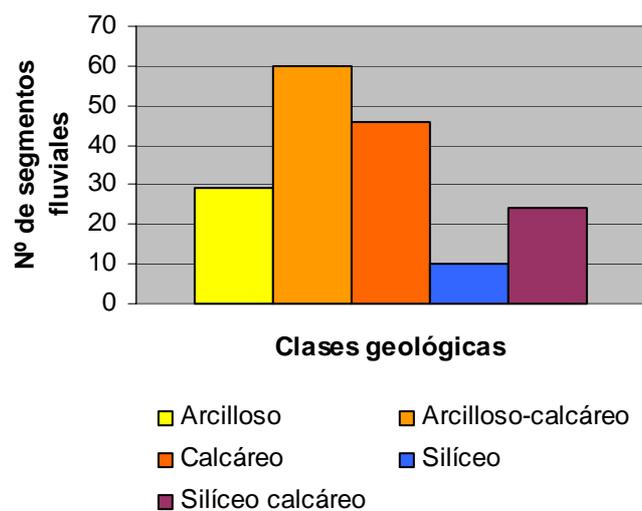


Figura 5.7 a.- Número de segmentos de la red fluvial de Navarra de cada clase geológica considerada.

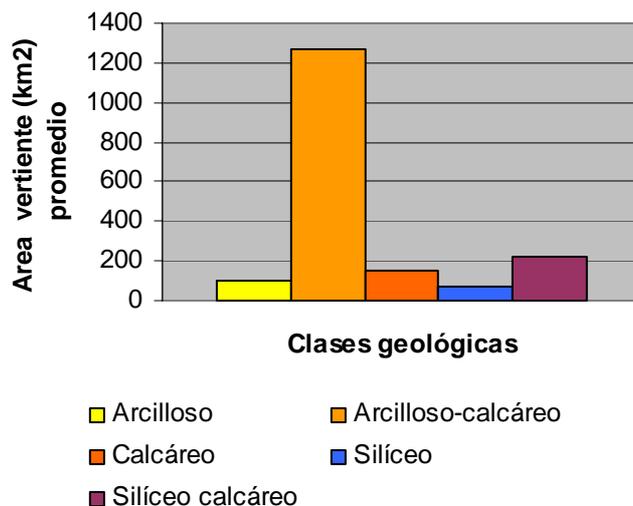


Figura 5.7 b.- Superficie vertiente promedio de los segmentos de la red fluvial de Navarra, correspondientes a cada una de las clases geológicas resultantes (para el cálculo de la superficie promedio de los terrenos arcillosos se han excluido los segmentos correspondientes al río Ebro).

La geología de las cuencas vertientes tiene una clara influencia en la conductividad de las aguas que circulan por la red de drenaje, y en la naturaleza y granulometría del substrato del lecho de los ríos. Las rocas silíceas son muy poco solubles y producen unas aguas de escorrentía con valores de conductividad muy bajos, mientras que las rocas calizas son mucho más solubles y tienden a conferir a las escorrentías mucha mayor cantidad de sales disueltas, resultando valores de conductividad mucho más elevados. La conductividad de los terrenos arcillosos depende de la naturaleza geológica de los terrenos de los que proceden los materiales finos.

En la figura 5.8 se han representado los valores de conductividad medidos en la red fluvial de Navarra durante la elaboración del presente estudio. Como cabría esperar, los valores más bajos se han obtenido en las cuencas de naturaleza silícea, mientras que los más elevados se observan en los tramos donde es mayor la acumulación de superficie de naturaleza calcárea o arcillosa. Esta relación entre los niveles de conductividad de las aguas y la naturaleza geológica de los terrenos que atraviesan se pone de manifiesto en la figura 5.9, donde se indican los valores de conductividad de los distintos segmentos fluviales de los ríos navarros correspondientes a las respectivas clases geológicas consideradas. Los valores tan elevados del conjunto arcilloso corresponden al río Elorz, con valores muy elevados de conductividad ($> 4.000 \mu\text{S}/\text{cm}$) y a ciertos cauces temporales donde la concentración de sales disueltas es muy elevada, existiendo en este grupo una gran variabilidad en el grado de mineralización de sus aguas.

No obstante, en la interpretación de estos valores de conductividad hay que tener en cuenta que no solo influye la naturaleza geológica de la cuenca vertiente, sino que también tiene importancia el caudal de dilución en el momento de la medición de campo y las actuaciones antrópicas y usos del suelo que afectan al tramo fluvial correspondiente.

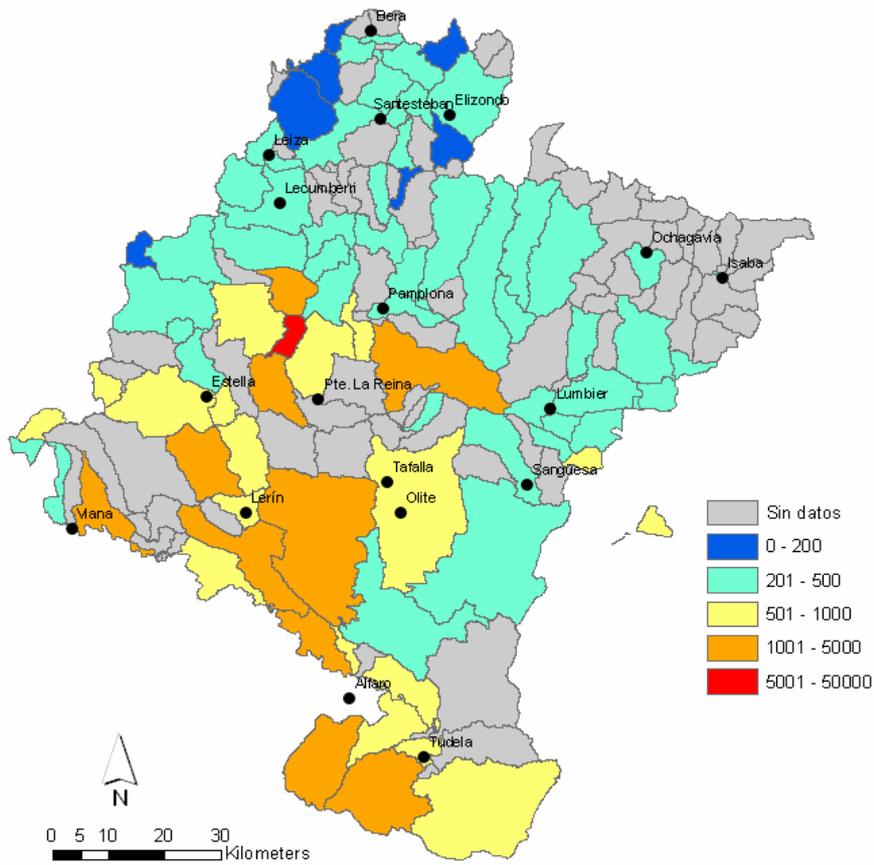


Figura 5.8.- Mapa de conductividades promedio para los segmentos fluviales considerados.

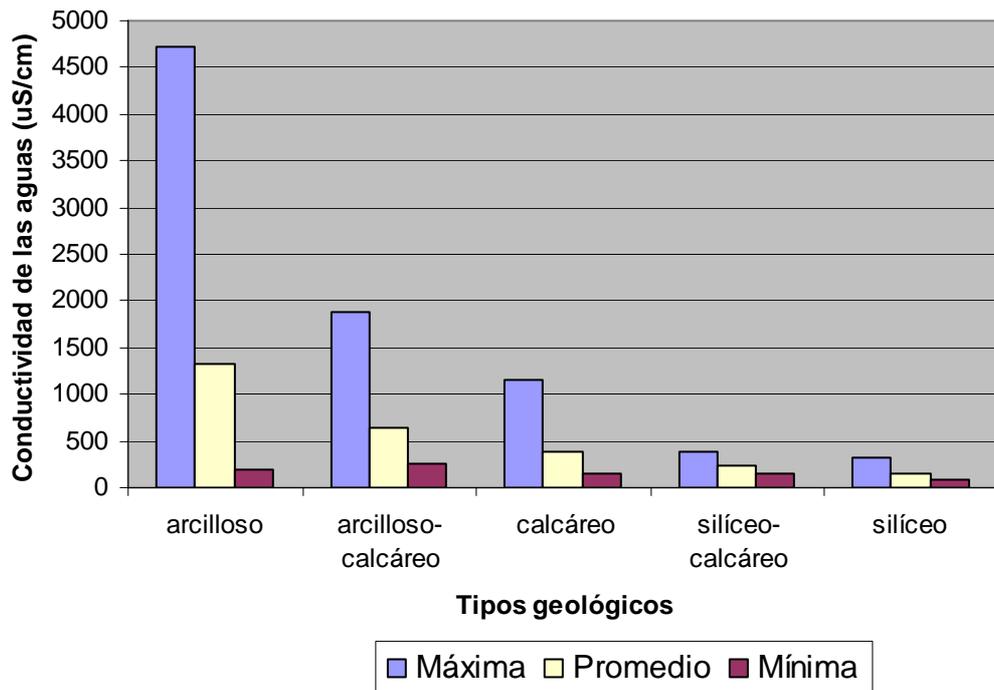


Figura 5.9.- Relación entre el tipo geológico de la cuenca vertiente y la conductividad de las aguas.

5.3. Tamaño de las cuencas vertientes

Una segunda variable de caracterización de las cuencas vertientes a los segmentos fluviales considerados ha sido su tamaño. Atendiendo a las clases de tamaño expuestas en el capítulo de Metodología, se ha elaborado el mapa de la figura 5.10, donde se refleja el tamaño de la cuenca vertiente acumulada al extremo inferior de cada segmento.

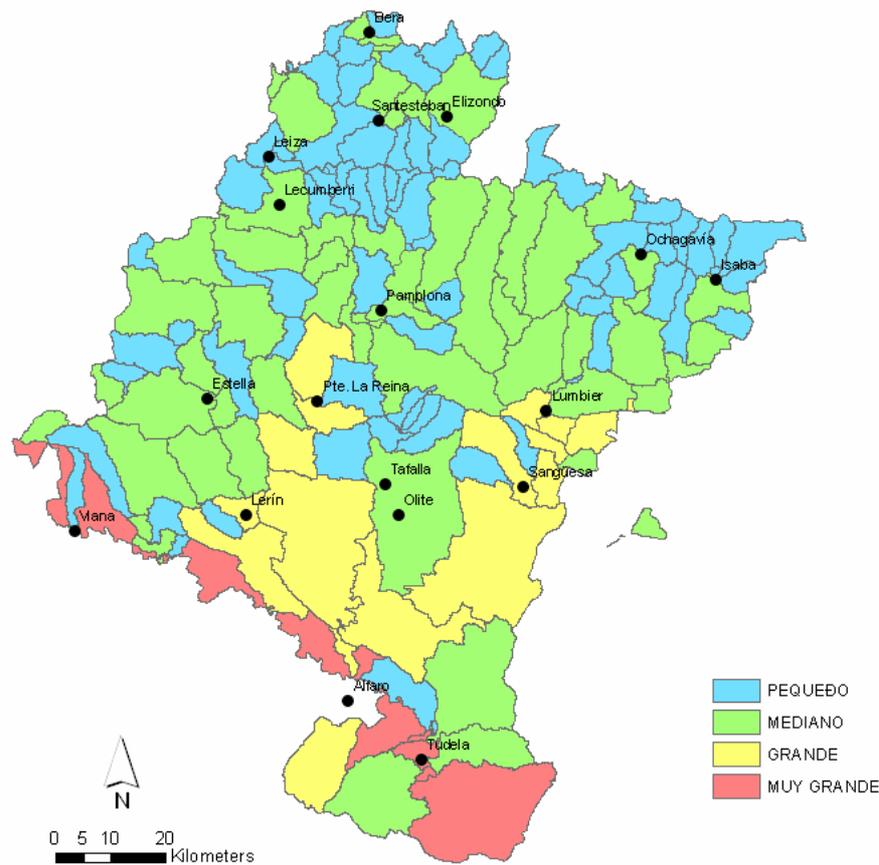


Figura 5.10.- Mapa de tamaños de las cuencas vertientes al extremo inferior de los segmentos fluviales considerados.

Las cuencas “pequeñas” corresponden en su gran parte a los segmentos de cabecera de los ríos cantábricos y pirenaicos, localizados en la mitad norte de la provincia Navarra, y a los pequeños cursos de agua que nacen en la zona montañosa del centro de Navarra, siendo las más abundantes en número al representar el 42 %. Las cuencas de “tamaño medio” se distribuyen por toda la provincia, siendo más abundantes en su mitad norte, y se refieren a los segmentos fluviales situados en los tramos medios, o a los cursos de agua en los que no se han considerado afluentes de primer orden. En su conjunto representan el 36 %. Los segmentos fluviales que reciben mayor superficie vertiente se localizan en la mitad sur de la provincia, hecho evidente al tener la red fluvial principal de Navarra una dirección dominante de norte a sur, vertiendo hacia el río Ebro, ubicado en su extremo más meridional. Las cuencas “grandes” representan el

10 % de segmentos fluviales analizados, correspondiendo a los tramos bajos de los ríos navarros de mayor tamaño, mientras que los tramos con cuencas “muy grandes” representan el 7 % del total, y se refieren en su totalidad a los segmentos fluviales navarros del propio río Ebro.

En la figura 5.11 se representa la distribución de los segmentos fluviales por el tamaño de sus cuencas, indicando el valor medio de superficie vertiente para cada clase de tamaño considerada.

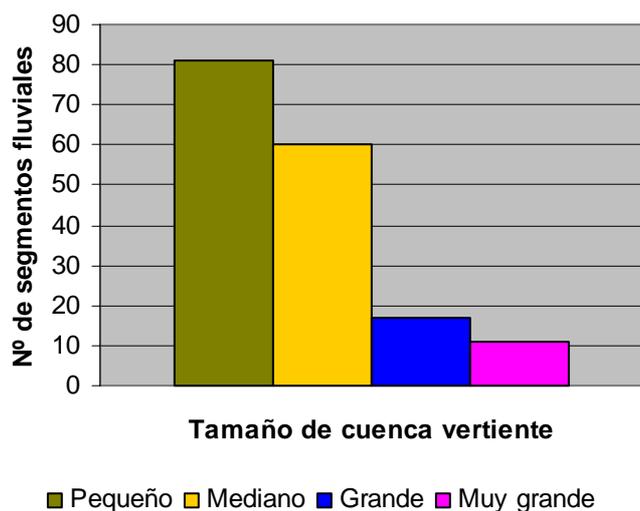


Figura 5.11 a.- Número de segmentos de la red fluvial de Navarra de cada clase de tamaño de cuenca vertiente considerada.

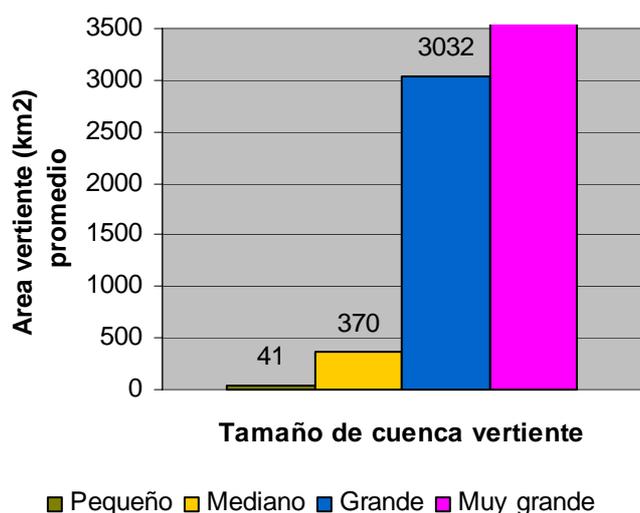


Figura 5.11 b.- Superficie vertiente promedio de los segmentos de la red fluvial de Navarra, correspondientes a las clases de tamaño consideradas. En la categoría “muy grande”, el valor promedio es de 18.319 km², si bien esta superficie, correspondiente a los segmentos del río Ebro, no pertenece en su mayor parte a la Comunidad de Navarra.

5.4. Régimen de caudales

Una vez caracterizado el territorio navarro a escala de cuenca vertiente, se ha procedido al análisis de las características de los tramos fluviales, en función de su régimen de caudales y su geomorfología. La geomorfología de los cauces está configurada por la dinámica que impone el régimen de caudales circulantes, el cual depende a su vez de las características ya descritas de las cuencas vertientes en relación a su geología (determinante de las características de infiltración y retención de precipitaciones y escorrentías), a su tamaño (implica órdenes de magnitud de los caudales) y en relación a la región biogeográfica donde se ubican (relacionada con unas determinadas condiciones climatológicas, en términos de régimen de precipitaciones y temperaturas).

Inicialmente se ha tratado de establecer la caracterización del régimen de caudales en base a los datos de aforos disponibles, procedentes de un número limitado de puntos de la red fluvial (ver figura 5.12). Los datos que se han utilizado han sido los ofrecidos por la Confederación Hidrográfica del Ebro como caudales naturales reconstruidos mediante simulación hidrológica, correspondientes a las series correspondientes al periodo 1940-41 – 1985-86.

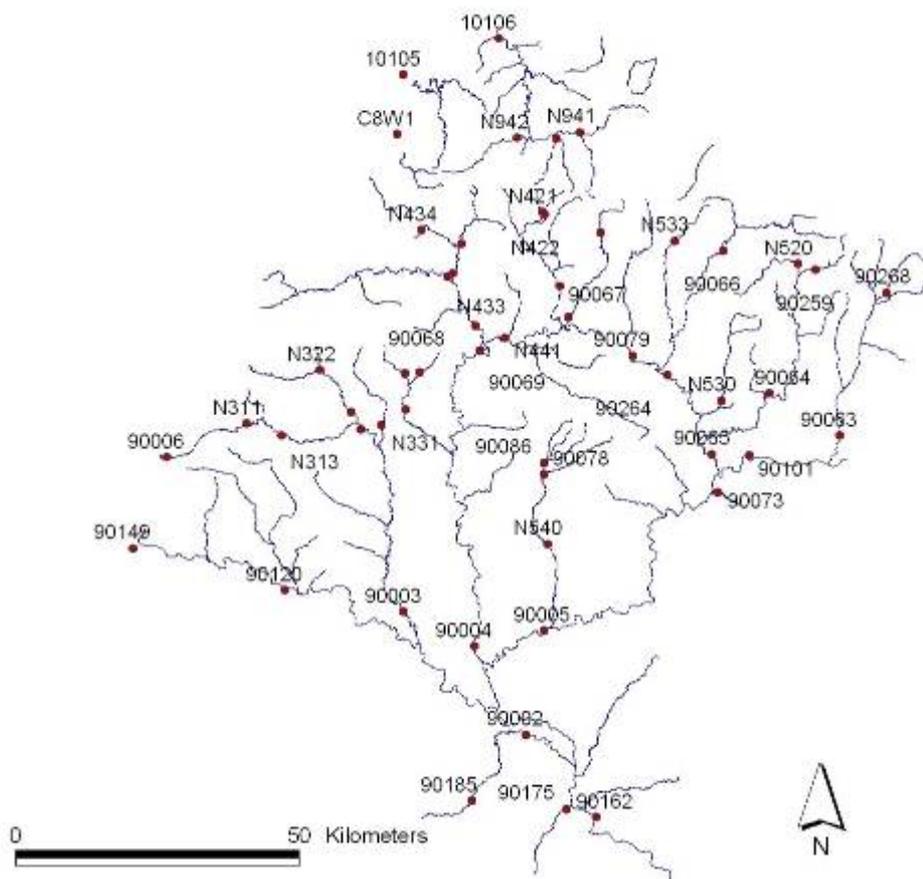


Figura 5.12.- Estaciones de aforos en la red fluvial de Navarra, utilizada para la caracterización del régimen de caudales.

Con los datos de caudales reconstruidos se han preparado las gráficas de caudales medios mensuales que aparecen en las figuras 5.13 a 5.18. Con el fin de poder comparar entre sí los distintos regímenes de caudales, evitando las diferencias debidas al tamaño de la cuenca, se han homogeneizado los datos de caudal, haciéndolos relativos al módulo anual de cada río en la estación de aforos correspondiente.

La interpretación de los distintos gráficos obtenidos ha permitido agrupar los ríos en tipos homogéneos, según las pautas de fluctuación de caudales a lo largo del año. Se observa que, con mucha frecuencia, los ríos navarros presentan dos máximos anuales, uno en invierno (meses de Diciembre y Enero) y otro en primavera (meses de Abril, Mayo y Junio), con la excepción del río Elorz que presenta el máximo en Marzo. El origen de este segundo periodo de caudales máximos de primavera tiene un origen pluvial, como se comprueba analizando el régimen de precipitaciones de la zona correspondiente (ver figura 5.19).

En la figura 5.13 se representa el régimen de caudales de los ríos situados en el Noroeste de Navarra, en las cuencas del Arakil, Basaburua y cabecera del Arga. Se trata de un régimen de caudales permanente de tipo pluvial, con los caudales medios mensuales máximos en el mes de Diciembre, y un corto periodo más seco centrado en los meses de Julio a Septiembre.

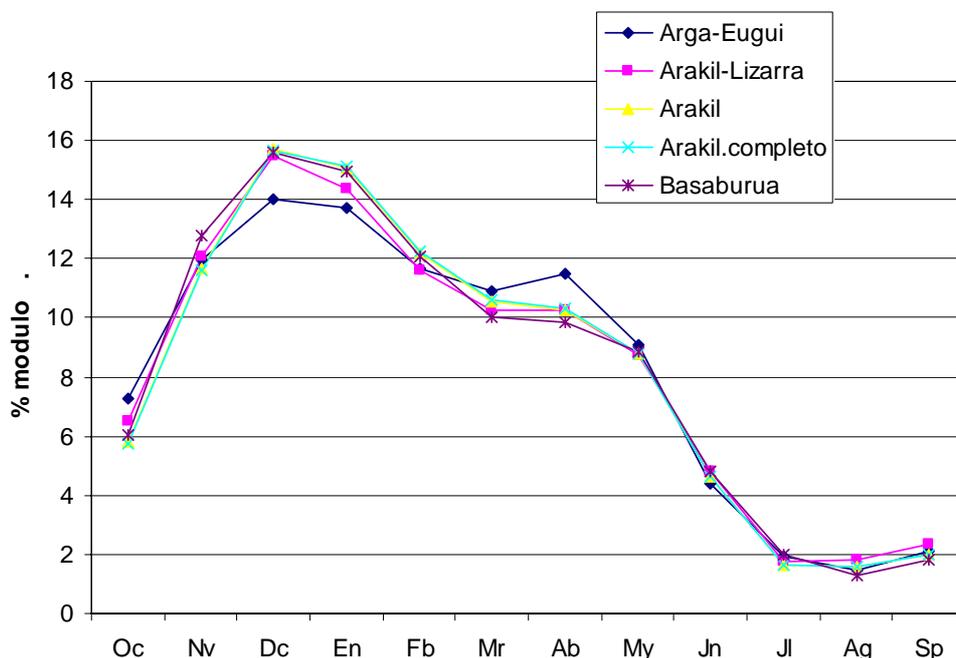


Figura 5.13.- Régimen de caudales de ríos navarros, con valores de caudales medios mensuales máximos en Diciembre. (valores de caudales expresados en % del módulo anual).

La figura 5.14 representa el tipo de régimen de caudales más frecuente en los ríos navarros analizados pertenecientes a la cuenca del Ebro, los cuales constituyen un conjunto heterogéneo de ríos situados en su mayor parte en la zona centro de Navarra. Se trata también en este caso de un régimen permanente de tipo pluvial, con los valores de caudales medios mensuales máximos en Enero, algo más retrasados que en el caso anterior, pero con unas pautas similares a lo largo del año. El periodo seco en este caso es algo más dilatado, con los caudales medios mensuales de Octubre significativamente más bajos que en el grupo de ríos anterior.

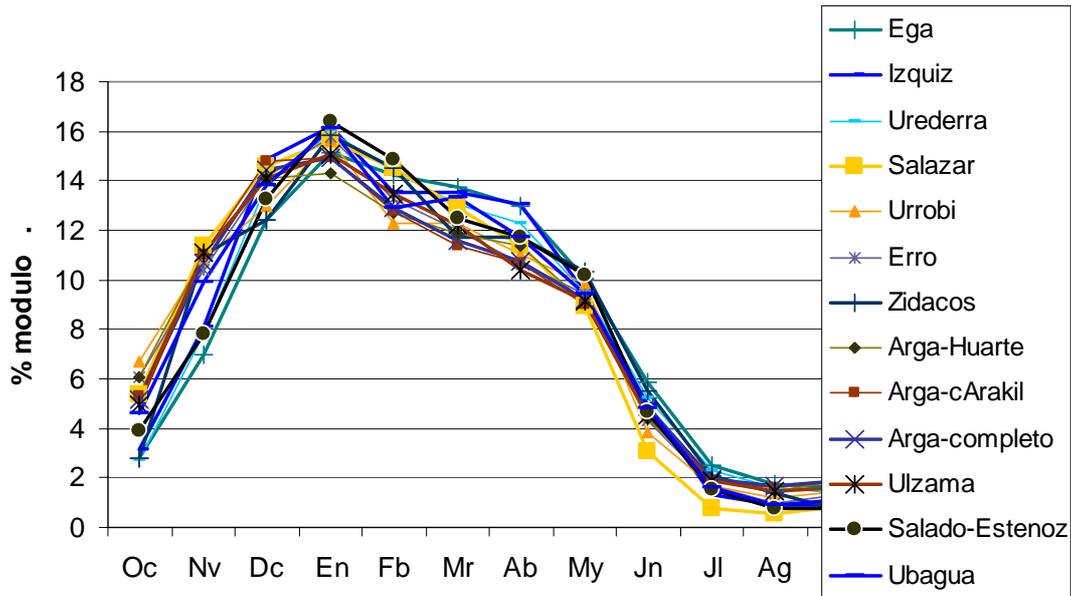


Figura 5.14.- Régimen de caudales de ríos navarros, con valores de caudales medios mensuales máximos en Enero. (valores de caudales expresados en % del módulo anual).

Existe otro conjunto de tramos fluviales navarros que presentan un régimen de caudales con menores fluctuaciones anuales (menores caudales medios máximos) pero con una pauta también claramente de régimen permanente de tipo pluvial, con los caudales medios mensuales también en Enero (figura 5.15). Este tipo de régimen se observa en los ríos de cuencas vertientes de mayor tamaño, con mayor capacidad de regulación de las precipitaciones (segmentos fluviales del río Ebro y tramo bajo del Aragón), y también en ciertos ríos de montaña como el Iratí, Areta y Esca, cuyo mantenimiento de los caudales de primavera relativamente elevados puede corresponder a una cierta influencia nival, y en el río Onsella, que llega del Este desde tierras aragonesas.

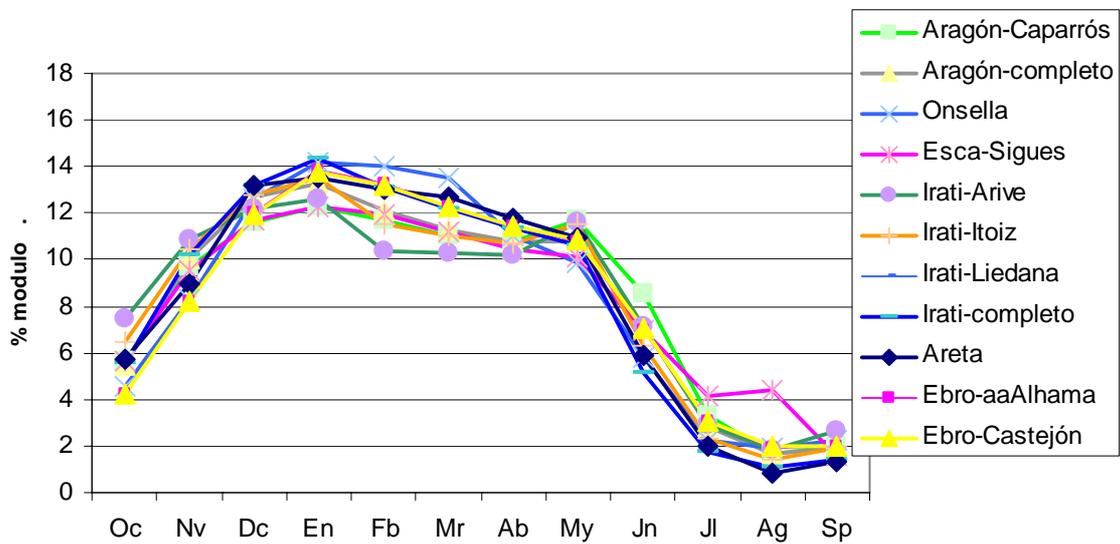


Figura 5.15.- Régimen de caudales de ríos navarros, con valores de caudales medios mensuales máximos en Enero y menor fluctuación intranual. (valores de caudales expresados en % del módulo anual).

En las figura 5.16 y 5.17 se agrupan los segmentos fluviales donde se observa un régimen de caudales diferente de los anteriores, en esta caso con los caudales medios mensuales máximos en los meses de Abril y Mayo, en ambos casos de carácter permanente de tipo pluvial.

La figura 5.16 agrupa a los ríos del sur de Navarra, en la región mediterránea, donde los máximos caudales de primavera se asocian a periodos de máximas precipitaciones mensuales también primaverales. Este es el caso de los ríos Linares, Odrón en la margen izquierda del Ebro, Alhama y Queiles, este último con una fluctuación intranual menor que los anteriores, probablemente por una regulación natural por escorrentía subterránea. En estos ríos los caudales relativamente bajos se mantienen durante más meses (Julio a Noviembre), abarcando un periodo de mayores caudales de Enero a Junio, teniendo durante los meses de otoño (Noviembre-Diciembre) un caudal mucho más reducido que en los casos anteriores.

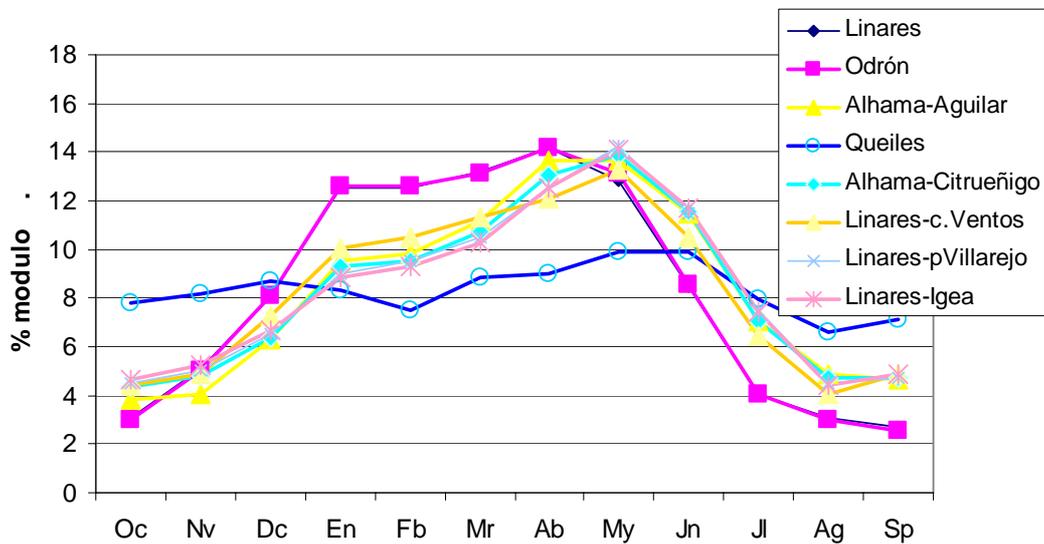


Figura 5.16.- Régimen de caudales de ríos del Sur de Navarra, con caudales medios mensuales máximos entre Abril y Mayo, de origen pluvial.

La figura 5.17 corresponde a algunos ríos con cierta influencia nival, como la cabecera del río Iratí y el tramo del río Aragón al entrar en Navarra y antes de recibir al Iratí, donde se observa también un periodo de caudales medios mensuales máximos en Mayo y Junio, algo más tardíos que en el caso anterior. En este caso el periodo seco se reduce a los meses de verano de Julio a Septiembre, manteniéndose unas aportaciones relativamente elevadas de Octubre a Junio.

Finalmente, un conjunto de segmentos fluviales de la red hidrográfica de Navarra perteneciente a la cuenca del Ebro presenta un régimen de caudales con los caudales medios mensuales máximos en el mes de Junio, de influencia claramente nival. Estos ríos, representados en la figura 5.18, corresponden a los tramos altos pirenaicos, de los cuales únicamente el Belagua pertenece al territorio navarro. En este caso el periodo de caudales más reducidos se restringe a los meses de Agosto y Septiembre, manteniéndose relativamente elevados los caudales de primavera y comienzos del verano, como consecuencia del deshielo.

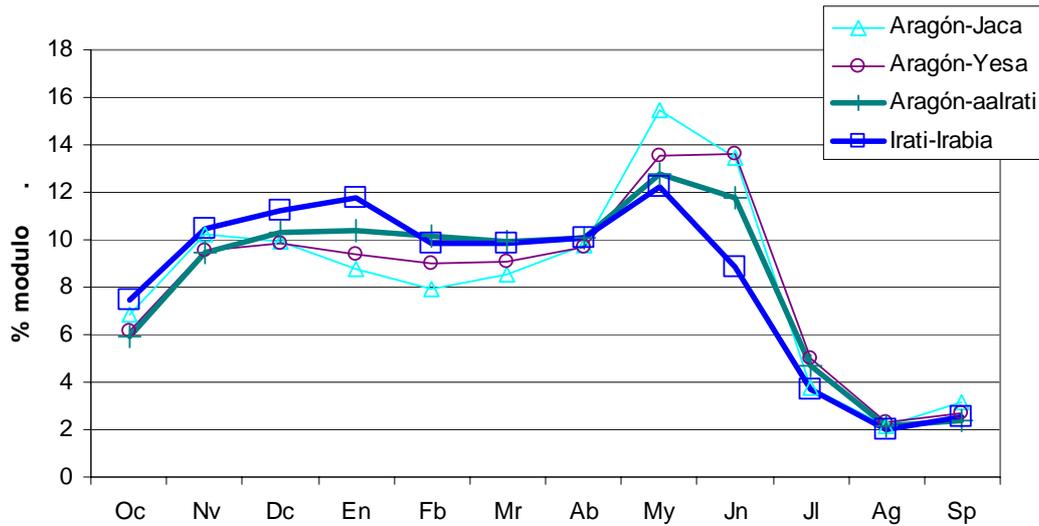


Figura 5.17.- Régimen de caudales de ríos navarros con caudales medios mensuales máximos en Mayo y Junio, asociados a una cierta influencia nival.

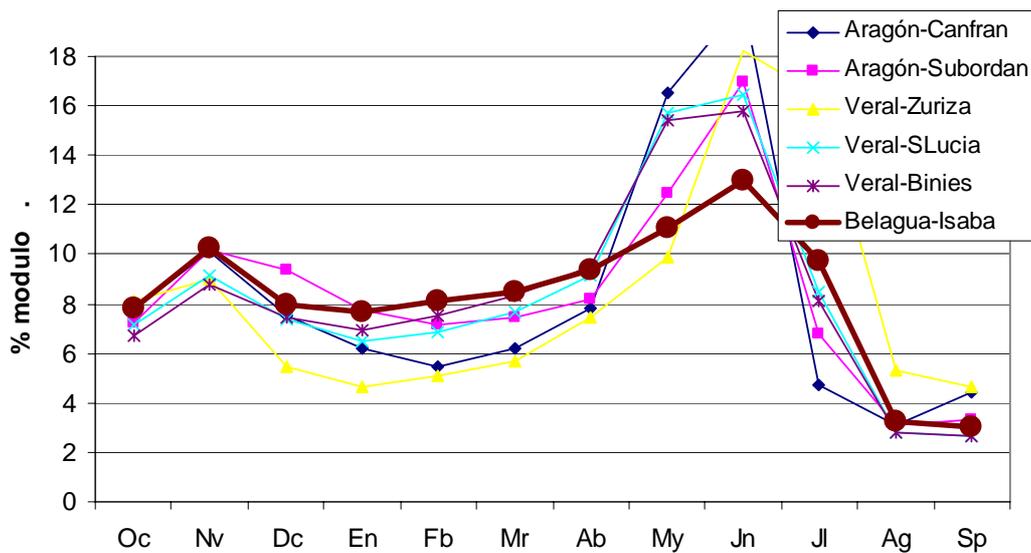


Figura 5.18.- Régimen de caudales de ríos pirenaicos de la cuenca del Ebro con caudales medios mensuales máximos en Junio, correspondientes al deshielo.

Además de estos tipos de regímenes, que podrían asociarse a un carácter permanente de tipo pluvial, a excepción del Belagua, de tipo nival, en el territorio navarro existen algunos otros ríos con regímenes peculiares que no encajan en los anteriormente descritos (río Elorz con caudales medios mensuales máximos en Marzo, río Iranzu, con caudales medios mensuales máximos de Enero a Marzo), y una serie de ríos generalmente de tamaño pequeño, cuyo régimen de caudales es temporal.

En la figura 5.19 se representa la caracterización del régimen de caudales de los segmentos fluviales considerados en la red hidrográfica de Navarra, haciendo extensiva la información obtenida en las estaciones de aforos analizados, a los tramos sin datos de similares características hidrológicas.

La relativa escasez de estaciones de aforos disponibles (ver figura 5.12) no nos ha permitido representar en esta figura la diferenciación de los distintos tipos de regímenes permanentes de tipo pluvial, pluvio-nival o nival comentados en las gráficas anteriores, al no poder extender esta información a todo el conjunto de segmentos fluviales considerados.

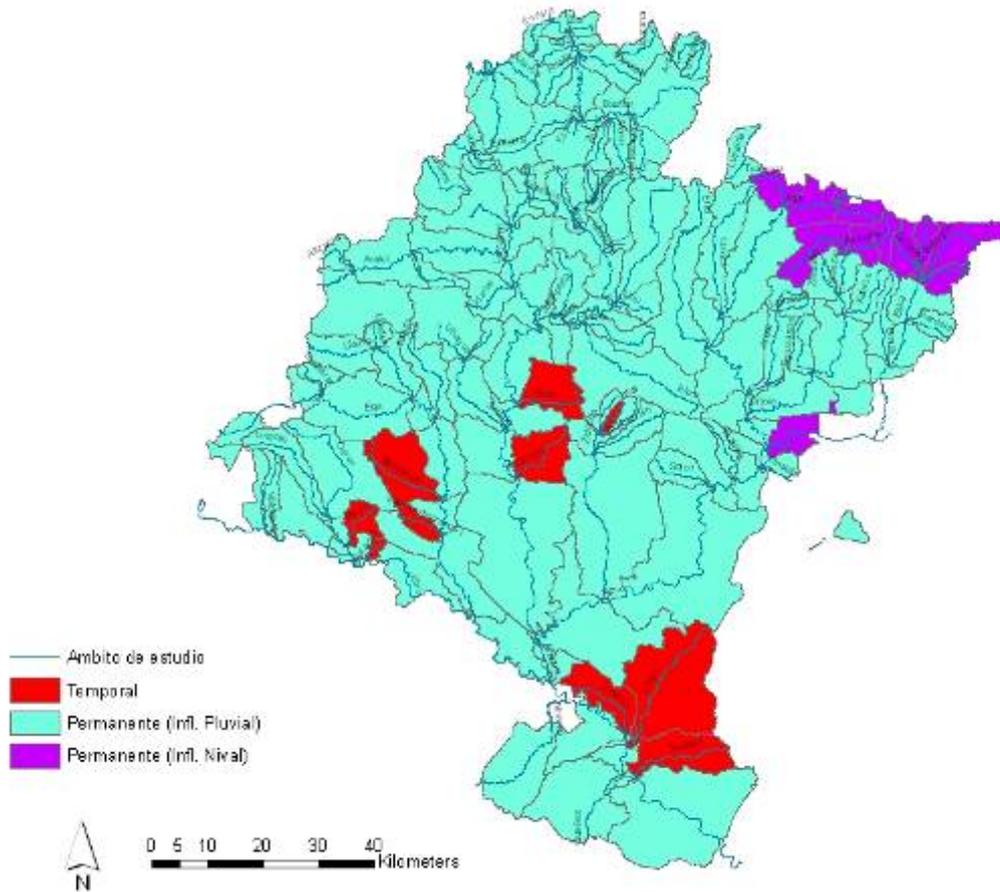


Figura 5.19.- Tipos de régimen de caudales de los segmentos fluviales considerados.

Con el fin de verificar la relación entre el régimen de caudales y el de precipitaciones, se han analizado los datos de precipitación de una serie de estaciones meteorológicas, tal y como se representa en la figura 5.20.

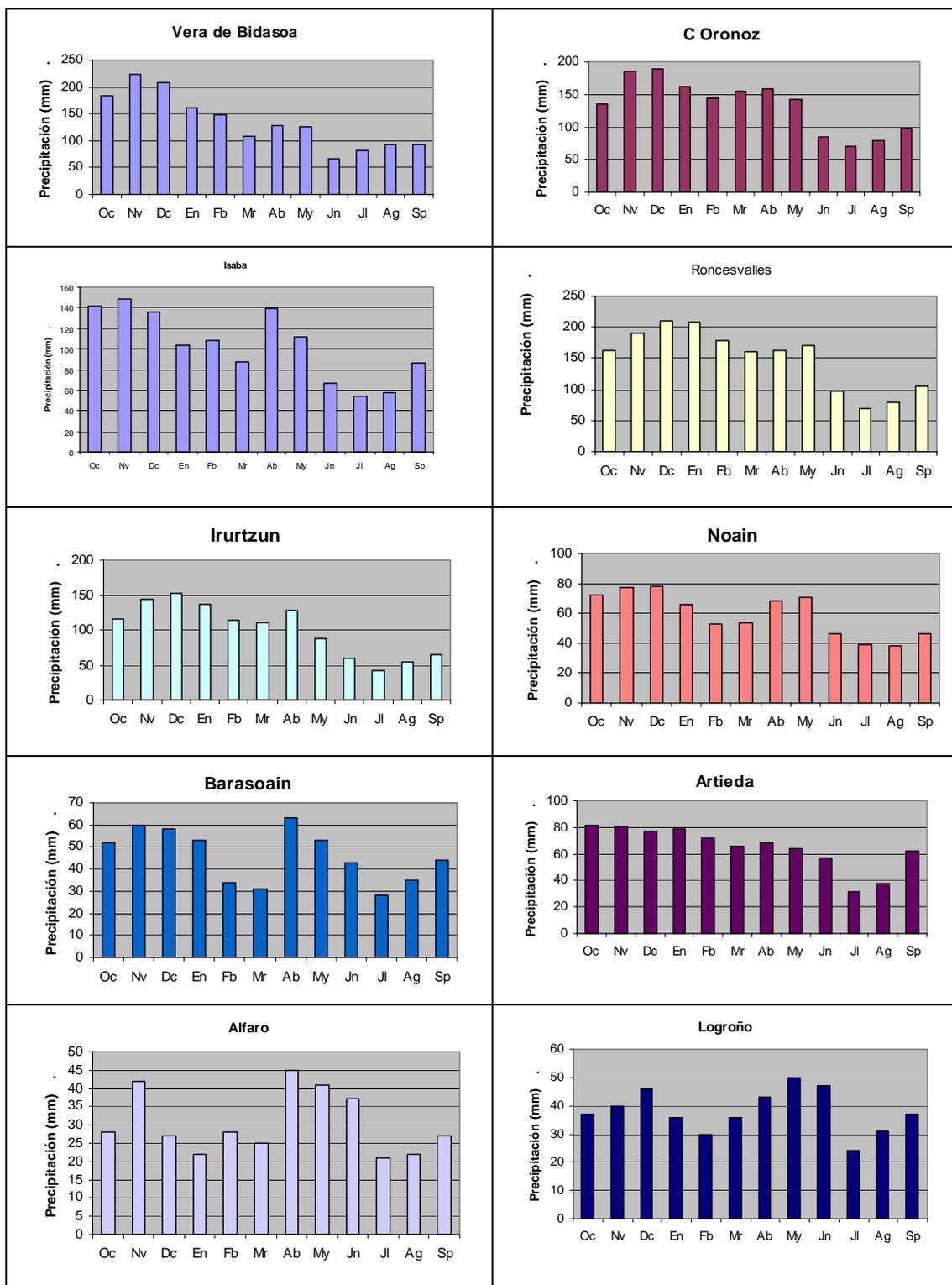


Figura 5.20.- Régimen de precipitaciones de estaciones meteorológicas de Navarra y zonas próximas.

En gran parte de estas estaciones, cuya ubicación geográfica puede observarse en la figura 5.21, se puede comprobar la existencia de dos periodos de lluvias más abundantes, uno en los meses de Noviembre y Diciembre y otro en los meses de Abril,

Mayo y Junio, que explica la ocurrencia de los caudales medios mensuales máximos en estas mismas épocas.

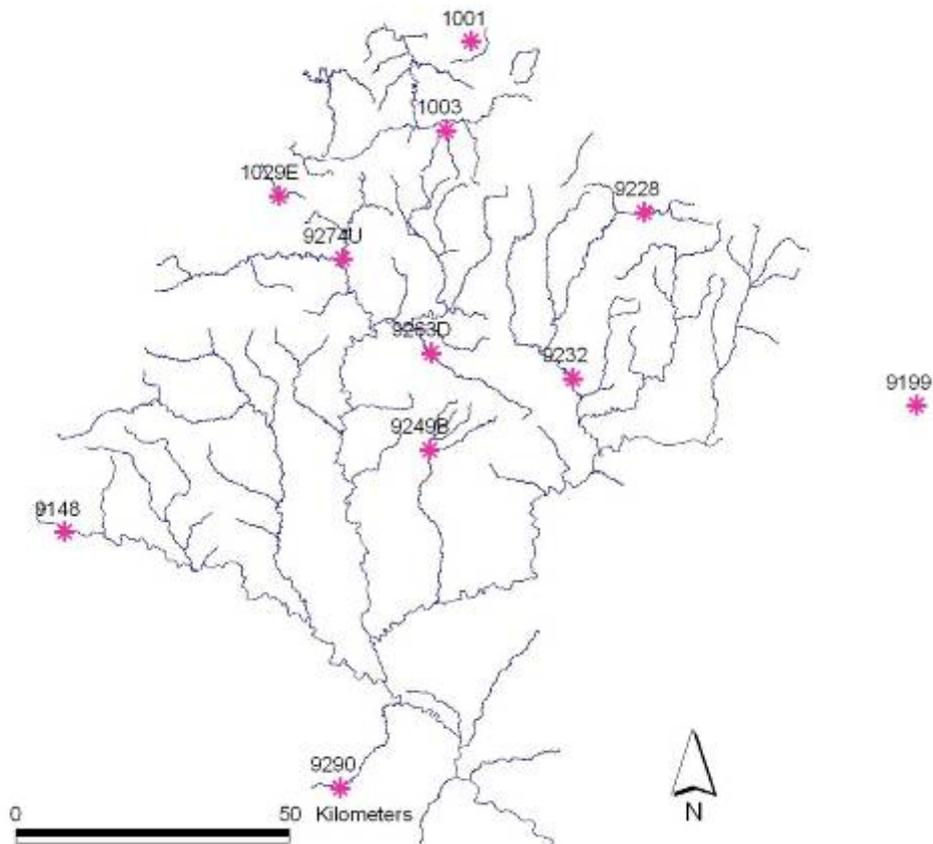


Figura 5.21.- Estaciones meteorológicas donde se ha analizado el régimen de precipitaciones mensuales.

Por último, en la figura 5.22 se ha representado el mapa de isoyetas de precipitación media anual de Navarra. En dicho mapa se observa un gradiente de precipitación muy marcado de norte a sur, correspondiendo a las dos regiones biogeográficas existentes, explicando la existencia de los tramos fluviales de régimen temporal en cuencas arcillosas de tamaño pequeño, situados en el centro y sur del territorio navarro de ámbito mediterráneo.

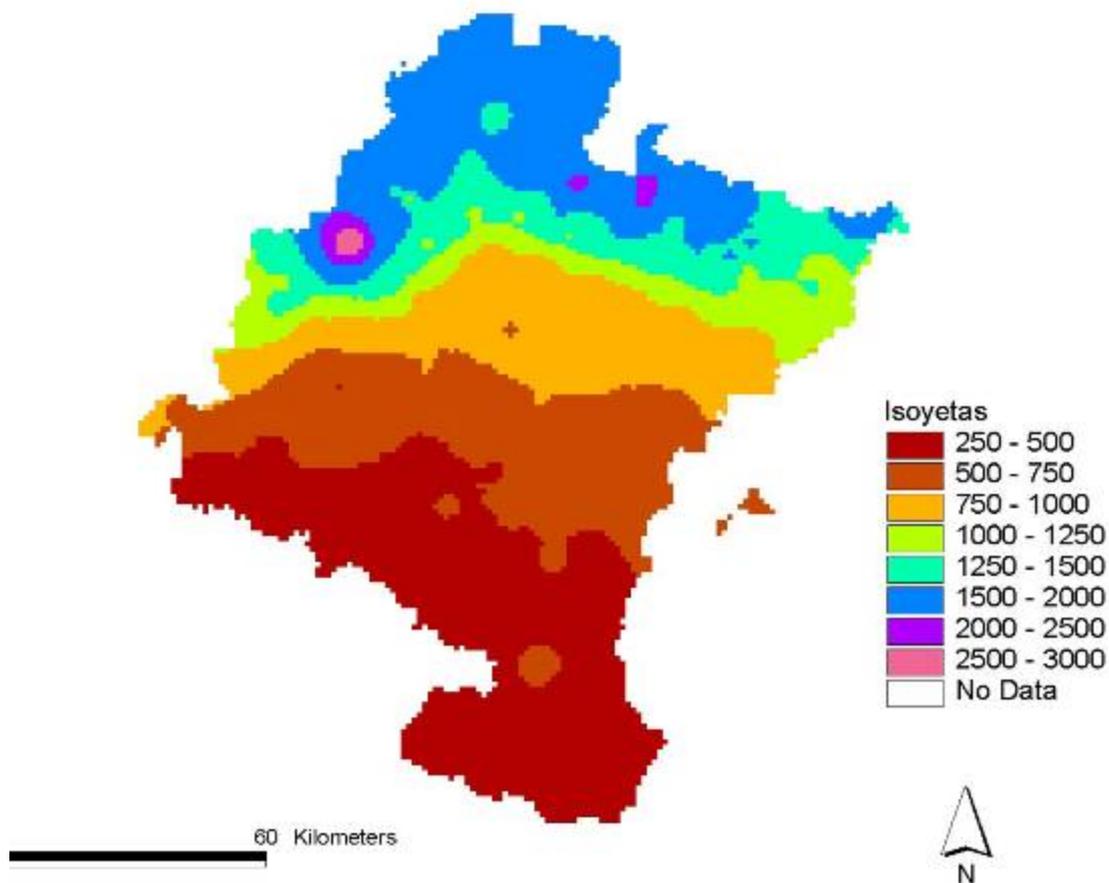


Figura 5.22.- Mapa de isoyetas de la precipitación media anual (mm) del territorio navarro.

5.5.- Geomorfología de los segmentos fluviales

La geomorfología de los segmentos fluviales ha sido analizada a través de la pendiente longitudinal de los cauces y el coeficiente de sinuosidad, calculados en ambos casos a partir de la topografía digitalizada disponible de la provincia de Navarra. La primera de estas variables se ha calculado como cociente entre la diferencia de cotas de los extremos de cada segmento y su longitud, mientras que el coeficiente de sinuosidad se ha obtenido como cociente entre la longitud del segmento y la distancia geométrica entre sus dos extremos.

Los valores de pendiente longitudinal se han agrupado atendiendo a las clases de pendiente consideradas en el trabajo de Ollero y colaboradores (2004), resultando la frecuencia de segmentos de cada clase que aparece representada en la figura 5.23. Han sido muy escasos los segmentos fluviales con pendientes longitudinales medias superiores al 10 %, debido a que en la red hidrográfica utilizada se han eliminado numerosos afluentes de primer orden, y con ello se ha incrementado la longitud de segmento con tramos de menor pendiente longitudinal. El rango de pendientes longitudinales más frecuente es el comprendido entre 0,1 y 0,5 %, si bien también es muy numeroso el número de segmentos fluviales donde la pendiente longitudinal media es superior al 1%, el cual representa el 52 % del total de segmentos considerados.

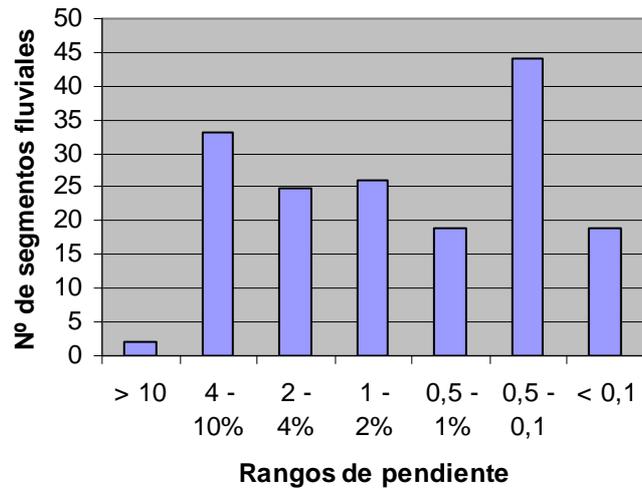


Figura 5.23.- Distribución del número de segmentos fluviales correspondiente a cada una de las clases de pendiente longitudinal consideradas.

En relación a la sinuosidad de los cauces, también se han agrupado los valores del coeficiente siguiendo las clases consideradas en el trabajo de Ollero *et al.* (2004) que permiten diferenciar los tramos rectos de los sinuosos o meandriformes. En la figura 5.24 se representa la distribución de frecuencias de dichas clases, mostrando que la mayoría de los segmentos fluviales, atendiendo a su longitud entre confluencias, corresponde a trazados sinuosos o meandriformes, siendo muy escasos los tramos rectos. En la red fluvial del territorio navarro, no se han encontrado segmentos fluviales con múltiples cauces de tipo trenzado o anastomosado.

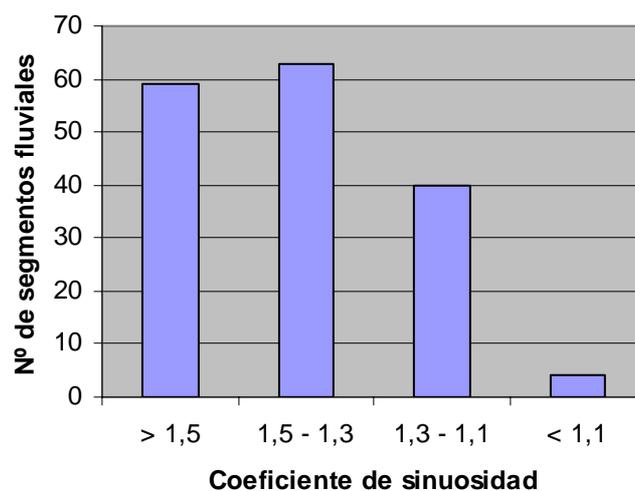


Figura 5.24.- Distribución del número de segmentos fluviales correspondiente a cada una de las clases de coeficiente de sinuosidad consideradas. Valores de este coeficiente inferiores a 1,1 corresponden a tramos “rectos”; entre 1,1 y 1,3 a tramos “sinuosos”; y > 1,3 a tramos “meandriformes”.

5.6. Caracterización de los hábitats fluviales

La caracterización de los hábitats fluviales requiere un trabajo detallado de campo, que no ha podido ser abordado en este trabajo a lo largo de toda la red fluvial de Navarra por falta del tiempo y los medios necesarios para ello.

Dicha caracterización abarcaría las condiciones del mesohábitat fluvial, que pueden centrarse en la descripción del tipo de sustrato del lecho y las condiciones de ribera en cuanto a la vegetación de orilla y riparia, y a una escala más detallada incluiría también los atributos relacionados con las condiciones hidráulicas que afectan a las comunidades biológicas.

En esta ocasión solo se aportan los datos de granulometría del sustrato y características de la vegetación riparia correspondientes a los puntos visitados durante la elaboración de este trabajo (ver figura 3.6), quedando recogidos dichos datos en las respectivas fichas de campo que se encuentran en el Anexo a este documento.

5.7.- Cuadro resumen de la caracterización de los segmentos fluviales analizados

En la Tabla 5.1 se resumen las características analizadas de los segmentos fluviales de la red hidrográfica de Navarra, siguiendo un esquema jerárquico de los distintos factores que actúan a las diferentes escalas espaciales consideradas.

Tabla 5.1.- Cuadro resumen de la caracterización jerárquica de los segmentos fluviales de la red hidrográfica de Navarra.

Código	Río	Segmento fluvial	Región Biogeográfica	Provincia Biogeográfica	Geología cuenca	Tamaño cuenca	Régimen caudales
0	Artesiaga	REGATA-4	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo-calcareo	Pequeño	Pluvial
5	Luzaide	LUZAIDE	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo	Pequeño	Pluvial
7	Ugarana	REGATA-3	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo-calcareo	Pequeño	Pluvial
12	Tximista	BIDASOA-AF4	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo-calcareo	Pequeño	Pluvial
13	Bidasoa	BIDASOA-5	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo-calcareo	Mediano	Pluvial
14	Arrata	BIDASOA-AF5	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo	Pequeño	Pluvial
15	Bidasoa	BIDASOA-6	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo-calcareo	Mediano	Pluvial
17	Bidasoa	BIDASOA-7	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo-calcareo	Mediano	Pluvial
31	Urumea	URUMEA-1	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo	Mediano	Pluvial
32	A±arbe	URUMEA-AF1	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo	Pequeño	Pluvial
33	Urumea	URUMEA-2	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo	Mediano	Pluvial
46	Araxes	ARAXES	Eurosiberiana	Altantica Europea	arcilloso-calcareo	Pequeño	Pluvial
61	Urritzate	REGATA-1	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo-calcareo	Pequeño	Pluvial
62	Aritzakun	REGATA-2	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo-calcareo	Pequeño	Pluvial
63	Urritzate	REGATA1	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo	Pequeño	Pluvial
71	Ebro	EBRO-1	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Muy grande	Pluvial
72	Tudela1	EBRO-AF1	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Mediano	Temporal
73	Ebro	EBRO-2	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Muy grande	Pluvial
74	Queiles	EBRO-AF2	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Mediano	Pluvial
75	Ebro	EBRO-3	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Muy grande	Pluvial
76	Limas	EBRO-AF3	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Mediano	Temporal
78	Alhama	EBRO-AF5	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Grande	Pluvial
79	Ebro	EBRO-6	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Muy grande	Pluvial
81	Aragon	ARAGON-1	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Grande	Pluvial
83	Aragon	ARAGON-2	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Grande	Pluvial
87	Aragon	ARAGON-7	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Grande	Pluvial
89	Aragon	ARAGON-8	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Grande	Pluvial
91	Ebro	EBRO-7	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Muy grande	Pluvial
95	Ebro	EBRO-10	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Muy grande	Pluvial

96	Valdearas	EBRO-AF10	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso	Pequeño	Pluvial
97	Ebro	EBRO-11	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Muy grande	Pluvial
111	Bidasoa	BIDASOA-1	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo-calcareo	Mediano	Pluvial
112	Endara	BIDASOA-AF1	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo	Pequeño	Pluvial
113	Bidasoa	BIDASOA-2	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo-calcareo	Mediano	Pluvial
114	Zia	BIDASOA-AF2	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo	Pequeño	Pluvial
115	Bidasoa	BIDASOA-3	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo-calcareo	Mediano	Pluvial
116	Onin	BIDASOA-AF3	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo	Pequeño	Pluvial
117	Bidasoa	BIDASOA-4	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo-calcareo	Mediano	Pluvial
161	Ezkurra	EZKURRA-1	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo-calcareo	Mediano	Pluvial
162	Ezpelura	EZKURRA-AF1	Eurosiberiana	Altantica Europea	arcilloso-calcareo	Pequeño	Pluvial
163	Ezkurra	EZCURRA-2	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo-calcareo	Pequeño	Pluvial
181	Zeberi	ZEBERI-1	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo-calcareo	Pequeño	Pluvial
182	Marin	ZEBERI-AF1	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo-calcareo	Pequeño	Pluvial
183	Zeberi	ZEBERI-2	Eurosiberiana	Altantica Europea	arcilloso-calcareo	Pequeño	Pluvial
191	Baztan	BAZTAN-1	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo-calcareo	Mediano	Pluvial
192	Artesiaga	BAZTAN-AF1	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo-calcareo	Pequeño	Pluvial
193	Baztan	BAZTAN-2	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo	Mediano	Pluvial
421	Leizaran	LEIZARAN-1	Eurosiberiana	Altantica Europea	arcilloso-calcareo	Pequeño	Pluvial
422	Gorritzaran	LEIZARAN-AF1	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo-calcareo	Pequeño	Pluvial
423	Leizaran	LEIZARAN-2	Eurosiberiana	Altantica Europea	arcilloso-calcareo	Pequeño	Pluvial
771	Ebro	EBRO-4	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Muy grande	Pluvial
772	Tudela2	EBRO-AF4	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso	Pequeño	Temporal
773	Ebro	EBRO-5	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Muy grande	Pluvial
827	Arga	ARGA-7	Eurosiberiana	Altantica Europea	arcilloso-calcareo	Mediano	Pluvial
841	Zidacos	ZIDACOS-1	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso	Mediano	Pluvial
842	Zenborrain	ZIDACOS-AF1	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso	Pequeño	Pluvial
843	Zidacos	ZIDACOS-2	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso	Pequeño	Pluvial
844	Mairaga	ZIDACOS-AF2	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso	Pequeño	Pluvial
845	Zidacos	ZIDACOS-3	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso	Pequeño	Pluvial
846	Cidacos (barranco)	ZIDACOS-AF3	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso	Pequeño	Temporal
847	Zidacos	ZIDACOS-4	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Pequeño	Pluvial

851	Aragon	ARAGON-3	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Grande	Pluvial
852	Soto1	ARAGON-AF3	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso	Pequeño	Pluvial
853	Aragon	ARAGON-4	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Grande	Pluvial
854	Bizkaia	ARAGON-AF4	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso	Pequeño	Pluvial
855	Aragon	ARAGON-5	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Grande	Pluvial
856	Onsella	ARAGON-AF5	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso	Mediano	Pluvial
857	Aragon	ARAGON-7	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Grande	Pluvial
861	Irati	IRATI-1	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Grande	Pluvial
863	Irati	IRATI-2	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Grande	Pluvial
865	Irati	IRATI-3	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Mediano	Pluvial
866	Erro	ERRO	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	arcilloso-calcareo	Mediano	Pluvial
867	Irati	IRATI-4	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Mediano	Pluvial
868	Urrobi	URROBI	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Mediano	Pluvial
881	Eska	ESKA-1	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Mediano	Pluvial
882	Binies	ESKA-AF1	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Pequeño	Pluvial
883	Eska	ESKA-2	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Mediano	Pluvial
884	Gardalar	ESKA-AF2	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Pequeño	Pluvial
885	Eska	ESKA-3	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Mediano	Pluvial
886	Belabarze	ESKA-AF3	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Pequeño	Pluvial
887	Eska	ESKA-4	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Mediano	Pluvionival
889	Belagua	ESKA-5	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Pequeño	Nivopluvial
921	Ega	EGA-1	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Grande	Pluvial
922	Salado (barranco)	EGA-AF1	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Pequeño	Temporal
923	Ega	EGA-2	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Grande	Pluvial
924	Riomayor	EGA-AF2	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso	Mediano	Temporal
925	Ega	EGA-3	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Mediano	Pluvial
926	Iranzu	EGA-AF3	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Pequeño	Pluvial
927	Ega	EGA-4	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Mediano	Pluvial
931	Ebro	EBRO-8	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Muy grande	Pluvial
932	Salado3	EBRO-AF8	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Pequeño	Temporal
933	Ebro	EBRO-9	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Muy grande	Pluvial
941	Linares	LINARES-1	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso	Mediano	Pluvial

942	Mayor	LINARES-AF1	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso	Pequeño	Temporal
943	Linares	LINARES-2	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso	Mediano	Pluvial
944	Odrón	LINARES-AF2	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso	Mediano	Pluvial
945	Linares	LINARES-3	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso	Pequeño	Pluvial
8211	Arga	ARGA-1	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Grande	Pluvial
8212	Santsoain	ARGA-AF1	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso	Pequeño	Temporal
8213	Arga	ARGA-2	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Grande	Pluvial
8231	Arga	ARGA-3	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Grande	Pluvial
8232	Robo	ARGA-AF3	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso	Pequeño	Temporal
8233	Arga	ARGA-4	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Grande	Pluvial
8241	Arakil	ARAKIL-1	Eurosiberiana	Altantica Europea	arcilloso-calcareo	Mediano	Pluvial
8242	Udarbe	ARAKIL-AF1	Eurosiberiana	Altantica Europea	calcareo	Pequeño	Pluvial
8243	Arakil	ARAKIL-2	Eurosiberiana	Altantica Europea	arcilloso-calcareo	Mediano	Pluvial
8245	Arakil	ARAKIL-3	Eurosiberiana	Altantica Europea	calcareo	Mediano	Pluvial
8246	Lezizako Ugaldea	ARAKIL-AF3	Eurosiberiana	Altantica Europea	calcareo	Pequeño	Pluvial
8247	Arakil	ARAKIL-4	Eurosiberiana	Altantica Europea	calcareo	Mediano	Pluvial
8248	Altzania	ARAKIL-AF4	Eurosiberiana	Altantica Europea	calcareo	Pequeño	Pluvial
8249	Arakil	ARAKIL-5	Eurosiberiana	Altantica Europea	calcareo	Mediano	Pluvial
8251	Arga	ARGA-5	Eurosiberiana	Altantica Europea	arcilloso-calcareo	Mediano	Pluvial
8252	Juslapeña	ARGA-AF5	Eurosiberiana	Altantica Europea	arcilloso-calcareo	Pequeño	Pluvial
8253	Arga	ARGA-6	Eurosiberiana	Altantica Europea	arcilloso-calcareo	Mediano	Pluvial
8261	Elorz	ELORZ-1	Eurosiberiana	Altantica Europea	arcilloso	Mediano	Pluvial
8262	Sadar	ELORZ-AF1	Eurosiberiana	Altantica Europea	arcilloso	Pequeño	Pluvial
8263	Elorz	ELORZ-2	Eurosiberiana	Altantica Europea	arcilloso	Mediano	Pluvial
8281	Ultzama	ULTZAMA-1	Eurosiberiana	Altantica Europea	arcilloso-calcareo	Mediano	Pluvial
8283	Ultzama	ULTZAMA-2	Eurosiberiana	Altantica Europea	arcilloso-calcareo	Mediano	Pluvial
8284	Arkil	ULTZAMA-AF2	Eurosiberiana	Altantica Europea	arcilloso	Pequeño	Pluvial
8285	Ultzama	ULTZAMA-3	Eurosiberiana	Altantica Europea	arcilloso	Pequeño	Pluvial
8286	Zaldazain	ULTZAMA-AF3	Eurosiberiana	Altantica Europea	arcilloso	Pequeño	Pluvial
8287	Ultzama	ULTZAMA-4	Eurosiberiana	Altantica Europea	arcilloso	Pequeño	Pluvial
8291	Arga	ARGA-8	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo-calcareo	Mediano	Pluvial
8292	Urbi	ARGA-AF7	Eurosiberiana	Altantica Europea	arcilloso-calcareo	Pequeño	Pluvial

8293	Arga	ARGA-9	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo-calcareo	Mediano	Pluvial
8621	Zatoia	SALAZAR-1	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Mediano	Pluvial
8622	Egurzanos	SALAZAR-AF1	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Pequeño	Pluvial
8623	Salazar	SALAZAR-2	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Mediano	Pluvial
8624	Xabros	SALAZAR-AF2	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Pequeño	Pluvial
8625	Salazar	SALAZAR-3	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Mediano	Pluvial
8626	Zaldaña	SALAZAR-AF3	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Pequeño	Pluvial
8627	Salazar	SALAZAR-4	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Mediano	Pluvionival
8629	Salazar	SALAZAR-5	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Mediano	Pluvionival
8641	Areta	ARETA-1	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Mediano	Pluvial
8642	Soto2	ARETA-AF1	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Pequeño	Pluvial
8643	Areta	ARETA-2	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Mediano	Pluvial
8644	Larraun2	ARETA-AF2	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Pequeño	Pluvial
8645	Areta	ARETA-3	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Pequeño	Pluvial
8691	Irati	IRATI-5	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Mediano	Pluvionival
8692	Txangoa	IRATI-AF5	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	siliceo-calcareo	Pequeño	Pluvionival
8693	Irati	IRATI-6	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Mediano	Pluvionival
8694	Urtxuria	IRATI-AF6	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Pequeño	Pluvionival
8695	Irati	IRATI-7	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Pequeño	Pluvionival
8881	Uztarroz	ESKA-AF4	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Pequeño	Pluvionival
8882	Uztarroz	ESKA-AF4	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Pequeño	Pluvionival
8883	Mintxate	ESKA-AF4	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Pequeño	Pluvionival
9281	Urederra	EGA-AF4	Eurosiberiana	Altantica Europea	calcareo	Mediano	Pluvial
9282	Urederra	EGA-AF4	Eurosiberiana	Altantica Europea	calcareo	Pequeño	Pluvial
9283	Uiarra	EGA-AF4	Eurosiberiana	Altantica Europea	calcareo	Pequeño	Pluvial
9291	Ega	EGA-5	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Mediano	Pluvial
9292	Galbarra	EGA-AF5	Eurosiberiana	Altantica Europea	calcareo	Pequeño	Pluvial
9293	Ega	EGA-6	Eurosiberiana	Altantica Europea	arcilloso-calcareo	Mediano	Pluvial
82221	Salado	ARGA-AF2	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Mediano	Pluvial
82222	Ubagua	ARGA-AF2	Eurosiberiana	Altantica Europea	calcareo	Mediano	Pluvial
82223	Salado	ARGA-AF2	Mediterranea	Mediterranea Iberica Central	arcilloso-calcareo	Pequeño	Pluvial
82441	Larraun1	LARRAUN-1	Eurosiberiana	Altantica Europea	arcilloso-calcareo	Mediano	Pluvial
82442	Larraun1	LARRAUN-2	Eurosiberiana	Altantica Europea	calcareo	Mediano	Pluvial

82443	Basaburua	BASABURUA-1	Eurosiberiana	Altantica Europea	arcilloso-calcareo	Pequeño	Pluvial
82445	Basaburua	BASABURUA-2	Eurosiberiana	Altantica Europea	arcilloso	Pequeño	Pluvial
82821	Mediano	ULTZAMA-AF1	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo-calcareo	Pequeño	Pluvial
82822	Zubiondo	ULTZAMA-AF1	Eurosiberiana	Altantica Europea	calcareo	Pequeño	Pluvial
82823	Mediano	ULTZAMA-AF1	Eurosiberiana	Altantica Europea	siliceo-calcareo	Pequeño	Pluvial
86281	Anduña	SALAZAR-AF4	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Pequeño	Pluvionival
86282	Baztan (barranco)	SALAZAR-AF4	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Pequeño	Pluvial
86283	Anduña	SALAZAR-AF4	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcareo	Pequeño	Pluvionival
824441	Artius	BASABURUA- AF1	Eurosiberiana	Altantica Europea	arcilloso-calcareo	Pequeño	Pluvial
824442	Artius	BASABURUA- AF1	Eurosiberiana	Altantica Europea	arcilloso	Pequeño	Pluvial
824443	Artius	BASABURUA- AF1	Eurosiberiana	Altantica Europea	arcilloso	Pequeño	Pluvial

6. CLASIFICACIÓN DE LOS SEGMENTOS FLUVIALES DE LA RED HIDROGRÁFICA DE NAVARRA

6.1. INTRODUCCIÓN

La clasificación de los ríos, o agrupación en clases o tipos de ríos con similares características, es una tarea posterior a la de la caracterización anteriormente descrita.

Para definir las clases o tipos de ríos podemos optar por varios procedimientos, llegando a tipologías distintas a partir de una misma caracterización, según los objetivos o finalidad de la clasificación y según el ámbito geográfico en la que se aplique. Es indudable que a escala de la Península Ibérica puede ser interesante diferenciar no más de 25-30 tipos de ríos, manteniendo una cierta facilidad de uso pero sabiendo que con ellos se abarca toda la variabilidad existente; mientras que a escala de una región hidrográfica o de un territorio de gestión menor, como es el caso de Navarra, puede ser interesante subdividir algunos de estos tipos, por ser muy frecuentes en la zona y presentar diferente problemática de uso, o por el contrario puede ser acertado agrupar algunos de ellos formando un solo grupo, por ser muy escasos en dicho territorio o responder a una misma tipología de impacto o interés de gestión.

Atendiendo a estos principios, la clasificación de los ríos puede seguir fielmente la caracterización propuesta, y en este caso resulta interesante establecer como criterios de identificación de cada grupo la región biogeográfica a la que pertenece y las características de su cuenca vertiente en cuanto a tamaño y geología, añadiendo como criterios de caracterización de cada segmento, dentro de cada grupo, el régimen de caudales, el tipo geomorfológico de cauce y la naturaleza del substrato. Esta es la opción que se ha seguido en el caso del territorio navarro, donde debido a una cierta uniformidad de las características físicas, el número de tipos de ríos que resultan con estos criterios es relativamente pequeño.

Aunque en teoría podrían encontrarse tantos tipos de ríos como combinaciones posibles puedan hacerse entre los factores considerados, en la práctica muchas de las clases consideradas en los respectivos factores están relacionadas entre sí, y con ello se reduce considerablemente el número de tipos de ríos existentes en la realidad. En efecto, la caracterización biogeográfica está considerando implícitamente el régimen de precipitaciones y la geología de cada región, y como una consecuencia de ambos factores, también está considerando de forma indirecta las condiciones hidrológicas de las respectivas cuencas vertientes. La caracterización del tamaño y de la naturaleza geológica de la cuenca es un paso más en la escala espacial de la consideración de dichas condiciones hidrológicas, que de forma explícita se reflejan en la caracterización del régimen de caudales de cada segmento fluvial. A su vez, las condiciones hidrológicas actuando sobre una determinada geología predeterminan la geomorfología del cauce y, en último término, las características del substrato y del hábitat físico fluvial.

Por ello va a resultar muy poco probable que tengamos segmentos fluviales con un régimen temporal en la provincia Atlántica-Europea para cualquier tamaño de cuenca, o en la provincia Mediterránea Ibérica Central en cuencas de tamaño grande,

sabiendo que las cabeceras de estos ríos grandes proceden de la región Eurosiberiana. De la misma manera, es de esperar que los tramos temporales aparezcan en ríos pequeños o medianos sobre terrenos arcillosos en cuencas de la región Mediterránea, donde las escorrentías son muy escasas debido al régimen de precipitaciones típico de este ámbito.

La caracterización física realizada en la red hidrográfica de Navarra atiende a todas las escalas espaciales, desde la región biogeográfica (Provincia y Subprovincia biogeográfica) hasta la escala de hábitat fluvial, pudiendo detallar tantas características como se estime conveniente en cada nivel espacial considerado; mientras que la clasificación, tratando de agrupar tipos de ríos y de sintetizar sus diferencias, se basa en los factores que actúan a escalas espaciales de menor resolución.

6.2. ORDENACIÓN JERÁRQUICA Y AGRUPACIÓN DE LOS SEGMENTOS FLUVIALES

A partir de la caracterización jerárquica descrita, que aparece sintetizada en la Tabla 5.1, hemos procedido a una ordenación de los segmentos fluviales siguiendo las escalas espaciales consideradas, tal y como se representa en la Tabla 6.1

En primer lugar se ha considerado la región biogeográfica, surgiendo dos grupos de segmentos fluviales según esta característica. Dentro de cada región se han agrupado los segmentos según su pertenencia a las distintas provincias biogeográficas existentes en Navarra, surgiendo tres grupos de segmentos fluviales. En cada provincia biogeográfica se han ordenado los segmentos fluviales según la caracterización de la geología de su cuenca, y dentro de cada clase geológica, según su tamaño. Finalmente, como nivel último de ordenación de los segmentos fluviales se ha utilizado el tipo de régimen de caudales asignado en cada caso.

Atendiendo a la relativa homogeneidad de los tipos de régimen de caudales según la geología y tamaño de las cuencas, se propone llevar a cabo la agrupación de los segmentos en “clases” según su región biogeográfica, geología y tamaño de sus cuencas, surgiendo así 11 clases de ríos, con la denominación válida para el territorio navarro que se indica a continuación:

Tipo	Denominación
1	Ríos cantábricos, pequeños, silíceos, de aguas poco mineralizadas
2	Ríos cantábricos, pequeños, de mediana mineralización
3	Ríos cantábricos, de tamaño medio, de mediana mineralización
4	Ríos de montaña húmeda calcárea (macizos Aralar-Urba)sa)
5	Ríos de montaña húmeda, de cuencas arcilloso-calizas
6	Ríos pirenaicos de tamaño pequeño, calizos, con influencia nival
7	Ríos pirenaicos de tamaño medio, calizos, de régimen pluvial
8	Ríos mediterráneos arcillosos, de régimen temporal
9	Ríos mediterráneos permanentes, de tamaño pequeño o medio
10	Ríos mediterráneos permanentes, de tamaño grande
11	Segmentos del río Ebro

Tabla 6.1. Cuadro resumen de las características de los tipos fluviales reconocidos en la red hidrográfica de Navarra

REGIÓN	PROVINCIA	GEOLOGÍA	TAMAÑO	R. CAUDALES	TIPO FLUVIAL	
Eurosiberiana	Atlántica Europea	Silíceas	Pequeño	Pluvial	1	
			Mediano	Pluvial		
		Silíceas-calcareas	Pequeño	Pluvial	2	
			Mediano	Pluvial	3	
		Calcareas	Pequeño	Pluvial	4	
			Mediano	Pluvial		
		Arcillosas-calcareas	Pequeño	Pluvial	2	
			Mediano	Pluvial	5	
		Cevenense-Pirenaica	Calcareas	Pequeño	Influencia nival	6
				Mediano	Pluvial	7
Mediterránea	Mediterránea Ibérica-Central	Arcillosas	Pequeño	Temporal	8	
				Pluvial	9	
			Mediano	Temporal	8	
				Pluvial	9	
		Arcillosas-Calcareas	Pequeño	Temporal	8	
			Mediano	Pluvial	9	
			Grande	Pluvial	10	
			Muy grande	Pluvial	11	

6.3.- DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE RÍOS ESTABLECIDOS EN LA RED HIDROGRÁFICA DE NAVARRA

A continuación se describen las características principales que presentan los segmentos fluviales correspondientes a cada uno de los tipos de ríos establecidos.

Tipo 1: Ríos cantábricos pequeños, silíceos, de aguas poco mineralizadas

En este tipo se incluye un conjunto de ríos cantábricos de tamaño pequeño, en su mayoría afluentes del Bidasoa y del río Urumea, y también las cabeceras de otros pequeños ríos que vierten a los ríos franceses Nive y Nivelles, teniendo sus cabeceras en la vertiente cantábrica de la Sierra de Belate, en montañas de altitud media en torno a los 1.000 m. En la Tabla 6.2 se indican las principales características de los segmentos fluviales que corresponden a este tipo de ríos, quedando representada su ubicación geográfica en la figura 6.1.

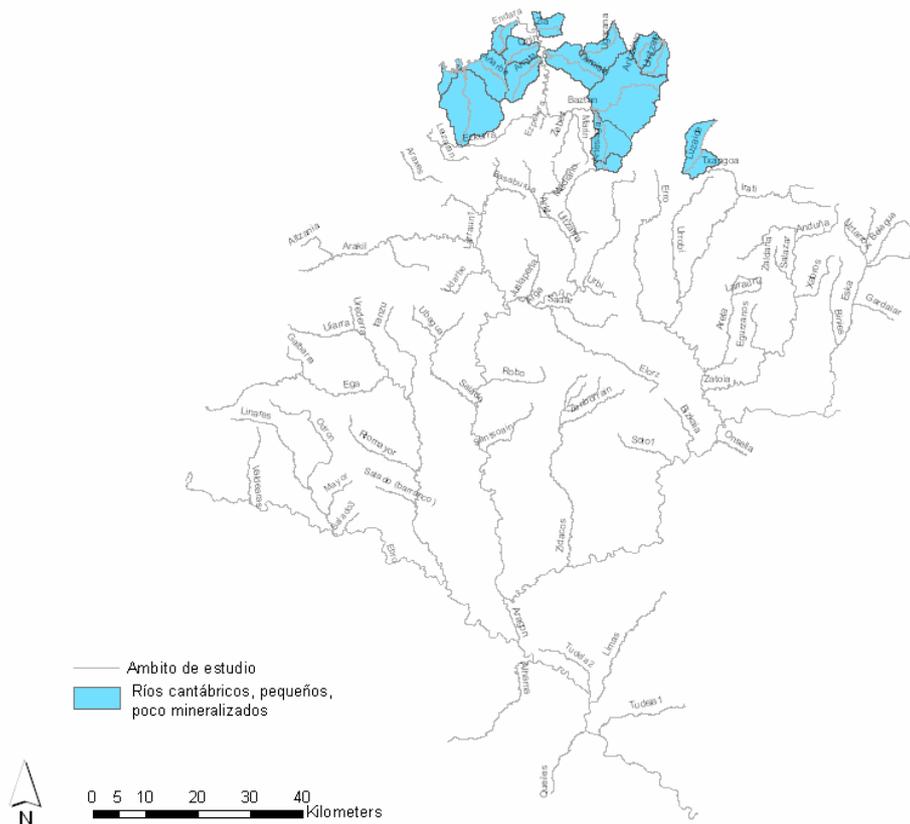


Figura 6.1.- Mapa de distribución de los segmentos fluviales de la red hidrográfica de Navarra correspondientes al Tipo 1: *Ríos cantábricos pequeños, silíceos, de aguas poco mineralizadas.*

La naturaleza geológica de las cuencas vertientes de estos ríos cantábricos pequeños es fundamentalmente silícea, y sus aguas presentan un nivel de mineralización relativamente bajo, con un valor promedio de 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sin superar en ningún caso los 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Todos ellos quedan ubicados en la región biogeográfica Eurosiberiana, Provincia biogeográfica Atlántica Europea, correspondiendo a una zona muy húmeda, de elevada precipitación, presentando un régimen de caudales permanente, de carácter pluvial.

La pendiente media de los segmentos fluviales incluidos en este grupo es en la mayoría de los casos alta, superior al 2 %, y en muchos casos (el 50 % de los segmentos) superior al 4%, presentando una granulometría del substrato relativamente gruesa, con un valor promedio de 11 cm de diámetro medio.

Tabla 6.2.- Características físicas de los segmentos fluviales correspondientes al Tipo 1: *Ríos cantábricos, pequeños, de cuencas silíceas y aguas poco mineralizadas.*

Código	Río	Segmento	Región	Provincia	Tamaño	Geología	Conduct. (µS/cm)	Altitud Superior (m)	Altitud Inferior (m)	Pendiente (%)	Substrato (cm)
0	Artesiaga	REGATA-4	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	silíceo-calcárea		940	775	6,504	
5	Luzaide	LUZAIDE	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	silíceo		933	224	5,133	12
7	Ugarana	REGATA-3	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	silíceo-calcárea	148	520	69	3,358	12
12	Tximista	BIDASOA-AF4	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	silíceo-calcárea	205	741	53	3,385	7
14	Arrata	BIDASOA-AF5	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	silíceo		621	71	4,484	9,5
31	Urumea	URUMEA-1	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Mediano	silíceo		92	52	0,225	3
32	Añarbe	URUMEA-AF1	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	silíceo	83	822	92	2,669	
33	Urumea	URUMEA-2	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Mediano	silíceo	99	658	92	1,238	15
61	Urritzate	REGATA-1	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	silíceo-calcárea		164	163	0,317	18
62	Aritzakun	REGATA-2	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	silíceo-calcárea		720	164	6,129	
63	Urritzate	REGATA1	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	silíceo		941	164	7,443	
112	Endara	BIDASOA-AF1	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	silíceo	87	674	10	5,796	
114	Zia	BIDASOA-AF2	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	silíceo		190	35	2,789	
116	Onin	BIDASOA-AF3	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	silíceo	316	632	42	6,394	
192	Artesiaga	BAZTAN-AF1	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	silíceo-calcárea	158	964	168	6,257	12,5
193	Baztán	BAZTAN-2	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Mediano	silíceo	217	602	168	2,232	17

Todos los segmentos fluviales presentan un régimen de caudales permanente, de tipo pluvial.



Foto 1.- Segmento fluvial del río Urumea en Goizueta, perteneciente al Tipo 1 (Ríos cantábricos pequeños, silíceos).



Foto 2.- Segmento fluvial del río Ugarana en Urdax, perteneciente al Tipo 1, similar al anterior.

que drenan la conductividad de sus aguas es medianamente elevada, con un valor promedio de 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y siempre por encima de 220 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La pendiente longitudinal de los respectivos segmentos fluviales es en muchos casos relativamente alta ($> 2\%$), si bien en algunos casos es inferior al 1 %. La granulometría del lecho es relativamente gruesa, con un valor promedio del diámetro medio de 10 cm.

El territorio que ocupan las cuencas vertientes de estos segmentos fluviales, similar al de los ríos del tipo anterior, se sitúa en un entorno de montaña media muy húmeda, con elevada pluviosidad, manteniendo un régimen de caudales permanente, típicamente pluvial.



Foto 3.- Segmento fluvial del río Leizarán en Leitza, correspondiente al Tipo 2 (Ríos cantábricos, pequeños, de geologías mixtas)

Tipo 3: Ríos cantábricos, de tamaño medio y mediana mineralización (Bidasoa)

Este grupo de segmentos fluviales cantábricos presentan un tamaño de cuenca vertiente superior a los de los grupos anteriores, y una geología mixta, con aguas de un grado de mineralización intermedio. Corresponden todos ellos al cauce principal del río Bidasoa, incluyendo su cabecera o río Baztán.

Como en los casos anteriores, se sitúan en la zona norte de la provincia de Navarra en su vertiente cantábrica, dentro de la región Eurosiberiana, provincia Atlántica Europea. Debido a la elevada pluviosidad correspondiente al clima muy húmedo de la zona, los segmentos fluviales de este grupo mantienen un régimen de caudales permanente, típicamente pluvial. El nivel de mineralización de las aguas es intermedio, con valores promedio de conductividad de las aguas en torno a 280 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en todos los casos por encima de 220 $\mu\text{S}/\text{cm}$, muy similar a la de los afluentes del Bidasoa que drenan cuencas de menor tamaño, del Tipo 2 anterior.

El rango altitudinal de estos segmentos es mucho menor que en el caso de los Tipos anteriores, tratándose de un mismo cauce, que desciende en territorio navarro a cotas muy bajas próximas al nivel del mar. La pendiente longitudinal de los tramos fluviales es también relativamente pequeña, siempre inferior al 0,5 %, si bien la granulometría del substrato corresponde en algunos sectores a gravas y cantos rodados, con un diámetro medio próximo a 10 cm.

En la Tabla 6.4 se recogen algunas características de estos tramos fluviales, cuya distribución geográfica se ha representado en la figura 6.3.



Foto 4.- Río Bidasoa en Lesaka, correspondiente al Tipo 3: Ríos cantábricos de tamaño medio.

Tabla 6.3.- Principales características físicas de los segmentos fluviales correspondientes al Tipo 2: *Ríos cantábricos, pequeños, de geologías mixtas y mediana mineralización.*

Código	Río	Segmento	Región	Provincia	Tamaño	Geología	Conduct. (mS/cm)	Altitud superior (m)	Altitud inferior (m)	Pendiente (%)	Substrato (cm)
46	Araxes	ARAXES	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	arcillosa-calcáreo	464	593	167	3,02	
161	Ezkurra	EZKURRA-1 EZKURRA-	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Mediano	silíceo-calcáreo	249	127	124	0,423	12
162	Ezpelura	AF1	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	arcillosa-calcáreo		161	127	0,895	
163	Ezkurra	EZCURRA-2	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	silíceo-calcáreo	221	660	127	2,545	
181	Zeberi	ZEBERI-1	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	silíceo-calcáreo		159	140	2,632	
182	Marin	ZEBERI-AF1	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	silíceo-calcáreo		1242	159	8,828	
183	Zeberi	ZEBERI-2	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	arcillosa-calcáreo	306	939	159	7,096	7
421	Leizaran	LEIZARAN-1 LEIZARAN-	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	arcillosa-calcáreo	283	460	400	0,977	11
422	Gorritzaran	AF1	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	silíceo-calcáreo		741	460	5,593	
423	Leizaran	LEIZARAN-2	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	arcillosa-calcáreo	233	1011	460	6,215	

Todos los segmentos fluviales presentan un régimen de caudales permanente, de tipo pluvial.

Tabla 6.4.- Principales características de los segmentos fluviales correspondientes al Tipo 3: *Ríos cantábricos, de tamaño medio, con aguas de mediana mineralización.* Todos los segmentos fluviales presentan un régimen de caudales permanente, de tipo pluvial.

Código	Río	Segmento	Región	Provincia	Tamaño	Geología	Conductividad (µS/cm)	Altitud superior (m)	Altitud inferior (m)	Pendiente (%)	Substrato (cm)
13	Bidasoa	BIDASOA-5	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Mediano	silíceo-calcáreo	289	71	53	0,365	
15	Bidasoa	BIDASOA-6	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Mediano	silíceo-calcáreo	395	124	71	0,156	
17	Bidasoa	BIDASOA-7	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Mediano	silíceo-calcáreo	304	140	124	0,142	
111	Bidasoa	BIDASOA-1	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Mediano	silíceo-calcáreo	223	10	6	0,147	5,5
113	Bidasoa	BIDASOA-2	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Mediano	silíceo-calcáreo		35	10	0,204	
115	Bidasoa	BIDASOA-3	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Mediano	silíceo-calcáreo	237	42	35	0,094	
117	Bidasoa	BIDASOA-4	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Mediano	silíceo-calcáreo		53	42	0,312	14
191	Baztan	BAZTAN-1	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Mediano	silíceo-calcáreo	239	168	140	0,569	

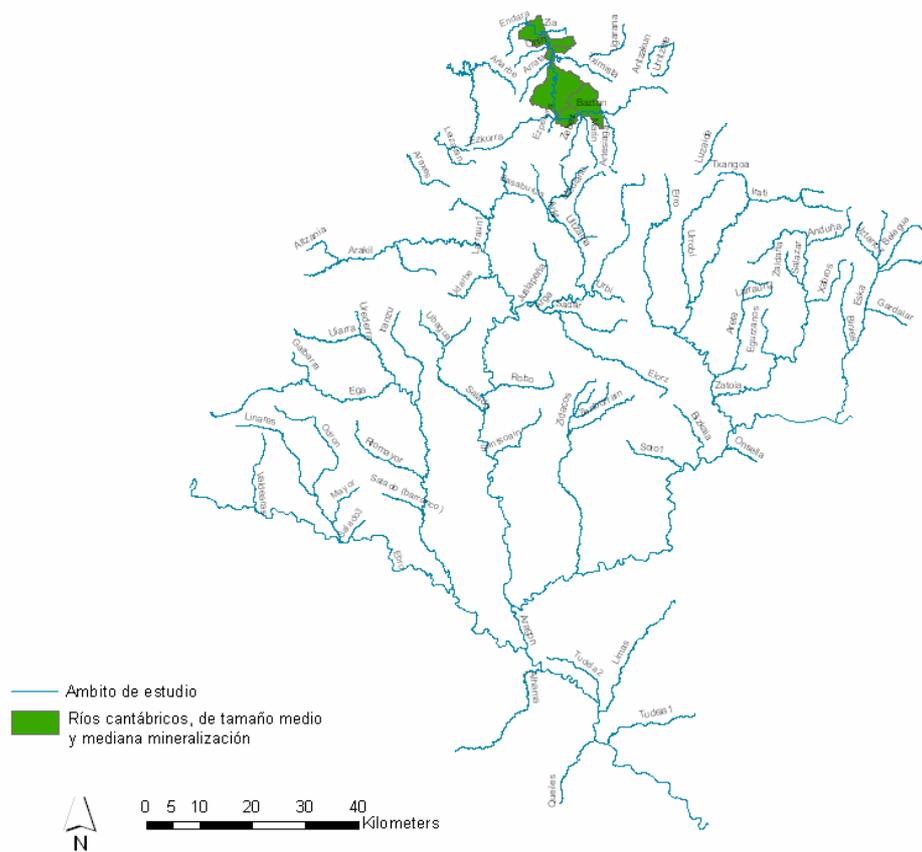


Figura 6.3.- Mapa de distribución de los segmentos fluviales de la red hidrográfica de Navarra correspondientes al Tipo 3: *Ríos cantábricos de tamaño medio, con aguas de mediana mineralización* (ríos Bidasoa y Baztán).



Foto 5.- Segmento fluvial del río Bidasoa en Sumbilla, perteneciente al Tipo 3: *Ríos cantábricos de tamaño medio*

Debido a la naturaleza caliza de los macizos donde nacen los ríos pertenecientes a este Tipo, la conductividad de las aguas es relativamente elevada, con un valor promedio de 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y superior en la mayoría de los casos a 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La pendiente longitudinal de estos segmentos fluviales es muy variada, presentando unos valores relativamente altos, superiores al 4 %, en los ríos de menor tamaño, y unos valores más bajos, inferiores al 2 % en los segmentos fluviales de mayor longitud, correspondiendo las pendientes más bajas a los segmentos de los ríos principales Ega y Arakil. La granulometría del substrato es algo menor que en el caso de los tipos cantábricos con un componente mayor o menor de geologías silíceas, presentando un diámetro medio promedio de 7 cm.



Foto 6.- Segmento fluvial del río Ega en Arbeiza, correspondiente al Tipo 4: Ríos de montaña húmeda calcárea, de pequeño o mediano tamaño, de mineralización apreciable (macizos Aralar-Urbasa)

Tabla 6.5.- Principales características físicas de los segmentos fluviales correspondientes al Tipo 4: *Ríos de montaña húmeda calcárea, de tamaño pequeño o medio y grado de mineralización apreciable.*

Código	Río	Segmento	Región	Provincia	Tamaño	Geología	Conduct. (μS/cm)	Altitud superior (m)	Altitud inferior (m)	Pendiente (%)	Substrato (cm)
926	Iranzu	EGA-AF3	Mediterránea	Mediterránea	Pequeño	arcillosa-calcárea		1104	400	2,942	7
927	Ega	EGA-4	Mediterránea	Ibérica Central	Mediano	arcillosa-calcárea	748	427	400	0,316	9,5
8242	Udarbe	ARAKIL-AF1	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	calcárea	1144	1017	410	4,941	
8245	Arakil	ARAKIL-3	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Mediano	calcárea	373	484	429	0,191	
	Lezizako										
8246	Ugaldea	ARAKIL-AF3	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	calcárea		1082	484	4,416	
8247	Arakil	ARAKIL-4	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Mediano	calcárea	364	519	484	0,221	
8248	Altzania	ARAKIL-AF4	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	calcárea	148	650	519	1,208	
8249	Arakil	ARAKIL-5	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Mediano	calcárea	399	559	519	0,415	
9281	Urederra	EGA-AF4	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Mediano	calcárea	439	508	427	0,511	9
9282	Urederra	EGA-AF4	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	calcárea	398	770	508	4,937	8
9283	Uiarra	EGA-AF4	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	calcárea		757	508	1,391	4
				Mediterránea							
9291	Ega	EGA-5	Mediterránea	Ibérica Central	Mediano	arcillosa-calcárea	621	500	427	0,311	5
9292	Galbarra	EGA-AF5	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	calcárea		897	500	4,724	
9293	Ega	EGA-6	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Mediano	arcillosa-calcárea	594	660	500	0,581	
82222	Ubagua	ARGA-AF2	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Mediano	calcárea	528	1044	469	5,266	
82441	Larraun1	LARRAUN-1	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Mediano	arcillosa-calcárea	392	479	429	0,62	
82442	Larraun1	LARRAUN-2	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Mediano	calcárea	326	648	479	1,367	
82443	Basaburua	BASABURUA-1	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	arcillosa-calcárea		550	479	0,671	
82445	Basaburua	BASABURUA-2	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	arcillosa		670	550	1,641	
824441	Artius	BASABURUA-AF1	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	arcillosa-calcárea		671	550	2,175	
824442	Artius	BASABURUA-AF1	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	arcillosa		826	671	13,397	
824443	Artius	BASABURUA-AF1	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	arcillosa		795	671	5,292	

Todos los segmentos fluviales presentan un régimen de caudales permanente, de tipo pluvial.



Foto 7.- Segmento fluvial del río Urederra en Barindano, correspondiente al Tipo 4: Ríos de montaña húmeda calcárea, de pequeño o mediano tamaño, de mineralización apreciable (macizos Aralar-Urbasa)



Foto 8.- Segmento fluvial del río Urederra en Baquedano, correspondiente al Tipo 4: Ríos de montaña húmeda calcárea, de pequeño o mediano tamaño, de mineralización apreciable (macizos Aralar-Urbasa)

Tipo 5.- Ríos de montaña húmeda de cuencas arcilloso-calizas, de tamaño pequeño o mediano, con aguas de mineralización apreciable

En este grupo se incluyen una serie de segmentos fluviales del centro de la provincia Navarra, correspondientes al tramo alto y medio del río Arga con sus respectivos afluentes, incluyendo el tramo bajo del río Arakil y las cuencas de los ríos Ultzama y Elorz. Las principales características de estos segmentos fluviales se recogen en la Tabla 6.6, mientras que su distribución geográfica aparece representada en la figura 6.5.

Corresponden a la vertiente sur de la Sierra de Belate, perteneciente a la cuenca del Ebro, en la región de la montaña húmeda de Navarra descendiendo hacia Pamplona. Todos los segmentos fluviales de este grupo se ubican en la región Eurosiberiana, provincia Atlántica Europea, y la naturaleza geológica de sus cuencas vertientes, de tamaño pequeño o mediano, tiene un componente arcilloso que no existe de forma significativa en el Tipo 4 anterior. La conductividad de las aguas de estos ríos es relativamente elevada pero menor a la de los ríos calizos procedentes de los macizos de Aralar-Urbasa, con un valor promedio de 355 $\mu\text{S}/\text{cm}$, a excepción del río Elorz que presenta unas conductividades extremadamente elevadas, superiores a 4.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

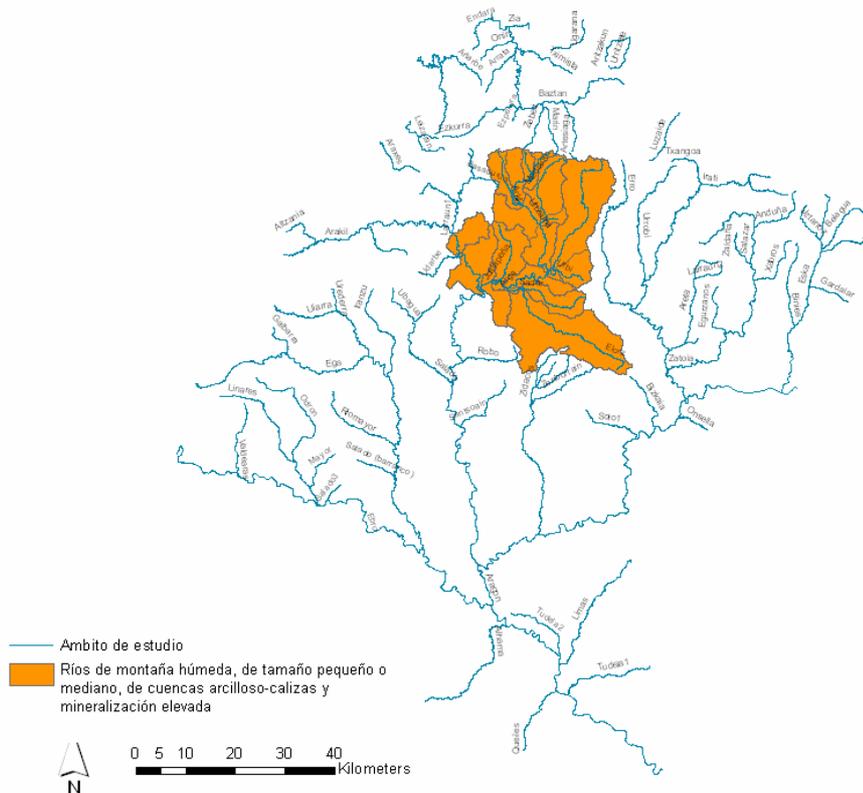


Figura 6.5.- Distribución geográfica de los segmentos fluviales pertenecientes al Tipo 5: *Ríos de montaña húmeda de cuencas arcilloso-calizas, de tamaño pequeño o mediano y grado de mineralización apreciable.*

Los segmentos fluviales de los ríos pertenecientes a este Tipo 5 tienen sus cabeceras a cotas de mediana altitud, generalmente inferior a los 800 m, y discurren hasta cotas próximas a los 400 m, en el límite de la región Mediterránea. El carácter húmedo de sus cabeceras confiere a los ríos un régimen de caudales permanente, de tipo pluvial (ver figura 5.14).

La pendiente longitudinal es en la mayoría de los casos pequeña, inferior al 0,5 %, si bien en un número reducido de segmentos de menor tamaño alcanza valores superiores al 4 %. La granulometría del substrato ha sido evaluada en algunos tramos, resultando un diámetro medio promedio de 9 cm.



Foto 9.- Segmento fluvial del río Mediano en Lanz, correspondiente al Tipo 5: Ríos de montaña húmeda de cuencas calizo-arcillosas.

Tabla 6.6.- Principales características físicas de los segmentos fluviales correspondientes al Tipo 5: *Ríos de montaña húmeda de cuencas arcilloso-calizas, de tamaño pequeño o mediano y grado de mineralización apreciable.*

Código	Río	Segmento	Región	Provincia	Tamaño	Geología	Conduct. (μ S/cm)	Altitud superior (m)	Altitud inferior (m)	Pendiente (%)	Substrato (cm)
827	Arga	ARGA-7	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Mediano	arcillosa-calcárea	345	427	400	0,098	
8241	Arakil	ARAKIL-1	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Mediano	arcillosa-calcárea	437	410	387	0,176	
8243	Arakil	ARAKIL-2	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Mediano	arcillosa-calcárea	387	429	410	0,301	
8251	Arga	ARGA-5	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Mediano	arcillosa-calcárea	736	389	387	0,024	
8252	Juslape±a	ARGA-AF5	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	arcillosa-calcárea		625	389	1,391	9
8253	Arga	ARGA-6	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Mediano	arcillosa-calcárea		400	389	0,116	
8261	Elorz	ELORZ-1	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Mediano	arcillosa		410	400	0,294	
8262	Sadar	ELORZ-AF1	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	arcillosa		768	410	1,952	
8263	Elorz	ELORZ-2	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Mediano	arcillosa	4727	824	410	1,073	
8281	Ultzama	ULTZAMA-1	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Mediano	arcillosa-calcárea	356	480	427	0,39	7
8283	Ultzama	ULTZAMA-2	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Mediano	arcillosa-calcárea	369	511	480	0,498	
8284	Arkil	ULTZAMA-AF2	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	arcillosa		834	511	2,16	
8285	Ultzama	ULTZAMA-3	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	arcillosa	257	550	511	0,431	
8286	Zaldazain	ULTZAMA-AF3	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	arcillosa		898	550	4,491	8
8287	Ultzama	ULTZAMA-4	Eurosiberiana	Atlántica Europea	Pequeño	arcillosa	184	1034	550	4,984	
8291	Arga	ARGA-8	Eurosiberiana	Atlántica	Mediano	silíceo-calcárea	279	441	427	0,175	

8292	Urbi	ARGA-AF7	Eurosiberiana	Europea Atlántica	Pequeño	arcillosa-calcárea		545	441	1,133	
8293	Arga	ARGA-9	Eurosiberiana	Europea Atlántica	Mediano	silíceo-calcárea	204	878	441	0,631	11
82821	Mediano	ULTZAMA-AF1	Eurosiberiana	Europea Atlántica	Pequeño	silíceo-calcárea		498	498	0	8
82822	Zubiondoa	ULTZAMA-AF1	Eurosiberiana	Europea Atlántica	Pequeño	calcárea		498	559		
82823	Mediano	ULTZAMA-AF1	Eurosiberiana	Europea Atlántica	Pequeño	silíceo-calcárea		1268	498	4,23	

Todos los segmentos fluviales tienen un régimen de caudales permanente, de tipo pluvial.

En este Tipo 5 se incluye el río Elorz, que aunque responde a las mismas características que sirven para definir el grupo, presenta unas condiciones relativamente distintas al resto de los segmentos fluviales, con unas aguas fuertemente mineralizadas, siendo un río de caudales reducidos procedentes de terrenos arcillosos.



Foto 10.- Segmento fluvial del río Elorz, correspondiente al Tipo 5: Ríos de montaña húmeda de cuencas calizo-arcillosas.

Tipo 6.- Ríos pirenaicos de tamaño pequeño, calizos, con influencia nival.

En este grupo se incluyen los ríos navarros que descienden de cumbres pirenaicas de alta montaña, situados en la zona nororiental de la provincia, de tamaño pequeño y con un régimen de caudales afectado por la influencia nival. En la Tabla 6.7 se recogen las principales características físicas de este grupo de ríos, quedando representada su ubicación geográfica en la figura 6.6.

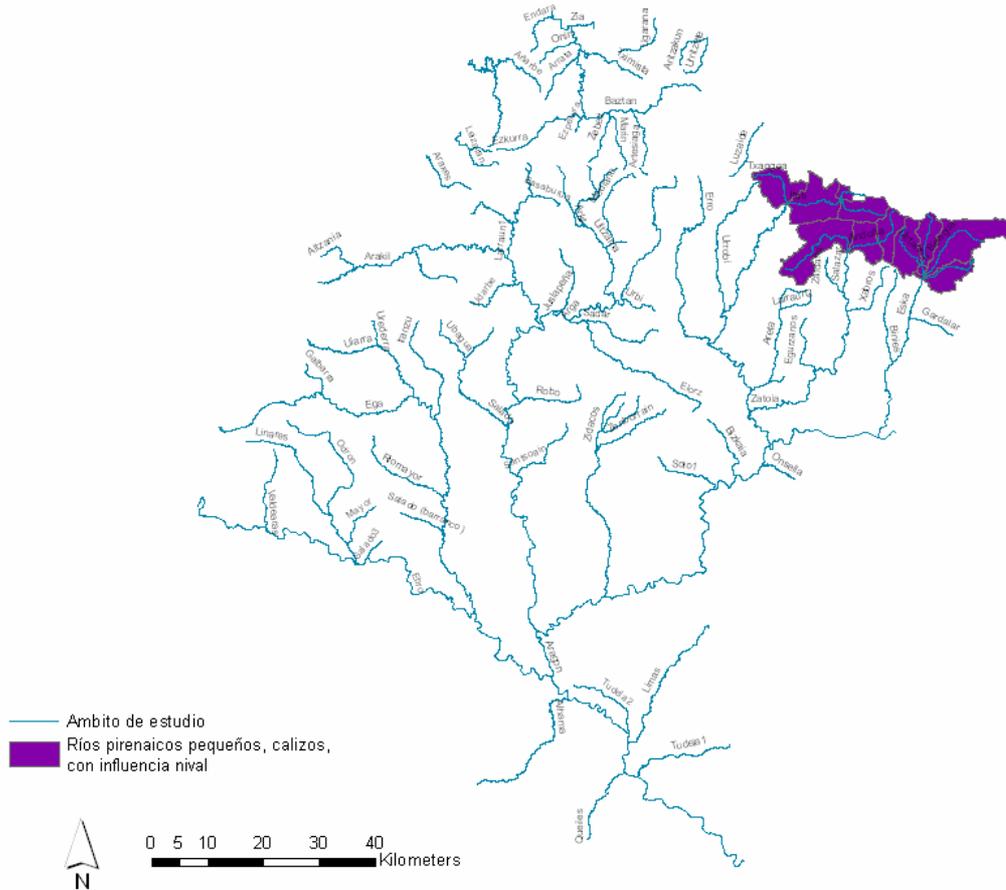


Figura 6.6.- Distribución geográfica de los segmentos fluviales pertenecientes al Tipo 6: *Ríos pirenaicos pequeños, calizos, con influencia nival.*

Los segmentos fluviales pertenecientes a este grupo corresponden a las cabeceras y tramos altos, y sus respectivos afluentes, de los ríos Iratí, Eska y Salazar. Las cabeceras de dichos segmentos se sitúan en cotas relativamente elevadas, por encima de los 1.500 m de altitud, y en su recorrido descienden hasta zonas de media montaña, en torno a los 750 m. Todos ellos se ubican en la región Eurosiberiana, provincia Cevenense Pirenaica, y presentan un régimen de caudales permanente, con dos máximos anuales, uno de ellos de origen típicamente nival (ver figura 5.18).

La cuenca vertiente de estos segmentos fluviales es de tamaño pequeño y naturaleza caliza, aunque el grado de mineralización de las aguas no es muy elevado, disponiendo de escasos datos, todos ellos inferiores a 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La pendiente longitudinal de dichos segmentos es variable, si bien en muchos de ellos es bastante alta, superior al 4 %, encontrándose en este grupo los segmentos de mayor desnivel altitudinal del territorio navarro. Los datos de granulometría del lecho disponibles son también escasos, habiéndose estimado diámetros medios entre 6 y 7 cm.



Foto 11.- Segmento fluvial del río Belagua, en las proximidades de Isaba, perteneciente al Tipo 6: Ríos pirenaicos de tamaño pequeño e influencia nival.

Tabla 6.7.- Principales características de los segmentos fluviales pertenecientes al Tipo 6: *Ríos pirenaicos pequeños, calizos, con régimen de influencia nival.*

Código	Río	Segmento	Región	Provincia	Geología	Tamaño	Régimen	Conduct. mS/cm	Altitud superior (m)	Altitud inferior (m)	Pendiente (%)	Substrato (cm)
886	Belabarze	ESKA-AF3	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcárea	Pequeño	Pluvionival		1509	775	6,058	
887	Eska	ESKA-4	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcárea	Mediano	Pluvionival	288	785	775	1,669	
889	Belagua	ESKA-5	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcárea	Pequeño	Nivopluvial		1561	785	4,557	
8629	Zatoia	SALAZAR- AF4	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcárea sílicea-	Pequeño	Pluvionival		1217	756	2,309	
8692	Txangoa	IRATI-AF5	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcárea	Pequeño	Pluvionival		1328	737	4,982	7
8693	Irati	IRATI-6	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcárea	Mediano	Pluvionival		851	737	0,875	6
8694	Urtxuria	IRATI-AF6	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcárea	Pequeño	Pluvionival		1151	851	2,368	
8695	Irati	IRATI-7	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcárea	Pequeño	Pluvionival		1298	851	4,262	
8881	Uztarroz	ESKA-AF4	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcárea	Pequeño	Pluvionival		812	785	1,357	
8882	Uztarroz	ESKA-AF4	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcárea	Pequeño	Pluvionival		1130	812	3,299	
8883	Mintxate	ESKA-AF4	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcárea	Pequeño	Pluvionival		1646	812	7,881	
86281	Andu±a	SALAZAR- AF4	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcárea	Pequeño	Pluvionival		850	756	1,432	
86282	Bco. Baztan	SALAZAR- AF4	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcárea	Pequeño			1041	850	20,233	
86283	Anduña	SALAZAR- AF4	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	calcárea	Pequeño	Pluvionival		1373	850	6,699	

Tipo 7.- Ríos pirenaicos de tamaño pequeño y mediano, calizos, de régimen pluvial.

En este grupo se incluyen los tramos medios de los ríos pirenaicos Irati y Eska, cuyas cabeceras corresponden al Tipo 6 anterior, y los ríos Salazar, Erro y Areta, con sus respectivos afluentes, que descienden de las zonas pirenaicas de montaña media, sin tener en su régimen de caudales una influencia significativa del fenómeno nival.

Las características físicas de los segmentos fluviales pertenecientes a este grupo se indican en la Tabla 6.8, y su distribución geográfica queda representada en la figura 6.7. Todos ellos corresponden a la región Eurosiberiana, provincia Cevenense Pirenaica, que discurren en la mayoría de los casos, salvo los afluentes más pequeños que nacen a cotas más elevadas, entre los 750 m y los 500 m de altitud, conectando en su extremo inferior con los segmentos de la región mediterránea.

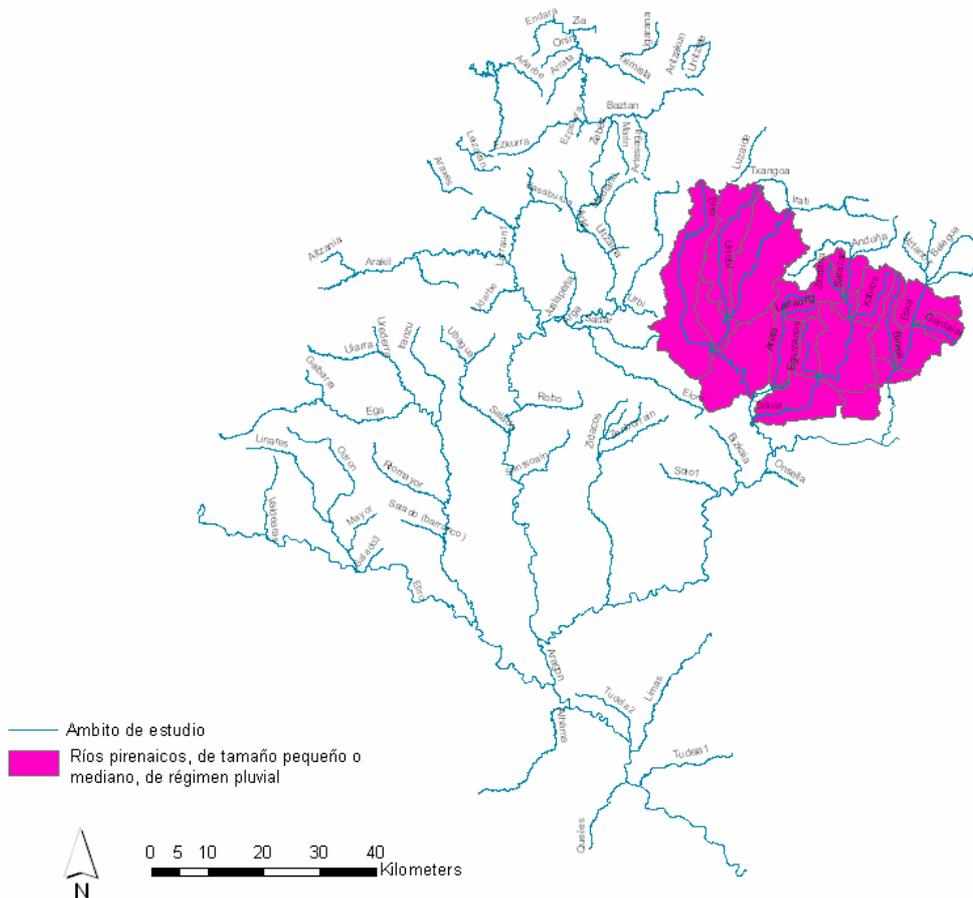


Figura 6.7.- Distribución geográfica de los segmentos fluviales pertenecientes al Tipo 7: *Ríos pirenaicos de tamaño pequeño o mediano, calizos, de régimen pluvial.*

El tamaño de las cuencas vertientes es pequeño en los afluentes, y de tamaño medio en los segmentos fluviales de los ríos principales, correspondiendo en todos los casos a un territorio de naturaleza caliza. La conductividad de las aguas indica un grado

de mineralización intermedio, teniendo un valor promedio de 310 $\mu\text{S}/\text{cm}$, siendo en todos los casos superior a 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La pendiente longitudinal de estos segmentos fluviales es muy variable, existiendo un número reducido de afluentes pequeños con pendientes relativamente altas, superiores al 4 %, si bien en la mayoría de ellos esta pendiente es mucho más baja, inferior al 1 %, siendo éste el caso de los segmentos fluviales de los ríos principales. La información sobre la granulometría del lecho es muy escasa, habiéndose medido en tres localidades un diámetro medio entre 4 y 19 cm.



Foto 12.- Segmento fluvial del río Iratí en Orbaizeta, perteneciente al Tipo 7: Ríos pirenaicos de tamaño pequeño o mediano, de régimen pluvial.



Foto 13.- Segmento fluvial del río Salazar en Lumbier, perteneciente al Tipo 7: Ríos pirenaicos de tamaño pequeño o mediano, de régimen pluvial.



Foto 14.- Segmento fluvial del río Urrobi en Arrieta, perteneciente al Tipo 7.

Tabla 6.8.- Principales características de los segmentos fluviales pertenecientes al Tipo 7: Ríos pirenaicos de tamaño pequeño o mediano, calizos, de régimen pluvial.

Código	Río	Segmento	Región	Provincia	Tamaño	Geología	Conduct. (μ S/cm)	Régimen	Altitud superior (m)	Altitud inferior (m)	Pendiente (%)	Substrato (cm)
865	Iratí	IRATI-3	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	Mediano	calcárea arcillosa-		Pluvial	468	450	0,101	
866	Erro	ERRO	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	Mediano	calcárea	387	Pluvial	953	468	1,017	7
867	Iratí	IRATI-4	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	Mediano	calcárea	238	Pluvial	496	468	0,325	
868	Urrobi	URROBI	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	Mediano	calcárea	227	Pluvial	1413	496	2,823	4
881	Eska	ESKA-1	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	Mediano	calcárea	333	Pluvial	612	485	0,737	
882	Binies	ESKA-AF1	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	Pequeño	calcárea		Pluvial	1306	612	3,635	
883	Eska	ESKA-2	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	Mediano	calcárea		Pluvial	680	612	0,721	
884	Gardalar	ESKA-AF2	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	Pequeño	calcárea		Pluvial	1090	680	4,238	
885	Eska	ESKA-3	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	Mediano	calcárea		Pluvial	775	680	1,079	
8621	Salazar	SALAZAR-1	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	Mediano	calcárea	361	Pluvial	552	450	0,446	
8622	Egurzanos	AF1	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	Pequeño	calcárea		Pluvial	942	552	2,916	
8623	Salazar	SALAZAR-2	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	Mediano	calcárea	314	Pluvial	650	552	0,524	
8624	Xabros	AF2	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	Pequeño	calcárea		Pluvial	1180	650	3,578	
8625	Salazar	SALAZAR-3	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	Mediano	calcárea		Pluvial	679	650	0,655	
8626	Zalda±a	AF3	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	Pequeño	calcárea		Pluvial	1010	679	3,722	
8627	Salazar	SALAZAR-4	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	Mediano	calcárea	304	Pluvial	756	679	0,906	
8642	Soto2	ARETA-AF1	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	Pequeño	calcárea		Pluvial	606	460	4,407	
8643	Areta	ARETA-2	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	Mediano	calcárea	395	Pluvial	631	460	1,14	
8644	Larraun2	ARETA-AF2	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	Pequeño	calcárea		Pluvial	1111	631	6,17	
8645	Areta	ARETA-3	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	Pequeño	calcárea		Pluvial	1074	631	5,336	
8691	Iratí	IRATI-5	Eurosiberiana	Cevenense-Pirenaica	Mediano	calcárea	218	Pluvial	737	496	0,77	19

Tipo 8.- Ríos mediterráneos de pequeño tamaño, arcillosos de régimen temporal.

Este grupo de ríos abarca los segmentos fluviales del territorio navarro que presentan un régimen de caudales temporal, estando todos ellos localizados en el ámbito mediterráneo, sobre terrenos arcillosos. Dentro de este Tipo se incluyen por una parte los cursos fluviales de tamaño medio situados en la zona occidental de Las Bardenas (ríos Tudela y Limas), con un carácter más efímero, y por otra algunos pequeños afluentes de los ríos Arga, Ega y Cidacos situados en la Ribera navarra, con una estacionalidad más predecible, en una región muy seca, de escasa precipitación anual (ver figura 5.22).

Como ya hemos mencionado, los segmentos fluviales pertenecientes a este Tipo se ubican en la Región Mediterránea, provincia Mediterránea Ibérica Central, y discurren sobre terrenos de naturaleza arcillosa, con aguas de elevada mineralización (valores promedio disponibles superiores a 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$), en algunos casos predominantemente salina.

Se trata de ríos de llanura que atraviesan paisajes agrícolas, discurrendo en la mayoría de los casos entre los 650 y 300 m de altitud, con una pendiente longitudinal en la mayoría de los casos de carácter intermedio, entre 1 y 2 %.

En la Tabla 6.9 se recogen las principales características físicas de este Tipo de ríos, cuya localización geográfica puede observarse en la figura 6.8.



Foto 15.- Segmento fluvial del río Robo en Mendigorriá, perteneciente al Tipo 8: Ríos mediterráneos de cuencas arcillosas y régimen temporal.

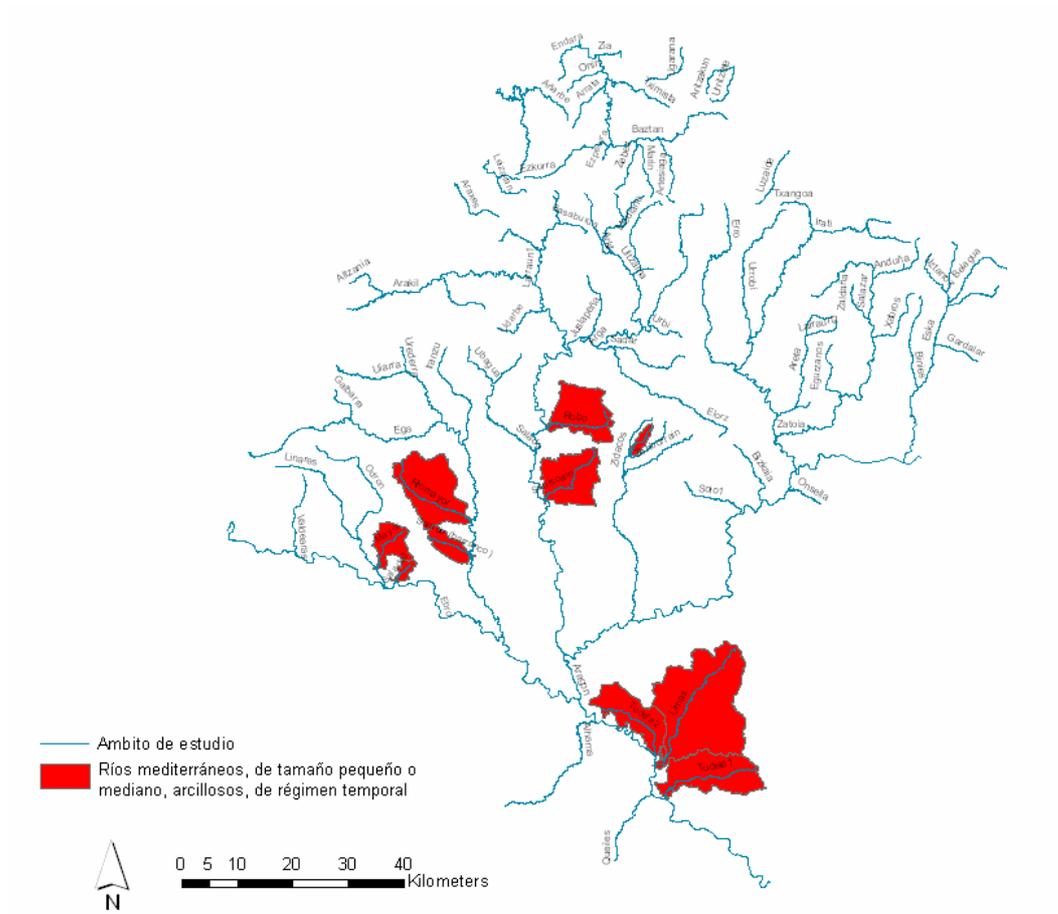


Figura 6.8.- Distribución geográfica de los segmentos fluviales correspondientes al Tipo 8: *Ríos mediterráneos de tamaño pequeño o mediano, arcillosos, de régimen temporal.*



Foto 16.- Segmento fluvial del río Limas en Arguedas, perteneciente al Tipo 8: *Ríos mediterráneos, temporales*

Tabla 6.9.- Principales características físicas de los segmentos fluviales correspondientes al Tipo 8: *Ríos mediterráneos de tamaño pequeño o medio, de cuencas arcillosas y régimen temporal.*

Código	Río	Segmento	Región	Provincia	Geología	Tamaño	Régimen	Conduct. ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Altitud superior (m)	Altitud inferior (m)	Pendiente (%)
72	Tudela1	EBRO-AF1	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	arcillosa-calcárea	Mediano	Temporal		510	250	1,063
76	Limas	EBRO-AF3	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	arcillosa-calcárea	Mediano	Temporal		420	259	0,463
772	Tudela2	EBRO-AF4	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	arcillosa	Pequeño	Temporal	833	267	257	0,059
846	Bco.Cidacos	ZIDACOS- AF3	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	arcillosa	Pequeño	Temporal		824	530	4,116
922	Bco.Salado	EGA-AF1	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	arcillosa-calcárea	Pequeño	Temporal		450	330	1,338
924	Riomayor	EGA-AF2	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	arcillosa	Mediano	Temporal	2658	627	350	1,316
932	Salado3	EBRO-AF8	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	arcillosa-calcárea	Pequeño	Temporal		430	329	2,11
942	Mayor	LINARES- AF1	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	arcillosa	Pequeño	Temporal		468	345	1,163
8212	Santsoain	ARGA-AF1	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	arcillosa	Pequeño	Temporal		602	315	1,735
8232	Robo	ARGA-AF3	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	arcillosa	Pequeño	Temporal		600	340	1,701

Tipo 9: Ríos mediterráneos de tamaño pequeño o mediano, de cuencas arcillosas, de régimen permanente.

Este tipo agrupa a los segmentos fluviales de tamaño pequeño o mediano situados en la Ribera Navarra, correspondiendo al tramo medio del Ega y a los ríos Cidacos y Linares, con sus respectivos afluentes, y a los cursos fluviales que ocupan el extremo sur del territorio navarro, situados en la margen derecha del Ebro, de cuencas vertientes de mayor tamaño pero de zonas muy secas, como el río Alhama y el Queiles.

Las principales características físicas que presentan estos segmentos fluviales se resumen en la Tabla 6.10, y su distribución geográfica dentro del territorio navarro aparece representada en la figura 6.9.

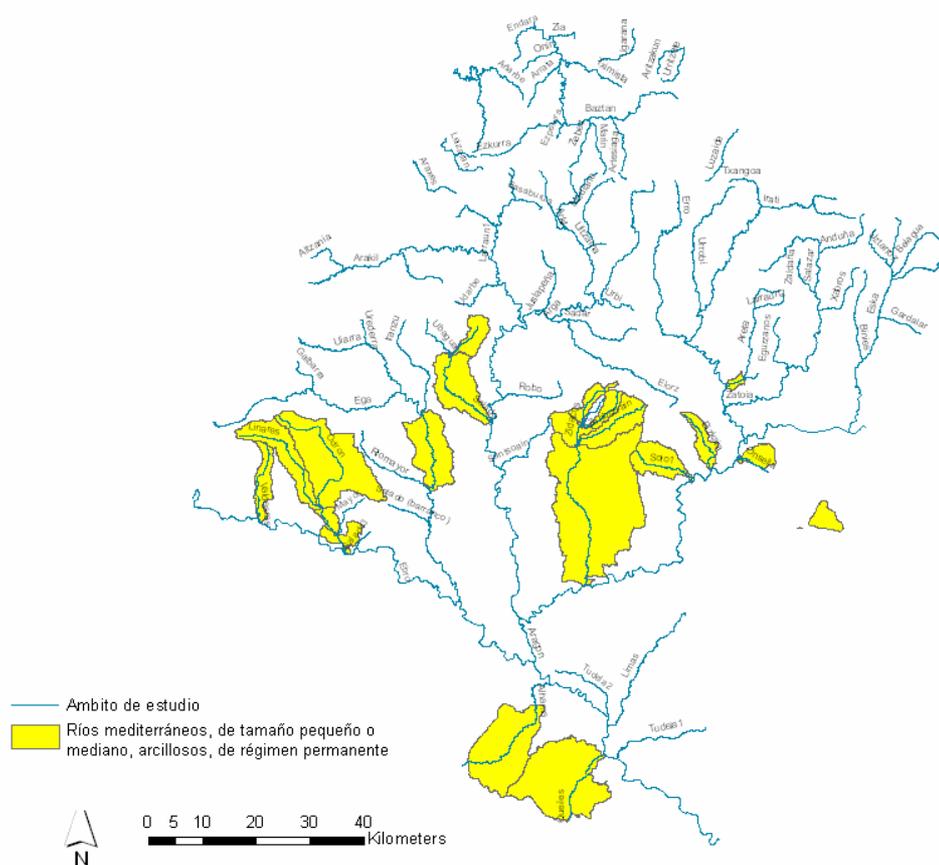


Figura 6.9.- Distribución geográfica de los segmentos fluviales pertenecientes al Tipo 9: *Ríos mediterráneos de tamaño pequeño o mediano, arcillosos, de régimen permanente.*

Todos ellos se enmarcan en la región Mediterránea, provincia Mediterránea Ibérica Central, discurriendo en la mayoría de los casos en altitudes comprendidas entre 900 y 350 m de altitud, sobre terrenos de naturaleza arcillosa. El grado de mineralización de sus aguas es muy elevado, con un valor promedio de conductividad próximo a los 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y en casi todos ellos superior a los 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La pendiente longitudinal es en general poco elevada, inferior al 2 %, y con mucha frecuencia inferior al 0,5 %, no disponiendo de datos sobre la granulometría del lecho fluvial.

El régimen de caudales de estos ríos es de carácter permanente pluvial (ver figura 5.16), con aguas altas correspondientes a los periodos de lluvia, que en estas zonas corresponde a dos periodos, uno a finales del invierno y otro con mayores precipitaciones, a finales de la primavera.



Foto 17.- Segmento fluvial del río Alhama en Fitero, perteneciente al Tipo 9: Ríos mediterráneos de tamaño pequeño o mediano, de cuencas arcillosas y de régimen pluvial.

Tabla 6.10.- Principales características físicas de los segmentos fluviales correspondientes al Tipo 9: *Ríos mediterráneos de tamaño pequeño o mediano, arcillosos de régimen permanente.*

Código	Río	Segmento	Región	Provincia	Tamaño	Geología	Conduct. ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Régimen	Altitud superior (m)	Altitud inferior (m)	Pendiente (%)
74	Queiles	EBRO-AF2	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	Mediano	arcillosa-calcárea	1735	Pluvial	395	250	0,379
78	Alhama	EBRO-AF5	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	Grande	calcárea	2071	Pluvial	460	265	0,55
96	Valdearas	EBRO-AF10	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	Pequeño	arcillosa		Pluvial	798	359	2,429
841	Zidacos	ZIDACOS-1	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	Mediano	arcillosa	956	Pluvial	476	303	0,462
842	Zenborrain	ZIDACOS-AF1	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	Pequeño	arcillosa		Pluvial	892	476	2,213
843	Zidacos	ZIDACOS-2	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	Pequeño	arcillosa		Pluvial	520	476	1,042
844	Mairaga	ZIDACOS-AF2	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	Pequeño	arcillosa	388	Pluvial	985	520	3,971
845	Zidacos	ZIDACOS-3	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	Pequeño	arcillosa		Pluvial	529	520	1,711
847	Zidacos	ZIDACOS-4	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	Pequeño	calcárea		Pluvial	944	529	4,48
852	Soto1	ARAGON-AF3	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	Pequeño	arcillosa		Pluvial	792	371	2,645
854	Bizkaia	ARAGON-AF4	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	Pequeño	arcillosa		Pluvial	860	384	1,587
856	Onsella	ARAGON-AF5	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	Mediano	arcillosa	641	Pluvial	428	390	0,379
925	Ega	EGA-3	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	Mediano	calcárea	781	Pluvial	400	350	0,248
941	Linares	LINARES-1	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	Mediano	arcillosa		Pluvial	345	329	0,338
943	Linares	LINARES-2	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	Mediano	arcillosa		Pluvial	378	345	0,509
944	Odrón	LINARES-AF2	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	Mediano	arcillosa		Pluvial	998	378	1,992
945	Linares	LINARES-3	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	Pequeño	arcillosa		Pluvial	777	378	1,432
8641	Areta	ARETA-1	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	Mediano	calcárea		Pluvial	460	450	0,196
82221	Salado	ARGA-AF2	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	Mediano	calcárea	4222	Pluvial	469	330	0,575
82223	Salado	ARGA-AF2	Mediterránea	Mediterránea Ibérica Central	Pequeño	calcárea	4766	Pluvial	690	469	2,483

Tipo 10.- Ríos mediterráneos de tamaño grande

Este Tipo corresponde a los segmentos fluviales de mayor tamaño de la red hidrográfica Navarra, pertenecientes a los principales afluentes del Ebro Ega, Arga y Aragón. También se incluye en este grupo el tramo bajo del río Irati que discurre en el ámbito mediterráneo.

En la Tabla 6.11 se resumen las principales características físicas de este Tipo, cuya distribución geográfica puede observarse en la figura 6.10. Se trata de segmentos fluviales que discurren por la región Mediterránea, provincia Mediterránea Ibérica Central, teniendo una superficie de cuenca vertiente grande, en la que predominan los materiales arcillosos y calizos.

La conductividad de las aguas es muy variable dentro del grupo, siendo menor en los ríos que vienen de las regiones pirenaicas (Irati y Aragón), donde a excepción del tramo bajo del Aragón se mantiene por debajo de los 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y relativamente elevada en los tramos de los ríos Ega y Arga, que contienen aguas procedentes de los macizos calizos de Aralar-Urba, con un valor promedio en este caso en torno a los 1.200 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

El régimen de caudales de este grupo de segmentos fluviales es de carácter permanente de tipo pluvial, a excepción del tramo navarro del río Aragón hasta su confluencia con el Irati, donde todavía se aprecia la influencia nival que le transmiten sus principales afluentes que descienden del Pirineo aragonés, y puede asociarse a un tipo pluvionival.



Foto 18.- Segmento fluvial del río Arga en Larraga, perteneciente al Tipo 10: Ríos mediterráneos grandes.

Tabla 6.11.- Principales características físicas de los segmentos fluviales correspondientes al Tipo 10: *Ríos mediterráneos de tamaño grande*.

Código	Río	Segmento	Región	Tamaño	Geología	Conduct. (μ S/cm)	Régimen	Altitud superior (m)	Altitud inferior (m)	Pendiente (%)	Substrato (cm)
81	Aragón	ARAGON-1	Mediterránea	Grande	arcillosa-calcárea	855	Pluvial	280	270	0,098	
83	Aragón	ARAGON-2	Mediterránea	Grande	arcillosa-calcárea	490	Pluvial	303	280	0,11	
87	Aragón	ARAGON-7	Mediterránea	Grande	arcillosa-calcárea	322	Pluvial	485	400	0,333	
89	Aragón	ARAGON-8	Mediterránea	Grande	arcillosa-calcárea		Pluvial	485	485	0	
851	Aragón	ARAGON-3	Mediterránea	Grande	arcillosa-calcárea	373	Pluvial	371	303	0,146	
853	Aragón	ARAGON-4	Mediterránea	Grande	arcillosa-calcárea	409	Pluvial	384	371	0,184	
855	Aragón	ARAGON-5	Mediterránea	Grande	arcillosa-calcárea		Pluvial	390	384	0,095	
857	Aragón	ARAGON-7	Mediterránea	Grande	arcillosa-calcárea	319	Pluvionival	400	390	0,236	
861	Irati	IRATI-1	Mediterránea	Grande	arcillosa-calcárea	296	Pluvial	450	400	0,579	
863	Irati	IRATI-2	Mediterránea	Grande	arcillosa-calcárea	266	Pluvial	450	450	0	
921	Ega	EGA-1	Mediterránea	Grande	arcillosa-calcárea	1874	Pluvial	330	290	0,18	
923	Ega	EGA-2	Mediterránea	Grande	arcillosa-calcárea	848	Pluvial	350	330	0,196	
8211	Arga	ARGA-1	Mediterránea	Grande	arcillosa-calcárea	1276	Pluvial	315	280	0,045	
8213	Arga	ARGA-2	Mediterránea	Grande	arcillosa-calcárea		Pluvial	330	315	0,062	5
8231	Arga	ARGA-3	Mediterránea	Grande	arcillosa-calcárea		Pluvial	340	330	0,059	
8233	Arga	ARGA-4	Mediterránea	Grande	arcillosa-calcárea	919	Pluvial	387	340	0,089	13

Todos los segmentos fluviales pertenecen a la provincia Mediterránea Ibérica Central.

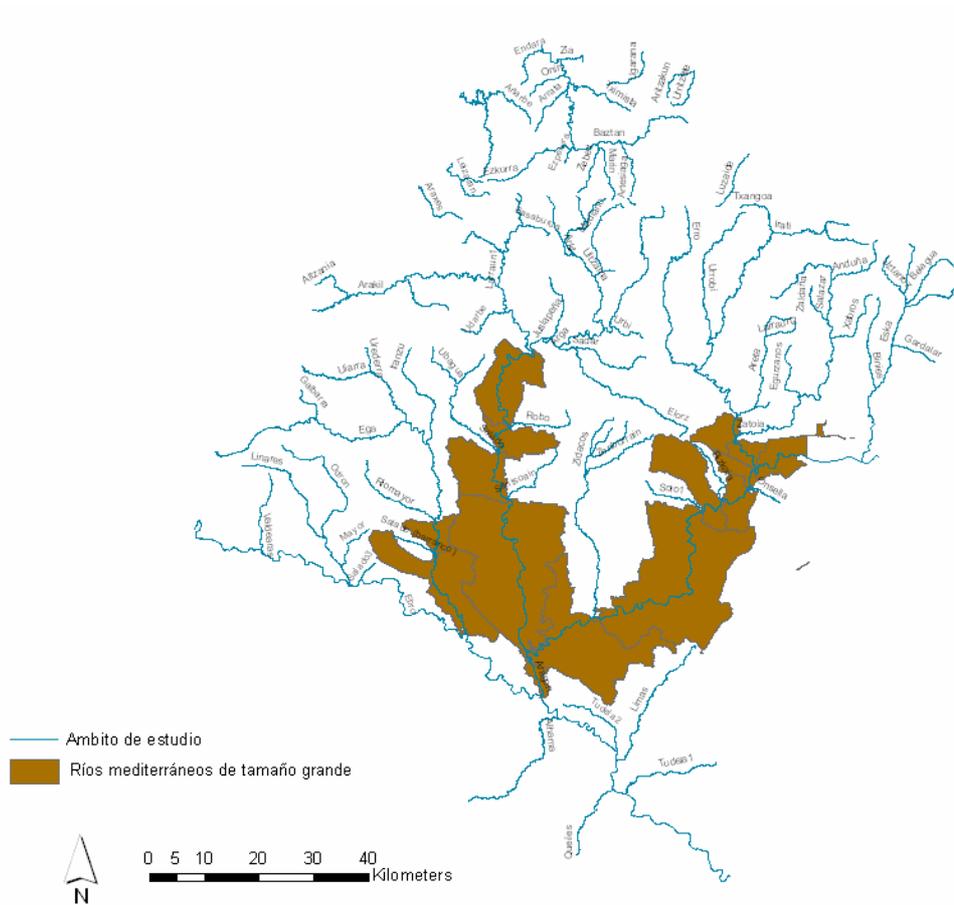


Figura 6.10.- Distribución geográfica de los segmentos fluviales pertenecientes al Tipo 10: *Ríos mediterráneos de tamaño grande*.



Foto 19.- Segmento fluvial del río Aragón en Caseda, perteneciente al Tipo 10: *Ríos mediterráneos de tamaño grande*.

Tipo 11: Segmentos fluviales del río Ebro

En este último grupo de la tipología fluvial de Navarra se incluyen todos los segmentos fluviales de esta Comunidad que corresponden al río Ebro. Se trata de un conjunto de tramos fluviales situados en el límite sudoccidental de la provincia (ver figura 6.11), con características muy similares entre ellos, como se refleja en la Tabla 6.12.

Todos este tramo del río Ebro discurriendo en la frontera de Navarra con La Rioja, y más al sur con Zaragoza, pertenece a la región Mediterránea, provincia Mediterránea Ibérica Central. El río en todo este tramo discurre en cotas relativamente bajas, entre los 360 m de altitud a su entrada en la Comunidad Navarra frente a Viana, y los 230 m de altitud a su salida al sureste de Tafalla. La pendiente longitudinal del cauce en todo este recorrido, de una longitud aproximada de 175 km, es bastante pequeña, siempre inferior a 0,5 %.

La cuenca procedente de Navarra que vierte al Ebro tiene una geología donde predominan los terrenos de naturaleza arcillosa-calcárea, contribuyendo a los niveles relativamente elevados de conductividad de las aguas del río principal, que ascienden de un valor algo inferior a 500 mS/cm que tienen las aguas del Ebro a su entrada en el territorio navarro, a un valor próximo a los 1.000 μ S/cm que presentan en su tramo más bajo, con los valores máximos aguas debajo de la confluencia con el río Linares (1.846 μ S/cm) y después de recibir al río Ega (1.720 μ S/cm).



Foto 20.- Segmento fluvial del río Ebro en Castejón, perteneciente al Tipo 11: Eje del Ebro.

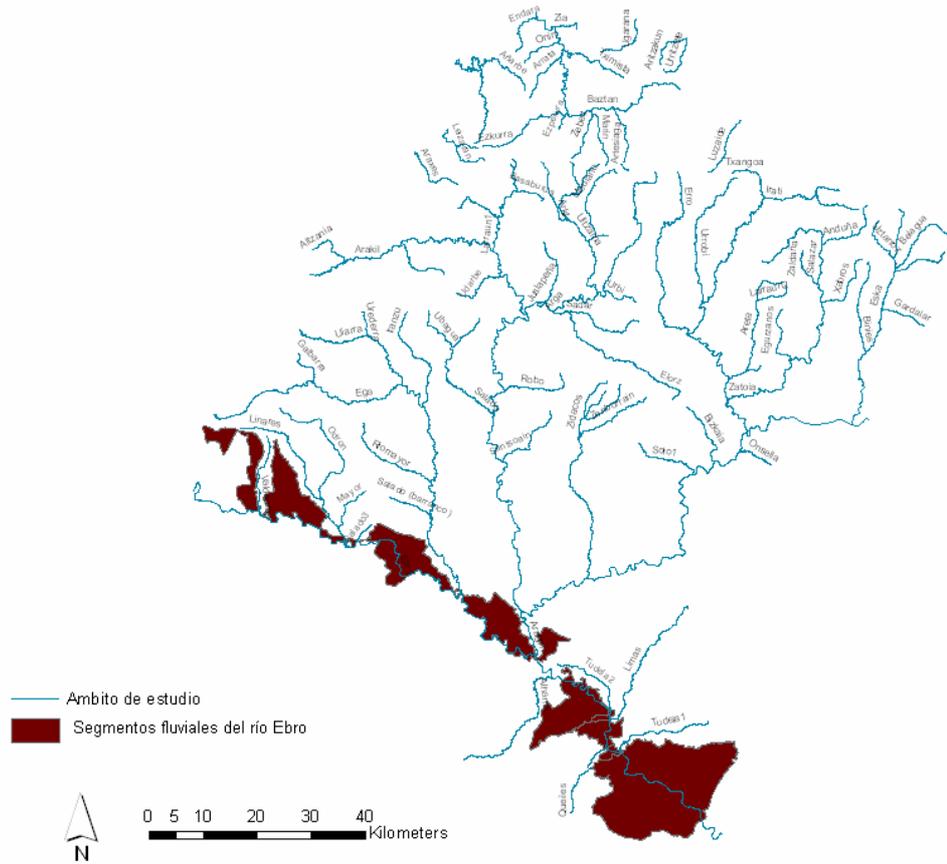


Figura 6.11.- Localización geográfica de los segmentos fluviales correspondientes al Tipo 11: *Segmentos fluviales del río Ebro.*

Tabla 6.12.- Principales características físicas de los segmentos fluviales correspondientes al Tipo 11: *Segmentos fluviales del río Ebro.*

Código	Río	Segmento	Región	Tamaño	Geología	Conductividad μS/cm	Altitud superior (m)	Altitud inferior (m)	Pendiente (%)
71	Ebro	EBRO-1	Mediterránea	Muy grande	arcillosa- calcárea	992	250	230	0,059
73	Ebro	EBRO-2	Mediterránea	Muy grande	arcillosa-calcárea		250	250	0
75	Ebro	EBRO-3	Mediterránea	Muy grande	arcillosa- calcárea	902	259	250	0,142
79	Ebro	EBRO-6	Mediterránea	Muy grande	arcillosa-calcárea		270	265	0,073
91	Ebro	EBRO-7	Mediterránea	Muy grande	arcillosa- calcárea	1846	290	270	0,07
95	Ebro	EBRO-10	Mediterránea	Muy grande	arcillosa- calcárea	1720	359	329	0,121
97	Ebro	EBRO-11	Mediterránea	Muy grande	arcillosa- calcárea	483	383	359	0,117
771	Ebro	EBRO-4	Mediterránea	Muy grande	arcillosa-calcárea		257	259	-0,104
773	Ebro	EBRO-5	Mediterránea	Muy grande	arcillosa- calcárea	826	265	257	0,048
931	Ebro	EBRO-8	Mediterránea	Muy grande	arcillosa- calcárea	817	329	290	0,12
933	Ebro	EBRO-9	Mediterránea	Muy grande	arcillosa-calcárea		329	329	0

Todos los segmentos fluviales se ubican en la provincia biogeográfica Mediterránea Ibérica Central, y tienen un régimen de caudales permanente, de tipo pluvial.

6.4. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TIPOLOGÍAS EXISTENTES

La tipología propuesta de los ríos navarros deriva de la caracterización jerárquica llevada a cabo en la red hidrográfica correspondiente.

Cualquier tipología de ríos exige, en último término, definir grupos de tramos fluviales en los que las diferencias dentro de cada grupo sean menores que las diferencias entre grupos. Para ello, cada tramo fluvial debe quedar caracterizado atendiendo a una serie de variables, que deben ser discretizadas en clases de valores aun que en la Naturaleza dichas variables sean continuas,.

Este es quizás uno de los aspectos de la caracterización y posterior clasificación de los ríos navarros que presenta mayor dificultad, especialmente cuando el valor de las variables corresponde a los extremos de las clases establecidas. La necesidad de “encasillar” cada segmento fluvial en una clase o rango de valores introduce en ocasiones errores y definiciones confusas, que es necesario asumir en toda clasificación pero que conviene mencionar y tener en cuenta a la hora de valorar los resultados obtenidos.

Por todo ello, la clasificación de los ríos que ahora se presenta debe ser interpretada como una primera aproximación a una tipología definitiva, que debe surgir como consecuencia de un trabajo de refinamiento de las variables analizadas, a través de un estudio más detallado y continuo de los cursos fluviales, añadiendo un trabajo de campo con el que puedan completarse tanto la información geomorfológica de los valles y cauces, como las características de los hábitats fluviales en cuanto a su granulometría y condiciones riparias.

Las mayores limitaciones que hemos encontrado en el establecimiento de esta clasificación de los ríos navarros responden a los siguientes aspectos:

1º.- Definición de la red de drenaje

En este trabajo se ha partido de una red de drenaje definida, en la que previamente se habían eliminado algunos afluentes de primer orden.

Ello ha condicionado la consiguiente definición de los segmentos fluviales y la posterior delimitación de sus respectivas cuencas vertientes, afectando a su tamaño, naturaleza geológica, pendiente longitudinal y sinuosidad del segmento, etc. Es posible que en algunos casos hubiera sido conveniente dividir los segmentos fluviales que han resultado más largos, con el fin de poder diferenciar tramos con diferentes geologías o aspectos geomorfológicos.

2º.- Asignación del carácter geológico a las cuencas vertientes de cada segmento fluvial

La variabilidad espacial de los materiales geológicos del territorio navarro es relativamente elevada y con una distribución muy heterogénea. Ante esta circunstancia, la asignación a las cinco clases de geología consideradas (con un número mayor de

clases quizás se hubiera perdido capacidad de síntesis) de cada una de las cuencas consideradas ha sido una tarea difícil, y en ocasiones arriesgada por los posibles errores que se hayan podido cometer en este nivel de caracterización.

3º.- Información disponible sobre el régimen de caudales

La red de estaciones de aforos disponible ha suministrado una información muy valiosa para un conjunto considerable de segmentos fluviales, pero quizás resulta insuficiente para poder hacer extensiva esta información a toda la red fluvial de Navarra.

Especialmente los cursos de agua temporales o efímeros carecen de datos, y en este sentido sería muy conveniente poder ampliar la información de caudales, con el fin de profundizar en las diferencias existentes entre los distintos tramos y cursos de agua, en función del régimen de precipitaciones y la respuesta hidrológica de las respectivas cuencas vertientes.

4º.- Geomorfología de los segmentos fluviales y condiciones del hábitat fluvial

En este trabajo no ha sido posible llevar a cabo la caracterización geomorfológica de los segmentos fluviales y el estudio de las condiciones del hábitat fluvial de forma completa, debido a no estar previsto un trabajo de campo necesario para ello.

Para poder completar la caracterización realizada sería conveniente llevar a cabo este trabajo de campo, completando el realizado en este estudio, que solo abarca a un número inferior a la mitad de los segmentos fluviales considerados.

Aunque las limitaciones antes apuntadas han podido suponer una falta de información o el riesgo de introducción de algunos errores en la caracterización y clasificación de los ríos navarros, los resultados obtenidos revisten un gran interés, ofreciendo un esquema de interpretación de la variabilidad física de estos ríos, expuesta a diferentes escalas espaciales y basada en los factores físicos que tienen mayor influencia en las comunidades biológicas.

Esta caracterización y clasificación de los ríos navarros distingue claramente los ríos de la vertiente cantábrica, todos ellos de pequeño o mediano tamaño, de cuencas síliceas o mixtas pero de aguas siempre relativamente poco mineralizadas, de zonas muy lluviosas y caudales permanentes, de los ríos navarros vertientes a la cuenca del Ebro, organizados en tres ejes principales correspondientes a los ríos Ega, Arga y Aragón-Irati, con sus cabeceras en regiones húmedas de montaña pero con sus tramos medios y bajos discurriendo en el ámbito mediterráneo. En este sentido, la diferencia entre unos y otros vendría marcada por el gradiente de pluviosidad y caudal, claramente definido en Navarra de norte a sur.

Dentro de la red fluvial perteneciente a la cuenca del Ebro, a su vez la caracterización jerárquica realizada diferencia a su vez dos grupos, los que nacen en los macizos calizos de montaña media en la zona central y oriental de la provincia, de

régimen pluvial, y los que nacen en cumbres más elevadas correspondientes al Pirineo navarro, con influencia nival más o menos marcada a lo largo de su recorrido. A su vez, dentro del primer grupo cabría diferenciar los ríos que tienen su origen en el macizo kárstico de Aralar-Urbasa, de los que nacen al norte de Pamplona, con aguas mucho menos mineralizadas que los anteriores. Aquí podríamos establecer un gradiente de mineralización de las aguas de este a oeste, variando desde las zonas con mayor caudal de dilución y menor conductividad de los ríos pirenaicos del este, hasta las zonas con mayor grado de mineralización de los ríos más occidentales de Navarra.

Finalmente, dentro del ámbito mediterráneo del territorio navarro podríamos diferenciar a su vez los arroyos y pequeños ríos de cuencas arcillosas, que en su mayor parte presentan un régimen de caudales temporal, de los ríos de cuencas de mediano y gran tamaño, que discurren atravesando un entorno mucho menos lluvioso que el de sus cabeceras, manteniendo unos niveles de caudal relativamente importante durante todo el año procedente de aquéllas, hasta su desembocadura en el río Ebro.

Las tipologías previamente existentes a la que ahora se propone, llegan a conclusiones muy parecidas a las aquí descritas, si bien presentan algunas diferencias que puede ser interesante comentar.

La tipología establecida por Prat y Munné (1999) considera un mismo tipo de ríos todos aquellos tramos fluviales que nacen en la vertiente sur de la Sierra de Belate al norte de Pamplona, y en las cumbres pirenaicas, hasta que llegan al ámbito mediterráneo, denominando a este grupo “ríos de montaña húmeda”. Este grupo es excesivamente amplio para ser considerado como único para el territorio navarro, al agrupar a ríos con características geológicas muy diferentes, por lo que parece conveniente diferenciar dentro de él varios subgrupos, que en nuestro caso corresponderían a los Tipos 4, 5 y 7 fundamentalmente.

Por otra parte, la denominación dada por Prat y Munné es poco precisa en algunos casos, como “Depresión” o “Ríos importantes”, sin que en ningún caso se detallan aspectos que aludan a las características de los respectivos grupos. Por ello creemos más apropiado utilizar una denominación de las clases de ríos que en un primer término aluda a su ubicación geográfica, en un segundo término indique el tamaño del río y su cuenca, y por último mencione alguna peculiaridad de su geología, grado de mineralización de sus aguas o régimen de caudales, definiendo en mayor medida la peculiaridad del grupo correspondiente.

La tipología establecida por el CEDEX (2005) es relativamente parecida a la propuesta por Prat y Munné. Respecto a los ríos cantábricos presenta una semejanza muy grande con la propuesta en este trabajo, diferenciando tres tipos fácilmente asimilables a los aquí definidos como Tipos 1, 2 y 3. Donde las discrepancias son mayores es en los tipos de ríos del centro de la provincia navarra, donde se vuelve a considerar un tipo de ríos único de “montaña húmeda calcárea”, el cual agrupa a los del macizo Aralar-Urbasa, Sierra de Belate y Pirineo navarro, sin distinguir las diferentes características de las cuencas calcáreas o arcillosas; y también difiere notablemente con la tipología aquí propuesta en los grupos de ríos mediterráneos, entre los cuales no diferencia los de régimen temporal, considerando dentro del mismo grupo los tramos bajos del Ega, Arga y Aragón y varios segmentos del propio río Ebro.

Creemos que la tipología desarrollada en este trabajo supone una mejora respecto a las clasificaciones anteriores comentadas, matizando en mayor medida la variabilidad física de los ríos dentro de la Comunidad de Navarra. Esta definición de mayor detalle de las características de los ríos navarros puede contribuir a establecer con mayor precisión las condiciones de referencia de cada tramo, así como evaluar mejor el efecto de las distintas presiones e impactos, que van a ser diferentes según sea la región biogeográfica en que se enmarcan, el tamaño y geología de la cuenca, el régimen de caudales y la geomorfología fluvial.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAILEY, R.G. 1983. Delineation of ecosystem regions. *Environmental Management*, 7: 365-373.
- BENDA, L., N.L. POFF, D. MILLER, T. DUNNE, G. REEVES, G. PESS, y M. POLLOCK. 2004. The network dynamics hypothesis: How channel networks structure riverine habitats. *BioScience* 54:413-427.
- CEDEX, 2005. *Caracterización de los tipos de ríos y lagos*. Versión 3.0. Centro de Estudios Hidrográficos, Ministerio de Fomento, Madrid.
- GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, M. y D. GARCÍA DE JALÓN. 2004. Hierarchical classification of rivers: A proposal for eco-geomorphic characterization of Spanish rivers within the European Water Framework Directive. En: *Aquatic Habitats: Analysis and Restoration*. Procs. Fifth International Symposium on Ecohydraulics, D.García de Jalón y P. Vizcaíno (eds.), Vol 1: 205-211. IAHR-UPM Publ., Madrid.
- GUTIÉRREZ ELORZA, M. 1994. Introducción a la Geomorfología Española. En: *Geomorfología de España*, M Gutiérrez Elorza (ed.): 1-24. Ed. Rueda, Madrid.
- OLLERO, A. y colaboradores. 2004. *Tramificación de la red fluvial de la Cuenca del Ebro*. Depto. Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza (Informe técnico).
- POOLE, G.C. 2002. Fluvial landscape ecology: addressing uniqueness within the river discontinuum. *Freshwater Biology*, 47(4): 641-660.
- PRAT, N. y A. MUNNÉ. 1999. *Delimitación de regiones ecológicas de la Cuenca del Ebro*. Oficina de Planificación de la Confederación Hidrográfica del Ebro. Zaragoza (Informe técnico).
- RIVAS MARTÍNEZ, S., T.E. DÍAZ, F. FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, J. IZCO, J. LOIDI, M. LOUSA y A. PENAS. 2002. Vascular Plant Communities of Spain and Portugal. *Itinera Geobotanica* 15(1-2).
- ROSGEN, D. 1996. *Applied River Morphology*. Wildland Hydrology, Pagosa Springs, Colorado, USA.
- VERDIN, J.L. y J.P. VERDIN. 1999. A topological system for delineation and codification of the Earth's river basins. *Journal of Hydrology*, 218: 1-12.
- WOLMAN, M.G. 1954. A method of sampling coarse river-bed material. *Transactions American Geophysical Union*, 35(6): 954-956.