



5. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

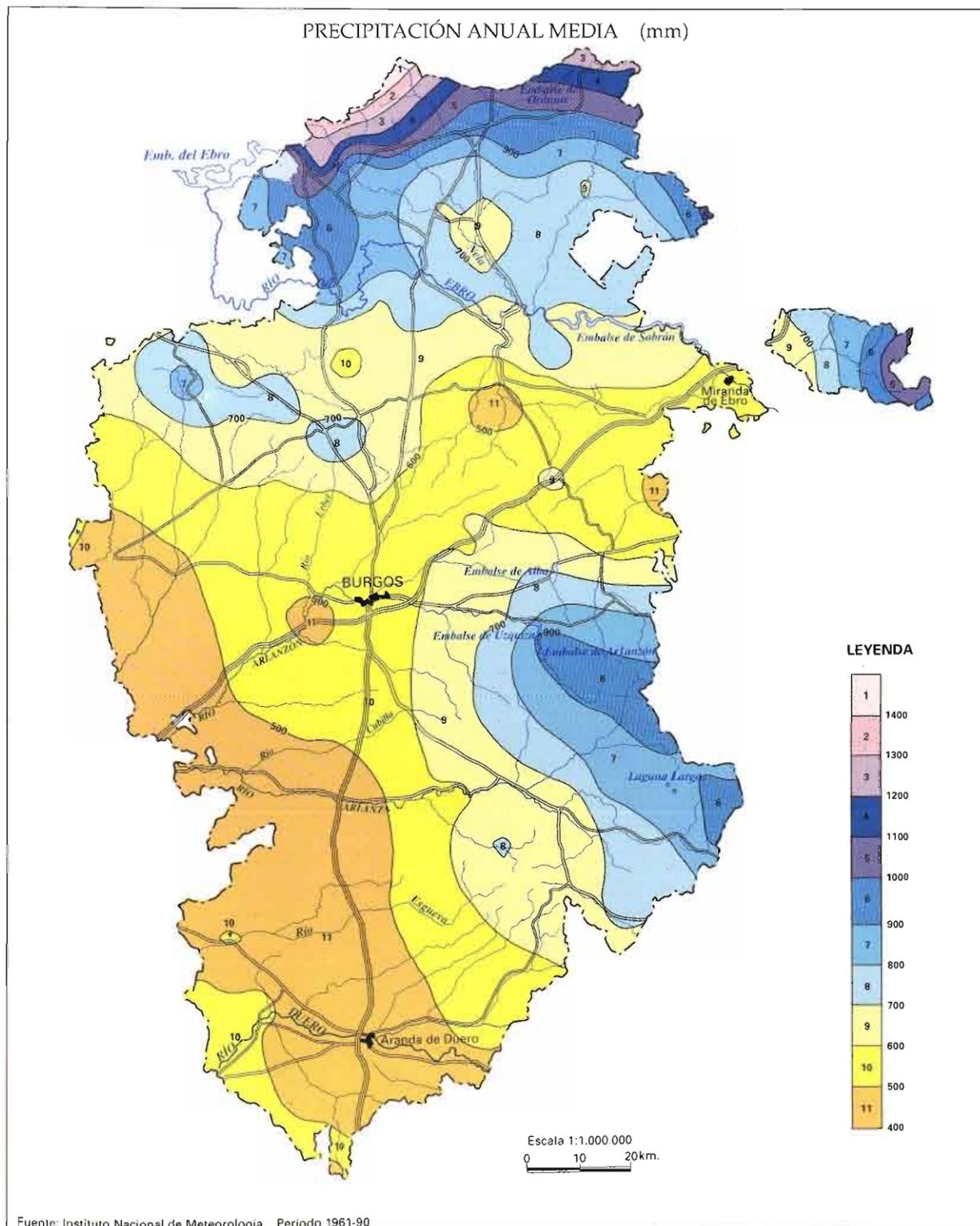
5.1. CLIMA

El clima en la provincia de Burgos tiene un marcado carácter continental, con inviernos largos y rigurosos, veranos cortos y escasa humedad durante todo el año en gran parte del territorio. Por su situación sobre la submeseta septentrional presenta una altura media por encima de los 800 m, siendo los factores que determinan su clima y, por tanto, las condiciones hidrológicas, la vegetación, la temperatura, las precipitaciones, la presión atmosférica, los vientos y la orografía.

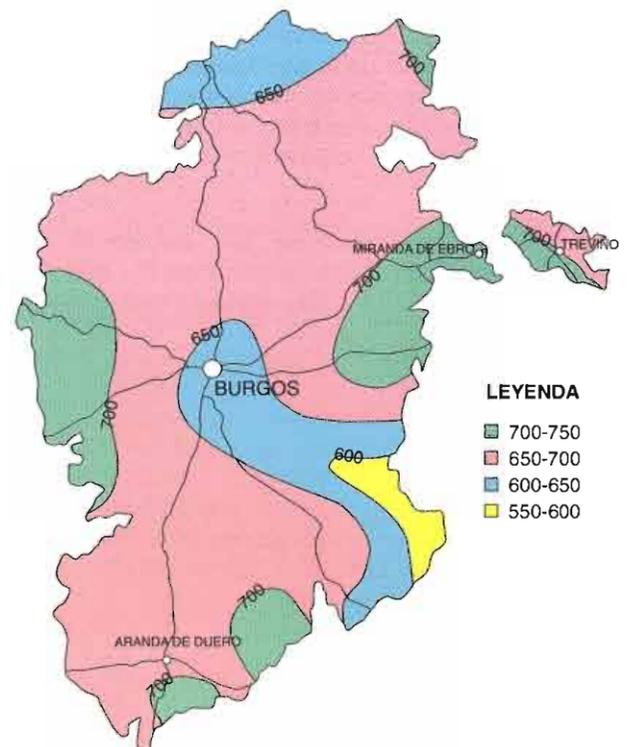
Como muestra el mapa de precipitación anual media y el de precipitación máxima acumulada en 24 horas, éstas alcanzan valores altos en las zonas de las sierras, al norte de la provincia y en la sierra de la Demanda, pudiéndose establecer un límite entre un Burgos húmedo y otro seco siguiendo la isoyeta de los 600 litros/m², siendo las zonas en las que no se alcanza este valor la franja que recorre la provincia de oeste a este desde Villadiego hasta Miranda de Ebro, y la mitad sur, excepto las zonas de influencia de las sierras de La Demanda y Neila.

Los fenómenos meteorológicos influyen sobre los componentes del ciclo hidrológico y, especialmente, sobre la evapotranspiración. Una gran parte del agua que llega al terreno vuelve a la atmósfera por evaporación y, si existe vegetación, por transpiración. El agua que, de esta forma se pierde para su posible uso se denomina evapotranspiración, y depende además de la humedad del suelo y del desarrollo de las plantas, siendo difícil de estimar, por lo que se suele recurrir a diversos métodos empíricos para su evaluación. La denominada evapotranspiración potencial (ETP) representa el límite superior de la cantidad de agua que realmente puede volver a la atmósfera por evaporación y transpiración (evapotranspiración real). De hecho, la ETP se utiliza para estimar el consumo de agua de una pradera bien regada, siendo aproximadamente igual a la evapotranspiración máxima, y mayor por tanto que la real.

En un balance hídrico, cuando la ETP es mayor que la precipitación, si no existen reservas de agua en el suelo, se produce un déficit de agua. En caso contrario, una vez superada la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo, ésta se infiltra hacia niveles inferiores.



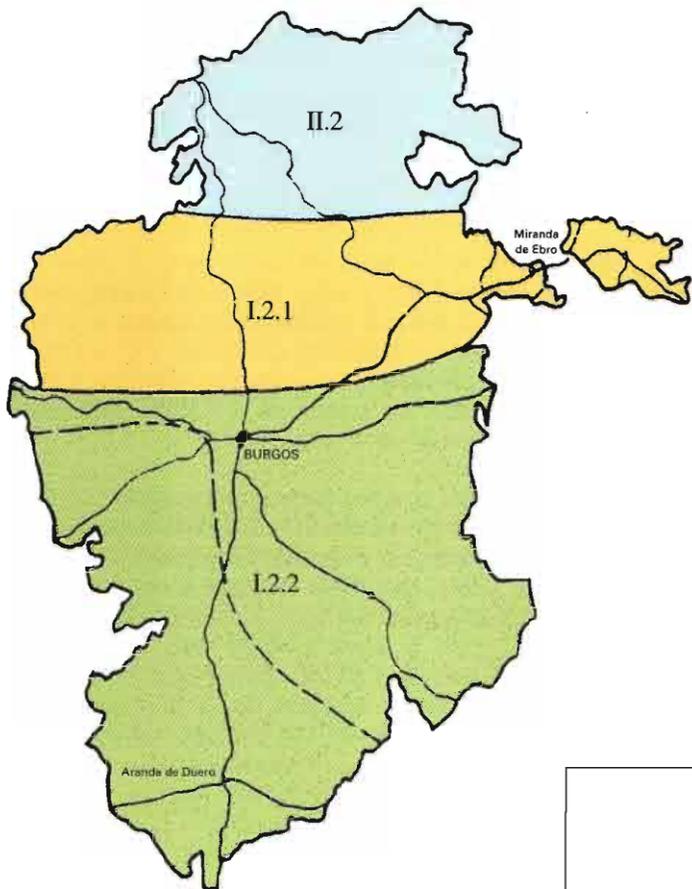
EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL MEDIA ANUAL (ETP) mm



Fuente: "Atlas Climático de España", INM.



REGIONES CLIMÁTICAS DE LA PROVINCIA



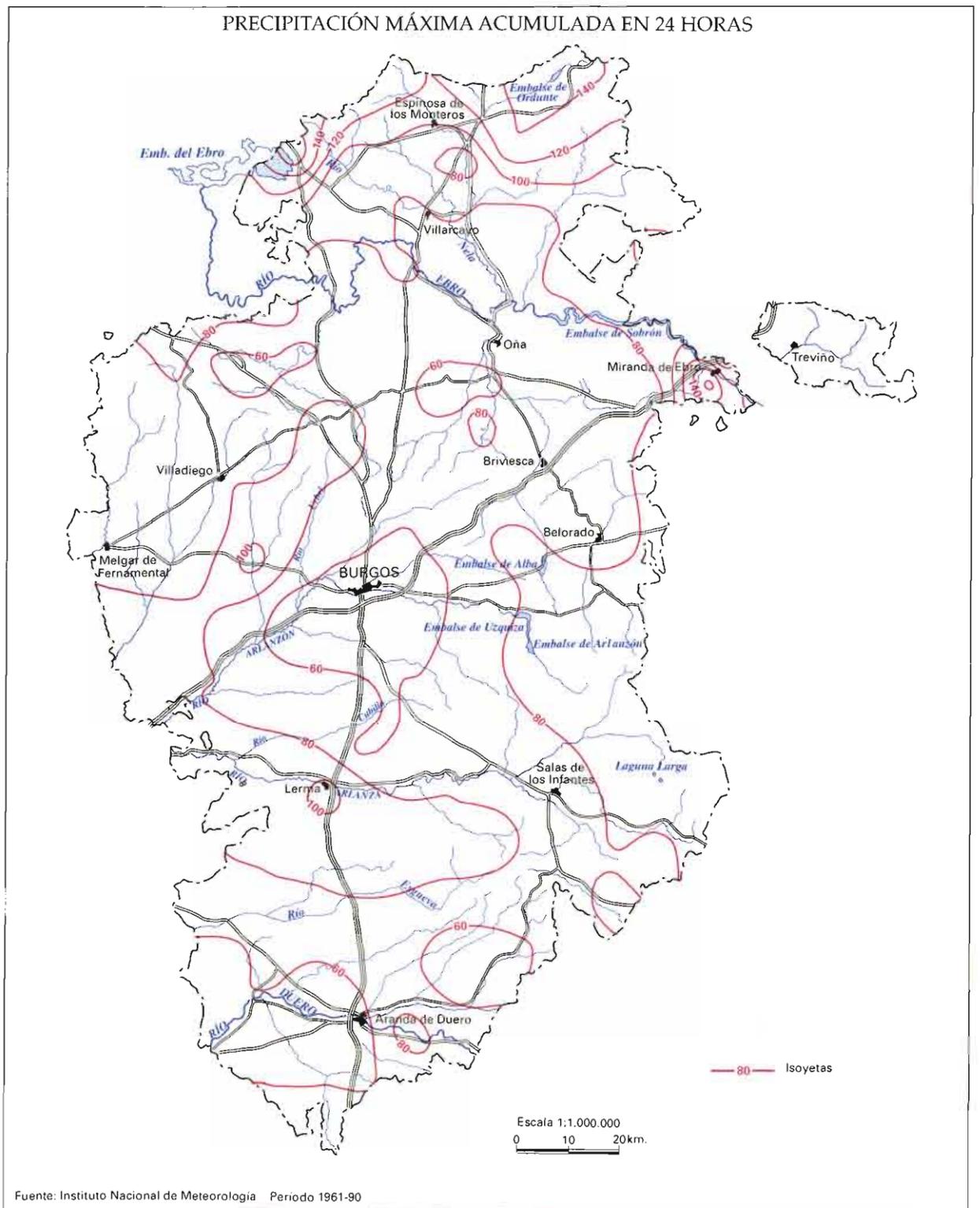
Región	Clima
II.2 Iberia Verde Submarítima	Europeo Occidental de inviernos suaves, veranos frescos, aire húmedo, abundante nubosidad y precipitaciones frecuentes en toda estación.
I.2.1 Iberia Parda Atenuado, Área Norte	Similar a I.2.2. pero siendo el invierno la estación más lluviosa.
I.2.2. Iberia Verde Continental Extremada	Clima mediterráneo (semiárido en I.2.2. Meseta Norte) de interior con inviernos severos y veranos calurosos y secos, insolación abundante y precipitación muy irregular en otoño, invierno y primavera.

Fuente: "Atlas Climático de España", I. Font Tullot.

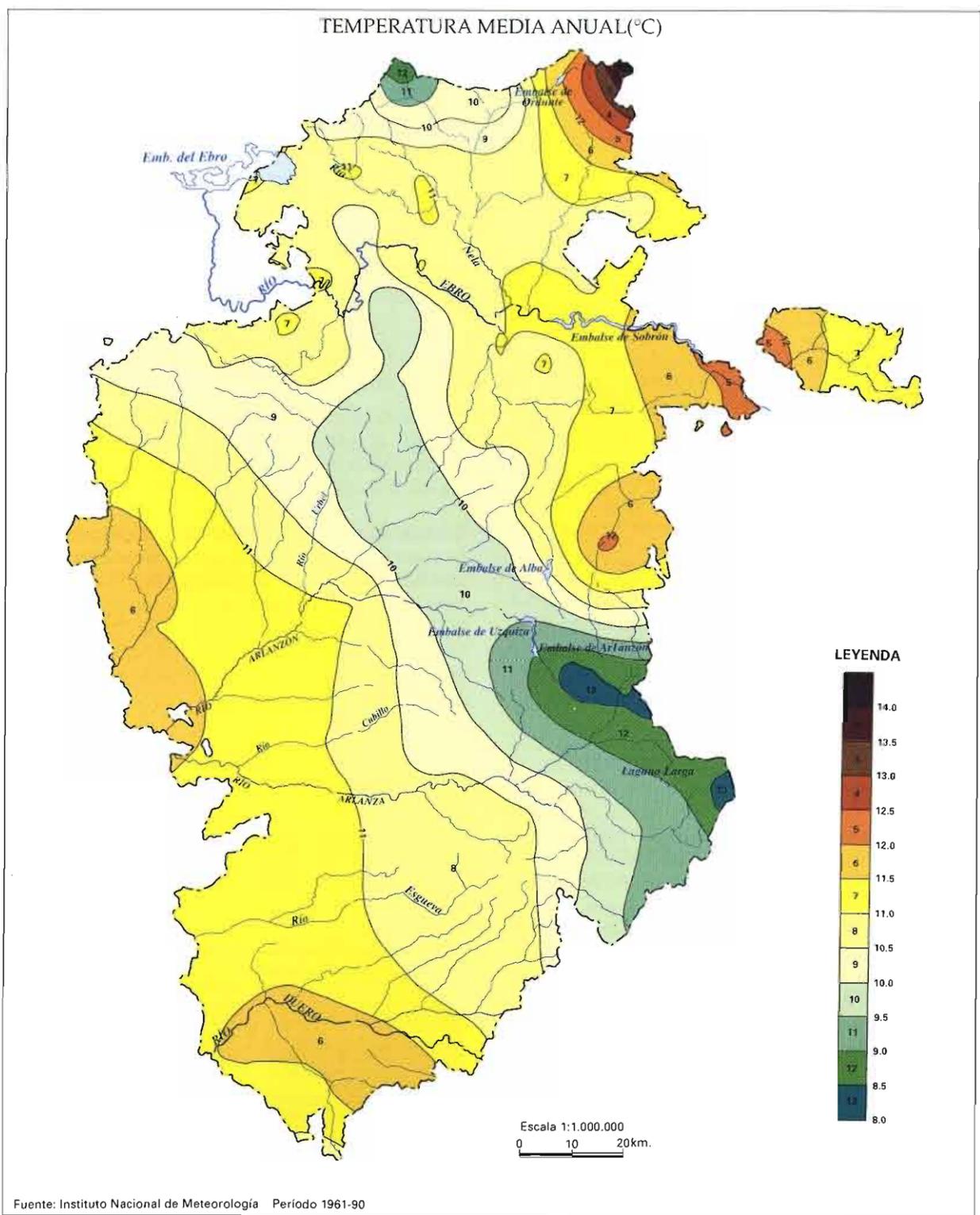
Dada la gran extensión de la provincia y sus variaciones de relieve se pueden distinguir, por su morfología, áreas donde las características climáticas son diferentes. En las *zonas de sierra*, al norte de la provincia y en las sierras de la Demanda y Neila, el efecto orográfico produce mayores precipitaciones, con temperaturas medias de 8-10 °C, no existiendo grandes variaciones anuales. Desde las zonas septentrionales a las meridionales se observa un paulatino descenso de las precipitaciones, desde los 700 mm de media anual en Villarcayo a los 400 mm de Castrojeriz, Lerma o Aranda de Duero. En las *depresiones*, como: La Bureba, al norte de Belorado en la cuenca del Tirón; al norte de Briviesca hasta la Sierra de Oña, en la cuenca del Oca; en las zonas de Miranda de Ebro y el centro del Condado de Treviño, entre otras, rodeadas de montañas y páramos, las precipitaciones son menores (600-400 mm anuales) y las variaciones anuales de temperatura más extremas, destacando la crudeza de sus inviernos, de los más fríos de la península. Los *valles* son generalmente más cálidos, con inviernos más suaves, aunque debido al efecto de inversión térmica se producen intensas heladas hasta bien entrada la primavera.

Hay muchas áreas situadas por debajo de los 800 m de altitud, como: las zonas más occidentales de los valles del Odra, Pisuerga, Arlanza y Arlanzón, en el límite con Palencia, al oeste de la provincia; parte de los valles por donde discurre el río Ebro (Valles de Tobalina y Manzanedo, entre otros); tierras de Villarcayo en la cuenca del Nela; y el valle de Mena, donde se alcanzan cotas de 300 m. No obstante, las zonas de los valles en la cuenca del Ebro presentan un clima más suave que el de la depresión del Duero, que se caracteriza por inviernos y veranos extremos y escasez de lluvias, debido sobre todo a su mayor altitud.

En general, se puede decir que los veranos son frescos, cortos y muy secos, presentándose las temperaturas máximas en julio y agosto.

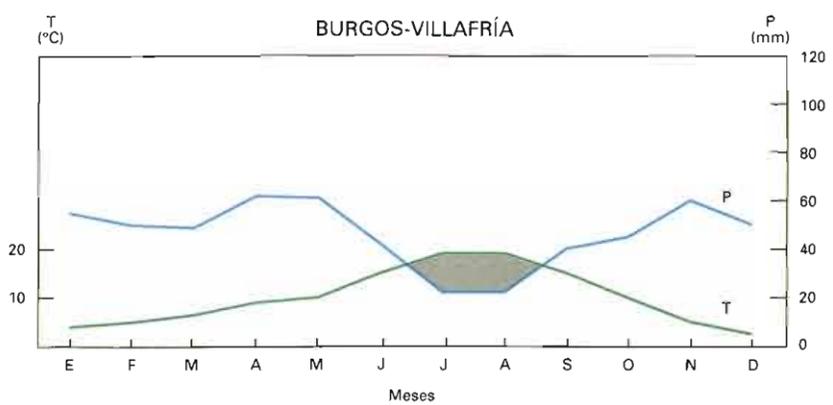
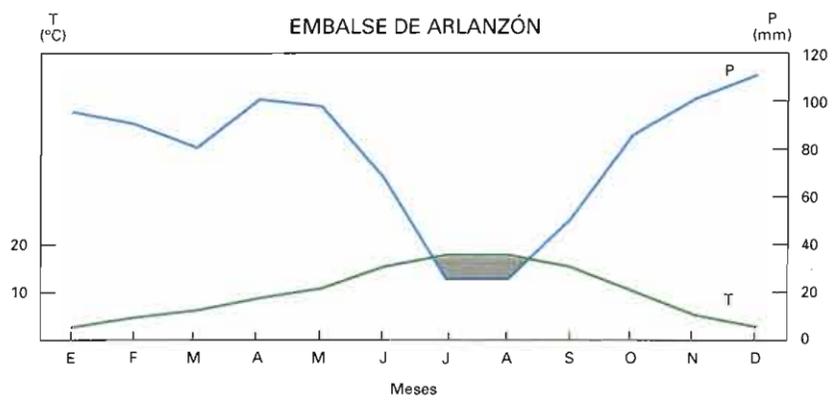


Fuente: Instituto Nacional de Meteorología. Periodo 1961-90



En los climogramas se aprecia que, en los meses de julio y agosto, las precipitaciones bajan y las temperaturas aumentan, dando lugar a un período seco. Los fríos persisten hasta abril y, a veces, mayo, con intensas heladas, enmascarando la primavera y alargando el invierno.

CLIMOGRAMAS



T: Temperatura Media Anual (1961-90) ■ : Período Seco P: Precipitación Media Anual (1961-90)



Valle de Valdivielso



5.2. RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES

La red fluvial de la provincia de Burgos se asienta sobre tres grandes cuencas hidrográficas: Duero, Ebro y Norte. La cuenca del Duero ocupa aproximadamente algo menos de dos tercios de la superficie provincial, la del Ebro algo más un tercio y, la Norte, sólo un mínimo porcentaje, cuya cuantía no supera el dos por ciento.

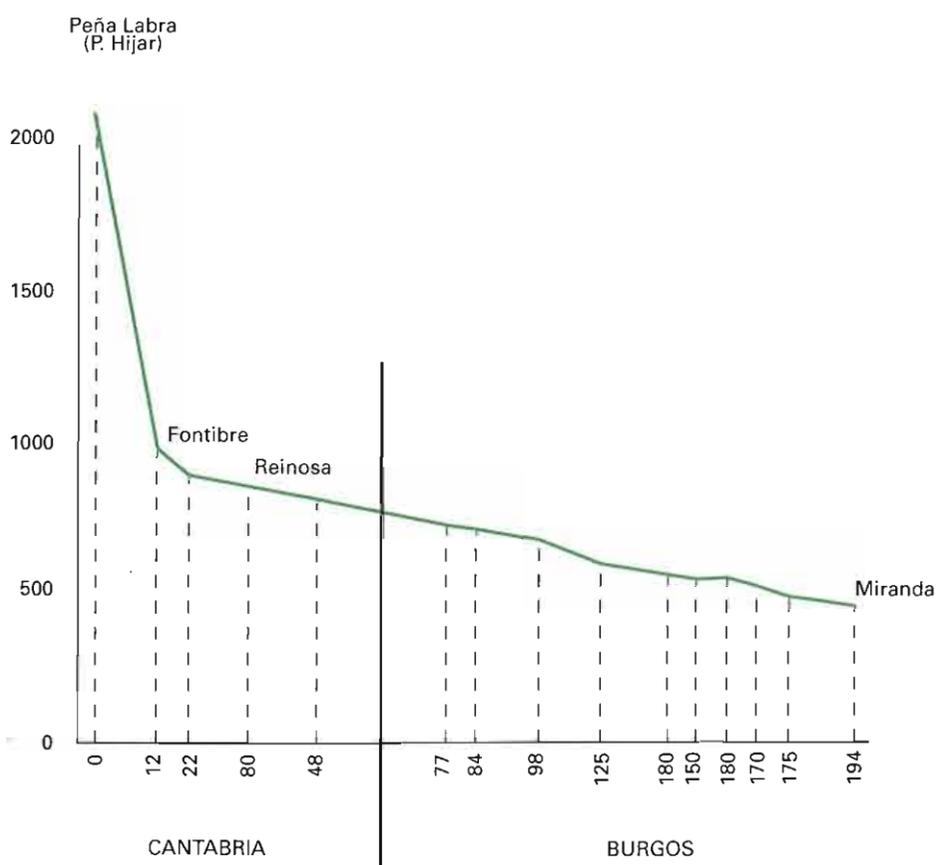
DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL POR CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE LA SUPERFICIE PROVINCIAL

CUENCA	SUPERFICIE (km ²)	%
Duero	8 690	60,9
Ebro	5 308	37,2
Norte	271	1,9
TOTAL	14 269	100

El extremo nororiental de la provincia pertenece a la Cuenca Hidrográfica del Norte. Los cursos fluviales que la atraviesan son de escaso desarrollo, presentan longitudes pequeñas y carácter generalmente torrencial. Destaca entre éstos el río Cadagua, con su afluente el Ordunte. La divisoria hidrográfica con la cuenca del Ebro la delimitan las sierras de La Peña, Salvada y Ordunte.

El río Ebro discurre por el tercio norte de la provincia, atravesando los macizos calizos de los Montes de Tesla, Sierra de Pancorbo y Montes Obarenes. Al circular por las calizas karstificadas de estos relieves cretácicos, el Ebro dibuja estrechos cañones, como los de Tudanca, Cereceda, Valdenoceda y Sobrón. Los principales cursos tributarios que recibe son, por la margen izquierda, el Nela y su afluente el Trueba y el Jerea, y, por la margen derecha, el río Rudrón, el Hómimo, el Oca, el Oroncillo y el Tirón. Ya cerca de Miranda, los embalses hidroeléctricos de Sobrón y Puentelarrá remansan sus aguas, que ya han adquirido un considerable caudal. Aguas abajo de este último embalse y hasta las Conchas de Haro, la topografía se hace llana y el río empieza a serpentear, y sus terrazas alcanzan una importante extensión, siendo la pendiente media del río desde su nacimiento hasta Miranda del 2,4%.

PERFIL LONGITUDINAL-ALTITUDINAL DEL RÍO EBRO, A SU PASO POR LA PROVINCIA DE BURGOS



El río Nela, su afluente el Trueba y el río Jerea, tributarios del Ebro por su margen izquierda, tienen características similares. Se originan en la divisoria hidrográfica con la cuenca Norte y, tras atravesar los relieves cretácicos que constituyen el flanco norte del sinclinal de Villarcayo, desembocan en el Ebro en las proximidades de Trespaderne.

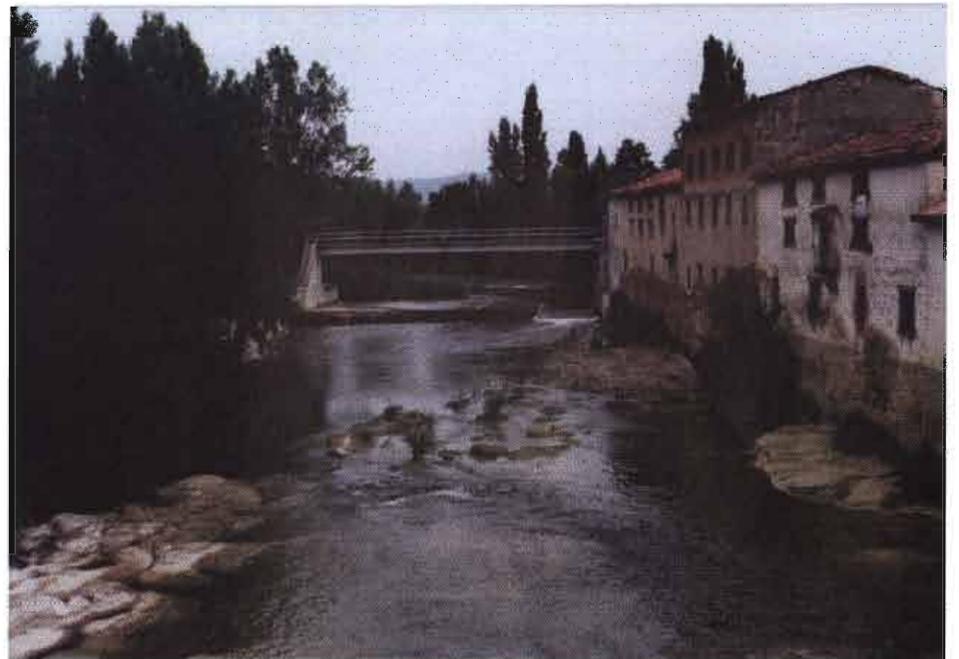
En la margen derecha, el río Rudrón drena las estructuras de La Lora y desemboca en el Ebro en Valdelateja, en plena zona calcárea. Por el contrario, los ríos Hómimo y Oca, que se unen poco antes de llegar al Ebro, tienen cuencas prácticamente impermeables.

Otro gran río que cruza la provincia, en su extremo sur, es el Duero, siguiendo una dirección este-oeste. Aunque el Duero constituye un importante cauce de drenaje, la mayoría de los ríos de la provincia situados dentro de esta cuenca son afluentes directos del Pisuegra. Tal es el caso de los ríos Esgueva, Odra y Arlanza, con su afluente más importante el Arlanzón, así como los afluentes de éste último, el Urbel, el Ubierna y el Pedroso, que drena la Sierra de La Demanda. Únicamente los cursos fluviales que nacen en el sur de la provincia, como el Arandilla o el río Lobos, que al entrar en la provincia de Soria recibe el nombre de Ucero, vierten sus aguas directamente al río Duero.

5.2.1. Forometría

La situación de las estaciones de aforo de la red foronómica actualmente controlada por el Ministerio de Medio Ambiente se muestra en el plano "Red hidrográfica provincial. Puntos de control y aportaciones medias anuales (hm³) de los principales ríos".

En cuanto al número y distribución espacial de las mismas se observa que, en la cuenca Norte, la densidad de estaciones es pequeña y existen varios ríos sin control foronómico. La cuenca del Ebro presenta una alta densidad de registros de dicho control en el cauce principal, y suficiente en sus afluentes, conociéndose con una buena aproximación las aportaciones de los principales ríos. Situación similar se da en la cuenca del Duero, donde la densidad de estaciones de aforo permite que prácticamente la totalidad de los ríos tengan controladas sus aportaciones.



Estación de aforos en el río Trueba, en Medina de Pomar

Son diversos los métodos utilizados para el control de la aportación de los ríos en las estaciones de aforo. Existen estaciones compuestas únicamente por escalas limnimétricas, otras tienen además limnógrafo, y otras más completas disponen también de dispositivos permanentes de calibración. En total hay veinte estaciones de aforos, de las cuales una se encuentra abandonada. Cinco puntos adicionales de control corresponden a otros tantos embalses en explotación: Ordunte, Sobrón, Alba, Uzquiza y Arlanzón, de los cuales éste último tiene estación de aforo. Nueve estaciones se han construido sobre tramos de ríos previamente canalizados al efecto, mientras que otras diez están situadas directamente sobre los cauces naturales y en una no se dispone de datos. Del total de estaciones de aforo existentes en funcionamiento, cinco solamente disponen de una escala de lectura, lo que imposibilita la obtención de registros continuos, mientras que catorce tienen además un limnógrafo de registro continuo. De estas catorce, nueve poseen dispositivos permanentes de calibración, que garantizan una mayor exactitud de los datos obtenidos. Además de los datos proporcionados por la red de estaciones de aforo se dispone de datos parciales de aportaciones en otros puntos distintos de la red hidrográfica provincial. Puntos de control y aportaciones medias anuales (hm³) de los principales ríos".

En el cuadro "Estaciones de aforo situadas en la red hidrográfica provincial" se resumen las características de cada estación de aforo que conforman dicha red de control.

5.2.2. Aportaciones

Las aportaciones constituyen las aguas que circulan por los ríos. Estas son, en principio, aprovechables tanto para usos consuntivos como no consuntivos, e incluso, dependiendo de la demanda existente, para una utilización de tipo estrictamente natural y medioambiental. La cuantificación de los volúmenes circulantes por el cauce de los ríos se realiza a partir de la red de estaciones



ESTACIONES DE AFORO SITUADAS EN LA RED HIDROGRÁFICA PROVINCIAL

Nº estación	Situación	Aportación media (hm³/año)	Tipo de control
1	Río Ebro, en Miranda de Ebro	1981	(NC) Escala y limnógrafo, con c.p.
37	Río Urbión, en Garganchón	53	(NC) Escala (abandonada)
92	Río Nela, en Trespaderne	547	(NC) Escala
93	Río Oca, en Oña	169	(NC) Escala
158	Río Tirón, en San Miguel del Pedroso	93	(C) Escala y limnógrafo
161	Río Ebro, en Palazuelos	1528	(NC) Escala y limnógrafo, con c.p.
165	Río Bayas, en Miranda de Ebro	235	(NC) Escala
166	Río Jerea, en Palazuelos	189	(C) Escala y limnógrafo, con c.p.
189	Río Oroncillo, en Orón	32	(NC) Escala
254	Río Trueba, en Medina de Pomar	173	Sin datos
8	Río Odra, en Piscardianos	14	(NC) Escala y limnógrafo
13	Río Duero, en Aranda de Duero	581	(C) Escala y limnógrafo, con c.p.
28	Río Arlanza, en Castrovido	149	(C) Escala y limnógrafo
30	Río Arlanza, en Covarrubias	377	(C) Escala y limnógrafo, con c.p.
31	Río Arlanza, en Peral de Arlanza	544	(C) Escala y limnógrafo, con c.p.
32	Río Arlanzón, en Villasur	69	(NC) Escala y limnógrafo, con c.p.
49	Río Esgueva, en Cabañas de Esgueva	43	(NC) Escala y limnógrafo
109	Río Arlanzón, en Embalse de Arlanzón	56	(C) Escala y limnógrafo, con c.p.
116	Río Arlanzón, en Villavieja	314	(C) Escala y limnógrafo, con c.p.
125	Río Ubierna, en Sotopalacios	58	(C) Escala y limnógrafo

Fuente: Documentación básica del Plan Hidrológico Nacional. (MOPT, 1989).

NOTA: c.p. dispositivos de calibración permanente
(C): Tramo canalizado.
(NC): Tramo no canalizado

de aforo existentes en la provincia de Burgos. La óptima distribución espacial de la misma permite un adecuado conocimiento de los caudales medios medidos en la red fluvial de la provincia. Complementariamente a los datos suministrados por dicha red se dispone, como resultado de los estudios previos a la elaboración del anteproyecto del Plan Hidrológico Nacional (MOPT-MA, 1993), de datos de aportaciones en puntos de la red hidrográfica provincial distintos de las estaciones de aforo. Estos datos son consecuencia de la necesidad de caracterizar los posibles emplazamientos de los futuros embalses de forma precisa. En este sentido, el conocimiento de la aportación media en los mismos es un dato básico, al objeto de diseñar adecuadamente la capacidad de la presa, y conocer las aportaciones reguladas por la misma para distintas hipótesis de garantía que puedan formularse.

La aportación total medida en una estación de aforos es suma de dos términos diferentes: la aportación estrictamente superficial y la aportación superficial de origen subterráneo. La aportación estrictamente superficial, llamada comúnmente escorrentía superficial, es la fracción de agua que discurre por el cauce de los ríos como consecuencia de la precipitación acaecida sobre la cuenca que no se infiltra ni se evapotranspira. La aportación de origen subterráneo es aquella que se drena desde los acuíferos hacia los ríos. Procede de la parte de la lluvia que se ha infiltrado en el subsuelo permeable y que retorna a los ríos a través de los drenajes naturales de los acuíferos: manantiales, humedales y descargas difusas a los ríos. Para determinar con precisión ambos términos es necesario un conocimiento profundo de la cuenca en estudio.

En el mapa "Red hidrográfica provincial. Estaciones para su control y aportaciones medias anuales (hm³) de los principales ríos", se indica la aportación total anual en los puntos de la red de aforos, así como en otros puntos de control, que se han comentado anteriormente. A modo de resumen se acompaña el cuadro "Aportación media anual en los principales ríos de la provincia", en el cual se señala la aportación que circula por los cauces de los ríos más importantes de la provincia de Burgos, dentro de los límites administrativos de la misma.

Los valores contenidos en el citado cuadro se han representado de forma gráfica, más intuitiva, en las figuras "Esquema fluvial de la cuenca del Ebro en la provincia de Burgos", para la cuenca del Ebro, y "Esquema fluvial de la cuenca del Duero en la provincia de Burgos", para la cuenca del Duero.

Para conocer la aportación total en la provincia de Burgos hay que tener en cuenta que no se puede hacer una simple adición aritmética de los valores contenidos en el cuadro anterior, puesto que habría recursos que se sumarían dos veces, al considerarse una vez como cuenca independiente y otra como aportación del río del cual esa cuenca es tributaria. Tal es el caso del río Riaza, que vierte su aportación al Duero y ésta se contabiliza en el mismo antes del

APORTACIÓN MEDIA ANUAL EN LOS PRINCIPALES RÍOS DE LA PROVINCIA

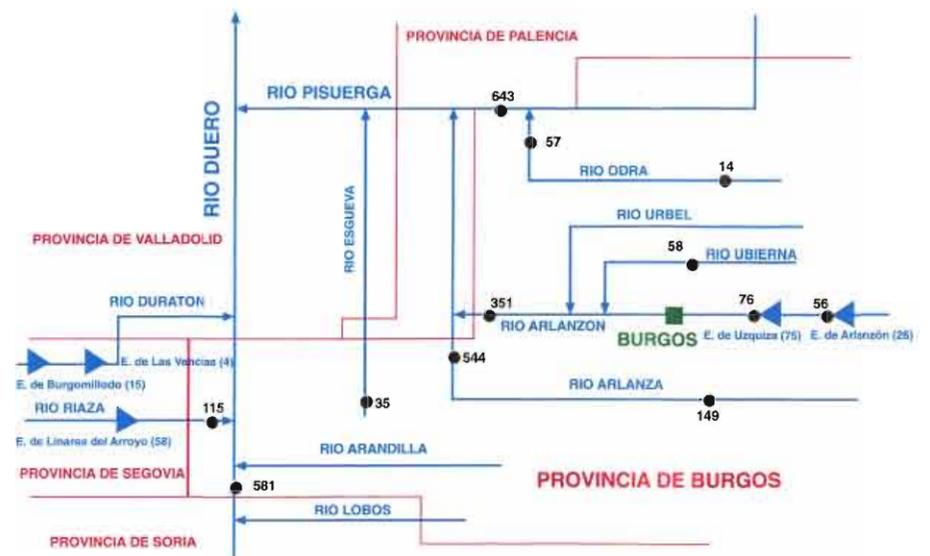
CUENCA	RIO	APORTACIÓN MEDIA ANUAL (hm³)		
		TOTAL	SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA
Norte	Río Cadagua	56	40	16
	Río Ordunte, en el embalse de Ordunte	52	52	0
	Río Ayega	31	31	0
Duero	Río Odra	57	50	7
	Río Pisuerga	643	523	120
	Río Ubierna en Sotopalacios	58	40	18
	Río Arlanzón	351	301	50
	Río Arlanza	544	444	100
	Río Esgueva, en Cabañas de Esgueva	35	32	3
	Río Duero	1 056	642	414
	Río Riaza	115	78	37
Ebro	Río Ebro, a la salida del embalse del Ebro	325	—	—
	Río Ebro, en Miranda de Ebro	1981	1490	491
	Río Trueba, en Medina de Pomar	173	—	—
	Río Nela	547	495	52
	Río Jerea	189	157	32
	Río Rudrón	63	55	8
	Río Oca	169	152	17
	Río Oroncillo	32	28	4
	Río Urbión, en Garganchón	53	—	—
	Río Tirón, en San Miguel de Pedroso	93	86	7
	Río Tirón, fuera de la provincia	166	—	—
	Río Bayas	235	223	12

Fuentes: Plan Hidrológico Nacional. Documentación básica. MOPU, 1989
Investigación hidrogeológica de las cuencas del Ebro y el Duero. ITGE, 1981
Confederaciones hidrográficas del Ebro y el Duero.

río Duratón; o la del río Saelices, que hace lo propio con el Arlanza, en la cuenca del Duero; y el río Salón con el Trueba; y los ríos Nela, Rudrón, Oca y Jerea con el Ebro, en la cuenca de este último río.

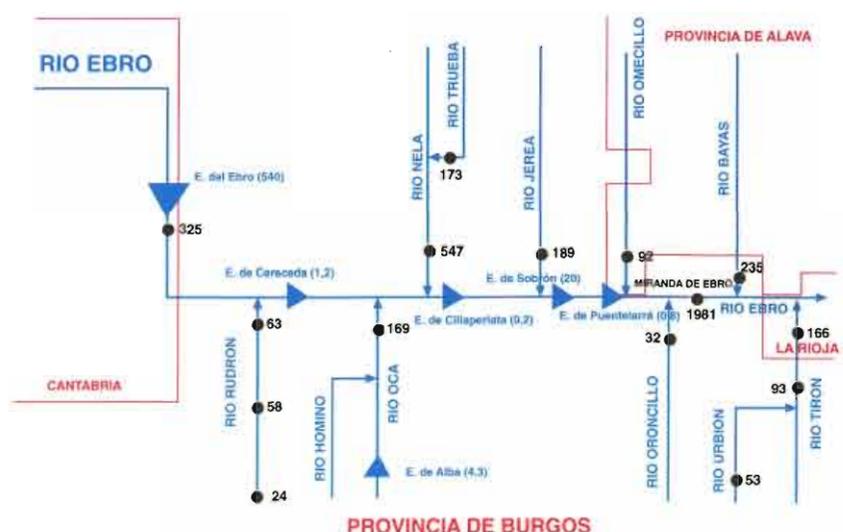
ESQUEMA FLUVIAL DE LA CUENCA DEL DUERO EN LA PROVINCIA DE BURGOS

(Datos en hm³/año para aportaciones y en hm³ para capacidad de embalses)



ESQUEMA FLUVIAL DE LA CUENCA DEL EBRO EN LA PROVINCIA DE BURGOS

(Datos en hm³/año para aportaciones y en hm³ para capacidad de embalses)



Atendiendo a estas consideraciones se puede establecer que la aportación total media que circula por la provincia de Burgos, en hm³/año y desglosada por cuencas hidrográficas, es la relacionada a continuación:



Cuenca del Norte:	139
Cuenca del Duero:	2 744
Cuenca del Ebro:	2 309
TOTAL:	5 192



Embalse de Alba, en el río Oca

5.2.3. Estudio de las aportaciones durante los meses de estío

Las situaciones deficitarias de recursos hídricos superficiales se asocian normalmente a las épocas de estiaje, que corresponden a los meses de julio, agosto y septiembre, en los cuales, los caudales que circulan por los ríos disminuyen sensiblemente con respecto a las demás épocas del año. Con objeto de tener una idea aproximada del orden de magnitud de estos caudales de estío y su relación con los caudales medios anuales, es preciso realizar un completo estudio hidrológico de las series de aportaciones. Para ello, es necesaria una restitución al régimen natural de las series de datos disponibles, que son las proporcionadas por la red de estaciones de aforo de la provincia, así como un completado de las mismas para conseguir series homogéneas, es decir, todas ellas de igual período de datos disponibles. Al tratar en el apartado anterior los recursos hídricos globales de la provincia de Burgos, se han utilizado como datos de partida los proporcionados por el Plan Hidrológico de las cuencas Norte, Duero y Ebro. Dichos datos se han obtenido mediante el método comentado, como resultado del estudio de una serie homogénea en todos los puntos de control, que es la de 1940 a 1985.

En este apartado, y para el fin divulgativo que persigue la presente obra, se ha preferido utilizar las series existentes, aún sabiendo que no son homogéneas, debido a la disparidad en la amplitud de las series de las estaciones de aforo de la provincia, pero considerando que el resultado final será suficientemente ilustrativo de la situación. El cuadro "Aportaciones máxima y mínima registradas en un determinado mes en las estaciones de control foronómico de la provincia" aporta una visión global del fenómeno estacional de los caudales circulantes por la red hidrográfica provincial, al mostrar los caudales máximo y mínimo de las series registradas en las mismas.

Los datos mostrados en este cuadro dan idea de la gran variabilidad existente entre los caudales mínimos y máximos, así como en su carácter claramente estacional. Puede apreciarse que los caudales mínimos se producen preferentemente en los meses de julio, agosto y septiembre, que coinciden con el verano, mientras que los caudales máximos tienen lugar en los meses de noviembre a febrero principalmente, existiendo algún caso, asociado a los deshielos, en que dicho caudal máximo se retrasa hasta los meses de abril e incluso mayo. Esta disposición estacional de los recursos hídricos superficiales potencialmente puede acarrear problemas relacionados con la disponibilidad de los mismos en épocas de estiaje.

El siguiente cuadro, "Aportación media en estío en las estaciones de control foronómico de la provincia" muestra los datos de las aportaciones medias en los meses de julio, agosto y septiembre, así como la suma de los tres meses, que constituyen la época estival, de las series de cada estación foronómica, así como su comparación con la aportación media anual en cada una de ellas.

APORTACIÓN MÁXIMA Y MÍNIMA REGISTRADAS EN UN DETERMINADO MES EN LAS ESTACIONES DE CONTROL FORONÓMICO DE LA PROVINCIA

Estac.	Río	% Mín. Histórica (hm ³)	Fecha		% Máx. Histórica (hm ³)	Fecha	
			Mes	Año		Mes	Año
8	Odra (Piscardianos)	0,02	8	1968	6,24	11	1984
13	Duero (Aranda)	9,9	9	1992	458,8	2	1979
28	Arlanza (Castrovido)	0,01	9	1985	90,15	2	1966
30	Arlanza (Covarrubias)	0,1	9	1987	293,8	12	1959
31	Arlanza (Peral de Arlanza)	0	10 y 11 7, 8 y 9	1983 1984	283,2	2	1979
32	Arlanzón (Villasur)	0,06	2	1990	41,74	2	1979
49	Esgueva (Cabañes de Esgueva)	0,12	8	1950	28,94	2	1960
109	Arlanzón (Embalse)	0	9 y 10	1916	67,21	3	1931
116	Arlanzón (Villavieja)	2	8	1989	161,2	2	1979
125	Ubierna (Sotopalacios)	0,02	10	1991	34,94	2	1979
1	Ebro (Miranda)	12	9	1929	1 167	4	1925
37	Urbión (Garganchón)	0	7 y 8 9 y 10	1965 1970	20,24	1	1970
92	Nela (Trespaderne)	0,8	9	1964	236,1	1	1981
93	Oca (Oña)	1,25	7	1982	85,32	12	1959
158	Tirón (S. Miguel)	0,38	9	1990	50,53	4	1988
161	Ebro (Palazuelos)	17,2	9	1990	495,7	2	1978
165	Bayas (Miranda)	0,1	9 y 10	1989	200,5	4	1990
166	Jerea (Palazuelos)	0,18	9	1990	97,47	11	1979
189	Oroncillo (Orón)	0,03	9	1990	23,11	4	1988
254	Trueba (Medina de Pomar)	0,44	8	1991	57,59	5	1992

APORTACIÓN MEDIA EN ESTÍO EN LAS ESTACIONES DE CONTROL FORONÓMICO DE LA PROVINCIA

Estac.	Río	Serie hidrológica estudiada	Aportación (hm ³)				% sobre aport. media
			Julio	Agosto	Sept.	Total	
8	Odra (Piscardianos)	65/66 - 86/87	0,44	0,29	0,22	0,95	6,7
13	Duero (Aranda)	72/73 - 94/95	26	26,9	26	78,9	13,6
28	Arlanza (Castrovido)	60/61 - 94/95	2,2	1,06	1,49	4,75	3,2
30	Arlanza (Covarrubias)	15/16 - 94/95	8,3	4,8	5	18,1	4,4
31	Arlanza (Peral de Arlanza)	11/12 - 94/95	11,1	6	6,4	23,5	5
32	Arlanzón (Villasur)	72/73 - 94/95	5,91	6,73	4,8	17,44	25,4
49	Esgueva (Cabañes de Esgueva)	45/46 - 94/95	1,27	0,96	1,11	3,34	9,6
109	Arlanzón (Embalse)	15/16 - 94/95	4,06	3,93	3,15	11,14	17,3
116	Arlanzón (Villavieja)	76/77 - 94/95	17,7	15,1	13,4	46,2	14,7
125	Ubierna (Sotopalacios)	74/75 - 94/95	2,19	1,65	1,25	5,09	8,8
1	Ebro (Miranda)	12/13 - 91/92	87	86	50	223	11,2
37	Urbión (Garganchón)	30/31 - 77/78	1,06	0,38	0,72	2,16	4
92	Nela (Trespaderne)	63/64 - 91/92	10,6	8,6	7,4	26,6	4,9
93	Oca (Oña)	59/60 - 91/92	7,34	4,82	3,8	15,96	9,4
158	Tirón (S. Miguel)	69/70 - 91/92	4,2	2,78	2,15	9,13	9,8
161	Ebro (Palazuelos)	65/66 - 90/91	91,1	88,4	70,2	249,7	16,3
165	Bayas (Miranda)	76/77 - 91/92	4,9	6	2,1	13	5,5
166	Jerea (Palazuelos)	65/66 - 89/90	2,9	2,35	1,88	7,13	3,7
189	Oroncillo (Orón)	76/77 - 91/92	1,69	1,35	1,11	4,15	12,8
254	Trueba (Medina de Pomar)	90/91 - 91/92	4,84	0,83	1,7	7,37	4,2

A la vista de los datos presentados en este cuadro, se puede afirmar que, como término medio, la aportación durante la época de estío en los ríos de la provincia es de un 9,5% del total de la aportación media anual de los mismos. Los ríos más desfavorables son el Arlanza, cuya aportación estival no supera un 5% del total anual, el Urbión (4%), el Nela (4,9%) y el Jerea (3,7%), siendo los menos desfavorables, el Arlanzón (25,4%), el Duero (13,6%) y el Ebro (11,2%).

Para completar la información, se ha elaborado un análisis detallado de la situación en los años secos. La caracterización climatológica de los años hidrológicos se ha realizado utilizando el análisis estadístico de Goodrich. Los resultados obtenidos se aportan en el cuadro "Caudales medios en los meses de estiaje para los años secos". En dicho cuadro únicamente se han estudiado aquellas estaciones de aforo que recogen la aportación total del río en el que se ubican, dentro de la provincia de Burgos, deshechando aquellas que recogen tramos parciales de ríos.



CAUDALES MEDIOS EN LOS MESES DE ESTIAJE PARA LOS AÑOS SECOS

Estac.	Río	Aportación (hm ³)				% sobre aport. media
		Julio	Agosto	Sept.	Total	
8	Odra (Piscardianos)	0,26	0,20	0,19	0,65	4,6
13	Duero (Aranda)	18,6	17,1	22	57,7	9,9
31	Arlanza (Peral de Arlanza)	4,81	2,17	3,87	10,85	2,3
49	Esgueva (Cabañes de Esgueva)	0,47	0,33	0,46	1,26	3,6
116	Arlanzón (Villavieja)	7,1	5,2	6,2	18,5	5,9
125	Ubierna (Sotopalacios)	0,98	0,24	0,21	1,43	2,5
1	Ebro (Miranda)	100,8	92,2	76	269	13,6
37	Urbión (Garganchón)	1,23	0,17	0,33	1,73	3,2
92	Nela (Trespaderne)	6,04	5,64	5,1	16,78	3
93	Oca (Oña)	6,62	4,31	3,24	14,17	8,3
158	Tirón (S. Miguel)	2,57	1,58	1,25	5,35	5,7
166	Jerea (Palazuelos)	1,93	0,78	1,38	4,09	2,1
189	Oroncillo (Orón)	1,23	0,96	0,84	3,03	9,3

Como se deduce de la información contenida en este cuadro, la situación de los recursos superficiales en época de estiaje, en los años secos, es más desfavorable, lógicamente, que en el conjunto de todas las series completas. Nótese que, como media, la aportación que circula por los ríos en verano, en años secos, no supera el 6% de la aportación media anual, siendo la situación aún peor en los ríos de la cuenca del Duero, que no llegan, como media, al 5%, destacando el Arlanza (2,3%) y el Ubierna (2,5%), mientras que los de la cuenca del Ebro superan ligeramente el 6,4%. Existen algunos ríos, como el Jerea, Nela y Urbión, en los que dicha aportación no supera el 3,2%. Los únicos ríos que superan el 8% son el Oca, Oroncillo, Duero y Ebro.

Como conclusión final, puede establecerse un balance, meramente orientativo, teniendo en cuenta las salvedades hechas anteriormente sobre la no homogeneidad de las series de datos de aportaciones, de los recursos superficiales en los meses de estiaje (julio, agosto y septiembre) para los años secos. Sería el siguiente:

Cuenca del Duero:	90,39 hm ³
Cuenca del Ebro:	269 hm ³
TOTAL:	359,39 hm³

La cuenca del Norte no se ha estudiado en este apartado debido a que no existe en ella ninguna estación de aforos dentro de la provincia de Burgos.

Esta situación de déficit de recursos hídricos que se produce en épocas de estiaje, puede plantear problemas a la hora de asignar los correspondientes recursos a los distintos usos. En este punto, se muestra como un elemento fundamental, dentro de la planificación hídrica, el uso de las aguas subterráneas para paliar los posibles déficits existentes. Así, el uso coordinado de las aguas subterráneas y las superficiales constituye la principal herramienta de gestión para solucionar los problemas planteados en las épocas estivales con los recursos hídricos superficiales.

5.2.4. Regulación

Las principales obras de regulación superficial existentes en la provincia de Burgos se sitúan en las cabeceras de los Ríos Ordunte, Ebro, Arlanzón y Oca.

En la Cuenca Norte, el embalse de Ordunte regula las aportaciones de la cuenca del río del mismo nombre y sus recursos se utilizan para el abastecimiento de Bilbao, junto con los de otras cuencas. Se ha construido un nuevo embalse, en el río Arceniega, de pequeña capacidad, para aprovechar los recursos de la cuenca del citado río.

La principal obra de regulación existente en la cabecera del Ebro es el embalse del Ebro, que, si bien geográficamente se sitúa en la C. A. de Cantabria, parte de su superficie ocupa la provincia de Burgos. Su función principal es la regulación hiperanual, puesto que su capacidad (549 hm³) es superior a su aportación media (325 hm³/año), aunque sólo regula 298 hm³/año. Sus recursos se destinan al regadío de varias comarcas, así como a dar servicio al trasvase reversible Ebro-Besaya, para el abastecimiento de la comarca de Torrelavega. El embalse de Alba, en el río Oca, se utiliza para abastecimiento de diversas poblaciones de su entorno.

Ya en la cuenca del Duero, las principales obras de regulación son los embalses de Uzquiza y Arlanzón, situados ambos en el río Arlanzón. Sus recursos se destinan al abastecimiento urbano y al regadío.

OBRAS DE REGULACIÓN SUPERFICIAL EN LA PROVINCIA DE BURGOS

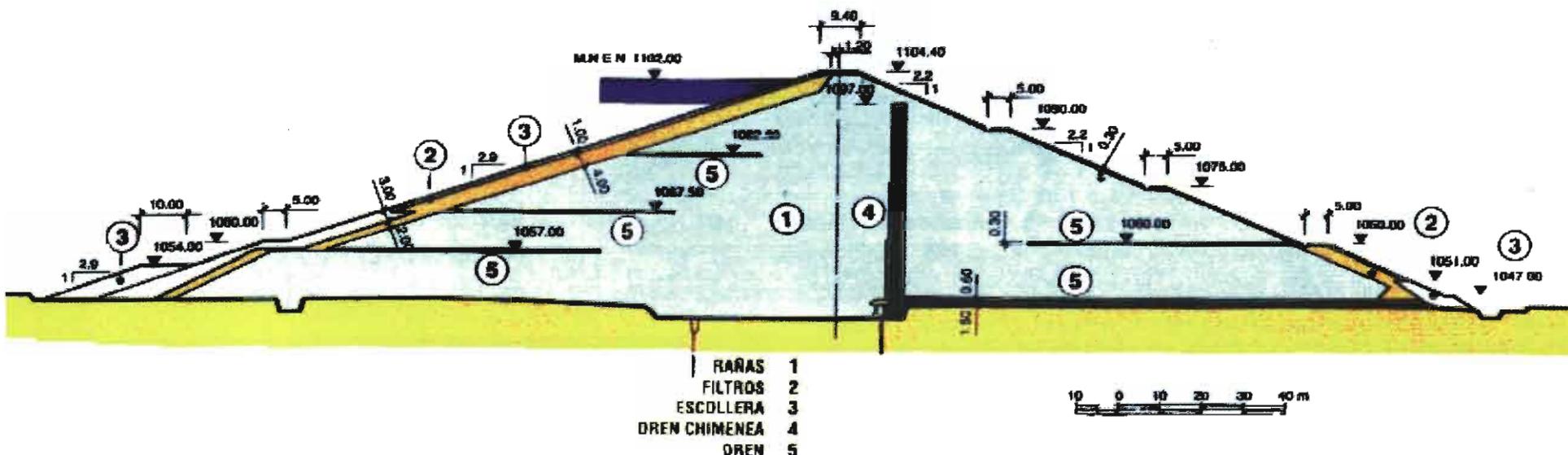
Cuenca	Río	Embalse	Capacidad (hm ³ /año)	Volumen Regulado (hm ³ /año)	Aportación media del río (hm ³ /año)	Uso
Norte	Ordunte	Ordunte	22	40	52	Abastecimiento
	Arceniega	Arceniega	0,7	—	—	Abastecimiento
Ebro	Oca	Alba	4,3	5,5	8,6	Abastecimiento
	Ebro	Ebro	540	298	325	Riego y abastecimiento
		Cereceda	1,2			Hidroeléctrico
		Cillaperlata	0,6			
		Sobrón	20	100		
		Puentelarrá	1,5			
Duero	Arlanzón	Uzquiza	75	20	80	Riego y abastecimiento
	Arlanzón	Arlanzón	23	26		
	Arlanza	Castrovido (P)	111	—	149	
Total (10)			799,3	512	—	

(P) Embalse en proyecto.

FUENTE: Documentación básica del Plan Hidrológico Nacional (MOPU, 1989).

De todos los embalses reseñados para la cuenca del Duero, el más importante en cuanto a tamaño es el de Uzquiza, en el río Arlanzón. Sus características técnicas son las siguientes:

SECCIÓN TIPO DE LA PRESA DE UZQUIZA



Fuente: Selección de presas españolas. MOPTMA-Comité español de grandes presas, 1993.



Superficie de cuenca:	152 km ²	Precipitación media total:	154 hm ³
Aportación media anual	80 hm ³	Caudal medio:	2,54 m ³ /s
Avenida de proyecto. Caudal:	252 m ³ /s	Avenida de proyecto. Volumen	8 hm ³
Volumen de embalse normal:	75 hm ³	Volumen de resguardo:	6 hm ³
Embalse útil:	73 hm ³	Máxima superficie:	313 ha
Longitud de río inundada:	8,8 km	Altura de ola debida al viento:	0,5 m
Tipo de presa:	Materiales sueltos	Altura máxima sobre cimientos:	65 m
Longitud de coronación:	460 m	Asiento máximo observado:	13,5 cm
Volumen:	2.420 x 10 ³ m ³		

Los embalses de las cuencas Norte y del Duero pueden considerarse como de regulación propia, es decir, que regulan únicamente recursos del río en el cual están emplazados. Sin embargo, el embalse del Ebro es de regulación general. Por lo que respecta a los demás embalses, de uso hidroeléctrico no consuntivo, se puede hablar de una regulación natural, debido a que actúan, además, como azudes de derivación para regadíos.

De los datos aportados se deduce que gran parte de la aportación que circula por la red fluvial de la provincia de Burgos está sin regular dentro de la misma. De la aportación total del Ebro en Miranda, que es de 1 981 hm³/año, solamente están regulados 404 hm³/año, lo cual supone únicamente un 20%. Quedan sin regular un total de 1 577 hm³/año, el 80%. En la cuenca del Duero, el volumen regulado supone un porcentaje aún menor, el 2%, puesto que solamente hay 46 hm³/año regulados sobre una aportación total de 2 744 hm³/año, si bien es cierto que gran parte de los caudales circulantes por la provincia de Burgos en la cuenca del Duero se regulan o aprovechan aguas abajo de la misma.

Es interesante reseñar la existencia de pequeñas presas o balsas para regadío que recogen la aportación de pequeños ríos y arroyos, o la escorrentía superficial asociada a puntas de precipitaciones importantes. La capacidad de las mismas es en general muy pequeña, no superando en la mayoría de los casos los 100 000 m³. Dentro de este apartado, solamente se reseñan aquellas con capacidades superiores a 1 hm³, que son las siguientes:

Localidad	Capacidad presa (hm ³)	Origen del agua
Espinosa de los Monteros	1,24	Arroyo Toba
Tórtoles de Esgueva	1,8	Escorrentía
Treviño	1,46	Río Arrieta

5.2.5. Aprovechamientos

Los aprovechamientos de las aguas superficiales en la provincia de Burgos se destinan principalmente al abastecimiento urbano y al regadío. Los aprovechamientos hidroeléctricos se circunscriben a los embalses de Cereceda, Cillaperlata, Sobrón y Puentelarrá, en la cuenca del Ebro, que tienen una potencia instalada de unos 60 Mw y una producción media de 220 000 Mwh anuales.

El embalse de Ordunte, en la cuenca Norte, se utiliza para el abastecimiento de Bilbao y su área de influencia. En cuanto al embalse del Ebro, hay que reseñar que una pequeña parte de sus recursos se destina, mediante el trasvase reversible Ebro-Besaya, al abastecimiento de la comarca de Torrelavega, con caudales del orden de 30 hm³/año. En la cuenca del Duero, los recursos del embalse de Uzquiza se destinan al abastecimiento de Burgos, apoyados por las extracciones de los sondeos de Villaverde y Peñahorada.

Por lo que respecta a los regadíos, hay que indicar que, en la cuenca del Ebro, los recursos del embalse del Ebro, exceptuando los comprometidos en el trasvase al Besaya, se destinan a este fin. La superficie de regadío es pequeña, del orden de 3 100 hectáreas, de las cuales 2 300 pertenecen a la provincia de Burgos. La mayoría se riegan con aguas superficiales, procedentes de ríos y embalses, y muy pocas con aguas subterráneas. El volumen utilizado para este fin es de 11 hm³/año. Existe no obstante un plan de riegos del embalse del Ebro que contempla la posibilidad de regar unas 7 000 ha, una vez concluidos los correspondientes proyectos de viabilidad. Previsiones similares existen para el desarrollo de regadíos en otras subcuencas de la provincia, como la del río Nela. En la cuenca del río Tirón se riegan con aguas procedentes del río unas 5 500 ha, de las cuales solamente 865 ha pertenecen a la provincia de Burgos y, el resto, a La Rioja. El consumo anual es de 19 hm³. En la cuenca del Duero, los recursos regulados por el embalse del Arlanzón se destinan al regadío de 3 150 ha, con una dotación de 8 250 m³/ha/año, suministrados con una garantía del 96%. Estos recursos son conducidos a las

zonas regables a través del canal del Arlanzón, conducción principal de un complejo sistema de transporte constituido por 40 canales y más de 65 acequias.

5.2.6. Balance hídrico. Cálculo de aportaciones

Para realizar el cálculo de las aportaciones de la provincia, se van a considerar los siguientes términos: la precipitación total (P), la evapotranspiración real (ETR), y la aportación total como suma de la aportación estrictamente superficial y la de origen subterráneo. El balance así planteado responde a las ecuaciones:

Aportación total = Precipitación total – Evapotranspiración real.
Aportación total = Aportación superficial + Aportación subterránea.

Hay que tener en cuenta que no toda la aportación que circula por la provincia de Burgos se ha generado dentro de ella, sino que hay algunos casos, como los ríos Pisuegra, Rianza, Duero o Ebro, cuyos recursos se han generado fuera de la provincia de Burgos, aunque circulen por la misma. Para conocer la aportación generada dentro de la provincia, es necesario restar las cantidades correspondientes de los totales de algunos ríos. Esta operación se muestra en el cuadro "Aportación generada y aportación circulante por la provincia de Burgos", cuyas cifras vienen dadas en hm³/año.

APORTACIÓN GENERADA Y APORTACIÓN CIRCULANTE
POR LA PROVINCIA DE BURGOS

Cuenca	Río	Aportación		
		Total	Generada dentro de la provincia de Burgos	Solamente circula por la provincia de Burgos, pero se genera fuera de ella
Norte	Cadagua	56	56	0
	Ordunte	52	52	0
	Ayega	31	31	0
	TOTAL	139	139	0
Duero	Odra	57	57	0
	Pisuegra	643	57	586
	Ubierna	58	58	0
	Arlanzón	351	351	0
	Arlanza	544	544	0
	Esgueva	35	35	0
	Rianza	115	8	107
	Duero	1 056	111	945
	TOTAL	2 744	1 106	1 638
	Ebro	Trueba	173	173
Nela		547	547	0
Jerea		189	189	0
Rudrón		63	63	0
Oca		169	169	0
Orocillo		32	32	0
Urbión		53	53	0
Tirón		93	93	0
Bayas		235	0	235
TOTAL		2 309	1 749	560

Con el fin de mostrar las fichas de un modo sencillo y fácil de visualizar, se ha considerado que el mejor método es resumirlas en el cuadro "Balance de la aportación generada en la provincia de Burgos", en el cual todas las cifras vienen dadas en hm³/año.

Cuenca	P	ETR	Aportación generada en la provincia		
			Total	Superficial	Subterránea
Norte	282	143	139	123	16
Ebro (hasta Miranda)	3 832	2 083	1 749	1 401	348
Duero	4 927	3 821	1 106	880	226
TOTAL	9 041	6 047	2 994	2 404	590



5.3. CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

Es importante conocer la calidad del agua que corre por los ríos y que llena los lagos y embalses. De esa manera se satisface una curiosidad natural en el hombre por conocer el entorno en el que vive. Además ayuda a explicar las diferencias que se observan en la flora y fauna que habita a lo largo de las riberas, así como las transformaciones lentas que van descubriéndose al paso del tiempo en áreas o puntos singulares, con motivo por ejemplo de la creación de nuevas urbanizaciones o la instalación de agua corriente en núcleos rurales de una determinada zona, y también los cambios bruscos que acompañan a un accidente de cualquier tipo que derive en un aporte de sustancias tóxicas al cauce: interrupción imprevista en el funcionamiento de una depuradora grande, vaciado de consideración de los residuos de una fábrica y vertido por accidente viario de un camión o vagón cisterna, entre otras posibles.

Sin embargo, hay unos fines quizás aparentemente más prosaicos pero que derivan de nuestra dependencia real hacia un agua de buena calidad: los núcleos de población, la agricultura, la ganadería, y en gran parte la industria, necesitan insoslayablemente el agua para llevar a cabo su razón de ser, y un agua que esté en las mejores condiciones posibles. Así, conseguir una información (es decir, una descripción) amplia sobre el estado de la calidad del agua disponible es el insustituible y obligado punto de partida para, mediante su estudio y posterior aplicación a través de una planificación de estos recursos hídricos, definir de forma objetiva las actuaciones que se consideren necesarias para adecuar ese estado actual o previsible en cada tramo de los ríos a las características que esos usos vitales requieren de ese agua.

La importancia que contiene este asunto para el bien de los ciudadanos es tal que ha llevado a legislar los requisitos que se deben cumplir en relación con la calidad del agua, mediante leyes, reglamentos y órdenes.

Para conocer cual es la calidad del agua, se observa el *análisis químico* de las muestras de agua que se toman en unos sitios determinados de los ríos. Estos puntos donde se muestrea, *estaciones de muestreo*, constituyen la Red Oficial de Control de Calidad (R.O.C.C. o red COCA), que también se utiliza para medir el caudal que fluye.

De manera parecida a la red COCA existen otras: red COAS, para las aguas de abastecimiento; la red de control de la UE; la red radiológica; la red ictiológica, etc. Todas ellas constituyen la *red integrada de Calidad de las Aguas* (red I.C.A.). Además, se está implantando en la actualidad una red de estaciones de alerta automática (red E.A.A.), cuyo objetivo es avisar inmediatamente en caso de contaminaciones graves, y así evitar consecuencias peligrosas.

Con el análisis químico se comprueba la presencia, cualitativa y cuantitativa, de aquellas sustancias o de aquellos parámetros que se investiga en el punto de muestreo. Los más comunes son: caudal, aspecto, temperatura, salinidad (conductividad), acidez (pH) y materias que lleva en suspensión; también están en este grupo los parámetros relacionados directamente con el

oxígeno, elemento básico y primordial para la vida natural en el agua, como: oxígeno disuelto, porcentaje de oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno.

Un segundo grupo de parámetros que se analizan, aunque con menos frecuencia, están relacionados con la facies o tipo del agua, dependiente, principalmente, de los suelos y terrenos por los que ha pasado a lo largo de su camino, y ello se obtiene a través de sus iones mayoritarios o principales, tanto *aniones*: cloruros, sulfatos, bicarbonatos y carbonatos, como *cationes*: calcio, magnesio, sodio y potasio, además de la alcalinidad; también comprende los *compuestos de nitrógeno*: nitratos, nitritos y amonio, así como los *fosfatos* y la concentración de *detergentes*, por ser aportaciones típicas derivadas de las actividades agrícola, pecuaria y doméstica. Se añade una determinación de tipo bacteriológico que aporta una orientación muy útil sobre el estado microbiológico del agua muestreada: su *contenido en coliformes totales*.

Un tercer grupo de parámetros que se analizan con menos frecuencia, salvo un interés especial o concreto, están asociados con la incidencia de las actividades industriales y el vertido de sus residuos principalmente; en estos casos se determinan: aceites, grasas, fenoles, hierro, cobre, manganeso, cromo, cianuros, arsénico, cadmio, mercurio, plomo, cinc y flúor.

Otros factores que influyen en la selección de estos parámetros y en la frecuencia de su análisis en cada estación, son: el emplazamiento del punto, la historia de los resultados previos ya conocidos, la influencia de esta calidad en el uso del agua más abajo en el río, factores económicos, etc.

Sin embargo, para diversos fines, como por ejemplo la representación en mapas, se ha definido un único parámetro a modo de síntesis o resultante de todos los demás ya comentados, que es el *"índice de calidad general"* (I.C.G.) y que ofrece una visión de conjunto de la calidad del agua mediante un número adimensional entre 0 y 100. Este índice no pretende reflejar la bondad del agua para un uso concreto y debe entenderse como una medida ponderada, reflejo de las diversas determinaciones analíticas del agua que lo conforman.

Según el valor que adquiere el I.C.G. del agua de un río, ésta se clasifica como sigue:

I.C.G.	90-100	80-90	70-80	60-70	0-60
Calidad del agua	Excelente	Buena	Intermedia	Admisible	Inadmisible

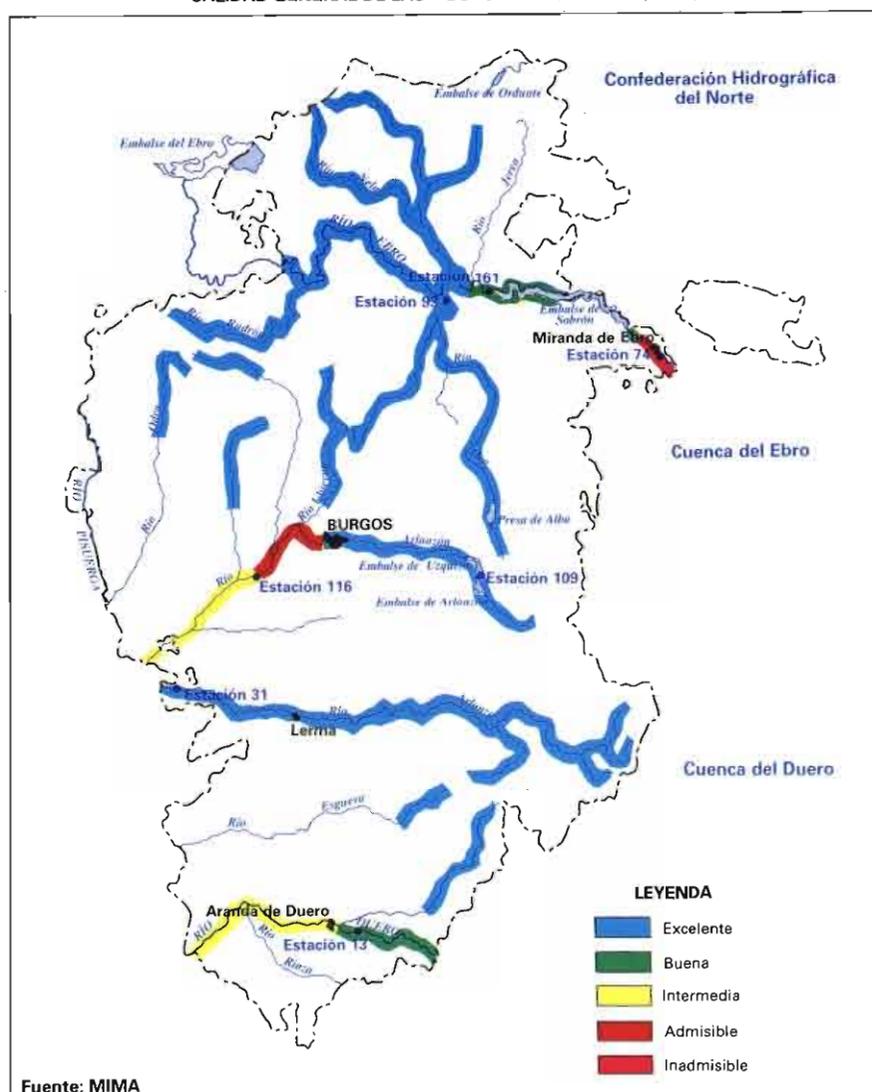
Fuente: MOPTMA. Año 1996.

En términos generales, la calidad del agua en los ríos más importantes parte de un nivel excelente en la cabecera y se va degradando conforme discurre por el cauce, si bien de diversa manera y con distinta intensidad según los casos. Así, por ejemplo, y dentro de los límites de esta provincia:

- el Nela y el Trueba presentan muy buena calidad, sobre todos en sus tramos medio y alto.
- el Ebro lleva unas aguas limpias hasta Miranda de Ebro, donde los vertidos les confieren una contaminación notable.
- el Rudrón aporta aguas muy limpias, así como el Oca, especialmente hasta Briviesca.
- el Duero presenta una ligera degradación de su calidad en el sentido de la corriente hasta llegar a Aranda de Duero, donde los vertidos urbanos e industriales hacen que baje significativamente su I.C.G., pasando sus aguas a ser de calidad intermedia, clasificación que se mantiene hasta su salida de la provincia.
- el Arlanzón presenta una buena calidad hasta su paso por la ciudad de Burgos, cuyos vertidos provocan una degradación a pesar del tratamiento depurador que reciben previamente.
- el Arlanza y todos los demás mantienen la calidad de sus aguas en un buen nivel, con alguna degradación progresiva de escasa importancia.

El I.C.G. ofrece una imagen abstracta o global de la calidad del agua; pero dada la importancia práctica que encierra este tema, también es necesario conocer, con la suficiente precisión, la aptitud particular del agua para un uso concreto: por ejemplo, el abastecimiento urbano.

CALIDAD GENERAL DE LAS AGUAS SUPERFICIALES (I.C.G.)



Fuente: MIMA

ÍNDICE GENERAL DE CALIDAD, ENTRE 1980 Y 1986

Nº de estación	Valores medios anuales					Valor medio del periodo
	1980-91	1982-83	1983-84	1984-85	1985-86	
13	81,32	79,88	82,20	84,48	84,19	82,43
31	84,27	87,61	85,99	85,31	86,08	85,85
109	92,49	91,44	93,08	—	90,94	92,01
116	57,55	55,68	56,73	62,74	58,24	58,26

Fuente: MOPTMA. Año 1994.



Con esta finalidad, España ha seguido el criterio que rige en todos los países de la Unión Europea, adoptando las *Normas del Consejo de las Comunidades Europeas*: se han definido 3 categorías para el agua, según sea el tratamiento tipo necesario para obtener la depuración de ese agua superficial y que la transforma en agua apta para el abastecimiento urbano, que son: Categoría A1, Categoría A2 y Categoría A3, de más simple a más exigente.

Estas categorías dependen lógicamente de la composición del agua, es decir del valor que presentan los valores de los parámetros analizados en sus muestras, que son semejantes a los de la red COCA.

De esta manera, la clasificación para abastecimiento urbano que correspondía, por ejemplo, en Julio de 1985, al agua en las estaciones de control, era la siguiente:

Nº de estación	13	31	74	93	109	116	161
Categoría del agua	A-2	A-1	A-3	A-2	A-1	A-2/3	A-1

Fuente: MOPTMA. Año 1994-96.

Otro uso del agua es la agricultura: los parámetros principales que indican si un agua es más o menos buena para el riego son: la conductividad eléctrica, o sea, su salinidad y la relación de absorción en sodio, que mide la concentración relativa del sodio con respecto al calcio y magnesio. Así, con los valores obtenidos en las estaciones de control se deduce que el agua que pasa por ellas es de buena a excelente para regadío, excepto en la 116 y 74 donde resulta sólo admisible para este uso.

Hasta ahora, se observa que los parámetros utilizados como referencia de la calidad del agua son de naturaleza química o físico-química, debido a sus ventajas: rapidez, economía y precisión, relativas, que otorgan las técnicas analíticas de los laboratorios, así como por la estabilidad, relativa también, de las muestras tomadas con tal fin.

Ese enfoque químico proporciona una imagen del agua en sí, como sustrato o soporte material, inerte (en principio), con que cuentan los organismos animados de todo tipo, animales y vegetales, para desarrollar sus funciones vitales.

No obstante, si se quiere conocer en su propia realidad el estado de estos organismos hay que utilizar el enfoque biológico para medir la calidad del medio acuático, y analizar parámetros biológicos.

El *índice biológico*, I_b , cumple esta función, basándose en el análisis de muestras de macrofitas, macroinvertebrados y peces. Se define:

$$I_b = f_1 (E) \times f_2 (c)$$

siendo:

$f_1 (E)$ una función de la estructura de la comunidad, como la diversidad de especies presentes;

$f_2 (c)$ una función de la composición de la comunidad, según el tramo del río y la naturaleza de las especies contenidas.

A efectos de clasificar la calidad de los distintos tramos de un río, se ha establecido la siguiente graduación para los valores del índice biológico:

I_b	≥ 100	50 a 100	10 a 50	0 a 10	-10 a 0	-50 a -10	< -50
Clase	I	II	III	IV	V	VI	VII

Fuente: MOPTMA. Año 1996.

Otro indicador biológico utilizado es el *índice Biological Monitoring Working Party (BMWP)*, que además de los biológicos también integra factores químicos y físicos que inciden sobre el equilibrio del ecosistema fluvial. Su valor expresa el nivel de calidad de acuerdo a la siguiente clasificación:

$100 \leq I_b$	(Azul)	Aguas muy limpias
$60 < I_b < 100$	(Verde)	Algunos efectos de contaminación
$35 < I_b \leq 60$	(Amarillo)	Aguas contaminadas
$15 < I_b < 35$	(Rojo)	Aguas muy contaminadas
$I_b < 15$	(Negro)	Aguas fuertemente contaminadas

Los puntos de los ríos donde se toman las muestras constituyen la red de APTITUD DEL AGUA PARA LA ICTIOFAUNA; muestras en las que se analizan los parámetros legislados sobre aptitud del agua para la vida acuática.

De esta manera, se ha comprobado numéricamente que los valores más altos del I_b se dan en la cabecera de los ríos, mientras que los más bajos se corresponden con los puntos más degradados de la provincia: en particular, la estación del Arlanza, aguas abajo de Burgos, donde existen unas comunidades de macroinvertebrados muy simplificadas, constituidas prácticamente en su totalidad por especies indicadores de contaminación, y también a la salida de Miranda de Ebro.

La eutrofización del medio acuático, lagos y embalses sobre todo, constituye un fenómeno a destacar, a la vez químico y biológico. Esta degradación del

agua es provocada por un desarrollo excesivo de la vegetación acuática y tiene su origen en una concentración alta de sustancias químicas, principalmente fosfatos y también nitratos, que actúan como nutrientes de las plantas.

La presencia de estos nutrientes en las aguas está relacionada generalmente con las actividades humanas que se desarrollan en el entorno amplio del cauce, receptor que drena directa o indirectamente, a través de las aguas subterráneas, los vertidos generados por la agricultura, la ganadería, la industria y la vida doméstica, ya sean de carácter puntual o difuso.

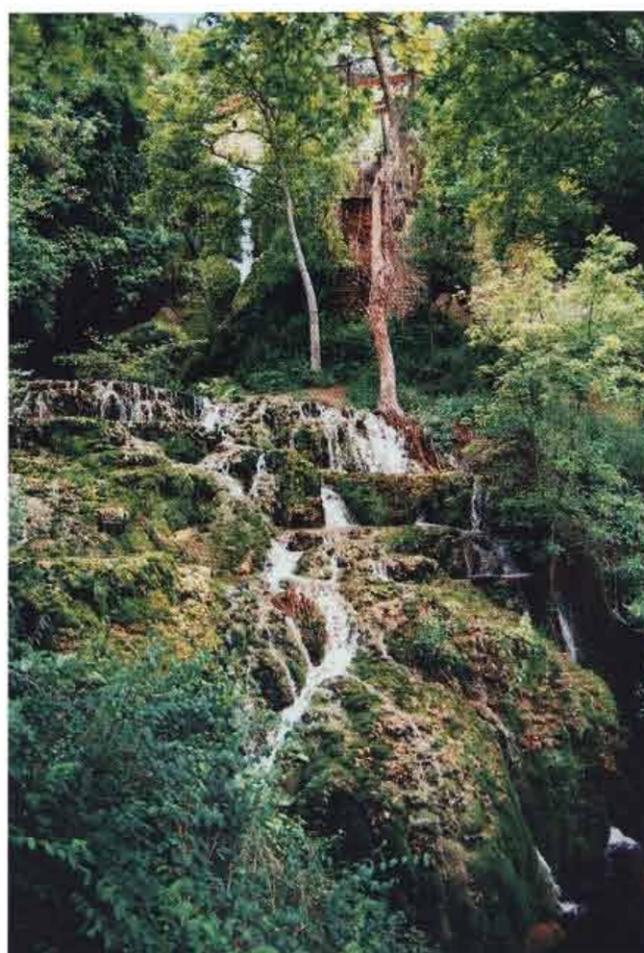
Las concentraciones de fosfatos encontradas en la Red Oficial de Control de calidad (R.O.C.C.) superan el límite (0,15 mg/l), a partir del cual las aguas se consideran eutrofizadas, en todos los ríos importantes de la provincia, salvo en sus tramos altos, aumentando de manera progresiva con el curso del agua y alcanzado niveles notables (> 1,5 mg/l) a su paso por las ciudades grandes.

Por otro lado, y para conocer el grado de eutrofización de los embalses, se han realizado estudios que los clasifican según cinco categorías, de menor a mayor intensidad: *oligotróficos*, *oligomesotróficos*, *mesotróficos*, *meso-eutróficos* y *eutróficos*. El embalse de Arlanzón presentó un estado oligo-mesotrófico, así como el de Reinosa; el de Sobrón fue trófico, mientras que en Ordunte la eutrofia era moderada.

En general, se puede indicar que las aguas superficiales presentan un buen nivel desde el punto de vista de su contenido total en sales disueltas, o salinidad; algún problema destaca, debido a los vertidos de las grandes ciudades, originados sobre todo en los polígonos industriales, como es el caso de Burgos y Miranda de Ebro, y en menor medida también en Aranda de Duero.

En cuanto a su utilización para el consumo humano, la mayor parte de estas aguas, salvo las de cabecera de los ríos, precisan un cierto tratamiento según las Normas europeas que se han comentado. Para el regadío, por su parte, todas ellas son aptas según las Normas habitualmente consideradas con este fin.

Para dar solución a los diversos problemas que se han singularizado, se han diseñado las medidas adecuadas recogidas en el *Plan Hidrológico Nacional*, entre otras. En especial se encuentran elaboradas las *"Directrices relativas a las características básicas de calidad del agua y de ordenación de vertidos"*, tales como las correspondientes a las exigencias para conservar el medio ambiente, desarrollo del Plan de Saneamiento Integral, ordenación de los vertidos, estado trófico de los embalses, reducción de la carga de contaminantes en los retornos de regadío, corrección de vertidos según los objetivos de calidad, mejora de las redes de estaciones de control, etc.



Orbaneja del Castillo. Manantial de la Cueva del Agua.