

1. AGUAS SUPERFICIALES.

1.1. Sistemas naturales.

El Municipio de Zaragoza es atravesado por las aguas del curso medio del río Ebro, y por dos importantes afluentes, uno ibérico, el río Huerva, y el otro pirenaico, el río Gállego. También parte del territorio municipal vierte hacia la cuenca del río Jalón, que de origen ibérico, transcurre cercano al límite occidental del municipio hasta su desembocadura en el río Ebro. Dada la aridez de la Depresión media del Ebro y la consiguiente escasez de agua, el paso de estos cursos fluviales resulta de gran trascendencia.

La red hidrográfica del municipio se estructura en función de los ríos mencionados (Ebro, Gállego y Huerva principalmente), que al mismo tiempo constituyen los únicos cursos de agua naturales permanentes. El resto de cursos fluviales del municipio no constituyen corrientes continuas. Se trata de barrancos que únicamente llevan agua a raíz de fuertes precipitaciones, y que en ocasiones producen importantes caudales de avenida. Dicha red se estructura de forma dendrítica hasta formar un colector principal que en muchos casos no llega a desaguar en los ríos Ebro, Gállego o Huerva, sino que va a parar a zonas de cultivo, acequias, áreas habitadas, zonas endorréicas, ...

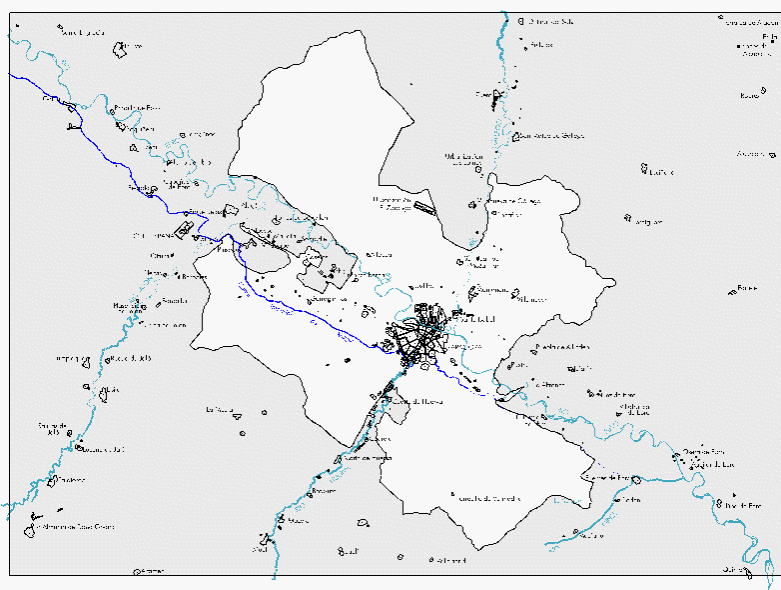


Figura I.2.1.: Red hidrográfica.

En las últimas décadas se ha asistido a una antropización del espacio ribereño marcada por la creciente regulación de caudales en toda la cuenca y por la drástica reducción de la dinámica del cauce a causa del desarrollo de obras de contención. No obstante, el riesgo de crecida extraordinaria, y por consiguiente el de inundación, persisten, y será necesario predecir el comportamiento del sistema ante las nuevas condiciones hidrológicas y ante las modificaciones antrópicas en cuenca y cauce.

El elemento hidrológico constituye el factor morfogenético más importante al aportar la energía frente a la cual actúan los factores de resistencia como son los propios materiales de cauce y orillas, la vegetación de ribera y las obras de contención realizadas por el hombre. Si bien todos los volúmenes de caudal repercuten en mayor o menor medida en las márgenes del cauce, son los caudales de crecida, y especialmente los de crecidas extraordinarias, los responsables de los accidentes más destacados de la morfogénesis de la llanura de inundación: desbordamiento, erosiones de margen, exageración, estrangulamiento y abandono de meandros, desplazamiento de barras de grava, etc.

1.1.1. Río Ebro.

El río Ebro tiene una cuenca total de 85.550 km², siendo en Zaragoza de 40.400 km². Nace en Alto Campoo (Cantabria) y recorre 911 kilómetros hasta su desembocadura en el mar Mediterráneo. Las altitudes del río en la cuenca oscilan entre los 900 m en la cabecera hasta la cota en su desembocadura en el mar. La pendiente media del río es del orden del 1‰. En Zaragoza la cota es de 190 msnm.

Sus afluentes más importantes hasta Zaragoza son los ríos Aragón (8.500 km²) y Gállego (4.000 km²), éste situado en la misma ciudad, por la margen izquierda y el río Jalón (9.700 km²) por la margen derecha (los afluentes de su margen derecha aportan mucha menos agua que, los de la izquierda). Cuando el Ebro llega al municipio zaragozano lleva bastantes kilómetros sin recibir un afluente importante, exactamente desde Castejón donde desemboca el Aragón.

Desde épocas inmemoriales el Ebro ha supuesto para la ciudad de Zaragoza un límite que hasta hace no mucho tiempo no había sido flanqueado. Es en este siglo, y principalmente a partir de los años 50-60, cuando la ciudad se amplía y cruza el río desarrollándose en su margen izquierda, y es también en estas fechas cuando se producen las mayores afecciones al entorno fluvial, no tomándose clara conciencia del papel que el río debe jugar en el futuro de la ciudad, hasta los años 80.

Caudales.

El caudal medio (1950-1985) registrado en el aforo de Castejón, de unos 270 m³/s, es similar, e incluso ligeramente superior en muchas ocasiones, al que se registra en la estación de aforo de Zaragoza (267 m³/s). Esto se debe a que los aportes de los afluentes que recibe el Ebro en ese tramo son muy reducidos (Arba 6,12 m³/s, Queiles 4,28 m³/s, Huecha 1,14 m³/s, Jalón 23,01 m³/s y Huerva 2,12 m³/s), la pluviosidad muy baja y la evapotranspiración muy fuerte. Además, se sustraen importantes cantidades de agua para el riego (Canales de Lodosa 9,3 m³/s, Tauste 7,6 m³/s e Imperial de Aragón 23,0 m³/s). Atravesar Aragón supone para el Ebro, por tanto, una pérdida notable de caudal específico (relación entre caudal y superficie de cuenca drenada). La escasa pendiente favorece, por otra parte, la existencia de continuas sinuosidades del cauce.

En relación con los caudales máximos, las crecidas del río Ebro tienen diversos orígenes. Las de invierno, "cantábricas o perenáico-cantábricas", han sido las más importantes en toda la cuenca y se deben a situaciones meteorológicas del NW de carácter húmedo. Las de finales de verano y otoño, "mediterráneas", se despliegan sobre la cuenca baja, y las primaverales suelen ser crecidas generalizadas en las que se combinan las fuertes precipitaciones y la fusión nival. De todas ellas, en la ciudad de Zaragoza, las invernales son las que tienen mayor importancia.

Las puntas de caudal, desde la cabecera del Ebro hasta la desembocadura del río Aragón son crecientes, manteniéndose a partir de este punto sensiblemente iguales por predominar los efectos de la laminación del cauce sobre los incrementos de caudal debidos a los afluentes.

La presencia del río Gállego no incrementa los valores de los caudales máximos, debido a que este río no suele participar en las avenidas de noviembre-marzo, aparte de la forma alargada de su cuenca que favorece los caudales máximos moderados. Sirva de ejemplo la avenida de 1961, donde el caudal máximo del Ebro fue de 4.130 m³/s y el del río Gállego de 100 m³/s.

Los caudales extremos que en Zaragoza transporta el Ebro oscilan entre mínimos de 5 m³/s, a máximas de 3.000 a 4.000 m³/s.

Los caudales medios mensuales presentan una fuerte irregularidad (oscilan entre 40 y 400 m³/s, con valores máximos mensuales que pueden llegar a los 1.700 m³/s y valores mínimos de 6 m³/s) con aguas altas desde noviembre hasta junio y máximas medias entre enero y marzo, además de fuertes estiajes coincidiendo con los meses estivales.

En el *Apéndice 1* se muestran las aportaciones mensuales y los caudales máximos anuales en la Estación de aforos de Zaragoza desde 1913.

Avenidas históricas en Zaragoza.

La información disponible (recopilada en OLLERO, 1996) está referida a las crecidas en Zaragoza y otras ciudades, donde existían cronistas, siendo imposible contar con una visión de conjunto del río. En 1380 se reseña la primera desviación del cauce, con la formación de las Balsas de Ebro Viejo en Zaragoza (BELTRAN y LACARRA, 1976; BLASCO, 1959). En los "Apuntes Tudelanos" de M. Sainz figura la descripción de la mayor avenida, acaecida entre el 16 y el 18 de febrero de 1643, que en Zaragoza destruyó el Puente de Piedra y cuyos efectos fueron immortalizados por Velázquez y Mazo (Museo del Prado), estimándose un caudal del orden de 5.000 m³/s.

La mayor avenida del siglo XIX y posiblemente la más destacada de toda la historia en el Ebro medio (OLLERO, 1996), entre Logroño y Tortosa, fue la del 10 al 13 de enero de 1871. En Zaragoza las aguas superaron en metro y medio la señal de la riada más alta registrada hasta entonces (GARCIA PRADO, 1949; BLASCO, 1959). Toda la llanura de inundación quedó anegada y las aguas afectaron incluso a los núcleos urbanos, con numerosas víctimas (JORDANA et. al., 1950). Las siguientes crecidas importantes, en septiembre de 1874 y marzo de 1878, no le fueron muy a la zaga en sus volúmenes.

Hasta 1913 sólo se disponen de los registros históricos en la presa del Bocal, próxima a Tudela y donde el régimen del Ebro es análogo al de Zaragoza. En la *Tabla I.2.1.* figuran los valores extremos anuales que en el período 1869-1913 superaron los 3.000 m³/s.

FECHA	CAUDAL MÁXIMO (m ³ /s)	DÍA
Marzo 1888	3.755	12
Febrero 1889	3.805	17
Enero 1891	3.254	24
Febrero 1892	3.785	5
Noviembre 1906	3029	17

Fuente: CEDEX, 1997

Tabla I.2.1.: Presa del Bocal. Caudales máximos instantáneos.

Desde 1913 hasta la actualidad la estación de aforos de Zaragoza (E nº 11) ha venido registrando de forma continuada los caudales máximos instantáneos del Ebro, mostrándose en la siguiente tabla los que han superado los 3.000 m³/s.

FECHA	DIARIO (m ³ /s)	CAUDAL MÁXIMO INSTANTÁNEO		
		(m ³ /s)	Nivel	Día
Marzo 1930	3.310	3.500	--	--
Diciembre 1930	3.042	--	--	19
Marzo 1934	2.906	--	--	--
Octubre 1937	2.833	3.000	--	--
Enero 1939	3.058	--	--	--
Enero 1941	3.150	--	--	--
Febrero 1952	3.129	3.260	5,42	5
Enero 1961	3.843	4.130	6,30	2
Noviembre 1966	2.967	3.154	5,32	12
Febrero 1978	3.065	3.154	5,32	5

Fuente: Elaboración propia

Tabla I.2.2.: Crecidas superiores a 3.000 m³/s del Ebro en la estación de aforos de Zaragoza en el Período 1913-1992.

Ley de frecuencias de caudales.

Existen numerosos estudios que establecen una ley de distribución de probabilidad para los caudales máximos del Ebro, ajustándose a los datos existentes y comprobando posteriormente la bondad del ajuste.

En estos estudios no siempre se emplean las mismas series de datos ni las mismas funciones de probabilidad, por lo que los resultados varían ligeramente de unos a otros. Aquí se toma la de uno de los estudios (CEDEX, 1997) en el que para determinar la distribución de avenidas se han distinguido dos periodos, 1913-1959 y 1959-1993, ya que en el entorno de 1960 es cuando se produce la entrada en funcionamiento de un número apreciable de embalses en la cuenca. Estas obras de regulación en cabecera permiten una cierta laminación de las crecidas en número y volumen, cuyo efecto sólo se aprecia claramente para los caudales de bajo período de retorno, existiendo un factor de riesgo considerable cuando se trata de avenidas extraordinarias, ya que siempre se puede producir una conjunción de fenómenos meteorológicos adversos que rebase todas las previsiones y no pueda ser laminado más que en una pequeña parte. Por ello, en el estudio elegido, se ha modificado el tramo inferior de la ley resultante, obteniéndose la ley de distribución de probabilidad que se refleja en la *Figura I.2.2.*

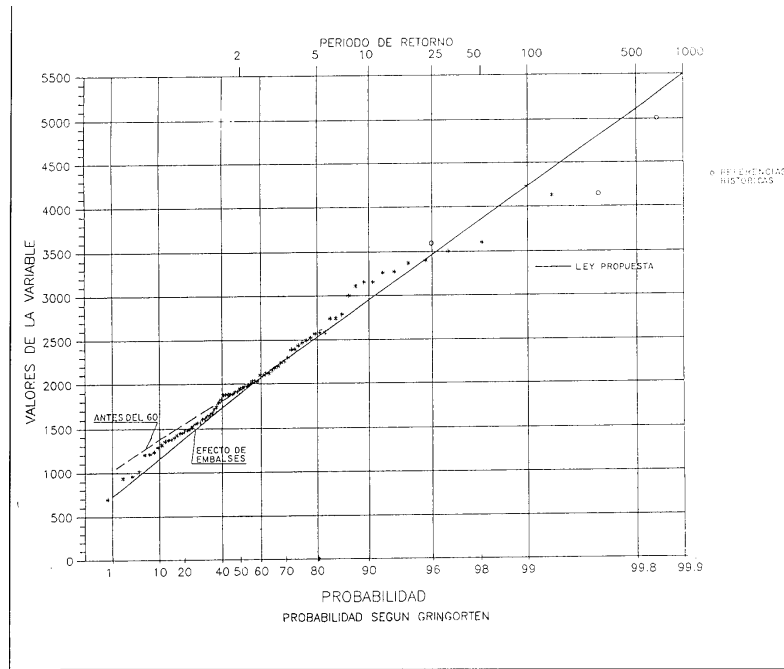


Figura I.2.2.: Ley de frecuencias de caudales máximos.

Las crecidas del río Ebro destacan por su elevada frecuencia, ya que se superan los 2.000 m³/s con relativa facilidad en periodos de pocos años, valor de caudal que viene a marcar el límite a partir del cual los desbordamientos son importantes (CEDEX, 1997). En el siguiente cuadro se muestra la ley de frecuencias de caudales máximos que se adopta y se indican los valores de estos caudales y los periodos de retorno que les corresponden.

Periodo de retorno T(años)	Caudal máximo Q (m ³ /s)
Caudal de estiaje	30
Caudal medio	250
2	2.000
5	2.500
25	3.450
100	4.300
500	5.100

Fuente: CEDEX, 1997.

Tabla I.2.3.: Caudales máximos/periodos de retorno en Zaragoza.

Evolución y velocidad.

El estudio de las crecidas del Ebro en Zaragoza no puede reducirse a un análisis puntual de los datos de la estación de aforo de Zaragoza, sino que es necesario ponerlo en relación con lo que sucede en el resto de la cuenca, especialmente aguas arriba, para poder tener una visión de conjunto y descubrir que factores influyen y condicionan estos fenómenos.

La forma de evolución y la velocidad de una crecida son fundamentales para desarrollar sistemas de previsión y alarma. En el Ebro medio (Logroño-La Zaida) destacan, en esta línea, las siguientes características (OLLERO, 1996), deducidas a partir de los aforos existentes (Mendavia-Castejón-Zaragoza-Sástago):

- El adecuado escalonamiento en la llegada de afluentes y la variedad de sus comportamientos favorece que la concentración puntual de caudales no sean excesivos. Por ejemplo, las crecidas procedentes del Arga-Aragón llegan al aforo de Castejón generalmente un día antes que la punta del alto Ebro. Normalmente las avenidas que se producen en los afluentes pirenaicos se desarrollan con gran rapidez.
- Por el mismo escalonamiento de afluentes son frecuentes las crecidas que no presentan una onda nítida sino varios periodos de aguas altas más o menos superpuestas o sucesivas. Aproximadamente las crecidas se reparten a partes iguales entre complejas y de onda simple.
- La velocidad de la onda de crecida es muy variable de un tramo a otro en función de factores como la evolución de las condiciones meteorológicas, el volumen de agua transportado, la pendiente, la capacidad del cauce, las sinuosidades, la rugosidad de las orillas, las obras humanas,... El Ebro medio es el tramo del curso fluvial en el que las ondas de crecida circulan con mayor lentitud, a causa de la débil pendiente, la facilidad de desbordamiento y las abundantes sinuosidades del cauce.
- En la Tabla I.2.4 se han calculado las velocidades medias de crecida entre cada estación de aforo del Ebro medio. La velocidad máxima se registra entre Mendavia y Castejón, coincidiendo con la máxima pendiente, mientras entre Castejón y Zaragoza tanto pendiente como velocidad se reducen prácticamente a la mitad. Entre Zaragoza y Sástago vuelven a aumentar ligeramente. Analizando el cociente velocidad/pendiente se observa un descenso de valores aguas abajo lo que indica la existencia de factores ajenos a la pendiente que condicionan la velocidad de la onda de avenida, que son progresivamente más importantes aguas abajo. Este hecho puede atribuirse al efecto de laminación producido por el desbordamiento, que ejerce una ralentización considerable de la onda de avenida más importante cuanto mayor sea la dispersión de agua. En consecuencia, entre Castejón y Zaragoza se registran las velocidades más débiles de crecida de todo el curso medio del Ebro, y por lo tanto las inundaciones relativamente más importantes.
- En consecuencia, las crecidas poco caudalosas son más rápidas al carecer de desbordamientos. Por ello, los aumentos de obras de contención y defensa en las márgenes del río, aumentan al mismo tiempo la velocidad de propagación de la crecida, disminuyendo la capacidad natural de laminación por inundación y trasladando los riesgos aguas abajo. En cuanto a su origen, las crecidas pirenaicas suelen ser más rápidas que las cantábricas, y éstas que las generales.

VELOCIDADES MEDIAS DE LAS CRECIDAS EN EL PERÍODO 1950-1985 RELACIONADAS CON LA PENDIENTE DEL CAUCE					
Tramo	Tiempo (horas)	Longitud cauce (Km)	Velocidad (m/s)	Pendiente (cm/Km)	Velocidad/Pendiente
Mendavia-Castejón	9,3	80	2,389	82,5	0,0290
Castejón-Zaragoza	30,7	146	1,321	47,9	0,0276
Zaragoza-Sástago	17,6	94	1,484	62,8	0,0236

Fuente: OLLERO, 1996 a partir de datos de aforo (C.H.E.)

Tabla I.2.4.: Velocidades medias de las crecidas.

Lámina de agua.

A partir de la ley de distribución de caudales se obtienen los máximos para diferentes períodos de retorno. Para cada caudal máximo es posible obtener la altura de la lámina de agua en diferentes secciones del río, aplicando modelos hidráulicos unidimensionales. En el Apéndice 2 se reproducen las láminas de agua obtenidas en algunos de los estudios existentes:

- Aguas arriba del Puente de la Autopista (INECO, 1997).
- Entre el Puente de la Autopista y el Gállego (CEDEX, 1997).
- Aguas abajo del Gállego (HSC, 1998).

También existen estudios que abarcan todo el término municipal (CHE, 1992) pero lo hacen para períodos de retorno bajos.

Estos estudios presentan la problemática de que cada uno se apoya en diferentes bases cartográficas, no fácilmente equiparables en cota entre sí.

Zonas inundables.

La Ley de Aguas de 1985 y sus Reglamentos definen el cauce como el espacio ocupado por la máxima crecida ordinaria (definida como la "media de los máximos caudales anuales durante diez años consecutivos representativos") y la zona inundable como el área ocupada por las aguas en la avenida de período de retorno de 500 años. Además define dos franjas de 5 y 100 m. (de servidumbre y policía del cauce) a ambos lados del cauce.

La determinación de las zonas inundables a partir de los datos de caudal y de las láminas de agua no son fáciles de obtener. En los modelos empleados no se tienen en cuenta las obras realizadas en la llanura de inundación, fuera del dominio hidráulico del río, por lo cual extrapolar los resultados obtenidos de la altura de agua directamente a la llanura de inundación resultaría aventurado y probablemente incorrecto. Es por lo tanto necesario desarrollar estudios específicos para ello, que consideren todas las variables que intervienen. Mientras tanto hay que recurrir a "métodos históricos", es decir, que los terrenos susceptibles de ser inundados para períodos de retorno pequeños, coinciden sensiblemente con el dominio público hidráulico y la franja de servidumbre, mientras que para períodos de retorno altos, las zonas inundables sobrepasan la zona de policía y alcanza la llanura de inundación geológicamente hablando.

1.1.2. Río Gállego.

De los afluentes pirenaicos del Ebro, excepción hecha de los procedentes de las sierras exteriores, es el que presenta menor caudal absoluto. El río Gállego, con una cuenca vertiente total de 4.000 km², nace en las altas cumbres del Pirineo (Valle de Tena) y no recibe, a partir de la salida de las Sierras Interiores, afluentes de gran importancia que puedan incrementar su volumen, que además está muy regulado con embalses, tanto para la producción eléctrica en

su curso alto, como para las necesidades de riego del canal de Monegros y la densa red de acequias del municipio zaragozano, en el curso medio y bajo. Después de recorrer 215 Km, vierte sus aguas en el Ebro al Noreste de Zaragoza.

Como el caso del Ebro, presenta oscilaciones importantes de caudal, tanto de un mes a otro, como con carácter anual. En Ardisa, la estación de aforo más próxima a Zaragoza, el caudal medio anual es de 33,6 m³/s. El régimen fluvial está influido por las necesidades derivadas del riego, registrándose los mayores caudales en los meses de primavera (de marzo a mayo), siendo poco acusado el máximo secundario otoñal que aparece con mayor claridad en la cuenca alta, donde la influencia nival lleva el máximo principal a finales de primavera y comienzos del verano. La irregularidad en el bajo Gállego es muy acusada, llevando caudales extremadamente bajos en algunos años. Así, han llegado a registrarse caudales de menos de 6 m³/s durante varios meses, en el año más seco (1948-49), mientras que en épocas de avenidas como la del 20 de septiembre de 1959, el río alcanzó caudales de 690 m³/s o la del 6 de junio de 1960 en la que llegó a 1.070 m³/s.

1.1.3. Río Huerva.

Los afluentes del Ebro por la margen derecha contrastan con los pirenaicos por cuanto aportan volúmenes mucho más reducidos al colector principal. El río Huerva nace en el Sistema Ibérico donde su cabecera queda por debajo de los 900 m. de altitud. Recibe pocas precipitaciones que alimentan su cuenca (1.020 km²), por lo que el caudal medio absoluto es muy reducido (1 m³/s). Este caudal disminuye de tal modo que en años considerados secos puede descender hasta quedar en seco y en años húmedos no superar los 3 m³/s, inferior al mínimo del río Gállego.

Junto con la escasez de caudales, los coeficientes de estiaje son acusados con una elevada irregularidad, tanto intermensual como interanual. Los estiajes tienen lugar en verano y los caudales más altos en primavera u otoño, siempre en función de fenómenos tormentosos. La componente nival es prácticamente nula.

La crecida más importante registrada fue la de febrero de 1947 con 34 m³/s, aunque también ha habido avenidas fuertes ("Huervadas") los años 1954, 1956 y el 18 de junio de 1985 con caudales punta de 20, 25 y 27 m³/s respectivamente.

Período de retorno T (años)	Caudal Q (m ³ /s)	Caudal mínimo (m ³ /s) WEIBULL	
		Probabilidad (%)	Caudal q _{mm} (m ³ /s)
10	49	2,5	0,112
25	63	5,0	0,145
50	80	10,0	0,100
100	106		
500	134		
I _{media} = 64,47 mm/día			

Tabla I.2.5.: Datos de la Estación de aforo de Zaragoza n° 216.

En el término municipal de Zaragoza el cauce del Huerva se encuentra encajado en sus propios meandros, que se verían afectados por un posible desbordamiento. Otro punto crítico es el cubrimiento del Huerva, en particular a la altura de la calle León XIII y, aguas arriba de este punto, el cruce del FFCC.

En el Apéndice 3 se incluye un resumen del análisis hidrológico de la cuenca del Huerva realizado para las Direcciones Parciales de Ordenación Territorial del Río Huerva y Programa de Recuperación y Defensa de Riberas, en los Términos Municipales de Zaragoza, Cuarte de Huerva, Cadrete y María de Huerva.

1.1.4. Barrancos y Vales.

Las vales, barrancos de fondo plano y laderas escarpadas, están muy extendidas sobre los afloramientos yesíferos. En planta ofrecen un denso trazado dendrítico. La pendiente de las vales es relativamente suave, en contraposición con la gran pendiente con la que discurren los barrancos que afluyen, generalmente de forma perpendicular, a la val correspondiente. En algunos casos suelen degradar antiguos glacis de erosión, reduciéndolos a simples crestas divisorias de agudo perfil. En ocasiones, el fondo plano de las vales es erosionado por incisiones lineales que presentan estrechas paredes verticales, concluyendo aguas arriba en un abrupto escarpe en forma de fondo de saco. Es lo que se denomina tollo en surco.

En el sector del Castellar, los barrancos más importantes son los de la Virgen y los Lecheros, que van a parar al Ebro al pie del escarpe. El colector más importante que discurre hacia el Gállego en el Barranco de la Val, que nace en las vertientes de la Plana de Muses para pasar luego al término municipal de Villanueva de Gállego.

La vertiente izquierda del Gállego carece de barrancos importantes que concentren la escorrentía, aunque se puede destacar por los problemas que produce el Barranco de San Cristóbal de Peñafior.

La existencia de extensos glacis en los relieve que van de la Muela de Zaragoza hacia el Ebro hace que no existan barrancos importantes al no encontrarse organizada la evacuación de aguas de arroyada. Sólo destaca la cuenca vertiente a la depresión de Valdespartera, responsable de los problemas de inundaciones en la Feria de Muestras.

Por lo que respecta al Huerva, sus barrancos más importantes son el de Las Almunias y el de Valdeconsejo.

En la Plana de Zaragoza nace también el Barranco del Montañés, que va a parar al Ebro a la altura de La Cartuja. Al este de dicha localidad, la llanura aluvial del Ebro va recibiendo por su margen derecha las salidas de varias vales, destacando la Val de Valmadrid o de la Concepción y la val de Varés.

En la margen izquierda del Ebro, a la altura de La Puebla de Alfindén, desemboca el Barranco de las Casas, procedente del Realengo de Villamayor.

Existen muchos otros barrancos de menor entidad, entre los que se pueden destacar, por su influencia sobre núcleos habitados, los de Juslibol, Fuente de la Junquera, Valmadrid...

Por último indicar la existencia de depresiones kársticas en numerosas zonas, que hacen variar las cuencas vertientes reales de las topográficas.

1.2. SISTEMAS DE RIEGOS Y DRENAJES ANTRÓPICOS.

La amplia red de acequias extendida sobre las llanuras aluviales de los ríos Ebro, Gállego y Huerva, además del Canal Imperial de Aragón, completan el panorama hidrográfico del municipio.

Para el desarrollo de la actividad humana, a lo largo de la Historia se han desviado aguas de los tres ríos principales, tanto para consumo directo como para el riego de las huertas.

La principal obra pública de abastecimiento, tanto agrícola como urbana e industrial de la comarca, la constituye el Canal Imperial de Aragón. En él debe destacarse, por un lado el caudal medio anual que transporta (25 m³/s), que permite disponer de un suministro constante a lo largo del año, excepto un mes al año en que por necesidades de limpieza, sus aguas no se

utilizan. Por otro lado, debe mencionarse la disposición del trazado justamente en el contacto entre los glacis de acumulación y las terrazas, que permiten que los aportes laterales derivados del uso de sus aguas pasen a alimentar de modo notable el acuífero subterráneo de las terrazas y evitando parcialmente la contaminación química de aquél por sales solubles (SO₄CaH₂O fundamentalmente).

Del río Huerva se derivan aguas para el riego de 405 Has, por medio de las acequias de Miralbueno Viejo y Almotilla. Probablemente este río fue el primero en aprovechar su caudal para el riego de la margen derecha del río Ebro.

Al contrario de lo que ocurre con el Canal Imperial, las aguas derivadas del río Gállego dependen del caudal que posea éste, lo que puede suponer dificultades de riego en épocas de estiaje.

Las acequias Camarena, Rabal y Urbana son las que riegan y fertilizan las vegas del Gállego.

El caudal de Camarena es de 4.400 l/s para una extensión de 4.513 Has. La acequia Urbana, con un caudal de 6.500 l/s riega 6.500 Has y por último, la acequia del Rabal, dispuesta en la margen derecha del río, fertiliza 3.500 Has con un caudal de 6.000 l/s.

Todas las acequias mencionadas se bifurcan y ramifican en ramales, acequiones y brazales más pequeños que son los que alcanzan los huertos individuales.

Al crecer la ciudad numerosos ramales y brazales han quedado incluidos en el área urbana, algunos subsisten como elementos de riego, otros han quedado fuera de uso. En todos los casos, sin embargo, constituyen zonas húmedas a veces saturadas o simplemente en estado plástico que dan lugar a asientos o blandones incluso bajo cargas moderadas.