

**RELACIÓN ENTRE EL DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIO-URBANO
Y EL AUMENTO DEL RIESGO DE INUNDACIÓN EN LA CUENCA
HIDROGRÁFICA DEL RÍO ARGA (NAVARRA)**

BESCOS-ATIN, A.; CAMARASA BELMONTE, A.M.

Departamento de Geografía
Universidad de Alcalá

ÁREA TEMÁTICA: Los conflictos sociales del agua

RESUMEN

El agua presenta para las sociedades humanas dos facetas opuestas e inseparables. Por un lado, es un recurso necesario para el desarrollo socio-económico de las poblaciones, y por otro, constituye el riesgo natural que mayores daños económicos y humanos ocasiona a nivel mundial (OLCINA, 1994). Dicho riesgo se deriva de la dinámica fluvial natural y es consecuencia de la ocupación indebida de los espacios inundables.

Los ámbitos fluviales han sido desde la antigüedad espacios preferentes para la localización de asentamientos y actividades económicas. La cuenca del río Arga (Navarra) no es una excepción en este sentido. A lo largo del eje fluvial se ubican unas cincuenta poblaciones incluyendo Pamplona, la capital regional. Del proceso de expansión y desarrollo que se inicia en los años cincuenta-sesenta y que afecta, principalmente, a la comarca de Pamplona y al llano de inundación del Arga, derivan dos consecuencias hidrológicas claves: el aumento de la cantidad de agua a abastecer y la tendencia a ocupar zonas inundables, y por tanto, con riesgo para la población y sus bienes.

En el presente trabajo se analiza la relación existente entre el desarrollo económico y socio-urbanístico de determinadas áreas de la cuenca hidrográfica del río Arga y el aumento del riesgo de inundación en estas mismas zonas.

PALABRAS CLAVE: Desarrollo socio-económico, recurso hídrico, riesgo de inundación.

ABSTRACT

The water presents for the human societies two opposite and inseparable facets. On the one hand, it is a necessary resource for the socio-economic development of the populations, and additionally, it constitutes the natural risk that greater economic and human damages causes at world level (OLCINA, 1994). Said risk is derived from the natural river dynamics and it is consequence of the improper occupation of the flood spaces.

The river areas have been from the antiquity senior spaces for the location of accessions and economic activities. The basin of the river Arga (Navarra) is not an exception in this sense. To what is long of the river shaft are located some fifty populations including Pamplona, the regional capital. Of the expansion and development process that is begun in the years fifty - sixty and that affects, mainly, to the region of Pamplona and to the flood-plain of the river Arga, derive two key hydrological consequences: the increase of the quantity of water to supply and the trend to occupy flood zones, and by so much, with risk for the population and their goods.

In the present work is analyzed the existing relationship between the economic development of given areas of the basin of the river Arga and the increase in the flood risk in these same zones.

KEY WORDS: Socio-economic development, hydrological resource, flood, risk.

1. INTRODUCCIÓN

La noción de inundación va generalmente acompañada de una connotación claramente negativa, consecuencia lógica de los graves daños y elevadas pérdidas que suponen los desbordamientos de los ríos. En este sentido, podemos decir que el agua es un factor de riesgo, pero no podemos olvidar que es a su vez un generador fundamental de recursos (hídricos, hidráulicos, biológicos y paisajísticos) y que las inundaciones desempeñan un papel indiscutible en la dinámica de estos recursos.

Desde la antigüedad, las diferentes sociedades se han enfrentado a la compleja dualidad de utilizar el recurso para su desarrollo (Mezquiriz, 1991; Mezquiriz y Zubiaur, 1991) y la necesidad de protegerse de los sucesos extremos propios de la dinámica natural del sistema fluvial (Roselló, 1989).

A partir de la evolución social y económica que experimenta nuestra sociedad en los últimos cincuenta años, el recurso adquiere nuevos aspectos a considerar: además de ser un bien necesario e irregular en su forma de presentarse en el espacio y en el tiempo, se hace más escaso y fácilmente vulnerable. Además, la expansión del tejido urbano, industrial y campos de cultivo de alto rendimiento se realiza, en muchas ocasiones, en áreas inundables sin tener en consideración la dinámica fluvial. Esta invasión de las zonas de riesgo se encuentra motivada no sólo por los múltiples beneficios que el hombre extrae de estos terrenos cuasi-llanos y fértiles, en el caso de los llanos aluviales, o por la necesidad de conseguir el recurso a menor coste, sino también por una dinámica urbana que potencia enormemente el centro de la ciudad y que genera una demanda de vivienda, comercio y espacios de ocio entorno al centro urbano. En este proceso expansivo, el río acaba convirtiéndose en un obstáculo al crecimiento urbano que, sin embargo, puede ser salvado mediante la técnica. Puentes que permiten el acceso a ambas orillas y la ocupación intensiva del espacio fluvial son fenómenos comunes en los núcleos urbanos. El río acaba quedando encajado entre el tejido urbano y reducido a su cauce menor. La sensación de falsa seguridad que las obras hidráulicas generan en la población que hace uso de estos espacios, puede ser un factor de importante consideración en ese proceso de invasión de las zonas inundables.

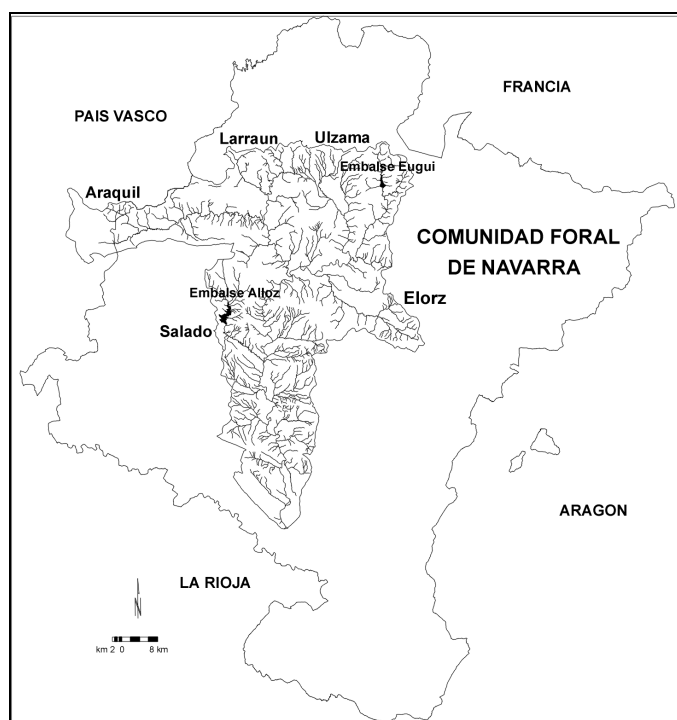
La cuenca hidrográfica del río Arga, afluente del Ebro, drena el 25% del solar navarro y reúne al 62% de la población de la región. En los años cincuenta se inicia en la cuenca un proceso de expansión y desarrollo que conlleva, por un lado, un notable incremento de la demanda, y por otro, una ocupación más intensa de las zonas inundables que en períodos anteriores.

La cuenca del Arga cuenta con importantes reservas de agua gracias a las abundantes y regulares precipitaciones que alimentan su cabecera y a acuíferos cársticos de amplias dimensiones. Esto ha permitido satisfacer sin grandes dificultades las demandas generadas en las dos zonas de mayor crecimiento: la comarca de Pamplona (crecimiento poblacional e industrial) y el llano de inundación (crecimiento agrícola). Sin embargo, a pesar de haberse realizado obras de ingeniería para mitigar los daños de las

inundaciones, el riesgo de inundación y las pérdidas económicas provocadas por sucesos extraordinarios se ha incrementado.

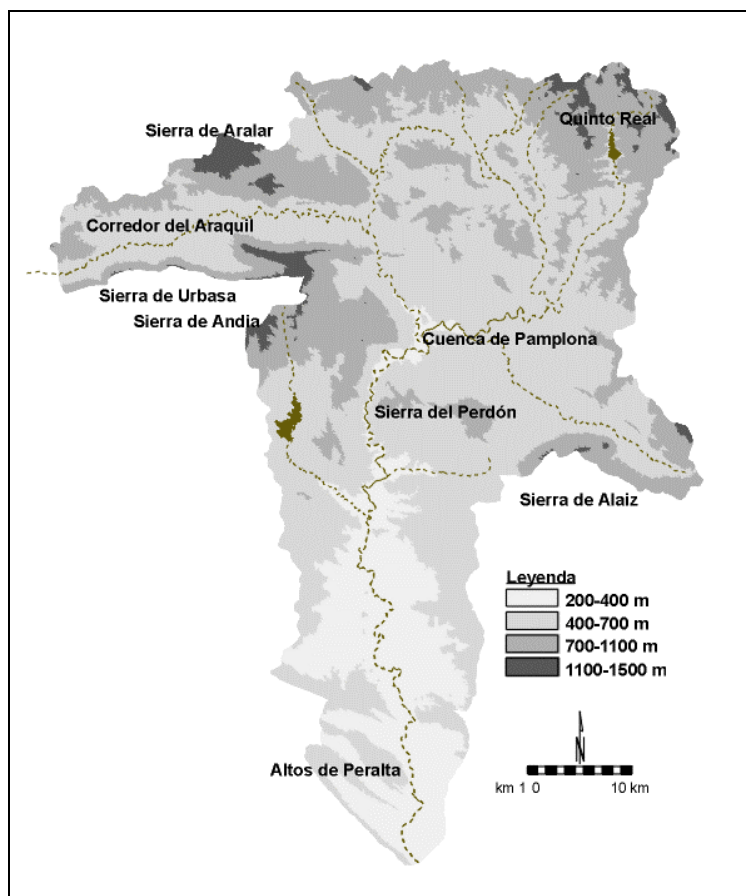
2. LA CUENCA DEL RÍO ARGÁ

La cuenca de río Arga posee una superficie aproximada de 2733 Km². El 96% del espacio drenado pertenece a Navarra y el restante 4% a la provincia de Alava. La disposición Norte-Sur del río Arga genera una cuenca de forma alargada que ocupa el área central de la Comunidad Foral. Es una cuenca asimétrica que recibe a sus principales afluentes (Ulzama, Araquil y Salado) por la margen derecha, la única aportación destacable por la margen opuesta es la del río Elorz (*mapa 1*).



Mapa 1.- Localización de la cuenca del Arga (Navarra)

El territorio de la cuenca presenta una gran heterogeneidad y un elevado grado de contraste desde todo punto de vista (Casas Torres, 1956). Con una altura máxima de 1494 m y 276 m de mínima, en la cuenca del Arga confluyen unidades morfológicas tan diferentes como los Pirineos Occidentales, las montañas y valles Vasco-Cántabros y la Depresión del Ebro. Las dos primeras, localizadas en el área septentrional, se caracterizan por un relieve montañoso, de fuertes desniveles y acusadas pendientes donde alternan montañas, valles y corredores. En el área meridional o de la Depresión del Ebro, el relieve posee escasa energía y está constituido por formas alomadas que sólo en ocasiones superan los 500 m. Estos dos ámbitos topográficos se encuentran separados por alineaciones montañosas de unos 1000 m de altura (Urbasa-Andia, el Perdón y Alaiz) (*mapa2*).



Mapa2.- Mapa hipsométrico de la cuenca del Arga

La cuenca se encuentra situada entre dos dominios climáticos muy diferenciados: el atlántico-pirenaico, al Norte, y el mediterráneo al Sur. Desde la parte septentrional a la meridional se produce una disminución gradual de las precipitaciones, un aumento de las temperaturas, oscilación térmica y aridez estival, todo ello da lugar a un espacio con gran cantidad de matices locales (Floristán, 1951; Mensua, 1960; Bielza de Ory, 1972; Torres, 1971; Creus, 1983; Pejeanute, 1989,1990).

Mientras el área Norte de la cuenca se encuentra habitualmente afectada por las perturbaciones atmosféricas ligadas a ramales desprendidos de la corriente en chorro que le proporcionan abundantes y constantes precipitaciones (aprox. 1500 mm anuales), el Sur está más influenciado por las altas presiones subtropicales (aprox. 400 mm). Potentes borrascas atlánticas durante los meses de otoño-invierno en el sector septentrional y tormentas convectivas que se desarrollan preferentemente en verano en el sector meridional (Pejeanute, 1990), son las causas más habituales de las crecidas e inundaciones en la cuenca del río Arga (Pejeanute y Beltran, 1995).

Similar heterogeneidad encontramos entre las formaciones geológicas y geomorfológicas que constituyen la cuenca (Floristán, 1995, 1996; Castiella *et al.*, 1997). El área Norte está formada por materiales del Primario, Secundario y Terciario marinos, mientras que la Sur se compone de materiales del Terciario continental arrancados del ámbito anterior y depositados en la Depresión del Ebro (Peña Monné, 1994). Las formas del relieve existente, de estructura Oeste-Este, fueron creadas a partir de la orogenia alpina-pirenaica y modeladas por intensos procesos de erosión diferencial a lo largo del Plioceno y Cuaternario. Los materiales duros del ámbito Norte (metamórficos en el Pirineo Occidental y carbonatados en las montañas Vasco-Cántabras) han dado lugar a los resaltes montañosos, mientras que en los materiales

blandos (margas y arcillas) se han excavado los valles y corredores. En la Depresión del Ebro los materiales se disponen de forma ordenada desde el borde (conglomerados y areniscas) donde se encuentran los materiales más duros, al centro de la cubeta lacustre (limos, arcillas y yesos) donde los materiales son fácilmente deleznable.

En cuanto a la cobertura del suelo, entre las dos áreas de la cuenca, se aprecia una marcada diferencia tanto en cantidad de vegetación como en el tipo de la misma. Mientras la zona Norte presenta una densa cubierta vegetal de caducifolias atlánticas, en las zonas media y baja de la cuenca los campos de cultivo (41% de la superficie total) han sustituido, en gran medida, a los bosques mediterráneos.

La combinación de las características físicas de la cuenca determinan su comportamiento hidrológico y el régimen del río. En la cuenca del Arga existen dos áreas claramente diferenciadas en cuanto a producción de escorrentía superficial se refiere.

En la zona Norte, las fuertes pendientes (76% de la superficie con pendiente >10%) favorecen la escorrentía superficial, sin embargo, la existencia de una cubierta vegetal extensa y densa hace que en episodios de precipitación moderada predominen los procesos de interceptación e infiltración del agua. Las abundantes y regulares precipitaciones de esta zona unido a extensas áreas de sustratos permeables (sierras calizas de Urbasa-Andia y Aralar) han dado lugar a grandes acuíferos que suponen importantes reservas de agua para la cuenca. Por el contrario, en las áreas impermeables, la escorrentía superficial se ve potenciada. La saturación del suelo tras lluvias prolongadas y, en ocasiones, el aporte decisivo de la fusión de nieve son las causas más comunes de las crecidas de los ríos.

En el centro-Sur de la cuenca predominan áreas de escasa pendiente, por tanto, otros factores tales como la escasez de cubierta vegetal o los sustratos impermeables, son los que favorecen la producción de escorrentía. Ante lluvias de tipo tormentoso la cuenca responde con rapidez generando abundante excedente de agua que va a parar a los cauces fluviales. En esta zona, a excepción del acuífero aluvial, el recurso superficial es más importante que el subterráneo.

El Arga es un río con un régimen complejo. En la cabecera es pluvio-nival (nace en el área pirenaica), y se va haciendo más pluvial a medida que recoge el aporte de sus afluentes atlánticos. Una vez atravesada la sierra del Perdón, adquiere caracteres más mediterráneos y su régimen puede definirse como pluvio-nival atenuado. El Arga posee en la desembocadura un caudal medio de 57 m³/seg que contrastan con el caudal máximo registrado (2049 m³/seg) en la primavera de 1915. Es un río bastante regular cuyo coeficiente de irregularidad no supera el valor de cinco. Los caudales más elevados corresponden al mes de diciembre, sin embargo, los altos caudales de los meses de marzo y abril permiten apreciar la influencia nival de su régimen (*fig.1*).

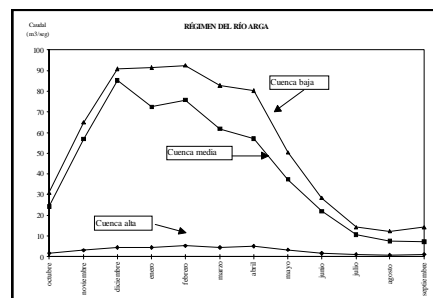


Fig.1.- Evolución mensual del régimen del río Arga

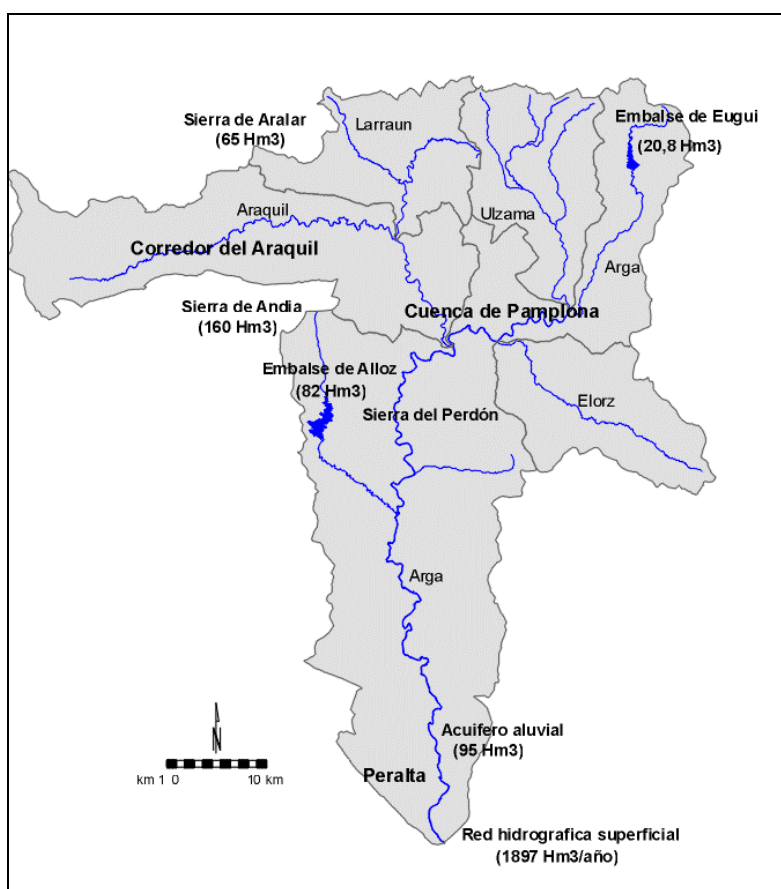
3. EL RECURSO HÍDRICO, LA DEMANDA Y SU LOCALIZACIÓN

A partir de los años cincuenta y sobre todo, de los sesenta, Navarra experimenta un fuerte cambio estructural y los efectos de una industrialización y urbanización aceleradas (Ferrer y Calvo, 1988; Ferrer *et al.*, 1991). La población navarra, hasta entonces escasa pero regularmente repartida en el espacio, empieza a abandonar las áreas rurales deprimidas y montañosas y tiende a concentrarse en el medio urbano (Ugalde, 1990). Como consecuencia, Pamplona y su periferia comienzan a sufrir los cambios formales, funcionales y sociales propios de un área metropolitana.

Según el censo de 1991, la cuenca del Arga posee un total de 328.436 habitantes de los cuales 264.064 pertenecen al Área Metropolitana de Pamplona (AMP), donde se localiza el 60% de la industria regional. Simultáneamente a este núcleo principal, empiezan a emerger focos secundarios de desarrollo industrial. La difusión industrial del corredor del Araquil, muy influenciada por la cercanía a Guipuzcoa, y la implantación de industrias en núcleos puntuales como Peralta (llano de inundación del Arga), generan dos áreas más con dinámica poblacional positiva.

Ligadas a las grandes innovaciones técnicas y económicas del momento y con crecimiento mucho más lento que las áreas industriales, aparecen zonas de desarrollo agrícola que se ubican, principalmente, a lo largo de las riberas del Arga (Rapún, 1986).

Así pues, podemos decir que en los últimos cuarenta años, la cuenca del Arga ha experimentado un importante desarrollo industrial, agrario y urbano que se concentra, básicamente, en el AMP, corredor del Araquil y las riberas del Arga, siendo estas tres zonas las principales demandantes de recursos hídricos (*mapa 3*).



Mapa 3.- Principales recursos hídricos y áreas demandantes de la cuenca del Arga

Los recursos existentes en la cuenca son abundantes: la red hidrográfica superficial posee una aportación total en régimen natural de 1897 Hm³/año. En la actualidad, estos recursos están regulados por dos embalses: el embalse de Eugui se encuentra localizado en la cabecera del río Arga, posee 20,8 Hm³ de volumen útil y está dedicado a parte del abastecimiento urbano de la ciudad de Pamplona. El embalse de Alloz, está ubicado en el río Salado, posee 82 Hm³ de volumen útil y está dedicado a abastecimiento y, sobre todo, a riego y producción hidroeléctrica.

A su vez, en la cuenca existen importantes embalses subterráneos, entre los que destacan: la subunidad hidrogeológica de la sierra de Andía, que tiene, entre los diferentes acuíferos que lo forman, una capacidad total aproximada de unos 160 Hm³. La subunidad de Aralar, con acuíferos que suman unos 65 Hm³ de reserva. Finalmente, destaca el acuífero aluvial del Arga, que supone una reserva de 95 Hm³ (Castiella *et al.*, 1982).

De los diferentes usos del agua, el más importante es el de **abastecimiento urbano**, siendo la comarca de Pamplona la que presenta mayor demanda (314 l/h/día frente a 230 l/h/día de dotación media para la cuenca).

La demanda para **usos industriales** en la cuenca es de 41,8 Hm³/año, de los que 22 Hm³ corresponden a la Cuenca de Pamplona, 10,1 Hm³ a la cuenca media-baja y 8,2 Hm³ al corredor del Araquil.

El **uso agrícola** principal corresponde al regadío. De las 4975 ha de regadío existente en la cuenca, 3150 ha se localizan en la cuenca media-baja, en las riberas del Arga, y consumen 17,2 Hm³/año.

De las **demandas no consuntivas**, la de mayor interés es la de uso energético. En la cuenca del Arga existen once centrales hidroeléctricas en funcionamiento y requieren un caudal total de 82 m³/seg.

Actualmente, se puede decir que en la cuenca del Arga no existen carencias hídricas y que, por tanto, la demanda de agua para los diferentes usos se sirve con un 100% de garantía.

4. EL RIESGO DE INUNDACIÓN Y SU LOCALIZACIÓN

El factor riesgo es un aspecto más de los muchos que engloba el agua. Indudablemente, las inundaciones son episodios traumáticos para los pueblos que las padecen debido a las considerables pérdidas de bienes localizados en las zonas de riesgo. Sin embargo, los desbordamientos tienen también efectos benéficos muy importantes: laminan las puntas de crecida, fertilizan las tierras inundadas y permiten la recarga de determinadas reservas de agua. La combinación de aspectos positivos y negativos que conlleva la inundación hace que la gestión de las zonas inundables sea un ejercicio difícil pero necesario, en el que deben comprometerse tanto los gestores del territorio como la población vinculada al espacio inundable.

Desde el año 1527 (primera crecida documentada) hasta nuestros días, la cuenca del Arga posee un amplio repertorio histórico de crecidas e inundaciones. En algunas de ellas llegaron a circular caudales muy elevados y fueron causantes de importantes daños. Así, el máximo caudal conocido corresponde a abril de 1915 en que se registraron 2049 m³/seg en la estación foronómica de Funes, a unos 10 Km de la desembocadura.

Las causas principales de las crecidas del río Arga son las siguientes: abundantes precipitaciones, sobre todo en cabecera; escasa regulación de los ríos; coalescencia de

cauces de orden jerárquico o área de drenaje similar y configuración geomorfológica del terreno.

A lo largo del cauce existen dos zonas históricamente conflictivas en cuanto a daños por desbordamientos del Arga se refiere. La primera de ellas corresponde a la comarca de Pamplona, localizada en el Arga alto-medio y donde las inundaciones tienen una causa principalmente morfológica. El paso de la montaña a la Cuenca de Pamplona supone una reducción brusca de la pendiente y la consiguiente disminución de la velocidad del flujo, por lo que el canal del río se hace meandrante. A su vez, en esta zona se produce la confluencia de tributarios del mismo orden jerárquico y abundante caudal, como sucede con el río Ulzama pocos Km antes de la ciudad de Pamplona. La coalescencia de los picos de avenida y la afluencia de aportes sucesivos (ríos Egües, Sada y Elorz) impiden el desagüe del caudal que acaba desbordándose. Las riberas del Arga en la comarca de Pamplona se encuentran ocupadas por actividades urbanas, agrícolas e industriales.

El segundo espacio inundable corresponde a la llanura de inundación del Arga. Es un área de amplitud considerable y muy débil pendiente, donde el Arga presenta una marcada tendencia meandriforme. El llano se encuentra ocupado, principalmente, por terrenos agrícolas de alto rendimiento pero también por emplazamientos ganaderos, urbanos e industriales. En los últimos 10 Km, el río discurre encauzado por un canal artificial que fue creado con el fin de reducir los daños de las inundaciones y la fuerza erosiva del río.

La información existente-*Estudio de inundaciones históricas en la cuenca del Ebro (1985)*, *Estudio y análisis de los riesgos de inundaciones en Navarra (1995)*, *el Proyecto Linde (1994, 1996)*- demuestra que las inundaciones han sido desde siempre un riesgo constante para las poblaciones y bienes situados en las riberas del Arga. Sin embargo, la documentación gráfica permite constatar que el riesgo ha aumentado considerablemente tanto por el incremento en la ocupación del espacio inundable como por el valor económico y social de los bienes que lo ocupan.

La *figura 2* permite apreciar como a finales del siglo XVIII, la ciudad de Pamplona estaba asentada en las terrazas altas del río, libres de inundaciones, mientras que las zonas inundables estaban ocupadas, exclusivamente, por campos de cultivo. A partir de los años 40-50 de nuestro siglo, la ciudad comienza el proceso expansivo. La inercia del núcleo urbano, razones de centralidad y una planificación urbanística poco rigurosa, permiten que la ciudad (barrios de la Txantrea y Rotxaepa) ocupe la vega del río. La *figura 3* muestra como en la actualidad (1996), el río ha sido reducido a un espacio mínimo entre el tramado urbano mientras la ciudad se asienta sobre las áreas edafológicas más ricas.

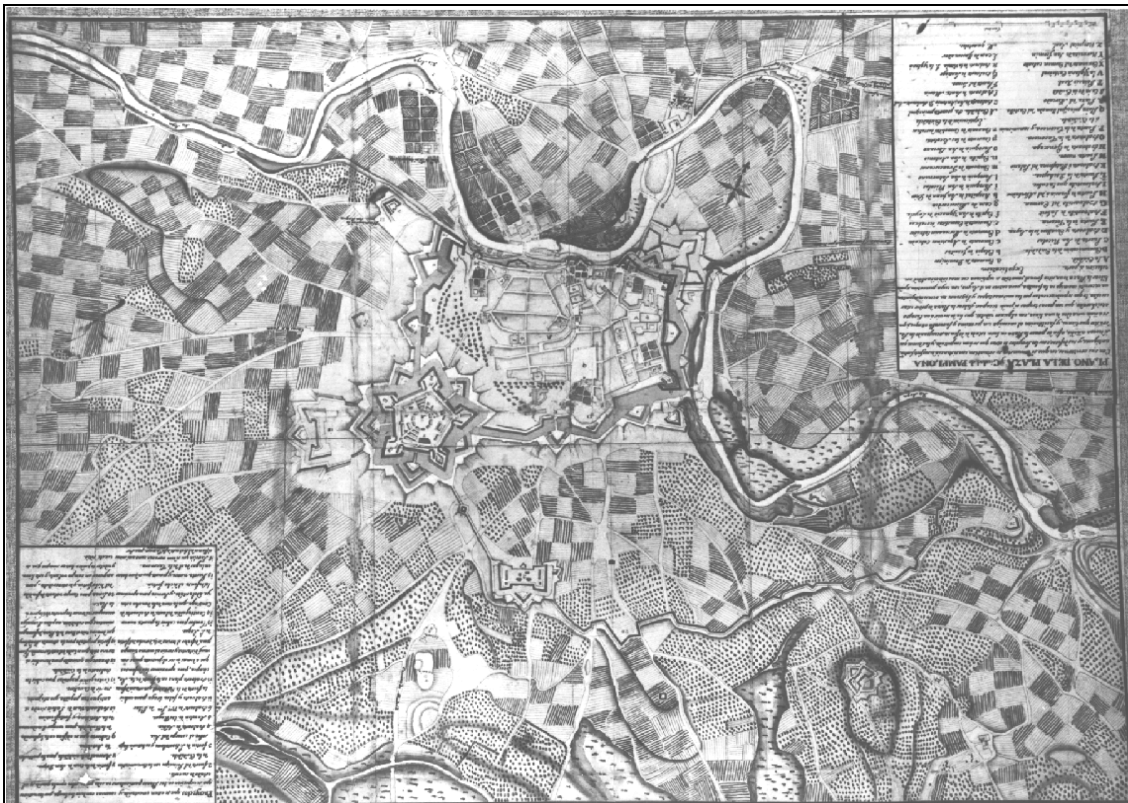


Fig2.- Plano de la ciudad de Pamplona. Finales del siglo XVIII

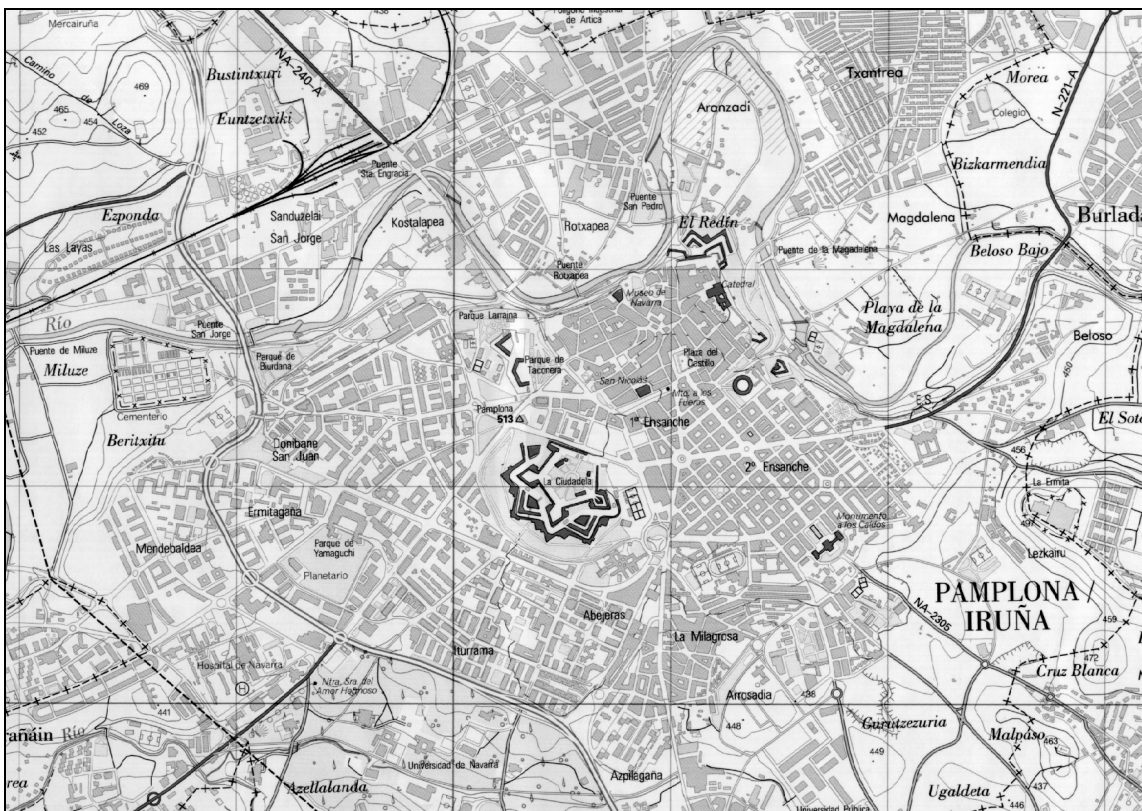


Fig3.- Plano de la ciudad de Pamplona. 1996

La misma problemática encontramos en la llanura de inundación. La *figura 4* muestra como en los últimos años, el núcleo de población de Funes se ha adentrado notablemente en el llano de inundación. El casco antiguo, ubicado en la orilla derecha del río, se encuentra protegido de las inundaciones, mientras que los nuevos barrios y construcciones se encuentran en áreas de alto riesgo.

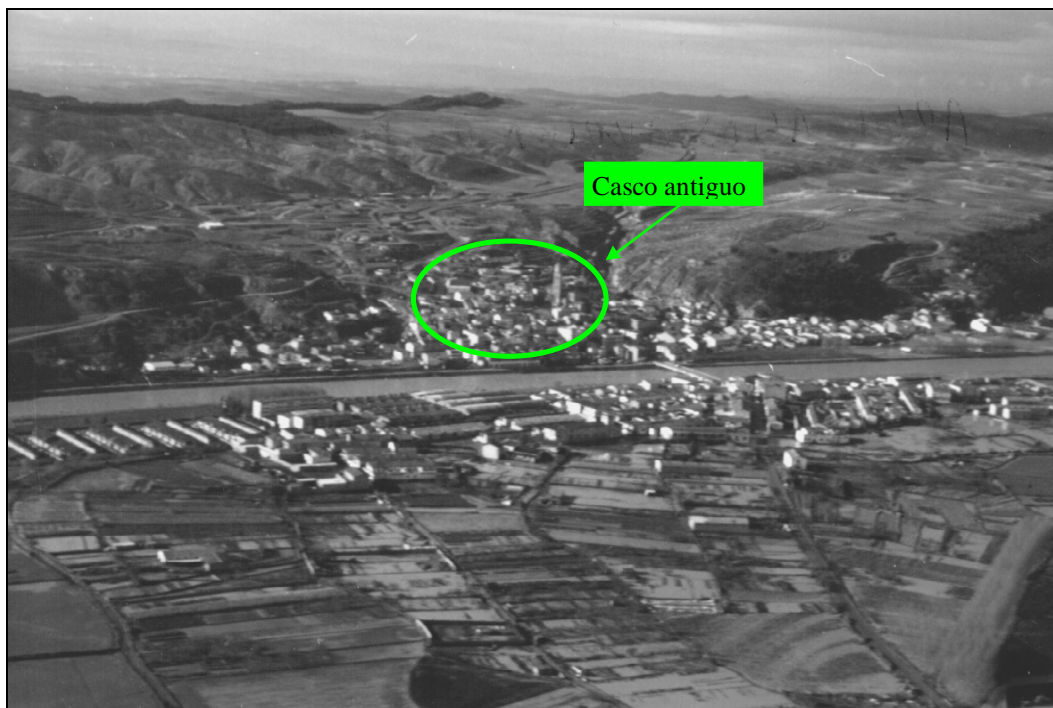


Fig.4.- Imagen de Funes (Llano de inundación del río Arga)

En resumen, se aprecia que las áreas más beneficiadas por el desarrollo económico son las que presentan, en la actualidad, una problemática más clara de riesgo de inundación. La expansión económico-urbanística se ha realizado sin respetar el ámbito fluvial y la dinámica natural del río por lo que la inundación ha pasado de ser un fenómeno natural a ser un fenómeno potencialmente catastrófico. En los últimos años (crecidas de 1960, 1969, 1980, 1992, 1993, 1997), las inundaciones han provocado pérdidas económicas cuantiosas, pero cabe pensar que los costes socio-económicos que llegarían a causar inundaciones de orden extraordinario podrían ser muy elevados.

5. CONCLUSIONES

El río Arga forma parte de un sistema hidrológico complejo que se caracteriza por su elevada heterogeneidad. Las abundantes y regulares precipitaciones que se registran en la cuenca alta permiten contar con un volumen de recursos hídricos, superficiales y subterráneos, capaces de satisfacer sin problemas las necesidades que se generan en la cuenca.

Mayor preocupación genera el factor riesgo vinculado a las crecidas e inundaciones del río Arga. En las últimas décadas, se ha producido un incremento considerable del riesgo de inundación. Se ha constatado que las áreas más afectadas por el riesgo son aquellas en que el desarrollo industrial, agrario y urbano ha sido más activo (AMP y llano de inundación del Arga). La causa fundamental del aumento en el nivel de riesgo se debe a que la expansión y ocupación del espacio se ha realizado sin una

planificación y gestión del territorio que tenga en cuenta el funcionamiento natural del sistema fluvial.

Sin duda, las medidas técnicas practicadas en los últimos años han permitido atenuar las afecciones de las inundaciones de media-baja envergadura. Sin embargo, a pesar de haberse realizado obras de protección contra avenidas (escolleras, muros, diques, encauzamientos...), estas se han manifestado insuficientes en crecidas de cierta entidad (inundación de enero de 1997). En algunos casos, las medidas correctoras llegan a crear en la población una falsa sensación de seguridad que lleva a invadir de forma más intensa las zonas potencialmente inundables. La necesidad de que la ciencia (conocimiento del sistema hidrológico y su funcionamiento) y la tecnología (medidas de actuación) se unan en el objetivo de conseguir una planificación, gestión y ordenación del territorio eficaz es evidente.

Frente a este problema, en muchos casos irreversible, se generan formas alternativas de atenuar el riesgo: rellenado del terreno y elevación de cotas, supresión de determinados usos en las plantas bajas, instalación de medios de predicción y prevención del riesgo muy tecnificados como la red SAIH (Sistema Automático de Información Hidrológica), medidas de información y organización de evacuación altamente competentes. A su vez, la existencia de una conciencia social cada vez más sensible con medio natural puede favorecer la protección del medio fluvial y con ello sus consecuencias.

No obstante, la evolución y situación actual de las zonas inundables nos lleva a considerar que, hoy día, un fenómeno natural conocido desde la antigüedad como es la inundación, se ha convertido en un riesgo con costos socio-económicos demasiado elevados.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento al Dpto. de Medio Ambiente del Gobierno de Navarra y a Ramón Sainz de los Terreros por dedicarnos su tiempo y conocimientos.

BIBLIOGRAFIA

- BELTRAN, F.; PEJENAUTE, J.M. (1995): Las inundaciones en Navarra. Inédito. Dpto. de Estructuras Agrarias. Gobierno de Navarra. Pamplona
- BIELZA DE ORY, V. (1972): Tierra Estella. Príncipe de Viana. Pamplona
- CASAS TORRES, J.M. (1956): La originalidad geográfica de Navarra. Cursos de verano en Pamplona, lección inaugural del I Curso. Universidad de Zaragoza. Diputación Foral de Navarra
- CASTIELLA, J.; SOLÉ, J.; NIÑEROLA, S.; OTAMENDI, A. (1982): Las aguas subterráneas de Navarra. Proyecto hidrológico. Ed. Dirección de Obras Públicas. Servicio Geológico. Gobierno de Navarra. Pamplona
- CASTIELLA, J.; FACI, E.; del VALLE, J. (1997): Memoria del Mapa Geológico de Navarra E. 1:200.000 (actualización). Servicio de Obras Públicas. Dpto. De Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones. Gobierno de Navarra. Pamplona
- CREUS, J. (1983): Características agroclimáticas de Navarra. Bolentín de Información Agraria el Campo, 91, pp. 10-14. Bilbao
- CREUS, J. (1986): El clima de Navarra. En Lecciones de Geografía Navarra. Ed. Eunsa. Pamplona
- DEPARTAMENTO DE INDUSTRIA, COMERCIO y TURISMO (1995): Catálogo de la Industria Navarra 1995. Departamento de Industria, Comercio y Turismo. Gobierno de Navarra. Pamplona
- ELIAS, F. ; RUIZ, L. (1982): Estudio Agroclimático de la provincia de Navarra. Instituto Navarro del Suelo. Pamplona

- FERRER, M.; CALVO, J.J. (1988): Población y sistema urbano. (En) Papeles de Economía Española. Economía de las comunidades autónomas, num 6. Pp 73-92. Caja de Ahorros de Navarra. Pamplona
- FERRER, M. et al. (1991): Microurbanización e industrialización local: el eje navarro-riojano del Ebro. (En) Ecología social y ambiente: Las ciudades medias y pequeñas.(Ed.) Universidad de Navarra S.A. Pamplona
- FLORISTÁN, A. (1951): La Ribera Tudelana de Navarra. Zaragoza. Príncipe de Viana, Juan Sebastián Elcano
- FLORISTAN, A. (1995): Geografía de Navarra. El Solar-1. Introducción general. Fundamentos geográficos naturales. Las montañas de la Montaña. Diario de Navarra. Pamplona
- FLORISTAN, A. (1996): Geografía de Navarra. Diario de Navarra. Pamplona
- GREGORY, K.J.; WALLING, D.E. (1973): Drainage Basin Form and Process: A Geomorphological Approach. Arnold, London
- JIMENO, A. (1993): El río Arga (tramo Peralta-Funes): dinámica fluvial. Memoria de Licenciatura. Inédita. Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Zaragoza. Zaragoza
- LÓPEZ BERMUDEZ, F. et al. (1988): Geometría de Cuencas Fluviales: Las Redes de Drenaje del Alto Guadalupe. Proyecto LUCDEME. ICONA. Madrid
- MALASSIS, L. (1958): Economie des exploitations agricoles. Essai sur les structures et les résultats des exploitations agricoles de grande et de petite superficie. Ed.Armand Colin. Paris
- MENSUA, S. (1960): La Navarra Media Oriental. Instituto Juan Sebastián Elcano. Zaragoza
- MEZQUIRIZ, M.A. (1991): El agua en la Historia. Época Antigua. (En) El agua en Navarra. Caja de Ahorros de Navarra. Pamplona
- MEZQUIRIZ, M.A.; ZUBIAUR, J. (1991): El agua en la Historia. Época Medieval y Moderna. (En) El agua en Navarra. Caja de Ahorros de Navarra. Pamplona
- NADAL REIMAT, E. (1993): Introducción al análisis de la planificación hidrológica. MOPT. Madrid, 190 pp.
- PEJENAUTE GOÑI, J.M. (1989): los días de precipitación elevada en Navarra y las situaciones atmosféricas que las originan. *Notas y Estudios de Ciencias Sociales*, 2, 17-60. Centro Asociado de la UNED en Navarra. Pamplona
- PEJENAUTE GOÑI, J.M. (1990): Las situaciones atmosféricas lluviosas en Navarra. *Espacio, Tiempo y Forma*, serie VI, Geografía, 113-150. Universidad a Distancia. Madrid
- PEJENAUTE GOÑI, J.M. (1990): Estudio de las precipitaciones torrenciales de agosto de 1983 en Navarra. *Lurralde*, 14, 117-142. INGEBIA. San Sebastian
- PEÑA MONNÉ, J.L.; GUTIERREZ ELORZA, M. (1994): La Depresión del Ebro. En Geomorfología de España. Edición coordinada, Direc. GUTIERREZ ELORZA, M., Madrid
- RAPÚN, M. (1986): La agricultura de Navarra entre 1962 y 1982: Una aproximación general y comarcal a su proceso de transformación. Departamento de Agricultura, Ganadería y Montes. Gobierno de Navarra
- ROSSELLÓ, V.M. (1989): Los llanos de inundación. (En) GIL ONCINA, A.; MORALES GIL, A. (Eds.): Avenidas fluviales e inundaciones en el Mediterráneo. Universidad de Alicante. C.A.M. pp 243-285. Alicante
- SOLE SABARIS, L. (1951): Los Pirineos. El medio y el hombre. Ed. Martín. Barcelona
- TORRES, M.P. (1971): La Navarra Húmeda del Noroeste. CSIC. Madrid
- UGALDE, A. (1990): La Cuenca de Pamplona: Transformaciones agrarias recientes en una comarca periurbana. 295 pp. Gobierno de Navarra. Dpto. de Educación, Cultura y Deporte. Pamplona