

LAS INUNDACIONES EN LA VERTIENTE CANTÁBRICA DEL PAÍS VASCO EN LOS ÚLTIMOS VEINTE AÑOS: PRINCIPALES EVENTOS, CONSECUENCIAS TERRITORIALES Y SISTEMAS DE PREVENCIÓN.

Askoa Iblisate González de Matauco

Alfredo Ollero Ojeda

Orbange Ormaetxea Arenaza

Departamento de Geografía, Prehistoria y Arqueología. Universidad del País Vasco.

Tfno.: 945.01.30.00, Fax: 945.01.33.09, E-mail: fgpoloja@vc.ehu.es

Resumen

En la vertiente cantábrica del País Vasco se registra un alto grado de riesgo por crecidas fluviales e inundaciones, debido tanto a una elevada peligrosidad natural como a una extremada vulnerabilidad. Se analizan los factores de este riesgo, los principales eventos de las dos últimas décadas, con especial atención a los de agosto de 1983, y los sistemas de prevención desarrollados por la administración vasca. Se valora también el escaso papel de los geógrafos en el análisis de estos procesos y en la ordenación de las zonas inundables.

Abstract

High hazard of fluvial floods is registered in atlantic slope of the Basque Country. It's result as a elevated natural dangerously as a extreme vulnerability. Factors of this hazard, the principal events of the two last decade, with special attention to the august of 1983, and the prevention systems developed for the basque administration are analised. Also, the small paper of geographers in the analysis of these processes and the management of the floody areas is evaluated.

1. INTRODUCCIÓN A LA PROBLEMÁTICA DE LAS CRECIDAS E INUNDACIONES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

La vertiente cantábrica del País Vasco es un territorio en el que el grado de riesgo por crecidas fluviales e inundaciones es relativamente elevado en relación con el contexto estatal. Algunos de los factores, la mayor parte de los procesos y sus graves consecuencias socioeconómicas presentan notables coincidencias con las características de los eventos de las cuencas levantinas, las de mayor riesgo de la Península. Estas semejanzas han sido puestas de manifiesto por Prieto y Lamas (1985) y Ollero (1997). Este último, en su desarrollo de una tipología de crecidas en función del grado de riesgo, incluye en el mismo grupo (ríos de corto recorrido y ramblas) a las crecidas de los ríos vasco-cantábricos y levantinos, destacando su peligrosidad alta (grandes volúmenes, elevada velocidad, abundante caudal sólido, problemas en desembocaduras) y su vulnerabilidad muy alta (intensa ocupación de cauces, alta densidad de población y actividad). Las diferencias con

Levante estriban en los periodos de retorno más largos en el caso vasco, así como en la ausencia de una llanura costera.

Cinco factores fundamentales explican la formación y el elevado grado de riesgo de crecidas fluviales y episodios de inundación en la vertiente cantábrica del País Vasco:

-Episodios de fuerte pluviometría favorecidos por la proximidad al mar de los relieves de los Montes Vascos. Se registran lluvias orográficas y frontales, siendo menos frecuentes las de convección y tormentas. Como han analizado Prieto y Lamas (1985), con la mayoría de las situaciones atmosféricas pueden producirse precipitaciones de cierta intensidad sobre la vertiente cantábrica, registrándose riadas catastróficas con lluvias diarias del orden de 135-140 mm/m². Por otra parte, también merece especial atención la situación de galería, paso rápido de SW a NW con depresión barométrica y fuerte aporte de humedad, actividad convectiva y lluvias locales fuertes.

-Coeficientes de escorrentía altos, entre 0,5 y 0,7 (Tabla 1), debido especialmente al predominio de rocas impermeables, a los suelos de transmisividad relativamente limitada, a las pendientes fuertes y a la alta densidad de urbanización. Prieto y Lamas (1985) insisten en que la regulación natural de las cuencas cantábricas del País Vasco es muy baja por la inestabilidad de muchas laderas (deslizamientos, movimientos en masa, flujos sólidos en torrentes), la desaparición casi total de los bosques autóctonos y las altas tasas de erosión. El índice de Fournier da valores altos en la mayor parte de los ríos, pero especialmente en el Nervión, con 144 $\text{tm}/\text{km}^2/\text{año}$, equiparable a la cuenca del Segura. Por otro lado, la capacidad de regulación artificial es también baja; las cerradas aprovechables son escasas y los embalses son de pequeñas dimensiones debido a la elevada pendiente, estrechez y encajamiento de los valles en V.

-Tiempos de concentración cortos, provocados por las altas pendientes, la estrechez de los valles y cauces, los índices de compacidad de las cuencas altos y las densidades de drenaje bajas. Los análisis morfométricos de las cuencas (Antigüedad y Cruz, 1980; Cruz y Sáenz, 1980; Antigüedad, 1982; Cruz y Tamés, 1983; Eraso, 1983; Eraso y Antigüedad, 1984; Aurrekoetxea *et al.*, 1991) detectan un evidente déficit de cauces de orden 1, lo cual favorece la concentración rápida de la escorrentía. En Bizkaia, la razón de bifurcación es especialmente baja para los cauces menores de Nervión, Oca y Artibai, mientras la más alta jerarquía del alto Ibaizabal se concentra rápidamente a partir de Elorrio e Igorre (Prieto y Lamas, 1985). La simultaneidad entre afluentes ha sido destacable en muchos eventos. Los cauces discurren bastante encajados, son de canal único y escasamente meandriformes, por lo que su pendiente es alta y la energía de transporte no se dispersa. La disponibilidad de tiempo para medidas de evacuación ante una catástrofe es muy pequeña.

-Ocupación de los cauces y elevada urbanización, debida a la escasez de terrenos llanos, así como a un desarro-

llo poblacional e industrial rápido, intenso y escasamente planificado, de manera que se ha construido sobre las estrechas planas aluviales. Ello conlleva una amplia problemática (Fernández, 1993): ocupación de zonas inundables, ocupación de las laderas de los valles principales cubriendo arroyos y regatas de fuertes pendientes, estrechamientos de los cauces, numerosas obras de infraestructura viaria que inciden sobre cauces y márgenes, numerosos azudes de derivación y abundancia de materiales flotantes, con especial referencia a los árboles (deslizamientos o desde depósitos en época de tala), que pueden ejercer efectos represa. Al estrecharse por la ocupación los cauces naturales, se trató de paliar el problema mediante dragados y elevando las defensas laterales, con lo que se eliminó el efecto laminador del desbordamiento, reduciéndose el tiempo de concentración de la riada y trasladándose y magnificándose el problema aguas abajo. En las últimas actuaciones se ha tratado de introducir medidas menos duras de protección de márgenes y se ha tendido a romper la pendiente de los cauces escalonándola. También han sido muy abundantes los efectos de represa en puentes. En Basauri, en la riada de agosto de 1983, una sección natural de unos 1.400 m^2 había sido reducida a 550 m^2 , por lo que el caudal punta de 3.700 m^3/s llevó una velocidad real de 6,73 m/s en lugar de 2,65 m/s , y los daños por impacto o socavación se multiplicaron, según la energía cinética, por 6,5 (Prieto y Lamas, 1985).

-Desembocadura en el mar Cantábrico que, a diferencia del Mediterráneo, cuenta con pronunciadas pleamares y oleaje y mayor frecuencia e intensidad de temporales. La sinergia de los mismos con las crecidas fluviales implica situaciones de alto riesgo en las rías, en las que se viene constatando un continuo ascenso del nivel de base a lo largo del Holoceno. Las inundaciones provocadas directamente por el mar (mareas de temporal) apenas tienen repercusión en la costa vasca, excepto en las zonas de playa, debido a la inexistencia de llanuras bajas, por lo que su principal efecto es la penetración por las rías.

Río	Aforo	Serie	Módulo m ³ /s	Aportación hm ³	Superficie cuenca km ²	Caudal específico l / s / km ²	Coefficiente escorentía
Herrerías	Sodupe	1970-88	5,99	189	255	23,50	0,57
Ibaizabal	Lemona	1970-88	9,55	301	251	38,07	0,71
Nervión	Etxebarri	1978-88	30,88	974	997	30,90	0,61
Artibai	Berriatua	1970-88	2,34	74	93	25,16	0,46
Deba	Aizola	1969-88	17,58	555	456	38,57	0,69
Urola	Etxabe	1970-88	10,06	317	304	33,09	0,59
Oria	Andoain	1952-88	22,70	718	755	30,15	0,53
Urumea	Ereñozu	1969-88	11,40	362	215	53,40	0,66
Oiartzun	Oiartzun	1970-88	1,83	58	38	48,12	0,61
Bidasoa	Endarlatza	1969-88	27,70	874	681	40,70	0,58

Tabla 1.- Datos básicos en las principales estaciones de aforo de la red de la C.H.N. (Ollero y Ormaetxea, 1996)

En todos los ríos vascos tienen lugar procesos de crecida y hay elementos humanos dentro de los cauces de inundación. Los niveles de riesgo varían en función de la frecuencia, volumen y desarrollo de cada crecida y de la intensidad de ocupación del terreno inundable. De acuerdo con los factores señalados y con las crecidas históricas que conocemos, podemos afirmar que la Ría de Bilbao, ubicada a la salida de la confluencia Nervión-Ibaizabal, es el área más vulnerable. En los últimos 600 años Bilbao ha asistido a 39 inundaciones de carácter catastrófico (Fernández, 1993). Los tradicionales "aguaduchos" se redujeron en buena medida a partir de las obras de defensa y encauzamiento de la Ría, concluidos a finales del pasado siglo (Basas, 1983). Mientras la primera mitad del siglo XX no registró eventos reseñables, salvo las crecidas del Nervión de diciembre de 1908 y mayo de 1913, las inundaciones volvieron a afectar a la ciudad y su entorno en octubre de 1953, junio de 1975, junio de 1977 y agosto de 1983. El proceso de urbanización e industrialización del Gran Bilbao y de todo el valle del Nervión, y la ausencia de dragados y de trabajos de mantenimiento en la Ría son responsables, según Basas (1983), de este retorno de los aguaduchos.

Otros enclaves de riesgo son Llodio en el Nervión, Donostia-San Sebastián en el Urumea, Lasarte, Andoain y Tolosa en el Oria o Rentería en el Oiartzun. La mayor parte de los procesos han sido invernales y con notables coincidencias temporales entre todos los sistemas fluviales.

En suma, los ríos vascos de la vertiente cantábrica presentan cauces encajados en valles estrechos, por lo que las crecidas constituyen peligrosos aumentos de nivel y veloci-

dad que causan daños en puntos de debilidad. La autolaminación por desbordamiento es muy poco significativa en los tramos medios, por lo que la onda de avenida puede llegar prácticamente intacta a los cursos bajos. La vulnerabilidad es alta o muy alta en todos los casos, ya que los ejes fluviales han sido el eje vertebrador del desarrollo industrial y urbano. Estamos, por tanto, ante un área geográfica de máximo interés de cara a la evaluación de las inundaciones en la Península. Sin embargo, este hecho no ha parecido animar a la comunidad científica en general y a los geógrafos en particular a investigar y publicar sobre este tema.

2. ANÁLISIS E INFORMACIÓN SOBRE CRECIDAS E INUNDACIONES EN LA VERTIENTE CANTÁBRICA DEL PAÍS VASCO

La bibliografía sobre hidrología superficial en el País Vasco ha sido tradicionalmente escasa en comparación con los abundantes y reseñables trabajos sobre aguas subterráneas. Al margen de numerosos trabajos técnicos llevados a cabo por ingenieros o geólogos, que no vamos a reseñar, entre los colectivos científicos han sido los geólogos los que más han trabajado en esta temática y a los que se debe en buena medida las escasas publicaciones sobre aguas superficiales. El tema fundamental de investigación ha sido la morfometría de cuencas: Antigüedad y Cruz (1980), Cruz y Sáenz (1980), Antigüedad (1982), Cruz y Tamés (1983), Eraso (1983), Eraso y Antigüedad (1984), Aurrekoetxea *et al.* (1991).

Cifándonos al tema de las crecidas e inundaciones, la información publicada es, si

cabe, más modesta e, incluso, puede parecer decepcionante para el que busque no sólo datos sino también interpretaciones y un detallado análisis de procesos y relaciones causa-efecto. No existe ninguna obra que recopile las crecidas e inundaciones, de manera que sólo pueden encontrarse referencias no siempre del todo sistematizadas en trabajos de síntesis sobre las aguas de Euskal Herria, como el de los geógrafos Ollero y Ormaetxea (1996), o en el análisis de factores que desarrollan los geólogos Prieto y Lamas (1985).

Suele suceder que la irrupción de un acontecimiento catastrófico anime a la investigación y a la publicación, científica o divulgativa, sobre el mismo. En este caso, el dramático evento de agosto de 1983 supuso, evidentemente, un hito en la preocupación por los riesgos hidrológicos en el País Vasco, pero sin embargo la producción científica sobre el mismo ha sido mínima, contrastando con la abundancia de trabajos técnicos no publicados realizados al amparo de la Administración, o bien con lo ocurrido ante episodios mediterráneos casi paralelos en el tiempo como la riada del Júcar de 1982. Entre los trabajos técnicos destacan los estudios realizados por Initec para la Comisaría de Aguas del Norte de España (Díaz Ortiz, 1984) y el libro publicado por la Diputación Foral de Bizkaia (1984) sobre los daños causados por las inundaciones, con la estimación de los caudales máximos para la zona de Bilbao, usando el método de la pendiente y sección mojada. En 1986 Ayala Carcedo dirige un estudio geológico para la previsión de riesgos por inundaciones.

La labor científica de los geógrafos ante la catástrofe de 1983 fue muy escasa, centrándose especialmente en los factores meteorológicos del proceso, en el origen de las fuertes precipitaciones que desataron la catástrofe. Se limitan a las interesantes publicaciones del profesor de la Universidad de Almería José Jaime Capel Molina (1983, 1985), al artículo de Pejenaute (1991) centrado en el ámbito navarro y al posterior tratamiento del tema en una obra más amplia de Jorge Olcina (1994). También hay que citar un artículo de Ugarte y González Martín (1984) sobre las consecuencias geomorfológicas de las precipitaciones en la Ría de Mundaka. En otras disciplinas sí se encendió el interés en mucha mayor medida, surgiendo diversos análisis teóricos y modelos, como la aportación del ingeniero de montes Fermín López Unzu (1986).

El desarrollo técnico ha sido notable en los últimos años y podemos afirmar que el conocimiento, por parte de las distintas administraciones, del funcionamiento hidrológico de los sistemas fluviales de la vertiente norte del País Vasco es muy destacable, pero este conocimiento queda al margen de la opinión pública y de los investigadores. Uno de los mayores problemas estriba en las dificultades para obtener algunos datos y la dispersión de los mismos -Comisaría de Aguas, Confederación Hidrográfica del Norte, Servicio Meteorológico, Gobierno Vasco, Centro de Estudios Hidrográficos, Consorcio de Aguas de Bilbao, Mancomunidad del Añarbe, Iberdrola, etc.-.

La ausencia de un análisis geográfico integrado, desde las causas hasta las consecuencias, de los procesos de crecida e inundación en el País Vasco no sólo es un hecho reconocido por los geógrafos, sino también un estudio que necesita y reclama con urgencia la Administración para un mejor conocimiento del funcionamiento hidrológico y para una actualización de las series de datos y de todos los parámetros que a partir de ellas se pueden obtener. En esta línea de investigación de destacada utilidad se enmarca una tesis doctoral en curso (Ibiate, en preparación).

Pero aún queda pendiente otra asignatura que también puede competir a los geógrafos vascos: la de la información a la población mediante una educación del riesgo, una concienciación o sensibilización sobre los distintos elementos de peligrosidad y vulnerabilidad, especialmente en ámbitos urbanos, porque aunque la memoria social sea corta van a seguir ocurriendo eventos extremos.

3. LOS PRINCIPALES EVENTOS ACONTECIDOS DESDE 1980

Sin lugar a ninguna duda, el principal acontecimiento catastrófico de las últimas dos décadas fue el conjunto de crecidas e inundaciones registradas en agosto de 1983. Los días 25, 26 y 27 de aquel mes, la vertiente cantábrica oriental, y especialmente la cuenca del Nervión, registró unas precipitaciones de excepcional intensidad que provocaron numerosas inundaciones con un saldo de 37 fallecidos y daños materiales calculados en más de 150.000 millones de pesetas. Como señala Pejenaute (1991), en 36 horas llovió el equivalente a la mitad de la precipitación de un año medio en algunos observatorios.

La intensidad de las lluvias fue debida a una fuerte inestabilidad propiciada por un embolsamiento de aire frío en altura y reforzada por los vientos de superficie del cuarto cuadrante, que incidían perpendicularmente al litoral. Los mapas de superficie para esos días indicaban una situación anticiclónica que permanecía estable, con temperaturas en Bilbao máximas de 25°C y mínimas de 18°C. Por el contrario, en altura se apreciaba un enfriamiento de las masas de aire, con temperaturas de -12 °C a unos 5.700 m (superficie de 500 mb) sobre la vertical de Bilbao (Diputación Foral de Bizkaia, 1984). Fueron estas masas de aire frío situadas sobre una capa de aire caliente y cargado de humedad que ascendía por las alineaciones cantábricas y vascas las que desencadenaron un proceso de condensación con la formación de cumulonimbos de gran desarrollo vertical y fuertes descargas de precipitación, en un periodo de tiempo muy breve (Olcina, 1994; Capel, 1983).

La precipitación, con una distribución de lluvias atípica, con gradientes elevadísimos y máximos aislados, comenzó en Gipuzkoa el 25 de agosto y se desplazó con posterioridad hacia la Navarra Atlántica, Bizkaia y Cantabria, produciendo un máximo extraordinario de precipitaciones en la zona próxima a Bilbao.

Las áreas más castigadas por la precipitación fueron las cuencas altas del río Urumea (220,8 mm en Goizueta) y del río Oria (232 mm en Elduayen), las cuencas medias y altas del río Urola (259,3 mm en Legazpia-Barrendiola) y del río Deba (260,4 mm en Arantzazu), curso alto del río Nervión (260 mm en Orozko, 240 mm en Amurrio) y especialmente su cuenca baja (392 mm en Bilbao y más de 500 mm en Larraskitu) (Capel, 1983).

Tras las lluvias, los sistemas fluviales vasco-cantábricos, caracterizados por sus valles estrechos, escasa regulación natural por infiltración y recarga de acuíferos (en Bidasoa y Nervión sólo el 5%), tramos inferiores de escasa pendiente por la colmatación holocena, tiempos de concentración muy cortos, gradiente hidráulico superficial alto, suelos de transmisividad relativamente limitada y poco potentes y rocas en general impermeables (Prieto y Lamas, 1985), sufrieron importantes crecidas y desbordamientos llegando a superar en algunos puntos los 6 m de altura del agua (Tabla 2).

El Bidasoa, Urumea, Oria, Urola, Deba, Artibai, y Nervión, y muchos otros sistemas de menor rango, provocaron graves inundaciones que anegaron y arrastraron a su paso comercios, viviendas, tierras de cultivo y múltiples construcciones, a lo que hay que añadir los desprendimientos y los deslizamientos de suelos que en buen número de casos cortaron vías de comunicación dañando seriamente a la infraestructura económica regional. Al poder destructor de las avenidas se sumaron la gran intensidad horaria de las lluvias, la fuerte saturación de humedad de los suelos tras las prolongadas lluvias habidas a lo largo del mes de agosto y al carácter torrencial de los cursos de agua del Cantábrico (Capel, 1983).

En la cuenca del río Nervión, una de las más afectadas, las precipitaciones no aparecieron en la cabecera sino en la cuenca baja, generándose primeramente las inundaciones de forma directa por las lluvias, siendo posterior la llegada de la avenida, que coincidió con la pleamar. Un ejemplo destacado es el del Casco Viejo de Bilbao, donde se recibieron 789.260 m³ de agua en dos días procedentes exclusivamente del agua de lluvia directa sobre la zona (Diputación Foral de Bizkaia, 1984).

A las cantidades de agua en escorrentía hay que añadir la capacidad de carga de la misma y su poder destructor. A pesar de la densa cobertura vegetal de este sector, estudios realizados de carga sólida en el Nervión proporcionaron tensiones de arrastre en La Peña -uno de los barrios bilbaínos más afectados- de 21,6 kp/m², 51,8 kp/m² en Basauri (tras la confluencia Nervión-Ibaizabal) y 43,2 kp/m² en Arrigorriaga (Prieto y Lamas, 1985).

Además de los factores naturales que determinaron la capacidad destructiva de los ríos hay que considerar la localización de buena parte de las zonas residenciales e industriales en llanuras aluviales e incluso en los cauces mayores. El enterramiento y entubación de los cauces que no tuvieron suficiente capacidad para acoger el volumen de caudal instantáneo (río Artigas en Bermeo y río Ego en Ermua) o los puentes que funcionaron a modo de presas provocaron una escorrentía superficial torrencial que atravesó y anegó los núcleos urbanos.

El desastre obligó a tomar una serie de medidas urgentes para reparar los daños causados (Real Decreto-Ley 5/1983 de 1 de septiembre) y realizar toda una serie de actuaciones

Río	Estación	Nivel	Caudal (m³/s)	Fuente
Agüera	Guriezo	2,70	60,38	datos de aforo (CHN)
Herrerías	Gordejuela		314	estimados (D.F.Bizkaia, 1984)
Herrerías	Güñes	3,50	520	datos de aforo (CHN)
Cadagua	Sodupe		338	estimados (D.F.Bizkaia, 1984)
Cadagua	La Cuadra		1.119	estimados (D.F.Bizkaia, 1984)
Cadagua	Castrejana		1.401	estimados (D.F.Bizkaia, 1984)
Altube	Areta		668	estimados (D.F.Bizkaia, 1984)
Izalde	Gordejuela		449	estimados (D.F.Bizkaia, 1984)
Nervión	Orduña		127	estimados (D.F.Bizkaia, 1984)
Nervión	Saratxo		182	estimados (D.F.Bizkaia, 1984)
Nervión	Llodio		547	estimados (D.F.Bizkaia, 1984)
Nervión	Basauri		1.641	estimados (D.F.Bizkaia, 1984)
Nervión	Etxebarri		3.021	estimados (D.F.Bizkaia, 1984)
Nervión	Bolueta		3.059	estimados (D.F.Bizkaia, 1984)
Arratia			307	estimados (D.F.Bizkaia, 1984)
Arratia	Lemona	3,66	433,17	datos de aforo (CHN)
Ibaizabal	Amorebieta		925	estimados (D.F.Bizkaia, 1984)
Ibaizabal	Lemona	4	398	datos de aforo (CHN)
Ibaizabal	Galdakao		1.402	estimados (D.F.Bizkaia, 1984)
Deba	Alzola	4,16	712,04	datos de aforo (CHN)
Urola	Etxabe	4,54	326,5	datos de aforo (CHN)
Oria	Andoain	6,53	840,02	datos de aforo (CHN)
Urumea	Ereñozu	4,10	246,75	datos de aforo (CHN)
Oiartzun	Oiartzun	1,97	43,31	datos de aforo (CHN)
Bidasoa	Endarlatza	4,02	180,48	datos de aforo (CHN)

Tabla 2.- Datos de caudal registrados o estimados en las crecidas e inundaciones de agosto de 1983

nes por parte de los distintos organismos. Dirigida por el Gobierno Vasco se llevó a cabo la ejecución de un Plan de Reconstrucción que incluía la limpieza y dragado de cauces, refuerzo de márgenes, eliminación de puntos negros (derribos, encauzamientos, desagües...), encauzamientos, acondicionamiento de presas y reposición de abastecimiento y saneamientos. Además, se aceleraron los trabajos programados a más largo plazo pero de mayor alcance, como el Plan Hidrológico del Norte, el Plan Nervión-Ibaizabal (desde Bilbao a Galdakao), Plan Nervión (desde Urbi hasta Miravalles), Plan Asua, Gobelas, etc. (Olcina, 1994). El Gobierno Vasco también elaboró en 1983 su Plan Hidrológico del País Vasco.

Los sistemas fluviales que analizamos en el presente trabajo registran más de una crecida por año. No existe ningún trabajo de recopilación de procesos, por lo que sólo vamos a referirnos a brevemente a los episodios más significativos al margen del ya descrito de agosto de 1983. El 16 de enero de 1981 hubo importantes avenidas en los ríos guipuzcoanos (Ollero y Ormaetxea, 1996): 525 m³/s en el Deba, 240 m³/s en el Urola, 1.203 m³/s en el Oria. También sufrieron crecida el Nervión y el Ibaizabal. Mayor importancia alcanzó en la zona occidental de Gipuzkoa las riadas del 19 de julio de 1988, con un caudal de 1.543 m³/

s en el Deba y 402,9 m³/s en el Urola. Los últimos procesos importantes y generalizados en la mayor parte de las cuencas vascas, pero de los que carecemos todavía de datos hidrológicos, han sido los del 5 de diciembre de 1996 y 9 de octubre de 1998.

Las inundaciones locales en zonas urbanas a raíz de fuertes precipitaciones tormentosas han alcanzado una frecuencia elevada en el País Vasco. Un ejemplo muy reciente es el de la inundación de Donostia-San Sebastián el 1 de junio de 1997 (Ollero, 1997). Fueron afectados especialmente los barrios occidentales donostiarros de Igueldo, Antiguo, Ibaeta, Venta Berri, Añorga, así como Andoain, Lasarte-Oria, Hernani, Usurbil, Urnieta, Rentería, Astigarraga, Pasaia, Oiartzun y Zarautz. La tromba de agua alcanzó los 251 mm en total, batiendo el récord del observatorio de Igueldo, pero 103 mm se concentraron de las 8 a las 9 horas a.m. y otros 90 mm de las 9 a las 10 horas. No hubo daños personales, pero sí abundantes paralizaciones de actividad, viviendas desalojadas, garajes anegados, carreteras cortadas, vehículos destrozados, talleres y bajos inundados, falta de suministro eléctrico y de gas, desprendimientos en laderas, etc.

4. SISTEMAS DE PREVENCIÓN

A raíz de las inundaciones de 1983 se vio la necesidad de tomar medidas para evitar al máximo los riesgos de inundaciones y minimizar los daños que éstas causaban. Desde la Administración se plantearon y llevaron a cabo un conjunto de planes de actuación tanto estructurales como no estructurales. Entre los primeros, cabe destacar la notable inversión en obras de defensa y encauzamiento en la mayor parte de los ríos y regatas, con mayor intensidad en Gipuzkoa, y en especial en zonas urbanas, lo cual demuestra que el peligro fundamental se deriva de la ocupación de zonas inundables. Por lo que respecta a las actuaciones de prevención o no estructurales, se han desarrollado de una forma más lenta, completándose en los últimos años con algunos planes de ordenación.

La herramienta básica de prevención no han sido los mapas de riesgos, escasos todavía, ni las incipientes propuestas de zonificación de áreas inundables, sino el establecimiento de una red de control e información hidrológica. Así pues, desde los años ochenta se ha incrementado considerablemente la red de estaciones de aforo en todos los ríos principales y en muchas regatas de menor orden, a partir del denominado Plan de Previsión y de Alerta contra Inundaciones. El Servicio Vasco de Meteorología, junto con las Diputaciones de Bizkaia y Gipuzkoa, ha establecido una red que engloba (con una inversión entre 30 y 100 millones de pesetas en cada punto), 64 estaciones meteorológicas, 33 estaciones de aforo (equivalentes a la red SAIH) y 10 estaciones de calidad de aguas (equivalentes a la red SAICA). Estas estaciones tienen una sección en V para la medición del caudal modular y, en caso de sobrepasar el agua la escala de medición, ésta se realiza mediante molinetes. La información se emite al centro de recogida de datos, en Vitoria-Gasteiz, cada 10 minutos mediante conexiones de radio y microondas. La Administración estatal, por otra parte, posee su propia infraestructura.

En avenidas ordinarias se ha comprobado la eficacia de la red, y paulatinamente se va mejorando en el conocimiento de las asociaciones de niveles de las estaciones de aforo con problemas que se producen en las cuencas, la velocidad de traslación de las ondas de avenida y asociación de lluvias con escorrentía. Por ejemplo, se ha demostrado que los tiempos de concentración en determi-

nadas cuencas están entre 5 y 6 horas, cuando se calculaba que rondaban las 12-14 horas. El principal problema de la red es la escasez de estaciones en algunas cuencas, sobre todo en las de corto recorrido próximas a la costa. En Gipuzkoa están en funcionamiento el 80% de las estaciones previstas y en Bizkaia el 60%.

La Comunidad Autónoma del País Vasco dispone de un **Plan Integral de Prevención de Inundaciones**, cuyos objetivos son la mejora del conocimiento de los fenómenos meteorológicos e hidrológicos que las provocan, la cuantificación de los riesgos, el planteamiento y evaluación de alternativas de actuación, la proposición de un programa de actuaciones y la utilidad para la planificación territorial y urbanística. Este P.I.P.I., concluido en mayo de 1992, incluye estudios pluviométricos, hidrológicos, hidráulicos, un estudio de las alternativas de protección y de seguridad complementarias, recomendaciones de ordenación territorial, una red de medida y plan de comunicaciones y alarmas, recomendaciones para diseño y cálculo de obras de protección y, por último, criterios de explotación y conservación de cauces.

En 1999 ha sido aprobado el **Plan Territorial Sectorial de Márgenes y Ríos de la Vertiente Cantábrica del País Vasco**, uno de cuyos objetivos principales es la determinación de los criterios para la protección de los cauces con el fin de evitar las inundaciones, así como unos criterios de ordenación territorial adecuados, sobre todo en lo que a usos urbanísticos y edificatorios se refiere.

En la actualidad el Gobierno Vasco, a través del Servicio Vasco de Meteorología, colabora en un proyecto de investigación llevado a cabo por profesores de la Universidad del País Vasco sobre modelización hidrológica, en el que mediante modelos matemáticos se intenta calcular los caudales que llegados a un punto pueden causar peligro de inundación.

5. CONCLUSIONES

Las inundaciones, el más frecuente y universal de los riesgos naturales, constituyen acontecimientos en los que muestran toda su crudeza las complejas relaciones entre el hombre y la naturaleza. Estos procesos en los que se incrementan los flujos de materia y

energía del sistema natural forman parte consustancial de su equilibrio dinámico, y se convierten en riesgo desde el momento en que el hombre habita en lugares vulnerables. La vertiente cantábrica del País Vasco presenta una muy alta vulnerabilidad, como ha quedado de manifiesto es diversos episodios, y muy especialmente en los acontecimientos de agosto de 1983. Su grado de riesgo puede equipararse al de las cuencas fluviales levantinas, es decir, alcanza niveles "mediterráneos" pese a encontrarse en un ámbito atlántico.

La peligrosidad natural y la intensa urbanización e industrialización de los valles han llevado a desarrollar numerosas actuaciones de defensa y prevención. Entre estas últimas destaca el desarrollo de una densa red de estaciones meteorológicas y de aforo, todavía en fase de ampliación, así como la aprobación del Plan Integral de Prevención de Inundaciones (1992) y del Plan Territorial Sectorial de Márgenes y Ríos de la Vertiente Cantábrica del País Vasco (1999).

El papel de los geógrafos ha sido nulo en estas actuaciones administrativas y mínimo en lo referente a la investigación científica sobre crecidas e inundaciones en este ámbito territorial. Sin embargo, hay al menos tres caminos que recorrer en el futuro que pueden ser abordados desde la Geografía:

- La recopilación y actualización de datos hidrológicos y limnigramas, análisis de factores meteorológicos, evaluación de consecuencias socioeconómicas, etc.; en definitiva, una labor de interpretación y mejora del conocimiento sobre los procesos de crecida e inundación que contribuya a la prevención y previsión de procesos futuros.
- La información a la población sobre el grado de riesgo existente, su localización en el espacio, los sistemas de alarma, los planes de evacuación y el modo de actuar cada uno si llega el caso, porque la memoria sociológica es corta y no hay mejor prevención que estar preparados para lo peor. Los eventos, con mayor o menor violencia, se van a repetir, y pueden ser más frecuentes e intensos, aunque sólo sea porque seguimos incrementando la urbanización. Hay que insistir en una concienciación, una cultura del riesgo, una educación ambiental del riesgo.

- La necesaria zonificación de usos en los terrenos inundables en el marco de la ordenación del territorio. Hay que mejorar y completar los mapas de riesgo y actualizarlos continuamente, desarrollando el planeamiento urbanístico en consecuencia, tratando de no aumentar la vulnerabilidad, buscando los emplazamientos de menor riesgo para las nuevas actividades.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, A. (1983). Lluvias de agosto de 1983 y comportamiento del karst de Gorbea (vertiente cantábrica y mediterránea). *Kobie*, 13: 325-330.

Antigüedad, I. (1982). Análisis de la red de drenaje en la interpretación estructural. Aplicación en la cuenca del río Nervión-Ibaizabal (Bizkaia-Araba). *Lurralde*, 5: 35-45.

Antigüedad, I. y Cruz, J. (1980). Estudio morfométrico de la cuenca del río Arratia (Bizkaia). *Boletín de la Real Sociedad Geográfica*, XCVI: 31-52.

Antigüedad, I.; García, J. & Llamas, J. (1995). A mathematical model for precipitation in the Basque Country, Spain. *Hydrological Sciences Journal*, 40(3): 291-302. I.A.H.S.

Antigüedad, I. et al. (1995). *Urak*. Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea.

Arboli, J.M. (1989). El Iryda en las inundaciones de julio de 1988. *Delegación*, 17-18: 34-37.

Asociación de Forestalistas del País Vasco-Euskadiko basogintza elkarte (1984). *Estudio sobre la actuación de la vegetación en las lluvias torrenciales de agosto de 1983 en el País Vasco* (inédito), Bilbao.

Aurrekoetxea, Z.; Antigüedad, I. y Arostegui, J. (1991). Estudio preliminar de la erosión hídrica en la cuenca alta del río Nerbioi (Bizkaia-Araba). *Lurralde*, 14: 163-184.

Ayala, F.J. et al. (1986). *Estudio geológico para la previsión de riesgos por inundaciones en el País Vasco (Álava y Vizcaya) y Condado de Treviño*. Escala 1:100.000. IGME, 71 p. + cartografía, Madrid.

Ayuntamiento de Bilbao (1990). *Plan de emergencia municipal de la Villa de Bilbao*. Área de

- Protección Civil y Medio Ambiente (documento interno).
- Basas, M. (1983). La larga serie de las inundaciones bilbaínas. *Información. Revista Económica del País Vasco*, 1388: 25-27.
- Capel, J.J. (1983). *El clima de la España Cantábrica. Las inundaciones de agosto de 1983 en el País Vasco, Cantabria y Navarra Atlántica*. La Crónica, Almería.
- Capel, J.J. (1985). Das unwitter vom August 1983 in Kantabrischen Spanien (Baskland, Kantabrien und atlantischer Navarra). *Erkunde*, 2: 152-157.
- Cruz, J. y Sáenz de Etxenike, F. (1980). Análisis cuantitativo de la red de drenaje de la cuenca alta del río Nervión. *Kobie*, 10: 39-52.
- Cruz, J. y Tamés, P. (1983). Análisis cuantitativo de la red de drenaje de la cuenca del río Deba. *Lurralde*, 6: 95-117.
- Díaz Ortiz, J.M. (1984). *Estudio básico de la avenida de Agosto-83 y de los puntos negros de las cuencas afectadas del País vasco*. Comisaría de Aguas del Norte. Dirección General de Obras Hidráulicas.
- Díez, J.A. (1983). La infraestructura vial y de comunicaciones se vio seriamente afectada. Euskadi trágicamente incomunicada. *Información. Revista económica del País Vasco*, 1388: 37-39.
- Diputación Foral de Bizkaia-Bizkaiko Foru Al-dundia (1984). *Lluvias torrenciales. Agosto 1983. Cuantificación de la catástrofe*. 261 p. Bilbao.
- Eraso, A. (1983). Estudio morfométrico de las cuencas de los ríos Butrón, Oca, Lea y Artibai (Bizkaia). *Lurralde*, 6: 35-80.
- Eraso, A. y Antigüedad, I. (1984). Estudio de la transformación precipitación-aportación en relación con los parámetros físicos de las cuencas hidrográficas. Aplicación a cuatro cuencas de Bizkaia. *Lurralde*, 7: 173-195.
- Fernández, J.M. (1991). Encauzamientos y defensas en Vizcaya. *Hirilan*, 5: 22-25.
- Fernández, J.M. (1993). Inundaciones en el País Vasco. *Obras Públicas*, 26: 26-35.
- Garamendia, M.J. et al. (1988). Aplicación del término de estabilidad en el desarrollo de las borrascas en los días 25 y 26 de agosto de 1983. *Lurralde*, 11: 95-102.
- Gobierno Vasco (1992). *Plan Integral de Prevención de Inundaciones*. Vitoria-Gasteiz.
- Gobierno Vasco (1999). *Plan Territorial Sectorial de Ordenación de Márgenes de los Ríos y Arroyos de la Comunidad Autónoma del País Vasco (Vertiente Cantábrica)*. Vitoria-Gasteiz.
- Gobierno Vasco, Viceconsejería de Medio Ambiente (1989). *Euskadi 83. Lluvias torrenciales*. Servicio Central de Publicaciones. Vitoria-Gasteiz.
- Gómez de Larena, J. y Ondarra, P.R. (1954). La inundación del 14 de octubre de 1953 en Guipúzcoa. *Estudios Geográficos*, 54: 59-87 + 20 láminas.
- Ibarra, J.C. (1989). Inundaciones, un peligro aún latente. *Información. Revista económica del País Vasco*, 1448: 13-19.
- Ibiate, A. (en preparación). *Riesgos hidrológicos en los sistemas fluviales del País Vasco: análisis, tipología, diagnosis y propuestas de ordenación*. Tesis doctoral. Departamento de Geografía, Prehistoria y Arqueología, Universidad del País Vasco.
- Instituto Geológico y Minero de España e Ibérica de Especialidades Geotécnicas (1984). *Establecimiento de criterios geológicos para la prevención de daños por avenidas. Aplicación a las inundaciones del valle del Nervión (País Vasco) en agosto de 1983*. Ministerio de Industria y Energía, Madrid.
- López Reguero, C. (1984). *Estudio hidrográfico de la cuenca del río Nervión*. Informe inédito para el Gobierno Vasco.
- López Unzu, F. (1986). *Hidrología torrencial del País Vasco*. Gobierno Vasco, 124 p.
- Menéndez, M. y Aguilera, L. (1996). Management and prevention of crisis situations: floods, droughts and institutional aspects. Country paper of Spain. *Proceedings*, 171-181, Euraqua, Roma.
- Olcina, J. (1994). *Riesgos climáticos en la Península Ibérica*. Libros Penthalon, 440 p., Madrid.

Ollero, A. (1997). Crecidas e inundaciones como riesgo hidrológico. Un planteamiento didáctico. *Lurralde*, 20: 261-283.

Ollero, A. (1997). A raíz de las inundaciones de Guipúzcoa del 1-VI-1997: Convivir con el riesgo. *El Diario Vasco*, 14-VI-1997.

Ollero, A. y Ormaetxea, O. (1996). Las aguas de Euskal Herria. *Geografía de Euskal Herria*, (Meaza, G. y Ruiz, E., Eds.). Lasarte-Oria, Ostoia: t. 3: 85-240.

Pejenaute, J.M. (1991). Estudio de las precipitaciones torrenciales de agosto de 1983 en Navarra. *Lurralde*, 14: 117-142

Prieto, C. y Lamas, J.L. (1985). Avenidas extraordinarias en el País Vasco. *Geología y prevención de daños por inundaciones*. IGME: 247-334.

Tamés, P. (1985). Red hidrográfica del País Vasco. *Cuadernos de Sección Historia-Geografía*, 5: 75-86. Eusko-Ikaskuntza, Donostia.

Teres, J.L. (1992). Oria, negarra darion ibaia. *Elhuyar: zientzia eta teknika*, 61-62: 38-45.

Ugarte, F.M. y González, J.A. (1984). Precipitaciones de agosto de 1983 en la cuenca del río Oka (ría de Mundaka, Bizkaia): repercusiones geomorfológicas. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, X(1-2): 201-214.

Ugarte, F.M. y Ugalde, T. (1989). El conjunto valle-río en Guipúzcoa: una aproximación geomorfológica e hidrológica. *Ibaiak eta Haranak: el agua, el río y los espacios agrícola, industrial y urbano* (Aierbe, E., Ed.), 1: 73-100, San Sebastián.

Varios (1989). La administración del Estado y las inundaciones de Julio de 1988. *Delegación*, 17-18: 1-28.