



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS



GRADO EN GEOGRAFÍA Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

---

## TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2016-2017

DIRECTOR: DOMINGO FERNANDO RASILLA ÁLVAREZ

# EVOLUCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN EN LA CUENCA DEL ASÓN EN EL ÚLTIMO MEDIO SIGLO

**Manuel GÓMEZ GORDÓN**

11 de Septiembre de 2017

## ÍNDICE

Resumen.....	3
Abstract.....	3
1. Introducción.....	4
1.1.Inundaciones en España.....	7
1.2.Inundaciones en Cantabria.....	10
1.3.Inundaciones en el valle del Asón.....	11
2. Objetivo del trabajo.....	21
3. Área de estudio.....	22
4. Fuentes de información.....	26
5. Metodología.....	29
6. Resultados.....	31
6.1.Evolución climática.....	31
6.2.Evolución hidrológica.....	34
6.3.Intervenciones en el cauce.....	37
6.4.Cambios en la vulnerabilidad.....	39
7. Discusión y Conclusiones.....	43
Bibliografía y fuentes.....	47
Índice de figuras y tablas.....	49

## **RESUMEN**

Las inundaciones constituyen un proceso natural, relativamente común, pero que suele ocasionar numerosos daños materiales y humanos. La cuenca del río Asón, localizada en el E de Cantabria, no ha sido ajena históricamente a eventos de esta naturaleza, aunque en las últimas décadas ha experimentado una reducción en su frecuencia. El presente Trabajo de Fin de Grado analiza las posibles causas de dicha reducción.

Los análisis efectuados confirman que la disminución de la frecuencia de inundaciones puede deberse, por un lado, a factores hidroclimáticos (reducción a largo plazo de las precipitaciones y del caudal del río Asón), y por otro lado, a las intervenciones realizadas en el lecho del río. Sin embargo, esta reducción parece haber afectado únicamente a avenidas que podrían considerarse ordinarias, sobre todo en invierno. Sin embargo, ante la ausencia de tendencias similares para los eventos extraordinarios o excepcionales, típicos de la estación cálida, el riesgo de inundación podría incrementarse a largo plazo, a causa de una mayor vulnerabilidad resultado de la ocupación de gran parte del lecho por actividades humanas.

**Palabras clave:** río Asón, inundaciones, peligrosidad, vulnerabilidad.

## **ABSTRACT**

Floods are natural and relatively frequent phenomenon, but they can inflict considerable damages. The basin of the Ason river, located in eastern Cantabria, has experienced historically many flooding events, although their frequency has diminished along the last decades, reduction which is the focus of this work.

The results confirm that such decrease might be linked either to hydroclimatic factors, such a long-term reduction of the precipitation and the streamflow, or the effect of human interventions upon the riverbed. However, such reduction seems to affect only to winter discharges, producing what are considered ordinary floodings. Since no trend on summer precipitation and streamflow extraordinary and excepcional events is detected, the risk of flooding might increase on a long term, because a larger vulnerability resulted from the occupation of the riverbed by human activities.

**Keywords:** Asón river, flooding, hazards, vulnerability.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Las inundaciones son un desastre que se ha calificado históricamente como natural, aunque no solo los factores naturales son los causantes de dichos eventos, jugando el ser humano un papel importante. Sea por la razón que sea, las inundaciones son episodios relativamente habituales y frecuentes, algo que deberá tenerse en cuenta desde la ordenación del territorio. Las inundaciones se definen como la ocupación por agua de un área que se encuentra libre de ella; las causas más habituales provienen del desbordamiento de los ríos o de la subida del nivel del mar por maremotos o huracanes.

Además, habrá que prestarle especial atención a la diferencia entre inundación y avenida. Una avenida es una crecida del nivel del río por encima de su nivel medio. Si esta crecida es lo suficientemente importante como para no contenerse en el lecho y desborda por encima de su límite es cuando pasa a convertirse en una inundación.

La evolución de las inundaciones como un riesgo global se puede comprobar en el artículo de Peter Hoeppe publicado en 2016: “Trends in weather related disasters – Consequences for insurers and society. Weather and Climate Extremes”. De especial interés es el gráfico que muestra las distribuciones medias de los números de eventos, pérdidas económicas y aseguradas para los años 1980 – 2014. Los eventos que se tienen en cuenta son: geofísicos (terremotos, tsunamis o erupciones volcánicas), meteorológicos (tormentas), hidrológicos (inundaciones y movimientos de masas) y climatológicos (sequías, incendios, etc.). En este contexto, las inundaciones se sitúan como el segundo evento más frecuente (36%), por detrás de las tormentas. Sin embargo, en cuanto al número de fallecidos se posicionan con unos porcentajes bastante bajos (13%). Respecto a las pérdidas económicas vuelven a situarse por debajo de las tormentas como el fenómeno que más daños produce (25%). Las pérdidas aseguradas cubiertas por los diferentes tipos de seguro sitúan a las inundaciones con un porcentaje muy bajo (10%), incluso por debajo de los terremotos.

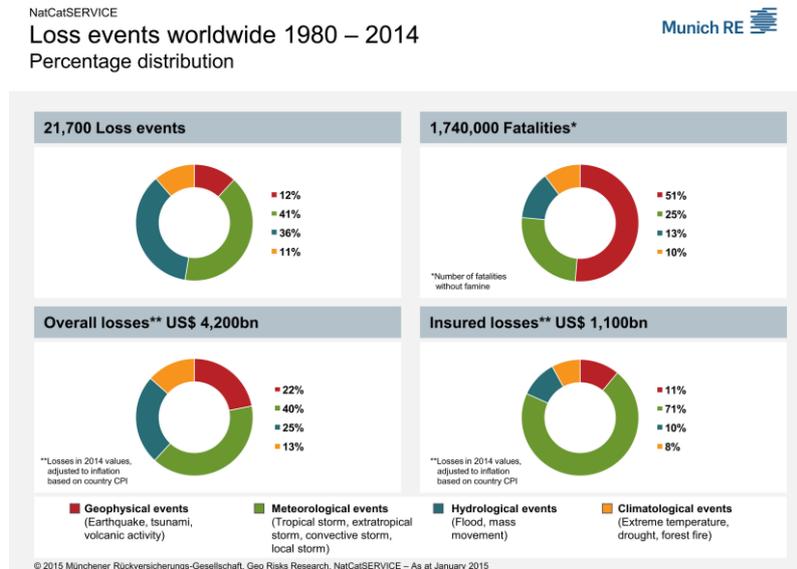


Figura 1.1. Pérdidas mundiales por eventos catastróficos (1980-2014). Fuente: Hoeppe (2016)

La frecuencia de los desastres naturales se ha visto incrementada a partir de los años 80. Así, en esta década apenas se rondaba los 300 fenómenos anuales aglutinando eventos de tipo meteorológico, climatológico e hidrológico. Sin embargo, en los últimos diez años la cifra de eventos relevantes ha superado los 800 anuales. Si bien, este incremento se puede deber en parte a la mejora en el registro de este tipo de desastres o en la incursión en éstos de los de menor categoría. Las inundaciones por su parte, han pasado de las 100 anuales a superar las 400 sucedidas en la última década.

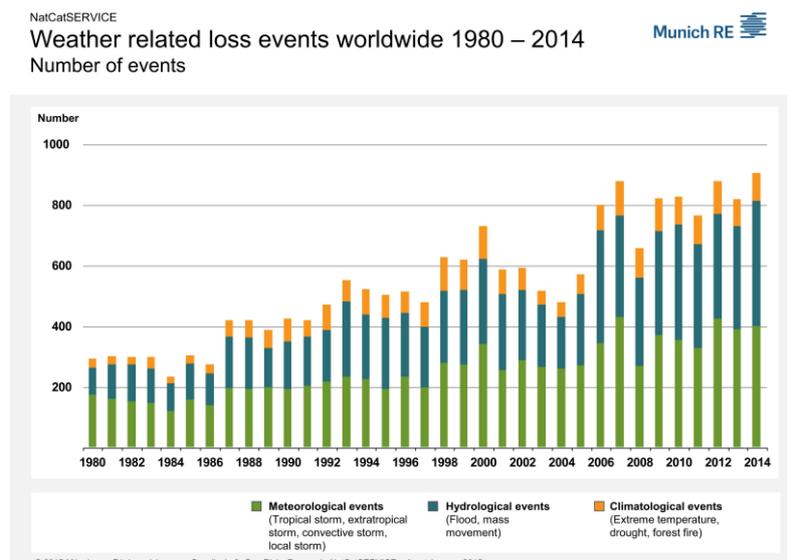


Figura 1.2. Número de eventos naturales relevantes (1980-2014). Fuente: Hoeppe (2016)

Por último, y probablemente el gráfico comparativo de eventos relevantes que más marque el presente trabajo es la tendencia que muestran estos peligros. Aquí son las inundaciones las que muestran un incremento más pronunciado de todos los eventos que producen pérdidas, hasta sucederse en el año 2014 un 450% más frecuentemente que en 1980. Este aumento probablemente se deba a un incremento de la población y a una mayor ocupación de zonas de peligro, es decir, una mayor vulnerabilidad, si bien este aspecto es algo que se desarrollará más profundamente en apartados futuros del trabajo.

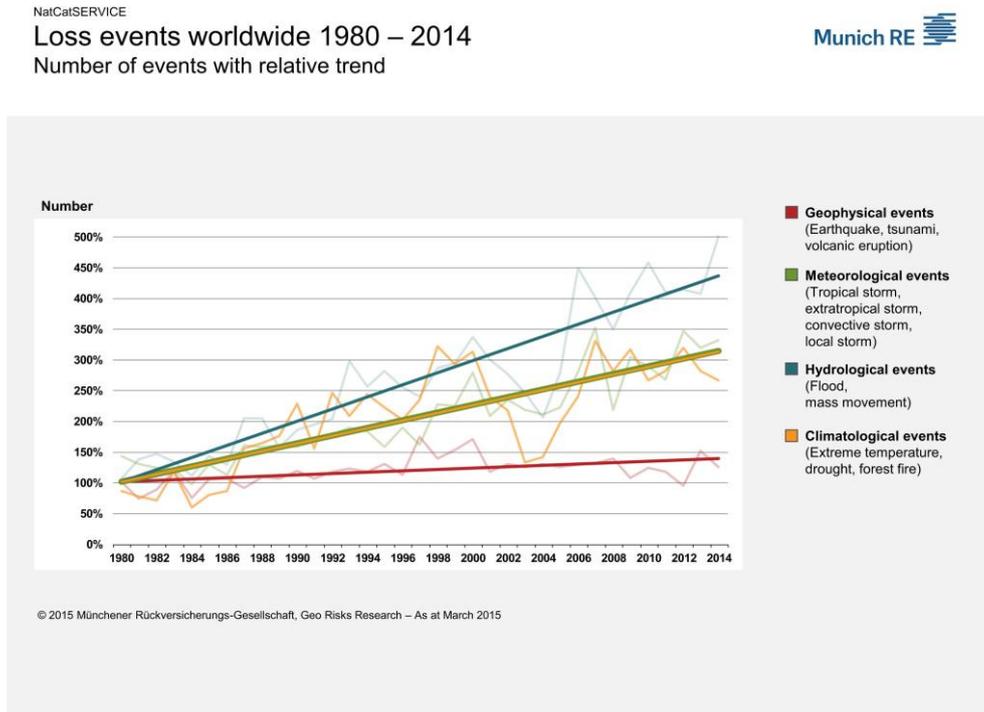


Figura 1.3. Tendencias relativas (año de referencia 1980) del número de eventos naturales relevantes para los cuatro diferentes grupos de peligros. Fuente: Hoeppe (2016)

En resumen, las inundaciones y los fenómenos naturales en general suponen un riesgo, aunque no queda claro si están incrementándose o no, o si su intensidad también está aumentando, debido a que en la actualidad se toman como evento relevante algunos fenómenos de menor potencia. Lo que sí comienza a poder afirmarse es que la peligrosidad está aumentando debido a un incremento de la vulnerabilidad de las sociedades.

## **1.1. LAS INUNDACIONES EN ESPAÑA**

Las inundaciones se han venido sucediendo en el territorio que ocupa España a lo largo de la historia. Según Thorndycraft y Benito (2005) han existido al menos cinco fases de gran frecuencia de inundaciones a lo largo del Holoceno: 10.855-10.230; 9530 - 8780; 2880-2430; 975-790; y 520-265 A.C. Algunas de ellas han ocurrido cuando existía una etapa de clima frío (9530-9280, 2880-2430 y 520-265 A.C.), otra con una fase de enfriamiento (10.855-10.230 A.C) y otras con etapas de destacado calentamiento (9030-8780 y 975-790 A.C.). En resumen, se puede afirmar que las inundaciones son un fenómeno común en España y que vienen sucediéndose históricamente.

Ya en la era actual, se observa que las mayores crecidas han ocurrido tanto en los inicios como en los finales de periodos fríos (pequeña edad de hielo, 1550 – 1580 D.C.). De esta forma, los mayores periodos propensos a inundaciones en la vertiente atlántica será entre los años 1590-1610, 1730-1760, 1780-1810, 1870-1900, en las cuencas atlánticas (Benito et al., 1996) y entre los años 1580-1620 y 1840-1870 (Barriendos y Martín Vide, 1998) en la vertiente mediterránea.

A partir del siglo XIX y XX los ríos han sufrido un descenso en la frecuencia de avenidas ordinarias, debido en parte a la creación de embalses, aunque las catastróficas padecen un cierto repunte, sobre todo en los ríos atlánticos. La vertiente mediterránea muestra una irregularidad importante en cuanto a las crecidas, debido sobre todo a su irregularidad climática y fenómenos de gota fría, unos años más potentes que otros. Así, en las cuencas atlánticas dos periodos destacarán debido a su magnitud y frecuencia (1930-1950 y 1960-1980), observándose una disminución en los caudales punta en los últimos 25 años. En cuanto a la vertiente mediterránea estos fenómenos repentinos generaron máximos históricos en los años 1982 y 1987, así como un descenso de los niveles máximos en la década de los 90.

Tras este contexto, se puede afirmar que las inundaciones en España se presentan con el riesgo natural más importante y recurrente. Este hecho se puede comprobar en los informes que viene realizando el consorcio de compensación de seguros en los últimos 45 años. Los siguientes gráficos demuestran la tendencia al alza del número de expedientes registrados así como de las indemnizaciones sufragadas.

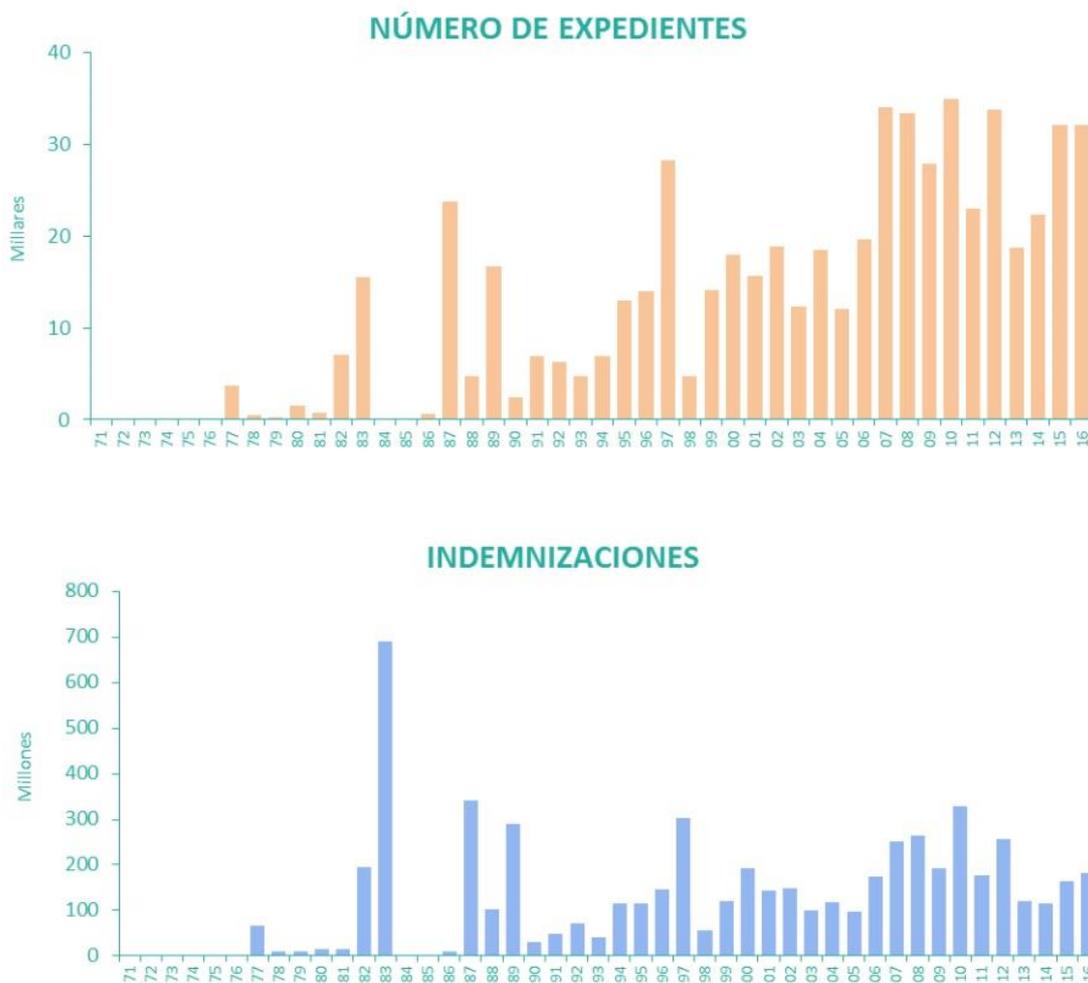


Figura 1.4: Número de expedientes registrados y cuantía de las indemnizaciones pagadas como consecuencia de las inundaciones en España. Fuente: Estadística de riesgos extraordinarios del consorcio de compensación de seguros (2016).

Además, las inundaciones se posicionan como un grave problema económico y social. A lo largo de los últimos cinco siglos se han registrado alrededor de 2.500 inundaciones de relativa importancia, lo que se traduce en 5 avenidas de valores extraordinarios cada año en algún río de nuestro país. En cuanto a la historia reciente, desde mediados del s.XX hasta la actualidad se han catalogado once inundaciones como catastróficas, las cuales se han cobrado casi 2.000 víctimas humanas (cuadro 1.1).

La mayor de todas, y presente en la memoria de muchos ciudadanos españoles es la ocurrida en septiembre de 1962 en la comarca de Vallés (973 fallecidos), en la comunidad de Cataluña. La principal razón fue la vulnerabilidad a la que se encontraban sometidas

las localidades ribereñas, con una profunda ocupación de los márgenes y llanuras de inundación de los ríos de las Arenas y Rubí.

Fechas	Lugar	Víctimas
<b>Octubre 1957</b>	Valencia	86
<b>Septiembre 1962</b>	Vallés	973
<b>Octubre 1963</b>	Murcia y Almería	300
<b>Septiembre 1971</b>	Bajo Llobregat	24
<b>Junio 1972</b>	Valdepeñas	22
<b>Septiembre 1973</b>	Granada, Almería y Murcia	250
<b>Octubre 1982</b>	Bajo Júcar	38
<b>Agosto 1983</b>	País Vasco	40
<b>Octubre 1989</b>	Málaga y Levante	42
<b>Agosto 1996</b>	Biescas	87
<b>Noviembre 1997</b>	Extremadura	22

Cuadro 1.1: Nº de víctimas en las inundaciones más mortíferas de España en la segunda mitad del s. XX. Fuente: Revista de Obras Públicas. Nº 3520. Abril 2011.

Por su parte, en las dos últimas décadas, las inundaciones se posicionan en cabeza en cuanto al número de fallecidos por desastres naturales en España (algo más de 100 víctimas). Esto supone un 29% del total de fallecidos por desastres de estas características (aproximadamente 0,4 víctimas anuales por millón de habitantes).

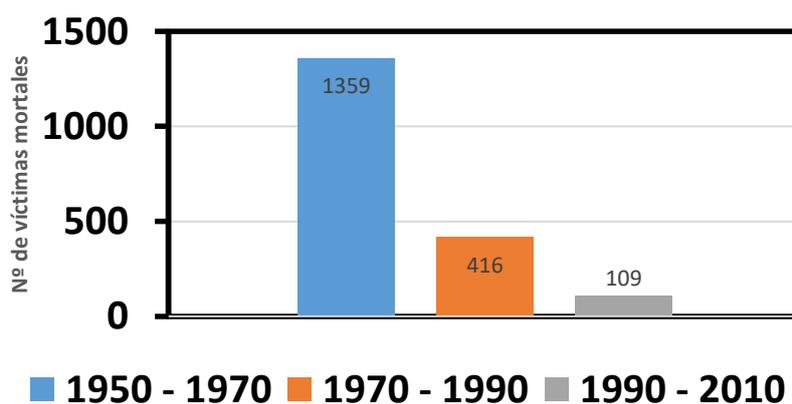


Figura 1.5. Evolución del número de fallecidos en inundaciones cada dos décadas en España. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos proporcionados por la Revista de Obras Públicas. Nº 3520. Abril 2011.

Sin embargo, hay que destacar la línea descendente que marca el número de fallecidos por avenidas importantes como muestra el gráfico. En las décadas de los 50 y 60 se superaron los 1.300 fallecidos, en las dos siguientes décadas apenas se llegó a las 400 víctimas y entre 1990 y 2010 se produjeron 109 pérdidas humanas. La conclusión que se saca de estas cifras es que la eficacia de las medidas de prevención y las actuaciones ingenieriles están funcionando correctamente, así como los servicios de emergencia y hospitalarios.

En el lado opuesto encontramos los daños económicos. Si la línea que marca el número de fallecidos es descendente, los daños materiales y económicos aumentan considerablemente en las últimas décadas. Varios estudios económicos coinciden en que la década de los 80 supuso unas pérdidas de 300 millones de euros anuales por avenidas importantes, la de los 90 aumentó esta cifra a los 450 millones anuales y la primera del siglo XXI superó los 800 millones de euros anuales.

Por último, en cuanto a la tipología de las inundaciones varía según la época del año y el punto de la Península en que nos encontremos, aunque fundamentalmente se podrán diferenciar dos grandes grupos:

- Vertiente atlántica: espacio de transición, donde pueden sucederse tanto episodios invernales, con la suma de lluvias frontales y fusiones de nieve, como episodios estivales, debido a precipitaciones convectivas ligadas a fenómenos tormentosos.
- Vertiente mediterránea: debidas fundamentalmente a episodios de gota fría en verano y otoño, que derivan en precipitaciones intensas que son capaces de provocar inundaciones en unas pocas horas.

## **1.2. LAS INUNDACIONES EN CANTABRIA**

Las inundaciones en la Cornisa Cantábrica, y en particular en su extremo oriental, presentan como originalidad un régimen bimodal (García Codrón et al, 2012). Aunque existen episodios de inundaciones en invierno, siguiendo el esquema de las regiones vecinas, los eventos más catastróficos suelen ocurrir en un periodo que abarca desde mediados de la primavera a mediados del otoño, resultado de precipitaciones torrenciales causadas por condiciones atmosféricas similares a las gotas frías mediterráneas: aire frío en las capas altas y entrada de aire húmedo y más cálido desde el mar Cantábrico. En función del volumen de precipitaciones, de la recurrencia de los caudales y de los daños

sufridos, las avenidas de los ríos de Cantabria han sido clasificadas en tres grupos, (Bárcena y Garmendia, 1999):

- a. Avenidas estacionales ordinarias, con precipitaciones de cierta intensidad (entre 70 mm y 90 mm en 24 horas), pero enmarcadas dentro de periodos húmedos que saturan el suelo. Son avenidas anuales, que en ocasiones se producen más de una vez en el mismo año y en las que el río se desborda, pero no de forma violenta, al aumentar su caudal paulatinamente, y suelen limitarse a anegar los terrenos y edificaciones próximas al cauce.
- b. Avenidas estacionales extraordinarias: al igual que las anteriores se producen cuando hay una saturación del suelo, pero en este caso la precipitación registrada en el día es más intensa (alrededor de 90 mm-100 mm). Son avenidas que se originan periódicamente, aunque no todos los años, y en las que el desbordamiento del río inunda un área relativamente amplia pero afectando fundamentalmente al curso principal y en menor medida a sus afluentes. Sus efectos son mayores, especialmente en cuanto a cortes importantes de las vías de comunicación, e inundación de edificaciones.
- c. Avenidas catastróficas, resultado de precipitaciones de gran intensidad (más de 100 mm en 24 horas) caídas durante el semestre invernal. Dadas las abundantes precipitaciones, las reducidas dimensiones de las cuencas fluviales y las elevadas pendientes, el período de formación de la avenida no suele superar las ocho-diez horas; el tiempo de concentración es reducido ya que no hay almacenamiento ni la detención superficial del agua de escorrentía, aumentando así los máximos caudales. Las avenidas resultantes suelen afectar al tramo medio de las cuencas, donde los ríos alcanzan sus mayores niveles de caudal y sus afluentes adquieren un gran protagonismo y un fuerte poder destructivo. Las áreas afectadas se declaran zonas catastróficas: las pérdidas económicas son cuantiosas (terrenos, destrucción de edificaciones, vías de comunicación...) e incluso hay víctimas humanas.

### **1.3. INUNDACIONES EN EL VALLE DEL ASÓN**

La primera gran riada de la que se encuentra algún tipo de testimonio data de 1582, cuando hubo un gran desbordamiento de los ríos Agüera, Asón y sus afluentes, que

deshizo y arrastró: *“La puente de Agüera que era grande y de piedra y muy costosa, y otra puente en Lanestosa y otra en Gibaxa y otra en el lugar de Ampuero que era de piedra y grande y costosa”*. Esta inundación, además, arrasó caminos importantes que por aquel entonces comunicaban la meseta con el puerto de Laredo, a través de la Ruta de Los Tornos. Otra gran inundación sucedió en 1737, cuando la comarca del Asón estaba ocupada por ferrerías que se servían de sus aguas y varias de ellas quedaron destruidas por la fuerza de la avenida.

Sin embargo, los primeros recuerdos recientes que se encuentran de riadas en el Asón datan de los años de la guerra civil (1936 – 1939), según comentan los más ancianos de la comarca. Fue en Ampuero donde más se hizo notar, como la mayoría de las avenidas extraordinarias que se han venido sucediendo. Sin embargo, España en esos momentos se encontraba inmersa en un periodo bélico que acaparaba todas las noticias, por lo que apenas se dispone de datos que hablen de daños y alcance de la inundación. Sin embargo, sí que se encuentra algún comentario sobre que esta riada derribó los cimientos de un puente de nueva construcción sobre el río Vallino o que fue, a modo de anécdota, el origen de los famosos encierros de la localidad ampuerense, ya que hubo que trasladar unas vaquillas desde los corrales de la Plaza de Toros hasta un lugar seguro.

Otra riada histórica la encontramos en octubre de 1953. El periódico La Vanguardia lo relataba así: *“Noticias llegadas de Ampuero dan cuenta de la impresionante crecida alcanzada por el río Asón, que, arrasando vegas, maizales y huertas, ha inundado amplias zonas de Ampuero y Limpias. Del volumen de agua del río da idea el hecho de que un camión que por la mañana intentó llegar a Ampuero fue bloqueado por la riada, que lo cubrió de forma que no se veía más que el techo. Todo el día ha sido empleado en el salvamento de personas dramáticamente bloqueadas en las numerosas casas y fincas de los alrededores de la villa. En una de estas casas, treinta hombres con una lancha, consiguieron salvar a Julia Cano, dos nietas de ésta, ama de llaves y un criado y el chófer, que se hallaban en situación crítica. Otro de los dramáticos salvamentos fue el del conserje de la plaza de toros, que con su familia estuvo bloqueado 48 horas. El propio gobernador civil, señor Roldan, con el agua hasta la cintura, dirigió el salvamento, que llevaron a cabo cincuenta hombres. El vecindario despidió con ovaciones a la autoridad civil cuando abandonó Ampuero. Todos los puentes de la comarca están desbordados por las aguas, y al empezar la noche la situación seguía siendo inquietante”*.

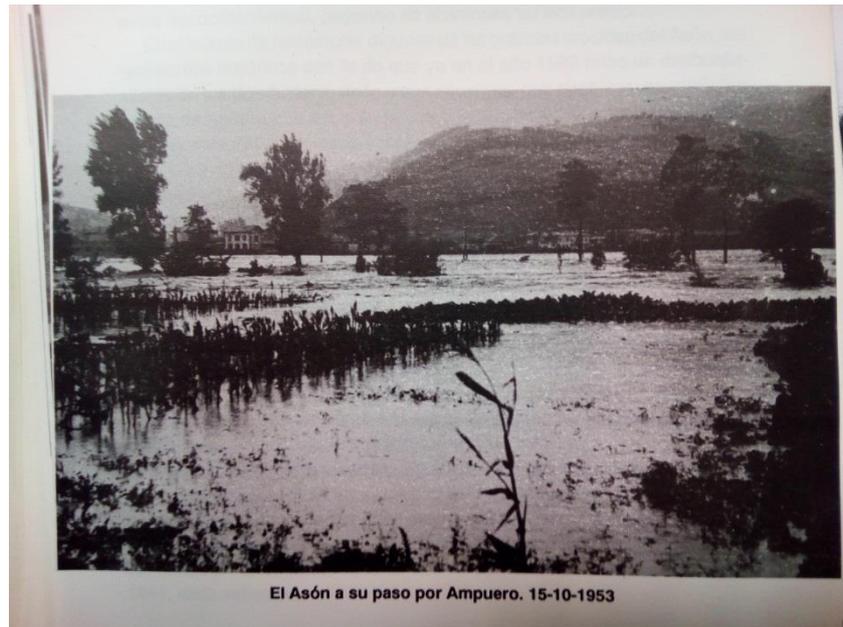


Figura 1.6: Inundación en el río Asón en 1953. Fuente: Santiago Brera: “Ampuero, imágenes de ayer y de hoy”. 1990.



Figura 1.7: Inundación de 1953 en Marrón. Fuente: Santiago Brera: “Ampuero, imágenes de ayer y de hoy”. 1990.

Dos años más tarde, un 19 de junio de 1955, se sucedió otra de las inundaciones más recordadas por los habitantes más ancianos de la comarca del Asón. Se conoció como “la riada de los quesos” debido a que por las aguas se veían flotar los quesos de la fábrica de Ramales, construida en la ribera del río. Por su parte, la plaza de toros de Ampuero también se vio afectada, y con ella su conserje, Berto “El Vivillo”. Los testimonios

cuentan que su cama tenía unas patas de hierro de más de un metro de altura que en muchas ocasiones le libró de mojarse con las aguas.

La primera gran riada de los años 70 se sucede el 13 de junio de 1977, cuando el caudal del río Asón se acercó a los 400 m<sup>3</sup>/s. Como anécdota, ésta avenida se produjo en vísperas de las primeras elecciones democráticas que proclamaron a Adolfo Suárez como presidente del gobierno, y los votantes de la localidad de Ampuero, en tono jocoso, reclaman barcas que les llevaran hasta los colegios electorales.

Un año más tarde y en la misma época del año, se sucedió la gran riada de junio de 1978, la que dicen que era la mayor conocida hasta entonces y que actualmente la llaman “la gorda”. Las aguas comenzaron a desbordarse la noche del martes 6 de junio, alcanzando al día siguiente los 400 m<sup>3</sup>/s nuevamente. Esta vez los daños fueron catastróficos, incluyendo la pérdida de una vida humana. En cuanto a los económicos, se estimaron en 500 millones de pesetas, afectando incluso a las vías del ferrocarril de la línea Bilbao-Santander, de la que desaparecieron 300 metros de railes.



Figura 1.8: Comparativa entre la riada de 1978 y el estado actual de Ampuero. Fuente: Santiago Brera: “Ampuero, imágenes de ayer y de hoy”. 1990. Google 2017.

Un vecino de la comarca, Juan Antonio Prieto, escribía

el siguiente testimonio: *“Fue terrible. Me despertó la lluvia, que no había cesado en toda la noche. Fui corriendo a sacar los chones y vi llegar la riada hacia la casa de Andrés Tabernilla. Fue todo cuestión de minutos. Después presencié como se lo llevaba el agua cuando abrió la puerta de su casa. Su esposa e hija no tuvieron más remedio que subirse al fogón de la cocina, llegándoles el agua al cuello, y en este caso no se trata de una*

*frase hecha. Cuando el agua había decrecido, Ramón Herrero y Antonio Ruiz, dos vecinos de Ampuero, a bordo de la barca pudieron rescatar a las dos mujeres”.*

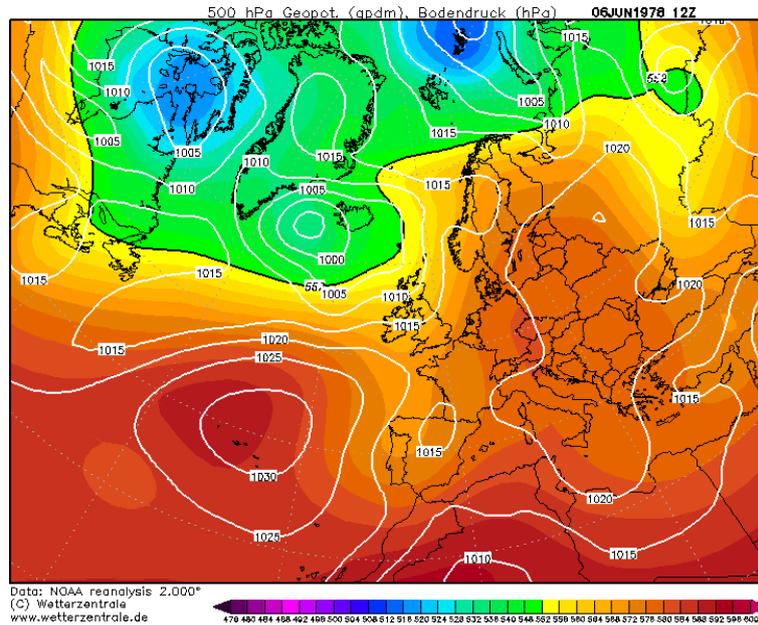


Figura 1.9: Mapa sinóptico correspondiente al día 6 de junio de 1978. Fuente: <http://www.wetterzentrale.de>

La situación atmosférica correspondiente a dicha inundación evidencia algunos de los rasgos más característicos de estas situaciones estivales: una vaguada al W de la Península Ibérica, que inyecta aire frío en las capas altas y propicia movimientos ascendentes en su margen oriental, y un flujo de aire templado y muy húmedo, en las capas bajas de la atmósfera. Estas condiciones favorecen una gran inestabilidad vertical, que propicia las intensas lluvias de naturaleza convectiva.

Por su parte, la gran riada del 26 y 27 de agosto de 1983, una de las más catastróficas que se registran en el norte peninsular, no sacudió a la cuenca del Asón tanto como a otros lugares cercanos (cuenca del Pas, Besaya, Bilbao, etc.). Pese a caudales superiores a 700 m<sup>3</sup>/s, los daños, a pesar de ser importantes, tampoco resultaron tan desastrosos como en las riadas de los 70.



Figura 1.10: Riada de 1983 en Ampuero. Fuente: Santiago Brera: “Ampuero, imágenes de ayer y de hoy”. 1990.

A partir de aquí, las riadas ya no tienen tanta repercusión ni son tan recordadas como las anteriormente citadas, si bien, se pueden destacar avenidas cuyas consecuencias fueron cuantiosos daños materiales: la del 4 de abril de 1989, que superó los 600 m<sup>3</sup>/s, la del 26 de diciembre de 1993 donde se sobrepasaron los 700 m<sup>3</sup>/s o la más reciente del 31 de enero del 2015, cuando se registró el segundo valor más alto de caudal del último siglo.

Esta serie de eventos, de los que no se dispone de mucha información, proporciona, sin embargo, tanto un patrón temporal como otro espacial que se repite. En primer lugar, que las avenidas suelen acontecer a finales de la primavera y principios del otoño. Además, también se puede vislumbrar que la localidad que ha sufrido el mayor azote de las aguas

ha sido Ampuero, en el curso bajo del río, muy cercano a su desembocadura y donde las pleamares han podido jugar también un papel importante. Esta apreciación es confirmada por los estudios emprendidos por la Confederación Hidrográfica del Norte para identificar y cartografiar las Áreas de Riesgo Potencial Significativo por Inundación (ARPSIs;

[https://www.chcantabrico.es/images/pdf/actuaciones/gestion\\_dph/riesgo\\_inundacion/mapas\\_peligrosidad\\_occidental/](https://www.chcantabrico.es/images/pdf/actuaciones/gestion_dph/riesgo_inundacion/mapas_peligrosidad_occidental/)). Estas áreas engloban la mayor parte del riesgo potencial del territorio asociado a los episodios de inundación con origen fluvial, tanto en lo relativo a posibles pérdidas de vidas humanas como en lo referente a daños económicos y a la afeción al medio ambiente. En el caso de la cuenca del río Asón, las áreas definidas aparecen recogidas en el cuadro 1.2.

CODIGO	CAUCE	NÚCLEO	MUNICIPIO
ES018-CAN-4-1	Asón/Carranza	Ramales de la Victoria, La Estación	Ramales de la Victoria
ES018-CAN-5-1	Asón/Bernales	Ampuero, Tabernilla, Bernales	Ampuero
ES018-CAN-5-2	Asón	Marrón	Ampuero, Voto, Limpias

Cuadro 1.2: Áreas de Riesgo Potencial Significativo por Inundación. Fuente: Confederación Hidrográfica del Norte (2017)

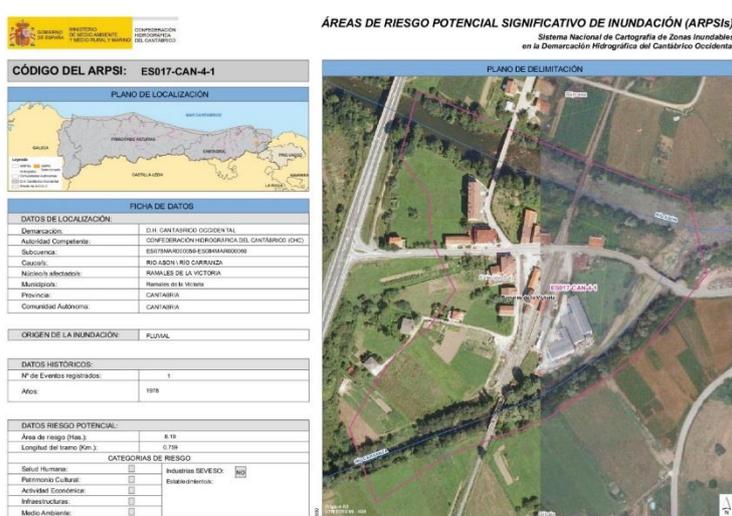


Figura 1.11. ARPSI: ES018-CAN-4-1. Fuente: Confederación hidrográfica del Norte (2017)

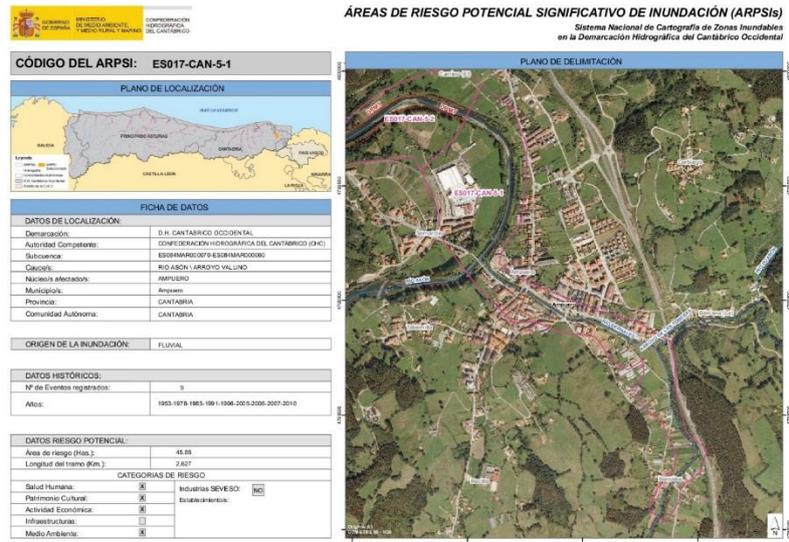


Figura 1.12. ARPSI: ES018-CAN-5-1. Fuente: Confederación hidrográfica del Norte (2017)

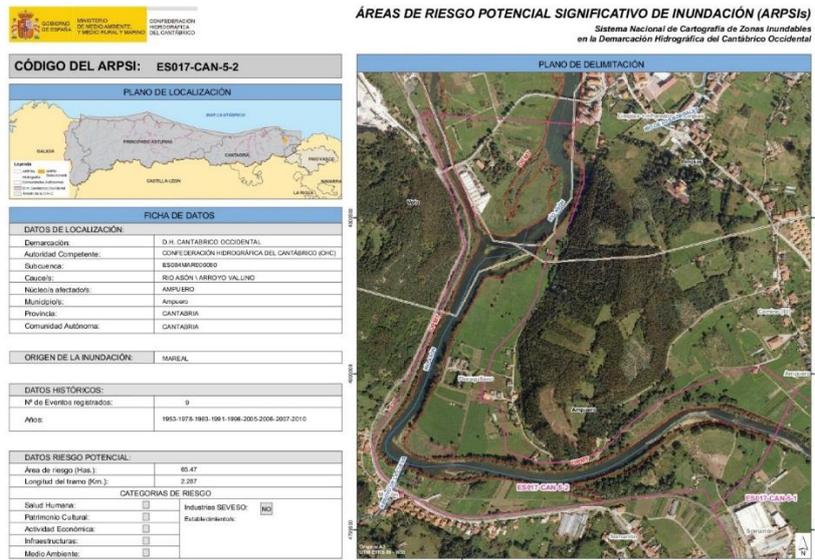


Figura 1:13. ARPSI: ES018-CAN-5-2. Fuente: Confederación hidrográfica del Norte (2017)

En relación a estos datos, el Cuadro 1.3 muestra que el área que causará problemas a un mayor número de habitantes es la ES018-CAN-5-1, en el entorno de los núcleos de Ampuero, Tabernilla y Bernales, pertenecientes al municipio de Ampuero.

CODIGO	Población	Población afectada		
		Alta Probabilidad	Media probabilidad	Baja probabilidad
ES018-CAN-4-1	2827	16	27	41
ES018-CAN-5-1	4181	739	1062	1532
ES018-CAN-5-2	4181+ 2725+1813	143	193	164

Cuadro 1.3. Población afectada en las ARPSIs. Fuente: elaboración propia a partir de los datos del ICANE y de la Confederación Hidrográfica del Norte (2017)

A continuación, se incluye la cartografía de peligrosidad realizada al respecto por la Confederación Hidrográfica para el tramo bajo del río (Ampuero – Marrón – Limpias):

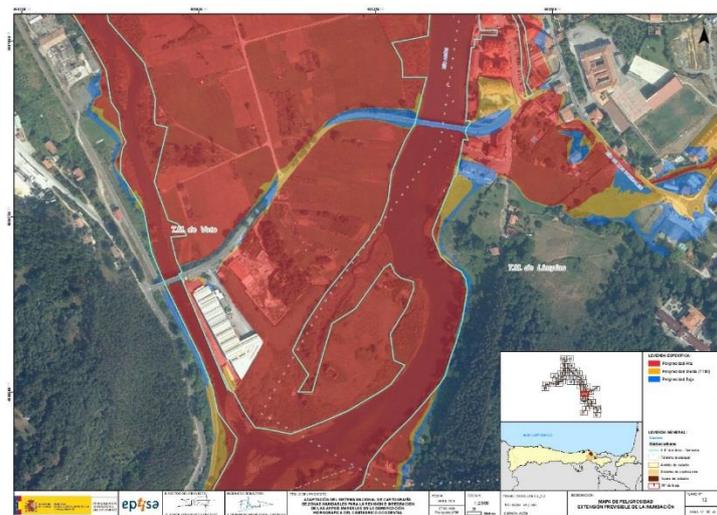


Figura 1.14. Mapa de peligrosidad para la localidad de Limpias. Fuente: Confederación Hidrográfica del Norte (2017)

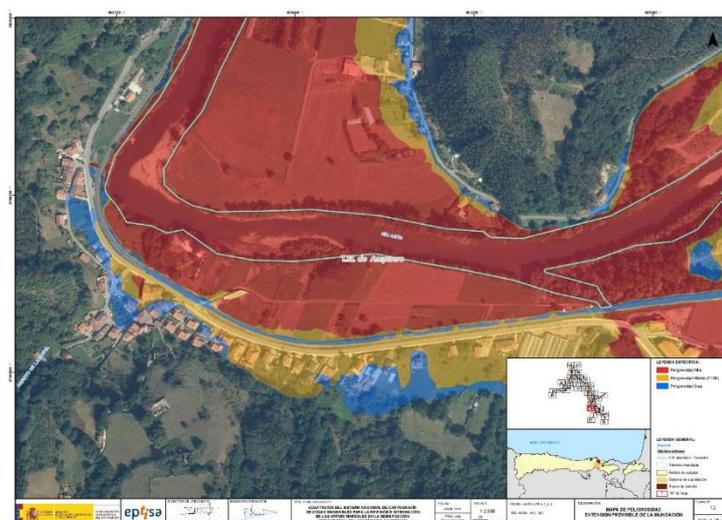


Figura 1.15. Mapa de peligrosidad para la localidad de Marrón. Fuente: Confederación Hidrográfica del Norte (2017)

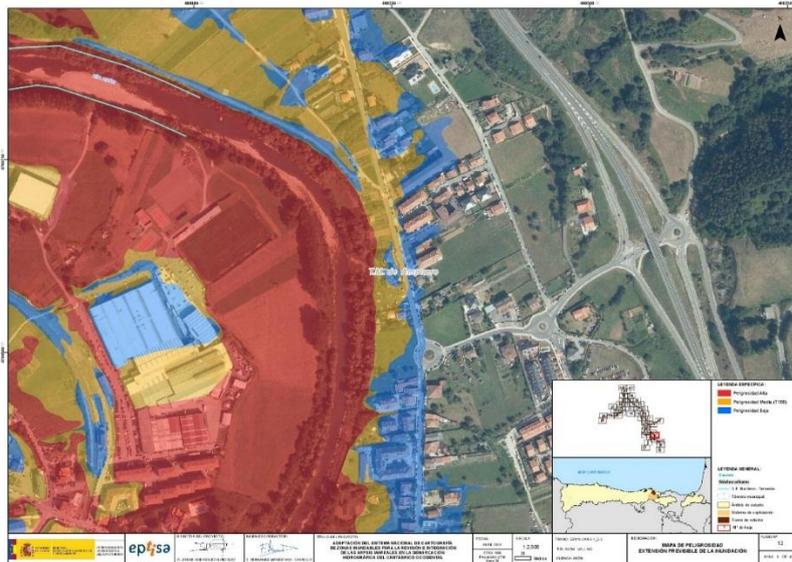


Figura 1.16: Mapa de peligrosidad para la localidad de Ampuero. Fuente: Confederación Hidrográfica del Norte (2017)

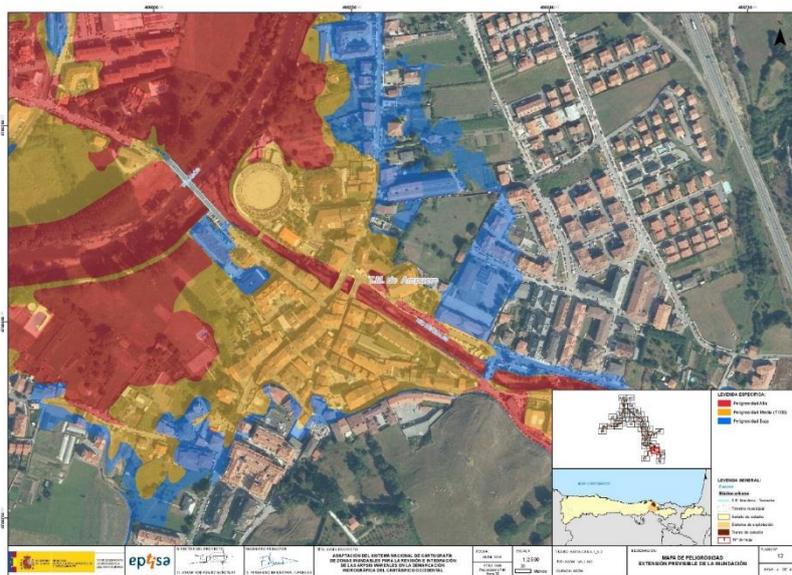


Figura 1.17: Mapa de peligrosidad para la localidad de Ampuero. Fuente: Confederación Hidrográfica del Norte (2017)

## **2. OBJETIVO DEL TRABAJO**

Las inundaciones constituyen uno de los fenómenos naturales más ubicuos en cuanto a su distribución espacial, y su evolución a escala global muestra una clara tendencia ascendente en cuanto a su frecuencia y magnitud. Tras el análisis de la información de carácter cualitativo presentada en líneas anteriores, y tomando como referencia la nomenclatura de Bárcena y Garmendía (1999), se puede considerar que hasta mediados de los 80 las inundaciones, resultados de avenidas extraordinarias, venían sucediéndose de forma recurrente, apareciendo dos o tres episodios por década. Sin embargo, a partir de dicha década, deja de haber referencias a inundaciones de gran magnitud, y sólo a las resultantes de alguna avenida de carácter ordinario, causantes de daños de poca cuantía. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es determinar cuál ha podido ser la causa de dicha reducción en la frecuencia y magnitud de las inundaciones, analizando como aspectos relevantes:

- La evolución de los factores naturales, en particular los climáticos e hidrológicos.
- Las intervenciones antrópicas en el cauce del río, que podrían haber alterado tanto su perfil longitudinal como el transversal (obras de encauzamiento, obras de protección, etc.), al igual que los cambios en los usos del territorio.

### 3. ÁREA DE ESTUDIO

La cuenca del río Asón se sitúa en el extremo oriental de la comunidad autónoma de Cantabria, englobando además una porción de territorio del extremo suroccidental vizcaíno. En total, la superficie se extiende 562 km<sup>2</sup> entre ambas comunidades. Los límites los marcan las divisorias de aguas con el río Miera por el oeste y el río Agüera por el este. Al sur está enmarcada por las elevaciones del Picón del Fraile, el Portillo de la Sía y el Puerto de los Tornos, que corresponden a la divisoria con el río Nela, perteneciente a la cuenca del Ebro. Su nacimiento ocurre en los Collados del Asón, una surgencia que origina una impresionante cascada de 70 metros de caída; a partir de aquí, recorre 39 kilómetros hasta desembocar en la ría de Colindres (figura 3.1).



Figura 3.1. Cuenca del Asón. Fuente: Gobierno de Cantabria. Documento I. Sistemas fluviales. Tomo I. caracterización de las masas de agua. Anejo IX. Cuenca del Asón

El relieve es muy abrupto, puesto que su tramo alto conforma un valle estrecho y encajado entre los macizos kársticos de Porracolina (1434 m.) y Mortillano (1403 m.), en la Sierra del Hornijo, si bien las máximas altitudes se alcanzan en la divisoria meridional (Picón

del Fraile, 1616 m). A medida que comienza a descender, las pendientes del curso comienzan a suavizarse y el valle se ensancha, apareciendo llanuras de inundación de mayores dimensiones que se prolongan hasta su desembocadura. Este cambio en el perfil transversal del río corresponde a un cambio litológico, puesto que, mientras en la cabecera y en gran parte del tramo medio abundan las calizas arrecifales aptienses, fácilmente karstificables, en el tramo medio y bajo abundan las arcillas y limolitas.

Desde su nacimiento hasta la localidad de Arredondo la dirección del curso es predominantemente N; en esta localidad sufre un giro hacia el este hasta llegar al núcleo de Ramales de la Victoria, lo que supone aproximadamente la mitad de su recorrido. Este trazado en bayoneta está claramente condicionado por la fracturación de los materiales calizos. Los ríos que componen la cabecera de la cuenca se caracterizan por su energía y fuerte desnivel. Estos cursos, además del propio río Asón lo componen el río Bustablado (8,5 km), que se incorpora por la margen izquierda, y el río Gándara (818 km), que se posiciona como el afluente más importante. El río Gándara nace a escasos 600 m. en línea recta del propio Asón, pero toma un camino bastante diferente a través del Valle de Soba. Casi en la confluencia con el propio Asón, el Gándara incorpora por su margen derecha las aguas del río Calera, entre otros afluentes, proveniente de la provincia de Vizcaya.

A partir de Ramales de la Victoria hasta su desembocadura en el mar Cantábrico el curso fluvial retomará su dirección norte. A partir de esta localidad, el valle comienza a ensancharse, lo que se traduce en la aparición de sistemas de terrazas fluviales. Cabe destacar que en esta segunda mitad del curso, el Asón incorpora por su margen derecha las aguas de los ríos Carranza y Bernales (Vallino). El primero, de 15 km de longitud, nace en la provincia de Vizcaya y se une en el núcleo de Gibaja. El segundo, de 9 km de longitud, se une al curso hidrológico principal en la localidad de Ampuero. Tras el paso por Ampuero y Limpias, el río Asón formará parte del estuario de las Marismas de Santoña, en la parte final de su recorrido hasta el mar Cantábrico.

Al igual que el resto de Cantabria, la cuenca del Asón se engloba dentro del clima oceánico atlántico (Figura 3.2). En líneas generales, las temperaturas son suaves, y muestran una reducida amplitud térmica (entre los 9°C de temperatura media en enero a 19°C en julio). Las precipitaciones, por su parte, son abundantes todo el año, con máximos en otoño-invierno y mínimos relativos en verano, aunque no se puede hablar de periodo seco, ya que en ningún momento los valores bajan por debajo de los 30 mm. El gradiente pluviométrico es notable, ya que mientras que en las zonas bajas se registran

precipitaciones medias anuales de unos 1200 mm, en las zonas altas podrían superarse los 2000 mm. La mayor parte de esta precipitación cae en forma líquida; aunque pueden producirse notables acumulaciones de nieve en las zonas altas, su permanencia sobre el terreno es corta, por la relativa ausencia de grandes superficies por encima de los 1200 m.

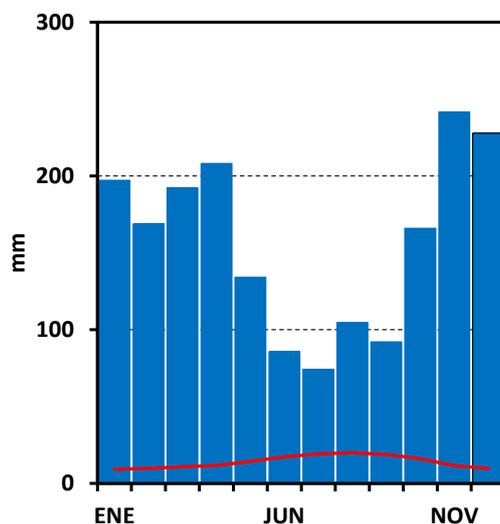


Figura 3.2: Climograma representativo de la estación de Coterrillo de Ampuero (1961-1990). Fuente: AeMet

Estos factores climáticos, edáficos y litológicos, propician una vegetación caducifolia (robledales, hayedos), sobre todo en los tramos altos y medios del valle, que se combina con prados y pastos, que son dominantes en la zona baja. Por otro lado, cabe destacar la proliferación de plantaciones forestales (eucaliptos) en los tramos medios-bajos del Asón.

Los usos de suelo muestran el clásico mosaico cantábrico, pero distribuido en función del tramo de la cuenca. Por un lado, en la parte alta y media predominan los usos agrarios, mientras que en el tramo bajo son los suelos urbanos e industriales los predominantes. Por último, el espacio forestal se encuentra bastante diseminado por la totalidad de la cuenca. Como es esperable, los núcleos de población se sitúan en el fondo de los valles y en su tramo más bajo, próximo a la costa. El municipio de mayor densidad es Ampuero, con 119 hab/km<sup>2</sup>, mientras que Soba presenta la menor, con 7 hab/km<sup>2</sup>.

En cuanto al régimen hidrológico, el río Asón muestra un régimen típicamente pluvial atlántico, caracterizado por máximos en invierno y primavera, cuando se reciben la mayor parte de las lluvias. La acusada disminución de los caudales estivales, patente en las

curvas correspondientes a los percentiles altos puede reflejar el impacto de la recarga de los sistemas kársticos, abundantes en toda la cuenca del Asón.

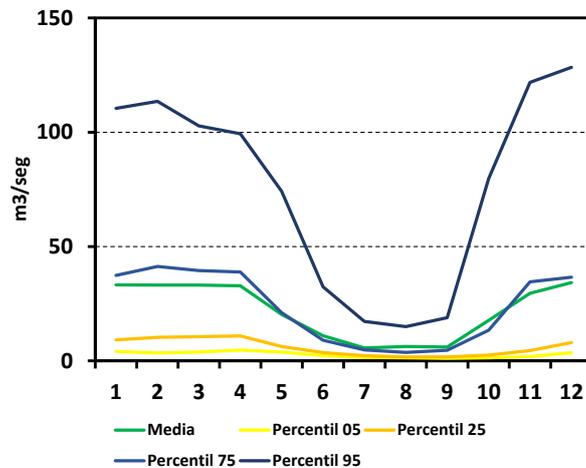


Figura 3.3: Caudal del río Asón en Coterillo de Ampuero (1971-2014). Fuente: Confederación Hidrográfica del Norte.

Sin embargo, si se compara el régimen el régimen mostrado por los caudales absolutos (figura 3.4), confirma esa dualidad de mecanismos atmosféricos, ya que aparecen eventos tanto en los meses invernales (diciembre y enero), como al final del verano (agosto) y en la primavera (abril).

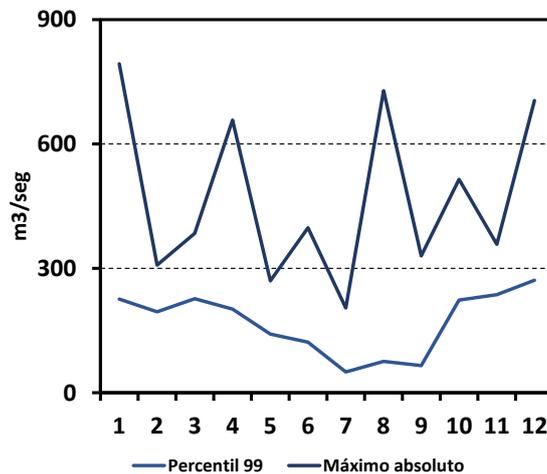


Figura 3.4: Percentil 99 y caudales máximos del río Asón en Coterillo de Ampuero (1971-2014). Fuente: Confederación Hidrográfica del Norte (2017)

#### 4. FUENTES DE INFORMACIÓN

En consonancia con los objetivos generales del trabajo, las fuentes de información utilizadas son de dos tipos (figura 4.1):

- Fuentes de información cuantitativas: datos climáticos e hidrológicos.
- Fuentes de información cualitativas: datos históricos, cartográficos, etc.

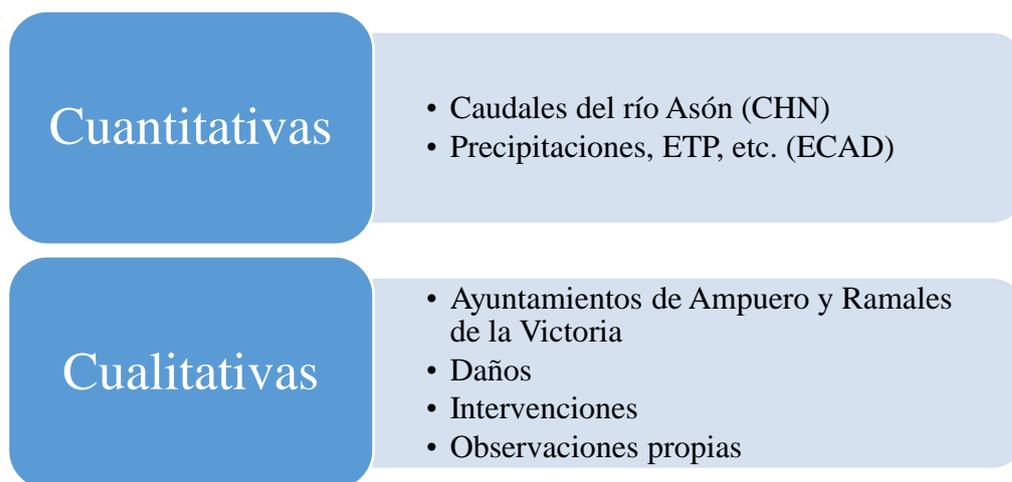


Figura 4.1. Síntesis de las fuentes de información utilizadas.

Para el análisis de la evolución climática del área de estudio se ha utilizado la información procedente de las estaciones meteorológicas de primer orden que aparecen en el cuadro 4.1. Todas ellas están situadas fuera de la cuenca objeto de estudio, pero relativamente próximas. Su elección se debe a que ninguna de las situadas dentro de la cuenca ofrecía datos del mismo periodo de análisis, habiendo desaparecido la mayoría de ellas.

Código	Nombre de la estación	Latitud	Longitud	Altitud
8021	Santander/Parayas	43,433	-3,817	9
8023	Santander/CMT	43,483	-3,800	59
8025	Bilbao/Sondica	43,300	-2,900	39

Cuadro 4.1: Estaciones meteorológicas empleadas en este trabajo. Fuente: European Climate Assessment & Dataset

Los datos proceden de la base de datos European Climate Assessment and Dataset, que son distribuidos libremente mediante su página web (<http://www.ecad.eu/indicesextremes/index.php>). Aunque los datos originales ofrecen una resolución diaria, se ha preferido descargar cierto número de índices sintéticos, de interés hidrológico, elaborados por la citada institución. Cada uno de estos índices describe una característica particular que puede tener interés para el estudio de la variabilidad climática (tanto valores medios como extremos), siguiendo las recomendaciones del CCI/CLIVAR/JCOMM Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI). Los índices son los siguientes:

Precipitación total
Día lluvioso (precipitación diaria > 1mm)
Días de precipitación abundante (precipitación diaria > 20 mm)
Precipitación máxima en 24 horas
Periodo de 5 días con la máxima precipitación anual
Evapotranspiración potencial

Cuadro 4.2: Índices climáticos empleados en este trabajo. Fuente: European Climate Assessment & Dataset

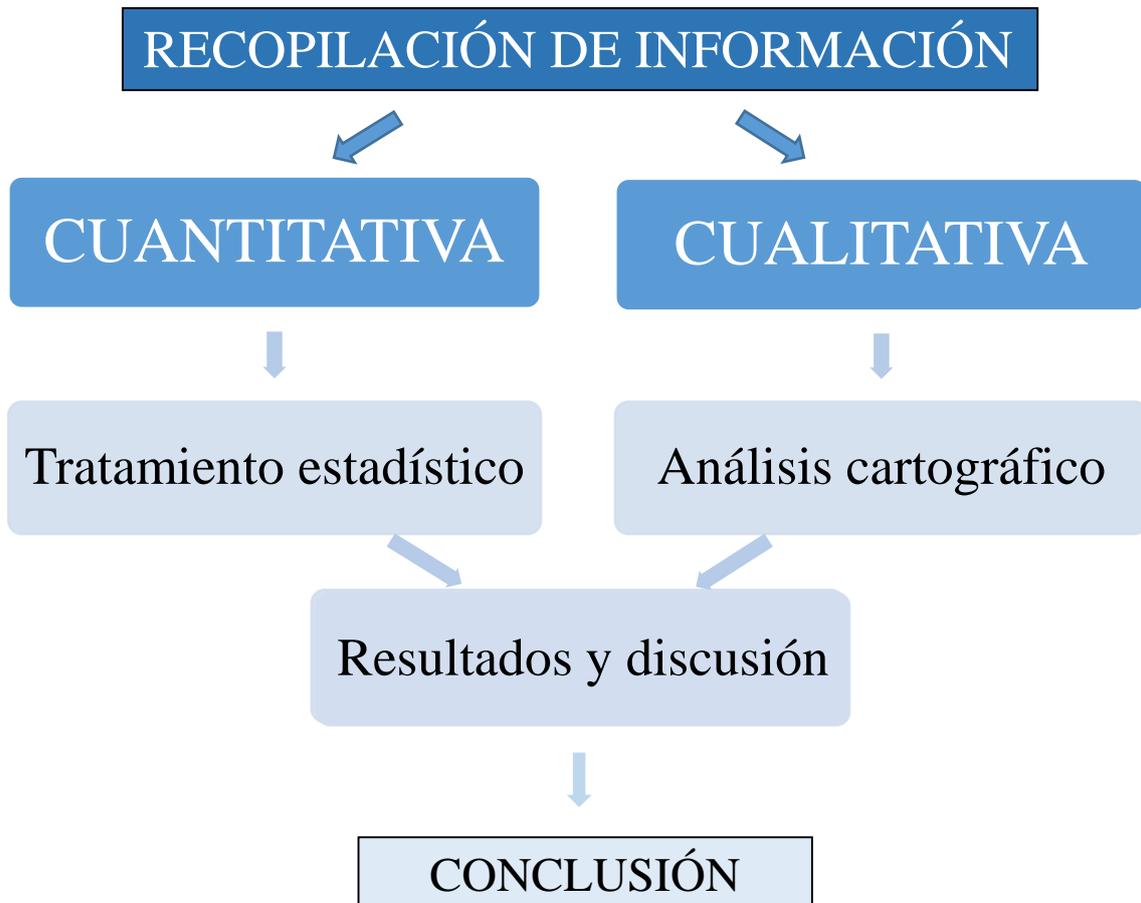
Para el análisis de la evolución de los caudales del río Asón se ha dispuesto de los datos diarios de caudal y nivel del río, registrados en la estación foronómica 1196, en Coterillo de Ampuero (Figura 4.2). Esta estación, que está localizada a una altitud de 16 m sobre el nivel del mar, está situada en el curso bajo del río Asón; la superficie aforada se aproxima a los 485 km<sup>2</sup>, lo que supone, aproximadamente el 93 % de la cuenca del río Asón. Los datos fueron obtenidos a través de la página web del Anuario de Aforos del CEDEX (<http://ceh-flumen64.cedex.es/>).



Figura 4.2: Localización de la estación foronómica 1196 Coterillo de Ampuero. Fuente: Anuario de aforos del CEDEX (<http://ceh-flumen64.cedex.es/anuarioaforos/afo/estaf-datos.asp?indroea=1196>)

Las fuentes de información cualitativas hacen referencia a la información suministrada por entidades, organismos o vecinos de la comarca del Asón. En primer lugar, los ayuntamientos de Ramales de la Victoria y de Ampuero han proporcionado material gráfico y cartográfico para su estudio y análisis, así como algún testimonio oral del personal de mayor edad acerca de las inundaciones acontecidas sobre todo en la década de los 70 y de los 80. Los informes de daños y su evolución en lo referente a riadas han sido estudiados a partir de los informes de riesgos extraordinarios redactados por el consorcio de compensación de seguros, a través de la dirección web (<http://www.consorseguros.es/web/inicio>). Estos informes proporcionan información acerca del número de intervenciones así como los costes de las últimas décadas. Por su parte, la información acerca de las intervenciones realizadas en el cauce del Asón así como en sus afluentes fue suministrada por el personal de la oficina de la Calle Juan de Herrera, 1, en Santander. De especial interés es la información proporcionada acerca de los encauzamientos en la década de los 80. Por último, también se han realizado observaciones directas para poder comprobar in situ y verificar tal cantidad de información. Además, estas observaciones servirán para comprobar la variedad de usos de suelo en los márgenes del curso así como la vulnerabilidad ante un fenómeno extraordinario.

## 5. METODOLOGÍA



Para el estudio de la tendencia evolutiva de la cuenca, se ha procurado, en primer lugar, recabar toda la información posible que sea relevante para su análisis posterior. Esta información presentará dos naturalezas un tanto diferentes, por lo que deparará dos ramales bien distintos en nuestro estudio. Estas dos líneas de información serán, por un lado, la cuantitativa, que a su vez se dividirá en información hidrológica e información climática, y por otro lado, la cualitativa.

La información cuantitativa hidrológica será tomada de la estación de Coterillo, situada a la altura de la localidad de Udalla, en el término municipal de Ampuero. Del manejo de toda esta información, es decir, a partir de un tratamiento estadístico, se ha obtenido los máximos diarios, de los que se extraerán los cinco mayores valores anuales. Con esto se conseguirá la obtención de las riadas más significativas en cuanto a volumen de caudal. A partir de aquí se realizarán los gráficos necesarios para comprobar la tendencia de los mayores valores de caudal.

Por otro lado, se ha trabajado con información cuantitativa climática proporcionada por el ECAD. Nuevamente, a raíz de un tratamiento estadístico, se ha intentado extraer las variables más significativas que pudieran aportar al estudio parámetros relevantes: precipitaciones totales, intensas, número de días lluviosos, ETP, etc. Con todos estos datos y sus respectivos gráficos se comprobará el protagonismo de los factores climáticos en la evolución de los caudales de la cuenca del Asón.

Por su parte, la información cualitativa se dividirá en varias fuentes. Comenzando por la cartografía histórica, ésta será imprescindible para comprobar la evolución de la ocupación de los márgenes fluviales, así como el cambio de usos productivos. A través de ortofotos del último siglo se podrá observar si los nuevos hábitos del ser humano son suficientes para incrementar la vulnerabilidad ante un posible desastre natural en forma de avenida extraordinaria.

Otro tipo de fuente cualitativa es la información recabada de ayuntamientos, confederación hidrográfica, testimonios orales, etc. Gracias a esto se estudiarán las actuaciones e intervenciones realizadas en los cauces, los daños registrados por las diferentes riadas o la forma en la que los vecinos se comportaban ante una inundación.

Con todo esto, se obtendrán unos resultados que serán discutidos, de los que se podrán elaborar unas conclusiones y generar unas pautas acerca de cómo se han comportado los cauces del Asón y sus afluentes en las últimas décadas, así como la tendencia de la peligrosidad y vulnerabilidad ante el fenómeno.

## 6. RESULTADOS

Teniendo en cuenta los objetivos planteados en este trabajo de fin de grado, y siguiendo la metodología propuesta, en primer lugar se revisará la evolución climática e hidrológica de la cuenca del río Asón. Posteriormente, se revisarán los cambios que hayan podido producirse en el perfil longitudinal y transversal del río.

### 6.1. EVOLUCIÓN CLIMÁTICA

El cuadro 6.1 muestra los resultados de un análisis de correlación temporal entre cada uno de los índices climáticos en cada uno de los observatorios de referencia. Se han resaltado en color naranja los resultados más significativos.

VARIABLE	BILBAO	SANTANDER	PARAYAS
Precipitación acumulada	-0,26	-0,61	-0,42
Días con precipitación > 1 mm	-0,27	-0,31	-0,22
Días con precipitación > 20 mm	-0,28	-0,64	-0,47
Precipitación máxima en 24 horas	0,08	-0,19	-0,28
Precipitación acumulada en 5 días	0,10	-0,32	-0,31
Evapotranspiración potencial		0,19	0,21

Cuadro 6.1: Valores del coeficiente de correlación de Pearson (línea superior) y su significación estadística (línea inferior) entre 1971 y 2015.

La precipitación acumulada es una de las variables que ha experimentado una tendencia descendente más acusada, particularmente en Cantabria, como muestran los valores correspondientes a Santander y Parayas. La figura 6.1 muestra una clara tendencia descendente en los tres observatorios, aunque dividida en 3 fases, de diferente duración y tendencia. En la primera fase, entre 1971 y 1990, se produce un acusado descenso de los valores medios, que vendría a suponer unos 200 mm anuales. A partir de los años 90 y hasta aproximadamente 2010, las precipitaciones no muestran tendencia alguna, sin superar los 1100 mm de media anual. Los últimos años, desde 2011, muestran fases de notable irregularidad, con años muy lluviosos (2014) o muy secos (2012).

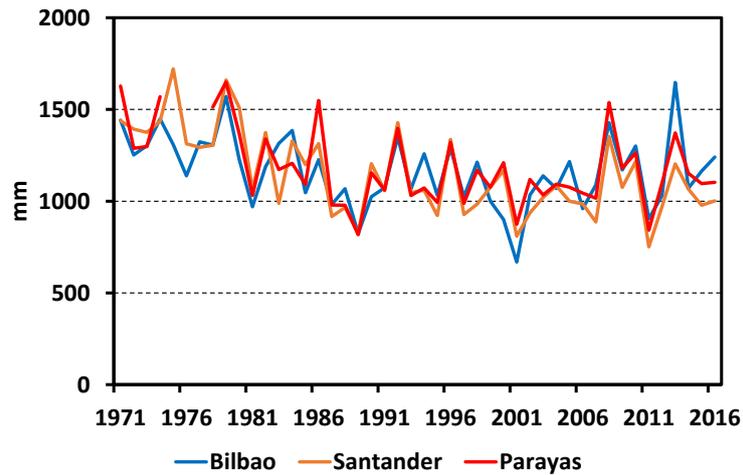


Figura 6.1: Evolución de las precipitaciones anuales. Fuente: ECAD

Por lo que respecta a los días húmedos (aquellos que reciben al menos 1 mm de agua en el pluviómetro; figura 6.2 derecha) las tendencias son similares, aunque de menor magnitud, ya que únicamente en el observatorio de Santander dicho descenso es significativo desde el punto de vista estadístico. Se detecta en los 3 observatorios la misma caída en la frecuencia de las precipitaciones en las décadas de los años 70 y 80, reduciéndose de unos 140 días a 120 días, para mantenerse en esta última cifra hasta 2010, momento a partir del cual se detecta igualmente la notable variabilidad citada en el caso de la precipitación anual. Las tendencias negativas observadas en el caso de las precipitaciones anuales vuelven a repetirse en el caso de la evolución del número de días con precipitación abundante (más de 20 mm de precipitación; figura 6.2 izquierda), ya que se pasa de unos 18 días en los años 70 a 13 a comienzos del siglo XXI.

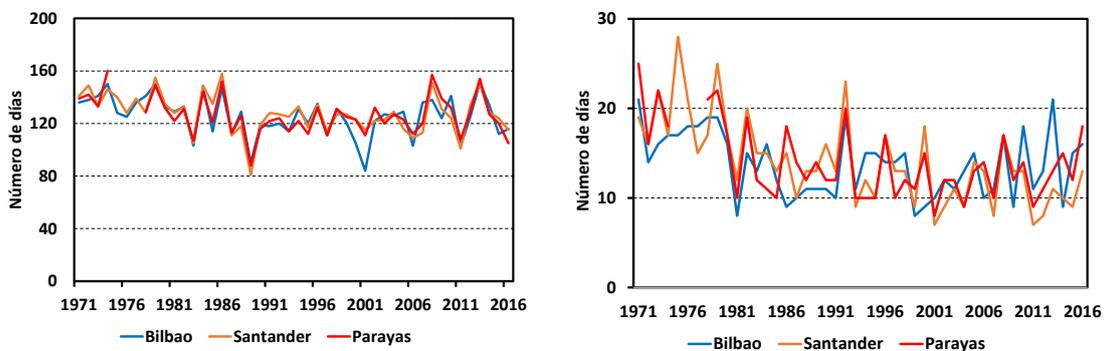


Figura 6.2: Evolución de los días de precipitación apreciable (> 1 mm diario; izquierda) e intensa (> 20 mm diario; derecha). Fuente: ECAD

El gráfico 6.3 (izquierda) muestra que la evolución de las precipitaciones máximas en 24 horas, no han experimentado una tendencia significativa en ninguna estación, al contrario de lo que ocurre en el caso de las precipitaciones acumuladas a lo largo de 5 días (6.3 derecha), donde Santander y el aeropuerto de Parayas vuelven a mostrar tendencias significativas a su reducción. Esta aparente paradoja podría explicarse si atendemos al posible origen sinóptico de cada uno de estos índices. Las precipitaciones en 24 horas más intensas suelen provenir de situaciones convectivas estivales, como la que se produjo en agosto de 1983 o en abril de 1989; por el contrario, las máximas acumulaciones en 5 días suelen tener su origen en situaciones persistentes del NW, asociadas a borrascas atlánticas, y que suelen ser más típicas del invierno.

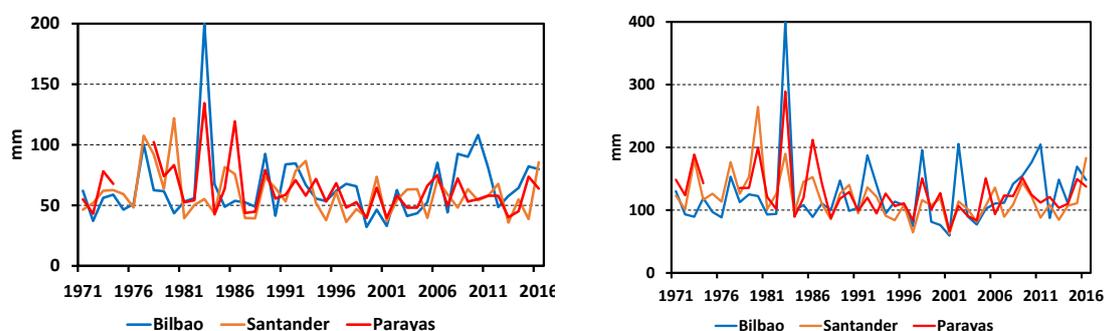


Figura 6.3: Evolución de la precipitación máxima en 24 horas (izquierda) y de la precipitación acumulada en 5 días (derecha). Fuente: ECAD

Por último, se ha analizado un componente del balance hídrico relacionado con la temperatura, el balance hídrico calculado a partir del método de Penman-Monteith. Dicho balance no ofrece una tendencia significativa durante el periodo de estudio, pero sí muestra un incremento, que podría estar relacionado con el ascenso de las temperaturas, y cuyo efecto sería la reducción de una parte de la escorrentía disponible para su evacuación a través de los cursos fluviales.

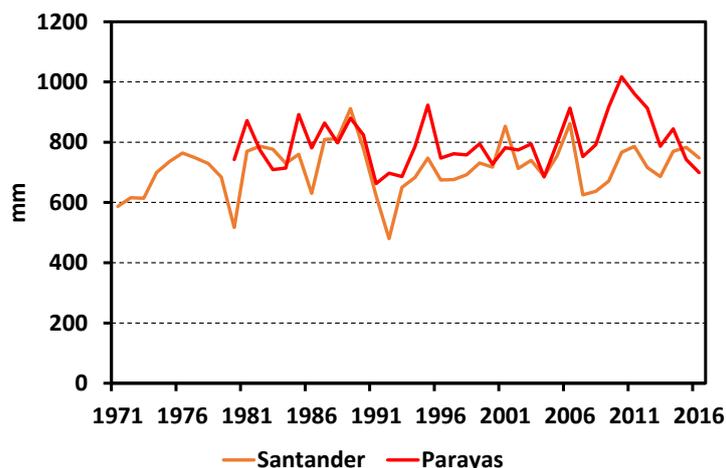


Figura 6.4: Evolución de la ETP anual calculada según el método Penman-Monteith.

Fuente: ECAD

## 6.2. EVOLUCIÓN HIDROLÓGICA

Al igual que se realizó con las precipitaciones, se sometió a las series temporales anuales de caudal medio, el percentil 99 y el máximo caudal absoluto, al cálculo del coeficiente de correlación de Pearson (Cuadro 6.2). Los resultados muestran una tendencia a la disminución de los caudales, más acusada en el caso del máximo absoluto, que supera el umbral de significación.

	Caudal medio	Caudal p99	Máximo
Coeficiente de correlación	-0,18	-0,10	-0,30

Cuadro 6.2: Valores del coeficiente de correlación de Pearson (1971 y 2014).

La evolución del caudal medio (figura 6.5) muestra un periodo de caudales abundantes hasta mediados de los 80, momento en el que descienden bruscamente. A lo largo de los años 90 se mantuvieron notablemente bajos, para aumentar ligeramente a lo largo del siglo XXI.

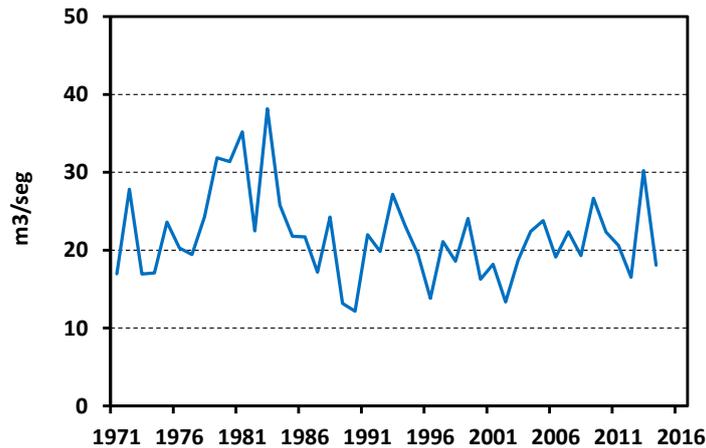


Figura 6.5: Evolución del caudal medio anual del río Asón ( $m^3/s$ ) en la estación de Coterillo. Fuente: ECAD

En el caso de la evolución de los caudales máximos, resultado de episodios lluviosos excepcionales, y causa frecuente de inundaciones, las décadas de los 70 y los 80 y hasta mediados de los 90 registraron avenidas superiores a los 600  $m^3/s$ , reduciéndose bruscamente a partir de ese momento.

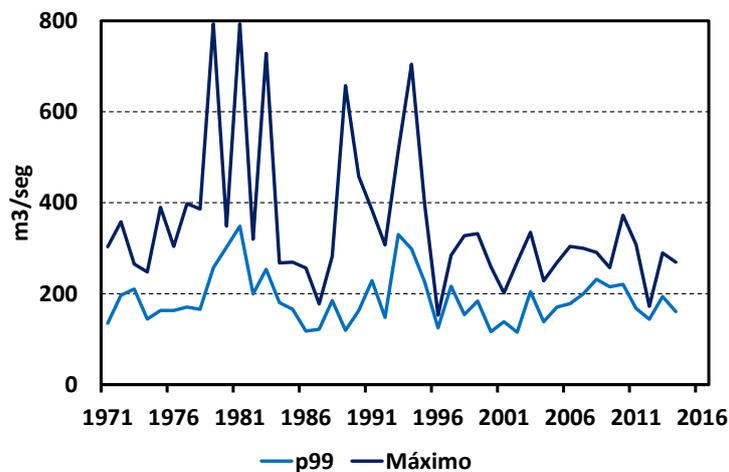


Figura 6.6: Evolución del caudal máximo del río Asón ( $m^3/s$ ) en la estación de Coterillo. Fuente: CHNorte

Las cinco avenidas más destacadas, según los registros fononómicos de Coterillo de Ampuero, aparecen en el cuadro 6.4. Tres son invernales, una estival y otra primaveral, confirmando la diversidad de mecanismos atmosféricos que desencadenan episodios de precipitaciones muy intensas en Cantabria. Obsérvese, además, que salvo la de agosto de 1983, ninguna de las restantes aparece en el catálogo de inundaciones históricas (apartado 1.4).

Año	Mes	Día	Caudal máximo diario
1979	1	12	793,52
1981	1	16	793,52
1983	8	27	728,56
1993	12	26	704,66
1989	4	4	657,47

Cuadro 6.3: Fecha y caudal medio diario ( $m^3/s$ ) de las 5 avenidas más relevantes de la cuenca del río Asón (1971-2014).

Cabe preguntarse cuál es la relación entre los índices climáticos seleccionados y su respuesta hidrológica. Para ello se efectuó un nuevo análisis de correlación, con el fin de determinar qué índices influyen en los caudales del río Asón.

	Precipitación anual	Días > 1 mm	Días > 20 mm	Max 24 horas	Máx 5 días	ETP
<b>Media</b>	0,18	0,22	0,08	0,00	0,24	-0,16
<b>Percentil 99</b>	0,06	0,10	-0,01	0,06	0,20	-0,21
<b>Máximo</b>	0,05	-0,12	0,16	0,07	0,21	0,13

Cuadro 6.4: Valores del coeficiente de correlación de Pearson (1971 y 2014).

Los resultados muestran que los caudales medios presentan una relación significativa con la frecuencia de días de precipitación > 1 mm y con las cantidades máximas de precipitación en 5 días, pero en ningún caso son significativas con un nivel de probabilidad del 95 %. Ello conduce a pensar que, además de los factores climáticos, la reducción de los caudales medios y máximos en la cuenca del Asón ha podido resultar de la intervención de otros procesos, particularmente a partir de mediados de la década de los 80, que serán revisados en el siguiente apartado.

### **6.3. INTERVENCIONES EN EL CAUCE**

La Confederación Hidrográfica empezó a realizar una serie de actuaciones en los años 80, a raíz de los distintos episodios de inundación que se venían sucediendo. Estas actuaciones se resumen en distintas obras ingenieriles y limpiezas, que aparecen reflejadas en el cuadro 6.4.

<b>AÑO</b>	<b>ACTUACIÓN</b>	<b>LOCALIDAD</b>	<b>DISTANCIA</b>
<b>1980</b>	Defensas contra avenidas	Ampuero (margen derecha)	70 m.
<b>1982</b>	Protección y defensa	Ampuero (margen derecha)	400 m.
<b>1984</b>	Defensas puntuales (protección márgenes)	Arredondo, Ramales, Rasines y Ampuero	500 m.
<b>1984</b>	Protección margen	Ruesga (margen derecha)	400 m.
<b>1986</b>	Encauzamiento del río por ambas márgenes	Ampuero	1,1 km.
<b>1994</b>	Defensas puntuales (protección márgenes)	Río Bustablado, Río Gándara (nacimiento) y Río Asón (Arredondo y Ruesga)	-
<b>1996</b>	Terminación de encauzamiento	Ampuero	-
<b>2005</b>	Encauzamiento	Río Vallino (Ampuero). Desde desembocadura hasta el molino	1,4 km.
<b>2015</b>	Acondicionamiento (dragado y limpieza de márgenes)	Ampuero	-

Cuadro 6.5: Obras realizadas por confederación hidrográfica en el río Asón y sus afluentes. Fuente: Confederación hidrográfica del Cantábrico.

Existen dos grandes obras que destacan sobre el resto: el encauzamiento del río Asón a su paso por Ampuero y el encauzamiento del río Vallino también a su paso por esta localidad. Históricamente, el municipio de Ampuero ha sido el más perjudicado por las avenidas del Asón, dado el efecto tapón que producía el propio río en la confluencia del Vallino. El propósito de estas actuaciones era agilizar la esorrentía de ambos cursos

fluviales y procurar al Vallino cierta curvatura en su confluencia para una mejor evacuación de su caudal.

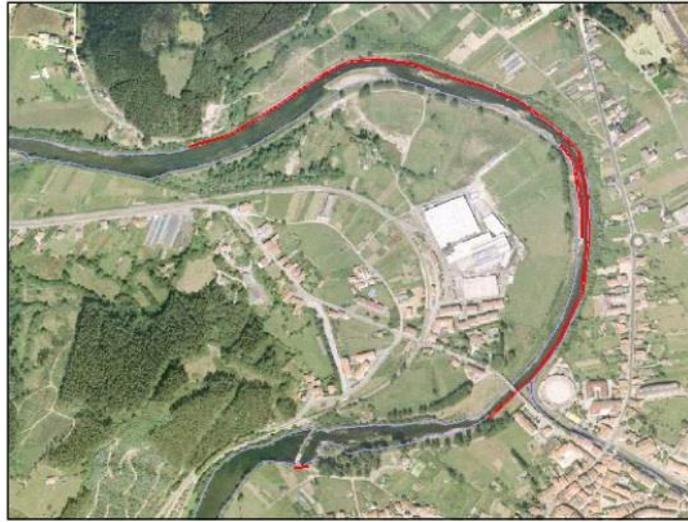


Figura 6.7: Fijación de la margen derecha en Ampuero. Fuente: <http://dmacantabria.cantabria.es/visorWeb/pdf/RIOS/Ason.pdf>

Con esta obra se habría conseguido limitar los efectos de las avenidas normales, reduciéndose relativamente la peligrosidad ante una inundación.

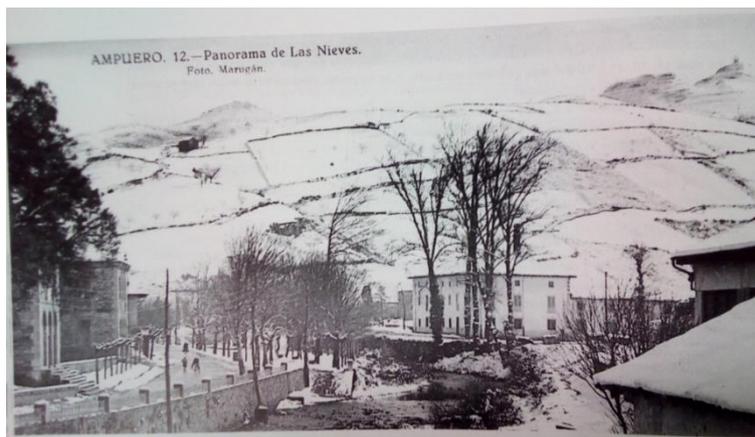




Figura 6.8: Río Vallino a su paso por Ampuero, antes y después de las obras de encauzamiento. Fuente: Alfonso Setién y Santiago Brera. “Ampuero a través de la historia”. 1994.

#### **6.4. CAMBIOS EN LA VULNERABILIDAD**

La vulnerabilidad de un ámbito espacial ante las avenidas fluviales tiene su origen en las actividades del ser humano. Históricamente, los asentamientos se ubicaron en las cercanías de los cursos fluviales debido al suministro constante de agua que procuran, un elemento básico e imprescindible para las labores cotidianas. Sin embargo, la cercanía al agua tiene su coste y es que cuando el cauce sobrepasa los límites habituales, ocupa el espacio común de asentamiento del hombre, es decir, la llanura de inundación. Este fenómeno de ocupación de la llanura de inundación ha sido una constante, aunque se ha acelerado en los últimos decenios, debido a la transformación económica de la sociedad, cuyas nuevas actividades demandan grandes superficies, ocupando gran parte de la llanura de inundación y limitando o eliminando totalmente la ribera natural de los cursos fluviales. La cuenca del río Asón no ha escapado a estas demandas, como puede comprobarse a través de las siguientes imágenes 6.9, 6.10, 6.11 y 6.12. Las marcas naranjas muestran las construcciones realizadas entre los años 1956 a 1988, mientras que las azules, mucho más extensas y numerosas muestran los nuevos espacios urbanizados en zona peligrosa entre los años 1988 y 2014.

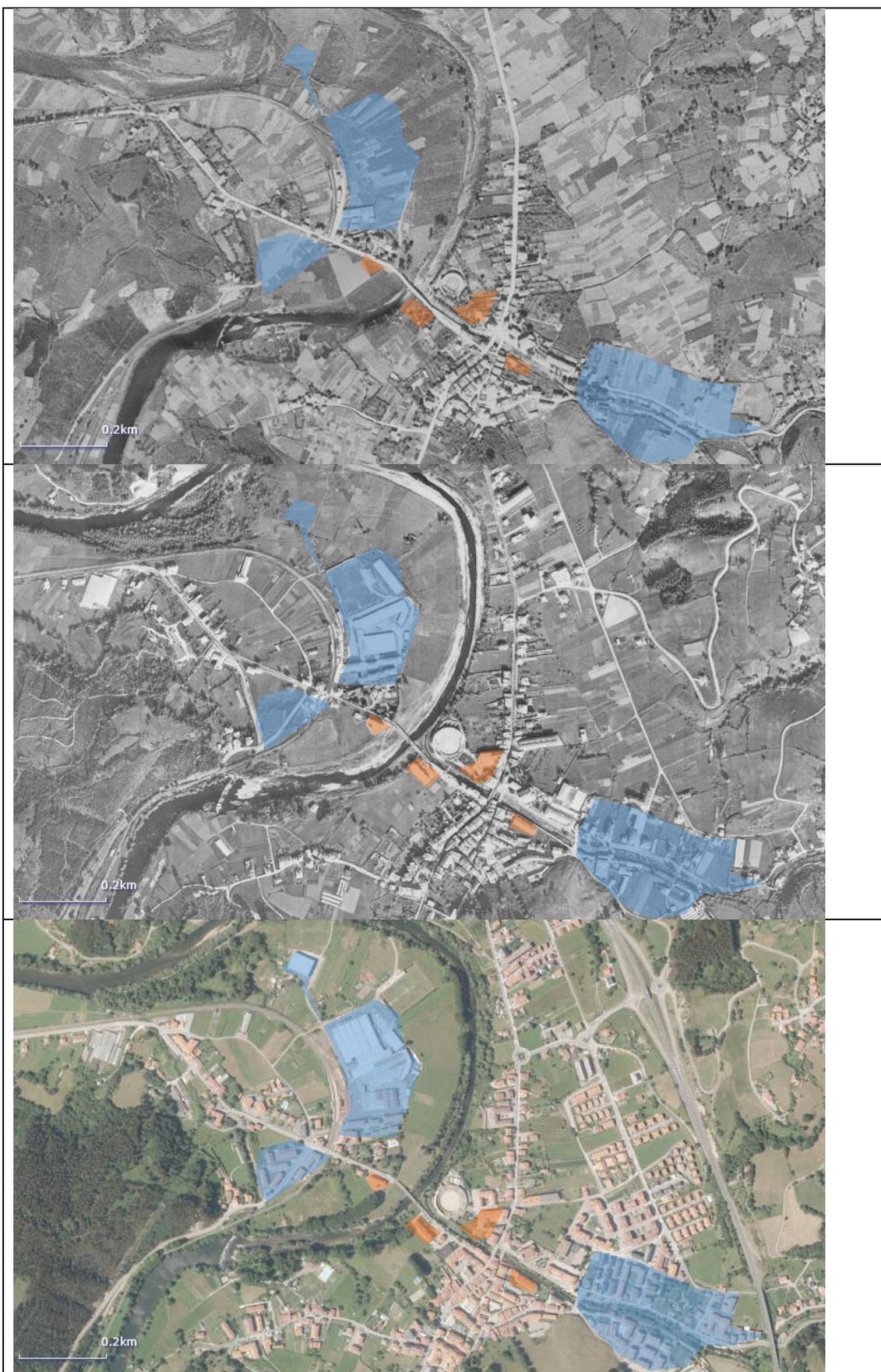


Figura 6.9: Ampuero en 1956, 1988 y 2014. Fuente: Visor cartográfico del MAGRAMA



Figura 6.10: Limpias 1956, 1988 y 2014. Fuente: Visor cartográfico del MAGRAMA



Figura 6.11: Bárcena en 1956, 1988 y 2014. Fuente: Visor cartográfico del MAGRAMA

## **7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

El presente trabajo ha analizado la evolución de las avenidas del río Asón durante las últimas décadas, examinando los diferentes procesos que podrían explicar dicho fenómeno, a partir de la observación y tratamiento de datos hidrológicos, climáticos y cartográficos.

De los resultados antes expuestos, se deduce que la disminución de referencias acerca de inundaciones en la cuenca del río Asón desde los años 80 coincide en gran medida con una reducción de los caudales, tanto medios como máximos (avenidas), registrados en la estación foronómica de Coterillo de Ampuero.

Sin embargo, cuando se contrasta los valores de caudal con diferentes índices climáticos de interés hidrológico se observa que las relaciones son mucho más débiles de lo esperado. En este sentido, los índices que mejor explican la evolución de los caudales son las precipitaciones anuales, el número de días con precipitación superior a 20 mm y la precipitación máxima acumulada a lo largo de 5 días. Todos ellos han experimentado una reducción notable a lo largo del periodo analizado, 1971-2016, aunque en diferentes fases: una primera reducción intensa entre los años 1971 y 1990, una estabilización posterior durante la década de los 90 y una fase final muy irregular, con alternancia de episodios húmedos y secos. Por el contrario, las precipitaciones más intensas en 24 horas no han experimentado una tendencia significativa. Todo ello conduce a pensar que la reducción de las precipitaciones se debería más a una disminución de su intensidad que a una disminución de su frecuencia, y que esta reducción afectaría más a las situaciones lluviosas invernales, que son las que generan los episodios de inundación ordinarios.

Sin embargo, la baja correlación encontrada entre caudales e índices climáticos, pone de manifiesto igualmente la importancia de los factores humanos, causantes de una cierta distorsión en la relación entre clima e hidrología. Tras las inundaciones de 1983 se llevaron a cabo diversas intervenciones que parecen haber mitigado el riesgo de inundaciones durante las avenidas ordinarias producidas a lo largo de los siguientes 20 años. Sin embargo, la “seguridad” proporcionada por estas actuaciones también puede haber favorecido la ocupación del cauce, de tal manera que están provocando un aumento de la vulnerabilidad ante la posibilidad de avenidas extraordinarias. En consecuencia, es posible afirmar que a lo largo de los últimos 20 años en la cuenca del Asón:

- Se aprecia una tendencia a la reducción de la peligrosidad del fenómeno
- Se detecta un aumento de la vulnerabilidad ante el fenómeno.

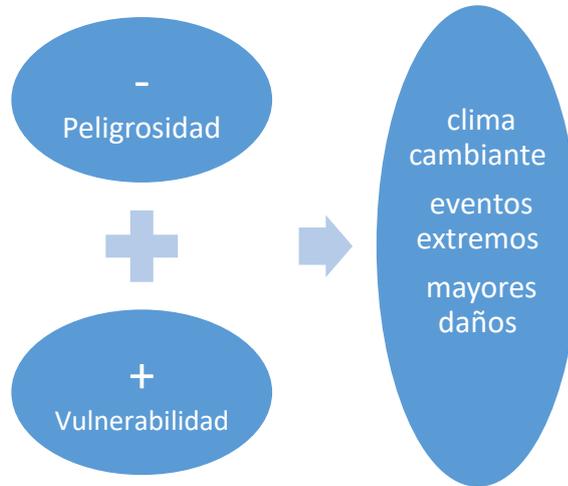


Figura 7.1. Resumen de las tendencias observadas en la cuenca del río Asón

Si bien el periodo de tiempo analizado es corto, cabe preguntarse si estas tendencias serán sostenibles en el tiempo. Por un lado, los escenarios de cambio climático indican una reducción a largo plazo de las precipitaciones, tanto de su cuantía como de su intensidad, como señala la figura 7.2. A ello habría que añadir que el aumento de las temperaturas elevará la evapotranspiración potencial, detrayendo con ello una parte de la escorrentía hacia los ríos. Sin embargo, también es posible que un calentamiento propicie una mayor inestabilidad y fenómenos convectivos más intensos que en la actualidad.

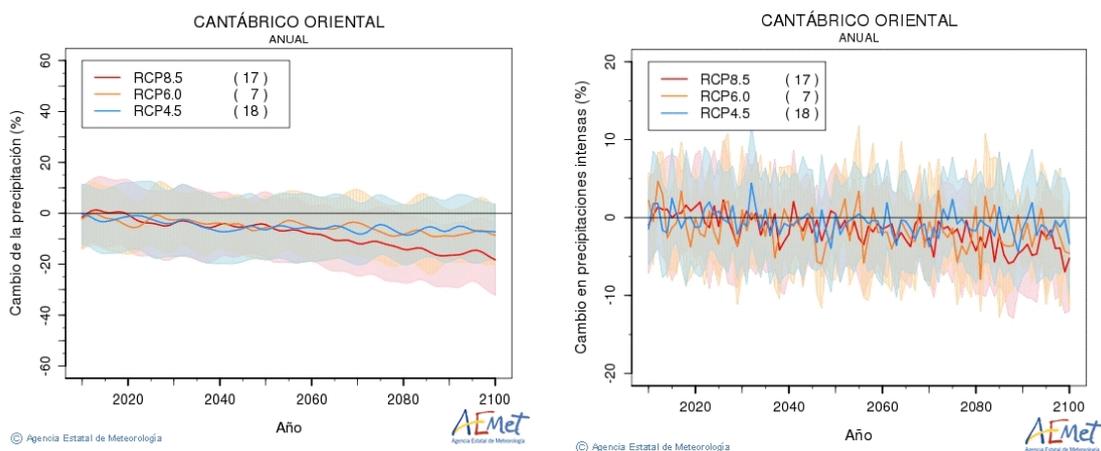


Figura 7.2: Evolución de las precipitaciones anuales y de la frecuencia de días de precipitaciones intensas según diferentes escenarios de cambio climático. Fuente:

Aemet.

Otro aspecto que podría reducir la escorrentía superficial, y por lo tanto, disminuir la peligrosidad, son los cambios en los usos de suelo a escala de cuenca. Debido a la transformación económica experimentada por Cantabria en los últimos decenios, la disminución de la presión humana sobre los espacios naturales está provocando la recuperación paulatina de la vegetación, lo cual a su vez favorece una mayor interceptación de la lluvia, que es usada por la vegetación para sus procesos fisiológicos, sin transformarse en escorrentía superficial. Aunque la evaluación de estos procesos en la cuenca del Asón queda fuera del alcance de este trabajo, se puede realizar una valoración cualitativa atendiendo a la información que sobre toda la comunidad de Cantabria proporciona el Ministerio de Fomento en su proyecto acerca de los cambios de ocupación de suelo en España entre 1987 y 2000 (figuras 7.3 y 7.4). A lo largo del periodo estudiado en dicho informe, se ha producido en Cantabria un considerable aumento de las superficies artificiales, y un ligero aumento de las zonas forestales y de espacios abiertos.

CANTABRIA	Superficie (ha)		Cambio neto	
	1987	2000	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
OCUPACIÓN DEL SUELO (Nomenclatura CLC- 2000)				
Superficies artificiales	12.113,0	14.795,2	2.682,3	22,1
Zonas agrícolas	154.065,7	150.962,2	-3.103,5	-2,0
Zonas forestales con vegetación natural y espacios abiertos	358.407,9	358.875,8	467,9	0,1
Zonas húmedas	3.533,5	3.494,6	-38,9	-1,1
Superficies de agua	6.301,5	6.293,6	-7,8	-0,1

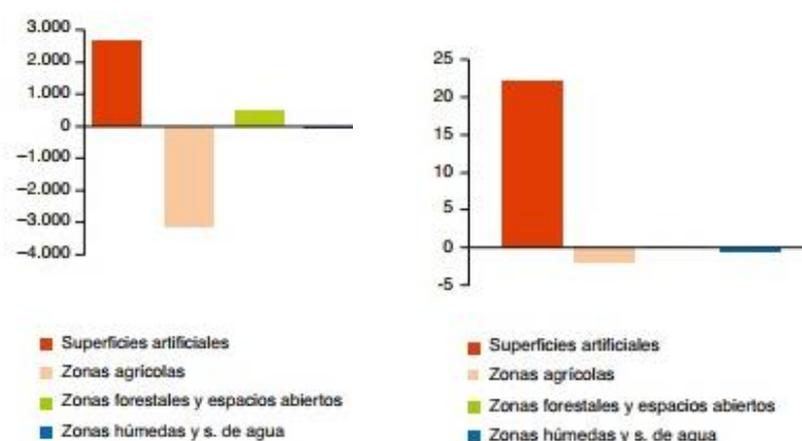


Figura 7.3: Variación en la ocupación de suelo en Cantabria según diferentes clases de cobertura de suelo entre 1987 y 2000. Fuente: Ministerio de Fomento (2017)

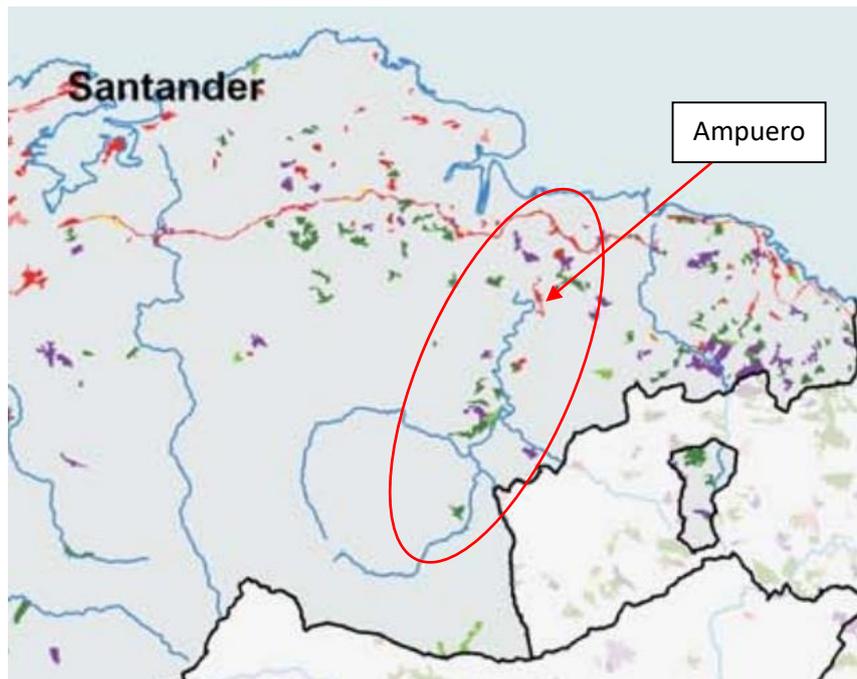


Figura 7.4: Cambios de usos de suelo entre 1987 y 2000 en la Cuenca del Asón. Fuente: Ministerio de Fomento (2017)

Como resumen, de continuar las tendencias observadas en los diferentes factores estudiados en este trabajo, la previsión a largo plazo combinaría una reducción de la peligrosidad de los eventos hidrológicos ordinarios, producto de episodios de precipitaciones invernales, pero un aumento del riesgo ante avenidas extraordinarias y excepcionales, producto de precipitaciones de naturaleza convectiva, mayoritariamente estivales, debido en gran parte a una mayor vulnerabilidad, a causa de la ocupación de gran parte del lecho fluvial.

## **BIBLIOGRAFIA Y FUENTES**

BÁRCENA ODRIOZOLA, P.; GARMENDIA PEDRAJA, C. Estudio de las Avenidas en Cantabria: frecuencia, intensidad y tipología. La climatología española en los albores del siglo XXI, AEC, 1999, p. 43-52.

BENITO, Gerardo. Riesgos de inundaciones: tendencias históricas y perspectivas de acuerdo con el cambio climático. Cuaternario y Geomorfología, 2006, vol. 20, no 3-4, p. 29-44.

BERGA CASAFONT, Luis. Las inundaciones en España. La nueva Directiva Europea de inundaciones. Revista de Obras Publicas, 2011, vol. 158, no 3.520, p. 7-18.

BRERA RODRÍGUEZ, Santiago. Ampuero. Imágenes de ayer y de hoy. 1990.

CEBALLOS CUERNO, Carmen. Las ferrerías de la cuenca del río Asón: nuevas aportaciones a la historia de la industria siderúrgica tradicional de Cantabria. Monte Buciero, 2002, no 8, p. 96-126.

GARCIA CODRON, J.C.; GARMENDIA, C.; RASILLA, D.F. (2012). Avenidas e inundaciones históricas en el Cantábrico: factores climáticos y cambios en el tiempo. En: RODRÍGUEZ PUEBLA, C. y otros (Eds.). Cambio Climático. Extremos e impactos, Salamanca, Universidad de Salamanca-AEC, p. 339 -348.

HOEPPE, Peter. Trends in weather related disasters—Consequences for insurers and society. Weather and Climate Extremes, 2016, vol. 11, p. 70-79.

OBSERVATORIO, DE LA SOSTENIBILIDAD EN ESPAÑA. Cambios de ocupación del suelo en España. Implicaciones para la sostenibilidad. Estudio realizado a partir del proyecto CORINE LAND COVER. Mundi-Prensa Libros, Madrid, 2006.

SANTAMARÍA, J.; PARRILLA, A. Máximas lluvias diarias en la España peninsular. Ministerio de Fomento, Centro de Publicaciones, 1999.

### **Hemeroteca**

BAJO, I. y VERANO, A. (2015). “El Asón se ahoga”. En El Diario Montañés. Consultado el 30 de enero de 2015 en <http://www.eldiariomontanes.es/castro-oriental/201501/30/desbordamiento-ason-obliga-desalojar-20150130165825.html>

BERMÚDEZ, P. (2015). “El Asón se desborda en Ampuero”. El Diario Montañés. Consultado el 30 de enero de 2015 en <http://www.eldiariomontanes.es/videos/cantabria/201501/30/ason-desborda-ampuero-4022949301001-mm.html>

EFE. (2015). “El Gobierno trabajará para evitar inundaciones en el polígono de Marrón”. En El Diario Montañés. Consultado el 30 de septiembre de 2015 en <http://www.eldiariomontanes.es/castro-oriental/201509/30/gobierno-trabajara-para-evitar-20150930200351.html>

EFE (2015). Puerto Gallego responsabiliza al PP de los daños por futuras inundaciones en el Asón. En El Diario Montañés. Consultado el 12 de octubre de 2016 en <http://www.eldiariomontanes.es/castro-oriental/201510/12/puerto-gallego-responsabiliza-danos-20151012121111.html>

EFE. (2016). PSOE de Ampuero cree "insuficiente" la limpieza del Asón y teme inundaciones. En El Diario Montañés. Consultado el 11 de marzo de 2016 en: <http://www.eldiariomontanes.es/castro-oriental/201603/11/psoe-ampuero-cree-insuficiente-20160311203741.html>

### **Webs y blogs digitales**

Confederación hidrográfica del cantábrico. <http://www.chcantabrico.es/index.php/es/>

European Climate Assessment & Dataset (ECAD). <http://www.ecad.eu/>

Instituto cántabro de estadística (ICANE). <https://www.icane.es/>

Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). <http://www.cedex.es>

Agencia estatal de meteorología (AEMET). <http://www.aemet.es>

Consorcio de compensación de seguros. <http://www.consorseguros.es>

Blog Fuente de la Rana. <http://ampuerobrera.blogspot.com.es/>

Mapas Cantabria, Visualizador de Información geográfica. Consejería de Universidades e Investigación, Medio Ambiente y Política Social. <http://mapas.cantabria.es/>

## **ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS**

Figura 1.1. Pérdidas mundiales por eventos catastróficos (1980-2014).....	5
Figura 1.2. Número de eventos naturales relevantes (1980-2014).....	5
Figura 1.3. Tendencias relativas (año de referencia 1980) del número de eventos naturales relevantes para los cuatro diferentes grupos de peligros.....	6
Figura 1.4: Número de expedientes registrados y cuantía de las indemnizaciones pagadas como consecuencia de las inundaciones en España.....	8
Figura 1.5. Evolución del número de fallecidos en inundaciones cada dos décadas en España.....	9
Figura 1.6: Inundación en el río Asón en 1953.....	13
Figura 1.7: Inundación de 1953 en Marrón.....	13
Figura 1.8: Comparativa entre la riada de 1978 y el estado actual de Ampuero.....	14
Figura 1.9: Mapa sinóptico correspondiente al día 6 de junio de 1978.....	15
Figura 1.10: Riada de 1983 en Ampuero.....	16
Figura 1.11. ARPSI: ES018-CAN-4-1.....	17
Figura 1.12. ARPSI: ES018-CAN-5-1.....	18
Figura 1.13. ARPSI: ES018-CAN-5-2.....	18
Figura 1.14. Mapa de peligrosidad para la localidad de Limpias.....	19
Figura 1.15. Mapa de peligrosidad para la localidad de Marrón.....	19
Figura 1.16: Mapa de peligrosidad para la localidad de Ampuero.....	20
Figura 1.17: Mapa de peligrosidad para la localidad de Ampuero.....	20
Figura 3.1. Cuenca del Asón.....	22
Figura 3.2: Climograma representativo de la estación de Coterillo de Ampuero (1961-1990).....	24
Figura 3.3: Caudal del río Asón en Coterillo de Ampuero (1971-2014).....	25
Figura 3.4: Percentil 99 y caudales máximos del río Asón en Coterillo de Ampuero (1971-2014).....	25
Figura 4.1. Síntesis de las fuentes de información utilizadas.....	26
Figura 4.2: Localización de la estación foronómica 1196 Coterillo de Ampuero.....	28
Figura 6.1: Evolución de las precipitaciones anuales.....	32
Figura 6.2: Evolución de los días de precipitación apreciable (> 1 mm diario; izquierda) e intensa (> 20 mm diario; derecha).....	32

Figura 6.3: Evolución de la precipitación máxima en 24 horas (izquierda) y de la precipitación acumulada en 5 días (derecha).....	33
Figura 6.4: Evolución la ETP anual según el método Pennman-Monteith.....	34
Figura 6.5: Evolución del caudal medio anual del río Asón (m <sup>3</sup> /s) en la estación de Coterillo.....	35
Figura 6.6: Evolución del caudal máximo del río Asón (m <sup>3</sup> /s) en la estación de Coterillo.....	35
Figura 6.7: Fijación de la margen derecha en Ampuero.....	38
Figura 6.8: Río Vallino a su paso por Ampuero, antes y después de las obras de encauzamiento.....	38
Figura 6.9: Ampuero en 1956, 1988 y 2014.....	40
Figura 6.10: Limpias 1956, 1988 y 2014.....	41
Figura 6.11: Bárcena en 1956, 1988 y 2014.....	42
Figura 7.1. Eesumen de las tendencias observadas en la cuenca del río Asón.....	44
Figura 7.2: Evolución de las precipitaciones anuales y de la frecuencia de días de precipitaciones intensas según diferentes escenarios de cambio climático.....	44
Figura 7.3: Variación en la ocupación de suelo en Cantabria según diferentes clases de cobertura de suelo entre 1987 y 2000.....	45
Figura 7.4: Cambios de usos de suelo entre 1987 y 2000 en la Cuenca del Asón.....	46
Cuadro 1.1: N° de víctimas en las inundaciones más mortíferas de España en la segunda mitad del s. XX.....	9
Cuadro 1.2: Áreas de Riesgo Potencial Significativo por Inundación.....	17
Cuadro 1.3. Población afectada en las ARPSIs.....	19
Cuadro 4.1: Estaciones meteorológicas empleadas en este trabajo.....	26
Cuadro 4.2: Índices climáticos empleados en este trabajo.....	27
Cuadro 6.1: Valores del coeficiente de correlación de Pearson (línea superior) y su significación estadística (línea inferior) entre 1971 y 2015.....	31
Cuadro 6.2: Valores del coeficiente de correlación de Pearson (1971 y 2014).....	34
Cuadro 6.3: Fecha y caudal medio diario (m <sup>3</sup> /s) de las 5 avenidas más relevantes de la cuenca del río Asón (1971-2014).....	36
Cuadro 6.4: Valores del coeficiente de correlación de Pearson (1971 y 2014).....	36
Cuadro 6.5: Obras realizadas por confederación hidrográfica en el río Asón y sus afluentes. Fuente: Confederación hidrográfica del Cantábrico.....	37