

Trazas de la tempe

SECCIÓN COORDINADA POR MANUEL LARA JAÉN
Y AMADEO URIEL
mlaraj@aemet.es

Episodio de crecidas en los ríos navarros en diciembre de 2019

PEIO ORIA IRIARTE – AEMET EN LA COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA



Figura 1. Río Arga a su paso por Pamplona durante la mañana del 13 de diciembre de 2019 (fuente: Diario de Navarra). En la parte derecha los ríos que sufrieron crecidas de carácter ordinario se muestran en color amarillo y las de carácter extraordinario en rojo.

Durante los días 11, 12 y 13 de diciembre de 2019 se produjo un episodio de precipitaciones muy generalizadas y persistentes en el tercio norte de la Comunidad Foral de Navarra. Como consecuencia de las mismas el día 13 buena parte de los ríos navarros sufrieron crecidas ordinarias y extraordinarias que dieron lugar a desbordamientos en numerosos puntos de la geografía foral. Los cauces de los ríos Ega, Larraun, Arakil, Ultzama, Erro, Urrobi, Irati, Salazar, Esca, Arga y Aragón alcanzaron valores máximos en sus caudales y niveles correspondientes a periodos de retorno comprendidos entre 2 y 10 años. En el caso del río Esca, en la estación de aforo de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) ubicada en Sigües, se batió el record de caudal máximo registrado alcanzándose una punta de 4.15 m y 300 m³/s el viernes 13 de diciembre a las 12.00 h locales¹.

Las inundaciones fluviales se deben a varios factores, entre los que se encuentran el tipo, intensidad y distribución de la precipitación, los aportes derivados de la fusión de la cobertura nevosa, la orografía, la vegetación y la tipología de suelo de la cuenca y del propio río. También influyen las condiciones de humedad del terreno, que usualmente dependen de la evapotranspiración de la materia vegetal, de la radiación solar y de que haya llovido o no los días y semanas anteriores. En referencia a este último aspecto el año 2019 será recordado en Navarra como uno de los más lluviosos en los últimos 50 años. En el caso de la estación principal, la del aeropuerto de Pamplona-Noain, se trata del cuarto año más húmedo, tan solo superado por 2013, 1979 y 1975. Es destacable, sin embargo, que el número de días de precipitación apreciable en dicha estación (135) quede en torno a la media anual. Lo anterior refleja el hecho de que la precipitación ha estado muy irregularmen-

te repartida a lo largo del año destacando los episodios húmedos de la última decena de enero, del 18 y 19 de mayo, del 8 de julio y de los días 12 y 13 de diciembre, todos ellos con impacto hidrometeorológico asociado. A lo anterior se suma el mes de noviembre, el más húmedo en el conjunto de Navarra desde al menos 1954. En la gráfica de la figura 2 se presenta la precipitación mensual promediada sobre un total de 31 estaciones termopluviométricas de la Comunidad Foral. Las la-

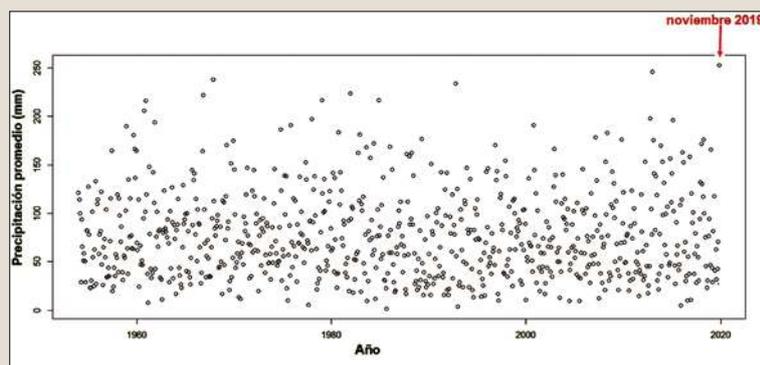


Figura 2. Precipitación mensual en Navarra promediada sobre un conjunto de 31 estaciones. Los datos han sido tratados con un paquete estadístico del software R.

gunas de datos han sido rellenadas y las rupturas de las series homogeneizadas mediante la aplicación del paquete estadístico Climatol de R² a los datos de más de 130 estaciones manuales de Navarra y áreas de comunidades limítrofes. El hecho de que las precipitaciones se dieran de forma tan cuantiosa en el mes de noviembre es el primer aspecto clave para entender la rápida respuesta de los cauces de los principales ríos y afluen-

¹ Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH) de la Cuenca Hidrográfica del Ebro <http://www.saihebro.com/saihebro/index.php?url>

² CLIMATOL: Software libre para la depuración y homogeneización de datos climatológicos (J.A. Guijarro, 2004, repositorio.aemet.es).

Trazas de la tempe

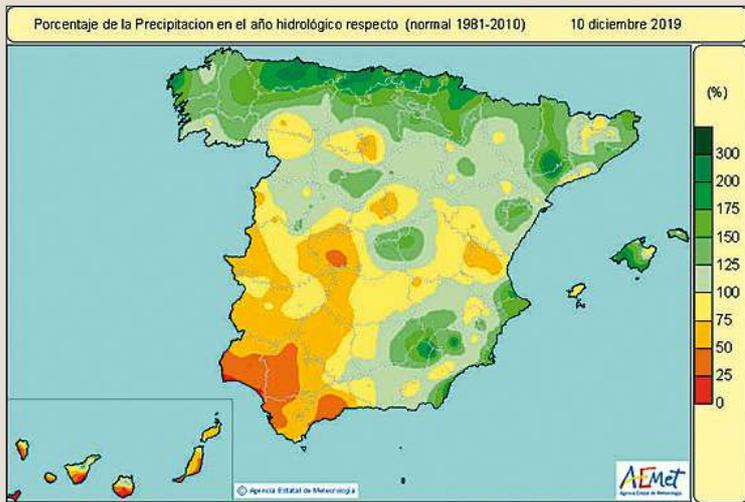


Figura 3. Porcentaje de precipitación acumulada respecto a la normal correspondiente al periodo 1981-2010 para los días comprendidos entre el 1 de octubre y el 10 de diciembre.

tes del norte de Navarra durante los días 12 y 13 de diciembre. En la comarcas cantábricas, valles pirenaicos y otras partes del tercio norte de Navarra los porcentajes de precipitación desde el comienzo del año hidrológico hasta la ocurrencia del episodio (1 de octubre-10 de diciembre) indicaban superávits comprendidos entre el 75 y el 100 % (figura 3). Por el contrario entre los pasados junio y octubre el carácter de la precipitación fue seco o muy seco (a excepción de algunas precipitaciones de carácter torrencial como las del episodio del 8 de julio). La elevada pluviosidad de noviembre se tradujo en un rápido aumento de los caudales embalsados en Navarra: El embalse de Yesa, uno de los de mayor capacidad de toda la cuenca del Ebro, pasó de estar por debajo del 20 % (90 hm³) a finales de octubre, a llenarse (430 hm³) en menos de mes y medio, circunstancia sin antecedentes. El de Itoiz pasó de 170 a 330 hm³ en el mismo periodo.

El carácter extremadamente húmedo del mes de noviembre en Navarra (y otras zonas del Cantábrico y Pirineos) tiene su explicación en el recurrente paso de sistemas de bajas presiones por el norte peninsular. En la figura 1 de *Mirando un mapa* de este mismo número de *TyC* se representa el promedio para el mes de noviembre de la altura geopotencial en la topografía de 300 hPa así como de sus anomalías. El geopotencial en niveles altos se caracterizó por marcadas anomalías negativas al este de Canadá y en la fachada occidental europea y, por el contrario, anomalías positivas en el Atlántico central. Esa configuración orientó la corriente en chorro (línea negra gruesa de dicha figura) de tal modo que las borrascas y frentes atlánticos se sucedieron hacia el norte y noroeste de la península

la ibérica. Entre el 31 de octubre y el 10 de diciembre se contabilizó el paso de entre 20 y 30 sistemas frontales (frentes fríos, cálidos, ocluidos y estacionarios) y líneas de inestabilidad así como el acercamiento de las borrascas Amelie, Bernardo y Cecilia. En consecuencia, en ese periodo de 40 días llovió más de 30 en todas las estaciones del norte de Navarra.

Debido a las precipitaciones de noviembre y a la mínima evapotranspiración de los días y las semanas anteriores, durante el episodio entre el 11 y el 13 de diciembre los suelos del norte de Navarra se encontraban completamente saturados con un porcentaje del 100 % de reserva de humedad del suelo (cantidad de agua disponible que un suelo puede retener para el crecimiento vegetal).

Tras varios días del mes de diciembre sin precipitaciones el día 11 del mes dio comienzo un episodio con un persistente flujo de ONO-NO. No se trataba de la llegada de un sistema frontal claramente definido ni del acercamiento de borrascas atlánticas ya que estas circulaban más al norte, aproximadamente a 50° de latitud, de manera muy rápida. La característica principal de la situación meteorológica radica en una configuración sinóptica que mantiene un flujo muy húmedo de manera uniforme, durante más de 50 horas, y que impacta contra las montañas con una orientación favorable de modo que los ascensos de aire provocan que se intensifiquen las precipitaciones. Desde el punto de vista del aporte y origen de la humedad a nivel atmosférico, el flujo de vapor de agua es transportado desde latitudes subtropicales hasta el norte de nuestra

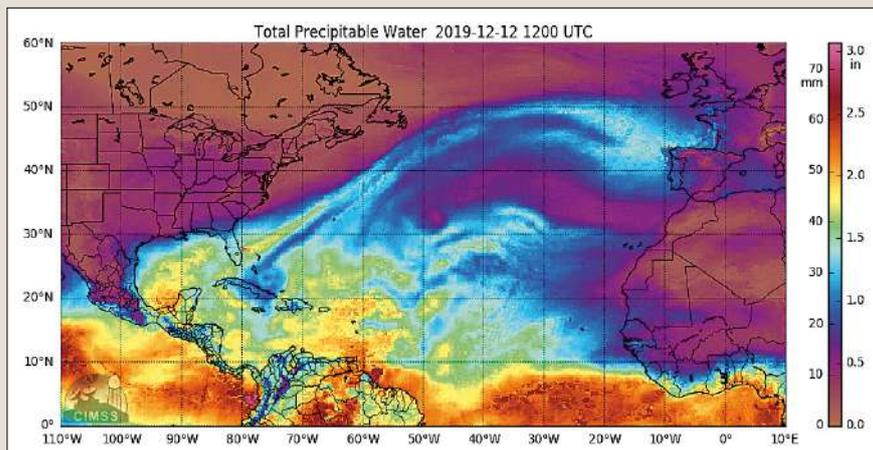


Figura 4. Vapor de agua atmosférico en columna estimado mediante la combinación de datos de varios satélites meteorológicos para el 12 de diciembre de 2019 a las 18 UTC. Fuente: CIMSS

Península atravesando todo el Atlántico Norte. La situación a escala sinóptica lleva asociada los denominados ríos atmosféricos, es decir con regiones en las que una elevada concentración de vapor de agua en columna es canalizada y transportada por el viento horizontal³. En la figura 4 se muestra el vapor de agua en columna el día 12 de diciembre a las 18 horas UTC estimado mediante la combinación de datos obteni-

³ Daily Precipitation Extreme Events in the Iberian Peninsula and Its Association with Atmospheric Rivers, Alexandre M. Ramos and Ricardo M. Trigo, *AMETSOC Journal*, April 2015, 579

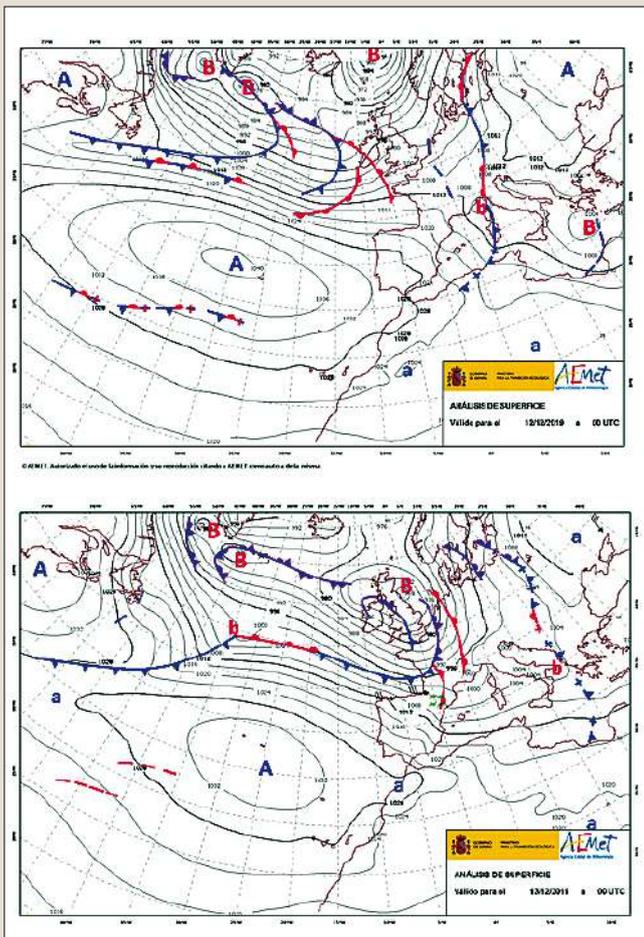


Figura 5. Análisis de superficie elaborados por AEMET para las 00 UTC de los días 12 (arriba) y 13 (abajo) de diciembre de 2019.

dos por sensores de microondas a bordo de satélites meteorológicos (MIMIC-TPW)⁴.

En la figura 5 se pueden observar los análisis de superficie elaborados por AEMET para las 00 UTC del 12 (arriba) y del 13 de diciembre (abajo). El 12 por la noche y las primeras horas de día 13 de diciembre fue cuando las precipitaciones alcanzaron la máxima intensidad y extensión espacial. Dos aspectos son destacables: Por un lado el anticiclón de Azores alcanza presiones máximas en su centro en torno a 1035-1040 hPa y se extien-

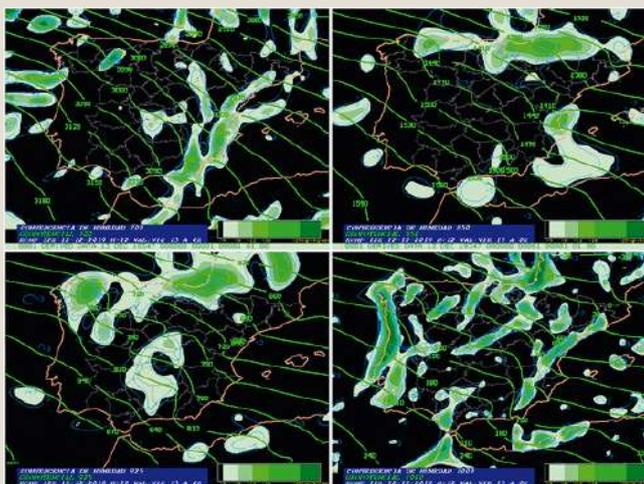


Figura 6. Convergencia del flujo de humedad y geopotencial en los niveles atmosféricos de 700, 850, 925 y 1000 hPa previstos por la pasada operativa del modelo del ECMWF ejecutado a las 12 UTC del 12 de diciembre para las 00 UTC del 13 de diciembre.

de latitudinalmente a unos 35°-40° N abarcando todo el Atlántico. Por otro lado los sistemas de bajas presiones circulan por el Atlántico Norte desde la península de Labrador hasta las Islas Británicas. Algunas borrascas son profundas y poseen presiones muy bajas en sus centros. El gradiente bórico entre Azores y las Islas Británicas es, por tanto, muy acusado de modo que las líneas de flujo se orientan en sentido oeste-este y noroeste-sureste en todos los niveles, y el recorrido marítimo de las masas de aire es de varios miles de kilómetros lo que permite que lleguen al norte de la Península muy cargadas de humedad

En la figura 6 se muestra la convergencia del flujo de humedad, en niveles bajos (700, 850, 925, 1000 hPa) prevista por el modelo HRES-IFS del ECMWF para las 00:00 h UTC del 13 de diciembre. El máximo en el estrato 850-1000 hPa se produce en el norte de Navarra. Desde el punto de vista de la eficiencia de precipitación, la convergencia de humedad presenta un máximo a barlovento en las montañas de la divisoria cantábrico-mediterránea, que se encuentran bien orientadas hacia la componente noroeste.

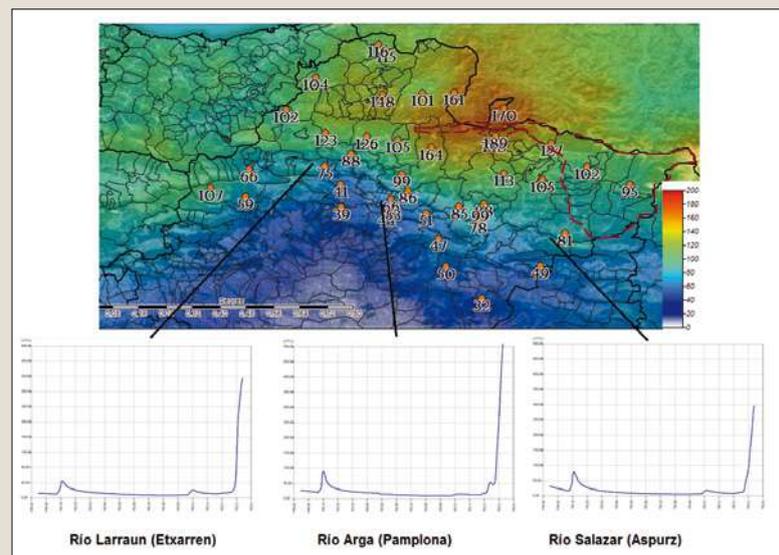


Figura 7. Precipitación registrada entre las 12 UTC de los días 11 y 13 de diciembre (ver texto). Las gráficas muestran el momento en el que se alcanza el pico de caudal en los ríos Larraun (Etxarren), Arga (Pamplona) y Salazar (Aspurz). El eje vertical va hasta 500 m³/s. El caudal máximo del río Arga en Pamplona fue finalmente corregido a un valor en torno a 450 m³/s⁵. El área contenida en el interior de la línea a trazos simboliza de manera aproximada la zona donde se produjeron precipitaciones en forma de nieve durante la segunda mitad del día 12 y que prácticamente en su totalidad se fundió durante la primera mitad del día 13.

Los modelos de mesoescala pronosticaron cantidades de precipitación para el total del episodio superiores a 100 mm en amplias partes del norte de Navarra, e incluso superando los 150 mm en zonas de montaña. Las cantidades de precipitación registradas en las estaciones fueron muy cuantiosas y, en general, rebasaron las cantidades anteriores especialmente en puntos de las cabeceras fluviales donde las infraestimaciones en el total del episodio alcanzaron en algunos casos el 50 %.

⁴ Morphed Integrated Microwave Imagery at CIMSS - Total Precipitable Water, <http://tropic.ssec.wisc.edu/>

⁵ Comunicación privada.

Trazas de la tempe

En la figura 7 se representa el mapa de acumulación de precipitación en el periodo de 48 horas entre las 12 UTC del día 11 y las 12 UTC del día 13. Las cantidades ploteadas corresponden a las pluviometrías registradas por estaciones meteorológicas automáticas de organismos oficiales (AEMET, Gobierno de Navarra y SAIH de la CHE). El campo de precipitación se ha obtenido mediante la aplicación de un krigeado universal con la altitud como variable auxiliar. En la parte inferior se observa el aumento del caudal de algunos ríos de la zona montañosa de la vertiente mediterránea de Navarra.

Todos los ríos de la vertiente cantábrica y mediterránea de Navarra sufrieron crecidas ordinarias. En el caso de los ríos Larraun, Arakil, Ultzama, Salazar, Erro, Esca, Arga en el tramo Villava-Funes, Aragón desde la afluencia del Irati hasta Castejón e Irati a partir de Lumbier alcanzaron el calificativo de extraordinarias. Cabe destacar que la gestión de los embalses de Eugi, Itoiz y Yesa permitió que las avenidas en tramos de los ríos Arga, Aragón e Irati pudieran ser minoradas. La crecida en el Ebro tras las desembocaduras de los ríos Ega, Arga y Aragón se clasificó como ordinaria con una punta en Castejón en torno a 2000 m³/s.

rando por poco la avenida del 26 de mayo de 2018 de 296 m³/s. Obsérvese que las dos mayores avenidas de este río, ambas por encima del periodo de retorno de 10 años, se suceden en dos años consecutivos (si bien el episodio de mayo de 2018 se asoció a un tren convectivo de tormentas que dio lugar a precipitaciones muy intensas, en el de diciembre de 2019 la clave está en la coincidencia temporal de las precipitaciones persistentes junto a la subida de la cota de nieve). En cualquier caso, aunque la fusión de la nieve pudiese dar lugar a aportaciones significativas en los dos valles más orientales de Navarra, fue un elemento muy poco importante en el resto de valles ya que la superficie por encima de 1200 m, que es a partir de la que se estima que podía haber algo de nieve, era muy pequeña.

Junto a la saturación del terreno por la precipitación del mes de noviembre, al deshielo en los valles orientales de Navarra y a la rápida respuesta de los cauces, desde el punto de vista estrictamente meteorológico sin duda el elemento más destacable que dio lugar a las crecidas fue la especial persistencia de las precipitaciones. En la figura 8 se muestra el diagrama de precipitación diezminutal en la estación de Orreaga-Roncesvalles en el periodo entre las 18 UTC del día 11 y del día

13. En 48 horas la lluvia prácticamente no bajó de intensidades de entre 5 y 10 mm/hora. La cercanía a la divisoria y la orientación favorable de las montañas que se encuentran por encima de este enclave, y que quedan abiertas al paso de temporales de noroeste, explican en buena medida la elevada pluviometría de esta estación. En el total del episodio alcanzó los 240 mm marcando el registro más alto entre todas las estaciones a nivel nacional. La estación de Eugi, también cercana a la divisoria, registró su efeméride de precipitación en 24 horas en el día pluviométrico del 12 de diciembre, periodo en el que se sumaron 116 mm.

La década de 2010 se recordará como una de las más húmedas del pasado reciente en Navarra. Los cinco periodos enero-abril de 2013, 2018, 2016, 2014 y 2015 están entre los diez más lluviosos de los últimos 65 años. En cuanto a las crecidas de los ríos del norte de Navarra por acumulación de precipitaciones (de origen no tormentoso), prácticamente todos los años de la década han sufrido uno o más episodios anuales de diversa consideración: octubre de 2012, enero y junio de 2013, febrero de 2015, enero de 2017, abril de 2018 y enero, mayo y diciembre de 2019. Sería interesante iniciar algún estudio o investigación acerca del aumento de la probabilidad de ocurrencia de algunos de estos episodios, así como de su posible relación con la alteración de ciertos patrones atmosféricos de nuestras latitudes, tal y como ya se ha empezado a hacer en otras regiones continentales.

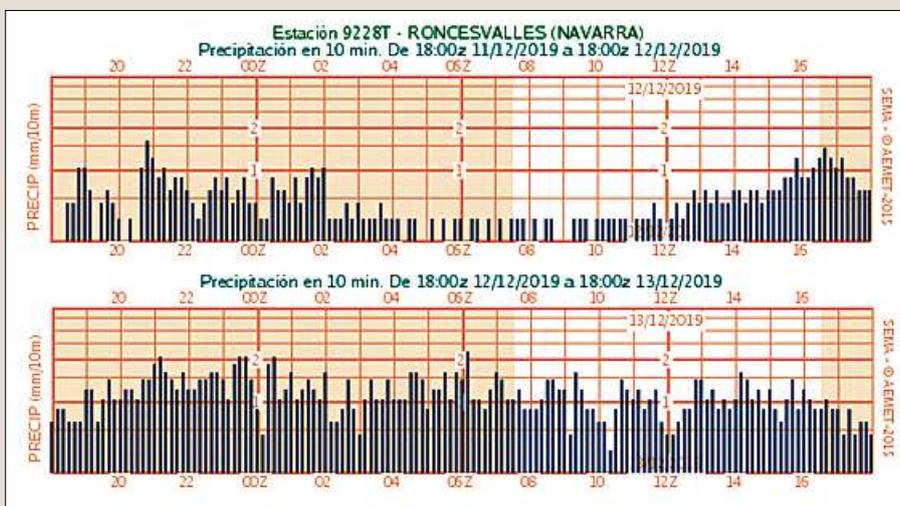


Figura 8. Precipitación diezminutal en el período horario entre las 18 UTC del día 11 y del día 13 en la estación automática de AEMET ubicada en Orreaga-Roncesvalles.

Otra de las claves del episodio se encuentra en los desplomes de la cota de nieve producidos durante la segunda mitad del día 12 de diciembre en los valles más orientales del Pirineo navarro (Salazar y Roncal). Los espesores al final del día 12 rondaban los 3-10 cm en cotas bajas comprendidas entre 500 y 900 m. La línea roja a trazos de la figura 7 marca de manera aproximada la zona donde se registraron las nevadas y que pudieron contribuir a aumentar las aportaciones hídricas tras la rápida subida de la cota de nieve y el consecuente deshielo de la nieve del día anterior durante las primeras horas del día 13. La crecida extraordinaria del río Esca, el más oriental de Navarra, dio lugar al récord de caudal máximo en Sigües de 300 m³/s supe-