

OBSERVACIÓN METEOROLÓGICA DE LA AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA EN EL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO

Samuel T. BUISÁN SANZ

Delegación Territorial de AEMET en Aragón

sbuisans@aemet.es

RESUMEN: En 2018 y 2019 se ha celebrado el Centenario del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, y AEMET no ha sido ajeno a esta fecha tan importante participando en charlas y eventos. Además y como objetivo de este trabajo se ha pretendido rendir un pequeño homenaje a todas las personas, tanto de AEMET como especialmente sobre el terreno, que a lo largo de la historia han ido realizando medidas meteorológicas en esta zona y consolidando una red de observación de gran valor para numerosos ámbitos de la meteorología y climatología.

Se pretende mostrar una perspectiva histórica y quizás un tanto romántica de la complejidad asociada a la recogida y supervisión de datos, mostrar mediante valores extremos las características climáticas de la zona y finalmente presentar ciertos resultados científicos, a modo de ejemplo, que muestran la importancia presente y futura de estos datos meteorológicos para el análisis de tendencias climáticas.

Palabras clave: Ordesa, Monte Perdido, observación, Pirineos, meteorología de montaña.

1. INTRODUCCIÓN

Entre las muchas competencias de la Agencia Estatal de Meteorología se encuentran:

1. El mantenimiento y permanente actualización del registro histórico de datos meteorológicos y climatológicos.
2. El establecimiento, desarrollo, gestión y mantenimiento de las diferentes redes de observación, sistemas e infraestructuras técnicas necesarias para el cumplimiento de las funciones de la Agencia.

Este mandato a nivel nacional representa la historia climática y meteorológica de nuestro país, sustentada en gran parte en las observaciones meteorológicas realizadas a lo largo del tiempo por personal voluntario y colaborador. Todas las observaciones históricas, ya digitalizadas, se encuentran en un repositorio oficial, el Banco Nacional de Datos Climatológicos de AEMET. Pero además existe un archivo con la historia de cada uno de estos puntos de observación, de la correspondencia postal con los colaboradores e imágenes históricas. Estos archivos o expedientes se ubican en su localidad de referencia, que en el caso actual de Aragón, Navarra y La Rioja es Zaragoza. Gracias a estos archivos en muchos casos se puede comprender la historia reciente, así como la problemática asociada a realizar observaciones e incluso dar explicación a situaciones meteorológicas y climatológicas concretas. Este trabajo continuado en el tiempo, tanto de colaboradores como de personal de AEMET, ha permitido disponer de series climáticas y datos de gran interés que han formado parte de numerosas publicaciones científicas a nivel nacional e internacional, han servido para certificar eventos meteorológicos y además planificar y gestionar mejor el territorio.

Uno de los territorios emblema de nuestro país y en el que el Servicio Meteorológico ha tenido siempre una presencia destacada es el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. El 16 de agosto de 1918, Alfonso XIII declara por Real Decreto el Parque Nacional del Valle de Ordesa o del Río Ara en el municipio de Torla. En 1982, se amplían los límites del Parque Nacional del Valle de Ordesa, y se incorporan el cañón de Añisclo, la garganta de Escuaín, la cabecera del valle de Pineta y el macizo de Monte Perdido. El hoy llamado Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido se encuentra en la comarca aragonesa de Sobrarbe (Huesca) e integra en su área de protección a los municipios de Torla-Ordesa, Broto, Fanlo, Puértolas, Tella-Sin y Bielsa, acogiendo 15 696 hectáreas de Parque Nacional y otras 19 196 de Zona Periférica de Protección en el corazón del Pirineo.

El presente trabajo, con ocasión de su centenario, muestra la historia de la observación meteorológica en este Parque Nacional y su zona de influencia así como ciertos datos y resultados asociados con el clima y meteorología del Parque que son de gran interés.

2. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

La tabla 1 muestra el listado de estaciones de AEMET en el Parque Nacional, o en su zona de influencia, tomando como referencia 20 kilómetros alrededor del refugio de Góriz. Desde el punto de vista histórico, es reseñable el gran número de puntos de observación en la zona pero, desafortunadamente, la gran mayoría se han dado de baja por diversas circunstancias, entre ellas, la más importante: la dificultad para encontrar un colaborador que pueda hacerse cargo de las observaciones meteorológicas de manera diaria. Actualmente hay 11 puntos de observación operativos entre los que destacan, por estar en el propio Parque Nacional, las estaciones manuales de Ordesa-Pradera y refugio de Góriz, ambas con garantía de continuidad en el tiempo, pues son gestionadas en colaboración con el Parque Nacional y la Federación Aragonesa de Montañismo, respectivamente. Además, tras un reciente convenio a nivel administrativo, una estación automática en la zona del Parador de Ordesa, instalada por el Organismo Autónomo de Parques Nacionales (OAPN), pasará a formar parte de la red de AEMET.

INDICATIVO	NOMBRE	ALTITUD	ALTA	BAJA	TIPO
9781D	BIELSA PARADOR NAC	1300	01/06/1969	31/03/1975	P
9781E	ESPIERBA	1340	01/07/1952	31/03/1975	P
9781I	LA SARRA	1950	01/07/1952	30/11/1968	P
9781O	LAS CORTES	1190	01/02/1969	31/05/1975	P
9782	PINETA (PRESA)	1150	01/01/1928	31/10/2012	P
9782A	BIELSA (JAVIERRE)	1095	01/05/1994		TP
9782O	BIELSA (REFUGIO DE PINETA)	1240	01/07/1998		TP
9784	BARROSA (CENTRAL)	1200	01/01/1928	31/07/1994	TP
9784E	PARZÁN	1050	01/10/1962	31/12/2013	P
9784I	CHISAGÜÉS	1370	01/01/1969	31/01/1980	P
9784O	BIELSA	1023	01/10/1962	31/12/1967	P
9784P	BIELSA	992	01/01/2006		TPA

INDICATIVO	NOMBRE	ALTITUD	ALTA	BAJA	TIPO
9794	SALINAS DE BIELSA	760	01/02/1928	30/11/1989	TP
9795	TELLA	1341	01/12/1961	31/12/1972	P
9796	LAFORTUNADA (CENTRAL)	700	01/07/1951	30/06/1985	P
9798U	ESCUAÍN	1215	01/12/1961	30/09/1967	P
9799	LAMIANA	1330	01/12/1964	30/06/1994	P
9799E	CORTALAVIÑA	1100	01/11/1963	28/02/1978	P
9799H	TELLA (HOSPITAL)	880	01/10/1962	31/10/1967	P
9801	FANLO	1320	01/07/1953	31/01/1979	P
9801E	NERÍN	1280	01/03/1961	31/10/1968	P
9801I	BUISÁN	1281	01/05/1961	30/11/1975	P
9801R	SERCUÉ	1207	01/05/1961	31/10/1968	P
9802	BESTUÉ	1228	01/11/1963	31/10/1967	P
9803	PUÉRTOLAS	1160	01/10/1962	31/12/1967	P
9803E	GALLISUÉ	1060	01/11/1963	31/12/1972	P
9803G	BELSIERRE	813	01/10/1962	31/10/1967	P
9803I	CERESUELA	1285	01/05/1961	28/02/1974	P
9803O	YEBA	1130	01/05/1961	29/02/1980	P
9804	BUERBA	1143	01/04/1961	31/03/2002	P
9804E	MORILLO DE SAN PIETRO	970	01/11/1963	30/09/1967	P
9811	BUJARUELO	1338	01/07/1953	31/10/1967	P
9812E	REFUGIO DE GÓRIZ	2195	01/07/1981		TP
9812I	ORDESA-PRADERA	1330	01/11/2014		TP
9813	LINÁS DE BROTO	1333	01/04/1961	31/03/2017	P
9814	TORLA	1053	01/07/1953		P
9814A	TORLA	1020	01/01/2006	31/05/2016	TPA
9814I	EL CEBOLLAR	1980	15/11/2019		TPA
9814E	FRAJÉN	1113	01/11/1963		P
9814X	TORLA DEPÓSITO	1078	01/05/2016		TPA
9815	BROTO	1005	01/05/1949		P
9815I	SARVISÉ	863	01/02/1961		P
9816	ASÍN DE BROTO	1103	01/10/1962	31/01/1996	P
9818	BURGASÉ	1200	01/10/1930	31/01/1973	P

Tabla 1. Listado de estaciones de AEMET en la zona de influencia del Parque Nacional; con la letra T se indica que la estación es termométrica, con la P pluviométrica y la A para las automáticas.

La figura 1 muestra un ejemplo del formato de las tarjetas con los datos de observación enviadas al centro de referencia.



Figura 1. Tarjeta de anotación de datos de observación en 1970.

La figura 2 muestra imágenes históricas de distintos puntos de observación que se encontraban, en la mayoría de los casos, en terrenos cercanos a la vivienda del colaborador. La mayor parte eran pluviómetros aunque en algún caso también había medidas de temperatura en garita meteorológica. Hay que ponerse en la perspectiva de la complejidad de las visitas por parte de AEMET y del transporte de los instrumentos de medida hasta su destino en esa época. La figura 3 muestra ejemplos manuscritos de observaciones en tarjetas de anotación de distintos puntos de observación de la zona. En estas tarjetas se anotaban los datos junto con el nombre del colaborador y la fecha. Mensualmente, y teniendo en cuenta las comunicaciones de entonces, se enviaban los datos a su centro de referencia donde eran supervisados, corregidos y finalmente pasaban a formar parte del archivo nacional. Si se observan varias de ellas, se aprecian anotaciones que indican el proceso de revisión de los datos recibidos. En la mayoría de los casos, las dudas e intercambio de información se debían hacer mediante correo postal.



Figura 2. De izquierda a derecha y de arriba a abajo: estaciones manuales de Las Cortes (P), Fanlo (P), Pineta presa (TP) y Bujaruelo (P).

Provincia de 0591 Huesca Mes de Marzo de 1955
 Estación: Tarla Observador: Miguel Bergel
 Hora de las mediciones: 8h Altura del pluviómetro sobre el suelo: 150

Día	Altura plu.	Forma - Hora - Viento	Día	Altura plu.	Forma - Hora - Viento	Día	Altura plu.	Forma - Hora - Viento
1	-		11	-		21	105	
2	-		12	-		22	-	
3	-		13	-		23	-	
4	-		14	-		24	-	
5	-		15	-		25	-	
6	28	mea	16	-		26	-	
7	25		17	-		27	-	
8	-		18	-		28	60	
9	-		19	105		29	102	

Nombre de la Estación: Buisán Número: 05937
 Provincia: Huesca Año: 1970
 Mes: Junio Observador: Alfonso María Bergel
 Suma: 660

PRECIPITACION (mm) vs. METEOROS OBSERVADOS (Viento, Nubes, etc.)

PRECIPITACION MÁXIMA EN UN DÍA: 291 mm. día 4
 Suma: 1432 mm.

DIAS PRECIPITACION: 12 (0.1), 13 (1.0), 5 (10.0), 5 (50.0)

Nombre de la Estación: Buisán Número: 05937
 Provincia: Huesca Año: 1973
 Mes: Agosto Observador: Alfonso María Bergel
 Suma: 604

PRECIPITACION (mm) vs. METEOROS OBSERVADOS (Viento, Nubes, etc.)

PRECIPITACION MÁXIMA EN UN DÍA: 225 mm. día 2
 Suma: 372 mm.

DIAS PRECIPITACION: 5 (0.1), 5 (1.0), 5 (10.0), 5 (50.0)

Núm. 637 Estación de Refugio de Góriz 8120 Mes de Diciembre de 1981
 Provincia de HO TEMPERATURAS Observador: _____

Día	Máxima M	Mínimo m	Oculación M-m	Medio M+m	Día	Máxima M	Mínimo m	Oculación M-m	Medio M+m	Día	Máxima M	Mínimo m	Oculación M-m	Medio M+m
1	1.5	-2.2			11	3.0	-1.5			21	-2.0	-9.0		
2	2.0	-5.0			12	3.5	-1.0			22	1.6	-6.5		
3	3.5	-6.0			13	5.5	0.5			23	3.0	-7.0		
4	3.0	-2.5			14	4.5	-3.0			24	0.5	-8.0		
5	1.5	-5.3			15	5.0	-3.4			25	-1.5	-8.5		
6	-1.0	-4.0			16	4.0	-3.0			26	2.4	-5.0		
7	0.5	-2.8			17	-1.0	-4.0			27	1.0	-6.0		
8	2.0	-3.5			18	-1.6	-3.0			28	-2.0	-3.5		
9	2.0	-1.0			19	-2.0	-1.5			29	-5.0	-3.0		
10	2.0	-1.8			20	-1.0	-6.0			30	0.0	-6.0		
Década	12.0	3.41			Década	19.9	-4.57			31	-2.0	-5.0		
Máxima del mes	5.5	el 13			Medio de los máximos	3.8				Década	-4.6	-3.5		
Mínimo del mes	-15.5	el 19			Mínimo de los mínimos	-3.0				Suma mensual	323	-1535		
Oculación extrema mensual	2.0				Máx. de los máximos	-2.0								
					Máx. mensual a 8 horas									

Figura 3. Tarjetas de anotación de precipitación en Tarla (marzo de 1955), Buisán (junio de 1970), Buerba (agosto de 1973) y las primeras de temperatura en el refugio de Góriz (diciembre de 1981).

La figura 4 muestra las estaciones actuales operativas, tanto manuales como automáticas. Las comunicaciones actuales han permitido disponer de muchos de estos datos en tiempo real (o casi) aumentando, de esta manera, enormemente el espectro de aplicaciones de sus datos meteorológicos (resúmenes climáticos cuasi-instantáneos, predicción y vigilancia atmosférica, rapidez en certificados oficiales para instituciones públicas y privadas, redes sociales, etc.). Es de reseñar la reciente instalación durante el verano de 2019 de una estación automática de alta montaña en un enclave espectacular, El Cebollar, a 2000 metros de altitud.

Otra mejora ha sido la posibilidad de añadir en la observación nuevas variables meteorológicas que antes no era posible obtener de una manera eficiente como el viento, la humedad, la insolación o la presión atmosférica. La posibilidad de un contacto más instantáneo con los colaboradores ha permitido que la comunicación sea más eficiente a la hora de gestionar incidencias o supervisar los datos. Quizás se haya perdido parte de ese romanticismo y emoción de recibir o enviar una carta.



Figura 4. De izquierda a derecha y de arriba abajo: las estaciones del refugio de Góriz, Ordesa-Pradera, Torla-Depósito Automática y la estación automática de alta montaña de El Cebollar.

3. RESULTADOS DE INTERÉS

La tabla 2 muestra los datos extremos registrados en las estaciones a lo largo de su historia y que residen en el archivo nacional de datos climatológicos. Esto no implica la inexistencia de valores más extremos a lo largo de las últimas décadas, sino simplemente que no han sido medidos o han sido medidos por falta de un punto de observación.

ESTACIÓN	VARIABLE	FECHA
	Precipitación máxima en 24 h (mm)	
ESPIERBA	215,3	06/11/1966
BIELSA (REFUGIO DE PINETA)	230,0	20/10/2009
FANLO	215,6	09/11/1976
REFUGIO DE GÓRIZ	300,0	07/11/1982
	Precipitación mensual máxima (mm)	
CERESUELA	778,1	--/11/1961
BUJARUELO	787,5	--/10/1960
LA SARRA	851,5	--/10/1960
ESPIERBA	853,6	--/10/1960
	Temperatura máxima (°C)	
REFUGIO DE GÓRIZ	27,0	19/07/2015
BIELSA (JAVIERRE)	35,0	10/08/2012
TORLA	38,0	13/07/1964
	Temperatura mínima (°C)	
ORDESA-PRADERA	-18,0	18/01/2017
BIELSA (REFUGIO DE PINETA)	-20,1	27/02/2005
REFUGIO DE GÓRIZ	-22,0	11/02/2010
	Espesor máximo de nieve (cm)	
ORDESA-PRADERA	87	05/02/2018
BIELSA (REFUGIO DE PINETA)	124	19/02/2003
REFUGIO DE GÓRIZ	399	06/02/1996

Tabla 2. Datos extremos de distintas variables meteorológicas en la zona de estudio.

Respecto a la precipitación máxima cabe destacar que existen máximos de precipitación repartidos a lo largo de varias décadas con valores superiores a 200 mm. Las condiciones meteorológicas favorables para estos episodios suelen estar asociadas a potentes entradas húmedas de componente sur y que, debido al bloqueo orográfico de la cara sur de los Pirineos, son capaces de descargar gran cantidad de precipitación de manera muy eficiente. Cabe destacar los 300 mm en el refugio de Góriz en 1982 en un episodio que dejó también grandes precipitaciones en puntos cercanos y que provocó inundaciones incluso aguas abajo del valle. Es en los años 60 cuando se han medido en la zona las mayores precipitaciones mensuales, concretamente en octubre. Los datos anteriores muestran que las mayores cantidades de precipitación se producen en época otoñal reflejando el carácter más mediterráneo de esta parte del Pirineo respecto a valles más occidentales con una componente más atlántica. Ya lo dice el refranero aragonés: *El agua de octubre, siete lunas cubre*.

Las temperaturas máximas registradas no son significativas respecto a otros valores que se pueden alcanzar, por ejemplo, en Aragón. Sin embargo, cabe destacar los valores superiores a 35 °C en numerosos puntos de la zona y que no se registran en otras zonas del Pirineo aragonés situadas a una altura equivalente. Fuera de los profundos cañones del Parque es una zona calurosa en verano con puntos, como es el caso de Torla, con condiciones favorables para alcanzar temperaturas relativamente elevadas, de hasta 38 °C en la zona del pueblo, bajo condiciones de viento sur, advección térmica y alta tasa de insolación. También es destacable la máxima alcanzada en Góriz con unos meritorios 27 °C a una altura superior a 2000 m. Por el contrario, las temperaturas mínimas alcanzadas sí que son significativas dentro del contexto climático no solo de Aragón sino de todo el Pirineo y la península ibérica. Temperaturas mínimas cercanas o inferiores a -15 °C son habituales en el Parque con extremos de hasta -22 °C. En el caso de Góriz, estas mínimas están asociadas al aire frío en altura en condiciones de potentes entradas de aire frío. Sin embargo en los fondos de valle, Ordesa-Pradera y refugio de Pineta, las mínimas están asociadas a condiciones anticiclónicas con entradas de aire frío, estabilidad atmosférica y terreno nevado que favorecen el drenaje continuo, durante la larga noche invernal, de aire frío hacia los valles que junto al enfriamiento radiativo asociado a la presencia de nieve producen mínimas muy inferiores a Góriz dando lugar a unas inversiones térmicas muy marcadas (BUISÁN y otros, 2016).

Finalmente, los valores extremos de espesor de nieve se asocian a condiciones de pasos continuos de borrascas durante el invierno por la península ibérica y no tanto a entradas más atlánticas de componente norte y noroeste (BUISÁN y otros, 2016).

Numerosos estudios y publicaciones científicas a nivel nacional e internacional han utilizado datos de estaciones de esta zona del Pirineo (LÓPEZ-MORENO y otros, 2006, 2014; MORÁN-TEJADA y otros, 2013; NAVARRO-SERRANO y otros, 2017). A continuación se expondrán varios trabajos del autor de este artículo a modo de ejemplo. En la bibliografía científica se pueden encontrar estudios adicionales de numerosos autores.

La figura 5 se ha extraído del artículo de BUISÁN y otros (2016a). En ella se utilizan datos de pluviometría de la serie climática de Torla mostrando que la precipitación invernal (diciembre-marzo) en el periodo 1961-2014 tiene una ligera tendencia negativa, sin que

Table 3. Temporal trends ρ (Spearman's rho) of winter precipitation for 6 selected stations for 1981–2010 and 1961–2014. Stations are ordered from west to east

Stn	Elevation (m a.s.l.)	1981– 2010	1961– 2014
Articutza	305	-0.10	-0.20
Abaurrea Alta	1047	-0.09	-0.11
Canfranc Los Arañones	1160	0.00	-0.13
Torla	1053	0.02	-0.17
Gistain	1422	0.19	-0.16
Campdevanol	738	0.04	-0.17

Figura 5. Estudio de tendencias de precipitación en el Pirineo y presencia de Torla en este estudio (BUISÁN y otros, 2016).

esta sea estadísticamente significativa, que es consistente con las tendencias observadas en otras estaciones del Pirineo.

La figura 6 forma parte del artículo de BUISÁN y otros (2015). En ella se utilizan datos de Torla y Pineta-Presa para el periodo 1961-2014 que muestran un descenso, no estadísticamente significativo, en la frecuencia invernal de ocurrencia de días de nieve y es consistente con el resultado anterior (menor precipitación).

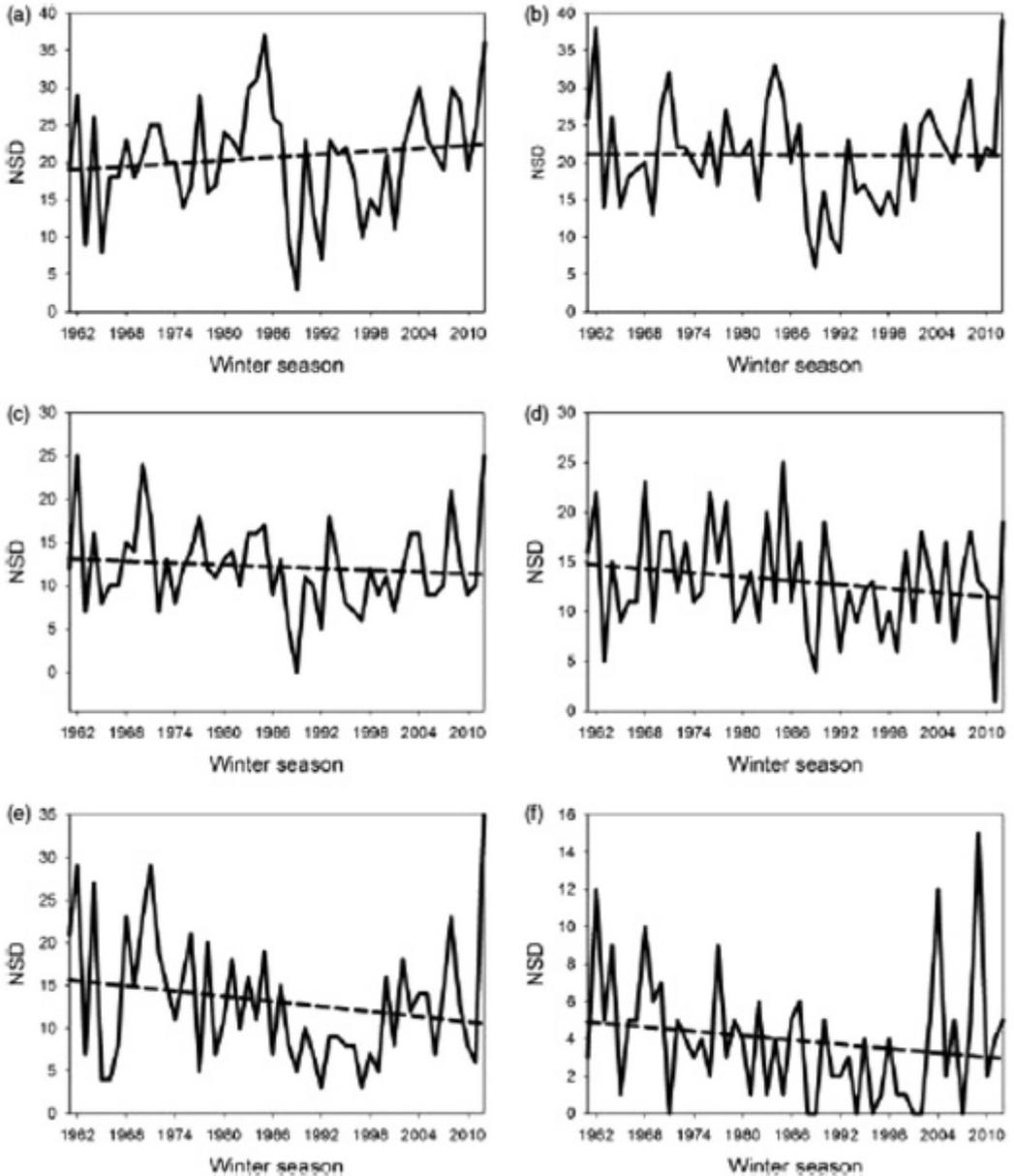


Figura 6. Estudio de tendencias de días de nieve en el Pirineo (BUISÁN y otros, 2015). De arriba a abajo e izquierda a derecha: Abaurrea Alta, Canfranc, Bescós de Garcipollera, Torla, Pineta-Presa y Santesteban.

Las últimas temporadas invernales se han caracterizado por ser especialmente nevadas y con altas tasas de precipitación lo que indudablemente suavizará la tendencia negativa en precipitación y días de nieve en esta zona del Pirineo.

4. SERIE HISTÓRICA DE GÓRIZ

Existe un tesoro climático dentro de la península ibérica, y quizás también a nivel internacional, como son los datos de un enclave tan singular como el refugio de Góriz. Es el único en los Pirineos con una serie reciente de pluviometría, temperatura y espesor de nieve de casi 40 años, caracterizado por su continuidad durante el año, calidad y ausencia de lagunas. Dentro del Congreso de la Asociación Española de Climatología en 2018 se presentó un trabajo de AEMET, en colaboración con el Departamento de Geografía de la Universidad de Zaragoza, titulado *Tendencias recientes en precipitación, temperatura y*

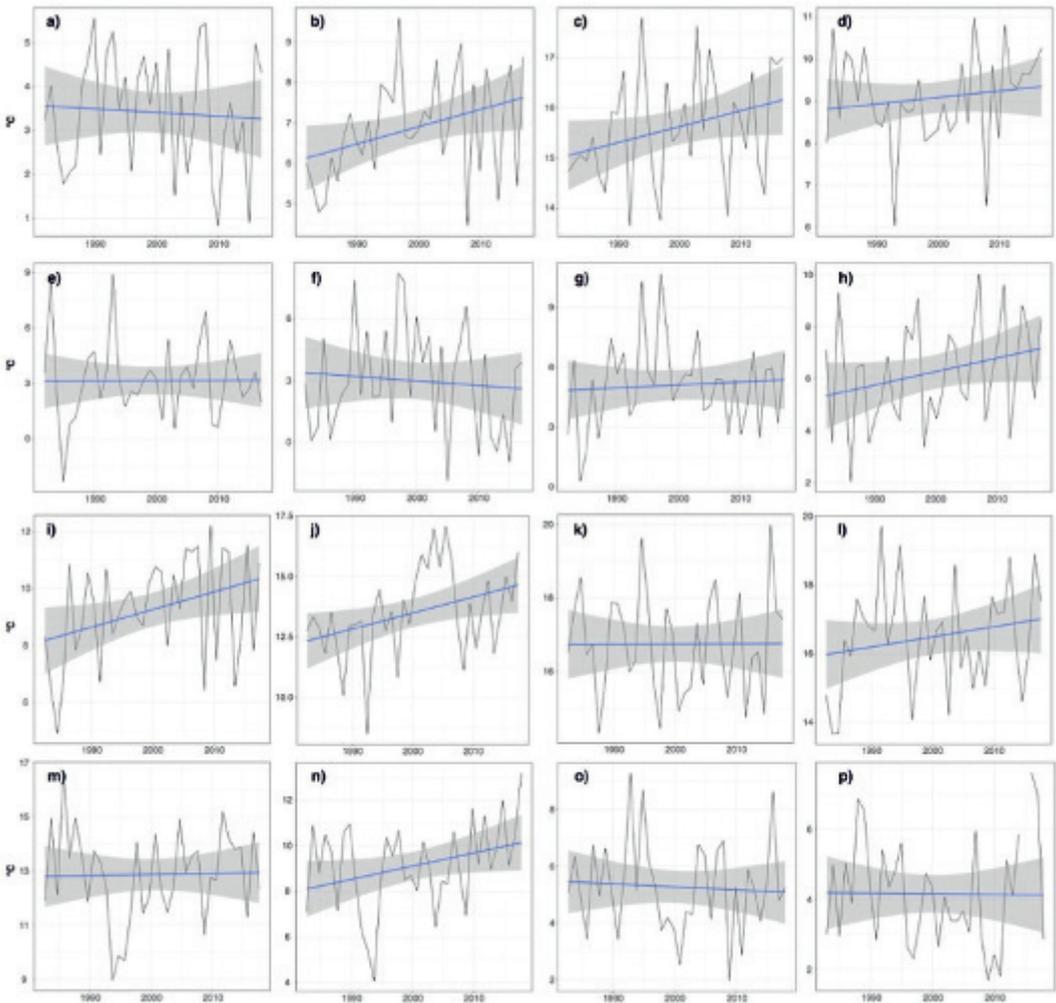


Figura 7. Evolución temporal de las temperaturas máximas estacionales (de a) a d)) y mensuales (de e) a p)). Son significativas al 95 % las tendencias de i) y j). (SERRANO y otros, 2018).

nieve de alta montaña en los Pirineos (Refugio de Góriz, Huesca) que analiza las tendencias recientes de su serie climática, trabajo del cual se expondrán a continuación los principales resultados.

La figura 7 muestra que las tendencias de la temperatura máxima en Góriz son claramente positivas en primavera y verano, siendo estadísticamente significativas en mayo y junio. Es interesante observar que en invierno existe una tendencia negativa que no es estadísticamente significativa.

Respecto a la precipitación y espesor de nieve (no se muestran las figuras) este trabajo revela la existencia de una gran variabilidad, alternándose años de mucha precipitación y muy nevados con años más secos, algo característico de climas con influencia mediterránea. Este resultado, combinado con el anterior, indica que la fusión del manto nevoso es más activa, acelerando la desaparición de la nieve a menores cotas, por tanto, produciendo un mayor impacto sobre los recursos hídricos disponibles, evolución de glaciares y la evaluación del riesgo asociado a actividades deportivas en altura.

5. CONCLUSIONES

La biodiversidad en un parque nacional no puede explicarse sin conocer el clima que le afecta. Para caracterizarlo es necesario una sistematización continua y normalizada de observaciones meteorológicas que debe controlar un Servicio Meteorológico Nacional según las directrices de la Organización Meteorológica Mundial. Ojalá hace 101 años se hubiese podido ya disponer de observaciones meteorológicas en la pradera de Ordesa o el refugio de Góriz, serían de un valor incalculable. Pero la buena sinergia actual entre las distintas administraciones locales, regionales y estatales propiciará avanzar por el buen camino para que cuando se celebre el Bicentenario del Parque Nacional se pueda estar orgulloso del trabajo realizado. Nunca es tarde si la dicha es buena.

AGRADECIMIENTOS

Colaboradores voluntarios de AEMET, personal del Parque que gestiona la estación de Ordesa-Pradera, Federación Aragonesa de Montañismo y guardas del refugio de Góriz, ayuntamientos de la zona por ceder en muchos casos su terreno durante años, en especial actualmente al Ayuntamiento de Torla-Ordesa y Bielsa por dotar de mantenimiento, terreno y luz eléctrica a las estaciones automáticas de la Agencia. Finalmente agradecer a los compañeros de AEMET en el presente y pasado su labor invisible y, a veces, poco reconocida de la supervisión de los datos. Gracias a Laura, José Luis y Arcadio por darle un repaso final al texto de este artículo.

BIBLIOGRAFÍA

- BUISÁN, S. T., SAZ, M. A. y LÓPEZ-MORENO, J. I., 2015. Spatial and temporal variability of winter snow and precipitation days in the western and central Spanish Pyrenees. *Int. J. Climatol.*, 35, 259-274. doi:10.1002/joc.3978.
- BUISÁN, S. T., LÓPEZ-MORENO, J. I., SAZ, M. A. y KOCHENDORFER, J., 2016a. Impact of weather type variability on winter precipitation, temperature and annual snowpack in the Spanish Pyrenees. *Clim. Res.*, 69: 79-92. <https://doi.org/10.3354/cr01391>.

- BUISÁN, S. T. y otros, 2016b. Una estación de AEMET para estudiar el frío en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, XXXIV Jornadas Científicas de la Asociación Meteorológica Española.
- LÓPEZ-MORENO, J. I. y SERRANO-VICENTE, S. M., 2006. Atmospheric circulation influence on the interannual variability of snowpack in the Spanish Pyrenees during the second half of the twentieth century. *Nordic Hydrology*, 38 (1): 38-44. doi:10.2166/nh.2007.030. ISSN: 0029-6667.
- LÓPEZ-MORENO, J. I., REVUELTO, J., GILABERTE, M., MORÁN-TEJEDA, E., PONS, M., JOVER, E., ESTEBAN, P., GARCÍA, C. y POMEROY, J., 2014. The effect of aspect on the response of snowpack to climate warming in the Pyrenees. *Theoretical and Applied Climatology*, 117 (1-2): 207-219.
- MORÁN-TEJEDA, E., HERRERA, S., LÓPEZ-MORENO, J. I., REVUELTO, J., LEHMANN, A. y BENISTON, M., 2013. Evolution and frequency (1970-2007) of combined temperature-precipitation modes in the Spanish mountains and sensitivity of snow cover. *Regional Environmental Change*, 13 (4), 873-885. doi: 10.1007/s10113-012-0380-8.
- NAVARRO-SERRANO, F. M. y LÓPEZ-MORENO, J. I., 2017. Spatio-temporal analysis of snowfall events in the Spanish Pyrenees and their relationship to atmospheric circulation. *Geographical Res. Lett.*, 43(1): 233-254.
- SERRANO, R., BUISÁN, S. T. y otros, 2018. Tendencias recientes en precipitación, temperatura y nieve de alta montaña en los Pirineos (Refugio de Góriz, Huesca), XI Congreso Internacional de la Asociación Española de Climatología.