

4.2. La precipitación

La distribución espacial de las precipitaciones en Aragón refleja dos hechos relevantes: la dificultad de penetración de los frentes atmosféricos y la dependencia constante de la topografía. En efecto, las precipitaciones son escasas en amplios espacios de la Comunidad Autónoma y su reparto dibuja claramente el relieve al disponerse las isoyetas en círculos concéntricos decrecientes desde las áreas de montaña septentrional y meridional hacia el centro de la Depresión.

Aunque para el conjunto del territorio aragonés la precipitación total anual media asciende a 548,8 mm (figura 7), el promedio anual de lluvias difícilmente alcanza los 400 mm en el interior de la cubeta del Ebro y en las depresiones del Jalón y Jiloca (Alcañiz, 381 mm; Calatayud, 336 mm; Teruel, 369 mm). Además, en una amplia franja del sector centro-oriental de Aragón la sequedad es aún más extrema al recibir una precipitación media inferior a los 350 mm (Zaragoza, 315 mm; Fraga, 303 mm; Caspe, 318 mm).

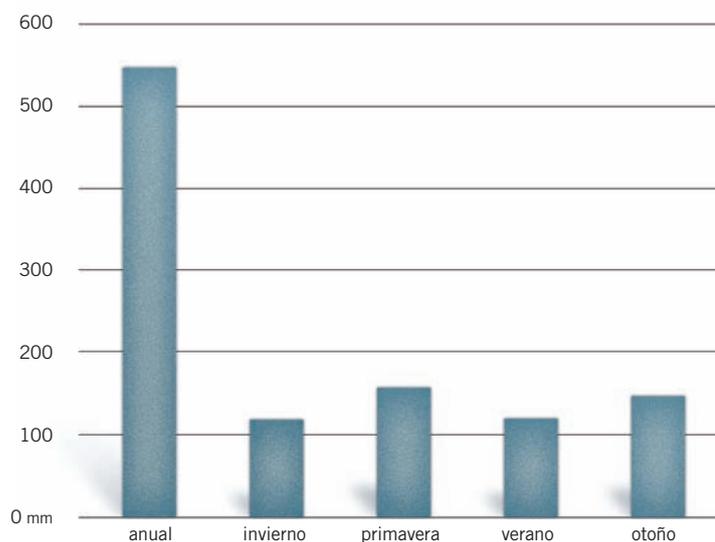
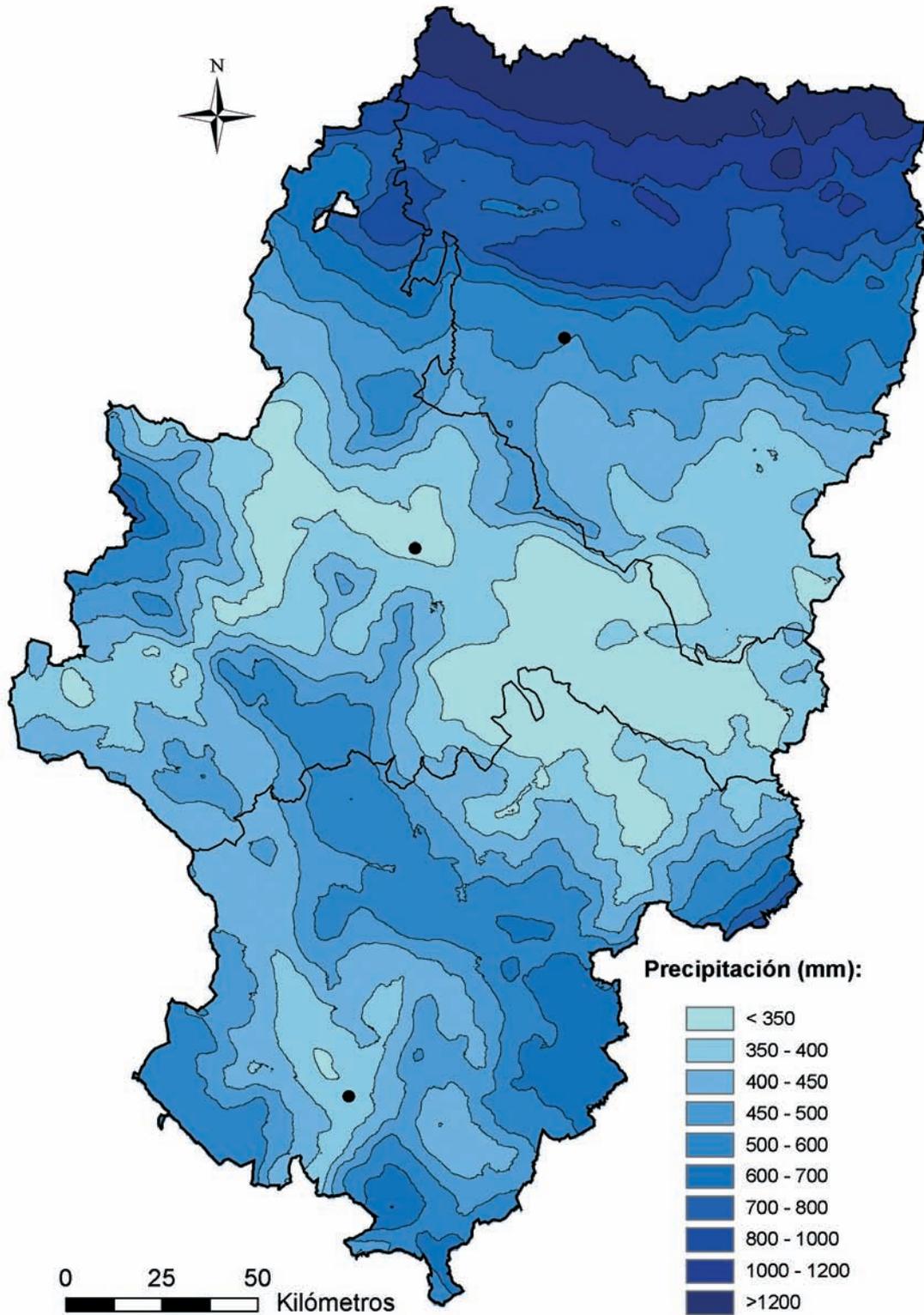
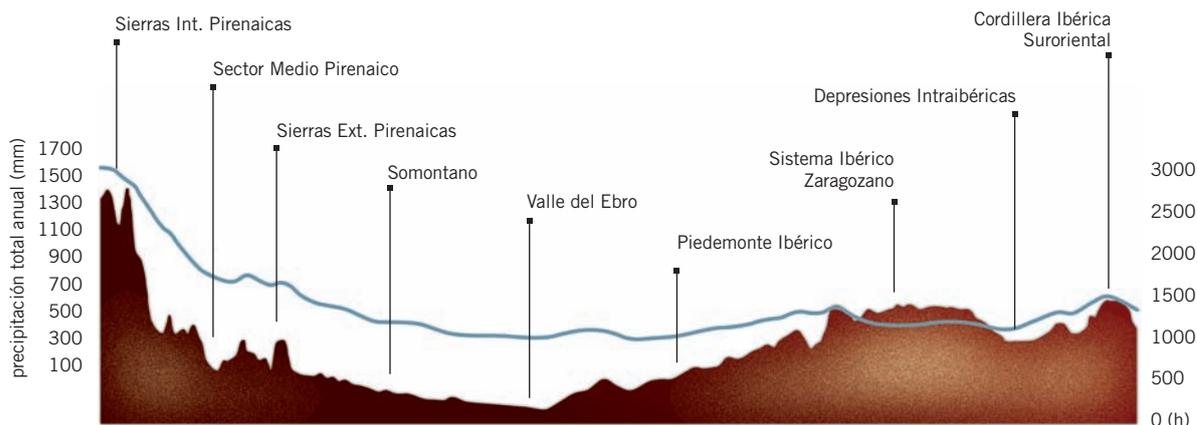


Fig. 7. ◀ Valores medios ponderados de la precipitación total anual y estacional para el conjunto de Aragón. La media anual para todo Aragón es de 548,8 mm, algo inferior a los 665 mm obtenidos como media para el conjunto de España.

En los somontanos y hacia los bordes montañosos la cuantía de las lluvias aumenta, marcando la gradual transición entre la sequedad del centro de Aragón y las más altas precipitaciones de los relieves marginales. Pero aun en estos casos, el aumento de la pluviometría media es siempre moderado, como prueban las can-

Precipitación total anual

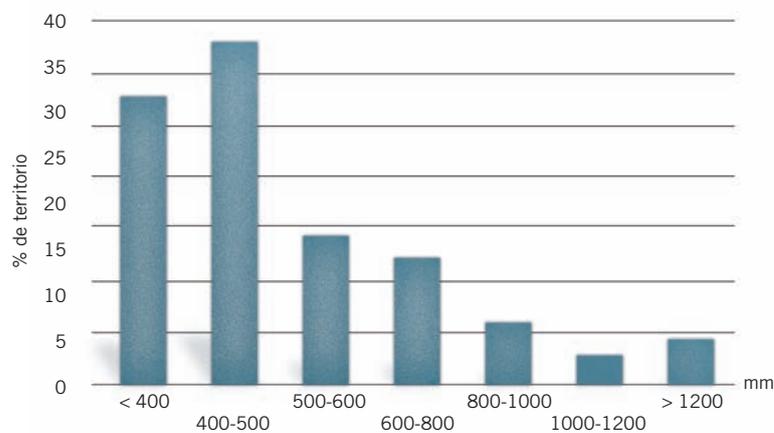




tidades de lluvia recogida en distintos observatorios: Sádaba, 490 mm; Huesca, 531 mm; Borja, 436 mm; Alcorisa, 446 mm. En realidad, resulta especialmente destacable el hecho de que más del 60 % de Aragón recibe totales anuales de precipitación por debajo de los 500 mm (figura 9) así como el que 2/3 del territorio registren valores inferiores a la media de 548,8 mm.

Únicamente en el Pirineo y aunque en menor medida también en la Ibérica las precipitaciones alcanzan valores importantes. Aquí la decisiva influencia del relieve, favorecedor de las lluvias de inestabilidad y orográficas y la mejor exposición de estas áreas montañosas a los frentes lluviosos, crea un verdadero cinturón húmedo al Norte y Sur de la región, con precipitaciones más cuantiosas.

Sin embargo y a pesar de lo comentado, la situación interior del Sistema Ibérico y la posición central del Pirineo Aragonés les hacen menos aptos para recibir las perturbaciones atmosféricas y así los gradientes pluviométricos altitudinales son más bien modestos.



La Cordillera Ibérica, muy compartimentada y de escasa altitud, sólo se aproxima a los 1.000 mm en las vertientes más lluviosas del Moncayo o Albarracín.

En el Pirineo, por su localización más septentrional y mayor altitud, pueden alcanzarse registros en torno a 1.800-2.000 mm e incluso valores algo superiores en las vertientes mejor expuestas. Pero en conjunto, a igual altitud, las cantidades recogidas son inferiores a las de los Pirineos vasco-navarros, a los Pirineos orientales o, sobre todo, a los Pirineos franceses, mucho más húmedos, como se refleja intensamente en la vegetación y que tanto sorprende siempre a quienes cruzan por primera vez la vertiente francesa y la española.

Fig. 8. ▲ Transecto norte – sur de la precipitación total anual en Aragón. La curva azul representa el valor de esta variable. La superficie marrón corresponde con un perfil topográfico longitudinal de Aragón. Los totales anuales más elevados se encuentran en los sectores de montaña pirenaicos, descendiendo conforme avanzamos hacia el sector central de la depresión del Ebro. Los volúmenes pluviométricos son inferiores en el Sistema Ibérico en relación a los Pirineos.

Fig. 9. ◀ Proporción del área total de Aragón para distintos intervalos de precipitación total acumulada. Casi dos terceras partes de la Comunidad Autónoma ofrecen valores pluviométricos por debajo de la media de 548,8 mm obtenida para el conjunto de Aragón.



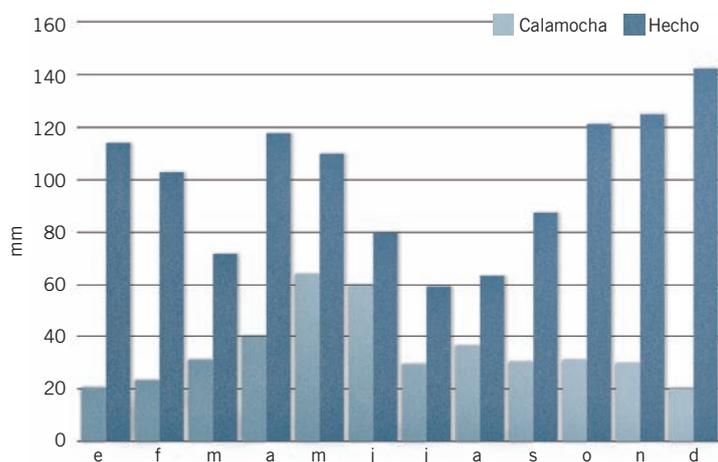
Foto 1. ▼ Pluviómetro totalizador en la Sierra de Gúdar. Este instrumental es capaz de almacenar la precipitación durante un cierto tiempo. Se fabrican en hierro galvanizado y son de enormes dimensiones y robustez, ya que deben estar diseñados para ser instalados en montañas y lugares poco accesibles, con lo cual han de ser capaces de soportar fuertes vientos y rigores climáticos extremos. Foto JSP

Régimen estacional

Si el volumen de precipitaciones recogidas es ya muy significativo para conocer la imagen pluviométrica de Aragón, de mayor interés es conocer el ritmo con que estas se producen, es decir, su distribución y régimen estacional. A la indigencia pluviométrica de buena parte del territorio se une un régimen francamente equinoccial, con dos cortos períodos de lluvias, primavera y otoño, separados por dos acentuados mínimos, verano e invierno.

El verano, al igual que ocurre en todo el ámbito mediterráneo, es pobre en lluvias, en particular los meses de julio y agosto, donde los porcentajes que se recogen con respecto al total anual giran en torno al 10-15%. El gobierno de las condiciones anticiclónicas en época estival supone el dominio generalizado de la estabilidad atmosférica y, por tanto, de la baja pluviometría, interrumpida en ocasiones por la presencia de tormentas locales que hacen menos acusado este mínimo respecto a otros períodos estacionales. Así ocurre en algunos valles interiores de la Ibérica, en la depresión de Teruel y cursos superiores del Jiloca, Guadalupe y Martín, donde, fruto de su tendencia continental, las lluvias estivales pueden proporcionar hasta una tercera parte de la precipitación del año.

La monotonía del verano se conserva en parte en septiembre por la frecuencia de situaciones anticiclónicas y de lluvias débiles, pero en octubre y noviembre las precipitaciones se generalizan y con ellas asistimos a los meses más propiamente



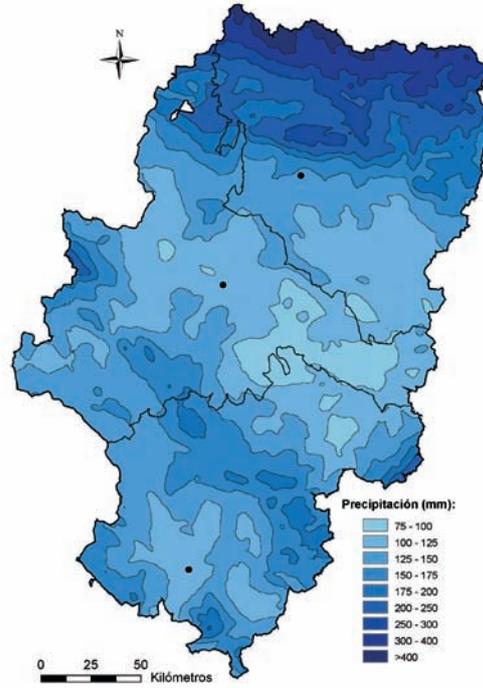
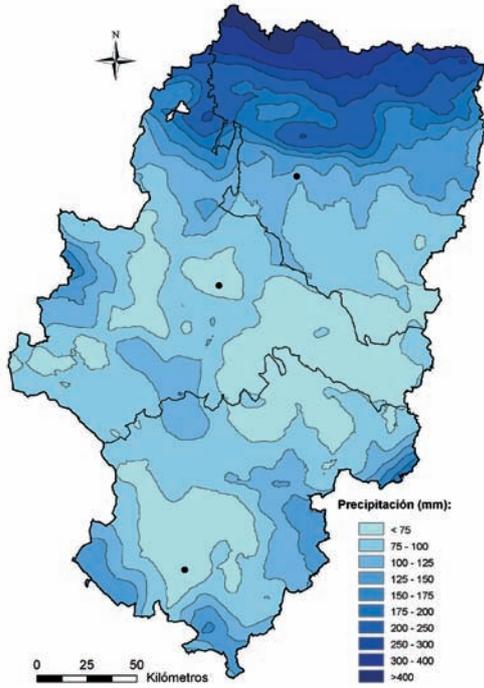
otoñales. En estos momentos el progresivo repliegue hacia el Sur del anticiclón de las Azores y las pulsaciones en el mismo sentido de la circulación atmosférica templada favorecen la penetración de los temporales del Oeste y el aumento de las precipitaciones. Además, coinciden estos meses con una intensa actividad ciclónica sobre el Mar Mediterráneo, que en situaciones de inestabilidad en altura pueden provocar torrenciales aguaceros capaces de superar los 100 mm en menos de 24 horas.

Fig. 10. Comparación entre el régimen pluviométrico de Hecho (Huesca) y Calamocha (Teruel). El primero relacionado con un máximo de precipitación en invierno y el segundo en primavera-verano.

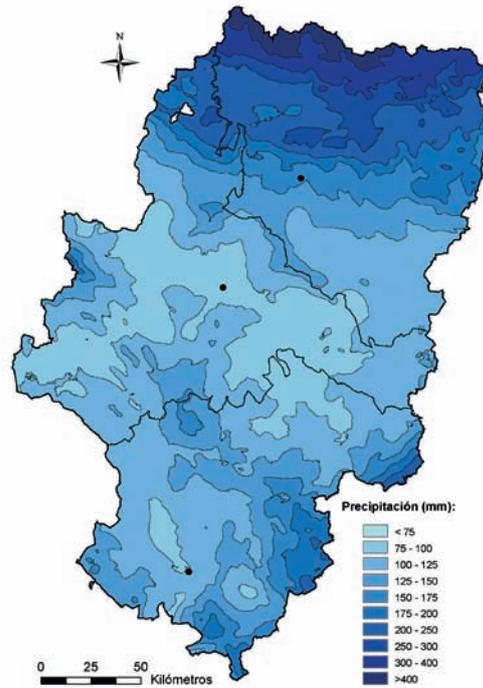
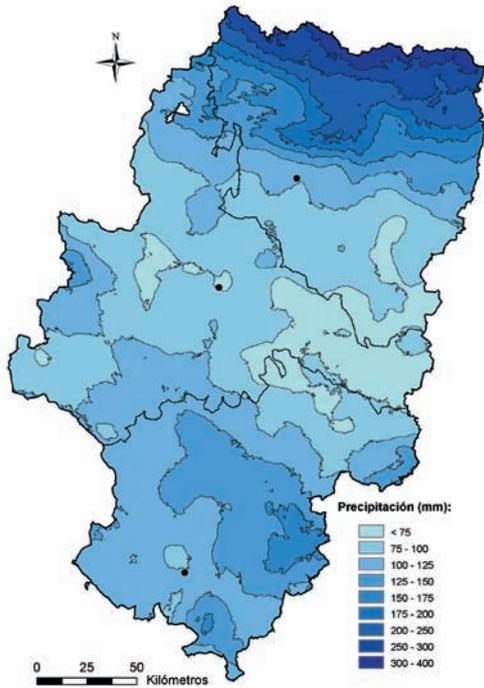
A finales de noviembre y sobre todo durante el mes de diciembre, las lluvias van disminuyendo y entramos en otro período seco, sin duda tan intenso como el mínimo de verano, al que se deben aportes anuales inferiores al 25 e incluso 20%. Enero y febrero son en general meses poco lluviosos, debido a la frecuente presencia sobre suelo peninsular del anticiclón centroeuropeo, o una dorsal de éste unido al anticiclón de las Azores, que bloquean las borrascas atlánticas o dificultan su penetración, de modo que cuando llegan a nuestra región se comportan como células muy poco activas. Únicamente es en las áreas de montaña más occidentales, como el caso de la Sierra de Albarracín y del Moncayo en la Ibérica, o los altos valles de Ansó, Hecho y Canfranc en los Pirineos, donde en relación con su altitud y mejor exposición, las lluvias de invierno pueden proporcionar hasta el 30 % del total del año y se afirman como máximo estacional.

Marzo es un mes típico de transición y señala con el incremento pluviométrico el inicio de la formación del máximo de primavera, que alcanza su vértice más elevado en mayo, por unir a las lluvias frontales propias de la estación las primeras lluvias de inestabilidad convectiva ligadas a la topografía local. Suele ser éste un período de fuertes contrastes, donde alternan de forma desordenada tiempos calmados y soleados con tiempos perturbados e inestables, que son consecuencia de la propia indefinición del tiempo primaveral, con empujes continuados del anticiclón de las Azores por una parte y el paso de frecuentes sistemas frontales por otra. Todavía en junio las lluvias pueden ser elevadas cuando se retrasa el máximo de mayo, pero rápidamente descienden para caer en el prolongado período seco estival.

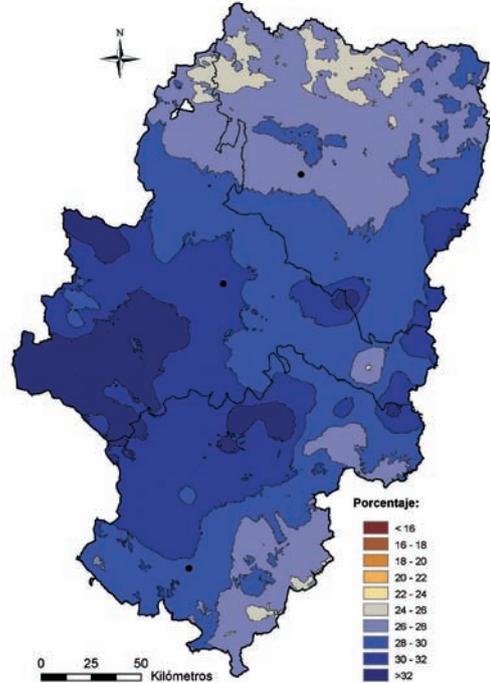
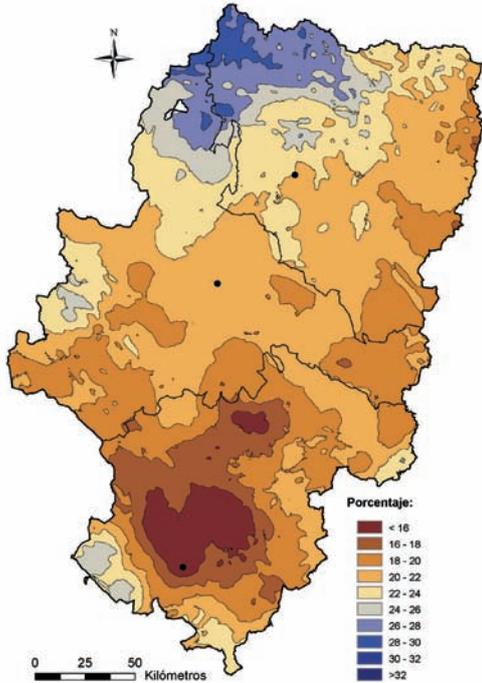
Precipitación estacional



invierno | primavera
—+—
verano | otoño

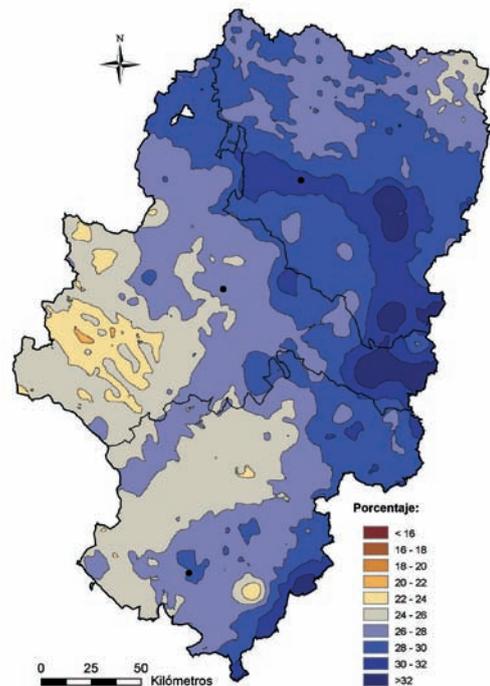
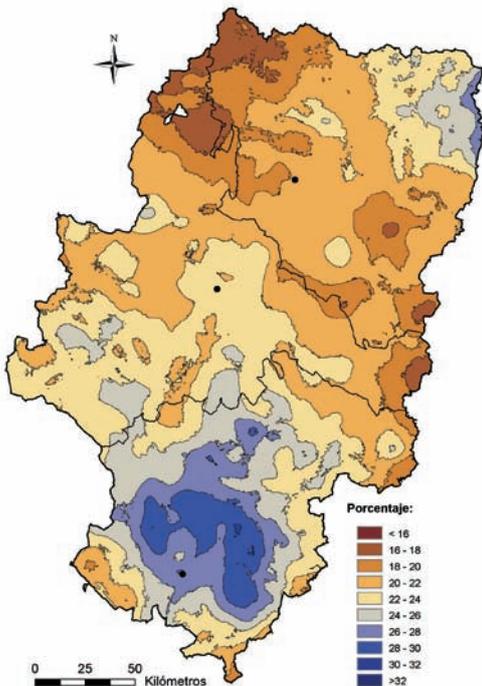


Porcentaje de la precipitación estacional respecto al total anual

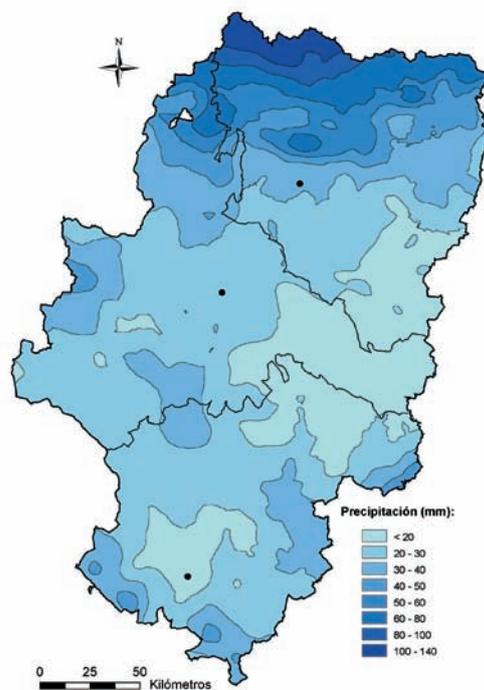
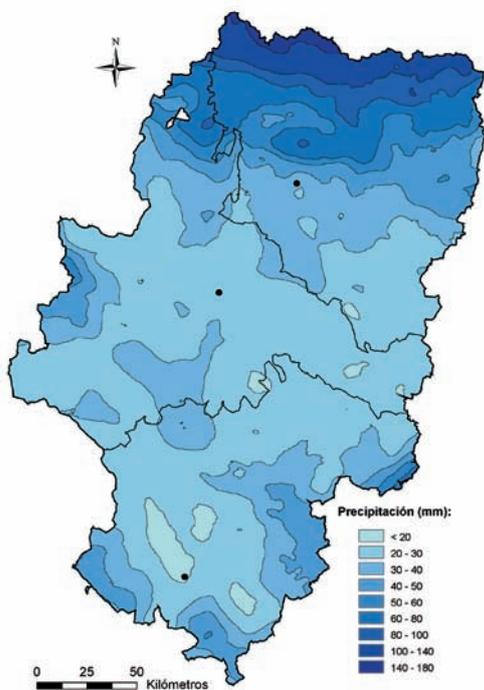


invierno | primavera

verano | otoño

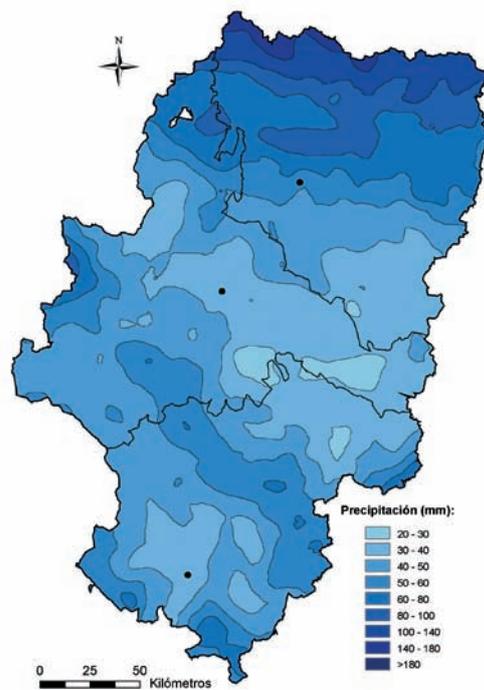
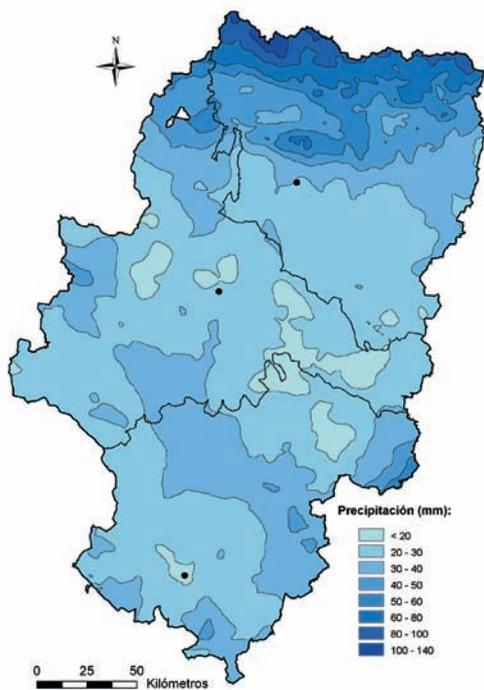


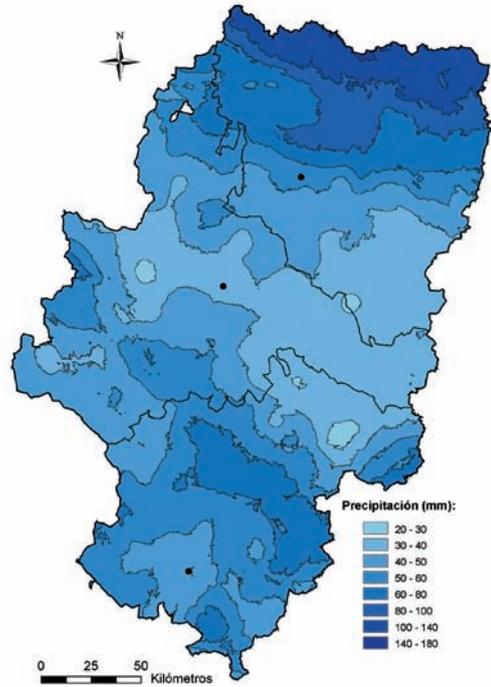
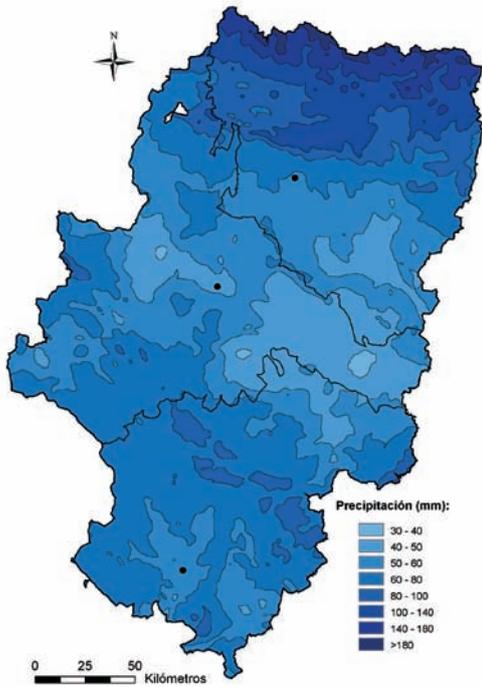
Precipitación mensual



enero febrero

marzo abril



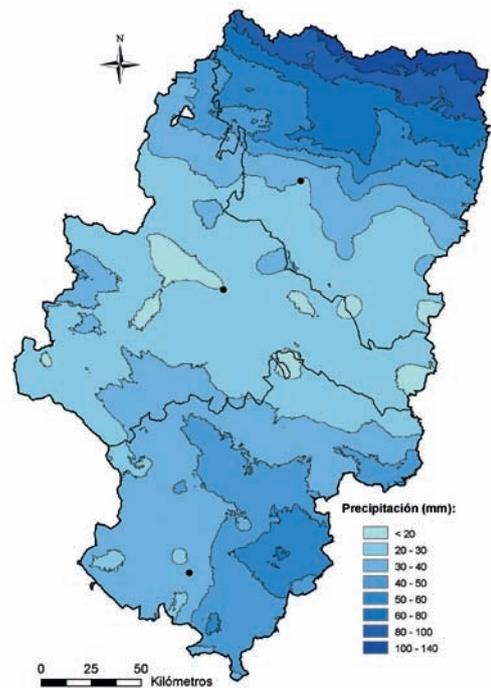
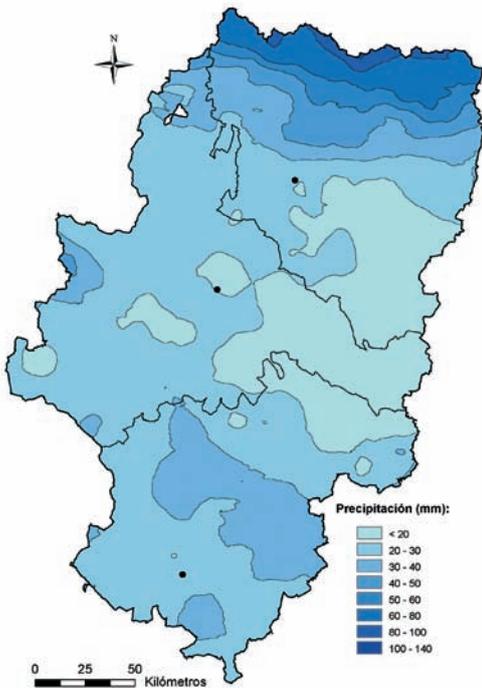


mayo

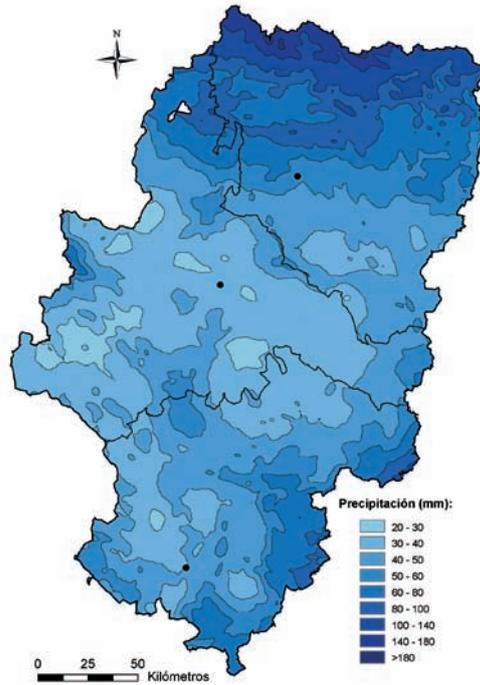
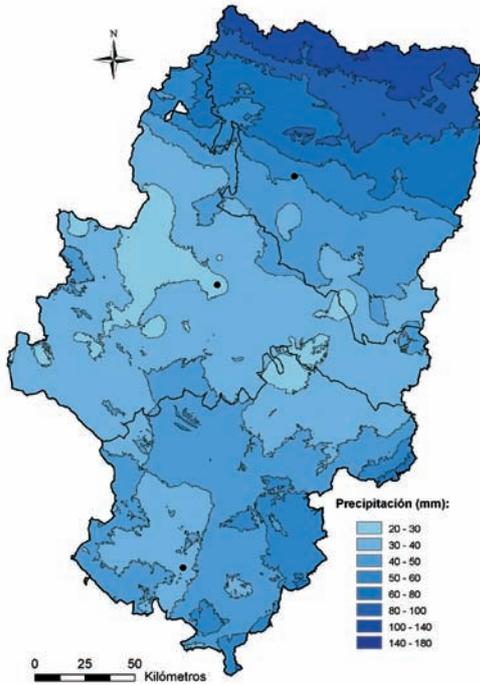
junio

julio

agosto



Precipitación mensual

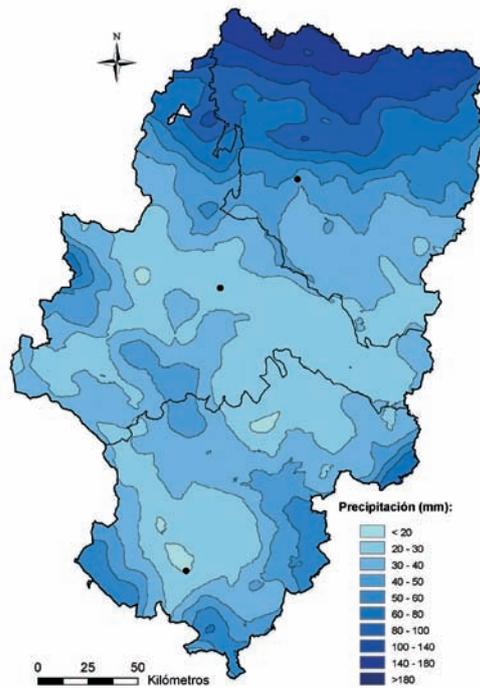
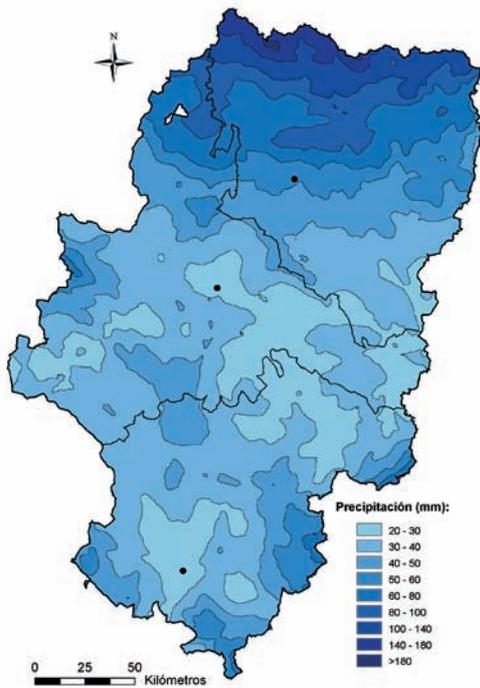


septiembre

octubre

noviembre

diciembre





Tendencias de las Precipitaciones

El IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) ha alertado en sus sucesivos informes sobre una posible disminución de los totales anuales de precipitación en latitudes subtropicales como consecuencia del incremento de CO₂ y de otros gases con efecto invernadero en la atmósfera, disminución que viene siendo observada a lo largo del siglo XX en distintas regiones del planeta.

Foto 02. ▽ Formación nubosa en las cercanías de Jaca. Foto LUPA

Sin embargo, la verificación de este fenómeno no es fácil en ningún ámbito geográfico y tampoco lo es en Aragón, debido, entre otras cosas, al complejo reparto espacial que muestra la precipitación sobre el territorio, a las diferencias en cuanto a su reparto estacional y a su notable variabilidad interanual.

En cualquier caso, la densa red de observatorios utilizados en este atlas y la longitud de las series disponibles ha permitido realizar una cartografía de la tendencia de los totales anuales y estacionales de precipitación, de forma absoluta y porcentual, en Aragón durante la segunda mitad del siglo XX, en concreto en el periodo 1950-2002.

El periodo analizado es más extenso que el utilizado para cartografiar los valores medios de los distintos elementos del clima, teniendo en cuenta la necesidad que existe de observar un fenómeno como las tendencias en periodos más prolongados. Estas tendencias se calculan mediante regresiones lineales, ofreciendo el valor de pendiente de la recta resultante del modelo una cuantificación de la tendencia positiva o negativa que la variable ha experimentado año a año teniendo en cuenta los datos de todo el periodo. Para simplificar la lectura, los mapas se presentan en tendencias absolutas o porcentuales por década.

A la vista de los mapas obtenidos lo primero que nos ha de llamar la atención es la ausencia en Aragón de tendencias positivas para la precipitación total anual. Las tendencias observadas durante la segunda mitad del siglo XX son negativas para todo el territorio aragonés, oscilando entre descensos inferiores a los -6 mm/década en el extremo noroccidental de la Comunidad Autónoma, hasta valores que superarían los -27 mm/década en el Pirineo Central y Oriental y en la Sierra de Albarracín. Gran parte de Aragón ofrece unas tendencias negativas durante el periodo 1950-2002 de entre -12 y -15 mm/década.

Estacionalmente es mayor la diversidad de situaciones. Destacaría la acusada tendencia positiva que registran las precipitaciones de otoño en el Pirineo y Pre-Piri-

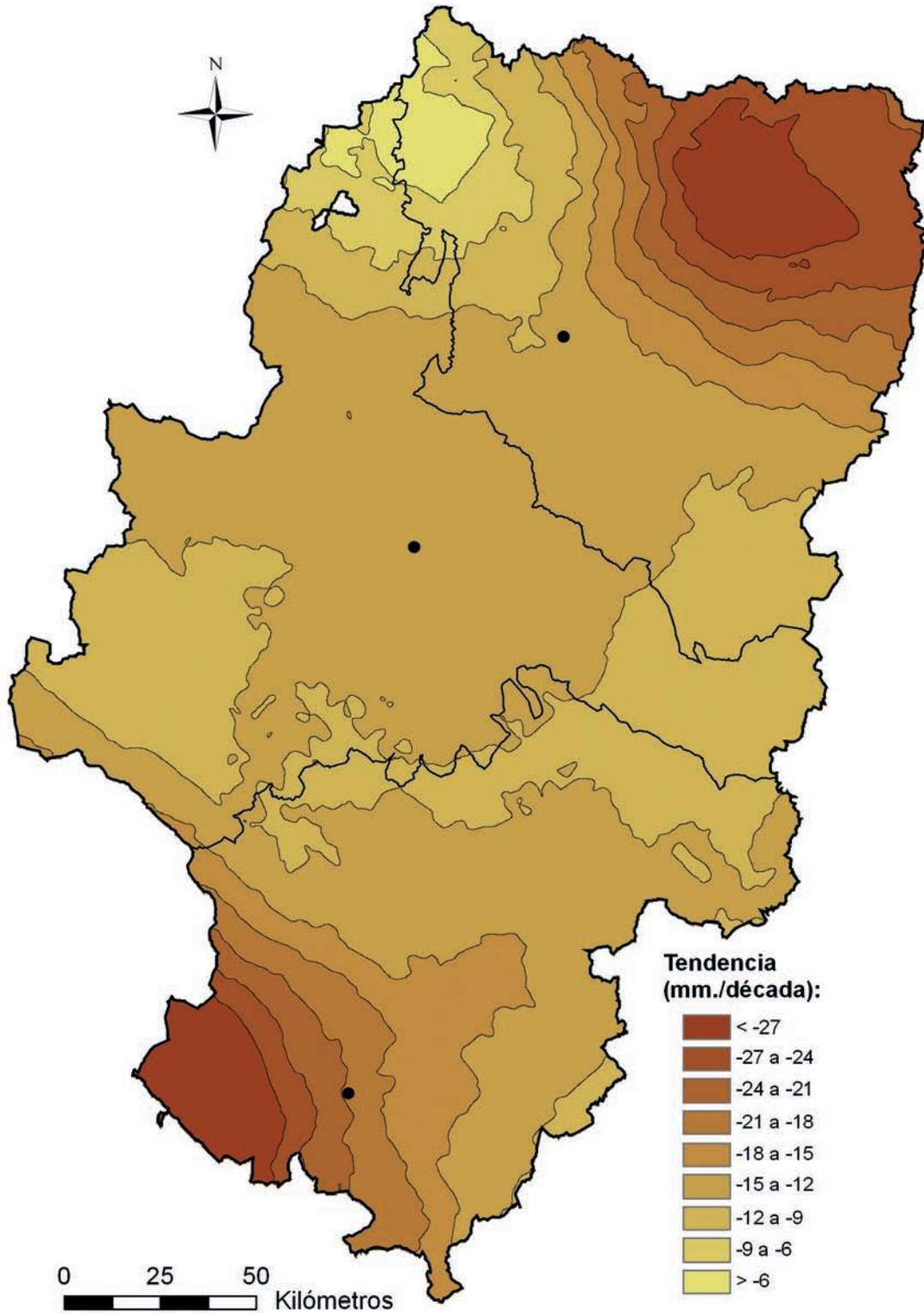


neo más occidental, aunque abundan más en el conjunto regional las tendencias de signo negativo. En este sentido cabe reseñar la tendencia negativa de la precipitación de verano en el sector nororiental de Aragón y, de nuevo, lo observado en la Sierra de Albarracín, donde las precipitaciones de invierno y primavera acusan tendencias negativas superiores a los -12 e incluso los -16 mm/década. Señalar también por su implicación sobre las reservas hídricas y ciertas actividades económicas la tendencia negativa que las lluvias de invierno muestran en el Pirineo central y occidental.

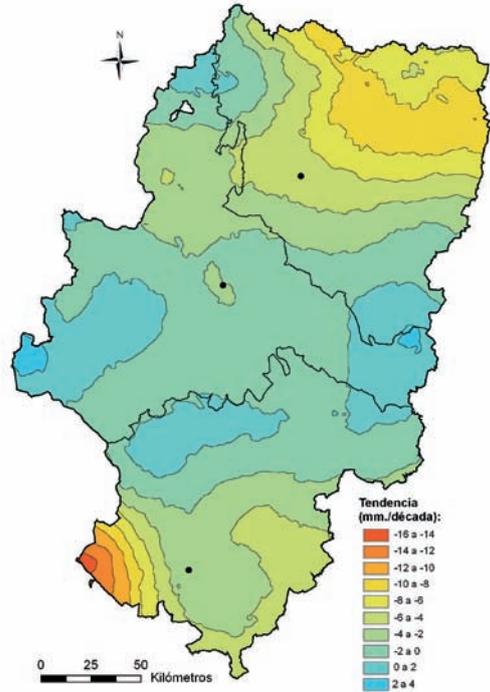
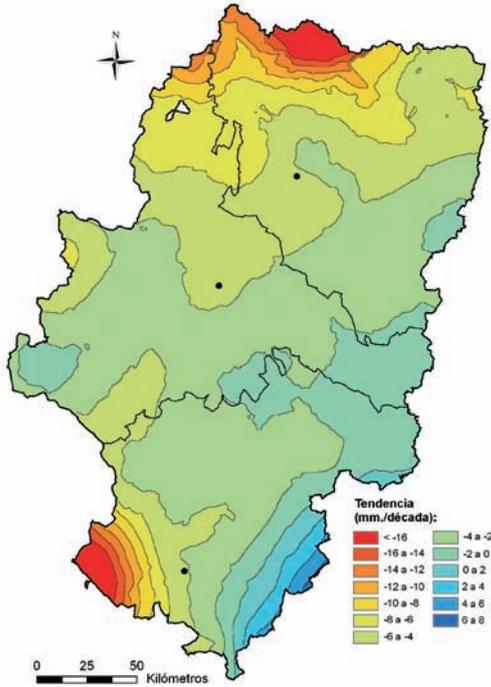
Interesante es también la lectura del mapa en el que se han representado las tendencias obtenidas como porcentajes de variación respecto a los totales anuales. Esa cartografía nos permite una mejor evaluación en el espacio de las tendencias al expresarse éstas en una magnitud relativa a la media, lo que facilita su comparación independiente del valor absoluto de la precipitación. En este caso, vemos cómo es la Sierra de Albarracín la que ofrece las tendencias negativas más acusadas en el conjunto regional, tendencias que representan una disminución porcentual de la precipitación total anual del -6% por década, que en algunos puntos se acerca al 8%.

En cualquier caso ha de advertirse al lector que las tendencias pluviométricas señaladas responden sólo a los cálculos en relación a lo observado en la segunda mitad del siglo XX y no son valores extrapolables más allá de ese periodo. Han de ser los modelos matemáticos desarrollados y las previsiones del IPCC las que han de alertarnos sobre las posibles tendencias futuras, que en el caso del territorio aragonés como en todo el Mediterráneo Occidental no llegan a mostrar una señal clara e inequívoca sobre el comportamiento de esta variable en las próximas décadas, estando sujetas a un grado elevado de incertidumbre y a una notable variabilidad espacial.

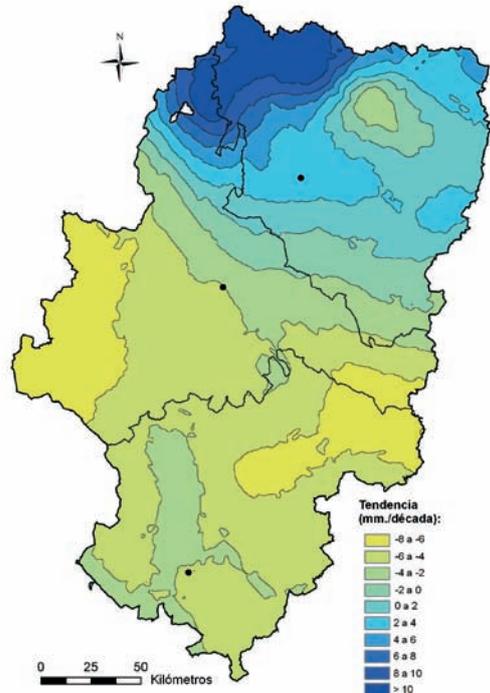
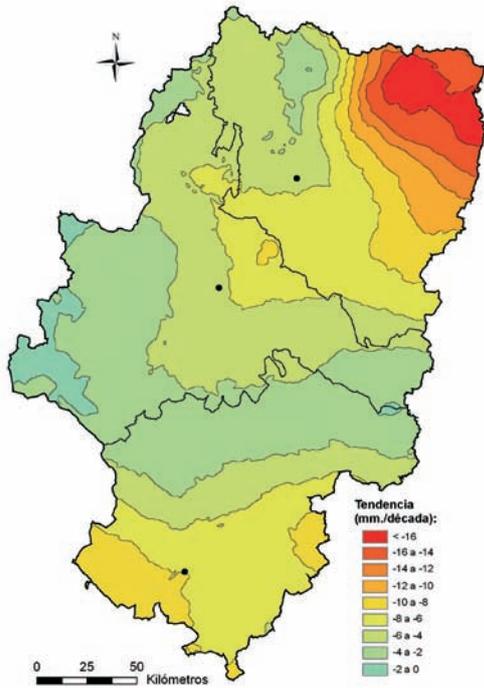
Tendencia
de la precipitación total anual
en el periodo 1950-2002 (mm/década)



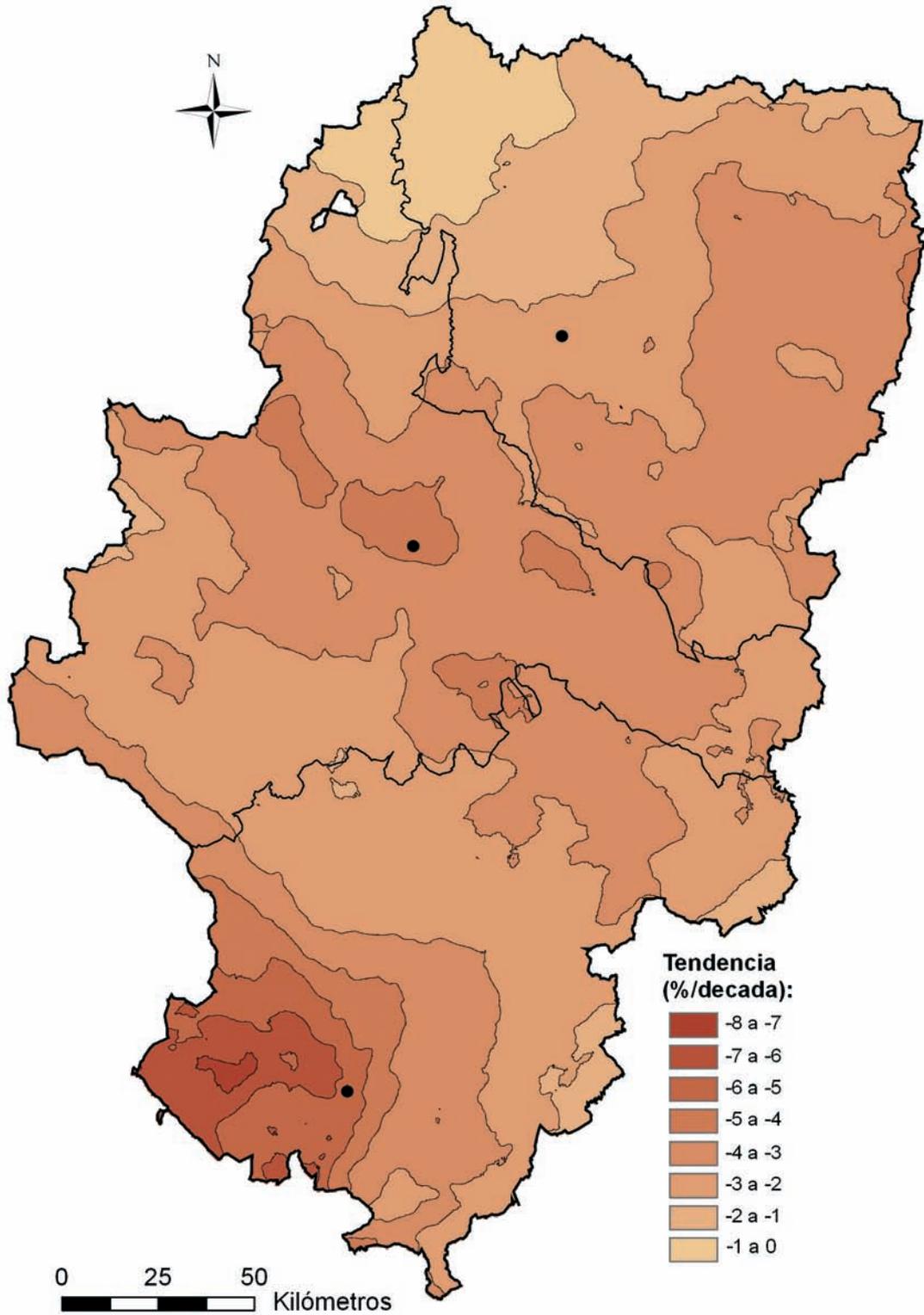
Tendencia de la precipitación estacional en el periodo 1950-2002 (mm/década)



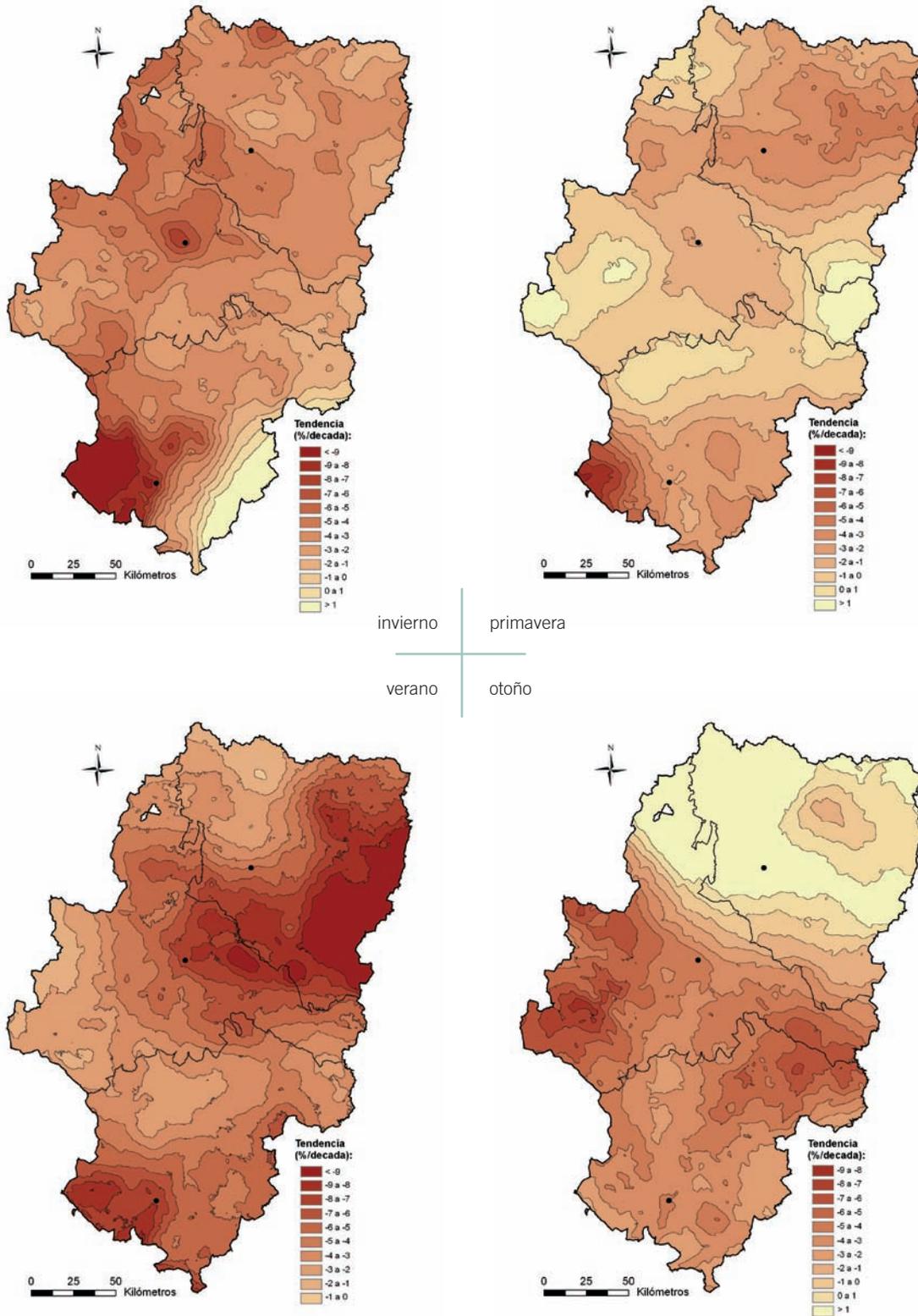
invierno primavera
 —————
 verano otoño



Tendencia
de la precipitación total anual
en el periodo 1950-2002 (%/década)



Tendencia de la precipitación estacional en el periodo 1950-2002 (%/década)



Variabilidad Temporal de las Precipitaciones

La consideración hecha en apartados anteriores sobre los valores medios no debe hacernos olvidar una constante propia de buena parte de España a la que no escapa el clima de Aragón: la extrema variabilidad interanual de las lluvias y la presencia de dilatados períodos secos.

Cualquiera que sea la escala temporal analizada (mensual, estacional o anual), el número registros próximos a la media histórica de la serie es minoría, y las precipitaciones presentan fluctuaciones tan grandes que la diferencia entre el valor máximo y el mínimo alcanzado es, a menudo, superior al valor medio. Así, la realidad es mucho más contrastada y la situación pluviométrica es todavía menos favorable de lo que los promedios hacían suponer.

Para cuantificar este fenómeno hemos utilizado el coeficiente de variación, estadístico que relaciona la precipitación total media con la desviación estándar, resultando en un valor que expresado en tantos por ciento indicaría la variación porcentual interanual media de la precipitación total anual o en su caso estacional. Los datos están referidos al periodo 1970-2000.

Las zonas en las que la variabilidad de la precipitación, en su cómputo anual, es mayor, aparecen en la franja de territorio más cercana al Mediterráneo, donde el coeficiente de variación supera generalmente el 30%, hasta alcanzar valores máximos en el extremo suroriental de la Comunidad, superando el 36%.

Este parámetro climático dibuja un claro gradiente negativo en dirección noroeste. A la vez que gana en importancia sobre la precipitación la influencia atlántica, la variabilidad interanual de las precipitaciones disminuye, observándose los valores más bajos en el extremo noroccidental de Aragón, el espacio de caracteres climáticos más oceánicos.

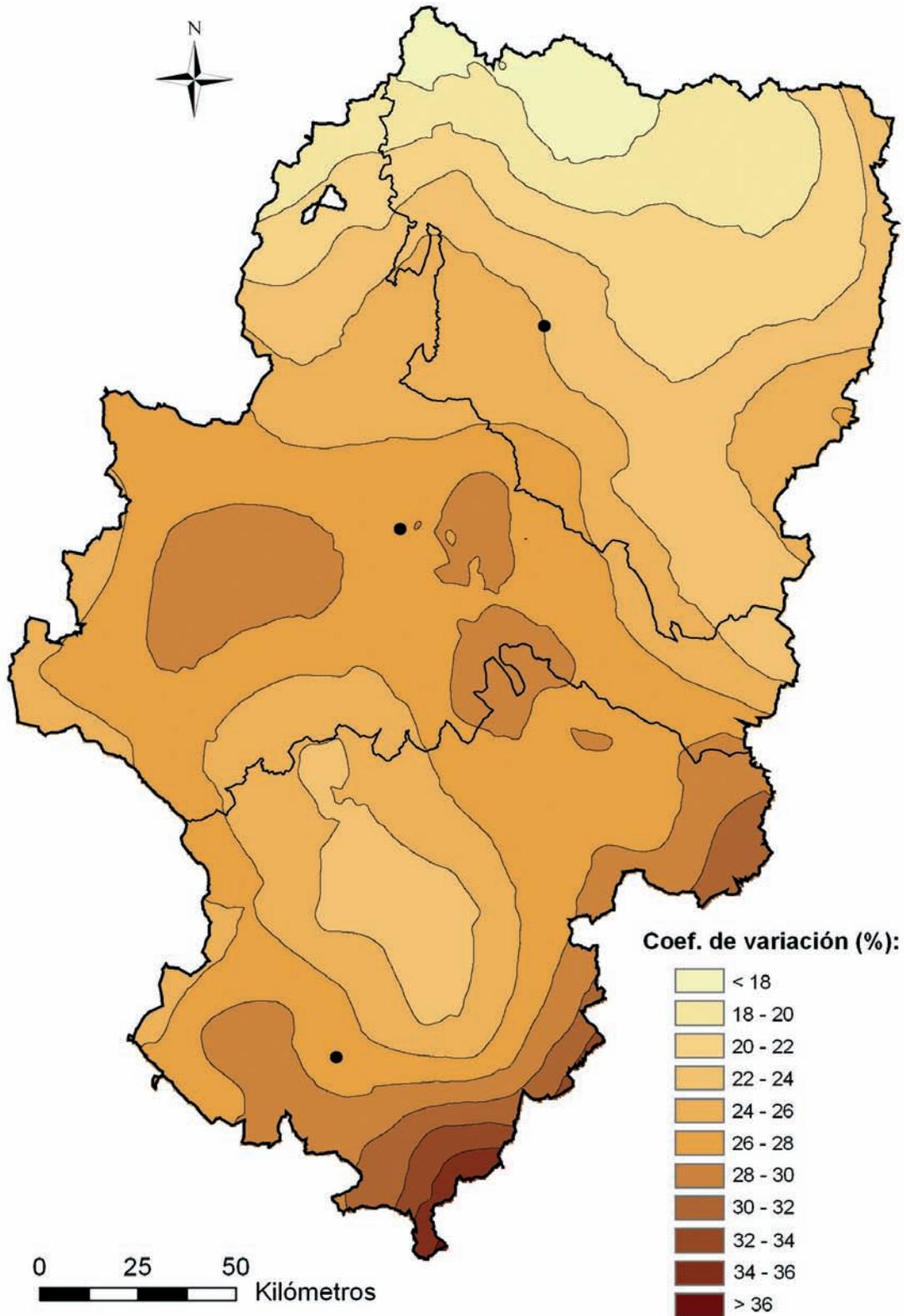
Los espacios del sector central de la región donde la penuria pluviométrica es más acusada, ofrecen por su parte máximos locales en cuanto a variabilidad, lo que añade al carácter seco de esos espacios la elevada incertidumbre en cuanto al volumen pluviométrico.

Estacionalmente, ese gradiente sureste-noroeste de descenso de la variabilidad parece mantenerse con claridad en primavera y otoño, si bien en invierno y verano aparecen algunos matices que podemos relacionar con el origen de las precipitaciones de ambas estaciones.

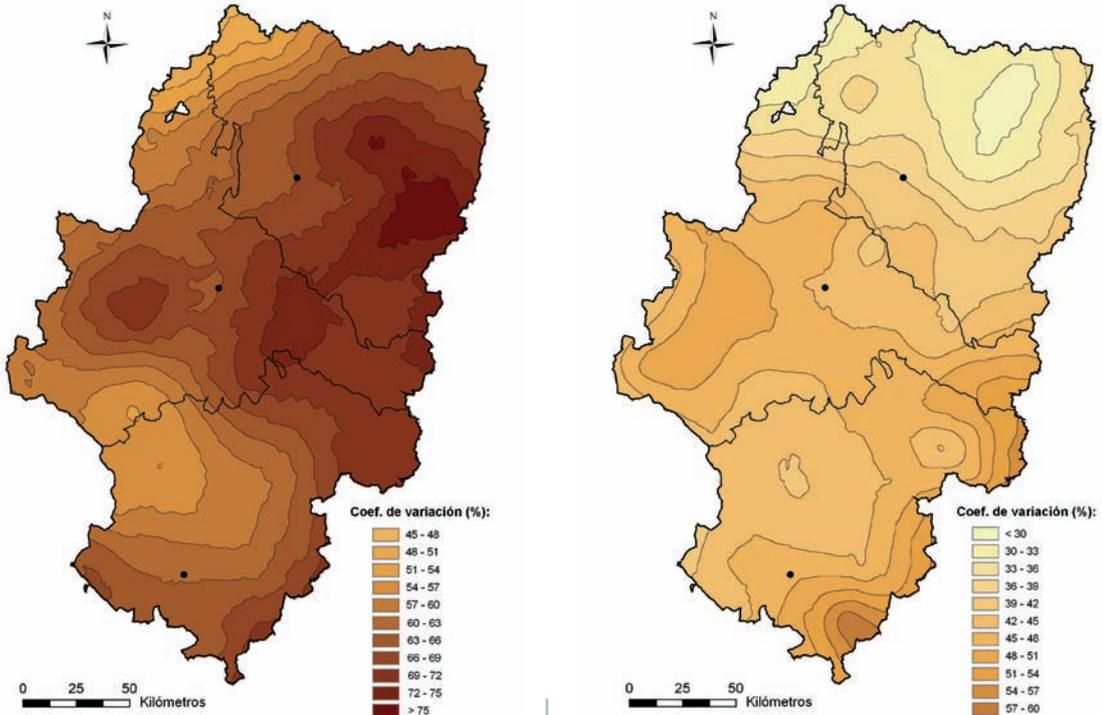
Así, en invierno las zonas en las que la variabilidad de la precipitación es más importante las encontramos en las comarcas del sector central y centro oriental de Aragón. Los frentes atlánticos, origen de la precipitación en esta época del año, alcanzan con dificultad esa zona de la Comunidad por lo que la variabilidad interanual de los registros en función de la mayor potencia y frecuencia de estos frentes condiciona y hace más variable los registros del trimestre invernal en ese espacio.

En verano son las tormentas estivales las que generan los mayores volúmenes pluviométricos. El carácter aleatorio en el espacio de estas tormentas condiciona esa elevada variabilidad interanual de los registros, mayor donde la torrencialidad de este fenómeno es más elevada.

Variabilidad de la precipitación total anual

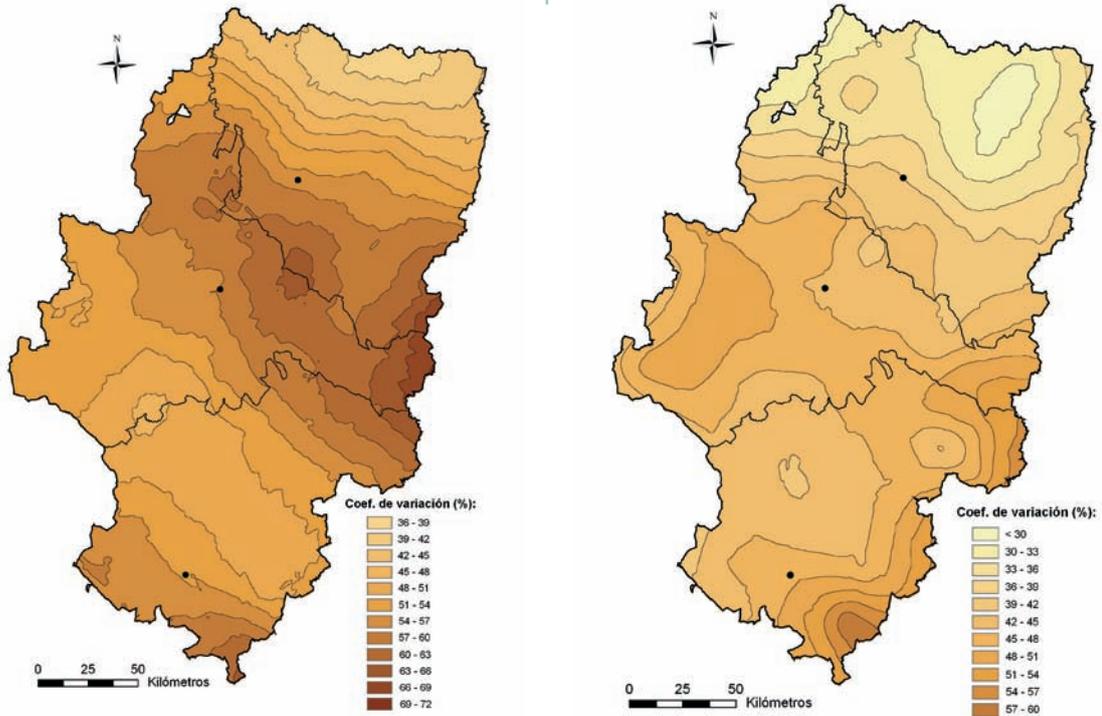


Variabilidad de la precipitación estacional



invierno | primavera

 verano | otoño



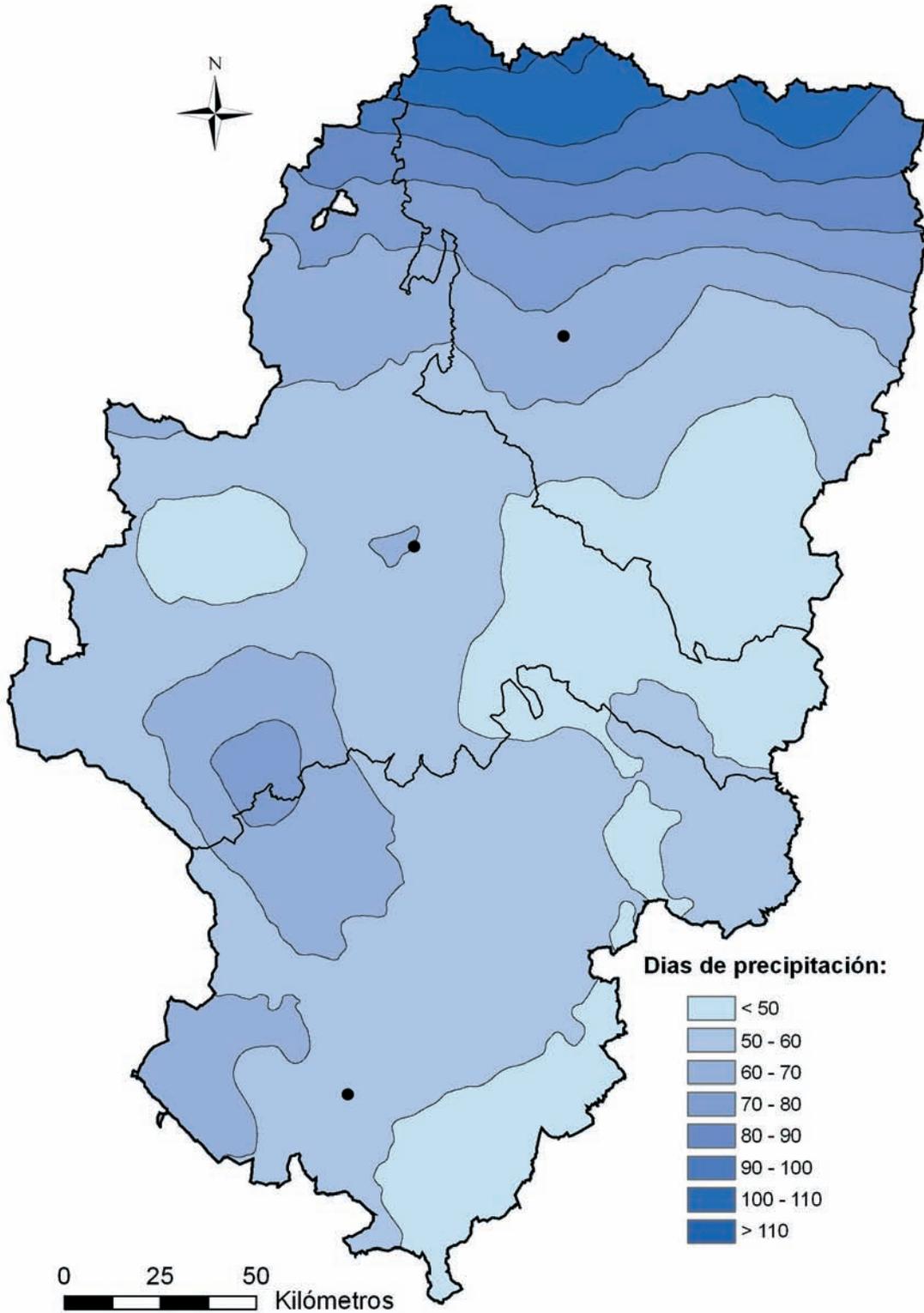
Número de días de precipitación

Entendemos por día de precipitación aquel en el que lo recogido en los pluviómetros supera la altura de 0,1 mm. En el territorio de la Comunidad Autónoma, el número de días por año en los que, por término medio, la precipitación superaría ese umbral es inferior a 60 en buena parte de la región, llegando a caer por debajo de los 50 días en las comarcas del sector centro-oriental, en el sureste de la provincia de Teruel (espacios de evidente influencia mediterránea) y en la comarca del Campo de Borja. Salvo en el caso de las comarcas turolenses, esas zonas en las que es más bajo el número de días de precipitación coinciden con espacios en los que las lluvias son bastante exiguas, aspecto que hemos de relacionar con la dificultad que existe para que las perturbaciones atlánticas o mediterráneas portadoras de humedad lleguen hasta esas zona.

El Pirineo y algunas zonas de la Ibérica son los espacios en los que el número de jornadas con precipitación es más elevado. Más de 100 e incluso de 110 días con lluvias pueden contabilizarse en la Cordillera Pirenaica, con valores máximos en el Pirineo más occidental en función de su más favorable exposición a la llegada de frentes Atlánticos.

Al sur, en la depresión del Jiloca, la frecuencia de fenómenos convectivos hace que, localmente, se destaque un máximo local en cuanto al número de días de precipitación en esa zona, influyendo también la mayor frecuencia de fenómenos de convección en el elevado número de jornadas lluviosas contabilizadas en los Pirineos.

Número medio de días de precipitación al año



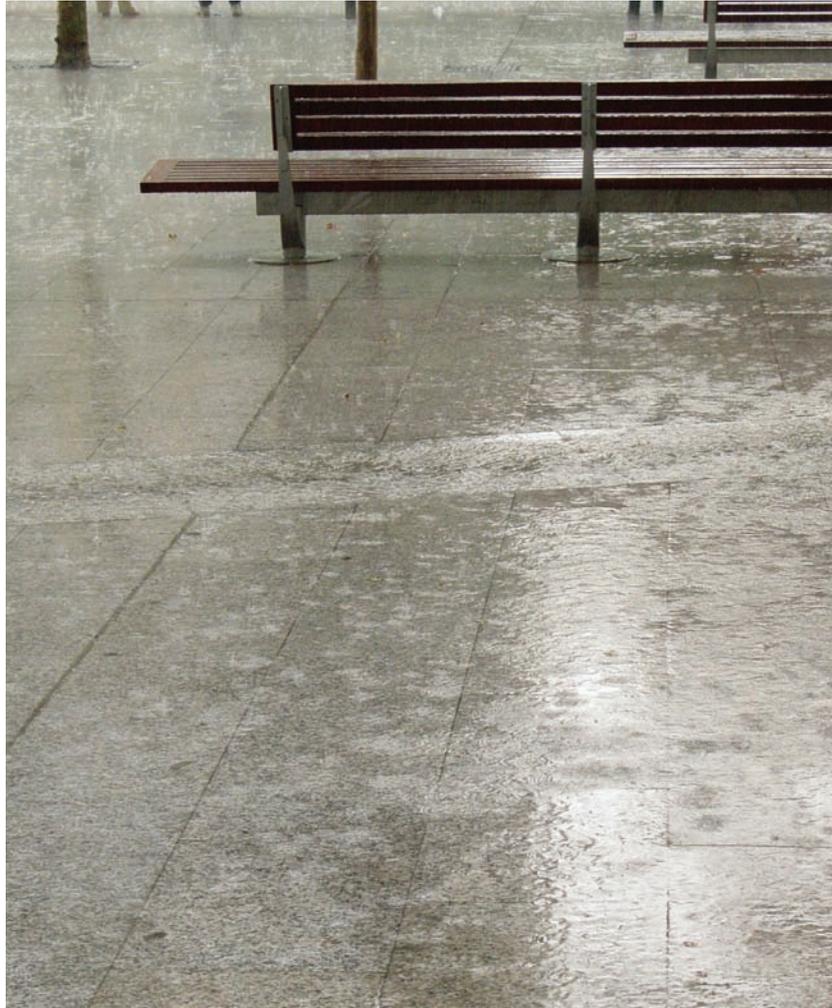


Foto 03. ▼ Chaparrón de verano en la Plaza Aragón de Zaragoza. Foto LUPA

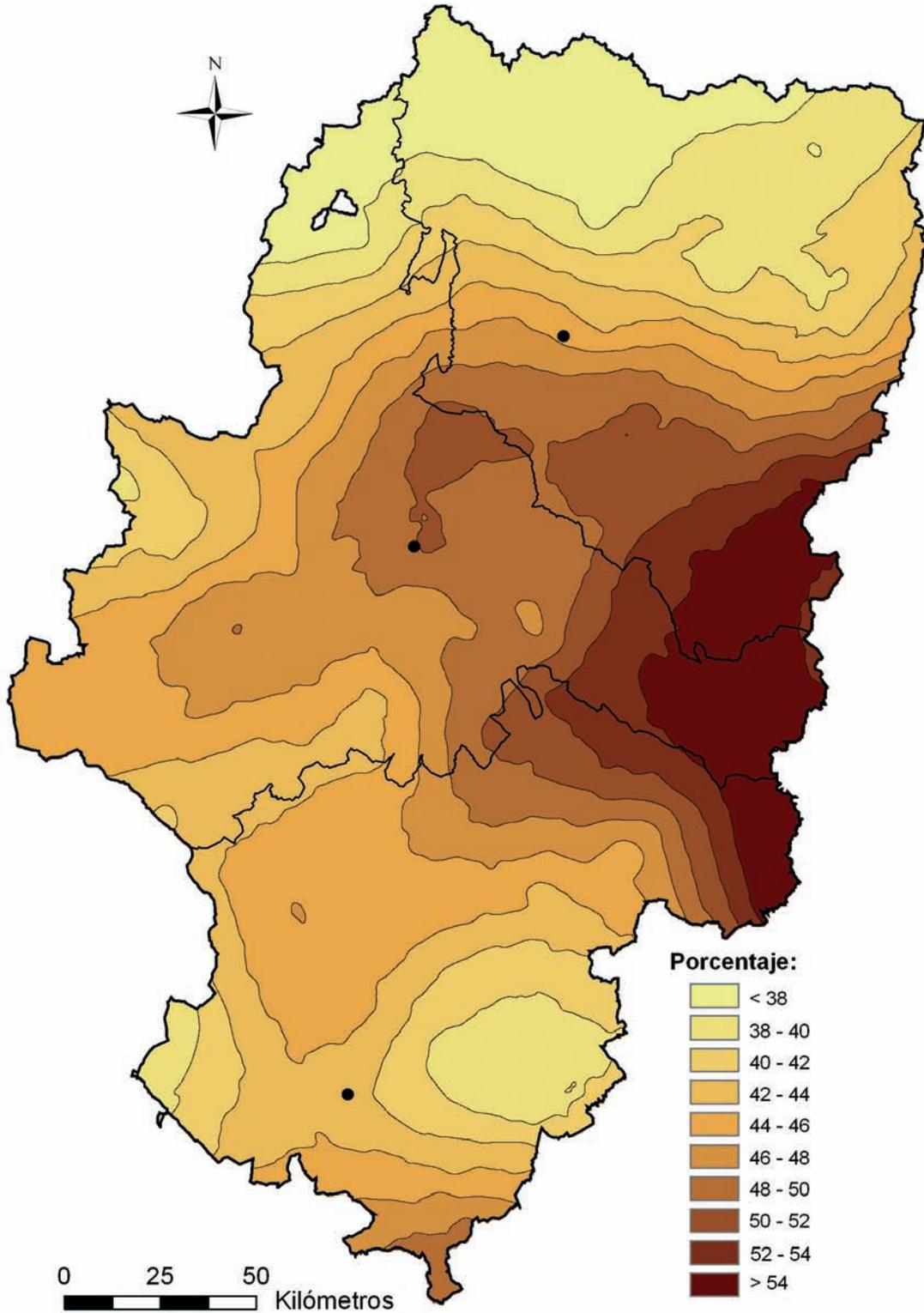
Concentración de la Precipitación

Especialmente interesante resulta también la cartografía del porcentaje que sobre el total anual de precipitación representa la suma de los 10 máximos. Ese valor nos puede dar una idea de en qué grado la precipitación caída a lo largo de un año en determinadas zonas de Aragón llega a concentrarse en un número reducido de eventos, que en ocasiones y en función de su intensidad real, pueden tener efectos importantes sobre las actividades antrópicas y la dinámica geomorfológica del territorio.

Las áreas en las que las precipitaciones muestran matices más mediterráneos son, como por otro lado cabría esperar, las que ofrecen un porcentaje mayor para los 10 eventos de precipitación más importantes sobre el total anual. En concreto, las comarcas del sector centro-oriental de la Comunidad llegan a registrar en sólo 10 días más de la mitad de todas las precipitaciones que se recogen a lo largo de todo un año, un indicador que habla bien a las claras del elevado grado de concentración de la precipitación de esas zonas en un limitado número de eventos.

El sector noroccidental de Aragón, aquel de influencias más Atlánticas, pero también espacios de la zona suroriental de la provincia de Teruel concentra menos de un 40% de los totales anuales de precipitación en 10 días, valor que sin dejar de ser elevado, queda por debajo de esos máximos antes señalados.

Porcentaje de los 10 valores
máximos de precipitación caída
en 24 respecto a la media anual



Precipitación máxima en 24 horas

En cuanto al volumen máximo de precipitación caída en 24 horas, la cartografía resultante muestra cómo es la orla mediterránea la que, en virtud de las características propias de ese clima, ofrece una mayor torrencialidad, descendiendo de forma clara los valores máximos hacia el oeste.

El efecto de la topografía sobre la intensidad de la precipitación es claro en este mapa y así es al pie de los Puertos de Beceite y de los macizos pirenaicos de Monte Perdido, Posets, Aneto y Maladeta, donde se registran los valores máximos, superiores a los 160 mm en un solo día. La mayor torrencialidad de la precipitación suele estar asociada a perturbaciones generadas en el tramo final del verano o primeras semanas de otoño en el Mar Mediterráneo, una inestabilidad que se ve acentuada por la acción del relieve, propiciando una mayor cuantía de las precipitaciones en esos ámbitos.

La frecuencia de fenómenos convectivos en algunas zonas, como las altiplanicies ibéricas de la provincia de Teruel, favorecen también la presencia de máximos locales.

En cualquier caso, ha de señalarse que en una proporción notable del solar aragonés (cerca del 85%) se han registrado en algún momento del periodo analizado precipitaciones superiores en 24 horas a los 80 mm.

Volúmen máximo de precipitación caída en 24 horas en el periodo 1970-2000

