

Trabajo Fin de Grado

Estudio de la concentración diaria de las precipitaciones
en observatorios de clima oceánico, mediterráneo y
continental de Europa

Daily precipitation concentration in oceanic,
mediterranean and inland stations of Europe

Autora

Ana Pilar Agudo Gil

Director

Dr José Carlos González-Hidalgo

Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio

Facultad de Filosofía y Letras

2016/2017

AGRADECIMIENTOS

No querría dar por concluido este trabajo sin antes reconocer la gran labor realizada por José Carlos González-Hidalgo como tutor del mismo, por su ayuda, colaboración y preocupación mostrada durante su elaboración. Mi más sincero agradecimiento también como alumna de diversas asignaturas a lo largo del grado por todas las enseñanzas dadas y conocimientos adquiridos, nunca exentos de esfuerzo.

RESUMEN

En el presente trabajo se analizan las precipitaciones en nueve observatorios del continente europeo a partir de las series de datos diarios pertenecientes al periodo 1971-2015 (45 años). El tratamiento de estos datos se ha enfocado a cuantificar el grado de concentración diaria en los valores promedio mensuales y anuales, así como en detectar si existen variaciones entre momentos del año, y entre regiones climáticas. Se concluye el estudio realizando un análisis de tendencias con la finalidad de conocer si se han dado o no cambios significativos en las precipitaciones más voluminosas dentro del periodo analizado.

Palabras clave: Precipitación, percentil, porcentaje, concentración, clima oceánico, clima mediterráneo, clima continental.

ABSTRACT

This essay analyses precipitation in nine observatories of the European continent according to daily data collected in the period between 1971 and 2015 (45 years). The results obtained from those data were used to quantify the amount of daily concentration of precipitation on monthly and annual average, as well as to detect if there are variations depending on different moments of the year or different climate regions. This essay ends by presenting a trend analysis in order to know whether are significant changes in the most abundant precipitations of the analysed period.

Key words: Precipitation, percentile, percentage, daily-concentration, oceanic climate, mediterranean climate, continental climate.

Índice

1. Introducción	7
1.1. Situación y antecedentes.	7
1.2 Justificación	8
1.3. Objetivos.....	9
2-Datos y métodos:	10
2.1. Selección y localización.....	10
2.1.1. Localización.	10
2.2. Tratamiento de datos.....	12
2.2.1. Descripción general del régimen de precipitación	12
2.2.2. Estudio de la concentración de las precipitaciones.	13
2.2.3. Evolución de las precipitaciones extremas (1971-2015)	13
3. Resultados	14
3.1. Descripción general del régimen de precipitación.....	14
3.1.1. Distribución de frecuencias	14
3.1.2. Promedio y totales anuales.....	16
3.1.3.Régimen anual de precipitaciones.....	18
3.2. Estudio de la concentración de las precipitaciones.....	23
3.2.1. Análisis de precipitaciones de rango superior: escala anual	23
3.2.2. Análisis de precipitaciones de rango superior: escala mensual.....	25
3.2.3. Efecto del máximo absoluto en el total mensual.....	30
3.3. Tendencia de las precipitaciones (1971-2015)	34
3.3.1. Evolución de los totales anuales (mm).....	34
3.3.2. Evolución de precipitaciones más voluminosas.....	37
4- Discusión	44
4.1. Régimen de precipitaciones	44
4.2. Concentración diaria de las precipitaciones.....	45
4.3. Evolución de las precipitaciones: 1971-2014	47
5- Conclusión	48
6-Bibliografía	50

Índice de figuras

Figura 1: Localización de los observatorios. Fuente: ArcGis.com	11
Figura 2: Distribución de frecuencia de porcentaje de días en nueve umbrales de precipitación, en cada uno de los observatorios.	15
Figura 3: Distribución anual total promedia mensual de precipitación: Gijón, Lisboa y Kiev. Datos en mm.	19
Figura 4: Totales promedio mensuales y probabilidad mensual de precipitación: Gijón, Jerez de la Frontera y Kiev. Datos en mm y porcentaje.	21
Figura 5: Porcentaje de volumen de precipitaciones correspondientes al percentil 95 y porcentaje de días con $p > 0,01\text{mm}$ en que se supero el valor del percentil. Datos en %.	28
Figura 6: Promedio de precipitaciones mensuales y porcentaje de contribución del máximo mensual. Datos en mm y %.	33
Figura 7: Evolución de los totales anuales. Datos en mm.	36
Figura 8 y 9: Evolución de volumen de precipitación perteneciente al P.95 de Valentia y Kiev. (Serie 1971-2015).	38
Figura 10: Relación entre el porcentaje de precipitaciones y porcentaje de número de días en P.95. Datos en porcentaje.	43

Índice de tablas

Tabla 1: Coordenadas, altitud y datos nulos o perdidos de las series (1971-2015).Fuente de datos de localización: Google Earth	12
Tabla 2: Distribución de frecuencia en nueve umbrales de precipitación. Datos en porcentaje. En color porcentajes máximos	14
Tabla 3: Total de datos, número de días de precipitación, % de días con precipitación, total en mm, promedio anual, precipitación media diaria y medidas de variabilidad. Serie 1971-2015. En color máximos y mínimos	16
Tabla 4: Promedio de total mensual de precipitaciones. Serie 1971-2015. Datos en mm. En color máximos y mínimos mensuales.	18
Tabla 5: Probabilidad de precipitación mensual. Datos en porcentaje. En color máximos y mínimos mensuales.	20
Tabla 6: Valor de percentil 95, número de día, total de mm dentro de percentil, y % representación en su total. Datos en mm y porcentaje. En color máximos y mínimos mensuales. Los días que superan el percentil indicado se calculan sobre el total de días con precipitación, no sobre el total del periodo. En color máximos y mínimos.	23
Tabla 7: Porcentaje de mm de precipitación representado por las precipitaciones superiores al percentil 95. En color máximos y mínimos mensuales.....	25
Tabla 8: Porcentaje de número de días en que se dieron precipitaciones superiores al percentil 95. Datos en porcentaje. En color máximos y mínimos.	26
Tabla 9: Porcentaje de representación del máximo mensual. Datos en porcentaje. En color máximos y mínimos mensuales.....	30
Tabla 10: Promedio de precipitaciones máximas mensuales serie (1971-2015). Datos en mm. En color máximos y mínimos mensuales.....	31
Tabla 11: Tendencia de totales anuales de precipitación. (Mann-Kendal). En color tendencia significativa.	35
Tabla 12: Máximo anual, mínimo anual y diferencias pluviométricas, serie (1971-2015). Datos en mm.	37
Tabla 13: Tendencia de total de precipitación en el P.95 (Mann-Kendal). En color tendencias significativas.	38
Tabla 14: Relación entre la tasa de la tendencia de totales anuales y precipitaciones >P.95.....	39
Tabla 15: Tendencia del porcentaje de volumen de precipitación en el P.95 (Mann-Kendal). En color tendencias significativas	39
Tabla 16: Tendencia del porcentaje de número de días incluidos en el percentil 95 (Mann-Kendal). En color tendencias significativas.	40

1. Introducción

1.1. Situación y antecedentes.

El interés creciente por el comportamiento del clima, no es de extrañar ya que, este es uno de los principales factores del medio capaz de condicionar, muchas de las características de los sistemas naturales y las sociedad que hoy en día conocemos, como pueda ser su distribución espacial (Diaz- Padilla et al., 2011) o incluso sus estructuras económicas (Fuentes y Hajek, 1978). Jorge Olcina en una entrevista realizada para el periódico Levante, el pasado octubre, afirmó que "el clima está de moda". La realidad es que esta situación puede llegar a convertirse en una potente arma de doble filo, por un lado es innegable que todo el esfuerzo centrado en su investigación está proporcionando y proporcionará en un futuro avances muy importantes en su conocimiento. Por otro, se corre el riesgo de que esta acabe, como en algunos casos ya se está viendo, como un mero instrumento político (Rojo- Martinet et al., 2006; Innerarity, 2012) y estando en boca de todos, pero en conocimiento de muy pocos.

Uno de los temas relacionados con el clima al que en estos últimos tiempos está dándosele gran importancia, es el posible aumento del número de eventos extremos, relacionados con el cambio climático. No es de extrañar que esto haya despertado un gran interés a nivel global. Mientras que los efectos derivados del incremento de temperaturas, disminución de las precipitaciones o aumento del nivel del mar, aspectos de los que hasta ahora mayoritariamente se hablaban, no se manifiestan de una manera inmediata a corto plazo, sí lo puede hacer este tipo de situaciones extremas.

De acuerdo con los resultados presentados en el informe del IPCC (2013), se han observado desde el comienzo de la segunda mitad del siglo XX cambios en numerosos fenómenos meteorológicos y climáticos extremos, si bien la fiabilidad de las eventuales previsiones es baja (IPCC, 2013). Este mismo informe relaciona además la influencia humana con el calentamiento de la atmósfera y el océano, las alteraciones en el ciclo global del agua, las reducciones de la cantidad de nieve y hielo, la elevación media mundial del nivel del mar y el incremento de posibles eventos extremos.

Entre los eventos con mayor interés analizado están las precipitaciones extremas y sus efectos. El estudio de este último aspecto puede ser de gran interés, debido a los diferentes problemas que estas pueden llegar a suponer, inundaciones, erosión de suelos, corrimientos de tierra, reactivación de barrancos...(Lopez y Romera, 1992) u

otros más de vinculación socioeconómica, como la pérdida de cosechas (Altieri y Nicholls, 2009; Altieri y Nicholls, 2013), almacenaje en embalses, pérdida de vidas humana etc.

La sensibilidad mostrada en diferentes espacios frente a este tipo de situaciones también será enormemente variable, siendo especialmente vulnerables aquellas que por su naturaleza cuenten con características más áridas, pues en ellas la ocurrencia de estas situaciones contrastará en mayor medida con sus regímenes ordinarios. Este puede ser el caso de España, y otras muchas zonas similares de la cuenca mediterránea.

1.2 Justificación

Si bien parece ya estar bastante claro que se está dando un incremento a nivel global de las temperaturas, aunque con marcadas diferencias tanto estacionales como espaciales, no tan claro parece ser lo que está sucediendo en relación con las precipitaciones. El reciente informe del IPCC señala grandes incertidumbres en su comportamiento, una elevada variabilidad espacial y que sus previsiones futuras son muy inciertas.

Algunas hipótesis apuntan que: una atmósfera más cálida puede contener cantidades mayores de vapor de agua. Esta condición puede conducir a períodos más largos de sequía, pero también a precipitaciones más intensas, o lo que es lo mismo, un incremento de los eventos extremos en los regímenes de precipitación.

Durante las décadas recientes los extremos de precipitación, tanto secos como húmedos, han aumentado y las proyecciones a futuro prolongan esta tendencia. No obstante según el informe del IPCC del año 2013, en la mayoría de los continentes, la confianza en las tendencias analizadas no supera el nivel medio, excepto en América del Norte y Europa, donde es probable que se hayan producido aumentos, bien sea en la frecuencia o en la intensidad de la precipitación más voluminosa, con algunas variaciones estacionales, regionales o afectando a ambas.

En el presente Trabajo Fin de Grado se analizará el efecto que las precipitaciones más cuantiosas han tenido en el régimen de precipitaciones durante un periodo 45 años (1971-2015), en los diferentes tipos de clima más representativos del continente europeo (oceánico, mediterráneo y continental).

1.3. Objetivos

Los objetivos **principales** del presente trabajo son:

1. Describir los regímenes de precipitación en los diferentes tipos de clima con mayor representación dentro del continente europeo (oceánico, mediterráneo y continental) a partir de los datos diarios pertenecientes al periodo 1971-2015.
2. Analizar la participación de las precipitaciones de rango superior (Percentil 95 y máximos mensuales) en el conjunto del periodo y en los valores mensuales.
3. Identificar la existencia de tendencia en las precipitaciones más cuantiosas a lo largo del periodo estudiado (1971-2015).

Los objetivos **específicos** son:

- Analizar la distribución de frecuencia de días de precipitación en cada tipo climático para determinar el tipo de lluvia predominante.
- Caracterizar el régimen anual de precipitaciones por medio de los descriptivos generales de los observatorios representativos de los principales tipos climáticos.
- Analizar la concentración de las precipitaciones a escala anual y mensual:
 - Análisis de la contribución de las precipitaciones de rango superior definidas por el valor del percentil 95, tanto en los totales de la serie como en los valores mensuales.
 - Análisis de la contribución de los máximos absolutos en el total mensual.
- Identificar si existen tendencias en los totales anuales y en las cantidades que se producen en las precipitaciones de mayor volumen y su posible relación.

Estos objetivos parten de la hipótesis general que sugiere que se ha dado en los últimos años un aumento en los extremos de precipitaciones, en el continente europeo, bien sea en la frecuencia o en la intensidad de la precipitación más voluminosa.

2-Datos y métodos:

La fuente documental del trabajo son los registros diarios de la base de datos: European Climate Assessment & Dataset (ECA&D). Esta página permite la búsqueda, consulta y descarga de datos climáticos de numerosos observatorios europeos.

Las series de datos utilizada en el presente Trabajo Fin de Grado han sido los registros diarios de precipitación de un periodo de 45 años (1971-2015) en nueve observatorios distribuidos en el continente europeo: Luroy- Noruega, Valentia- Irlanda, Gijón- España, Lisboa- Portugal, Jerez de la Frontera- España, Niza-Francia, Kiev-Ucrania y Moscú Rusia, representativos de los tres principales tipos de climas europeos.

2.1. Selección y localización

La elección de los observatorios ha partido de dos criterios fundamentales, en primer lugar su ubicación, en segundo lugar, que las series cumplieran unos criterios en su longitud temporal con una ausencia mínima de datos.

2.1.1. Localización.

La elección de observatorio se ha realizado con la finalidad de abarcar los tres tipos de climas predominantes en Europa: el clima oceánico, el mediterráneo y de interior continental.

- **Clima Oceánico:** (Cfb, según la clasificación climática de Koppen). Caracterizado por tener una precipitación abundante (pueden estar entre los 1000 mm y 2000 mm anuales, pero incluso menos), generalmente distribuida de manera regular, con valores máximos durante los meses de invierno, y sin estación seca sin bien las menores cantidades mensuales se localizan en verano. Los observatorios seleccionados siguen un gradiente Norte- Sur a lo largo de la costa Atlántica: Luroy- Noruega, Valentia- Irlanda y Gijón- España.

- **Clima mediterráneo:** (Csa- y también el seco Bsk, según Koppen). Sus totales anuales de precipitación oscilan entre los 400 mm y los 1.000 mm, irregularmente repartidos a lo largo del año con máximos de invierno y mínimos de verano que generan estación seca. En la Península y occidente mediterráneo la distribución mensual puede ser bimodal con doble máximo en primavera y otoño. Los observatorios analizados siguen un gradiente Oeste- Este: Lisboa- Portugal,

Jerez de la Frontera- España, Valencia- España y Niza- Francia. La imposibilidad de obtener datos de observatorios del centro-este de dicha zona concentró los seleccionados en el sector occidental.

-Clima continental: (Dfa, Dfb, según Koppen). El total anual de precipitaciones es menor que en el clima oceánico pero superior al mediterráneo (700-800mm), repartidos de forma bastante regular, aunque predominan los máximos durante los meses de verano. Los observatorios seleccionados fueron: Kiev-Ucrania y Moscú-Rusia. En este caso, considerando como punto de cierre continental el límite natural dibujado por los montes Urales.

En a Figura 1 se muestra su localización. Los detalles de su ubicación y altitud se encuentran recogidos en la Tabla 1. Todos los observatorios presentan una altitud muy reducida con el objeto de eliminar este factor en lo posible.

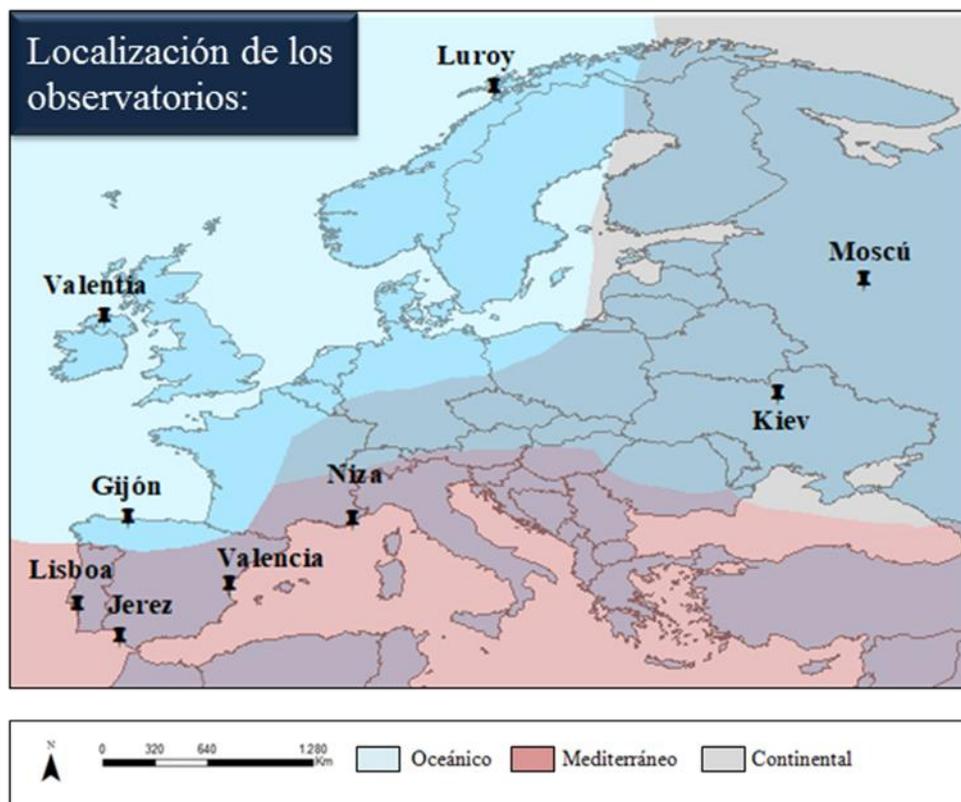


Figura 1: Localización de los observatorios. Fuente: ArcGis.com

2.1.2. Calidad de la información.

El segundo de los criterios que las series de datos debían cumplir fue tener un número mínima de datos perdidos dentro del periodo temporal seleccionado. Con este

fin en cada uno de los observatorios previamente seleccionados se calculó el total de días faltantes sobre el periodo, desechando aquellos en los que se identificó un porcentaje superior al 3,5% de datos perdidos. Como consecuencia de este criterio en varias ocasiones hubo que realizarse descartes de observatorios originalmente seleccionados porque la información de la base de datos no incluye este dato como criterio de búsqueda. Este criterio impidió analizar observatorios del mediterráneo centro-oriental como se ha indicado previamente.

En la Tabla 1 se muestra también, el número de datos perdidos en cada uno de los observatorios seleccionados finalmente y los porcentajes relativo a la serie de datos completa (periodo 1971-2015).

Observatorio	Coordenadas		Altitud	Total de datos	
	Latitud	Longitud		Perdidos	%
Luroy, Noruega	66° 25' 55" N	12° 51' 18" E	20m	23	0,14
Valentia, Irlanda	51° 54' 01" N	10° 21' 02" O	30m	20	0,12
Gijón, España	43° 32' 08" N	05° 39' 45" O	22m	4	0,02
Lisboa, Portugal	38° 43' 00" N	09° 07' 59" O	45m	540	3,29
Jerez, España	36° 41' 11" N	06° 08' 09" O	53m	3	0,02
Valencia, España	39° 28' 11" N	00° 22' 39" O	16m	54	0,33
Niza, Francia	43° 42' 27" N	07° 15' 43" E	26m	0	0,00
Kiev, Ucrania	50° 15' 00" N	30° 30' 00" E	124m	1	0,01
Moscú, Rusia	55° 45' 07" N	37° 36' 56" E	144m	4	0,02

Tabla 1: Coordenadas, altitud y datos nulos o perdidos de las series (1971-2015). Fuente de datos de localización: Google Earth

2.2. Tratamiento de datos

El tratamiento de los datos se ha enfocado a cuantificar el grado de concentración diaria en los valores promedio mensuales y anuales, así como en identificar diferencias entre climas. La información tabulada procede del análisis de las series originales de datos y en su totalidad ha sido elaborada por la autora del presente TFG. El estudio se ha realizado en tres partes:

2.2.1. Descripción general del régimen de precipitación

En cada una de las series, comenzó realizando una distribución de frecuencias de los días con precipitación, para observar su reparto en la escala diaria. A continuación se contabilizó el total de las precipitaciones caídas (mm) y el número de días en que estas se produjeron ($p > 0,1$ mm), valores que permitieron calcular el porcentaje de días lluviosos respecto al total de días con medición y el promedio diario de precipitación de

los días lluviosos en cada mes. Además en cada observatorio se obtuvieron también medidas de variabilidad (desviación en torno a la media de sus valores totales y su coeficiente de variación).

Para poder conocer posteriormente el grado de concentración o dependencia de los totales de las lluvias en cada observatorio, se calculó el régimen mensual de precipitaciones en el periodo y la probabilidad diaria precipitaciones en cada mes (Días con $p > 0,1$ mm /N. total de días).

2.2.2. Estudio de la concentración de las precipitaciones.

En el presente estudio se han considerado precipitaciones voluminosas aquellas que superaron el umbral establecido por el percentil 95 calculado sobre los datos de precipitación diarias ($p > 0,1$ mm) en cada uno de los observatorio.

Partiendo del valor marcado por el percentil 95 en cada observatorio se filtraron los días con precipitaciones en dicho grupo, sumando sus cantidades y estimando el porcentaje que suponen estas precipitaciones respecto a las totales caída en el conjunto de la serie tanto en su total como el valor mensual.

Para profundizar aún más en el estudio de la concentración de las precipitaciones, en una segunda etapa se analizó el efecto de los eventos diarios de precipitación máximos de cada mes sobre el régimen mensual de precipitaciones. Con este fin se filtraron exclusivamente los valores diarios máximos de cada mes (uno por año y mes) sumando sus aportaciones y estimando su valor porcentaje promedio mensual.

2.2.3. Evolución de las precipitaciones extremas (1971-2015)

El análisis del comportamiento en el tiempo de los días de precipitación más cuantiosa ha sido realizado partiendo de los valores del percentil 95 (calculados en el segundo apartado) calculándose la tendencia a escala anual que suponen estas precipitaciones (como porcentaje) respecto a los valores de los totales de precipitación anuales; también se analizó si la tendencia del porcentaje del número de días encontrados en este percentil respecto a los días con precipitación había aumentado o no. El signo de la tendencia y su significación estadística se estimó aplicando la prueba de Mann- Kendall. El software empleado fue el Makesens elaborado por el Servicio Meteorológico de Finlandia.

3. Resultados

3.1. Descripción general del régimen de precipitación

3.1.1. Distribución de frecuencias

La distribución de frecuencias de los días de precipitación efectiva de cada observatorio se realizó con nueve umbrales. A partir del valor de precipitación diaria de aquellos días en que se produjeron lluvias ($p > 0,1\text{mm}$), se contabilizó en cada observatorio el número de días que se encontraban dentro de cada rango. Los resultados en valores absolutos fueron puestos en comparación al número total de días con lluvia del periodo respectivo de cada observatorio para obtener su porcentaje. Este análisis permite ver cuál es el tipo de lluvia predominante a escala diaria. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 2, en ella se han destacado el porcentaje más elevado de cada observatorio.

	Luroy Noruega	Valentia Irlanda	Gijón España	Lisboa Portugal	Jerez España	Valencia España	Niza Francia	Kiev Ucrania	Moscú Rusia
1mm	18	27	31	33	26	40	32	35	37
5mm	24	35	36	29	32	31	28	38	40
10mm	19	19	16	15	16	12	13	14	14
20mm	19	14	12	14	15	9	13	9	7
30mm	9	4	3	5	6	4	6	2	1
40mm	4	1	1	2	3	1	3	1	0
50mm	3	0	0	1	1	1	2	0	0
100mm	3	0	0	1	1	1	2	0	0
>100mm	0	0	0	0	0	0	0	0	0

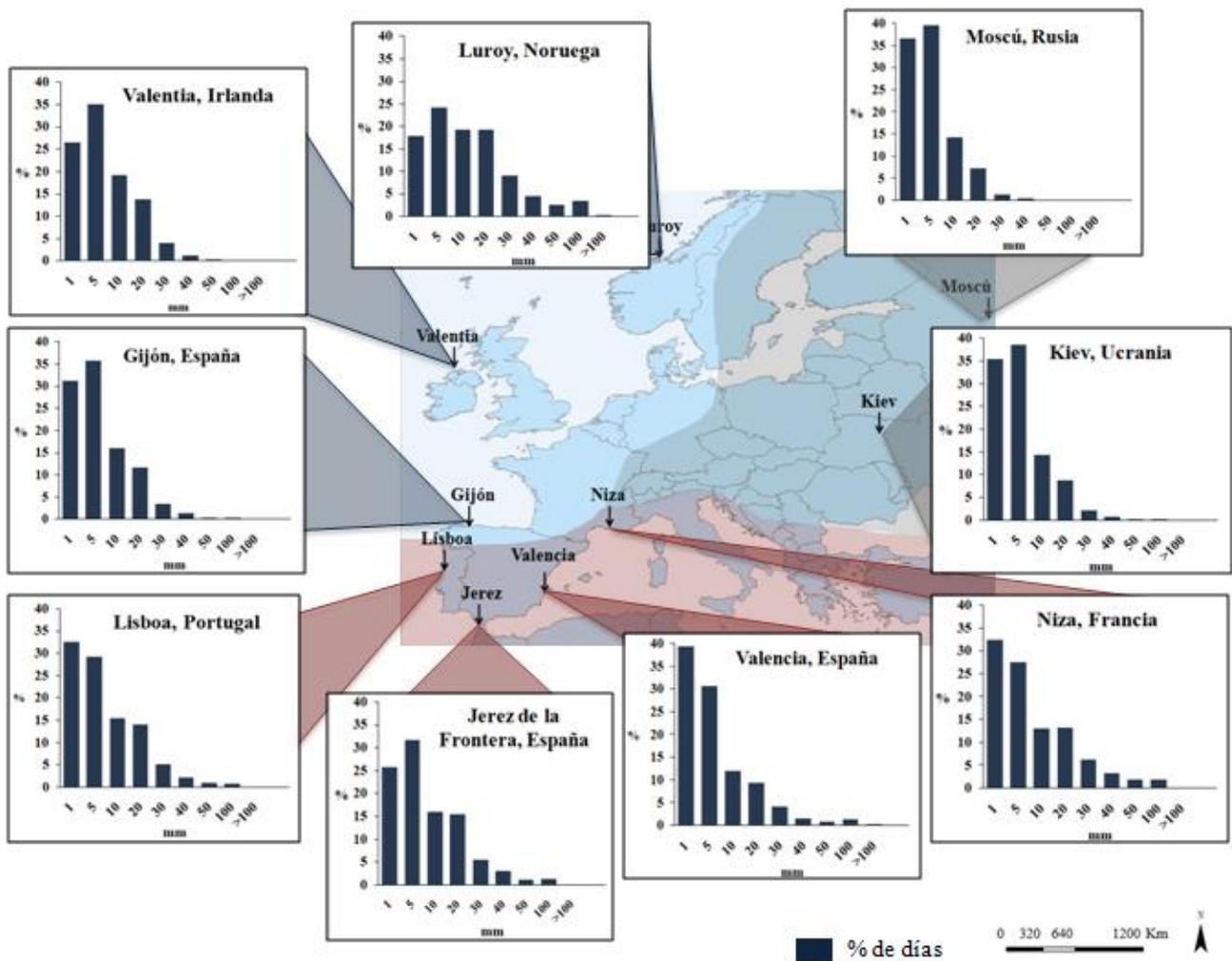
Tabla 2: Distribución de frecuencia en nueve umbrales de precipitación. Datos en porcentaje. En color porcentajes máximos

Como cabía esperar los días con precipitación más abundante pertenecen a los intervalos inferiores de precipitación. En general en todos ellos, aproximadamente un 70% de las precipitaciones corresponden a lluvias con una aportación inferior a los 10 mm diarios.

A excepción del observatorio de Jerez, puede verse un patrón comparativo entre los observatorios representantes de cada uno de los climas. Luroy, Valentia y Gijón, presentan un mayor porcentaje en el segundo rango de mm (5 mm), de la misma manera ocurre en Kiev y Moscú. Por otro lado los representantes del clima mediterráneo, Lisboa, Valencia y Niza, tienen mayores porcentajes en el rango menor, o lo que es lo mismo, en estos lugares proporcionalmente los días de precipitación escasa son más frecuentes. No obstante es destacable que son también los observatorios de este mismo

grupo los que cuentan con representación en el rango de precipitaciones superiores. En los cuatro casos se han registrado días de precipitación comprendidas entre los 51 mm y 100 mm diarios (Lisboa 1%, Jerez 1%, Valencia 1% y Niza 2%). Este rango tan solo ha sido alcanzado por uno más de los observatorios estudiados, Luroy (3%).

Por otro lado, en los observatorios de clima oceánico es elevado el porcentaje de días con precipitaciones entre 10 mm y 20 mm, (lluvias intermedias) con una disminución gradual de norte a sur. Finalmente en los observatorios de interior, tanto en Kiev como en Moscú, el porcentaje de los días con un volumen menor a 5 mm supera el 70%, es decir en ellos predominan eventos de escasa magnitud. Los máximos valores no superan 50 mm.



Eje vertical : porcentaje de número de días comprendido en cada umbral (0-40%)
Eje horizontal: Umbrales de precipitación (mm)

Figura 2: Distribución de frecuencia de porcentaje de días en nueve umbrales de precipitación, en cada uno de los observatorios.

3.1.2. Promedio y totales anuales.

A partir de los valores de precipitación diaria en mm se ha calculado en cada uno de los observatorio, el porcentaje de días con precipitación (Número de días con p. >0,1mm / Total de datos registrados), el volumen total de precipitaciones en mm el promedio anual y la cantidad de precipitación media diaria esperada (total de precipitación en mm / Número de días con p. >0,1 mm), junto a sus medias anuales de variabilidad (desviación en torno a la media de sus valores totales y su coeficiente de variación). Se muestran los resultados en la tabla 3.

	Luroy Noruega	Valentia Irlanda	Gijón España	Lisboa Portugal	Jerez España	Valencia España	Niza Francia	Kiev Ucrania	Moscú Rusia
Total de datos	16403	16405	16421	15885	16422	16371	16425	16424	16422
Días con p. > 0,1m	10957	11629	7663	4700	3160	3172	4029	6575	8224
% de días con precipitación	66,80	70,89	46,67	29,59	19,24	19,38	24,53	40,03	50,08
Totales (mm)	135895	69706	42932	32275	25849	20768	35306	28522	31681
Promedio anual (mm)	3020	1549	954	717	574	462	785	634	704
P. media diaria(mm)	12,4	6,0	5,6	6,9	8,2	6,5	8,8	4,3	3,9
Desviación días con lluvia	16,1	7,5	8,2	9,8	11,4	13,2	13,9	6,4	5,5
CV	13,0	12,6	14,6	14,3	13,9	20,1	15,9	14,9	14,3

Tabla 3: Total de datos, número de días de precipitación, % de días con precipitación, total en mm, promedio anual, precipitación media diaria y medidas de variabilidad. Serie 1971-2015. En color máximos y mínimos

En el apartado 2 del presente trabajo ya se ha destacado la importancia dada a la utilización de series lo más completas posible. Teniendo en cuenta que las series utilizadas corresponden a un periodo de 45 años (1971-2015), una secuencia completa contaría con 16425 datos (se han excluido los 29 de febrero de los años bisiestos). Así en la Tabla 3 se muestran en la primera fila el número total de datos (excluyendo valores nulos y perdidos) con los que se ha trabajado en cada uno de los observatorios, puede observarse como en todos casos estas secuencias estaban completas prácticamente en su totalidad.

El porcentaje de número de días con precipitación presenta valores superiores en aquellos observatorios de clima oceánico (Luroy, Valentia y Gijón), con más del 40% e incluso 50%, o lo que es lo mismo, en más de la mitad de los días del periodo se han registrado precipitaciones independientemente de su volumen. La excepción es Gijón donde el porcentaje encontrado es algo menor, 46,67%. Este porcentaje de días con

precipitación es también notablemente alto en Kiev y Moscú (40,03 % y 50,08 % respectivamente), mientras que baja en todos aquellos observatorios con clima mediterráneo. Los casos más extremos son los de Jerez y Valencia con valor en torno al 19%, y ligeramente más altos en Lisboa y Niza.

El volumen total de las precipitaciones en mm vuelve a tener valores superiores en los observatorios de clima oceánico, destacando Luroy con 135895 mm, cabe mencionar que los valores totales allí hallados son extraordinariamente altos, pudiéndose tratar de un enclave con características singulares.

En dirección norte-sur, podemos observar un importante gradiente de descenso, en el total de precipitaciones (Luroy > Valencia > Gijón), que se acentúa conforme nos acercamos a los observatorios de clima mediterráneo. En los pertenecientes a este clima los volúmenes totales son muy inferiores, siendo Valencia entre todos los estudiados, en el que se aprecia una menor precipitación recibida con un total de 20768 mm (promedio anual 462 mm). Por último los observatorios ubicados en el interior continental, presentan valores totales algo superiores a los de clima mediterráneo, aunque en ningún caso llegan a alcanzarse volúmenes especialmente alto: Kiev 28522mm y Moscú 31681 mm.

Los promedios de precipitación diaria superiores, a excepción de Luroy (12,4 mm/día con lluvia), se han dado en los observatorios de clima mediterráneo, Jerez 8,2 mm/día y Niza 8,8 mm/día, lugares donde, pese a contabilizarse volúmenes de precipitación no muy cuantiosos, los eventos en que estas tienen lugar son tan escasos que hacen que su promedio sea superior. Cabe recordar que anteriormente se había observado en estos observatorios el predominio en su distribución de frecuencias de los días de precipitaciones muy escasas aunque con presencia de eventos muy superiores en los intervalos más altos de la distribución. La situación contraria se observa en Kiev o Moscú (4,3 y 3,9 mm/día con lluvia), donde el número total de días con precipitación >0,1 mm es alto, pero no lo es tanto el volumen total de estas en mm.

Finalmente, las mediadas de variabilidad que muestran las mayores diferencias dentro de las cantidades de precipitación diaria medidas tienen lugar en torno a la cuenca del mediterráneo; destaca el observatorio de Valencia, con una desviación media de 13,2 mm y un coeficiente de variación de 20,1 %. Cabe mencionar respecto a este primer estadístico que el resultado superior se ha dado en Luroy (desviación media 16,1 mm), aunque presenta el menor coeficiente de variación de todo el observatorio

estudiados (13%) como consecuencia de una mayor frecuencia de días de precipitación y sus cantidades más regulares

3.1.3. Régimen anual de precipitaciones

En la Tabla 4 se muestra los regímenes mensuales (promedio) de precipitación de cada uno de los observatorios.

	E	F	Ma	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	Di
Luroy, Noruega	265,3	222,5	222,7	198,7	185,0	178,3	203,3	246,9	349,6	363,1	276,3	308,2
Valentia, Irlanda	178,4	128,9	120,9	88,2	93,7	91,9	97,8	112,8	122,9	170,5	172,4	170,7
Gijón, España	99,2	86,1	77,6	88,5	72,1	49,6	41,6	51,6	63,7	99,5	121,6	103,0
Lisboa, Portugal	98,4	81,6	59,3	63,1	47,3	14,6	4,5	7,2	28,0	92,4	108,8	112,1
Jerez, España	81,2	60,7	47,0	51,8	33,0	11,3	1,5	4,8	27,9	71,4	87,0	96,9
Valencia, España	33,8	32,6	39,3	38,1	39,3	24,6	9,1	17,9	60,4	71,4	48,7	46,4
Niza, Francia	84,9	59,6	59,4	65,0	48,0	35,7	15,2	22,0	69,9	126,3	109,9	88,8
Kiev, Ucrania	38,8	38,1	39,1	46,0	56,0	87,0	78,0	59,7	58,8	38,7	48,3	45,3
Moscú, Rusia	47,9	38,5	34,7	38,1	55,7	77,6	86,0	78,4	67,8	67,8	58,0	53,5

Tabla 4: Promedio de total mensual de precipitaciones. Serie 1971-2015. Datos en mm. En color máximos y mínimos mensuales.

Los observatorios representativos de un tipo de clima oceánico, Luroy, Valentia y Gijón, presentan precipitaciones cuantiosas a lo largo de todo el año especialmente Luroy y Valentia en los que la suma total anual alcanza los 3020 mm y 1549 mm respectivamente, algo menos cuantiosas son en el caso de Gijón, con un total anual de 954 mm (datos en tabla 3). Respecto al reparto mensual, se aprecian en los tres observatorios valores menores durante los meses estivales, de cualquier manera nunca llega a darse ningún mes calificable como seco. En cuanto a sus máximos pluviométricos tienden a encontrarse en los meses de invierno. Valentia, supera los 170mm durante los meses de noviembre, diciembre y enero y Gijón supera los 100mm durante noviembre y diciembre. Se puede apreciar como excepción el caso de Luroy donde los mayores volúmenes de precipitación han tenido lugar en los meses de septiembre y octubre (350 mm y 363 mm).

Por otro lado, en aquellos observatorios pertenecientes al clima mediterráneo, Lisboa, Jerez de la Frontera, Valencia y Niza, el promedio anual de precipitaciones es mucho menor a los anteriormente mencionados (Lisboa 717 mm, Jerez 574 mm, Valencia 462 mm y Niza 785 mm). Su reparto anual es muy variable a lo largo de los meses. Se produce un acusado descenso durante el verano, con valores extremadamente

bajos en julio y agosto (caso extremo de Jerez con 1 mm en el mes de Julio y 5mm en Agosto). Este descenso es contrarrestado durante los meses otoñales, donde las precipitaciones son especialmente cuantiosas (Niza, 126 mm durante el mes de octubre) para volver a descender durante el invierno.

Finalmente, en los situados en el interior continental, Kiev y Moscú, el total anual en estos observatorios, es de 634 mm en Kiev y 704 mm en Moscú. Su distribución anual es mucho más regular que en el caso de los observatorios de clima mediterráneo. Los máximos mensuales se dan durante los meses de verano (Kiev, 87 mm en el mes de julio. Moscú 86 mm en el mes de agosto) y valores inferiores durante el invierno aunque nunca llegando a ser especialmente bajos (siempre por encima de los 30 mm mensuales).

Se representan en la Figura 3 la distribución anual de precipitaciones de tres observatorios, Gijón, Lisboa y Kiev, representando cada uno de ellos a uno de los climas descritos.

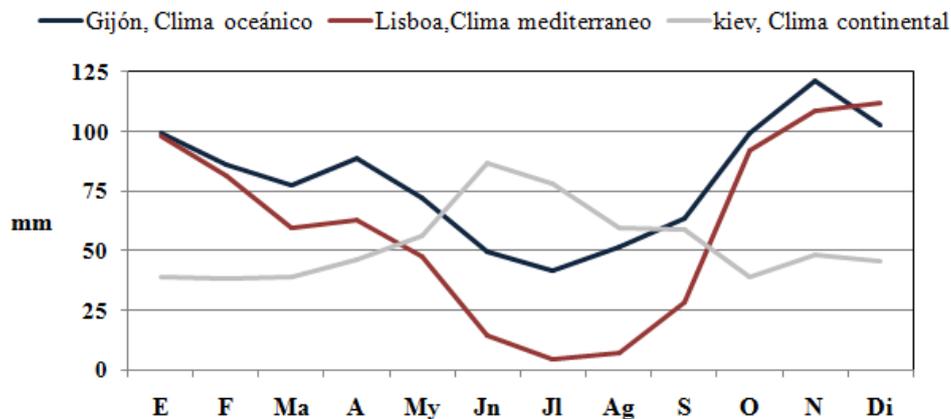


Figura 3: Distribución anual total promedio mensual de precipitación: Gijón, Lisboa y Kiev. Datos en mm.

Las precipitaciones mensuales comentadas se producen en eventos de diferente ocurrencia mensual. En La Tabla 5 se muestra el calendario mensual de probabilidad de precipitaciones en cada uno de los observatorios estudiados. Una mayor probabilidad indicara un mayor número de días lluviosos en el mes en cuestión dentro del periodo analizado.

	E	F	Ma	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	Di
Luroy, Noruega	66,2	66,4	59,9	59,0	58,9	64,1	69,3	72,2	76,4	71,4	66,2	70,5
Valentia, Irlanda	80,3	75,6	70,5	60,7	62,9	62,9	66,2	68,0	68,0	74,7	80,8	79,1
Gijón, España	54,3	53,2	47,6	53,3	50,7	36,9	32,0	36,4	38,4	49,5	55,5	52,6
Lisboa, Portugal	40,2	41,3	32,5	36,7	27,0	13,7	5,4	7,3	18,8	34,6	38,4	43,2
Jerez, España	30,8	30,0	24,7	25,3	15,8	6,8	1,3	2,5	9,9	25,0	26,6	32,8
Valencia, España	19,1	20,4	19,5	24,5	24,8	15,5	7,9	11,8	21,1	23,5	21,4	22,4
Niza, Francia	27,1	26,3	25,6	32,8	26,7	20,5	10,9	15,3	23,0	30,7	30,4	25,5
Kiev, Ucrania	50,3	46,5	38,8	36,7	37,1	43,2	39,9	29,9	34,8	32,3	43,4	47,9
Moscú, Rusia	64,6	56,5	44,5	40,3	41,6	47,3	42,5	44,1	46,2	49,7	58,1	65,7

Tabla 5: Probabilidad de precipitación mensual. Datos en porcentaje. En color máximos y mínimos mensuales.

Los resultados indican marcadas diferencias tanto entre los observatorios pertenecientes a las distintas áreas climáticas analizadas, como en cómputo mensual de cada caso particular.

Dentro de los observatorios representativos del tipo de clima oceánico, Luroy y Valentia muestran unos altos valores porcentuales a lo largo de todo el año (superan siempre el 55% de los días), siendo sensiblemente menores durante la primavera concretamente en el mes de abril (Luroy, 59% y Valentia 60,7%), con valores algo inferiores en los meses de verano. En Gijón, el observatorio situado más al sur dentro de los de tipo de clima oceánico, sus valores porcentuales son inferiores a los dos anteriores, aunque siempre por encima del 30%. Durante los meses de invierno estos llegan a aproximarse a los de Lisboa (clima mediterráneo), no obstante el descenso en los porcentajes de verano no llega a ser tan acusado.

En los observatorios de clima mediterránea la probabilidad de que llueva es menor en todos los meses que en los observatorios oceánicos. Los porcentajes más extremos se dan en Valencia donde nunca llega a alcanzarse el 25% (Mayo, mes con porcentaje mayor: 24,8%). Todos ellos experimentan un importante descenso durante los meses de verano (Jerez, 1,3 % y 2,5 % durante los meses de julio y agosto respectivamente). Pese a darse un ligero repunte en el porcentaje de días correspondiente a los meses de octubre y noviembre, este no es tan acusado como el anteriormente observado al analizar los totales de precipitación mensuales, sugiriendo que porcentajes de días con precipitación más bajos generadores de precipitación mensual porcentual más alta deben relacionarse con sucesos de cantidades elevadas.

Por último, en los observatorios localizados en el interior continental, de manera general, presentan porcentajes superiores a los observatorios representantes del clima

mediterráneos, aunque no llegan a alcanzar a los de clima oceánico. A excepción del mes de agosto en Kiev, todos los meses en ambos observatorio superan el 30 %. Los porcentaje inferiores se dan durante la primavera, en abril (Kiev 36,7 % y Moscú 40,3 %) y el final del verano en agosto (Kiev 29,9 % y Moscú 44,1 %). Pese a que durante esta estación no son especialmente bajos, cabe recordar que el régimen de precipitaciones antes descrito para este tipo de clima, situaba a estos meses como aquellos en que las precipitaciones eran más cuantiosas, lo cual sugiere que los volúmenes diarios de las precipitaciones serán mayores durante este periodo del año. La valoración conjunta de los resultados de promedios mensuales y probabilidad de precipitación, permite analizar en grandes rasgos, cual puede ser el volumen de las precipitaciones esperables.

Se representa a continuación ambos resultados (totales ménsulas promedio de precipitación en milímetros y probabilidad de precipitación mensual en %) en tres de los observatorios estudiados: Gijón, clima oceánico, Jerez, clima mediterráneo y Kiev, clima continental.

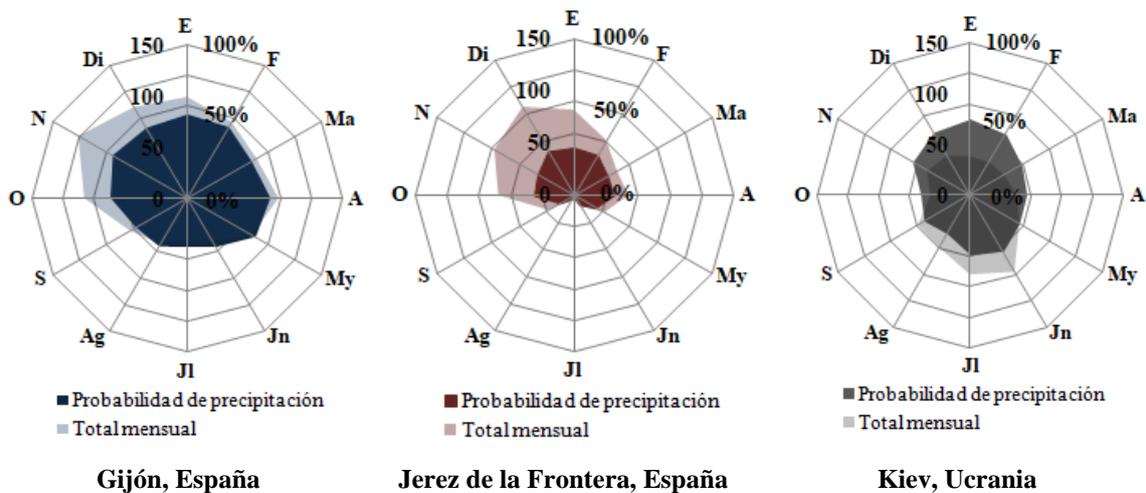


Figura 4: Totales promedio mensuales y probabilidad mensual de precipitación. : Gijón, Jerez de la Frontera y Kiev. Datos en mm y porcentaje.

En Gijón, representante del clima oceánico, tanto los totales mensuales como la probabilidad de que llueva son elevados en todos los meses, con una buena coincidencia entre los porcentajes de días de precipitación y precipitación producida sobre los totales mensuales, de tal manera que no son especialmente esperables precipitaciones de tipo torrencial. Se observa una mayor disimetría entre las variables durante los meses de

otoño, especialmente noviembre, por lo que indica que se darán precipitaciones de mayor volumen durante este periodo.

El observatorio de Jerez, representante del clima mediterráneo, destaca tanto por su escasez de precipitaciones, con marcados mínimos en verano, como por su irregular distribución anual. Este aspecto puede ser de importante preocupación durante los meses de otoño (octubre, noviembre y diciembre) donde se observa cómo, manteniéndose bajo la probabilidad de los días de precipitación, aumenta en gran medida el del total mensual de mm cuantificados, o lo que es lo mismo, unos volúmenes promedio de precipitaciones elevados que tendrá lugar en un reducido número de eventos.

Para finalizar en Kiev, representante de los climas de interior, los meses de invierno se caracterizan por la presencia de eventos numerosos pero de escaso volumen (alta probabilidad de precipitación pero reducido total en mm), debido a las bajas temperaturas que impiden unos altos niveles de evaporación y contenido de humedad. Así serán esperables durante estos meses precipitaciones en forma de nieve. Sucede lo contrario en los meses de verano, donde la concentración de las lluvias en un reducido número de días es mayor, lo que sugiere la presencia de eventos torrenciales ligados a procesos convectivos por el aumento de temperaturas, y caracterizados por su gran aporte de lluvia en un breve periodo temporal, muy frecuentes en las zonas templadas durante los meses de verano.

Como conclusión a este primer apartado del presente estudio podemos indicar que los regímenes de precipitación de cada uno de los climas estudiados son marcadamente diferentes, tanto en sus aportes totales, como en su distribución a lo largo del año. Característica común a todos ellos es que el tipo de precipitación diaria predominante son las muy poco voluminosas, no obstante, precisando más, se han observado diferencias en cuanto a aquellas más voluminosas entre los diferentes climas ocurriendo las más cuantiosas en observatorios de clima mediterráneo. Como era de esperar, los totales registrados son más abundantes en los observatorios de clima oceánico, dentro de los cuales se ha observado una progresiva disminución de Norte a Sur. Los menores valores se encontraron en los observatorios representantes del clima mediterráneo. Sucede lo contrario en cuanto al promedio diario de precipitaciones, en este caso, los resultados situaron los valores más altos en los observatorios de este tipo de clima. Las medidas de variabilidad confirmaron finalmente que los observatorios

pertenecientes al clima mediterráneo son aquellos que presentaban mayores diferencias en la distribución diaria de sus precipitaciones.

Los resultados del estudio del régimen anual de precipitaciones vuelven a indicar que el clima mediterráneo es el más irregular en cuanto a su distribución mensual. Los volúmenes totales mensuales son muy variables, llegando a alcanzarse meses en los que tan apenas se producen en promedio precipitaciones. Lo mismo sucede en cuanto a su probabilidad de precipitación, aunque sin lugar a duda el aspecto más destacable en este tipo de clima es la diferencia entre ambos porcentajes durante los meses de otoño, periodo en el que muy frecuentemente tienen lugar lluvias torrenciales asociadas a DANAS (depresión aislada en niveles altos), lo que comúnmente se conoce como gota fría.

3.2. Estudio de la concentración de las precipitaciones.

3.2.1. Análisis de precipitaciones de rango superior: escala anual

El análisis que a continuación se presenta parte del valor de precipitación extrema definido por el valor del percentil 95 en cada uno de los observatorios de los días con precipitación. Como se ha indicado, en la serie de datos diaria original se ha contabilizado el número de días con precipitaciones que superaron el valor del percentil así como la suma total que estos eventos suponen en mm. En función de este segundo valor, se calculó que porcentaje en el total de mm caídos suponen este tipo de precipitaciones más voluminosas, y respecto al total de cada mes el porcentaje de días en dicho percentil. Los resultados de este análisis se muestran en la Tabla 6

	Luroy Noruega	Valentia Irlanda	Gijón España	Lisboa Portugal	Jerez España	Valencia España	Niza Francia	Kiev Ucrania	Moscú Rusia
Valor Percentil 95 (mm)	44,52	21,1	21	26,3	31,3	27	36,56	16,1	14
Días en Percentil 95	548	579	383	234	157	158	202	327	409
Suma pp en percentil (mm)	35275	17184	12269	9059	7130	8089	10932	8423	9027
% de PP en p95	25,96	24,65	28,58	28,07	27,58	38,95	30,96	29,53	28,49

Tabla 6: Valor de percentil 95, número de día, total de mm dentro de percentil, y % representación en su total. Datos en mm y porcentaje. En color máximos y mínimos mensuales. Los días que superan el percentil indicado se calculan sobre el total de días con precipitación, no sobre el total del periodo. En color máximos y mínimos.

Los valores del percentil 95 de cada uno de los observatorios presentan notables diferencias (se recuerda que el percentil se ha calculado sobre los días con precipitación,

no sobre el total de días con registro). Excluyendo el caso de Luroy, nuevamente por su anomalía como ya se ha mencionado en el apartado anterior, se observa que los valores superiores se corresponden con los observatorios pertenecientes al clima mediterráneo, (Niza 36,56 mm), algo inferiores son para los de climas oceánico (Valentia 22,1 mm y Gijón 21 mm), siendo menores los pertenecientes a los observatorio de interior continental (Moscú 14 mm, Kiev 16 mm).

Sin embargo el número de días que superan el percentil 95 es más elevado en los observatorios representativos de climas oceánico y continental, especialmente Luroy, Valentia, y Moscú. Muy inferiores son los encontrados en toda la cuenca mediterránea, donde en ninguno de los casos se han llegado a alcanzar los 250 días dentro del periodo analizado, lo que se puede relacionar con el menor número de días de precipitación.

La suma total de mm caídos comprendidos en el percentil 95, vuelve a presentar valores superiores en los observatorios de clima oceánico destacando Luroy con 35275 mm y Valentía con 17184 mm. No obstante, el porcentaje que estos valores representan respecto a total del mm caídos en el periodos es inferior en estos lugares (Luroy 25,9%, y Valentia 24,6%). El caso contrario se encuentra en los observatorio pertenecientes al clima Mediterráneo, mientras que el total de precipitación absoluta caída en estos eventos en mm es bajo (Jerez 7130 mm, Valencia 8089 mm) su representación porcentual en el total es mayor, destacando el observatorio de Valencia donde el aporte de estas precipitaciones de gran volumen ha supuesto el 38,9 %.

Como conclusión, pese a que el total tanto en mm como en el número de días de ocurrencia de precipitaciones comprendidas en el percentil 95 es superior en los observatorios de clima oceánico, el porcentaje de contribución que estas representan en el total de precipitaciones es notablemente superior en los de clima mediterráneo, llegándose incluso a alcanzar valores cercanos al 40 % como ocurre en el caso Valencia. En consecuencia, los resultados sugieren que la dependencia de su régimen de precipitaciones de aquellas precipitaciones más voluminosas es superior a las de los restantes climas analizados. Por otro lado, el bajo número de días en que estas tienen lugar apunta a que el total registrado en cada evento podrá ser especialmente cuantioso. Finalmente, en cuanto a los observatorios de clima continental, el valor marcado por el percentil 95 es bajo en comparación al resto de observatorios y climas estudiados, por lo que en muy contadas ocasiones parece que se pueda llegar a alcanzar volúmenes de precipitación especialmente cuantiosas, no obstante el porcentaje que estas lluvias suponen en el total ronda en los dos casos estudiados el 20%.

3.2.2. Análisis de precipitaciones de rango superior: escala mensual

Con la finalidad de estudiar el efecto mensual de los eventos del percentil 95, los aportes mensuales han sido convertidos a partir de su suma, en porcentajes sobre el valor mensual así como se ha contabilizado en cada mes el número de días en dicho percentil. Los resultados globales se muestran en la Tabla 7.

	E	F	Ma	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	Di
Luroy, Noruega	26,8	18,0	23,7	19,1	23,3	27,4	21,7	27,7	31,6	34,1	21,7	26,9
Valentia, Irlanda	26,8	18,8	16,1	15,7	18,7	25,9	21,9	27,1	32,0	30,7	27,9	25,5
Gijón, España	24,3	20,8	15,8	21,7	24,8	32,6	26,8	33,7	38,3	38,6	33,2	32,5
Lisboa, Portugal	24,3	22,0	15,7	19,9	23,8	9,2	16,8	18,4	20,2	38,9	43,9	29,9
Jerez, España	26,7	18,9	12,8	17,5	19,7	9,2	0,0	59,2	36,4	28,2	39,7	36,2
Valencia, España	36,9	34,4	35,1	20,0	25,0	39,4	36,4	21,6	52,4	52,9	44,9	36,0
Niza, Francia	24,8	15,6	20,1	10,1	20,8	32,5	5,5	7,5	45,1	48,6	35,7	42,7
Kiev, Ucrania	15,1	14,4	11,6	23,0	33,8	37,1	39,5	45,2	38,8	20,0	24,0	21,1
Moscú, Rusia	0,7	3,6	7,4	14,9	32,9	39,7	54,6	46,0	36,1	32,0	16,3	5,4

Tabla 7: Porcentaje de mm de precipitación representado por las precipitaciones superiores al percentil 95. En color máximos y mínimos mensuales

En general, en cualquiera de las situaciones analizadas la proporción de precipitación producida en los eventos máximos es elevada (>10%, con la excepción de los meses de invierno en Moscú), pero existen diferencias y variaciones entre climas.

En los observatorios de clima oceánico, el porcentaje de contribución mensuales más constante a lo largo del año en comparación a los situados en los otros dos tipos de clima, nunca llegan a superar el 40% del total mensual, oscilan entre el 15% y 40% de la precipitación mensual y tienden a disminuir durante la primavera y el verano.

Por otro lado, en los observatorios representativos del clima mediterráneo el porcentaje de precipitaciones producidas en los eventos que superan el umbral del percentil 95 es muy variable entre meses. Tanto Lisboa como Jerez presenta valores extremadamente bajos durante los meses de verano, especialmente este segundo, donde durante el mes de Julio no se dio ni un solo evento de este tipo (Julio 0,0%), mientras que el porcentaje en el mes siguiente supera el 50% (Agosto, 59,2%), o lo que es lo mismo, más de la mitad de los mm caídos durante el mes de Agosto en Jerez durante el periodo analizado, han correspondido a precipitaciones de gran volumen incluidas en el percentil 95. Aunque algo menos extrema, se repite la situación similar en Valencia y Niza.

Finalmente, en los observatorios localizados en el interior continental, el porcentaje de precipitación aportado en eventos que superan el umbral del percentil 95, es muy bajo durante el invierno (Kiev 15,1% Moscú 0,7% en el mes de enero), pero alto en el verano, vuelve a destacar Moscú donde estos eventos suponen el 54,6% durante el mes de agosto.

Siguiendo el mismo procedimiento que en el caso anterior, se ha calculado el porcentaje de días que se produjeron lluvias que superaron el umbral del percentil 95 respecto al total de días con precipitación (Tabla 8).

	E	F	Ma	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	Di
Luroy, Noruega	5,1	3,2	4,4	3,6	3,8	3,9	3,1	4,7	7,7	8,5	4,9	5,9
Valentia, Irlanda	6,7	3,9	3,0	2,7	3,3	4,2	3,5	5,1	6,0	7,4	6,2	6,3
Gijón, España	4,9	4,3	3,0	3,9	3,8	4,2	3,6	3,9	5,4	7,4	7,3	6,9
Lisboa, Portugal	5,5	4,2	2,4	3,2	3,7	1,1	1,3	1,9	2,3	7,4	9,8	6,5
Jerez, España	5,1	2,6	2,0	2,9	3,6	1,1	0,0	5,7	6,7	5,2	9,5	7,9
Valencia, España	4,9	4,3	4,8	2,1	3,2	3,3	3,6	2,4	9,5	7,3	7,6	4,8
Niza, Francia	5,0	2,4	3,1	1,6	2,7	4,0	0,7	0,9	8,0	10,0	8,0	9,0
Kiev, Ucrania	1,7	2,0	1,3	4,0	6,0	9,6	9,3	10,6	8,3	3,1	3,8	2,7
Moscú, Rusia	0,1	0,6	1,1	2,8	7,2	9,2	14,0	11,1	8,3	6,8	2,9	0,9

Tabla 8: Porcentaje de número de días en que se dieron precipitaciones superiores al percentil 95. Datos en porcentaje. En color máximos y mínimos.

En los observatorios representativos del tipo de clima oceánico el porcentaje de días incluidos en el percentil 95 mensualmente no es alto y en ningún caso por encima del 9%, con los valores más bajos durante el verano y la primavera (Luroy, 3,1% en el mes de Julio; Valentia, 2,7% en el mes de abril). En general, la mayor ocurrencia de estas precipitaciones en los tres casos se da en el mes de octubre (Luroy 8,5%, Valentia 7,4 %, Gijón 7,4%).

En los observatorios de clima mediterráneo los porcentajes mensuales de eventos incluidos en el percentil 95 son inferiores a los anteriores, con meses en los que nunca se ha llegado a superar (Jerez de la Frontera mes de Julio, 0%, Niza en el mismo mes 0,7 %). La excepción se da en los meses otoñales que presentan los valores más elevados, por tanto será más probable encontrarlos durante esta estación un mayor número de lluvias de gran volumen.

Finalmente, en los observatorios representativo de climas de interior, los resultados muestran que raramente se dan días con precipitaciones que superen el umbral del percentil 95 durante los meses de invierno (Kiev 1,7 % y 2 %, Moscú 0,1 %

y 0,6% durante enero y febrero respectivamente). En cambio elevados estos observatorios muestran porcentajes en los meses de verano siempre superiores al 9% en el caso de Kiev, y mayores incluso en Moscú, donde se alcanza el 14% durante el mes de Julio.

Poniendo en relación los resultados del análisis mensual (Tablas 7 y 8), y los obtenidos en el estudio general de la series (Tabla 6), se observa que en los observatorios representativos del clima oceánico el volumen total en mm de estas precipitaciones más voluminosas alcanza valores marcadamente altos, aunque no lo es tanto el porcentaje que estas representan en el total. En cuanto al reparto mensual, los resultados muestran porcentajes más altos de contribución durante los meses de septiembre y octubre, periodo en que también es superior el porcentaje de número de días en que estas tiene lugar por lo que el aumento de su frecuencia no debe ir parejo al de su intensidad diaria.

En los observatorios de clima mediterráneo la suma de los totales de precipitaciones comprendidas dentro del percentil 95 no es tan elevada, pero en cambio sí lo es su porcentaje de contribución respecto al total de los milímetros caídos. En cuanto a la distribución anual de estas, los resultados muestran marcadas diferencias intermensuales, tanto en el porcentaje de mm como en el número de días. Cabe en este caso destacar dos aspectos, en primer lugar, se muestran durante los meses de verano porcentajes muy bajos, llegándose a alcanzar el 0% (Jerez, mes de Julio) en ambas variables, por lo que tan apenas son esperables precipitaciones especialmente voluminosas, lo que concuerda con la estación seca característica de estos climas. En segundo lugar, durante el final del verano y el periodo otoñal el aumento del porcentaje de contribución de milímetros mensuales es paralelo al del número de días aunque no de forma tan marcada, por lo que cabe esperar que en los observatorios de este tipo de clima se den precipitaciones especialmente voluminosas durante estos meses.

Por último en los observatorios de tipo de clima continental los volúmenes totales en mm de la precipitaciones comprendidas dentro del percentil 95 son similares a los medidos en los observatorios de clima mediterráneo, aunque el número de días en que estas se reparten es mayor, por lo que los mm totales precipitados que cabe esperar en cada uno de estos eventos será inferior y en consecuencia también su intensidad diaria. Respecto a su reparto anual, destacan los altos porcentajes que estas suponen en el tanto en mm como en número de días durante los meses de verano, (Moscú 54,6 %

del total de mm y 14 % en el número de días durante el mes de Julio), en contraposición de sus bajos porcentajes en los mese de invierno en ambas variables.

3.2.2.1. Relación en el porcentaje de días y mm.

En la Figura 5 se muestra gráficamente la relación entre el porcentaje de días y el porcentaje de precipitación sobre los totales mensuales en los diferentes observatorios analizados. En el eje vertical izquierdo (con escala de 0-60%) se representan los porcentajes del total de mm, en el derecho (con escala de 0- 15 %) los de el número de días.

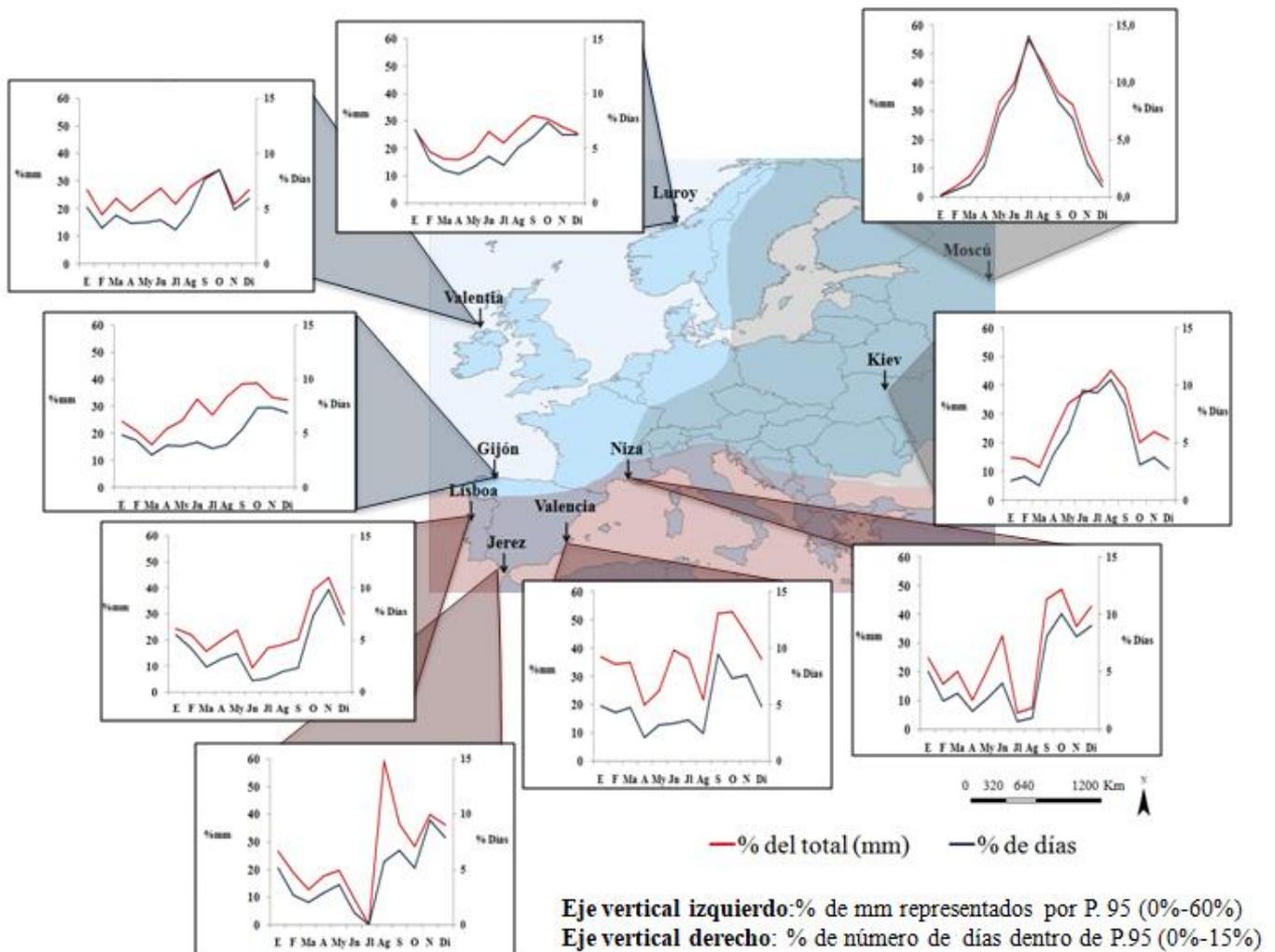


Figura 5: Porcentaje de volumen de precipitaciones correspondientes al percentil 95 y porcentaje de días con $p > 0,01$ mm en que se supero el valor del percentil. Datos en %.

De manera general, se observan buenas coincidencias entre el porcentaje de días y el de mm, especialmente en los observatorios característicos del clima oceánico como los continentales.

Es los tres pertenecientes a al primer tipo de clima (Luroy, Valentia y Gijón) los porcentajes son más constantes a lo largo del año y siempre con valores en torno al 20 % de milímetros totales y entre el 5 % y el 10% de los días, por lo que son esperables precipitaciones de importante volumen durante todo el año, y tiende a acentuarse durante el otoño la probabilidad de su ocurrencia. Por otro lado, cabrá esperar durante los meses de verano que el volumen aportado en estas sea algo superior y en consecuencia aumente la concentración diaria, hecho que se aprecia en las gráficas de los tres observatorios al separarse las líneas que representan ambas variables más en estos meses que en el resto.

En los observatorios pertenecientes al tipo de clima mediterráneo se observan fuertes variaciones a lo largo de los meses tanto en el porcentaje de mm como en el número de días que representan los eventos del percentil 95. A excepción de Valencia, en todos ellos los porcentajes observados son bajos en los meses de verano, especialmente el junio y julio, cuando en raras ocasiones se han dado precipitaciones voluminosas en del periodo analizado en estos meses. Por otro lado, en todos ellos es apreciable el importante ascenso porcentual de los meses de otoño, donde hay que destacar dos casos en concreto: Jerez y Valencia en los que se puede apreciar que en esta época el aumento del porcentaje de precipitación y el de días no ascienden de la misma manera como ya se había apuntado anteriormente. El ascenso es mucho más marcado en el porcentaje de contribución de milímetros mensuales. Esto se aprecia en la grafica correspondiente al observatorio de Jerez, donde se muestra cómo durante el mes de agosto las líneas que se encuentran representado cada una de las variables tienden a separarse drásticamente. A vista de estos resultados, cabe esperar que tengan gran presencia durante el otoño precipitaciones de carácter torrencial.

Finalmente en los observatorios situados en el interior continental, la evolución mensual muestra grandes variaciones entre meses fríos y cálidos e indica que tanto el porcentaje de precipitación como el de eventos incluidos en este grupo de precipitaciones superiores tienen los valores más altos durante los meses de verano y son prácticamente inexistentes en invierno. En este caso las líneas que representan cada una de las variables, en sus gráficas correspondientes, muestran coincidencias muy claras, por lo que pese a darse un claro aumento de la presencia de precipitaciones especialmente voluminosas durante los meses cálidos, estas se encontraran repartidas en un alto número de días. Los resultados reflejan que durante estos meses, se dará un aumento de la frecuencia de estos eventos, no un incremento de su volumen.

3.2.3. Efecto del máximo absoluto en el total mensual

Para profundizar en el estudio de la concentración o dependencia del régimen de precipitaciones se realizó una segunda aproximación. Con este fin, se ha analizado el efecto del evento máximo mensual independientemente de su clasificación en la secuencia de percentiles. Para ello en cada mes y año se extrajo su máximo mensual. Sumados a lo largo de la serie de años las cantidades se calculó el porcentaje que representaba sobre el total de la precipitación mensual del periodo. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 9.

	E	F	Ma	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	Di
Luroy, Noruega	20,5	21,0	23,1	21,9	24,8	24,5	22,4	20,2	18,1	18,3	18,4	19,2
Valentia, Irlanda	16,3	18,6	19,2	22,9	20,8	26,0	23,3	21,2	21,8	17,7	17,9	16,1
Gijón, España	23,4	22,9	24,9	25,1	27,6	36,5	41,4	35,1	42,0	28,0	24,5	25,3
Lisboa, Portugal	25,6	26,1	32,8	32,9	38,3	52,9	83,8	65,6	48,5	31,5	31,1	22,9
Jerez, España	30,7	36,4	37,6	37,4	45,4	64,6	99,1	91,5	64,4	37,8	33,6	28,0
Valencia, España	48,2	55,7	48,7	44,4	45,5	64,8	77,9	62,6	54,8	46,8	47,4	45,1
Niza, Francia	33,8	38,2	38,9	32,9	42,0	53,3	60,6	63,1	46,2	37,8	32,6	41,7
Kiev, Ucrania	29,0	29,2	31,0	30,8	34,5	27,9	31,7	38,3	32,5	33,8	31,8	29,3
Moscú, Rusia	18,5	21,7	25,7	29,6	28,5	30,0	31,3	30,2	27,6	26,6	23,4	19,5

Tabla 9: Porcentaje de representación del máximo mensual. Datos en porcentaje. En color máximos y mínimos mensuales.

Con carácter general el porcentaje promedio de la precipitación del máximo mensual en los observatorios representativos de un clima oceánico es muy constante a lo largo de todo el año, oscilando, en el caso de Luroy entre el 24,8% de mayo y el 18,1 % de septiembre, o en Valentia entre el 26% de junio y el 16,1 % de diciembre. Mayor peso llega a tener en Gijón donde llega a suponer el 42 % del total durante el mes de septiembre.

Situación muy diferente es la que encontramos en los observatorios de clima mediterráneo, donde el valor porcentual de este máximo absoluto se encuentra siempre por encima del 25 %. Tiene especial relevancia durante los meses de verano llegando a alcanzar en algunas ocasiones prácticamente la totalidad de las precipitaciones caídas ese mes (Jerez 99,1% en el mes de julio). Destaca el caso de Valencia, donde el porcentaje de este valor máximo en ningún mes baja del 40 %.

Por último, en los observatorios de interior el porcentaje promedio del máximo mensual se asemeja más a los de clima oceánico, con máximos en verano superiores y menores variaciones entre meses.

Cabe recordar que los datos descritos son los correspondientes al porcentaje del promedio de los máximos respecto a su total mensual, por lo que en muchos casos los altos valores porcentuales no se corresponden a precipitaciones especialmente cuantiosas, sino que estos pueden deberse a valores bajos en el total mensual, para aclarar esta cuestión se añade a continuación el valor promedio de los máximos mensuales que han permitido el cálculo anterior (Tabla 10), no obstante, su aporte porcentual se ha calculado sobre los datos brutos de cada mes y año.

	E	F	Ma	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	Di
Luroy, Noruega	54,3	46,7	51,5	43,5	45,9	43,6	45,5	50,0	63,2	66,3	50,8	59,1
Valentia, Irlanda	29,0	24,0	23,2	20,2	19,5	23,9	22,8	23,9	26,8	30,2	30,9	27,5
Gijón, España	23,2	19,7	19,3	22,2	19,9	18,1	17,2	18,1	26,7	27,9	29,8	26,1
Lisboa, Portugal	25,2	21,3	19,5	20,8	18,1	7,7	3,8	4,7	13,6	29,1	33,9	25,7
Jerez, España	25,0	22,1	17,7	19,4	15,0	7,3	1,4	4,4	17,9	27,0	29,2	27,2
Valencia, España	16,3	18,2	19,1	16,9	17,9	15,9	7,1	11,2	33,1	33,4	23,1	20,9
Niza, Francia	28,7	22,8	23,1	21,4	20,2	19,0	9,2	13,9	32,3	47,7	35,8	37,0
Kiev, Ucrania	11,3	11,1	12,1	14,2	19,3	24,3	24,7	22,9	19,1	13,1	15,4	13,3
Moscú, Rusia	8,9	8,4	8,9	11,3	15,8	23,3	26,9	23,7	18,8	18,0	13,6	10,4

Tabla 10: Promedio de precipitaciones máximas mensuales serie (1971-2015). Datos en mm. En color máximos y mínimos mensuales

Los máximos promedio difieren enormemente entre climas y meses. En los observatorios representativos de climas oceánicos, en general, se muestran altos valores promedio especialmente en el caso de Luroy y Valentia, algo menores en Gijón.

Los observatorios de clima mediterráneo muestran diferencias muy marcadas en los promedios de los máximos entre meses secos y fríos. En este tipo de clima encontramos una gran coincidencia entre aquellos meses en que se presentaban valores altos en el porcentaje de contribución del máximo absoluto y los más bajos en cuanto al promedio de mm. Puede observarse esta situación durante el mes de julio, excepto en Niza. Los resultados reflejan que la situación más extrema se da en Jerez de la Frontera donde el 99,1 % de contribución mensual se da en un solo evento que equivale en promedio a 1,4 mm. Estos resultados reflejan que durante estos meses los totales de precipitación medidas serán especialmente bajos y concentrados en un muy reducido número de eventos.

Finalmente en observatorios representativos de clima de interior la situación es muy diferente, los máximos mensuales son superiores en verano, como también lo eran los promedios mensuales de precipitación. Los porcentajes de contribución del máximo

absoluto más alto, se encuentran del mismo modo, durante estos meses, aunque la variación a lo largo del año es inferior.

En resumen, en los observatorios de clima oceánico el máximo mensual aporta todos los meses volúmenes superiores al 20 % del total de precipitación pero no superaría el 30% (a excepción Gijón) el volumen promedio de en milímetros de estas precipitaciones suelen estar entorno a los 30 mm durante los meses de otoño, y por debajo de los 20 mm durante el verano. A excepción de Luroy- Noruega observatorio que como ya anteriormente se ha mencionado muestra unos volúmenes de precipitación excepcionalmente elevados a lo largo de todo el año.

En cuanto a los observatorios de clima mediterráneo en todos los meses el máximo aportaría más del 25% y en los meses de verano más del 50%; no obstante estos altos porcentajes no se corresponderán con precipitaciones especialmente voluminosas. Por último, en los observatorios representativos de climas de interior el aporte del máximo superaría el 20% durante todos los meses, siendo algo mayor en verano donde se pasaría el 25%. No obstante los milímetros que estas cantidades representan en cada uno de los meses es muy variables, con bajos valores en los meses fríos, en torno a los 10mm y cercanos a los 30mm durante los meses de verano.

3.2.3.1. Promedio mensual de precipitaciones y % de precipitación máxima.

La Figura 6 muestra el reparto espacial del porcentaje promedio mensual aportado por el máximo así como la cantidad en mm del promedio mensual de precipitaciones. En el eje vertical izquierdo (con escala de 0-200mm) se representan los promedios mensuales, en el derecho (con escala de 0 a 100%) el porcentaje del máximo. Se ha eliminado el observatorio de Luroy, Noruega, puesto que los altos valores alcanzados en el promedio de las precipitaciones mensuales dificultaban mantener una escala común para todos los observatorios.

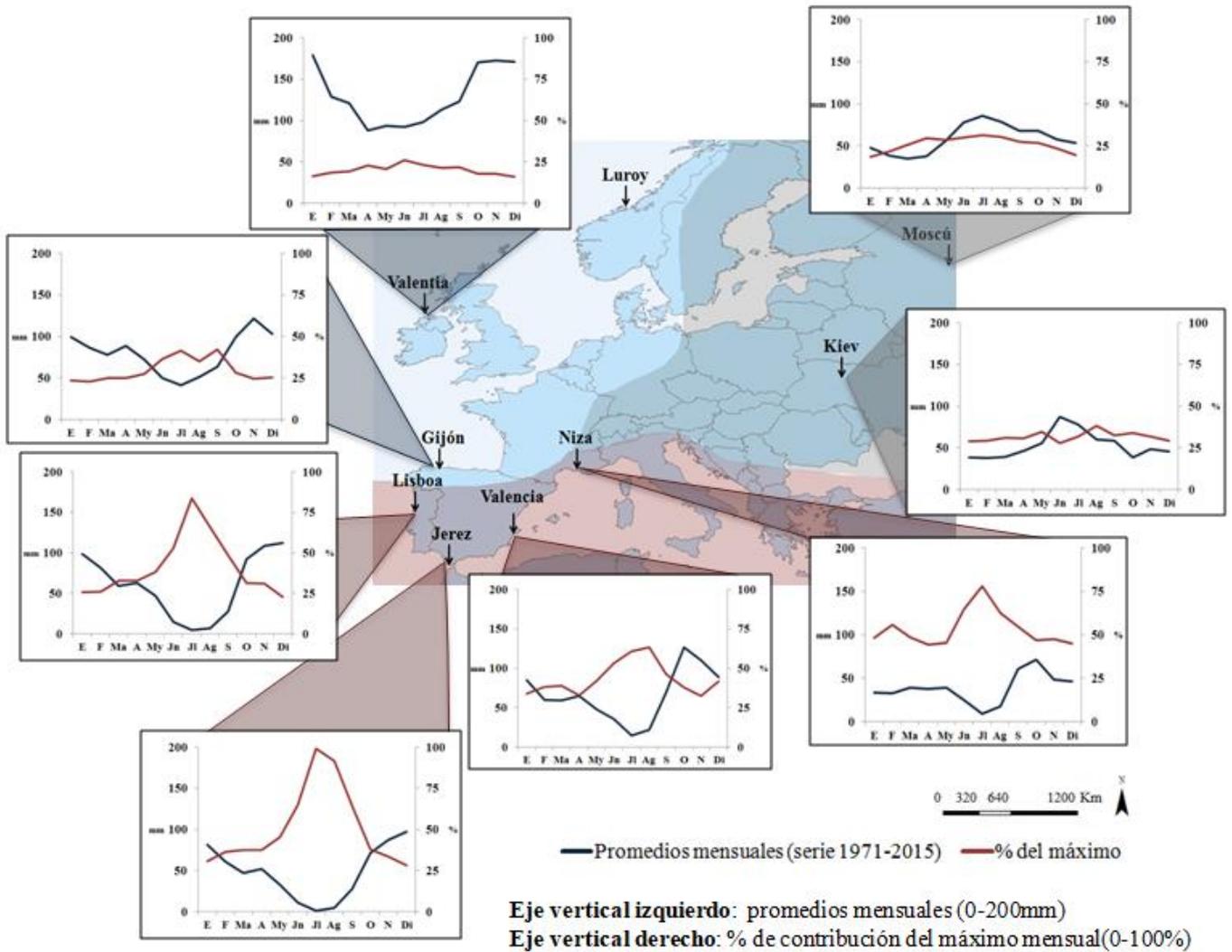


Figura 6: Promedio de precipitaciones mensuales y porcentaje de contribución del máximo mensual. Datos en mm y %.

En la Figura se observa cómo, de norte a sur, como ya se indicó anteriormente el promedio total de las precipitaciones mensuales disminuye progresivamente, aumentándose a su vez las diferencias existentes entre los meses de invierno y los de verano. Conforme nos adentramos en el interior continental, vuelven a observarse precipitaciones más cuantiosa así como también mucho más regulares a lo largo del año, con valores más altos durante los meses de verano.

En este contexto el porcentaje de contribución del máximo mensual, parece mostrar un régimen mensual contrario, tiende a ascender conforme nos desplazamos de norte a sur, presentando bajos valores y más regulares entre meses en los observatorios representativos de clima oceánico (Valentia, en ningún mes se supera el 26%, Gijón

llega a alcanzar el 42% en el mes de septiembre) si bien los porcentajes tienden a aumentar durante los meses de verano.

El tipo de régimen es muy diferente en todos aquellos observatorios de clima mediterráneo en los que se ha llegado a alcanzar en algunos casos prácticamente la totalidad del volumen mensual en un evento (como promedio), aunque esto no necesariamente se corresponda con una precipitación especialmente voluminosa.

Finalmente, los observatorios situados en el interior continental, presentan valores similares a los pertenecientes a un clima oceánico, no obstante, el volumen en mm que cada una de estas suponen es muy inferior. Finalmente, los observatorios situados en el interior continental, presentan valores similares a los pertenecientes a un clima oceánico, no obstante, el volumen en mm que cada una de estas suponen es muy inferior

3.3. Tendencia de las precipitaciones (1971-2015)

En este último apartado del presente Trabajo Fin de Grado se ha analizado la evolución precipitaciones totales anuales y de aquellas comprendidas en el percentil 95 para conocer si se han dado o no cambios significativos dentro del periodo analizado. La detección de tendencias se ha realizado mediante la prueba de Mann-Kendal, utilizando el programa Makensens.

3.3.1. Evolución de los totales anuales (mm)

En la Tabla 11 se muestran los resultados del análisis de tendencias de los totales anuales. La columna "n" muestra la longitud temporal de la serie analizada ,45 años, a su derecha, las columnas indican el valor de la prueba (Test Z), su significación acorde las tablas de la curva normal, el valor de la tasa en mm/año (Q) según el método de Sen y los intervalos de confianza calculados por el citado programa.

Los asteriscos y símbolos de la columna Signific. Señalan los valores de p de la tendencia (+ $p < 0,90$; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$)

	Pr. Año	Últ. Año	n	Test Z	Signific	Q	Qmin99	Qmax99	Qmin95	Qmax95
Luroy	1971	2015	45	1,14		6,16	-11,81	22,95	-7,47	19,15
Valentia	1971	2015	45	2,30	*	6,11	-0,62	12,35	0,69	10,88
Gijón	1971	2015	45	-1,34		-2,24	-6,29	2,49	-5,14	1,13
Lisboa	1971	2015	45	-0,24		-0,71	-8,22	8,47	-6,09	6,67
Jerez	1971	2015	45	-1,05		-2,64	-8,09	3,46	-6,28	2,11
Valencia	1971	2015	45	-0,46		-0,98	-5,52	4,24	-4,35	2,90
Niza	1971	2015	45	-0,02		-0,02	-8,35	7,79	-6,13	5,57
Kiev	1971	2015	45	0,11		0,17	-3,09	3,07	-2,45	2,29
Moscú	1971	2015	45	0,09		0,08	-4,20	3,82	-3,15	2,94

Tabla 11: Tendencia de totales anuales de precipitación. (Mann-Kendal). En color tendencia significativa.

Se observan tanto tendencias positivas como negativas (estas son reconocidas por el signo del estadístico Z: + = tendencia positiva, - = tendencia negativa), y la ausencia de significación salvo un caso.

La tendencia es positiva en los observatorios de Luroy y Valentia, correspondientes a un tipo de clima oceánico, y en los dos representantes del clima continental, Kiev y Moscú. No obstante esta tendencia positiva, tan solo es significativa en el caso de Valentia.

En los observatorios restantes, la tendencia observada es negativa en el total de sus precipitaciones anuales a lo largo del periodo estudiado, aunque de nuevo sin llegar en ningún caso a ser significativas.

La evolución de los totales anuales (mm) de cada uno de los observatorios se muestra en la Figura 7. En el eje vertical se han representado los totales anuales en mm (0-2500 mm salvo el caso de Luroy: 0-4000mm) En el eje horizontal aparece la serie temporal estudiada (1971-2015).

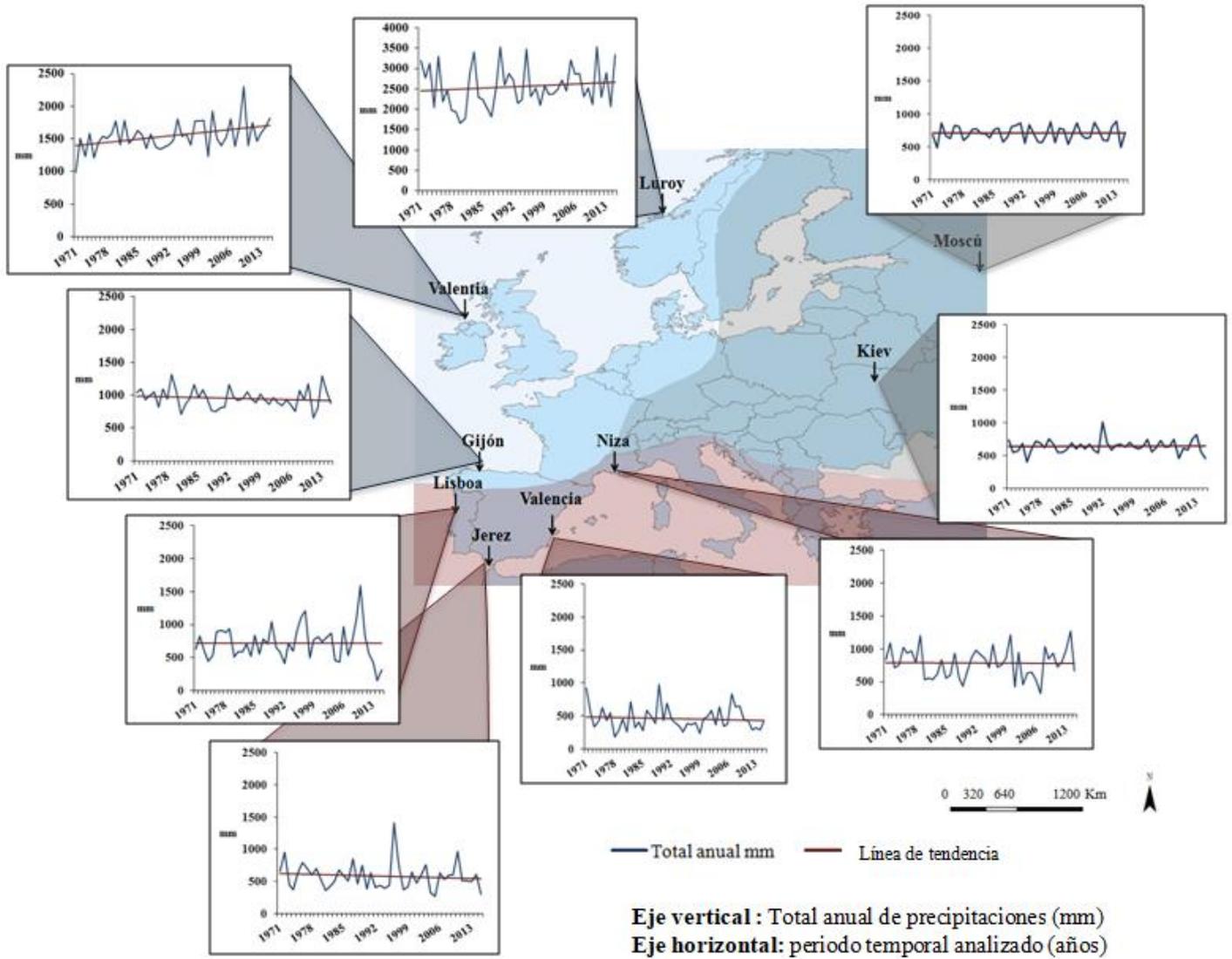


Figura 7: Evolución de los totales anuales. Datos en mm.

Como se puede observar gráficamente las tendencias positivas tan solo son apreciables en Luroy y Valentia, aunque solo son significativas en el segundo caso como hemos indicado. En cuanto a Kiev y Moscú, la evolución de las precipitaciones no permite visualmente apreciar un comportamiento claro (además de no ser significativo). Tampoco son significativos los descensos de precipitación en los observatorios representativos del tipo de clima mediterráneo y Gijón.

Un aspecto a destacar visible en la representación son las variaciones anuales observadas. La amplitud mostrada por los datos de las gráficas muestran que esta variabilidad es más notable en los observatorios pertenecientes a los observatorios de clima oceánico y mediterráneo. Se muestra en la Tabla 12 el valor máximo anual encontrado, el mínimo y su diferencia en cada uno de los observatorios

	Luroy	Valentia	Gijón	Lisboa	Jerez	Valencia	Niza	Kiev	Moscú
Máximo anual (mm)	3530	2304	1316	1591	1411	977	1266	1006	891
Mínimo anual (mm)	1663	988	650	149	260	183	318	396	485
Diferencias pluviométricas (mm)	1867	1317	667	1442	1152	793	949	610	405

Tabla 12: Máximo anual, mínimo anual y diferencias pluviométricas, serie (1971-2015). Datos en mm.

Los valores más altos, tanto en el caso de máximo como el mínimo, así como su diferencia, se localizan en el observatorio de Luroy, lugar que reiteradas veces a lo largo del presente trabajo ha sido destacado por su alto volumen de precipitaciones (diferencia pluviométrica de 1867 mm).

Los mínimos anuales más bajos se han localizado en los observatorios pertenecientes al clima mediterráneo (menor valor en Lisboa con 149 mm anuales). Sus diferencias pluviométricas son altas, especialmente en Lisboa y Jerez, superando los 1000 mm en ambos casos.

Por último las menores diferencias se han encontrado en los observatorios pertenecientes al clima continental. En ellos no son tan altos los máximos encontrados, mientras que los mínimos no llegan a descender a valores bajos.

En general las diferencias son cantidades en torno al doble de los valores mínimos en los observatorios de clima oceánico y de interior, mientras en el caso de los de clima mediterráneo suponen varias veces dicho valor.

En conclusión, se ha detectado una gran variabilidad en el signo de la tendencia de los totales anuales, aunque tan solo en un caso, Valentia, su tendencia positiva es significativa, resultado que concuerda con el descenso no significativo que se ha detectado en la cuenca del mediterráneo.

3.3.2. Evolución de precipitaciones más voluminosas

Continuando con el análisis de las precipitaciones más voluminosas, seleccionadas a partir de los días con cantidades superiores al percentil 95, en cada año se filtraron las cantidades totales de los eventos diarios incluidos en este grupo estimando que porcentaje sobre los totales anuales representaban, su volumen total y el número de días de precipitación en cada año de los días que superaban el valor del umbral del percentil 95. Sobre estas series temporales se aplicó la prueba de Mann-Kendal, para conocer si se había dado o no significación en sus evoluciones.

3.3.2.1. Tendencia de la precipitación (mm) en los eventos diarios máximos (P.95).

Los resultados obtenidos en la prueba de Mann-Kendal vuelve a mostrar que no existe un comportamiento homogéneo entre observatorios y climas con tendencias tanto positivas como negativas. Además no se ha encontrado ningún tipo de patrón común entre los diferentes tipos de clima. Se detectan tendencias positivas en los observatorios de: Valentia, Lisboa, Niza y Kiev, y negativas en el caso de Luroy, Gijón, Jerez, Valencia y Moscú. Solo en dos de los casos la tendencia resultó ser significativa: Valentia (clima oceánico) y Kiev (clima de interior). Los resultados se muestran en la Tabla 13.

	Pr. Año	Últ. Año	n	Test Z	Signific	Q	Qmin99	Qmax99	Qmin95	Qmax95
Luroy	1971	2015	45	-0,05		-0,33	-10,03	8,57	-7,45	6,98701
Valentia	1971	2015	45	1,65	+	2,60	-1,38	7,28	-0,36	5,8158
Gijón	1971	2015	45	-1,26		-1,23	-4,68	1,74	-3,74	0,95824
Lisboa	1971	2015	45	0,82		1,42	-2,36	5,46	-1,54	4,48501
Jerez	1971	2015	45	-1,03		-1,18	-3,80	1,65	-3,23	0,81542
Valencia	1971	2015	45	-0,70		-0,83	-4,59	2,12	-3,39	1,38491
Niza	1971	2015	45	0,41		0,43	-3,30	4,27	-2,36	3,01565
Kiev	1971	2015	45	2,54	*	2,10	-0,04	3,93	0,52	3,47721
Moscú	1971	2015	45	-0,39		-0,37	-2,83	2,28	-2,34	1,58737

Tabla 13: Tendencia de total de precipitación en el P.95 (Mann-Kendal). En color tendencias significativas.

En las figuras 8 y 9 se muestran los dos casos en los que la tendencia resultó ser significativa: Valentía y Kiev. En el caso de esta primera, la tendencia es más acusada (tasa de Sen columna Q, 2,6 mm /10 años).

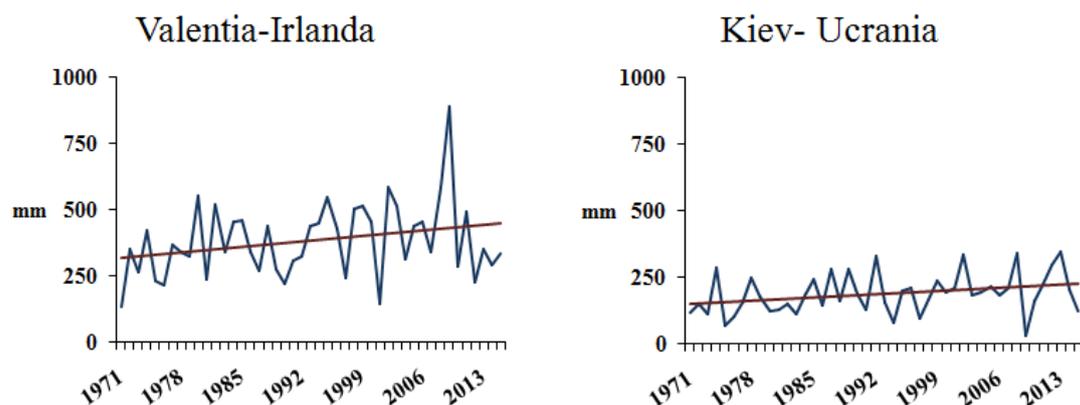


Figura 8 y 9: Evolución de volumen de precipitación perteneciente al P.95 de Valentia y Kiev. (Serie 1971-2015).

Relacionando estos últimos resultados con los mostrados en el apartado anterior (evolución de los totales anuales de la serie), y al margen de la significación, se observa como en muchos casos el signo de la tendencia encontrada se contrapone (Tabla 14).

	Luroy Noruega	Valentia Irlanda	Gijón España	Lisboa Portugal	Jerez España	Valencia España	Niza Francia	Kiev Ucrania	Moscú Rusia
	+	+	-	-	-	-	-	+	+
Tendencia Totales anuales	6,16	6,11	-2,24	-0,71	-2,64	-0,98	-0,02	0,17	0,08
	-	+	-	+	-	-	+	+	-
Tendencia P. 95	-0,33	2,60	-1,23	1,42	-1,18	-0,83	0,43	2,10	-0,37

Tabla 14: Relación entre la tasa de la tendencia de totales anuales y precipitaciones, >P.95.

En el caso de Luroy y Moscú mientras el total anual de precipitaciones asciende descende el de las precipitaciones más voluminosas, por lo que cabría esperar que se esté dando un incremento de los eventos de menor cuantía.

En Valentia y en Kiev el signo de tendencia es positivo tanto en los totales anuales como en los producidos en lluvias del percentil 95, no obstante hay que destacar respecto a este segundo que el incremento sufrido por los totales no se ha caracterizado de significativo, mientras que sí lo ha hecho el aumento de sus precipitaciones más voluminosas.

En Gijón Jerez y Valencia, la tendencia es negativa y finalmente tanto en Niza como Lisboa, ha descendido el total de mm anuales mientras que ha aumentado el de sus precipitaciones más voluminosas, por lo que en ellos sí que podría hablarse de un incremento de la concentración.

3.3.2.2. Porcentaje volumen de precipitaciones en P.95

A continuación se ha analizado la tendencia de la contribución de las precipitaciones del percentil superior. Nuevamente la prueba de Mann- Kendall ha permitido conocer el signo y significación, y el estadístico de Sen su tasa. Los resultados se muestran en la Tabla 15.

En general el signo de tendencia vuelve a ser diverso entre observatorios, sin poder establecerse otra vez ningún tipo de patrón de distribución entre observatorios y climas

	Pr. Año	Últ. Año	n	Test Z	Signific	Q	Qmin99	Qmax99	Qmin95	Qmax95
Luroy	1971	2015	45	-0,52		-0,05	-0,27	0,17	-0,22	0,10
Valentia	1971	2015	45	1,09		0,08	-0,12	0,31	-0,07	0,25
Gijón	1971	2015	45	-0,32		-0,02	-0,31	0,15	-0,25	0,09
Lisboa	1971	2015	45	2,25	*	0,34	-0,04	0,75	0,05	0,64
Jerez	1971	2015	45	-1,14		-0,11	-0,42	0,19	-0,34	0,11
Valencia	1971	2015	45	-0,72		-0,15	-0,75	0,35	-0,59	0,23
Niza	1971	2015	45	0,64		0,11	-0,28	0,49	-0,17	0,40
Kiev	1971	2015	45	2,65	**	0,30	0,01	0,56	0,09	0,50
Moscú	1971	2015	45	-0,73		-0,06	-0,35	0,19	-0,26	0,12

Tabla 15: Tendencia del porcentaje de volumen de precipitación en el P.95 (Mann-Kendal). En color tendencias significativas

No obstante sí cabe destacar algunos casos en particular. En primer lugar, en Valentia pese a haber mostrado incrementos significativos tanto en sus totales ($p < 0,05$) como en el volumen de sus precipitaciones más cuantiosas ($p < 0,10$), la tendencia de su porcentaje de contribución deja de ser significativa, por lo que se puede hablar de que lo que se ha experimentado es un aumento generalizado de los volúmenes de sus precipitaciones de menor cuantía.

En cuanto a los observatorios de Lisboa y Kiev, las tendencias del porcentaje de contribución de las precipitaciones más voluminosas son positivas y significativas, lo que concuerda con nuestras conclusiones del apartado anterior. Cabe recordar que la situación de partida no era la misma ya que la tendencia que presentaban los totales anuales en el caso de Lisboa era descendente mientras que en Kiev era positiva.

3.3.2.3. Porcentaje número de días en P.95

En el apartado final se ha analizado la evolución del porcentaje del número de días en que las precipitaciones han superado el percentil 95, función de aquellos días en que se dieron precipitaciones ($p > 0,01\text{mm}$). Los resultados de la prueba Mann- Kendall se muestran en la Tabla 16.

	Pr. Año	Últ. Año	n	Test Z	Signific	Q	Qmin99	Qmax99	Qmin95	Qmax95
Luroy	1971	2015	45	0,36		0,01	-0,05	0,06	-0,03	0,05
Valentia	1971	2015	45	1,38		0,02	-0,02	0,08	-0,01	0,06
Gijón	1971	2015	45	-1,51		-0,02	-0,05	0,01	-0,04	0,00
Lisboa	1971	2015	45	0,53		0,01	-0,06	0,08	-0,04	0,06
Jerez	1971	2015	45	-0,68		-0,03	-0,13	0,07	-0,10	0,05
Valencia	1971	2015	45	-0,59		-0,03	-0,18	0,15	-0,15	0,09
Niza	1971	2015	45	0,83		0,04	-0,07	0,17	-0,04	0,12
Kiev	1971	2015	45	2,90	**	0,06	0,01	0,12	0,02	0,10
Moscú	1971	2015	45	-1,22		-0,02	-0,07	0,03	-0,05	0,01

Tabla 16: Tendencia del porcentaje de número de días incluidos en el percentil 95 (Mann-Kendal). En color tendencias significativas.

La tendencia del porcentaje de número de días con precipitación superior al P.95 es positiva en Luroy, Valentia, Lisboa, Niza y Kiev y negativa en Gijón, Jerez, Valencia y Moscú, por lo que tampoco se puede hablar de comportamientos generalizables entre observatorios del mismo clima.

Tan solo en el caso del observatorio de Kiev se ha encontrado tendencia positiva significativa, también presente en el porcentaje total de contribución de estas

precipitaciones más voluminosas. Dado el aumento significativo de estos eventos a lo largo del periodo anual sin observarse un aumento de los totales anuales se podría sugerir un aumento de la torrencialidad.

3.3.2.4. Relación entre el porcentaje de precipitaciones y número de días en P.95

La relación global entre las tendencias del porcentaje de volumen de precipitaciones y del número de días en que se supero el percentil 95 se muestra gráficamente en la Figura 10. En el eje vertical izquierdo se representan los porcentajes de volumen de precipitaciones y (0-80%), en el eje vertical derecho, el porcentaje de número de días (0-15%).

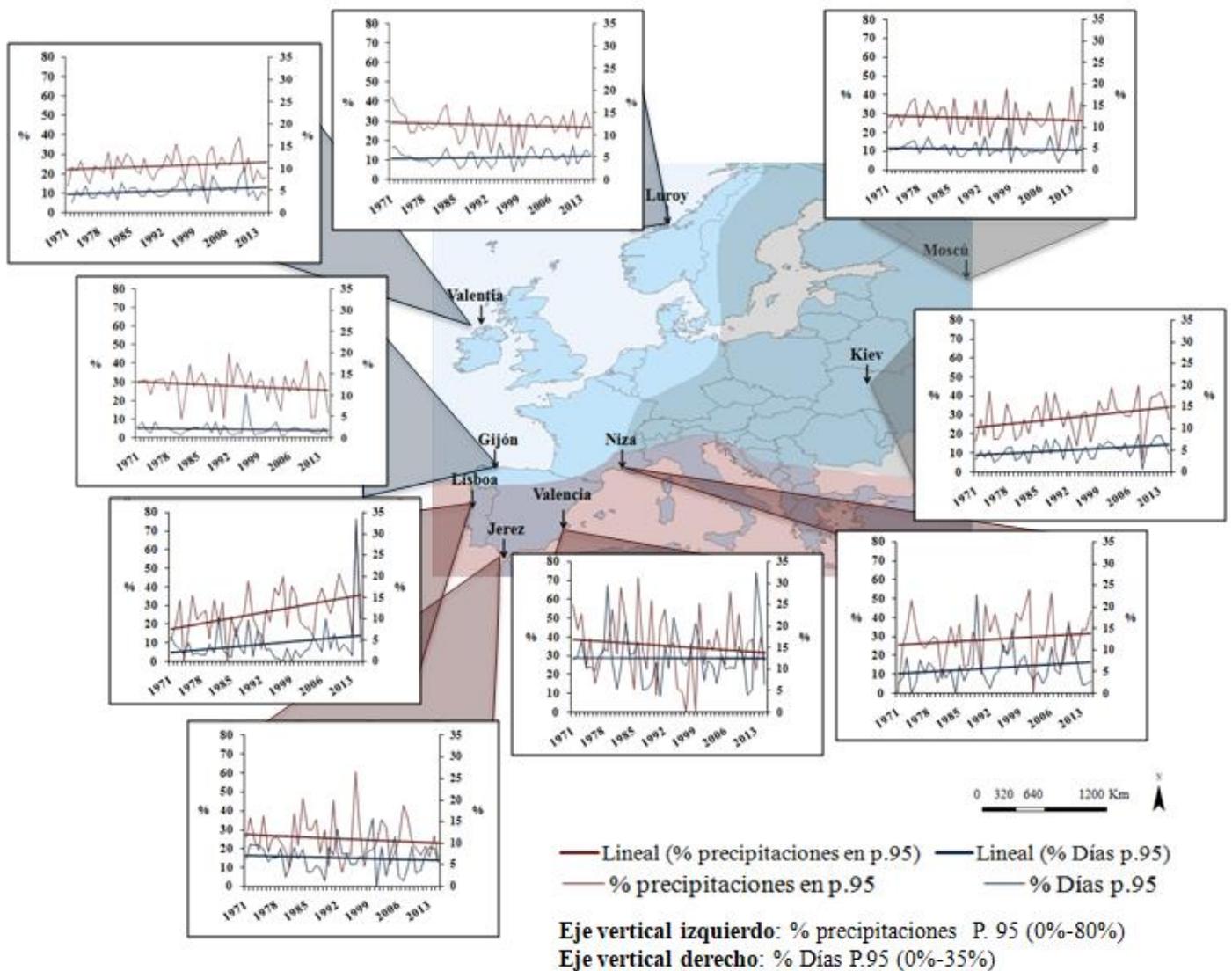


Figura 10: Relación entre el porcentaje de precipitaciones y porcentaje de número de días en P.95. Datos en porcentaje.

El comentario de esta figura final se presentará detalladamente en cada observatorio.

-Luroy–Noruega. La tendencia en el número de días es positiva, mientras que el porcentaje de la precipitación descende, ambas tendencias se oponen aunque de forma muy poco apreciable, por lo que no se puede decir que se hayan observado variación respecto a este tipo de precipitaciones al no ser significativas sus tendencias. Los porcentajes de volumen de estas precipitaciones tan apenas superan el 40 % del total anual en alguna ocasión, mientras que el de su número de días, en ningún caso supera el 10 %.

-Valentia- Irlanda: Las tendencias de los porcentajes de los eventos de lluvia diaria y de los totales precipitados en el percentil 95 son positivas aunque ninguna de ellos significativa. Dado el incremento significativo de las precipitaciones anuales y de los totales caídos en días del percentil 95, la ausencia de significación en los porcentajes de volumen y días del percentil 95 sugiere que no ha habido cambios notables en la estructura de los días de precipitación. Los porcentajes representados por este tipo de precipitaciones permanecen siempre por debajo del 40 % del volumen total anual y tan solo en alguna ocasión el de su número de días supera el 10 %, valores muy similares a los encontrados en el observatorio de Luroy.

- Gijón- España. Ambos porcentajes presentan tendencias negativas no significativas. Sucede lo mismo tanto en sus totales anuales como el volumen total de precipitaciones en percentil 95. Estos resultados sugieren que se está dando un descenso generalizado de las precipitaciones aunque sin llegar a ser significativo (situación contraria a Valentia). Los porcentajes representados por este tipo de precipitaciones raramente superan en 40% del volumen total anual, y el 5 % de los días, valor inferior a los dos casos anteriores, por lo que se observa una mayor concentración diaria de las precipitaciones en el caso de Gijón.

-Lisboa- Portugal. Las tendencias de ambos porcentajes son positivas aunque solo son significativas en el porcentaje de contribución, cabe recordar que la evolución de sus precipitaciones totales había mostrado tendencia negativa no significativa. Esto sugiere que se ha dado cambio en la estructura del régimen de precipitaciones aumentando más que el volumen de aquellas más voluminosas su contribución relativa (los altos valores mostrados en los porcentajes pertenecientes al año 2014, puedan estar debidos a la falta de datos del observatorio para ese año, aspecto ya contemplado al inicio del trabajo)

-Jerez- España. Las tendencias de los porcentajes de los eventos de lluvia diaria y de los totales precipitados en el percentil 95 son negativas aunque ninguna de ellos significativa. Sucede lo mismo en cuanto a la evolución de precipitaciones totales de manera que se podría sugerir que lo que se ha dado en este caso en un descenso generalizado de las precipitaciones (situación similar a la observada en Gijón). En este caso, los porcentajes representados superan muy a menudo el 40% del volumen total anual, llegando a alcanzar en ocasiones el 60%.

-Valencia- España. Las tendencias y significación del observatorio de Valencia muestran las mismas características que Jerez. Esto sugiere que el valor diario de estas precipitaciones más voluminosas este viéndose reducido. Los porcentajes anuales tanto en volumen como en número de días, son muy variables, desde años en los que no se ha dado ni un solo evento, a ocasiones en el que estas precipitaciones han llegado a suponer el 70% del volumen total, y el 30% de los días.

-Niza-Francia. La tendencia en ambos porcentajes es positiva, aunque sin llegar a ser en ningún caso significativa. También es positiva no significativa la tendencia del total de precipitación caído en el percentil 95; sin embargo la evolución de sus totales de precipitación, que presentaba una tendencia negativa no significativa, sugiere, que puede haberse dado un aumento en la frecuencia de las precipitaciones más voluminosas en paralelo a un descenso de precipitaciones menores.

-Kiev- Ucrania. En ambos casos los porcentajes presentan tendencias positivas significativas (único caso encontrado). La evolución de sus totales de precipitación es también positiva aunque no significativa, esto indica que se ha dado un incremento de las precipitaciones más voluminosas relacionado con una mayor frecuencia de estos eventos.

-Moscú- Rusia. Se observa la situación opuesta al anterior (Kiev). El porcentaje de precipitación caída en el percentil 95 ha descendido mientras el porcentaje del número de días ha aumentado (no significativamente). En paralelo la tendencia en la evolución de sus totales anuales es positiva mientras que las precipitaciones de rango superior disminuyeron, lo que sugiere que las lluvias de menor cantidad han podido aumentar en mayor proporción.

4- Discusión

Antes de comenzar este apartado se cree conveniente recordar que todos los resultados del trabajo han sido basados en el estudio de nueve observatorios del continente europeo, durante un periodo determinado de tiempo, con la finalidad de detectar pautas comunes si las hubiera. No se pretenden por tanto realizar generalizaciones espaciales absolutas ni plantear hipótesis sobre posibles situaciones futuras.

4.1. Régimen de precipitaciones

El análisis a escala diaria de las precipitaciones ha confirmado que los días de precipitaciones con cantidades inferiores a 10 mm son las que tienen una mayor ocurrencia en todos los observatorios analizados independientemente del tipo de clima al que se encuentren representando. Hasta el momento son muy pocos los estudios que han centrado su interés en ellas, no obstante algunos apuntan la posibilidad de que estas estén sufriendo posibles cambios (Alpert et al., 2002) por lo que esta podría ser una posible línea de investigación futura de interés.

Los totales en mm medidos a lo largo del periodo y el número de días con precipitación más cuantiosas se han dado en los observatorios pertenecientes al clima oceánico. Se puede destacar el caso de Valentia en donde 70,89% de días se registró precipitaciones. Cabe recordar el marcado gradiente de descenso dirección Norte-Sur, observada no solo en el total de precipitaciones, sino también en su probabilidad de ocurrencia. El promedio de precipitación diaria presenta en los tres casos valores bajos, lo cual denota una mayor regularidad de su reparto a escala diaria.

En cuanto a los observatorios del tipo de clima mediterráneo, sus registros totales son marcadamente inferiores, así como también lo es su porcentaje de días con precipitación. Su promedio diario en mm es superior al de los casos anteriores. En este caso los resultados apuntan a que en este grupo de observatorios las precipitaciones a escala diaria son muy variables en su cuantía.

En los observatorios de interior continental, los totales anuales son superiores a los de los observatorios mediterráneos, aunque sin alcanzar a los pertenecientes al clima oceánico; también es alto el porcentaje de días en los que se dieron precipitaciones, con

un bajo promedio de mm diarios, o lo que es lo mismo, una mayor regularidad a escala diaria en sus precipitaciones.

Los resultados de las medidas de variabilidad confirmaron las sospechas respecto el nivel de regularidad diaria de las precipitaciones, definiendo como aquellos observatorios más irregulares, los pertenecientes al clima mediterráneo.

A escala anual, también se observan marcadas diferencias entre los observatorios pertenecientes a cada uno de los climas, tanto en su total como en su distribución mensual. En el observatorio perteneciente al clima oceánico, su distribución anual es más regular, con valores máximos durante los meses de otoño invierno, periodo en que también encontrábamos mayores porcentajes de probabilidad de precipitación, observándose por tanto un aumento de la frecuencia de precipitaciones en este periodo, En los representantes del clima mediterráneo la variación entre meses cálidos y fríos es muy superior, también lo es su probabilidad de ocurrencia aunque no en la misma medida. En general durante los meses otoñales la concentración de las precipitaciones es mayor (> volumen en mm, en bajo % de días). Por último en los observatorios de clima continental su régimen anual tiene máximos mensuales durante los meses de verano (régimen estival), que no coinciden con los mayores porcentajes de probabilidad de precipitación, lo que sugiere que serán esperables durante estos meses precipitaciones más voluminosas.

4.2. Concentración diaria de las precipitaciones

La concentración diaria de las precipitaciones en el continente europeo es muy variable no solo en el espacio sino que también estacionalmente. Los valores medios anuales de concentración superior se sitúan en la cuenca occidental del Mediterráneo, principalmente la costa española y francesa. Niveles más bajos se les asignan a las áreas de interior continente, e inferiores todavía a toda la costa atlántica. (Cortés et al., 2012). Los resultados de presente trabajo sugieren una situación muy similar.

El total tanto en mm como en el número de días de ocurrencia de precipitaciones voluminosas incluidos en los eventos del percentil 95 es mayor en los observatorios de clima oceánico, no obstante su porcentaje de contribución en el total es notablemente superior en los de clima mediterráneo en donde se alcanza valores cercanos al 40% como ocurre en el caso Valencia. En los observatorios de clima continental ronda en

ambos puntos estudiados el 25 %, (porcentaje similares a los encontrados en los de clima oceánico).

A escala anual en los observatorios representativos del clima oceánico los resultados muestran porcentajes más altos de contribución durante los meses de septiembre y octubre, periodo en que también es superior el porcentaje del número de días en que estas tiene lugar, por lo que se dará durante esta época del año una mayor frecuencia de precipitaciones de elevado volumen. No obstante se pudo observar en las figuras que relacionaban el porcentaje de precipitaciones comprendidas en P. 95 y el de número de días (Figura5) como se daba un mayor distanciamiento entre ambas en torno a los meses de verano, por lo que es posible esperar en ellos, que el volumen de las precipitaciones sea superior.

En los observatorios de clima mediterráneo los resultados de distribución anual muestran marcadas diferencias intermensuales, durante el final del verano y el periodo otoñal, también conocido como meses tardo-estivales, aumenta el porcentaje de contribución de milímetros mensuales, también lo hace el del número de días aunque no de forma tan drástica, por lo que cabe esperar que en los observatorios de este tipo de clima se den precipitaciones especialmente voluminosas durante estos meses. Estas mayores precipitaciones se asocian con la temperatura de la superficie marina (mar Mediterráneo) la cual se relaciona con la capacidad higrométrica de las masas de aire superiores. Esta acumulación de agua en estado gaseosos serán la materia prima fundamental en los procesos de condensación (Olcina, 1994).

En cuanto a los observatorios de clima de interior continental, destacan de importante forma en su reparto anual, los altos porcentajes que estas suponen tanto en mm como en número de días durante los meses de verano, (Moscú 54,6 % del total de mm y 14 %). Los resultados pueden estar representando las denominadas precipitaciones de origen convectivo, estas se producen cuando una masa de aire en contacto con la superficie terrestre con una elevada temperatura y cargada de humedad, asciende, en este proceso progresivamente pierde calor lo que causa que alcance el punto de rocío dando lugar a un episodio de lluvia. Son las típicas tormentas de verano, normalmente irán acompañadas de carga eléctrica.

Para concluir este apartado, respecto al efecto de las de los máximos mensuales de precipitación, cabe recordar, que un alto porcentaje no tiene que necesariamente deberse a una precipitación especialmente voluminosa. Los resultados encontrados han mostrado como conforme descendían los totales de precipitación (Gradiente Norte-Sur)

aumentaba la representación de del máximo en el total mensual, observándose las mayores concentraciones en torno al valor máximo, en los observatorios pertenecientes al clima mediterráneo.

4.3. Evolución de las precipitaciones: 1971-2014

La hipótesis de la que partió el presente trabajo fue que se había observado en los últimos años un aumento en los extremos de precipitaciones, en el continente europeo, bien en la frecuencia o en la intensidad. (IPCC, 2013).

Los resultados obtenidos en el análisis de la tendencia de precipitaciones comprendidas en el percentil 95 han sido muy poco concluyentes, detectándose tendencias tanto positivas como negativas en su mayor parte no significativas.

Tan solo dos de los observatorios presentaron una tendencia positiva significativa en cuanto al total de los mm caídos en las precipitaciones comprendidas en P. 95, Valentia y Kiev. En el primer caso la tendencia positiva se asocia al aumento en los totales de precipitación anuales (serie en la que también se detectó tendencia positiva significativa), por lo que no se aprecian diferencias en cuanto a la evolución de su porcentaje de contribución. Sucede lo contrario en el caso de Kiev, donde la tendencia de la evolución del total de precipitaciones es positiva, aunque prácticamente lineal, por lo que en este caso sí se ha dado significación en la tendencia positiva del porcentaje de contribución de precipitaciones comprendidas en el percentil 95.

En cuanto a análisis de los porcentajes de los totales precipitados en el percentil 95, en dos casos se encontraron tendencias positivas significativas total: Kiev y Lisboa. En el primer caso se detectó también un aumento paralelo en el porcentaje de número de días en que tienen lugar este tipo de precipitaciones. Los resultados por tanto muestran un aumento en la frecuencia con que estos eventos tienen ocurrencia.

En el caso de Lisboa, el aumento en el porcentaje de milímetros, no se reflejó en su número de días, que mostraban una tendencia positiva, lo cual sugiere que en este caso sí pueda haberse dado un aumento en las cantidades aportadas por este tipo de eventos.

5- Conclusión

Los regímenes de precipitación observados difieren por completo en función del tipo de clima. Las mayores diferencias pluviométricas encontradas en la escala diaria, y en el reparto anual, se han detectado en los observatorios del clima mediterráneo. En general estos presentan unos totales de precipitación bajos, distribuidos en un escaso número de días, o lo que es lo mismo un alto valor promedio de precipitaciones diarias, aunque también son en ellos frecuentes episodios de muy escaso volumen. Los resultados del estudio del régimen anual y de las precipitaciones más voluminosas, sitúan en los meses tardo-estivales los mayores aportes anuales de precipitación y una elevada dependencia de pocos eventos de lluvia. La excesiva concentración en algunos casos de estas precipitaciones puede llegar a causar, como ya han ocasionado en épocas pasadas situaciones, de especial riesgo. Algunos de los episodios de mayor precipitación diaria de los que en la Península Ibérica se tiene consciencia, han tenido lugar en esta zona: Valencia, 3-11-1987, 817 mm en 24 horas (Olcina, 1994). La vulnerabilidad de la zona aumenta si se tiene en consideración, que toda la zona sur europea, especialmente el área circundante al Mar Mediterráneo, tiene una gran aptitud agrícola y se encuentra densamente poblada.

Los otros dos tipos de clima restantes presentan una mayor regularidad. Tanto los totales medidos, como el número de días en que tiene lugar estos eventos, es mucho más alto en todos aquellos observatorios situados en la costa Atlántica; sus máximos pluviométricos mensuales suelen encontrarse en los meses de invierno u otoño, no obstante los mayores registros diarios tendrán lugar durante el verano, generalmente en forma de tormentas aisladas especialmente durante el mes de agosto. En cuanto a los observatorios situados en el interior continental sus totales en mm y el número de días en que tienen lugar precipitaciones, no son tan altos como los anteriores. Estos observatorios presentan un régimen anual marcado por las precipitaciones estivales y en ellos se ha observado la coincidencia entre los meses de máxima precipitación y aquellos en los que tiene mayor peso porcentual los aportes de las más voluminosas, por lo que serán durante estos meses de verano en los que tengan lugar los episodios de precipitación de mayor volumen.

Por último, no se han encontrado una tendencia significativa generalizada en la evolución de las precipitaciones más voluminosas a lo largo del periodo analizado, excepto en dos casos, Kiev y Lisboa. En el observatorio de Kiev, representante del clima continental, se puede observar un ligero aumento en la frecuencia con que estos eventos tienen ocurrencia (aumento del porcentaje de contribución en mm totales, y aumento del porcentaje de número de días). En segundo lugar, Lisboa, representante del clima mediterráneo, en cuyo caso puede haberse dado un aumento en la intensidad de este tipo de eventos (aumento del porcentaje de contribución en mm totales, y mantenimiento del porcentaje de número de días). En cualquiera de los dos casos, la significación de sus tendencias es muy baja.

La ausencia de unos resultados generalizables sugiere que la continuación del estudio por medio del análisis de diferentes percentiles de precipitación podría ser un posible tema de investigación en el futuro de especial importancia con la finalidad de conocer si la estructura de las precipitaciones está siendo modificada.

6-Bibliografía

- Agosta, E.A., Cavagnaro, M. (2010). Variaciones interanuales de la precipitación de verano y el rendimiento del cultivo de la vid en Mendoza., *Geoacta*, 35, 1-11.
- Alpert, P et al. (2002). The paradoxical increase of Mediterranean extreme daily rainfall in spite of decrease in total values, *Geophysical research letters*, 29, 11-14.
- Altieri, M., Nicholls, C. (2013) Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas, *Agroecología*, 8, 7-20.
- Berry, G., Aceves, S. (2006). La economía del hidrógeno como solución al problema de la estabilización del clima mundial, *Acta Universitaria*, 16, 5-12.
- Cortés, N., González- Hidalgo, J.C., Brunetti, M., Mantín-Vide, J. (2012). Daily precipitation concentration across Europe 1971-2010, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12, 2799-2810.
- De Luis, M. (2000). Estudio espacial y temporal de las tendencias de lluvia en la comunidad valenciana (1961-1990), *Geoforma Ediciones e Instituto Alicantino de Cultura Juan Gil-Albert*, 112p.
- Díaz, G., Sánchez, I., Guajardo, R., Del Ángel, A., Ruiz, A., Medida, G., Ibarra, D. (2011). Mapeo del índice de aridez y s distribución poblacional en México, *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 17, 267-275.
- Fuentes, E., Hajek, E. (1978). Interacciones Hombre- Clima en la desertificación del norte Chico Chileno, *Ciencia e investigación agraria*, 5 137-142.
- González- Hidalgo, J.C., De Luis, M., Raventós, J., Sánchez, J.R. (2003). Daily rainfall trend in the Valencia Region of Spain, *Theoretical and Applied Climatology*, 75, 117-130.
- Innerarity, D. (2012) Justicia climática, *Dilema*, 9, 175-191.
- Lopez, F., Romero, A. (1992-1993). Génesis y consecuencias erosivas de las lluvias de alta intensidad en la región mediterránea, *Cuadernos de investigación geográfica*, 18/19, 7-28.
- Martín-Vide, J. (2004). Spatial Distribution of a daily precipitation concentration index in peninsular Spain, *International Journal of Climatology*, 24, 959-971.
- Olcina, J. (1994) Riesgos climáticos en la península Ibérica, *Penthalon*, 440p.

- Pérez, F.F., Boscolo, R (eds.). Clima en España: pasado, presente y futuro. Informe de Evaluación del Cambio Climático Regional. [Madrid]: CLIVAR: *Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino: Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN)*, enero 2010. 83 p.
- Poesen, J., Hooke, J. (1997). Erosion, flooding and channel management in Mediterranean environments of southern Europe, *Progress in Physical Geography*, 21/22, 157-199.
- Rojo, G. E., Jasso, J., Velazquez, A. (2006). Instrumentos políticos y económicos relacionados con el cambio climático y la contaminación ambiental, *Ra Ximhai*, 2, 173-185.
- Segura, F., Camarasa, A.M. (1996). Balances Hídricos de crecidas en las ramblas mediterráneas: pérdidas hídricas, Clima y agua: la gestión de un recurso climático, 235-244.
- Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P.M (eds). 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, *Cambridge University Press: Cambridge, UK and New York, NY*, 1535 pp.