



Instituto de Ingeniería del  
Agua y Medio Ambiente



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA

# Análisis de la Influencia de Fenómenos Macroclimáticos en los Caudales Máximos en la España Peninsular

J. López, F. Francés, M. Barrios e I. Orozco

Universidad Politécnica de Valencia  
Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente  
Grupo de Investigación de Hidráulica e Hidrología

<http://luvia.dihma.upv.es>

- Introducción
- Objetivos
- Metodología
- Zona de Estudio e Información
- Resultados
- Conclusiones

- El **clima** se entiende como las condiciones medias del tiempo atmosférico de una región, que está en función de la época del año. Los cambios del clima en el tiempo definen lo que es la variabilidad climática.
- La **variabilidad climática** tiene un impacto a nivel ambiental, social y económico, y ha sido sujeta a numerosos estudios a diferentes escalas de tiempo. La mayoría de los impactos ocurren a través del ciclo hidrológico, para el cual el clima es la principal fuerza motriz.
- El estudio de la variabilidad del clima en las últimas décadas, se ha simplificado gracias a las llamadas **teleconexiones** (Nigam, 2003), las cuales describen las conexiones del clima, entre dos o más regiones de interés.

- Las **teleconexiones** ayudan a entender la variabilidad climática en un amplio rango de escalas, tanto espacial como temporal. Generalmente las teleconexiones se asocian con fenómenos atmosféricos de gran escala (e.g. NAO, AO, Niño), a través de los correspondientes **índices macroclimáticos**
- La necesidad de considerar la **no estacionaridad** en el análisis de frecuencias de eventos extremos, es un tema que ha tomado relevante importancia.
- Es por lo cual los investigadores en los últimos años han tratado de entender los mecanismos mediante los cuales la atmósfera produce los **eventos extremos**.

# Objetivo

- Evaluar la posible dependencia mediante análisis correlación de los caudales máximos instantáneos a diferentes escalas de tiempo (mensual, estacional y anual) respecto de los fenómenos macroclimáticos.
  
- Análisis de la reproducción de los modos de variabilidad en las series de caudales, asociados con los ciclos u oscilaciones climáticas.

## ■ Análisis de Correlación

- Función de correlación cruzada
  - Prueba estadística de Pearson
  - Prueba estadística de Kendall
- { Mensual  
    Estacional  
    Anual

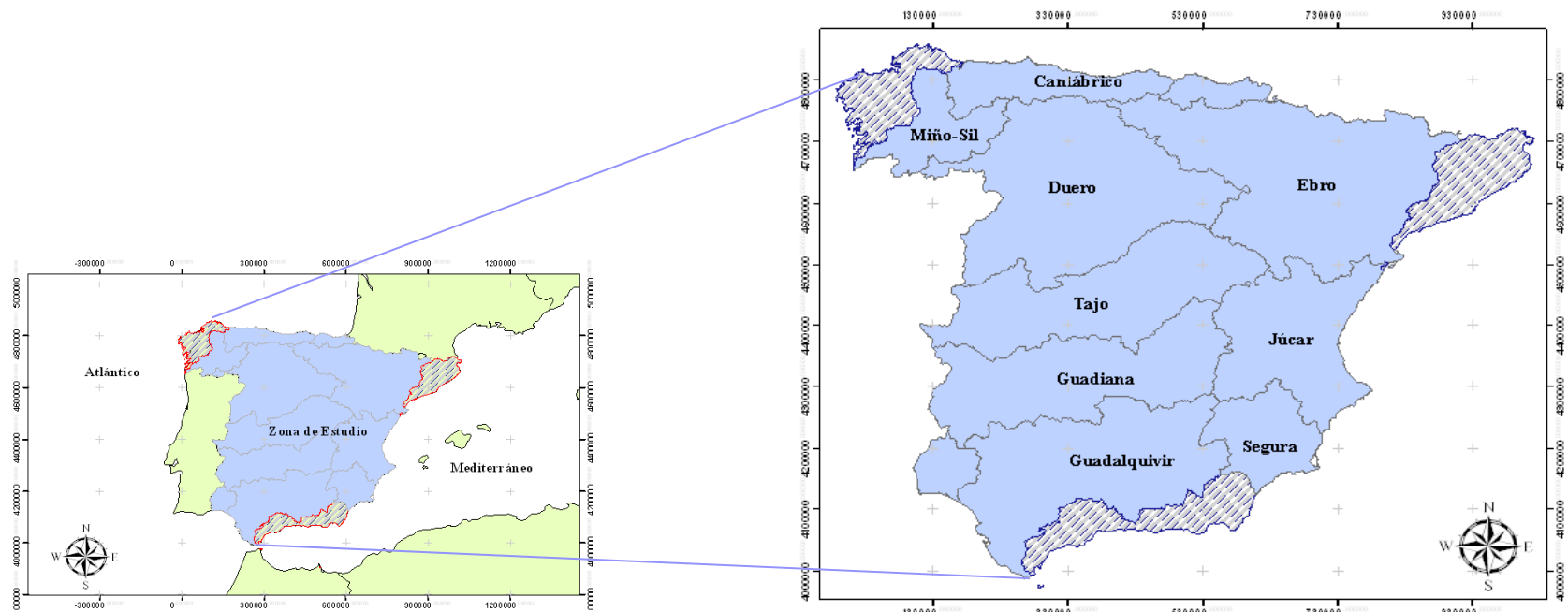
## ■ Análisis Espectral

- Densidad espectral estimada por Blackman-Tukey

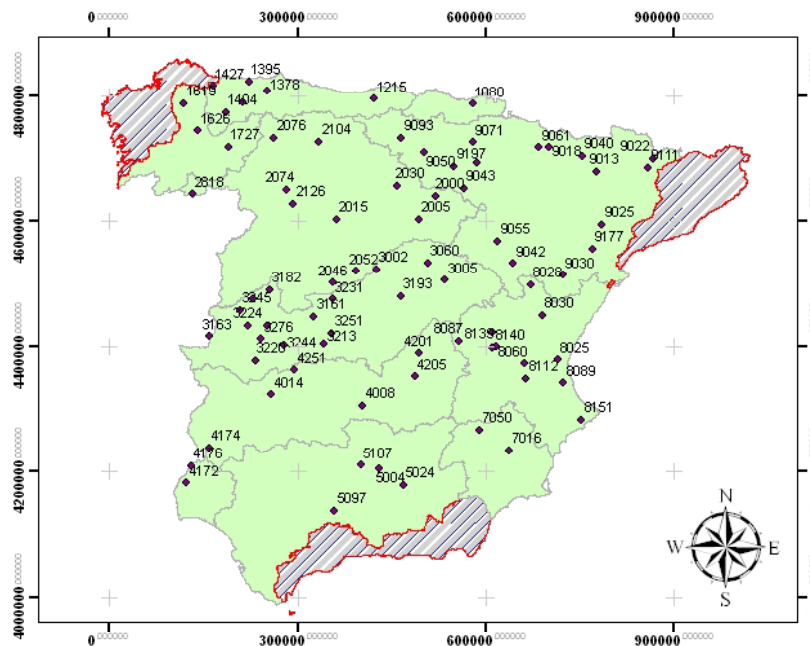
## ■ Análisis Continuo de la Transformada en Onditas (*wavelets*)

- Espectros Cruzados
- Espectros de Coherencia

- El estudio se decidió llevar a cabo en la **España Peninsular** ya que resulta una zona de especial interés, al encontrarse influenciada por fenómenos meteorológicos que se presentan en el Atlántico y el Mediterráneo.



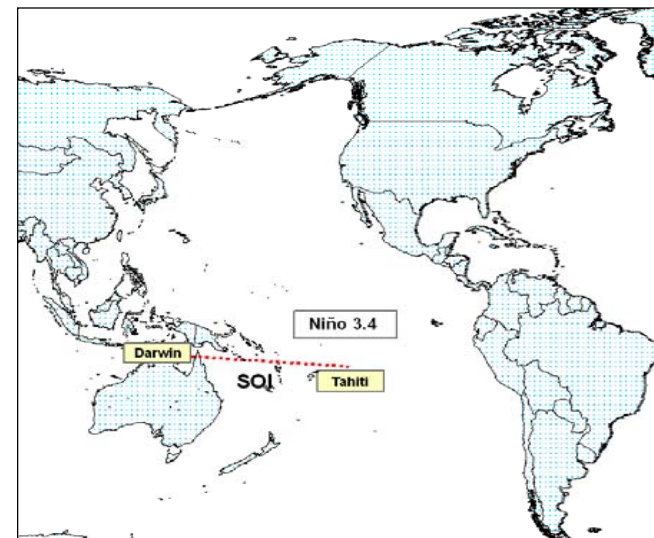
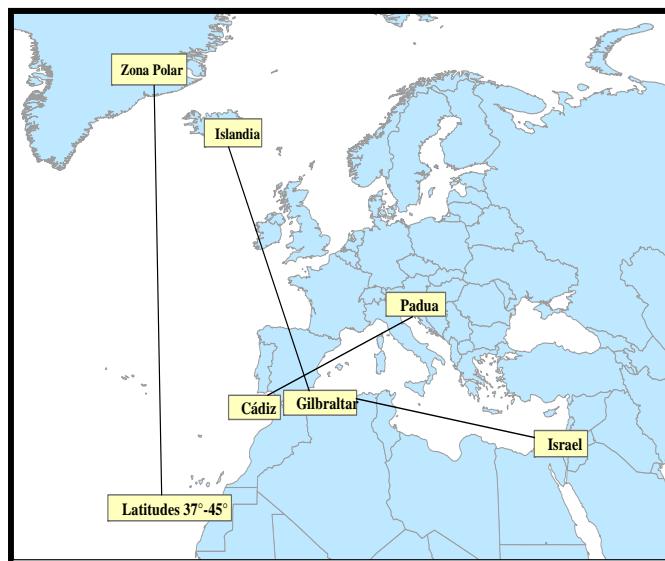
- Se seleccionaron para el estudio las series de **caudales máximos instantáneos** mensuales de 80 estaciones hidrométricas. Los registros de caudales fueron consultados en la base de datos del CEDEX.



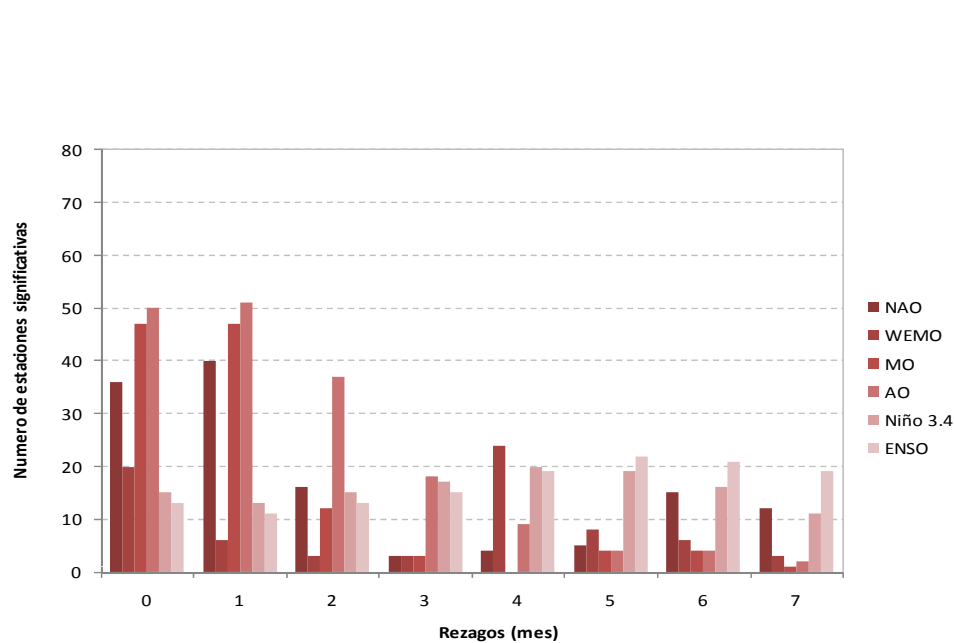
Distribución estacional de los caudales máximos



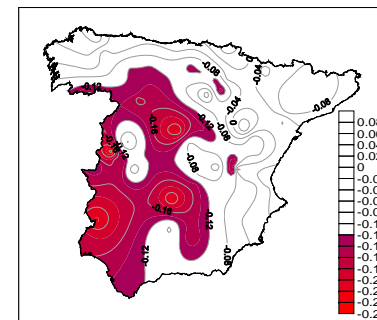
- Se utilizaron la series de 6 índices macroclimáticos
  - Oscilación del Atlántico Norte (NAO)
  - Oscilación del Ártico (AO)
  - Oscilación del Mediterráneo Occidental (WeMO)
  - Oscilación del Mediterráneo (MO)
  - Fenómeno del Niño (Niño 3.4 y MEI (Índice ENSO Multivariado))



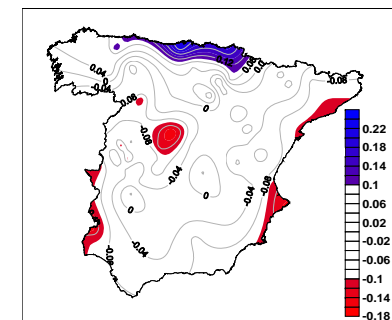
- La **función de correlación cruzada** (Qmax vs índice), evidenció correlaciones significativas entre las series mensuales, presentándose desfases en las correlaciones:



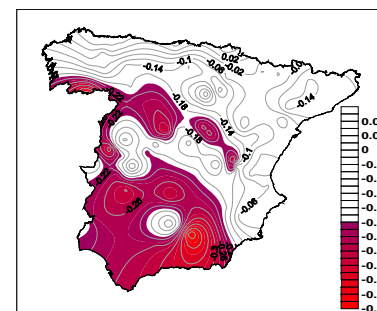
NAO (k = 1)



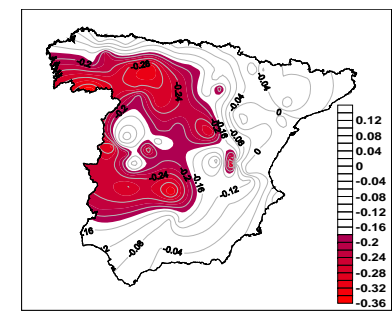
WeMO (k = 0)



MO (k = 1)

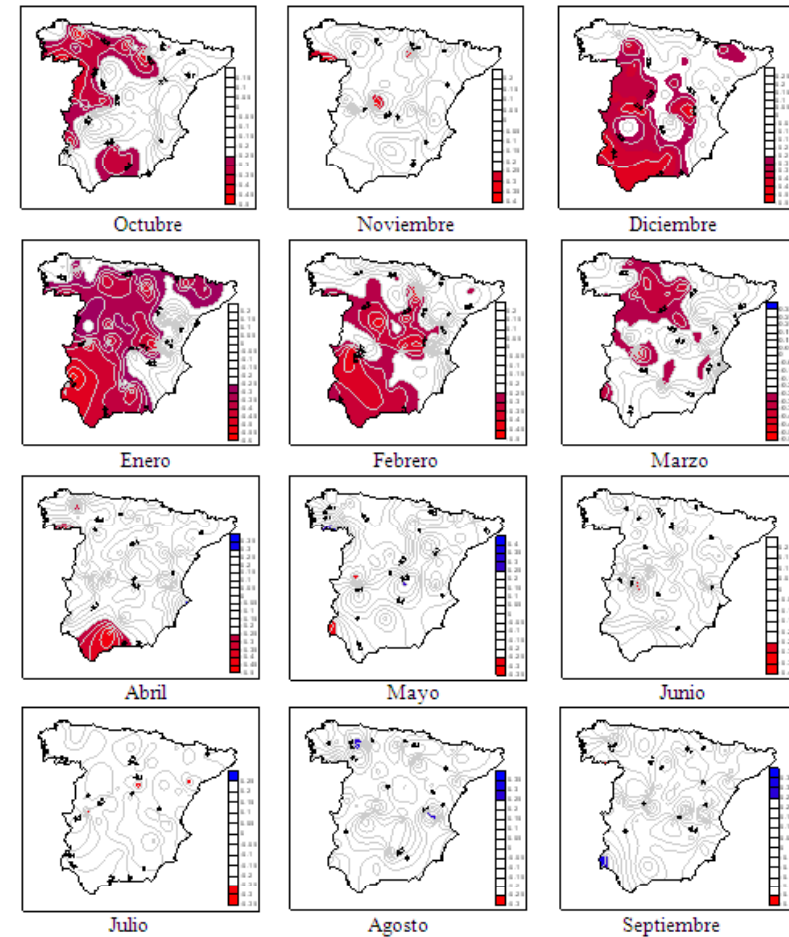
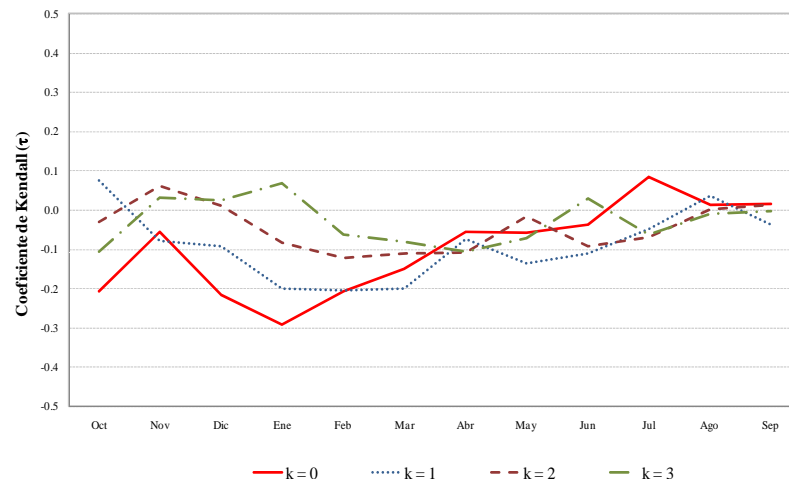


AO (k = 1)



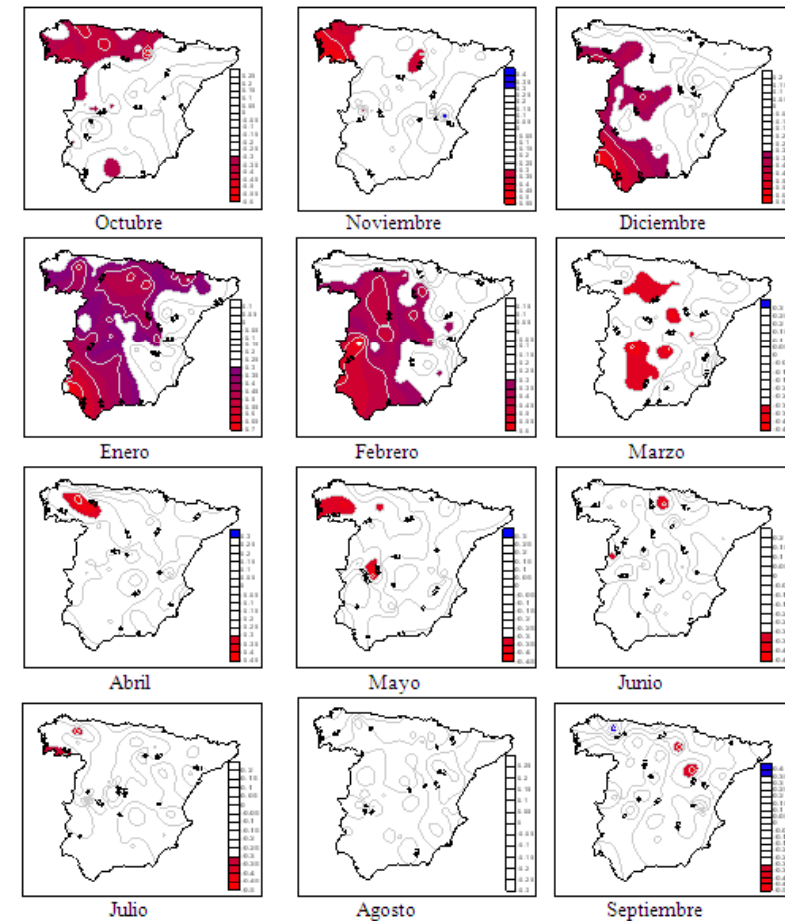
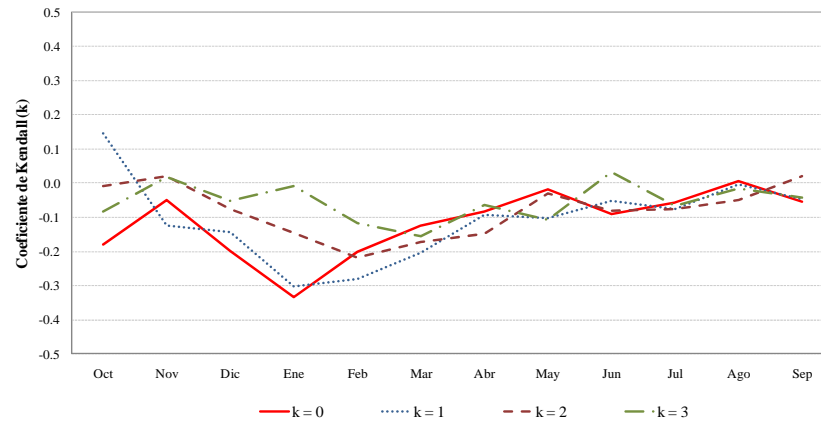
## ■ NAO

Correlación con la fase negativa en los meses de Octubre a Marzo con las series del frente **Atlántico**.



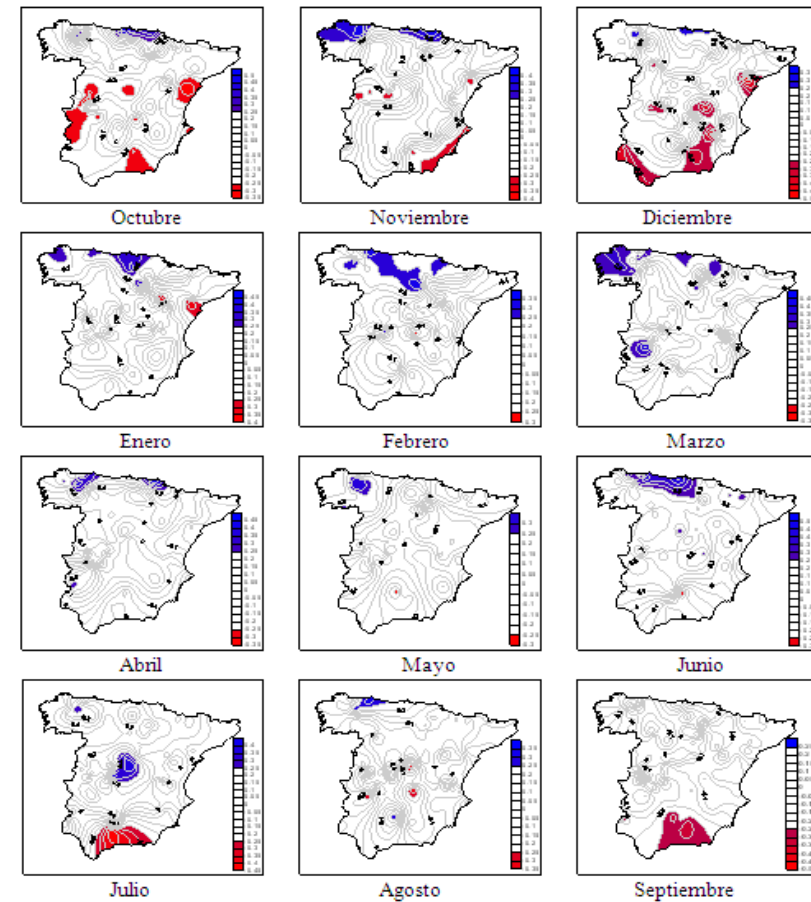
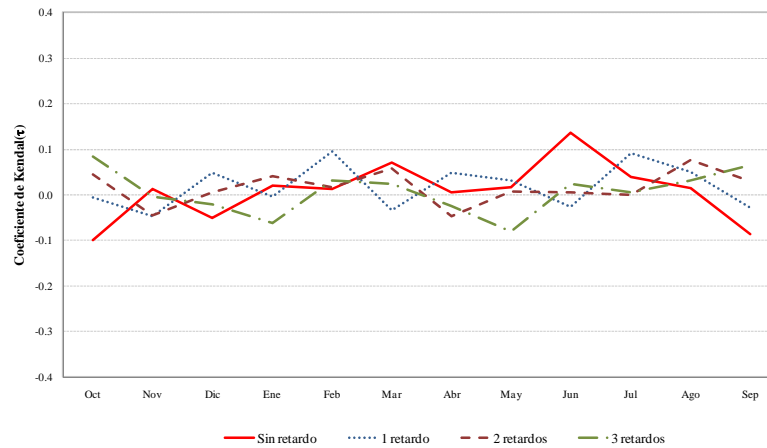
## ■ AO

Correlación con la fase negativa en los meses de Octubre a Marzo con las series del frente **Atlántico**.



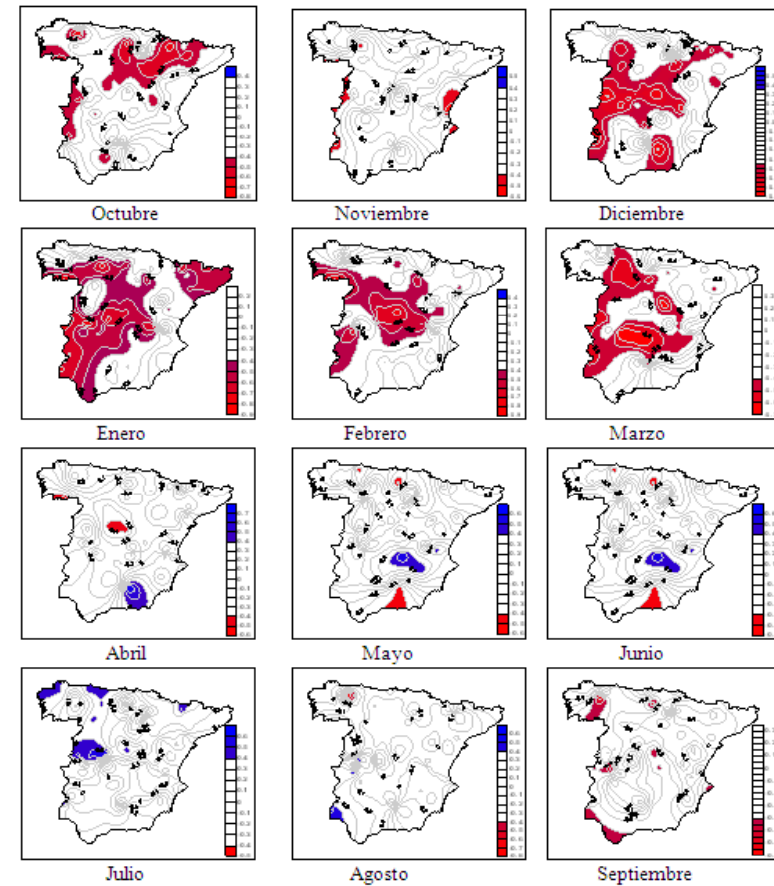
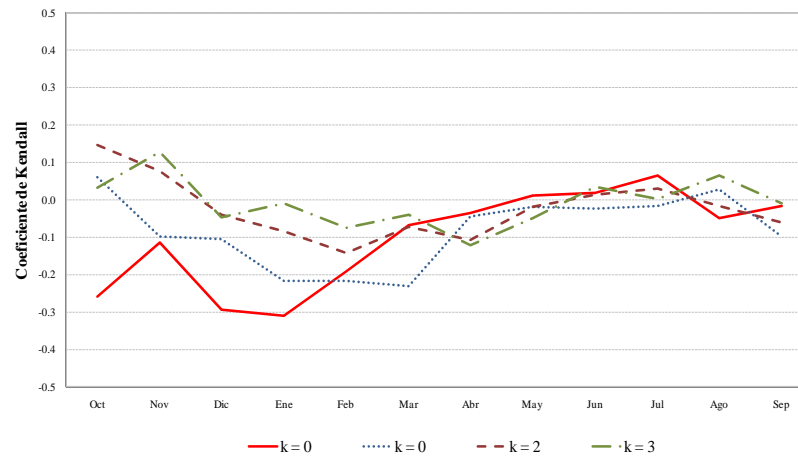
## ■ WeMO

Correlación con la fase negativa en los meses de Octubre y Noviembre en las series del **Mediterráneo**, correlación con la fase positiva en los meses de Octubre a Enero con series del **Cantábrico** (norte).



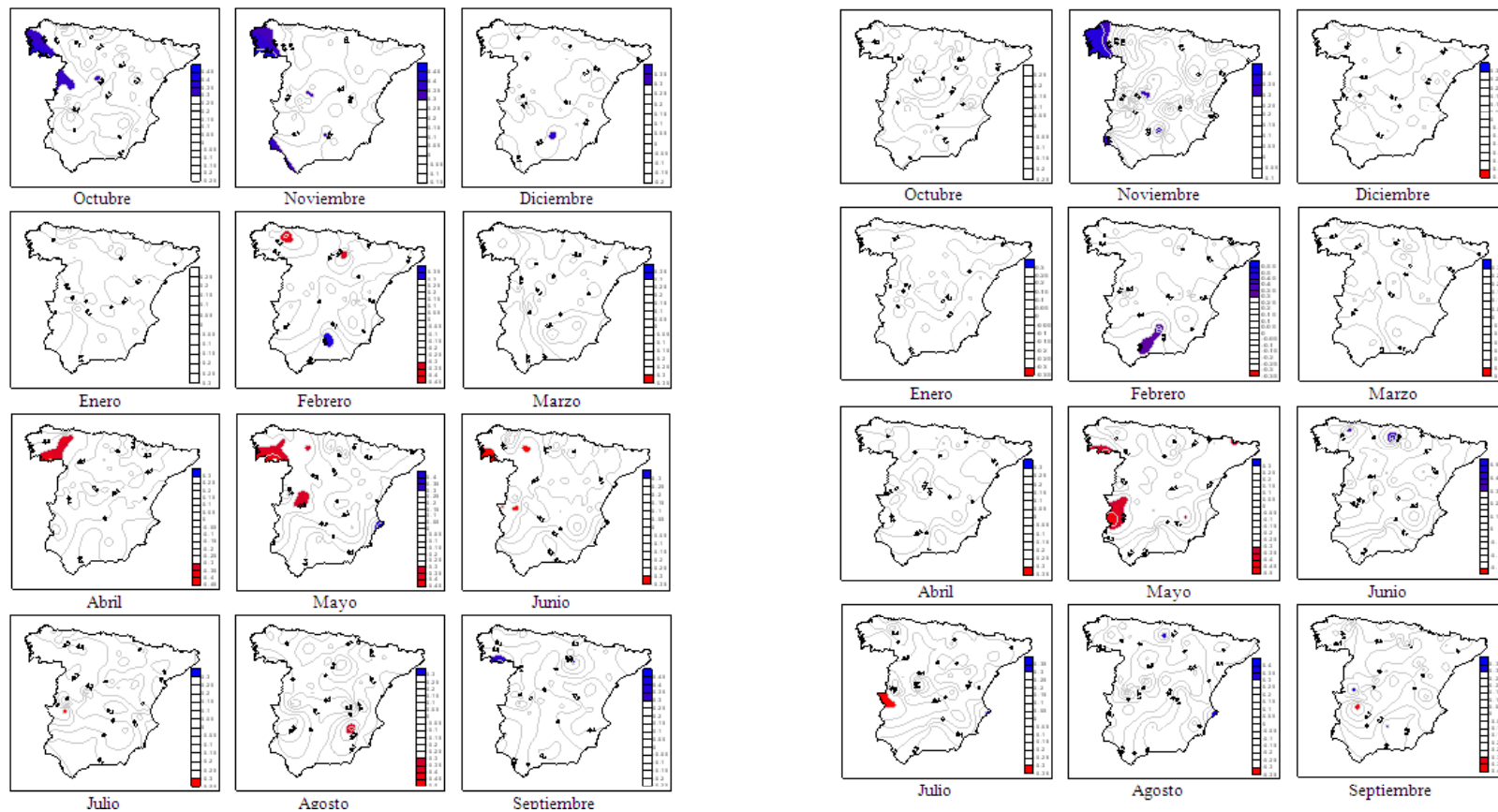
## ■ MO

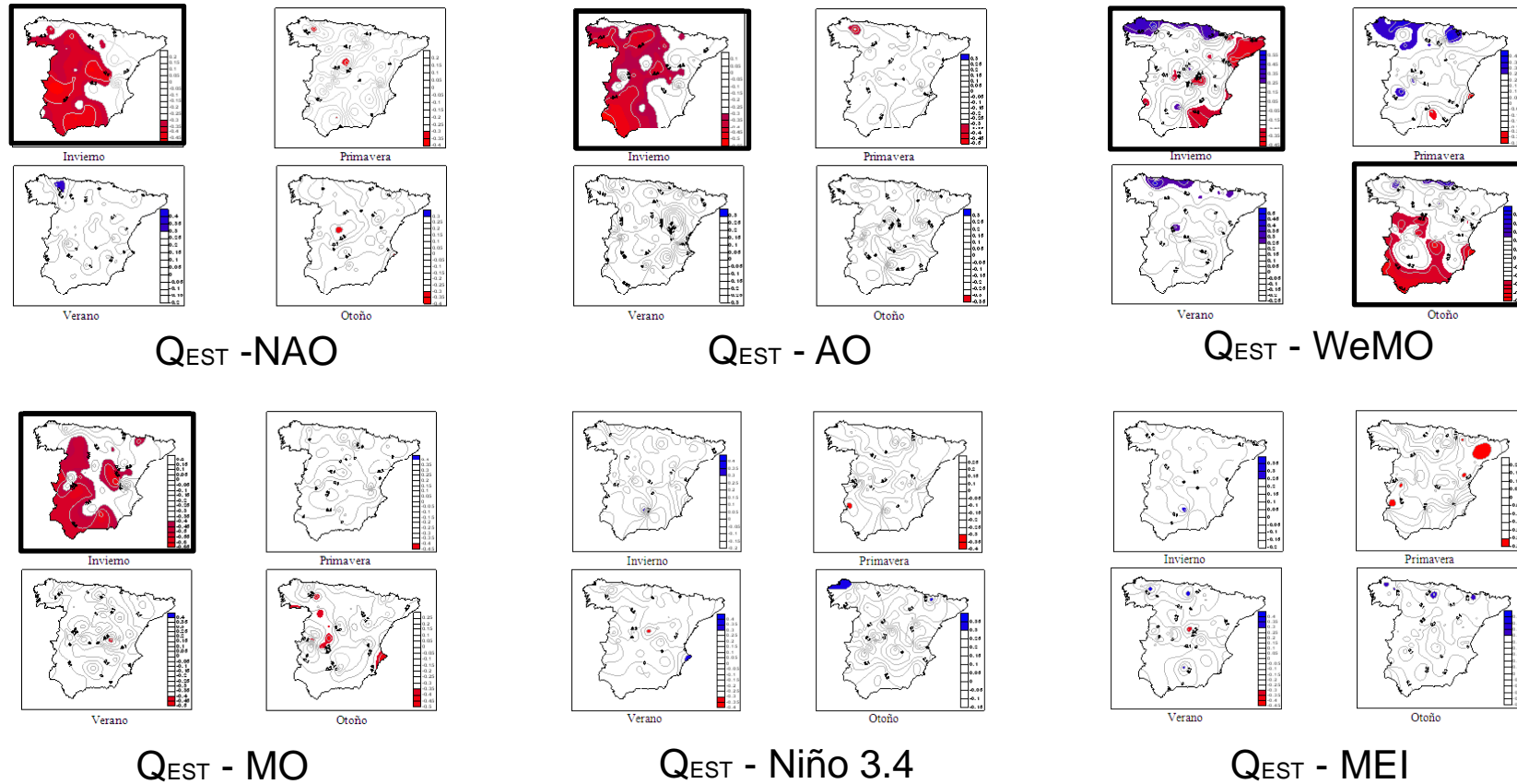
Correlación con la fase negativa en los meses de Octubre a Marzo en las series del **Atlántico**, en la fase negativa también se presentaron correlaciones en los de Septiembre a Diciembre, en series del frente **Mediterráneo**, sin ser estas significativas.





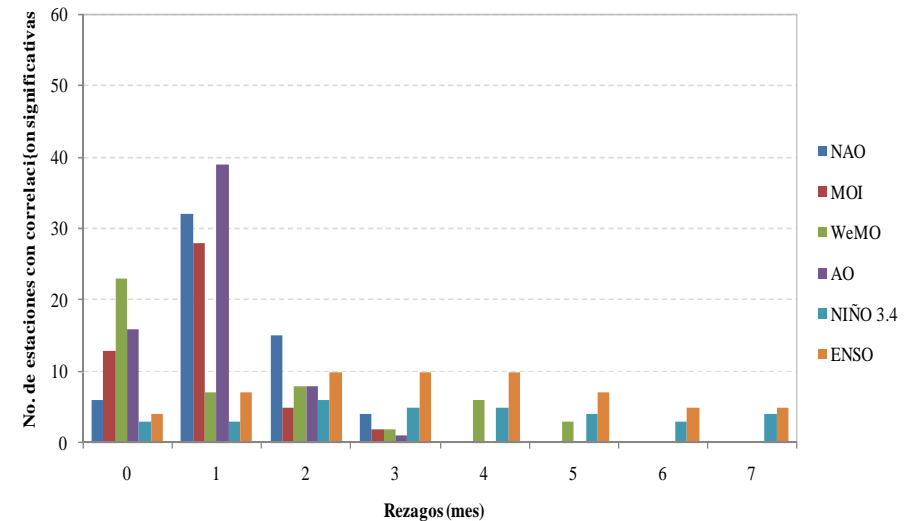
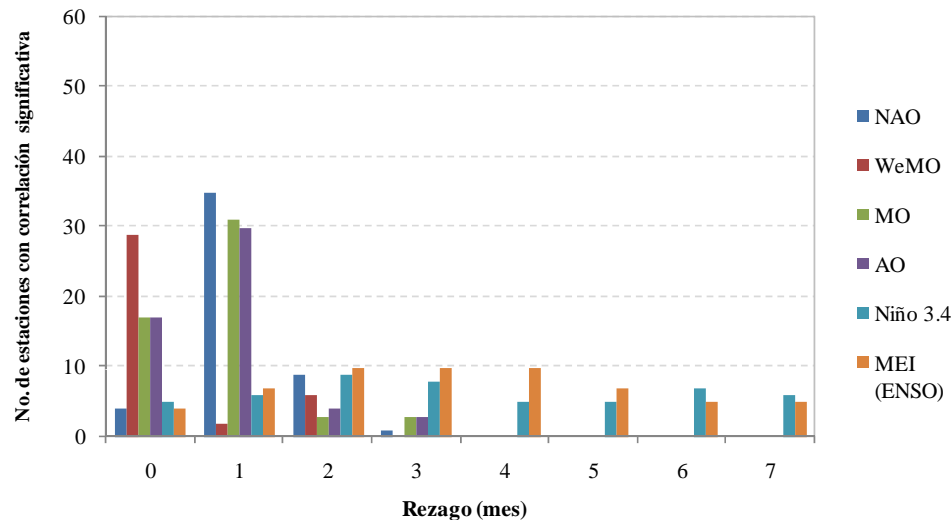
- Niño 3.4 y MEI: **No correlaciones significativas**

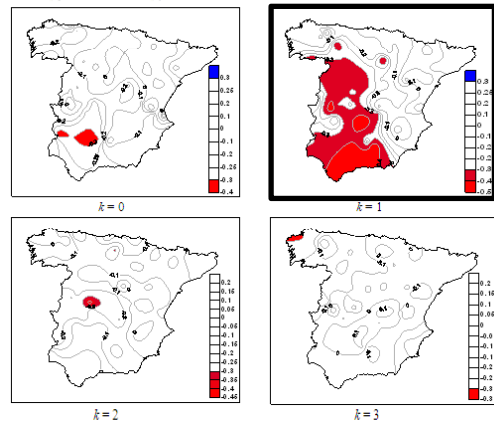




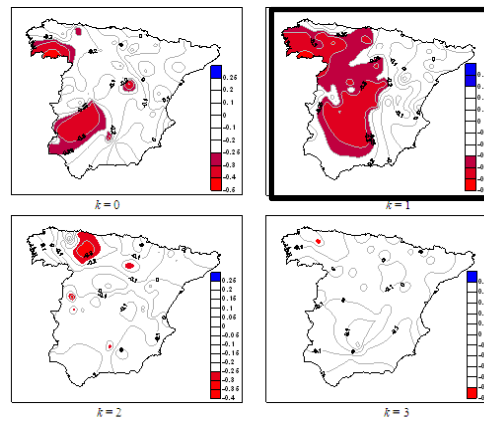


- Rezagos de 0 o 1 mes con los índices de la NAO, la AO y la MO en el cálculo de las correlaciones significativas, solo para el caso del índice WeMO este no presentó desfase en la correlación
- Los resultados con los índices Niño 3.4 y MEI, muestran un bajo grado de correlación.

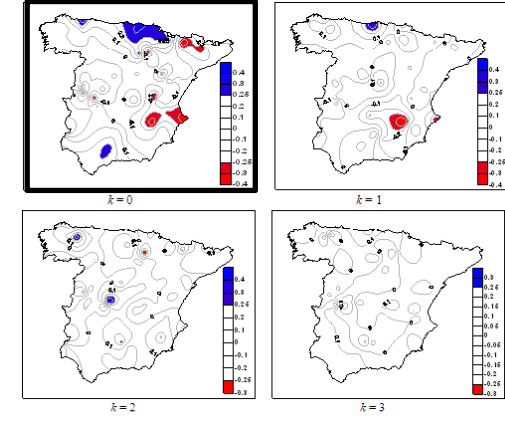




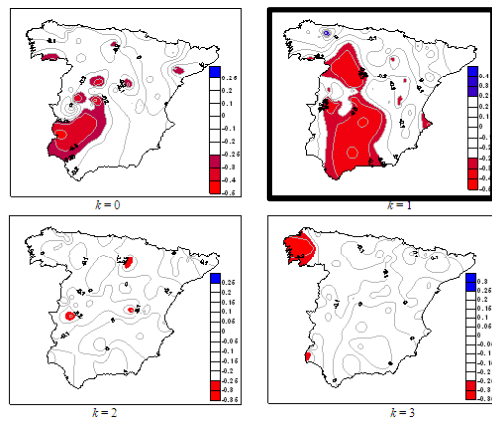
Q<sub>MAX.ANUAL</sub> - NAO



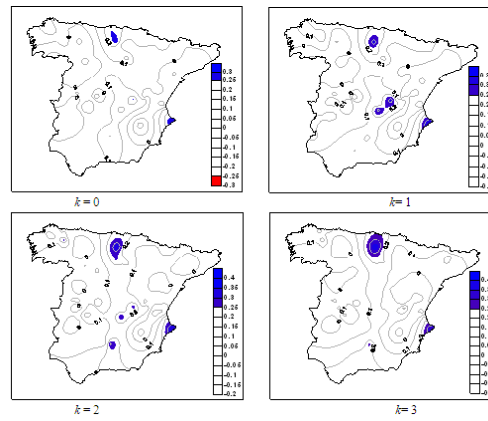
Q<sub>MAX.ANUAL</sub> - AO



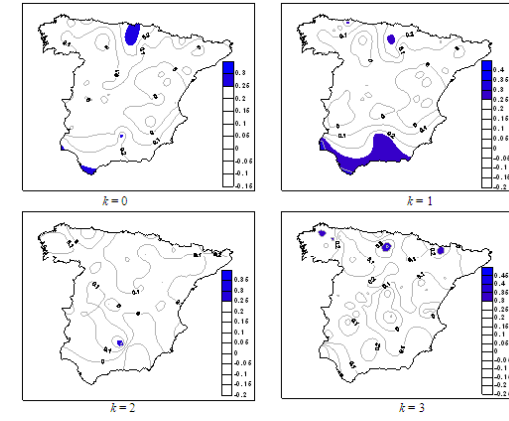
Q<sub>MAX.ANUAL</sub> - WeMO



Q<sub>MAX.ANUAL</sub> - MO

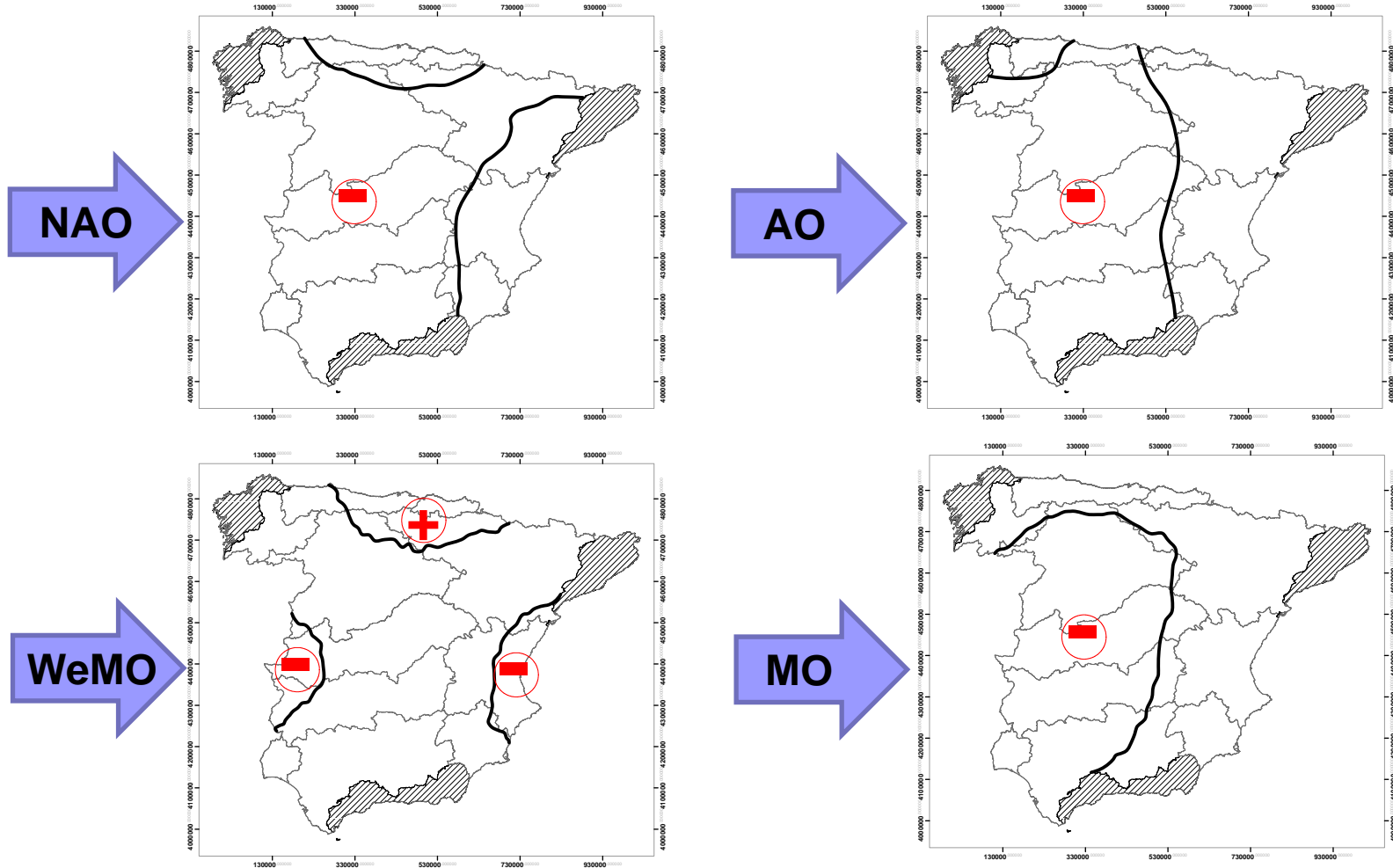


Q<sub>MAX.ANUAL</sub> - Niño 3.4



Q<sub>MAX.ANUAL</sub> - ENSO

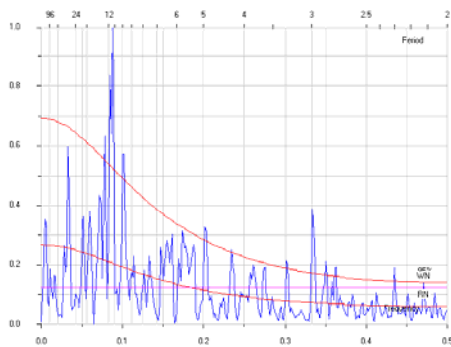
**ÁREAS DE INFLUENCIA DE LOS  
ÍNDICES MACROCLIMÁTICOS**



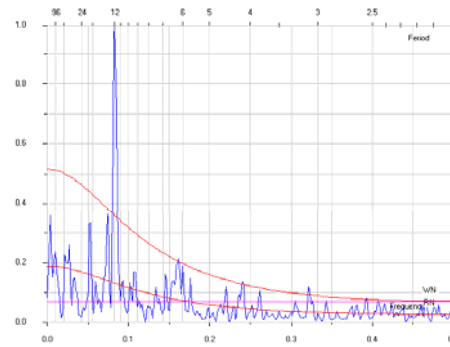
- Índices macroclimáticos mensuales:
  - Conexión en los modos de variabilidad interanuales de los Qmax
  - Periodicidades interdecadales difícil de encontrar conexión, debido a las longitudes de registro de caudales máximos
  - NAO, AO, MO presentan periodicidades **comunes** interanuales (2.7, 6 y 8 años)
  - El Niño periodo de variabilidad interanual 2 – 7 años

No	Índice	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6
1	NAO	0.5	1	2.7	8	6	13
2	WeMO	1	2	5	7.5	22	
3	MO	1	0.5	6	1.2	2.8	
4	AO	2.7	1	0.5	5.8	8.5	22
5	Niño 3.4	5.8	3.7	12.6	20	10	2.8
6	MEI (ENSO)	5	3.7	6.6	2.8		

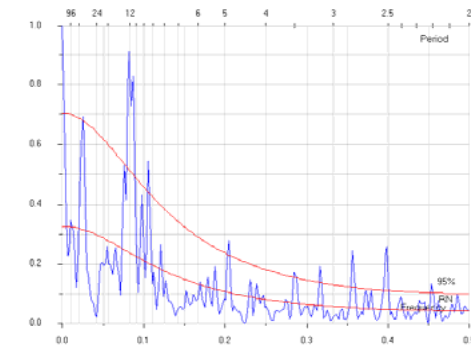
- Caudales máximos mensuales
  - Periodicidad anual muy importante en los espectros



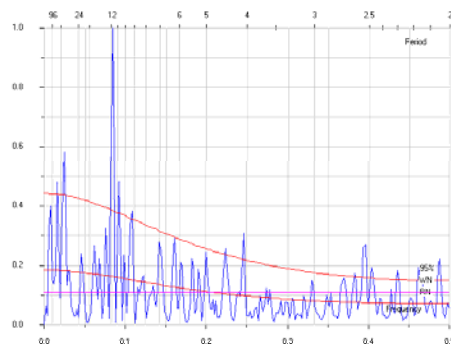
1427



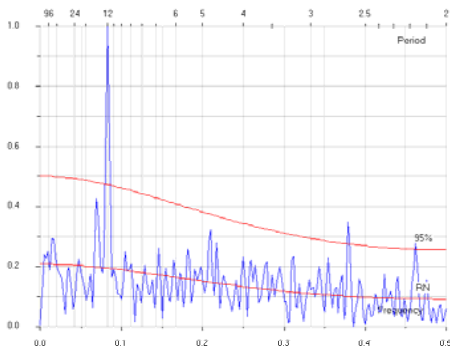
2005



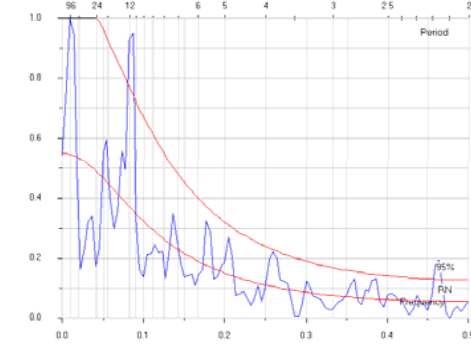
3005



5004

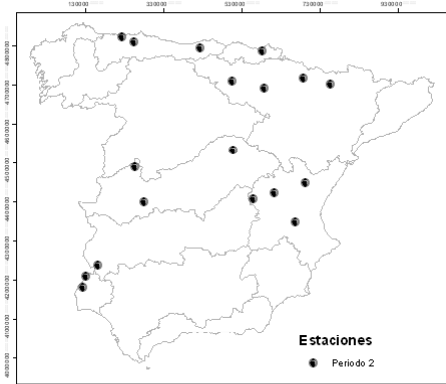


8030



8030

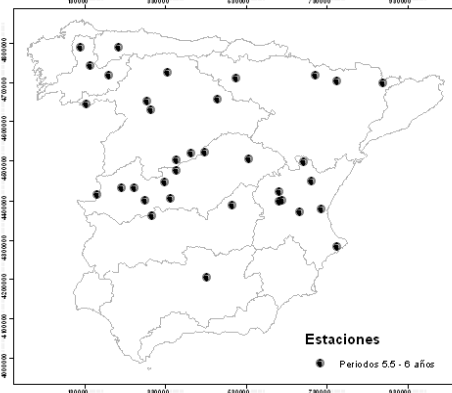
## ■ Caudales máximos anuales



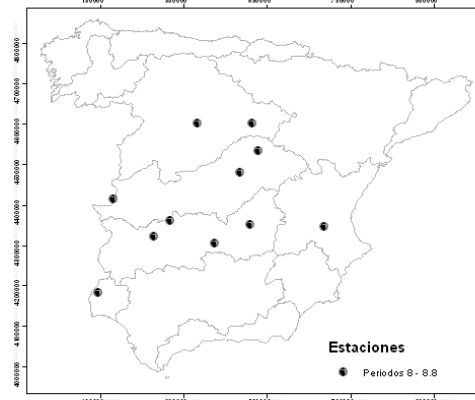
Periodicidad de 2 años, vinculada a uno de los modos de variabilidad del WeMO



Periodicidad de 2.5-3 años, vinculada a los fenómenos NAO, AO y MO

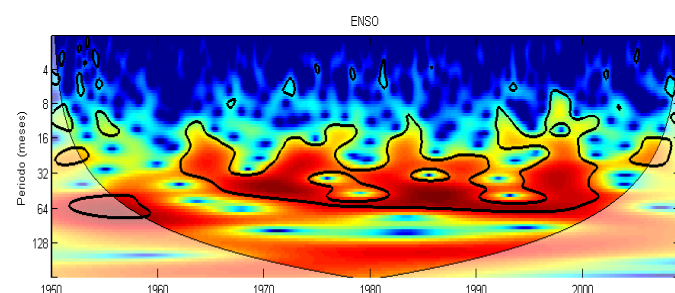
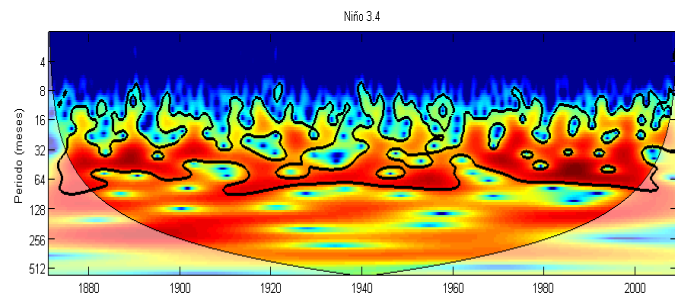
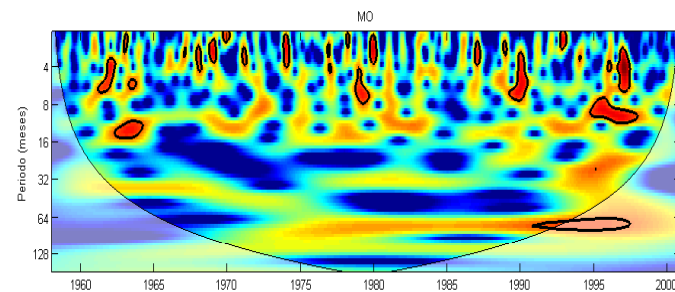
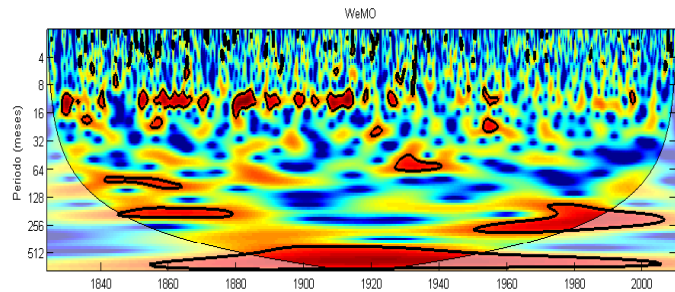
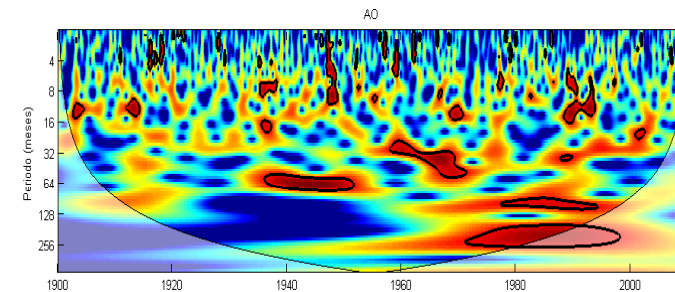
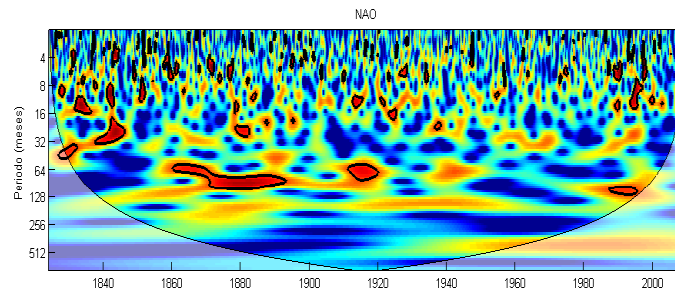


Periodicidad de 5.5-6 años, vinculada a los modos de variabilidad de la NAO, AO y MO.



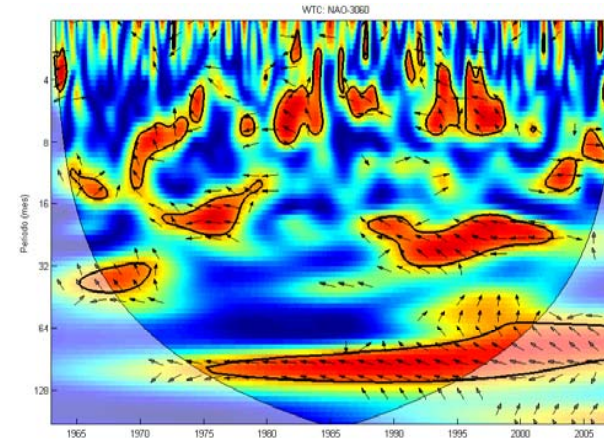
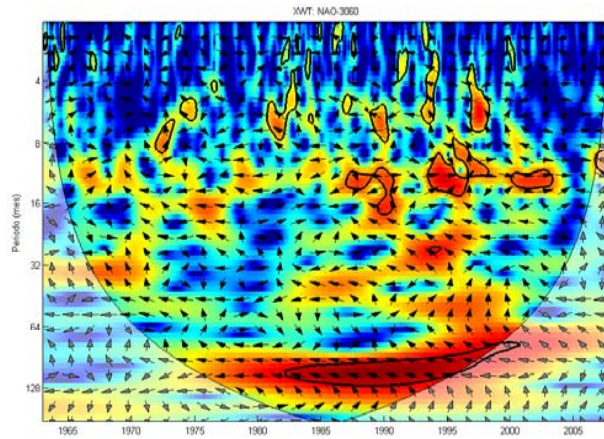
Periodicidad de 8-8.8 años, vinculada a los fenómenos NAO, AO y MO.

La periodicidad del periodo 2.5-3 años, presente también en registros de precipitación se le ha vinculado con las oscilaciones del fenómeno del Niño.

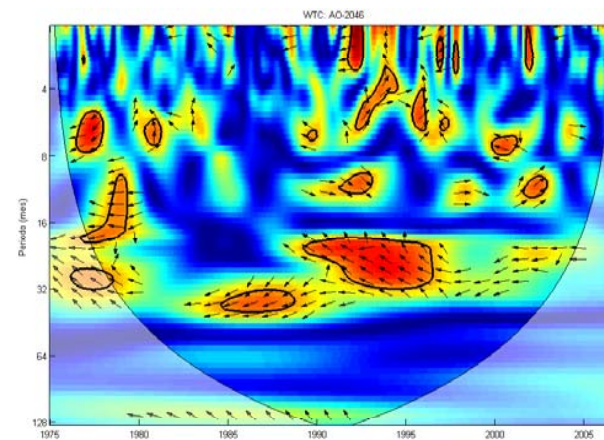
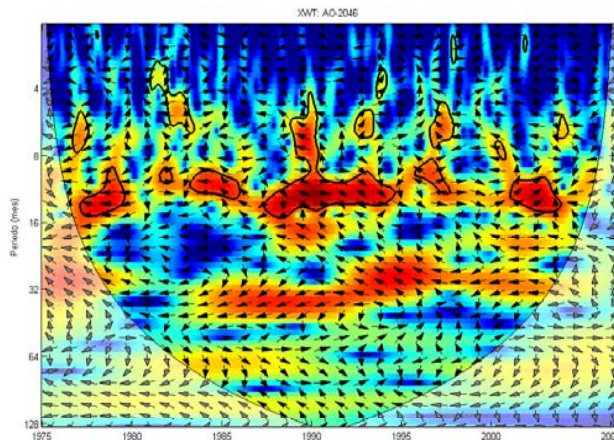




NAO

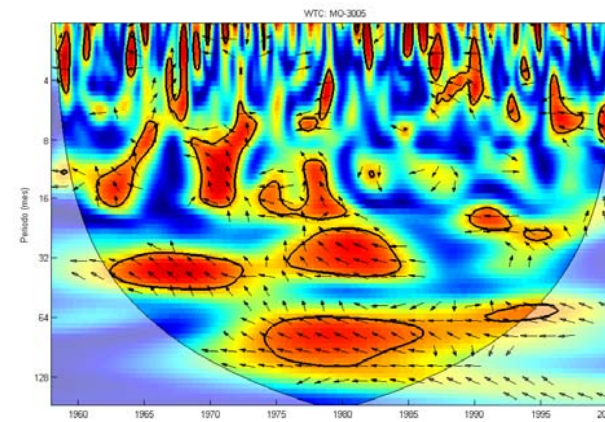
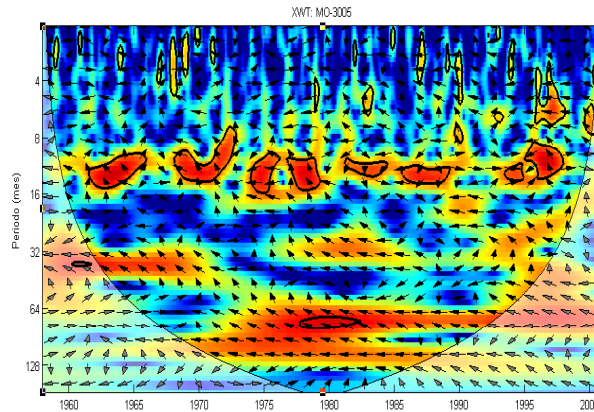


AO

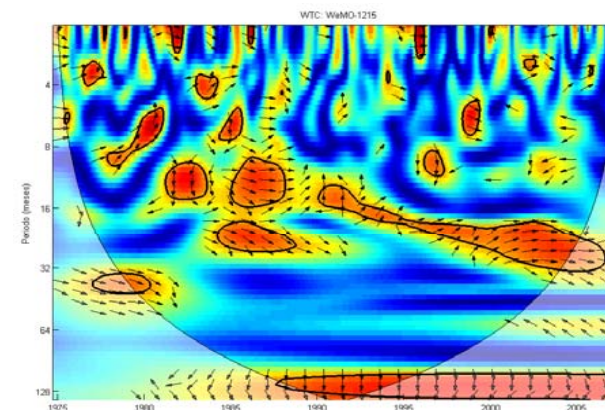
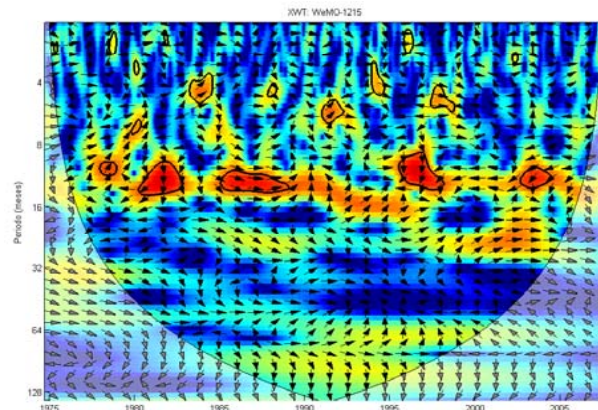




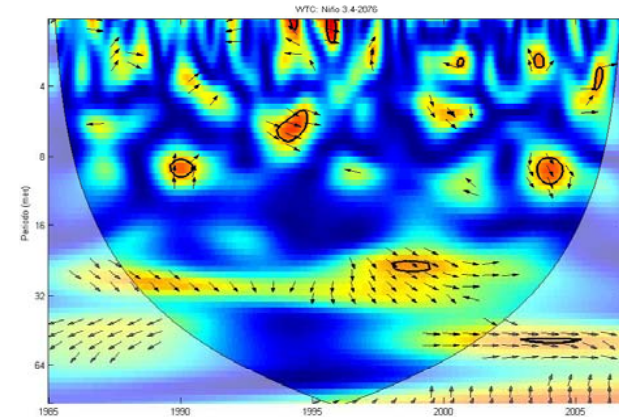
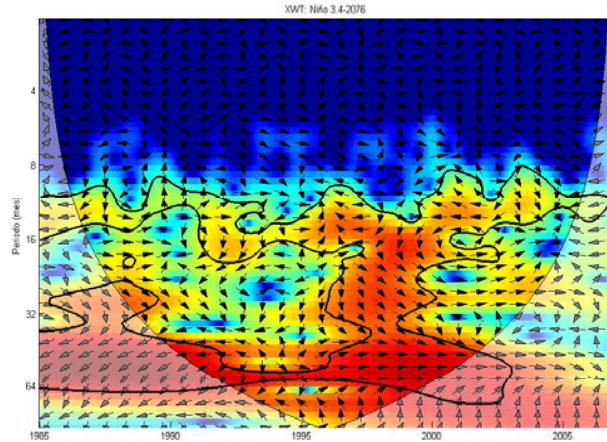
MO



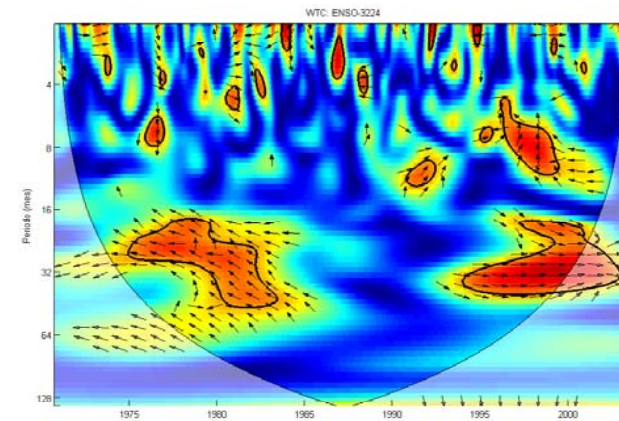
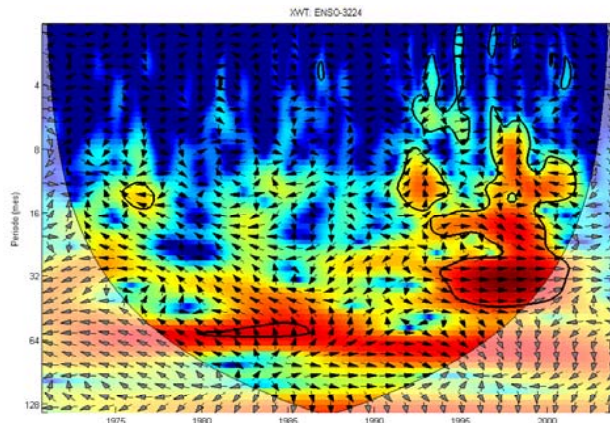
WeMO



Niño 3.4



ENSO



# CONCLUSIONES

- La relación, entre los fenómenos macroclimáticos y la respuesta hidrológica de una cuenca a través de su caudal máximo es muy compleja. A pesar de ello, se ha demostrado la existencia de esta relación.
- El uso del análisis de correlación, permitió hacer un análisis temporal de las correlaciones, estimando de esta forma el grado de dependencia respecto de cada índice, y detectar los desfases en la correlación.
- Se establece la clara diferencia en el impacto de los índices en la variabilidad de los caudales máximos entre las series de las fachadas Mediterránea y Atlántica.
- Es clara la influencia de los fenómenos de la NAO, la AO y la MO, en sus fases negativas en las series del frente Atlántico siendo esta más intensa en la fase invernal (diciembre-febrero).



# CONCLUSIONES

- La influencia de la WeMO se observó, en la fase negativa en series del frente Mediterráneo y el frente Atlántico, en los meses de Octubre a Enero, también en su fase positiva en series del Cantábrico.
- Los resultados obtenidos en el análisis espectral, la cual se utilizó como una aproximación en la determinación de la relación en el ámbito de la frecuencias, se exhibe una conexión para las periodicidades 2.5-3, 6 y 8 años en los modos de variabilidad de la NAO, la AO y la MO, así como con la WeMO en los periodos de 2 y 8 años.
- El análisis continuo de transformada en onditas, permitió observar la conexión de los modos de variabilidad en el espacio tiempo-frecuencia, demostrando la conexión en los modos de variabilidad de los fenómenos macroclimáticos en la variabilidad interanual de los caudales máximos mensuales.

---

GRACIAS POR SU ATENCIÓN