



**UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA**



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

PROGRAMA DE DOCTORADO DE INGENIERÍA HIDRÁULICA Y MEDIO AMBIENTE

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LOS FENÓMENOS
MACROCLIMÁTICOS EN LOS CAUDALES MÁXIMOS EN LA
ESPAÑA PENINSULAR**

Presenta: Jesús López de la Cruz

Director: Félix Francés García

Valencia, Diciembre 2010

CONTENIDO TEMÁTICO

- Introducción
- Objetivos
- Métodos
- Zona de Estudio e Información
- Resultados
- Conclusiones y Futuras Líneas de Investigación

INTRODUCCIÓN

- 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. 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**, las cuales describen las conexiones del clima, entre regiones de interés.

INTRODUCCIÓN

- Las teleconexiones fueron constituidas en base a los registros de parámetros meteorológicos. Del estudio de las teleconexiones se han identificado **fenómenos macroclimáticos** (e.g. NAO, AO, ENSO).
- El comportamiento de los fenómenos macroclimáticos, ha sido caracterizado mediante índices estandarizados, denominados **índices macroclimáticos**, los cuales proporcionan una medida aproximada de la situación climática global.
- Se lleva un largo tiempo conociendo de la relación entre el clima y las **variables hidrometeorológicas**.
- En las últimas décadas ha resurgido el interés por analizar la influencia que ejercen los fenómenos macroclimáticos en las variables hidrometeorológicas.

INTRODUCCIÓN

- Los **extremos hidrológicos** han sido una de las principales preocupaciones de la sociedad, por lo que los investigadores han tratado de entender los mecanismos mediante los cuales la atmósfera los produce.
- La necesidad de considerar la **no estacionaridad** en el análisis de frecuencias de caudales máximos, es un tema que ha tomado relevante importancia.
- Es por lo cual en el presente estudio se ha tratado de identificar en los fenómenos macroclimáticos, los índices pertinentes para ser utilizados en un futuro en desarrollo de un **modelo de análisis de frecuencias no estacionario**.

HIPÓTESIS

- La existencia de una relación entre las variables hidrometeorológicas y los fenómenos macroclimáticos en la España Peninsular.

OBJETIVO PRINCIPAL

- Identificar en los índices macroclimáticos, las variables pertinentes para utilizar en el desarrollo de un modelo de análisis de frecuencias no estacionario.

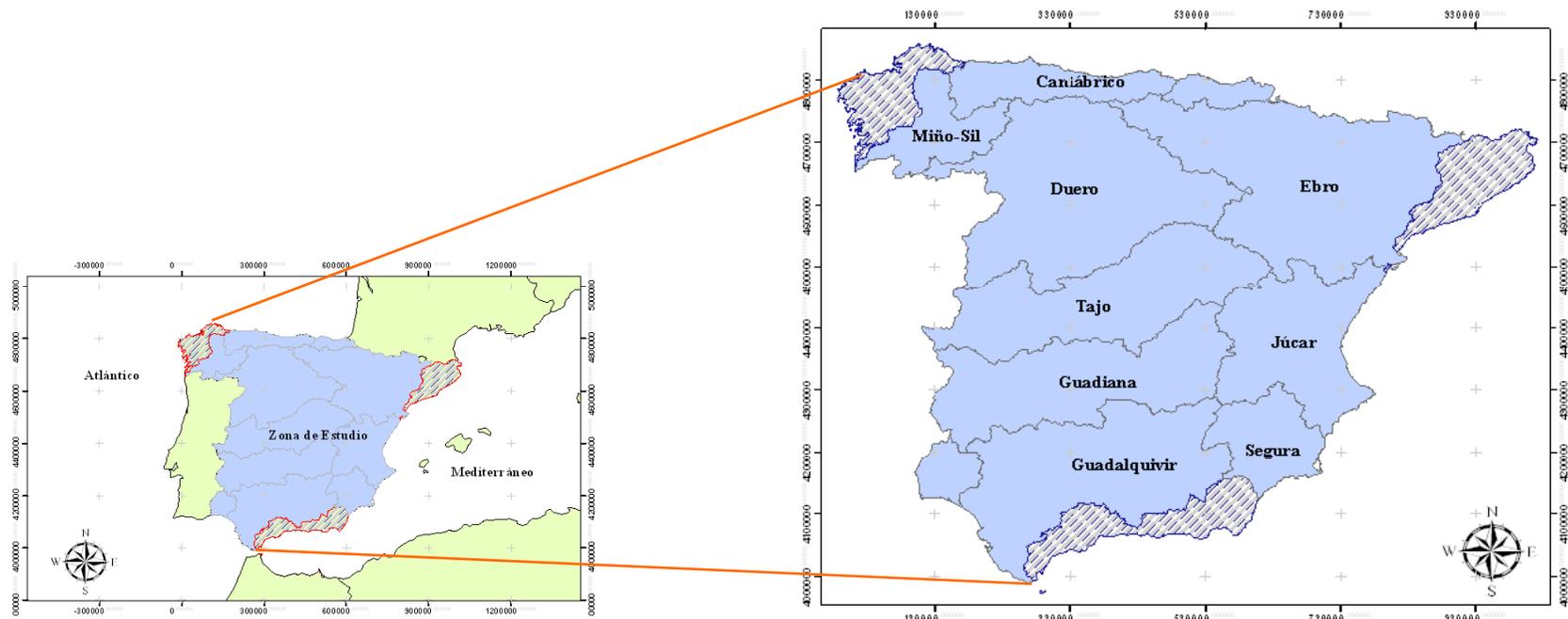
OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Evaluar la dependencia de los Q_{max} respecto de los fenómenos macroclimáticos.
- Identificación de las zonas de influencia de los fenómenos macroclimáticos.
- Análisis de la reproducción de los ciclos u oscilaciones climáticas, en los modos de variabilidad en las series de caudales.

ZONA DE ESTUDIO E INFORMACIÓN

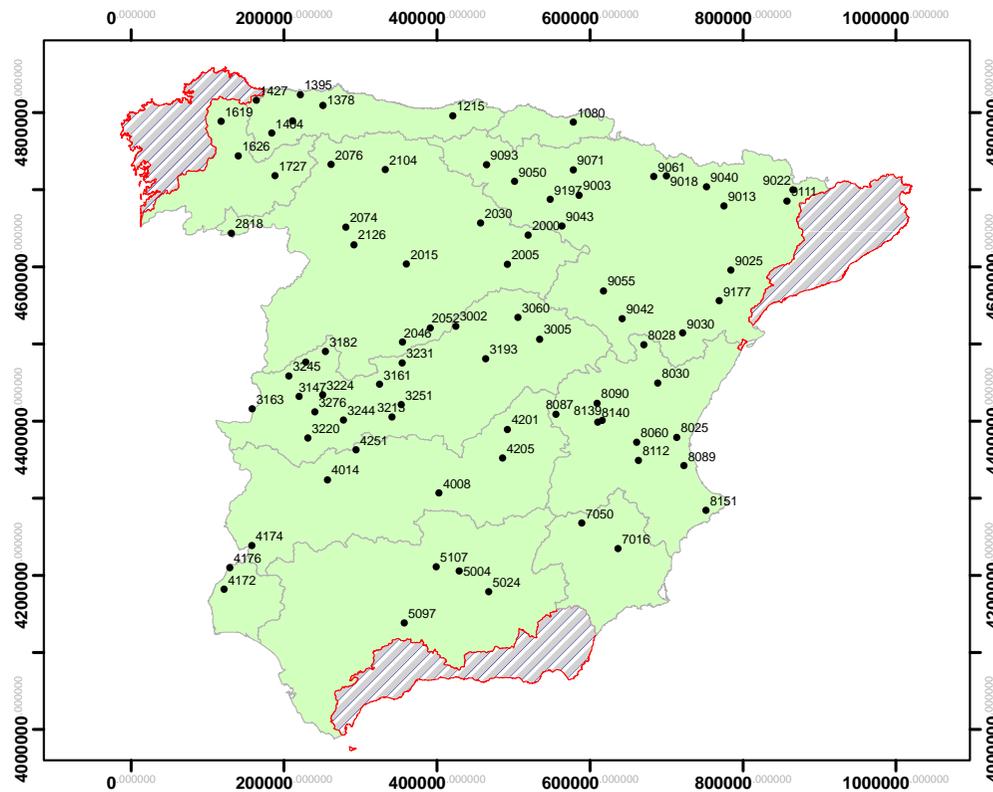
- o La **España Peninsular**

- Fenómenos meteorológicos del Atlántico y Mediterráneo
- Disponibilidad de libre acceso a la información hidrométrica



ZONA DE ESTUDIO E INFORMACIÓN

- 80 series mensuales de caudales máximos instantáneos.
- Base de datos del CEDEX.



Distribución estacional de los caudales máximos

ZONA DE ESTUDIO E INFORMACIÓN

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

Índice	Período	Dipolos	Sitio de Información
NAO	1821 - 2009	Islandia y Gibraltar	http://www.cru.uea.ac.uk/
WEMO	1821 - 2009	Cádiz y Padua	http://www.ub.edu/gc/English/wemo.htm
MO	1958 - 2000	Gibraltar y Israel	http://www.cru.uea.ac.uk/
AO	1900 - 2009	Zona Polar y Latitudes 37° - 45° N	http://www.cpc.noaa.gov
Niño 3.4	1871 - 2009	5°N-5°S, 120°W-170°W	http://www.cpc.noaa.gov
ENSO (MEI)	1950 - 2009	Índice representativo de El Niño y la Oscilación de Sur	http://www.cpc.noaa.gov

MÉTODOS

- **Análisis de Correlación**

- Función de correlación cruzada
- Prueba estadística de Pearson
- Prueba estadística de Kendall

{ Mensual
Estacional
Anual

- **Análisis Espectral**

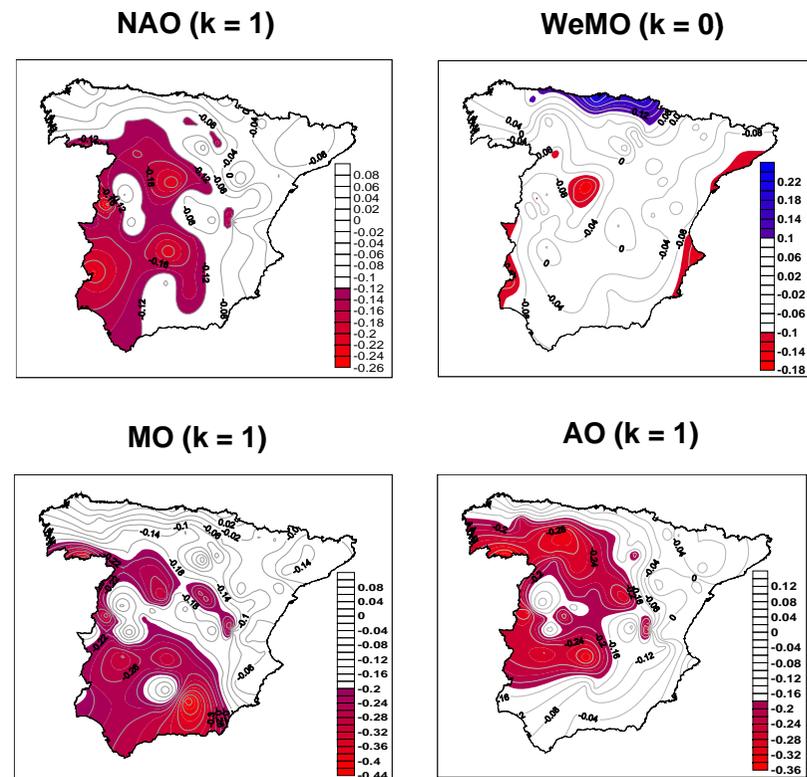
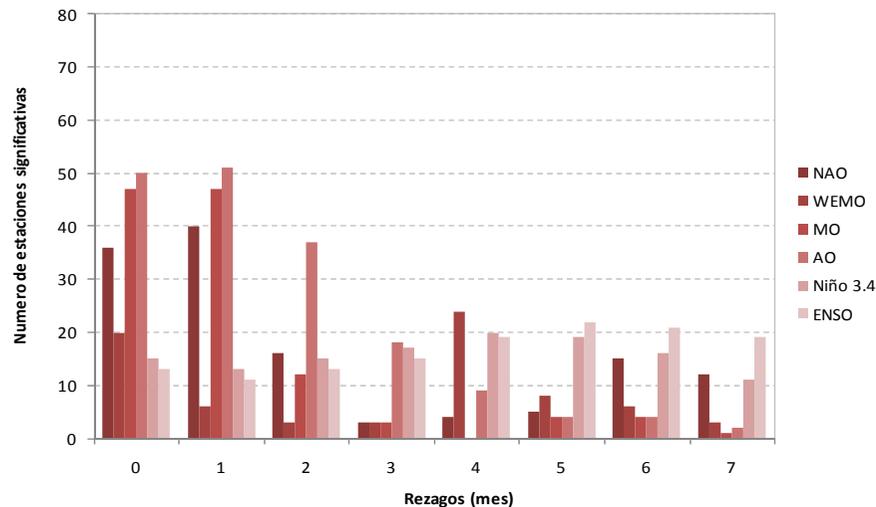
- Potencia espectral estimada por Blackman-Tukey

- **Análisis Continuo de Transformada en Onditas**
(*wavelets*)

- Espectros continuos
- Espectros cruzados
- Espectros de coherencia

RESULTADOS: FUNCIÓN DE CORRELACIÓN CRUZADA

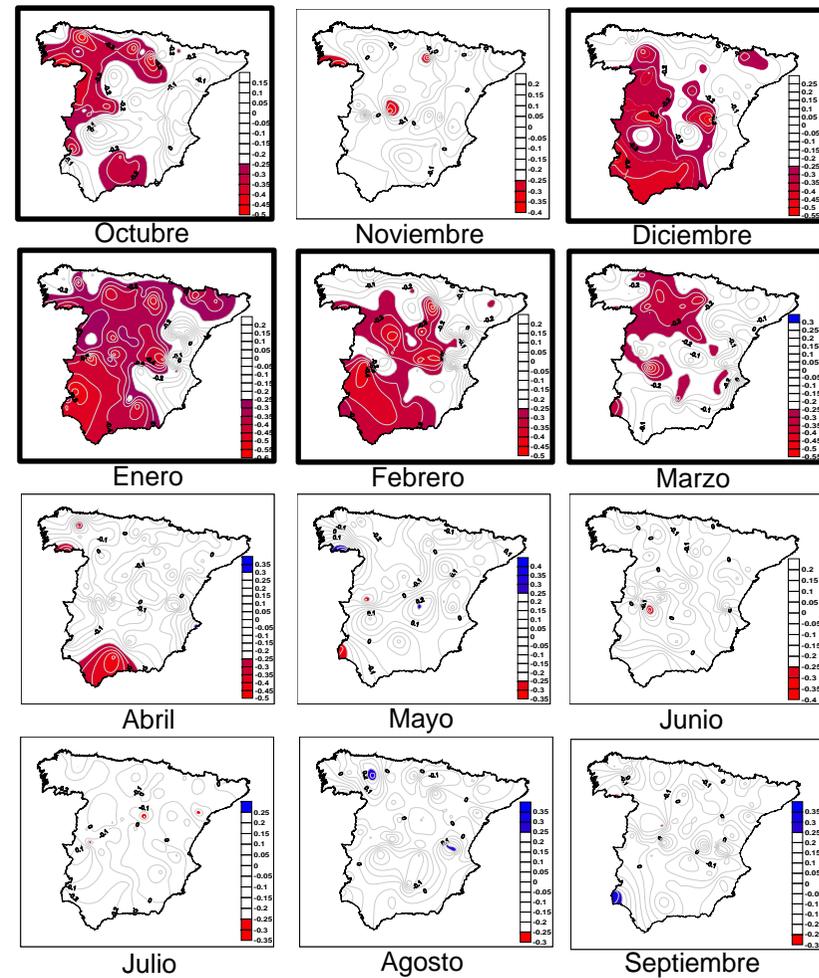
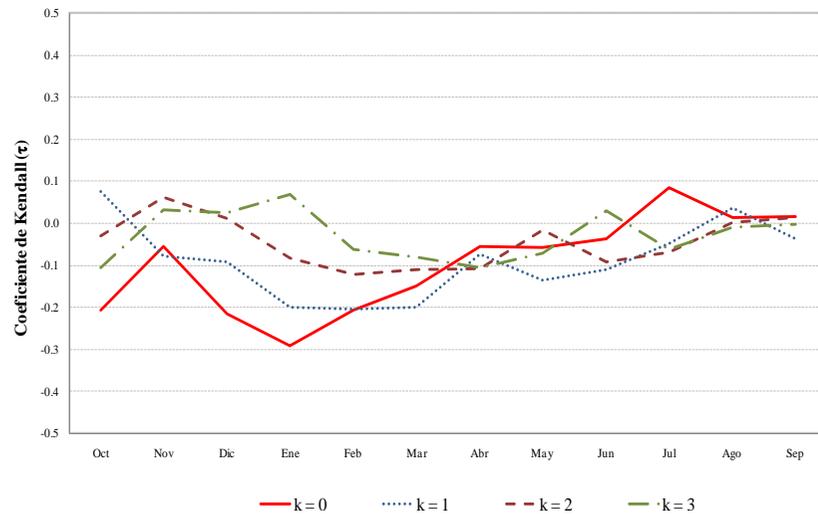
- La **función de correlación cruzada** (Qmax vs IM), evidenció correlaciones significativas entre las series mensuales, presentándose desfases en las correlaciones:



RESULTADOS: CORRELACIÓN MENSUAL

○ NAO vs Qmax

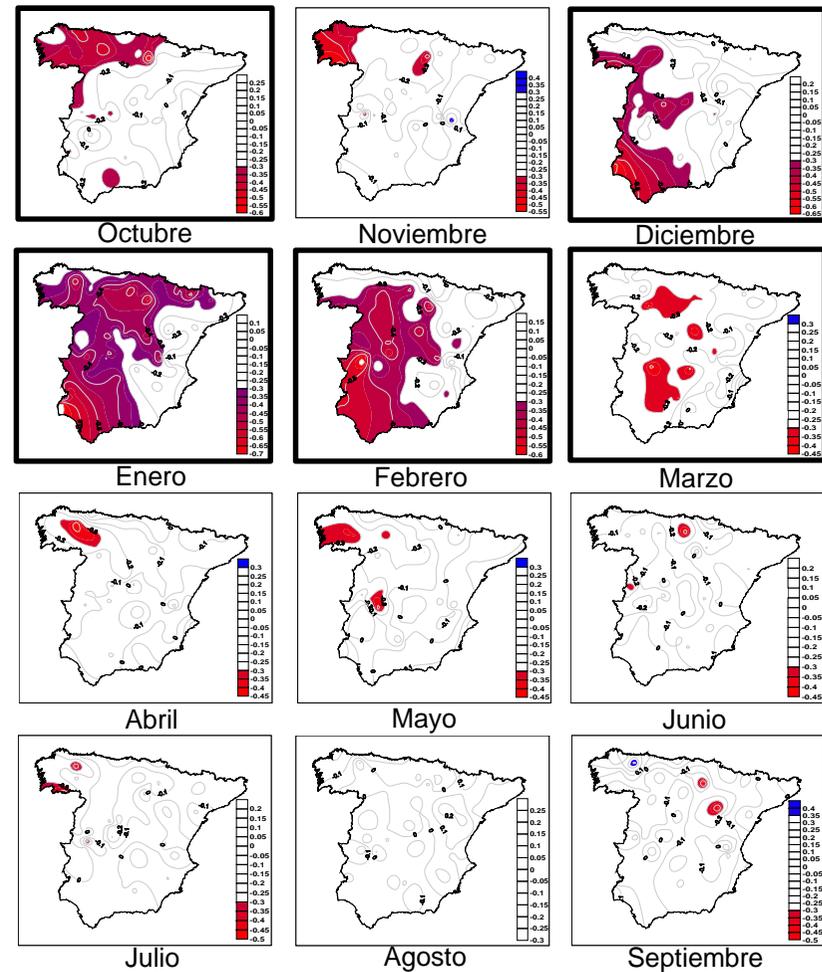
Correlación con la fase negativa en los meses de Octubre a Marzo con las series del frente **Atlántico**.



RESULTADOS: CORRELACIÓN MENSUAL

○ AO vs Qmax

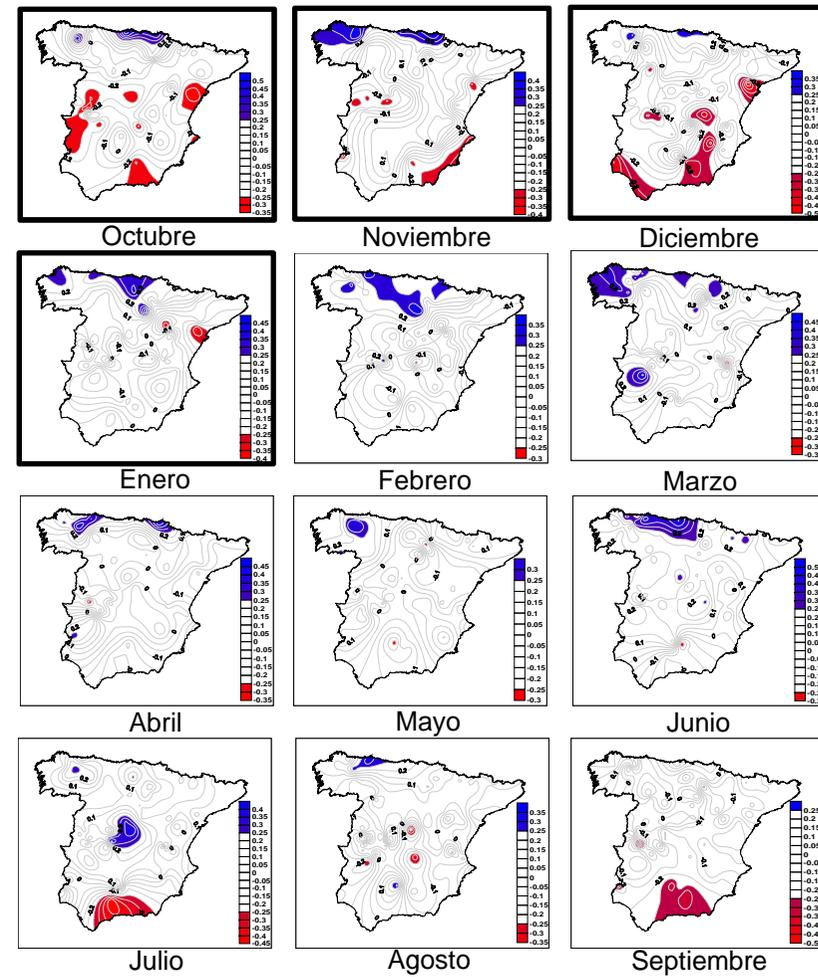
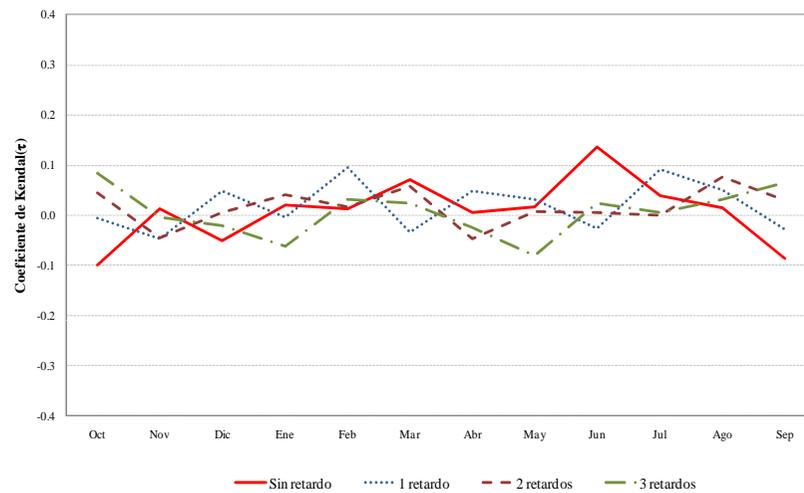
Correlación con la fase negativa en los meses de Octubre a Marzo con las series del frente **Atlántico**.



RESULTADOS: CORRELACIÓN MENSUAL

○ WeMO vs Qmax

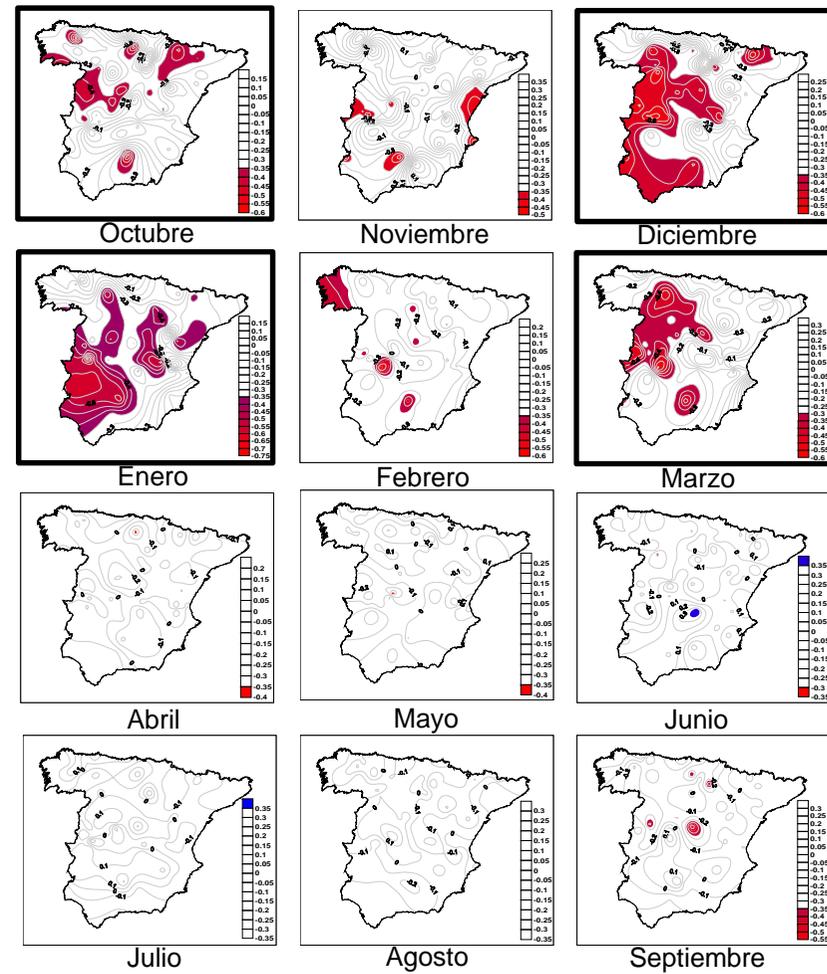
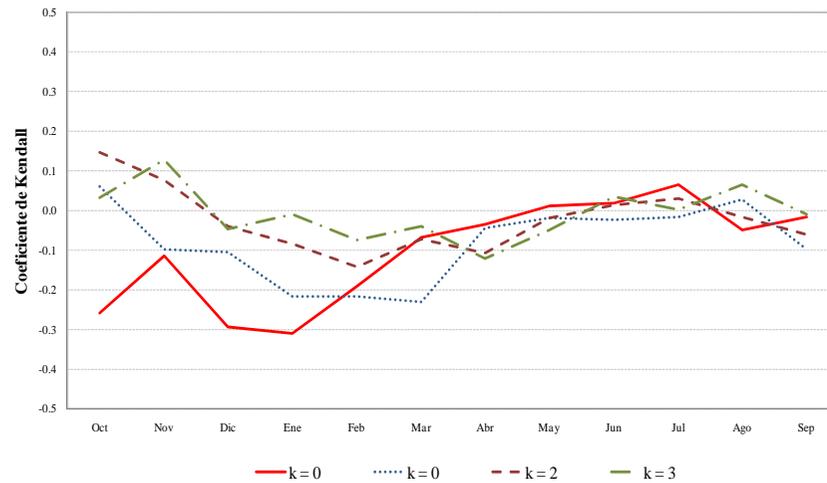
Correlación con la fase negativa en los meses de Octubre y Noviembre en las series del **Mediterráneo**, correlación con la fase positiva en los meses de Octubre a Enero con series del **Cantábrico** (norte).



RESULTADOS: CORRELACIÓN MENSUAL

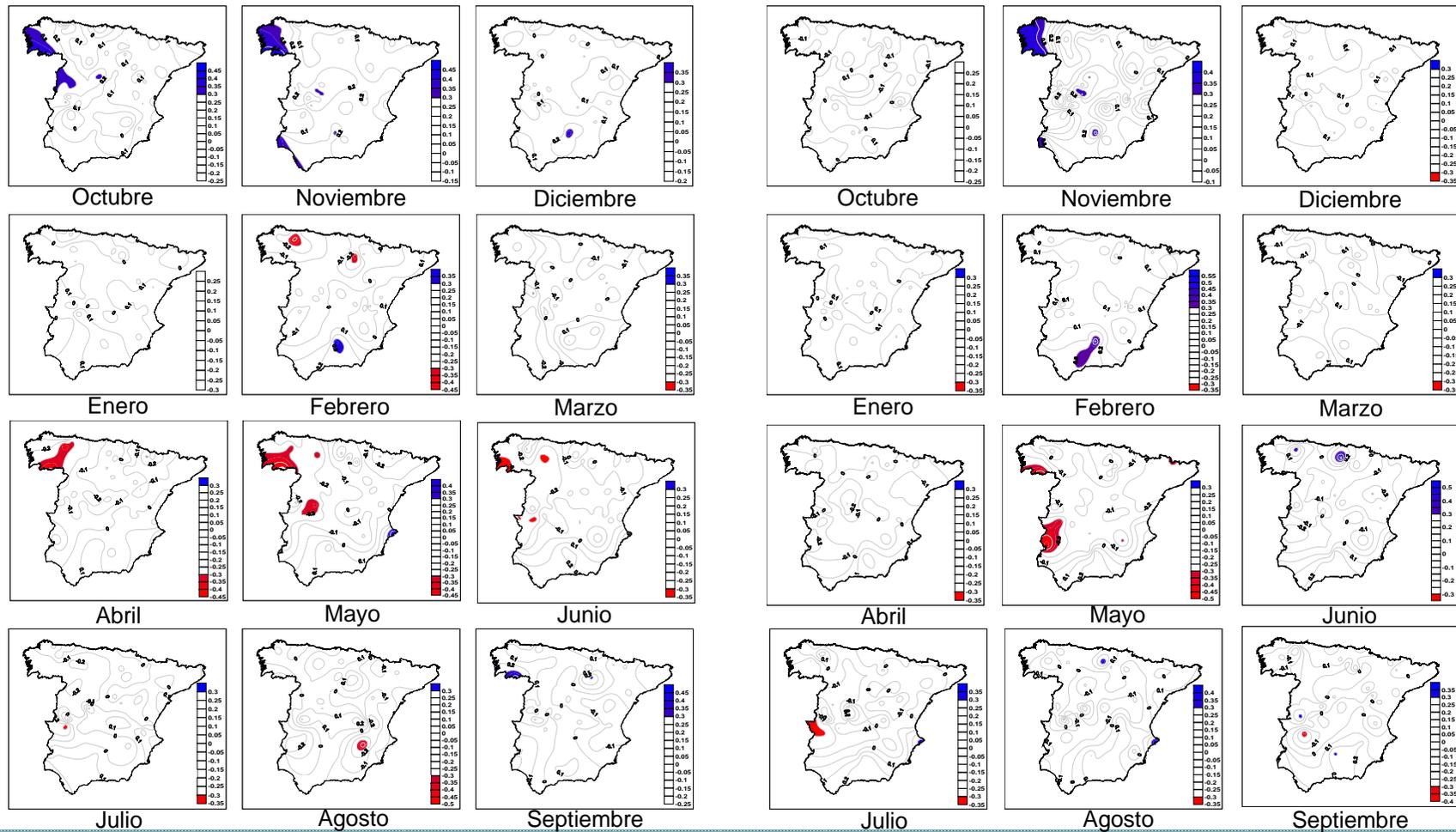
MO vs Qmax

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



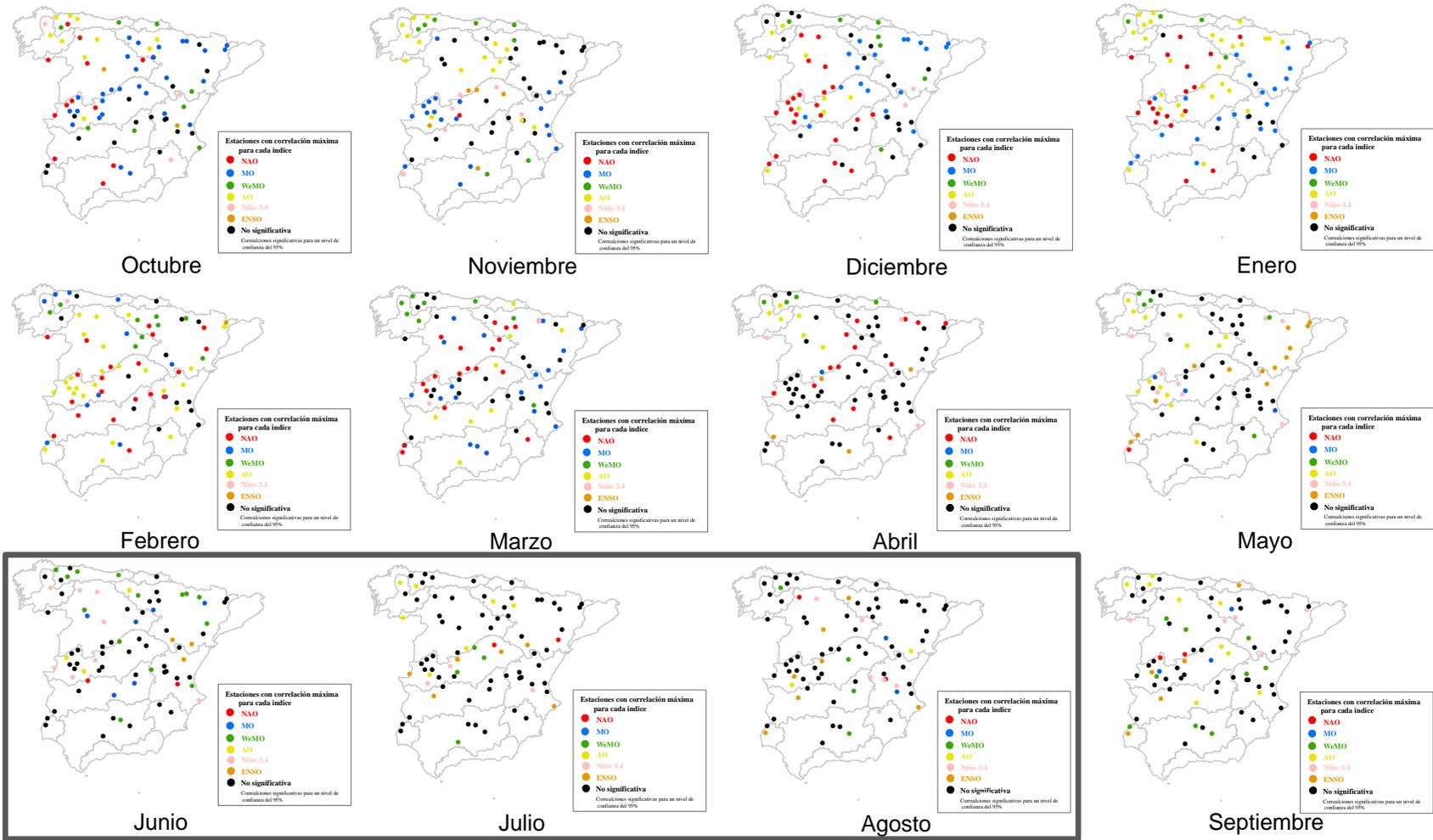
RESULTADOS: CORRELACIÓN MENSUAL

o Niño 3.4 y MEI: No correlaciones significativas

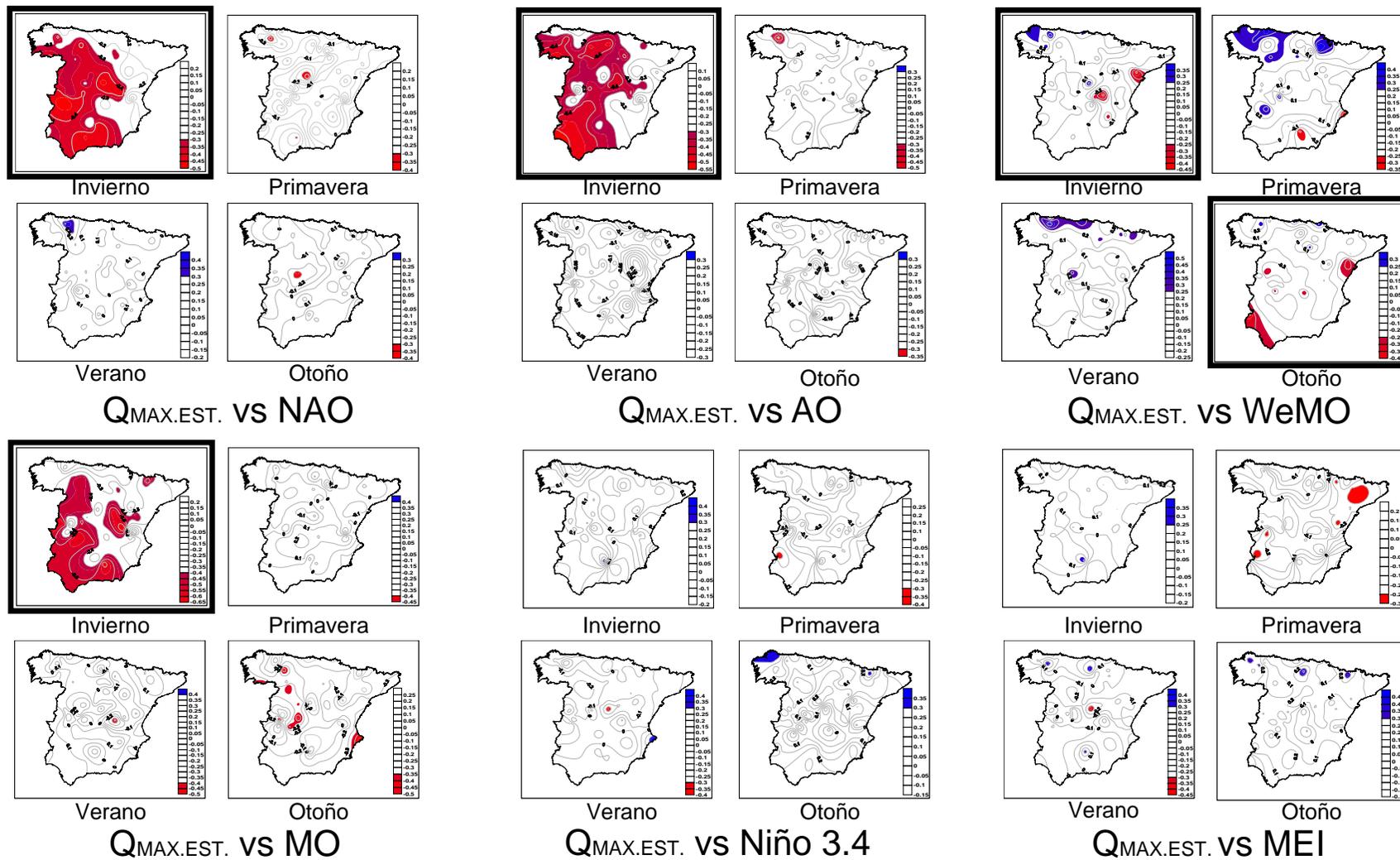


RESULTADOS: CORRELACIÓN MENSUAL

○ CORRELACIONES MÁXIMAS MENSUALES

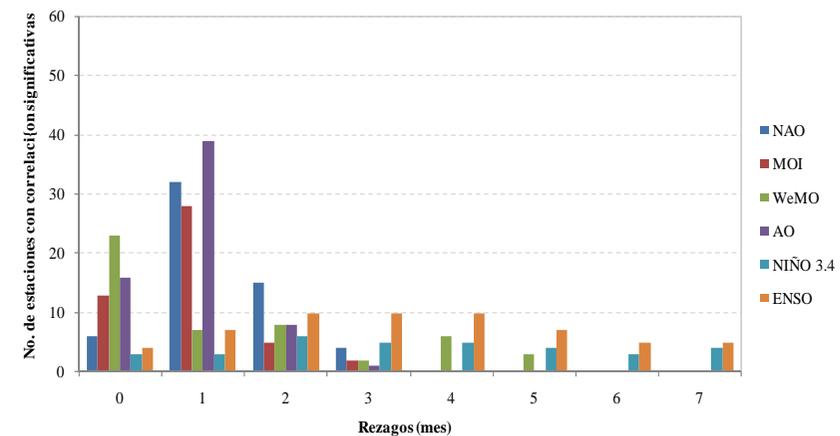
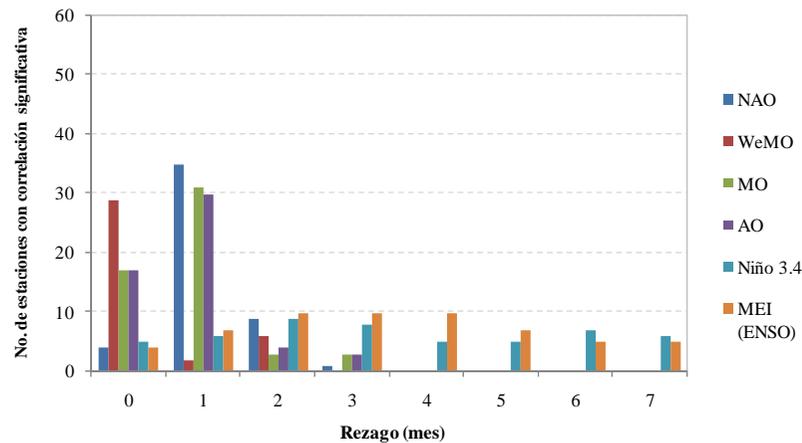


RESULTADOS: CORRELACIÓN ESTACIONAL

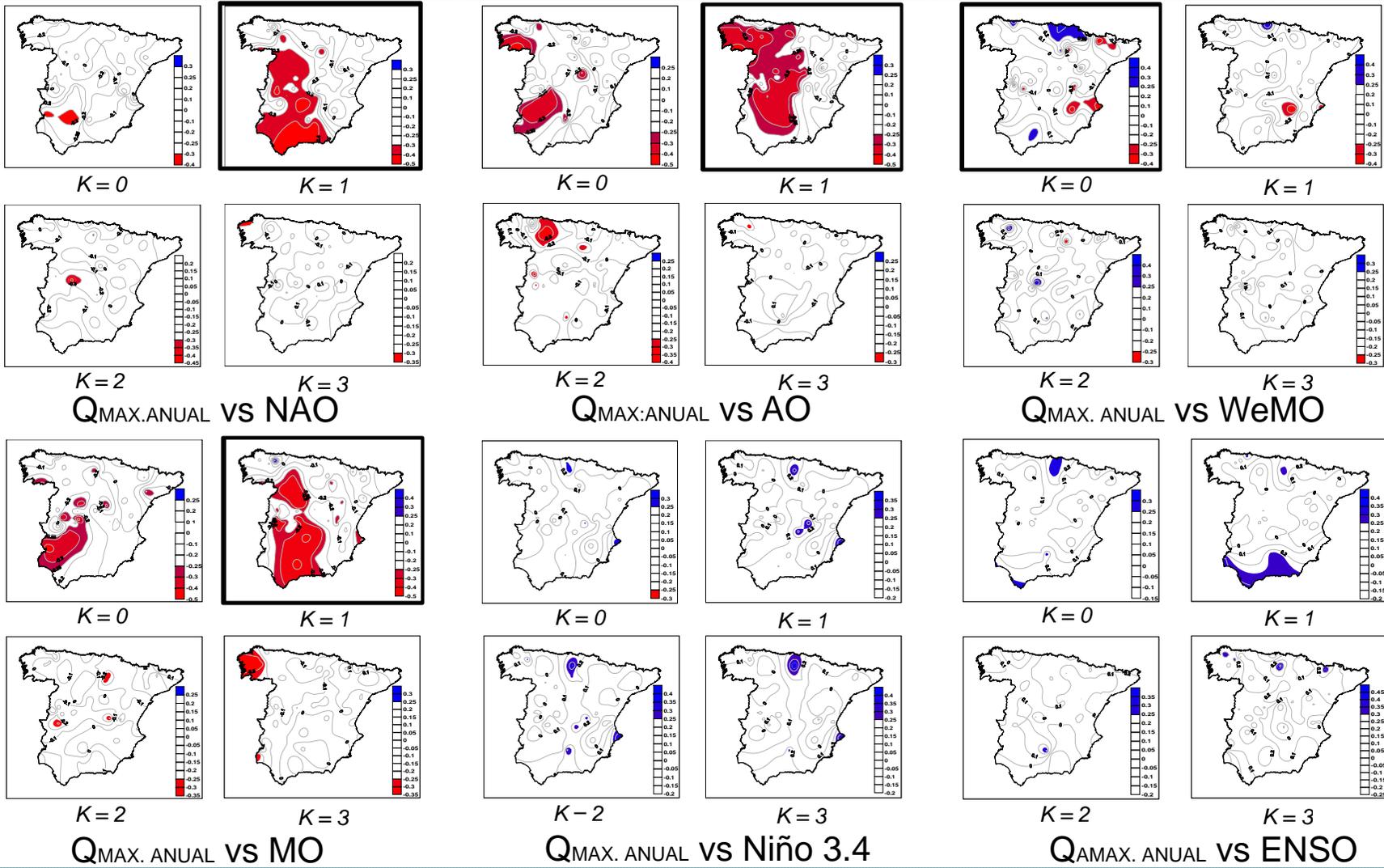


RESULTADOS: CORRELACIÓN ANUAL

- 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 de la WeMO este no presentó desfase en la correlación
- Los resultados con los índices Niño 3.4 y MEI, muestran un bajo grado de correlación.

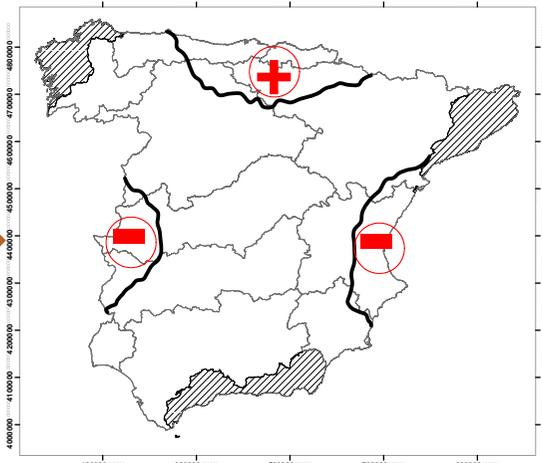


RESULTADOS: CORRELACIÓN ANUAL



RESULTADOS

ZONAS DE INFLUENCIA DE LOS ÍNDICES MACROCLIMÁTICOS



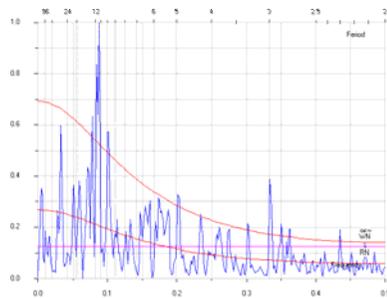
RESULTADOS: ANÁLISIS ESPECTRAL

- Índices macroclimáticos mensuales:
 - Índices de la NAO, la AO, la MO presentan periodicidades **comunes** interanuales (2.7, 6 y 8 años)
 - Índices fenómeno ENSO período de variabilidad interanual 2 – 7 años

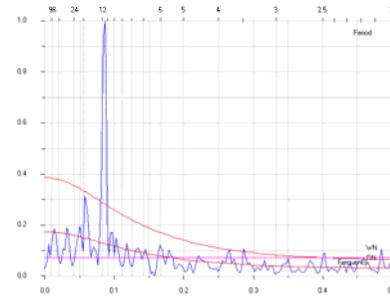
No	Índice	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4	Período 5	Período 6
1	NAO	0.5	1	2.7	8	6	13
2	WeMO	1	2	5	7.5	19	
3	MO	1	0.3	0.5	6.1	1.2	2.9
4	AO	2.7	1	0.5	5.8	8.5	22
5	Niño 3.4	3.7	5.8	4.8	2.8	12.6	20
6	MEI (ENSO)	5	3.7	6.6	2.5		

RESULTADOS: ANÁLISIS ESPECTRAL

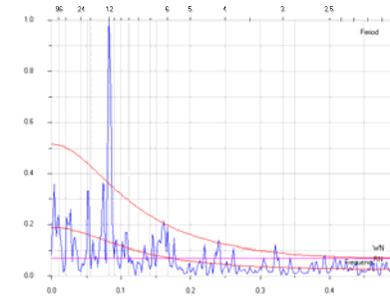
- Caudales máximos mensuales
 - Periodicidad anual muy importante en los espectros
 - Periodicidades interanuales vinculadas a los Fenó. Macroclimáticos



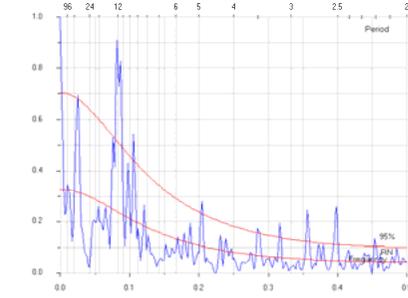
1427



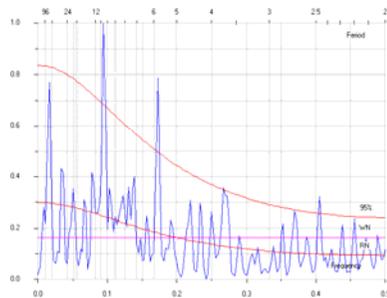
1727



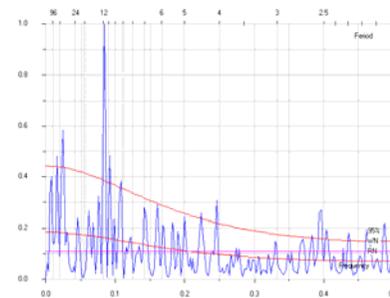
2005



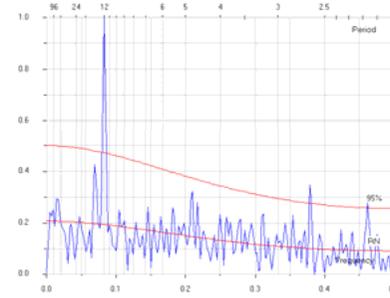
3005



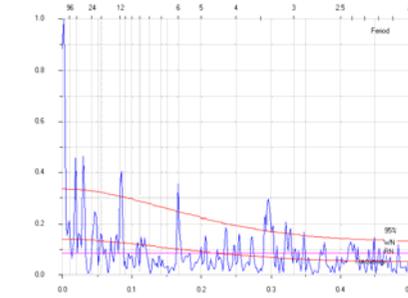
3220



5004



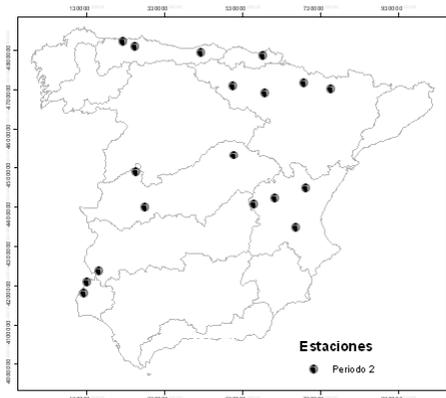
8030



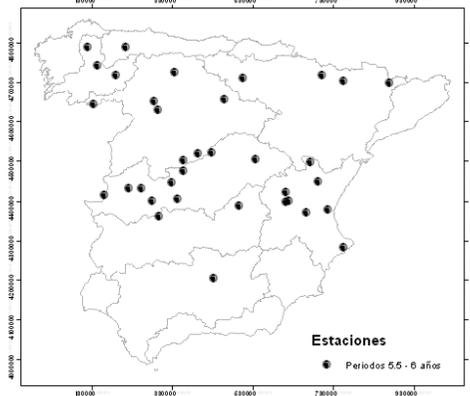
9013

ANÁLISIS ESPECTRAL

○ Caudales máximos mensuales



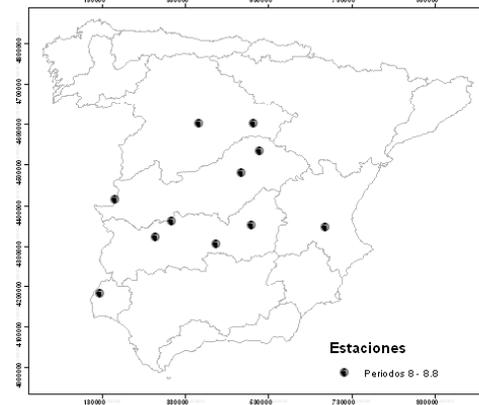
Periodicidad de 2 años, vinculada a uno de los modos de variabilidad de la WeMO.



Periodicidad de 5-6 años, vinculada a los modos de variabilidad de la NAO, la AO, la MO y la WeMO.



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

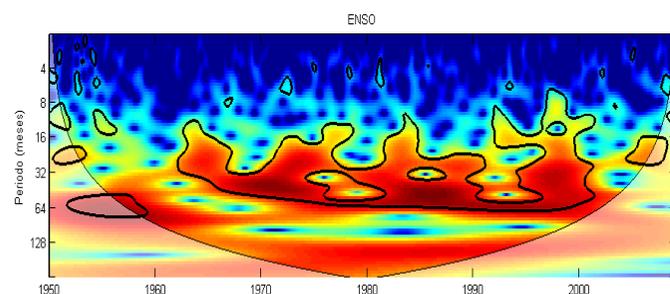
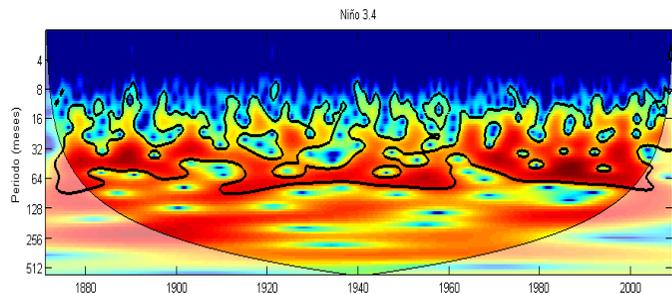
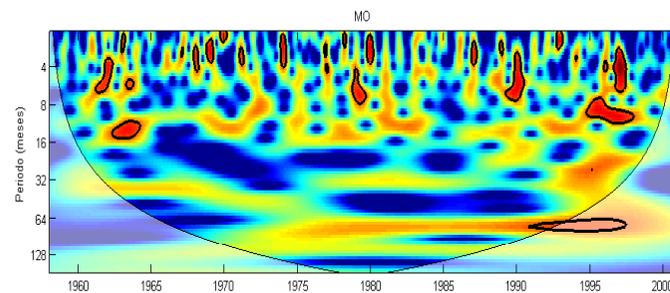
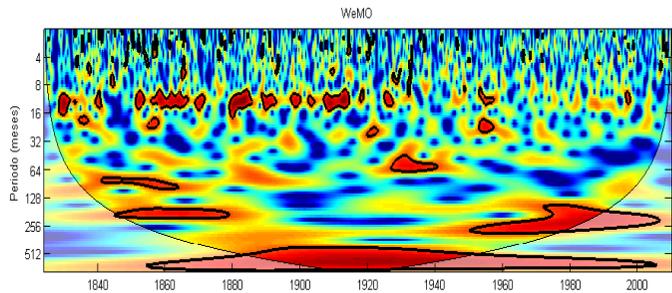
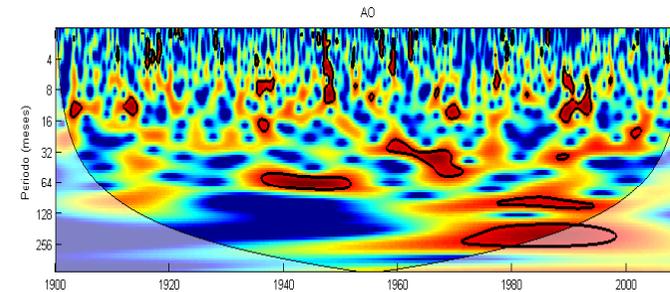
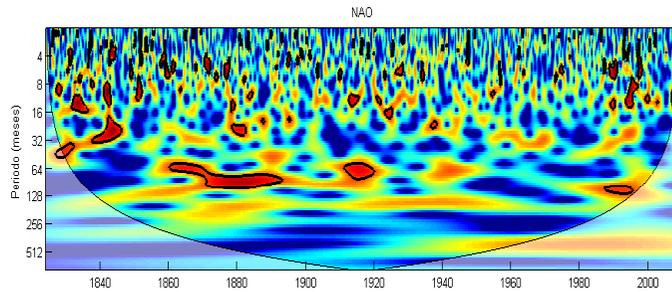


Periodicidad de 8-8.8 años, vinculada a los fenómenos de la NAO, la AO y la MO.

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.

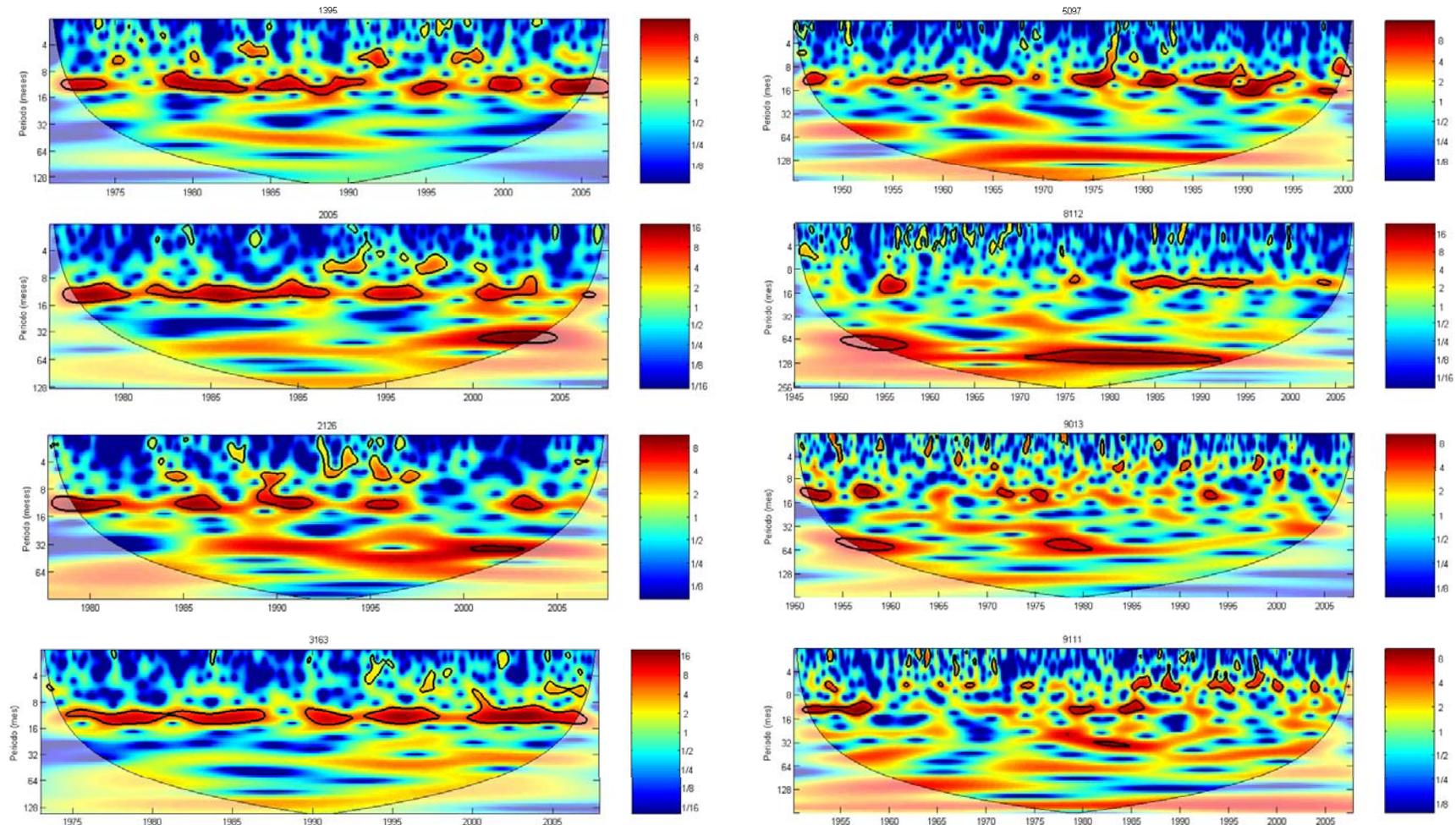
RESULTADOS: ANÁLISIS CONT. DE LA TRANSF. EN ONDITAS

- **Espectros Continuos de los índices Macroclimáticos**

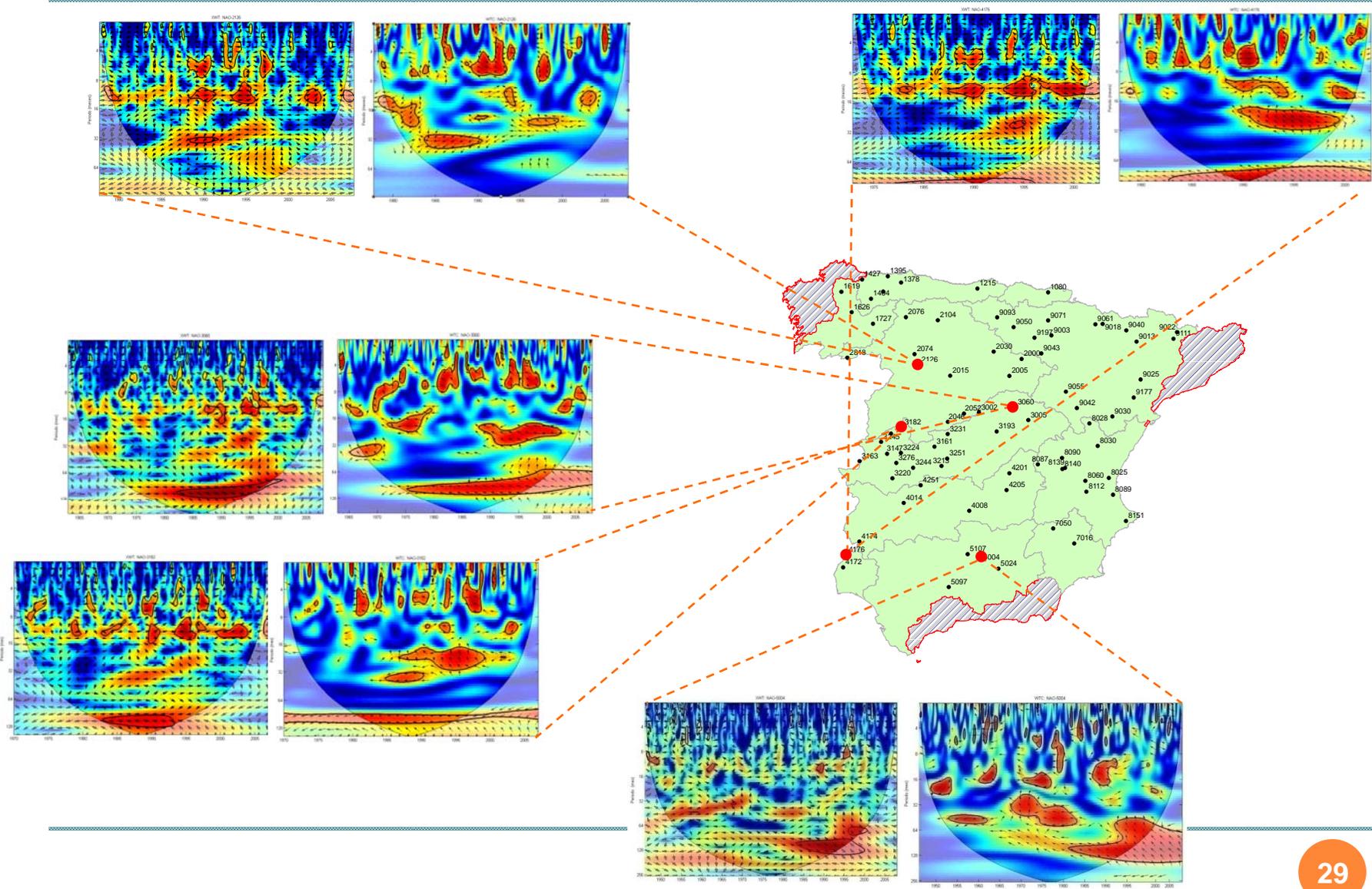


RESULTADOS: ANÁLISIS CONT. DE LA TRANSF. EN ONDITAS

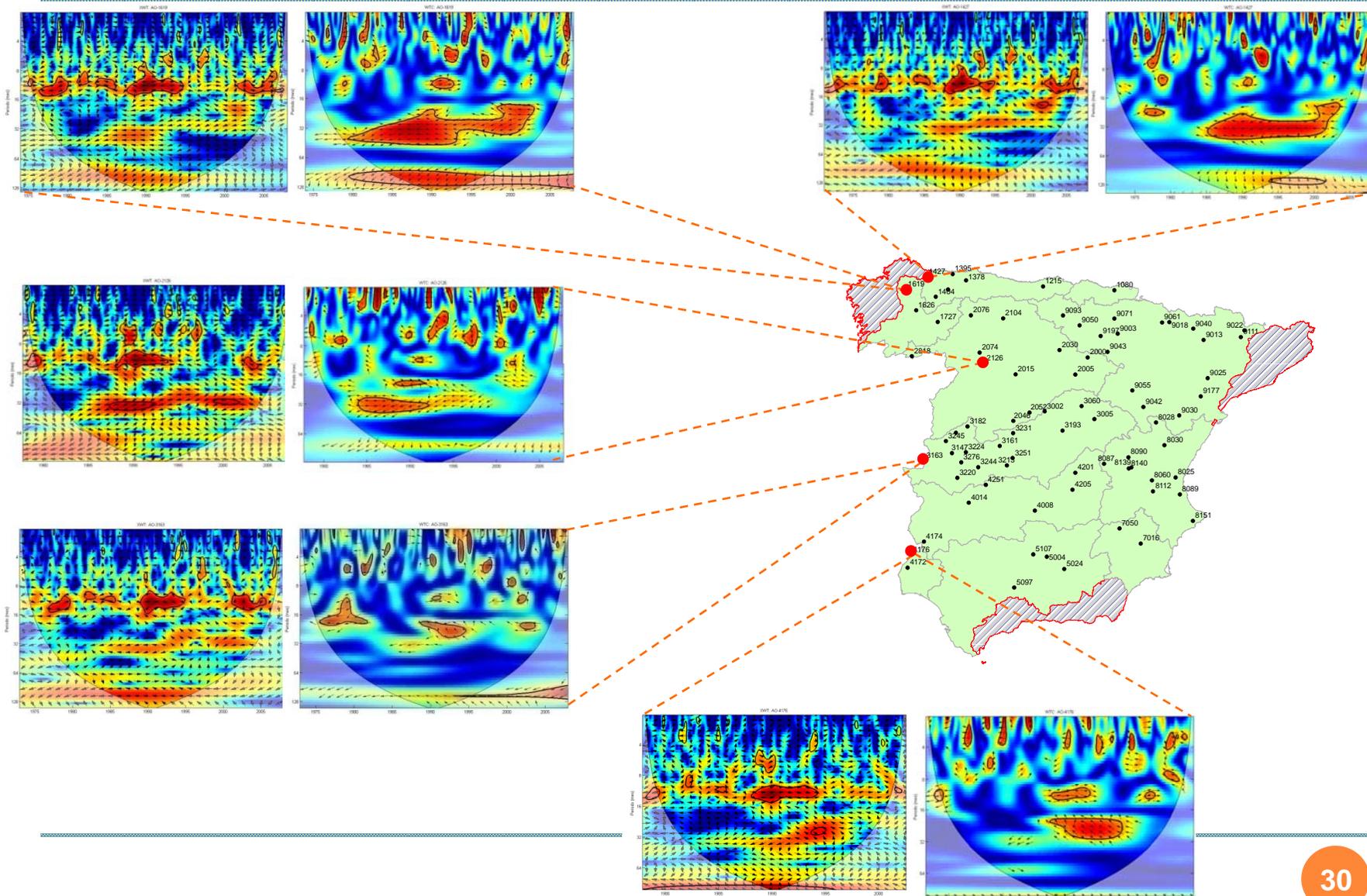
○ Espectros Continuos de los índices Macroclimáticos



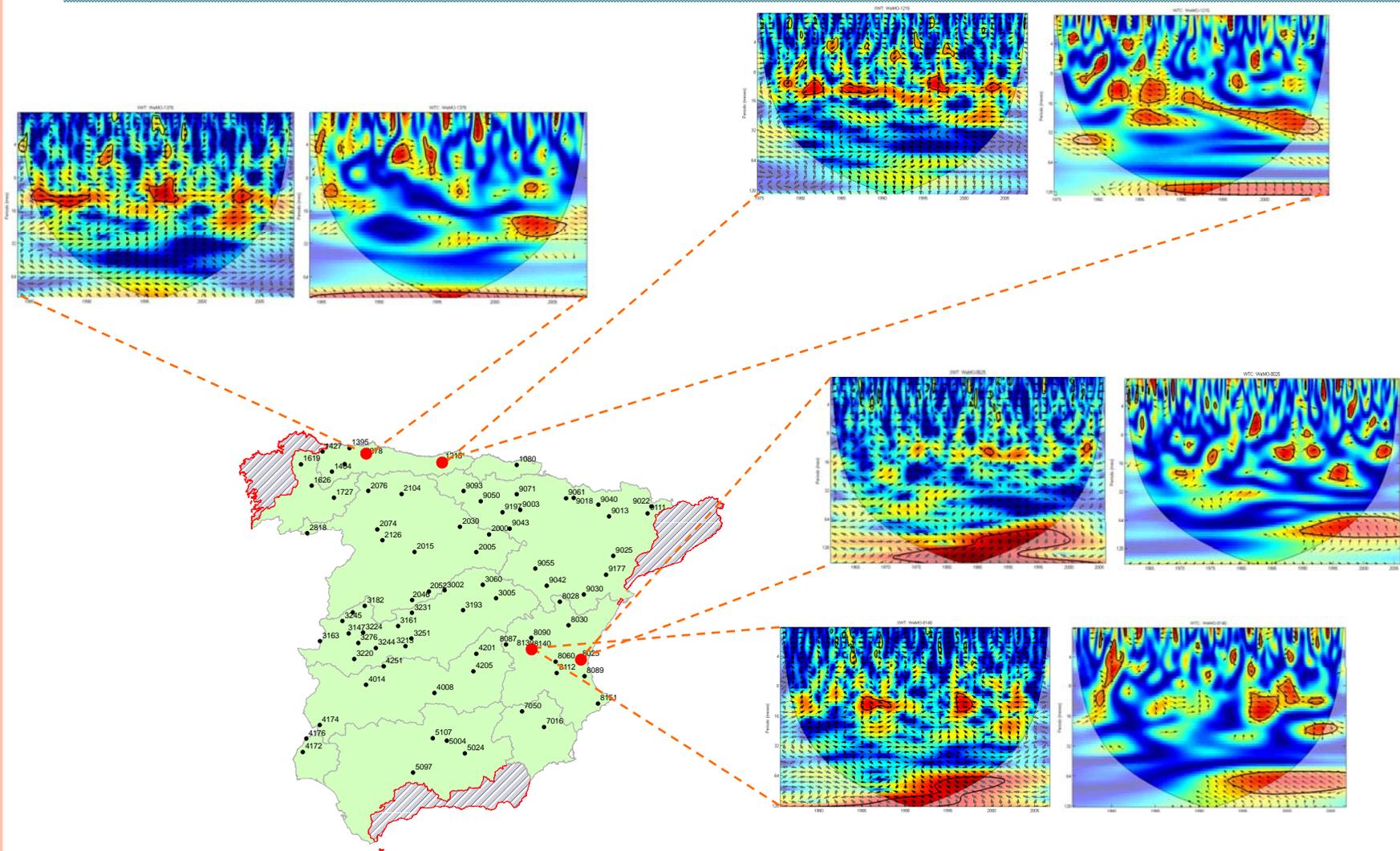
RESULTADOS: ESPECTROS CRUZADOS Y COHERENCIA (NAO vs QMAX)



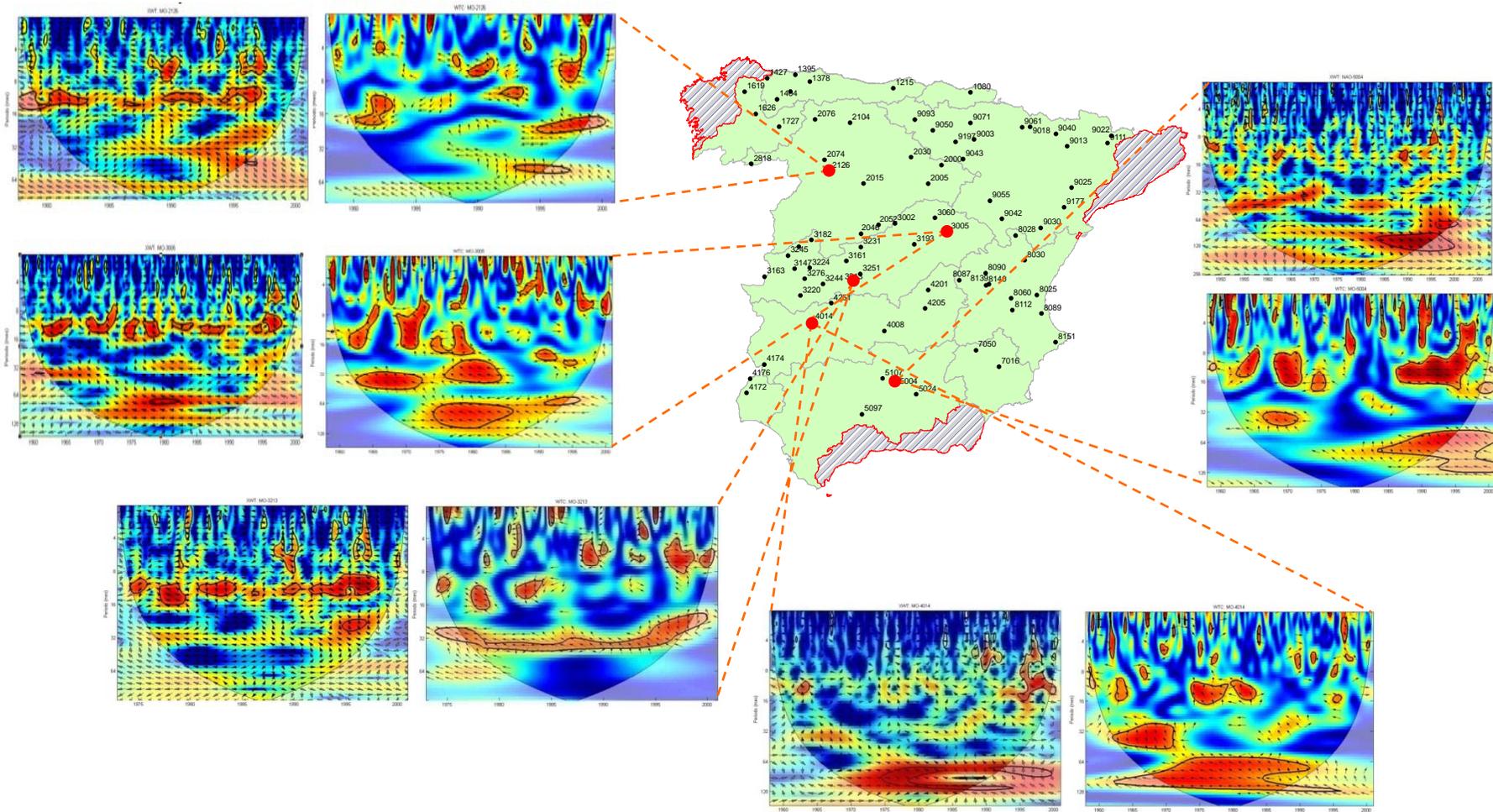
RESULTADOS: ESPECTROS CRUZADOS Y COHERENCIA (AO vs QMAX)



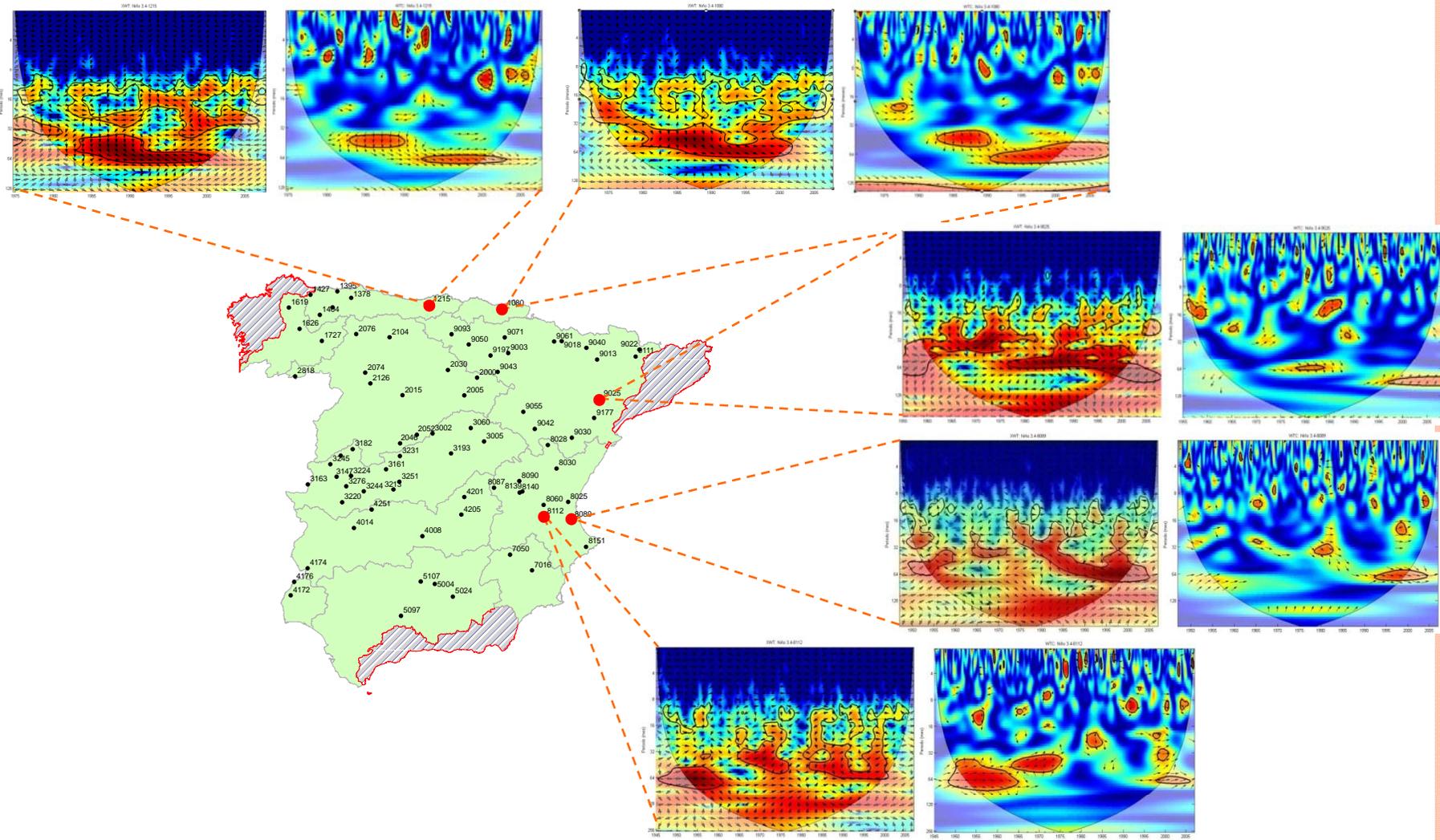
RESULTADOS: ESPECTROS CRUZADOS Y COHERENCIA (WEMO vs QMAX)



RESULTADOS: ESPECTROS CRUZADOS Y COHERENCIA (MO vs QMAX)



RESULTADOS: ESPECTROS CRUZADOS Y COHERENCIA (NIÑO 3.4 vs QMAX)



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.
- Los resultados de los análisis de correlación permitieron detectar desfases en la relación de las series climáticas e hidrológicas, además de identificar las zonas de influencia en base a los mapas de correlación.
- Se establece la clara diferencia en el impacto de los índices macroclimáticos en la variabilidad de las series de caudales máximos de las fachadas Mediterránea y Atlántica y la zona del Cantábrico.
- 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, así como 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, exhiben 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 evidenciar la influencia de las periodicidades interanuales de los fenómenos macroclimáticos en la variabilidad de las series de caudales máximos en la zona de estudio, principalmente de los fenómenos de la NAO, la AO y MO.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS

- Análisis de las interacciones entre los fenómenos macroclimáticos, los cuales muestran periodicidades comunes.
- Análisis de la reproducción de las oscilaciones climáticas en las series hidrológicas a largo plazo, llevando acabo el análisis a escala anual.
- Llevar acabo en análisis en base a series regionales de caudales, permitiendo evaluar la influencia de los índices en una manera mas global.
- Utilizar los índices macroclimáticos en el análisis de frecuencias de caudales máximos en un contexto no estacionario, el cual es el objeto del trabajo doctoral.

GRACIAS POR SU ATENCIÓN
