

# Variabilidad y tendencias en la escala sinóptica

Juan J. Taboada, M.N. Lorenzo, L. Gimeno



# Introducción

- La variabilidad interanual del clima en Galicia está condicionada por patrones de oscilación en la atmósfera, entre los que destaca NAO.
- IPCC AR4: “Comprender la naturaleza de las teleconexiones y los cambios en su comportamiento es central para comprender la variabilidad climática a nivel regional, así como sus cambios”.
- ¿Se observa variabilidad decadal en estos patrones? ¿Se observan tendencias?

# Antecedentes

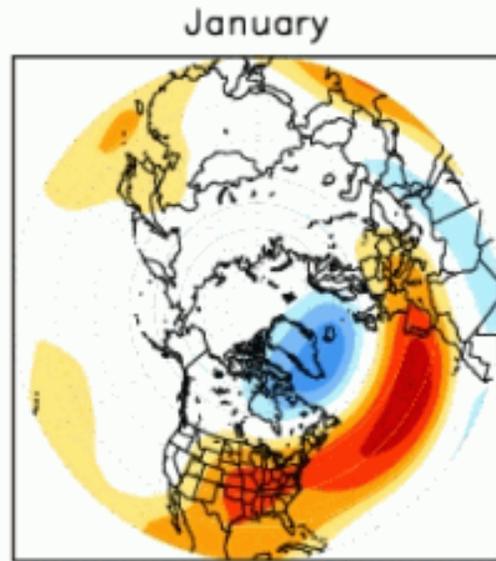
- IPCC TAR (2001): En los pasados 30 años los cambios en NAO son 'inusuales' en el contexto del registro observacional.
- IPCC 4AR (2007): Durante el invierno, un cambio ha sucedido en los valores de NAO, desde los valores negativos desde los años 60 hasta los valores fuertemente positivos de mediados de los 90. Desde ese momento los valores de NAO han declinado hasta valores cercanos a la media, aunque parecen mantenerse altos en verano.

# Esquema del trabajo

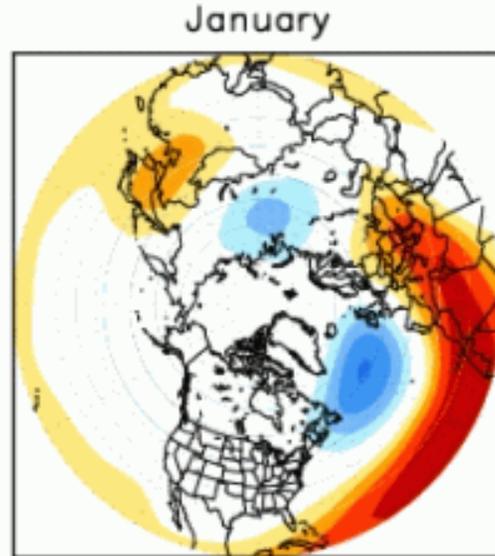
- Calcular las correlaciones de la lluvia y la temperatura en diferentes puntos de Galicia con los patrones sinópticos relevantes para las 4 estaciones del año.
- ¿Varían estas correlaciones con el tiempo?  
¿Por qué?
- ¿Muestran tendencias significativas los índices?
- Obtener un catálogo de situaciones sinópticas que afectan a Galicia
- ¿Muestran estos tipos sinópticos alguna tendencia significativa?

# Patrones de circulación que afectan a Galicia

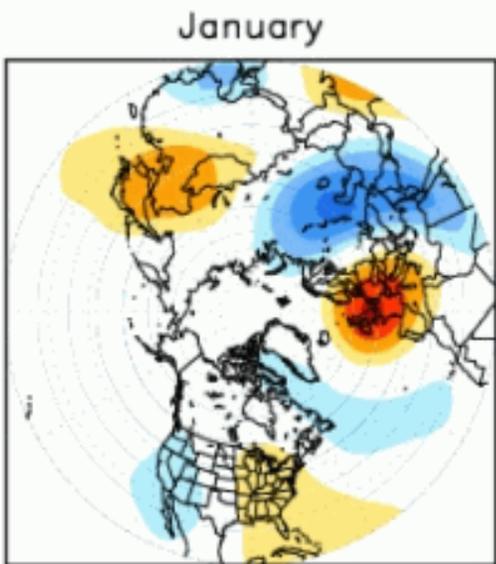
NAO



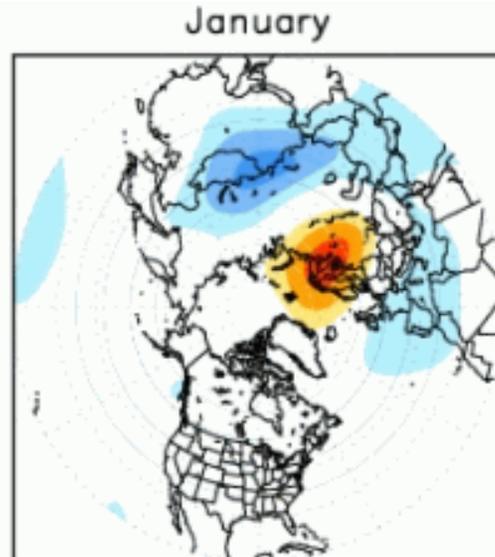
EA



EA/WR



SCA



# ¿Es la NAO el patrón más significativo en toda Galicia?

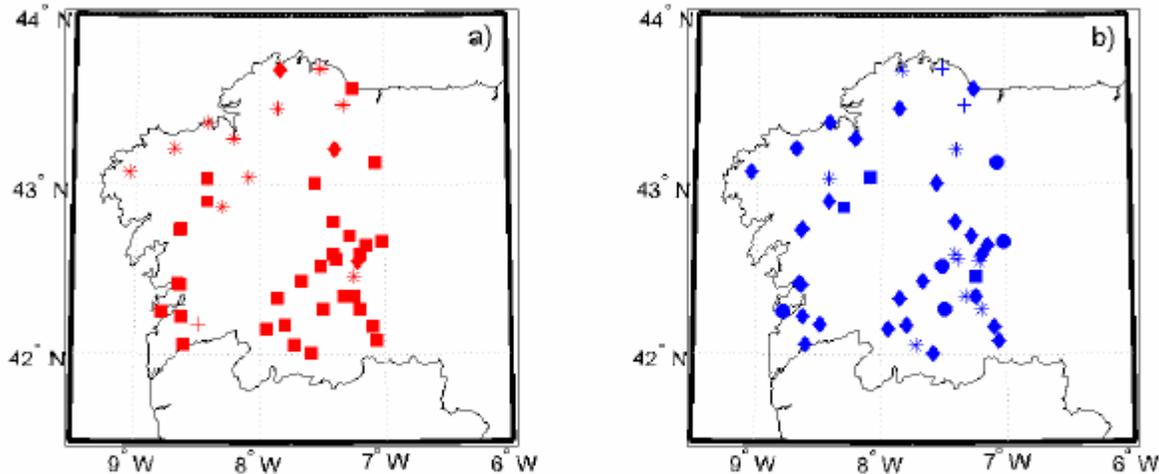
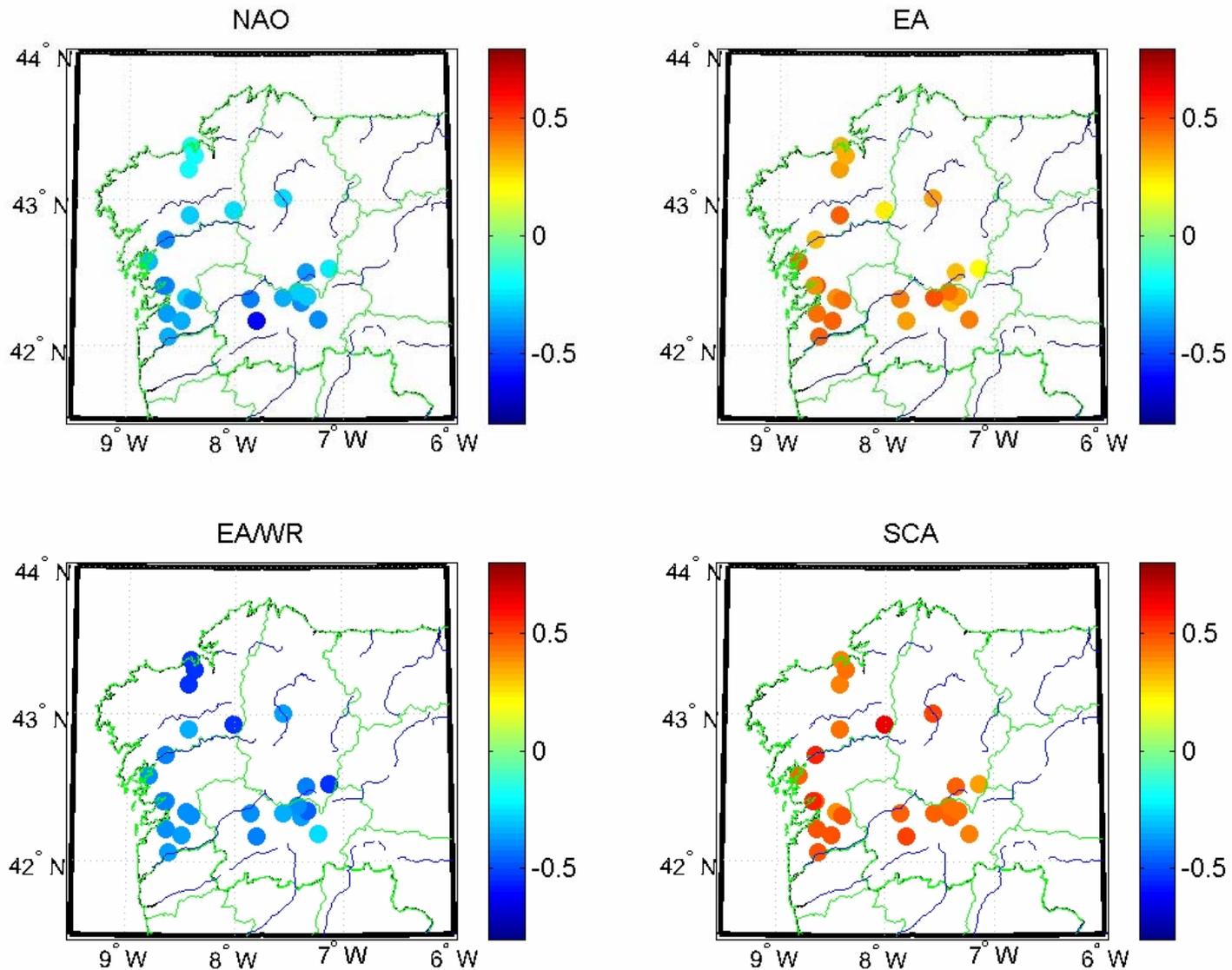


Figure 3. a) Indices with greater influence, b) Indices whose influence is the second highest. square = NAO, asterisks = EA/WR, circles = EA diamonds = SCA and pluses = POL.

La correlación de NAO con la lluvia durante el invierno en Galicia no es uniforme. En el tercio norte EA/WR presenta una correlación mayor.

*M.N. Lorenzo and J.J. Taboada. "Influences of atmospheric variability on freshwater input in Galician Rías in winter". Journal of Atmospheric and Ocean Sciences 10(4) 377-387, 2005.*

*M. deCastro, M.N. Lorenzo, J.J. Taboada, M. Sarmiento, I. Álvarez and M. Gómez-Gesteira. "The influence of teleconnection patterns on precipitation variability and on river flow regimes in the Miño River basin (NW Iberian Peninsula) Clim. Res. 32, 63-73 (2006).*



Correlaciones de diferentes patrones con la lluvia (DJF) en Galicia (1980-2006)

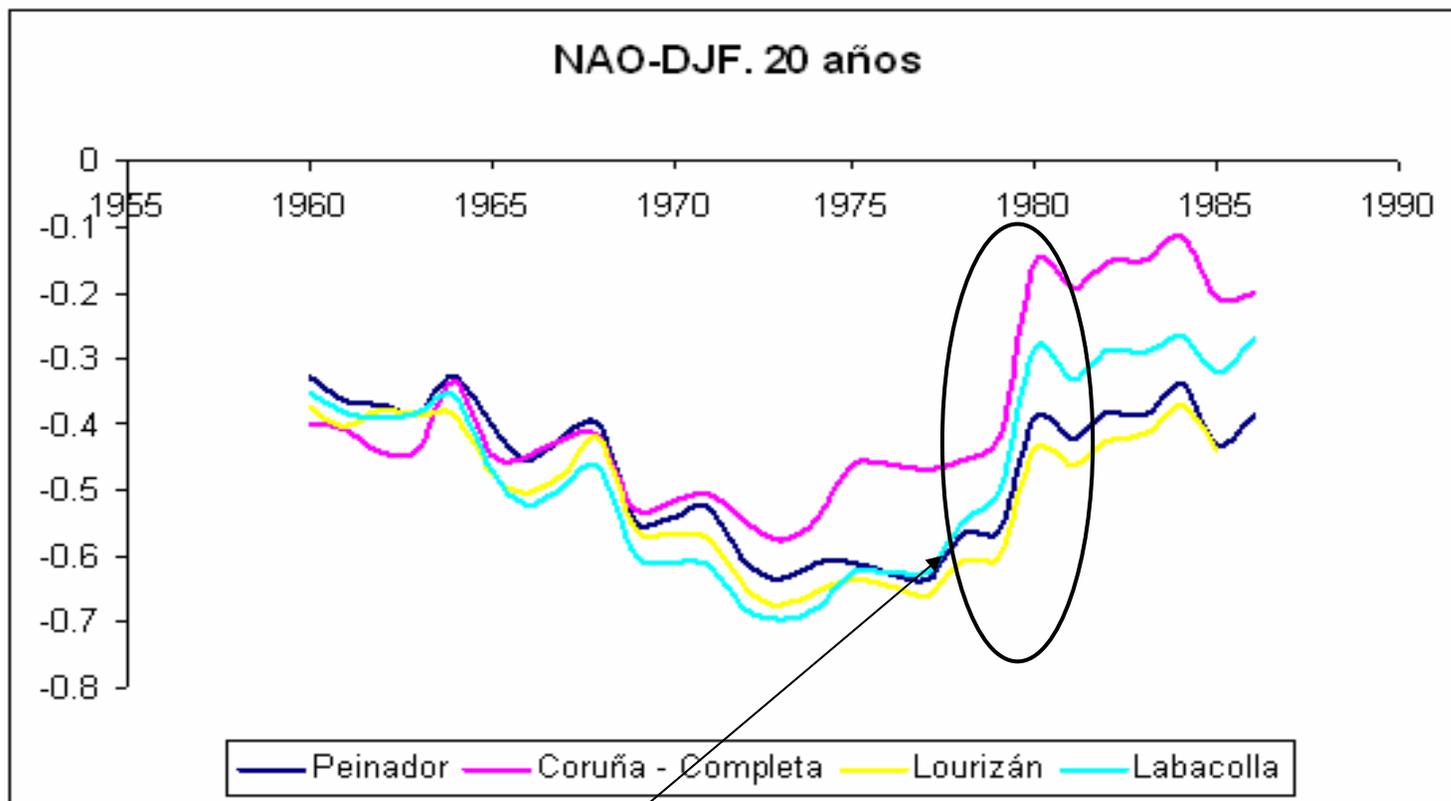
## Correlaciones de diferentes índices con lluvia en Galicia Peinador (1960-2005)

	NAO	EA	EA/WR	SCA
DJF	<b>-0.45</b>	<b>0.42</b>	<b>-0.51</b>	<b>0.46</b>
MAM	-0.30	0.17	0.08	0.13
JJA	-0.18	0.02	0.17	0.10
SON	-0.22	0.23	0.04	<b>0.66</b>

## Coruña – Completa (1960-2005)

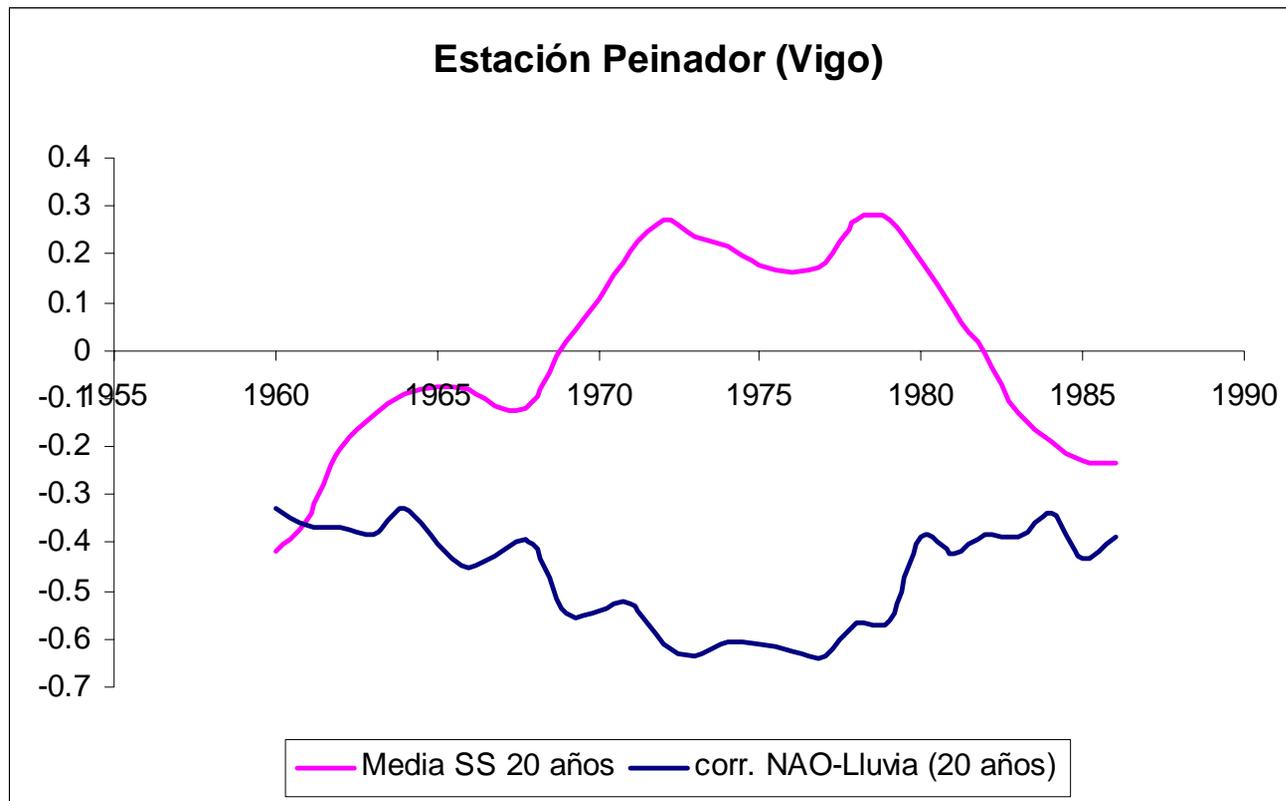
	NAO	EA	EA/WR	SCA
DJF	-0.36	0.39	<b>-0.52</b>	0.36
MAM	-0.36	0.15	0.16	0.20
JJA	-0.35	0.03	0.05	0.11
SON	-0.24	0.35	-0.09	<b>0.66</b>

# Cambios de correlaciones con el tiempo



¿Cambio de régimen en la circulación del hemisferio norte al final de los años 70?

# Influencia de la actividad solar



La actividad solar tiene influencia sobre la intensidad del vórtice estratosférico polar. La intensidad de este vórtice marca el estado de la Oscilación Ártica (AO) de la que la NAO forma parte.

# Correlaciones de diferentes índices con temperatura media

## Peinador (1960-2005)

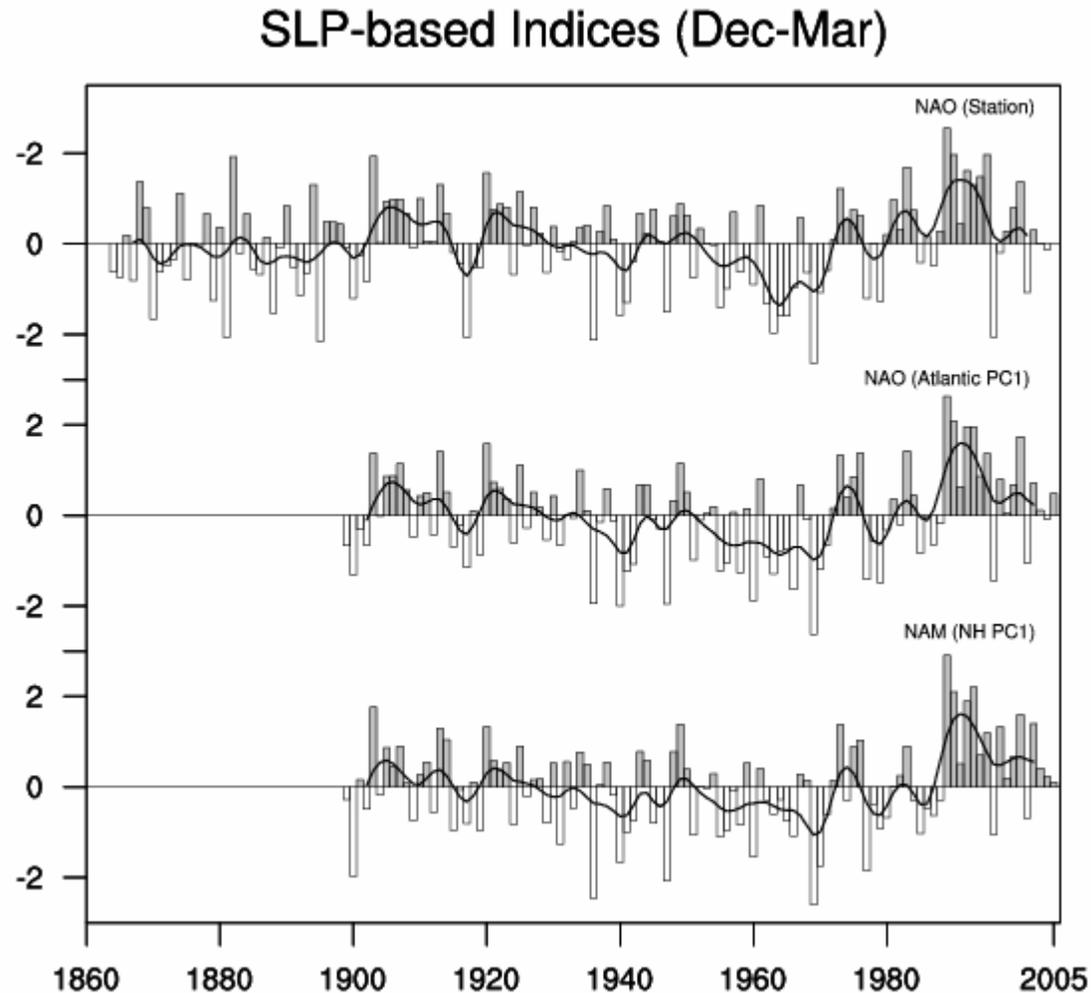
	NAO	EA	EA/WR	SCA
DJF	0.15	<b>0.70</b>	0.10	-0.24
MAM	0.17	0.15	0.16	<b>-0.57</b>
JJA	0.04	0.13	-0.37	<b>-0.46</b>
SON	-0.08	0.20	0.16	<b>-0.61</b>

## Coruña – Completa (1960-2005)

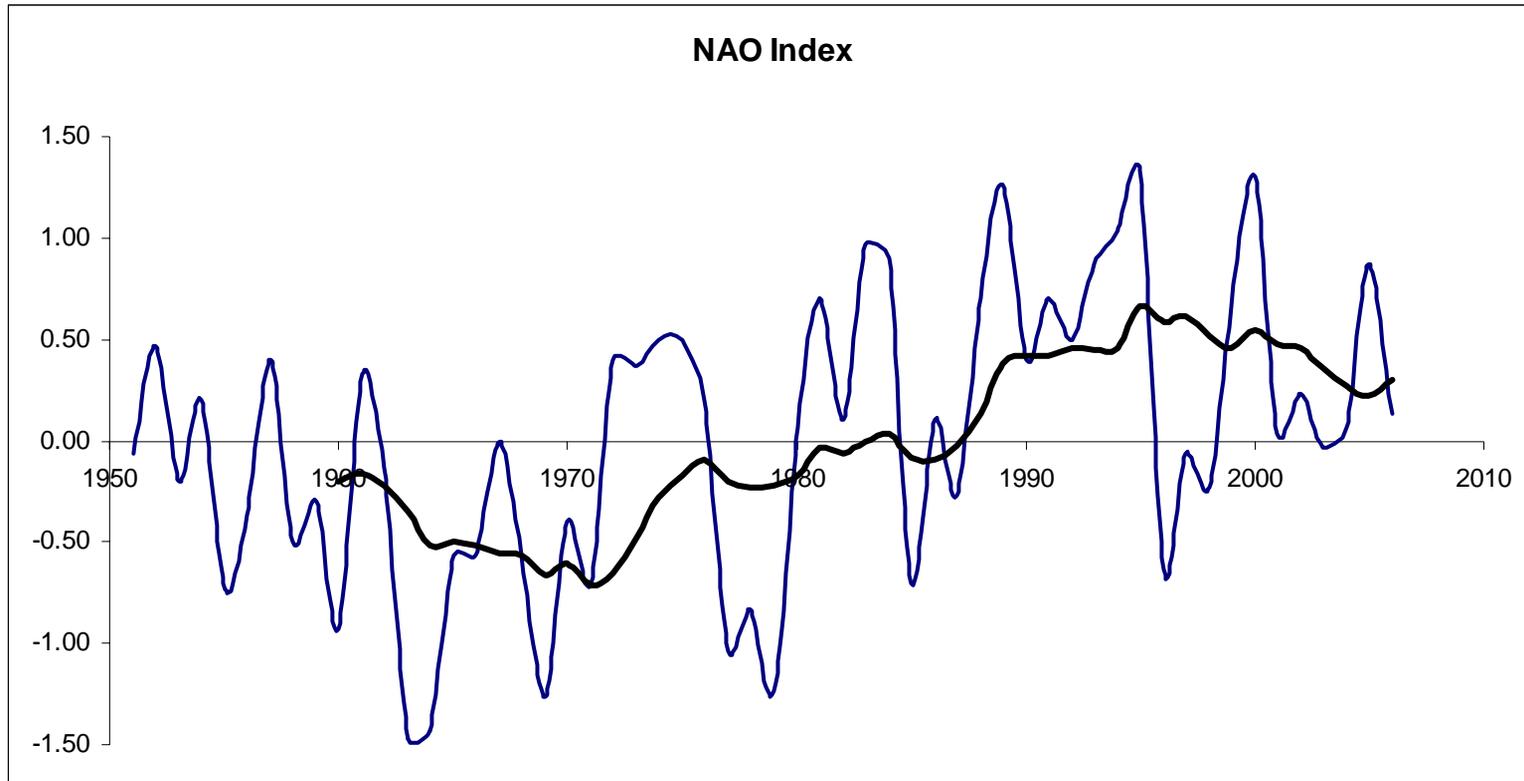
	NAO	EA	EA/WR	SCA
DJF	0.25	<b>0.73</b>	0.08	-0.24
MAM	0.12	0.29	0.26	<b>-0.50</b>
JJA	0.03	0.15	-0.27	-0.33
SON	-0.31	0.35	0.08	<b>-0.51</b>

# ¿Tendencias en los índices?

- NAO

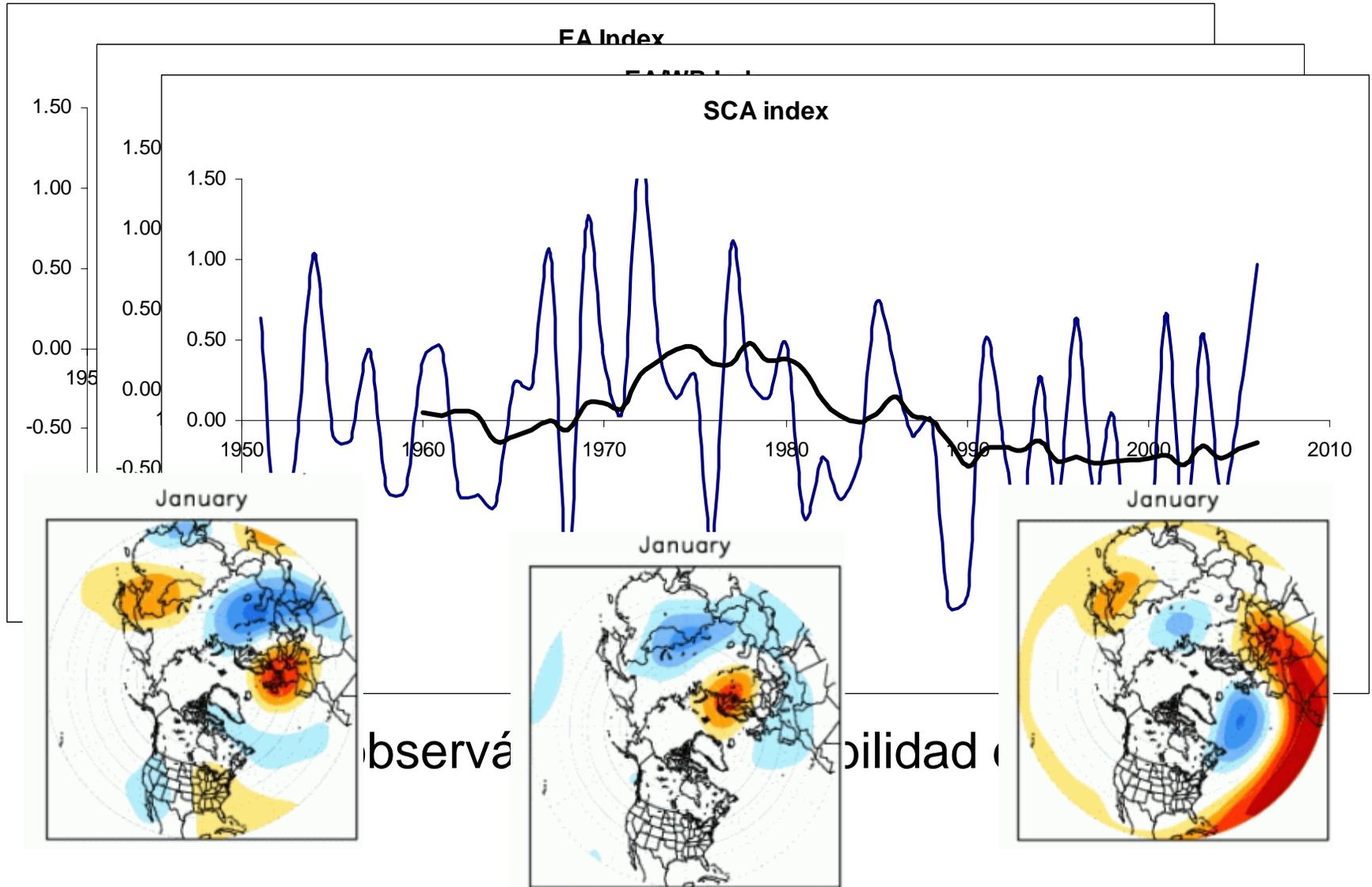


# Evolución de la NAO en invierno



En la media móvil de 10 años se observa una variabilidad decadal.

# Evolución de otros índices

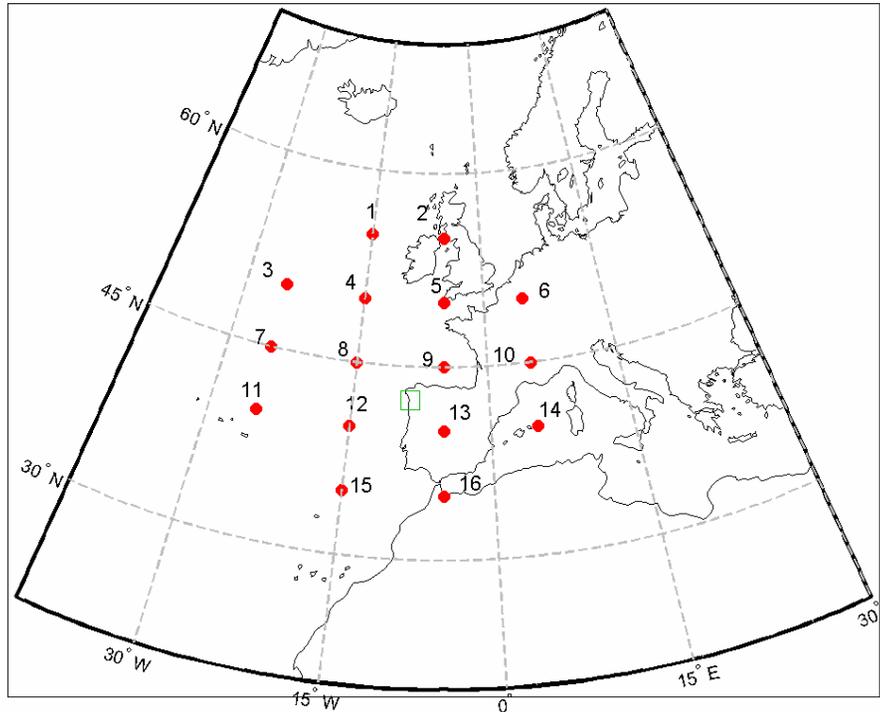


# Primeras Conclusiones

- La NAO explica una parte significativa de la variabilidad de la lluvia invernal en Galicia, pero a lo largo de todo el territorio y considerando todo el año no es el factor más significativo.
- Las correlaciones de los diferentes índices con la lluvia y la temperatura varían con el tiempo. Hipótesis: Influencia solar.
- Los índices no muestran a día de hoy tendencias significativas.

# Variabilidad en la escala sinóptica

- Clasificación automática de tipos de circulación



**1.** Direction of flow was given by  $\tan^{-1}(WF/SF)$ ,  $180^\circ$  being added if  $WF$  is positive. The appropriate direction was computed using an eight-point compass, allowing  $45^\circ$  per sector.

**2.** If  $|Z| < F$ , flow is essentially straight and considered to be of a pure directional type (eight different cases, according to the directions of the compass).

**3.** If  $|Z| > 2F$ , the pattern was considered to be of a pure cyclonic type if  $Z > 0$ , or of a pure anticyclonic type if  $Z < 0$ .

**4.** If  $F < |Z| < 2F$ , flow was considered to be of a hybrid type and is therefore characterized by both direction and circulation (8 x 2 different types).

$$SF = 1.350[0.25(p_5 + 2p_9 + p_{13}) - 0.25(p_4 + 2p_8 + p_{12})]$$

$$WF = [0.5(p_{12} + p_{13}) - 0.5(p_4 + p_5)]$$

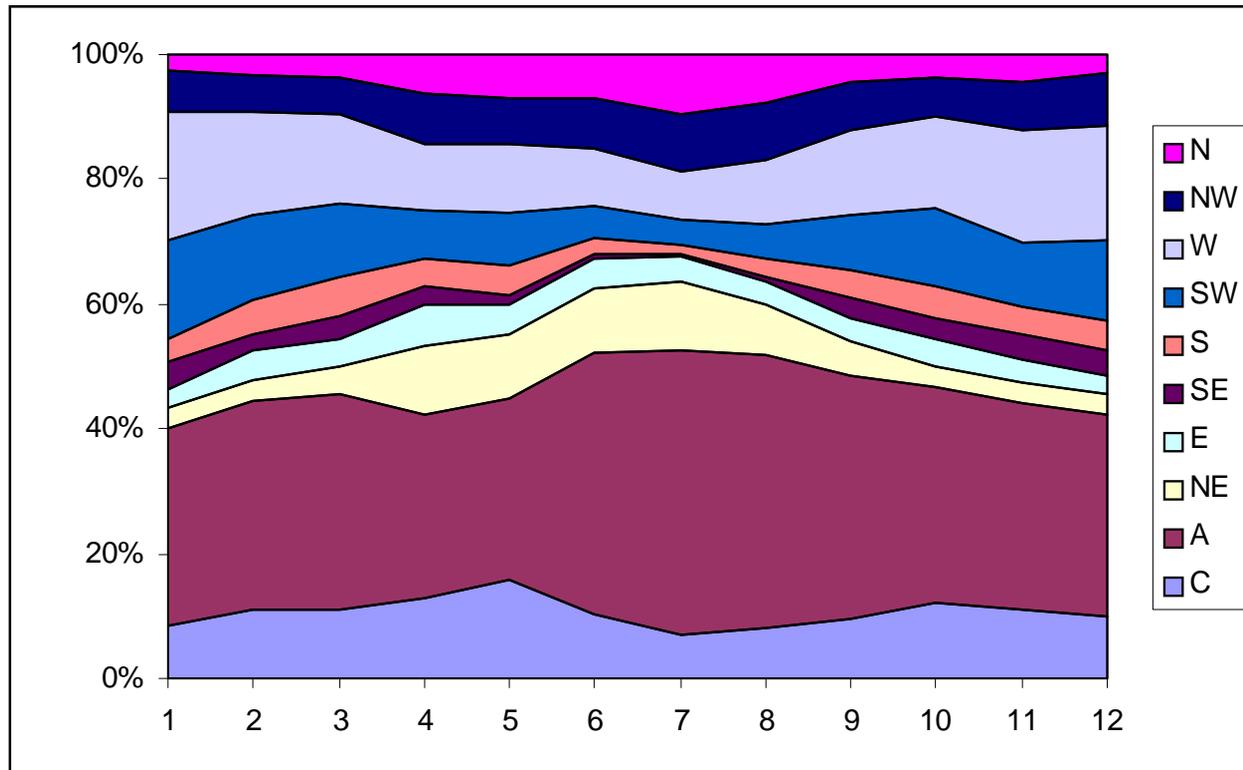
$$ZS = 0.85[0.25(p_6 + 2p_{10} + p_{14}) - 0.25(p_5 + 2p_9 + p_{13}) - 0.25(p_4 + 2p_8 + p_{12}) + 0.25(p_3 + 2p_7 + p_{11})]$$

$$ZW = 1.12[0.5(p_{15} + p_{16}) - 0.5(p_8 + p_9)] - 0.91[0.5(p_8 + p_9) - 0.5(p_1 + p_2)]$$

$$F = (SF^2 + WF^2)^{1/2}$$

$$Z = ZS + ZW$$

# Tipos de tiempo para Galicia

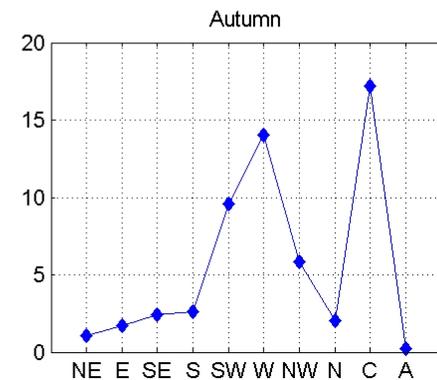
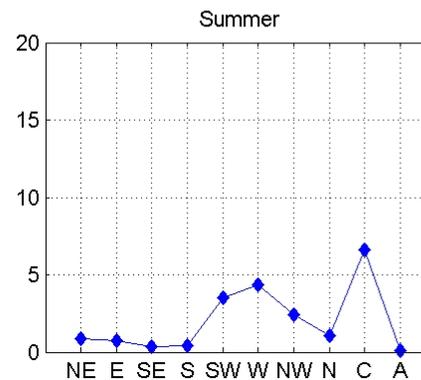
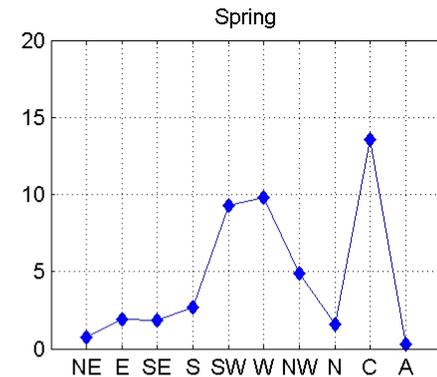
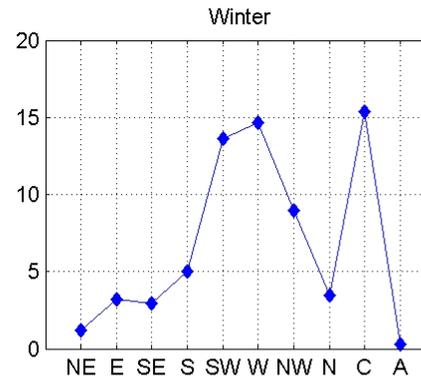
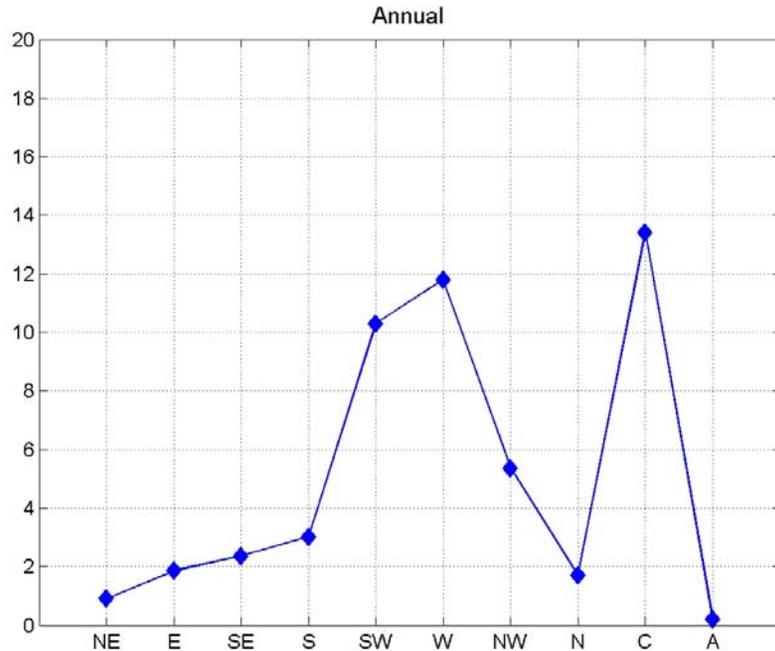


Se eliminan los tipos de tiempo ‘híbridos’ asignándole un peso promedio a la situación A ó C respectivamente y a la dirección correspondiente. Nos quedamos por tanto con solamente 10 tipos de circulación diferentes.

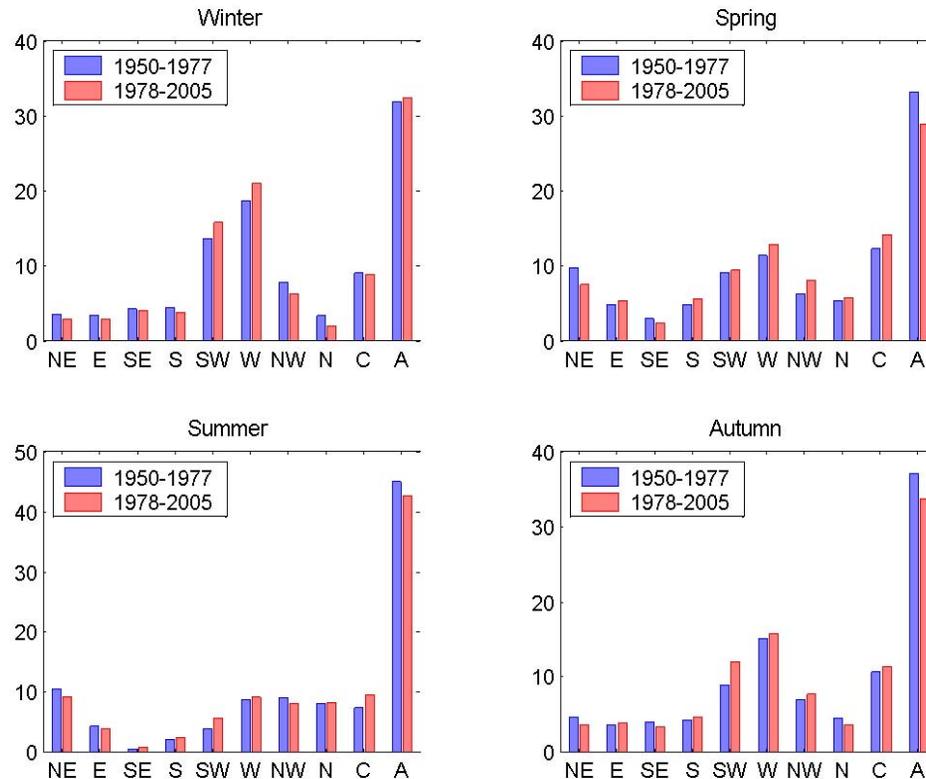
# Lluvia explicada por cada WT en la estación de Lourizán (Pontevedra)

Tipo	Annual	Winter	Spring	Summer	Autumn
<b>NE</b>	0.91	1.22	0.77	0.87	1.06
<b>E</b>	1.86	3.18	1.94	0.74	1.69
<b>SE</b>	2.36	2.94	1.82	0.33	2.45
<b>S</b>	3.02	5.00	2.70	0.43	2.61
<b>SW</b>	10.31	13.64	9.26	3.48	9.61
<b>W</b>	11.80	14.63	9.79	4.35	14.05
<b>NW</b>	5.37	8.99	4.86	2.43	5.86
<b>N</b>	1.70	3.47	1.57	1.05	2.01
<b>C</b>	13.41	15.34	13.57	6.63	17.22
<b>A</b>	0.21	0.31	0.28	0.08	0.21

# Lluvia explicada por cada WT en la estación de Lourizán (Pontevedra)



- ¿Ha variado la frecuencia de aparición de estos tipos de circulación?



Los cambios en frecuencia están por debajo de los umbrales de significación estadística.

# Relaciones WT-Patrones Teleconexión

WINTER	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N	C	A
NAO	-0.05	-0.26	<b>-0.40</b>	-0.24	0.04	0.25	-0.10	-0.10	<b>-0.59</b>	<b>0.46</b>
EA	<b>-0.39</b>	-0.01	0.06	-0.01	<b>0.50</b>	<b>0.34</b>	-0.18	<b>-0.45</b>	0.16	<b>-0.43</b>
EA/WR	0.03	0.15	0.30	0.31	0.04	<b>-0.42</b>	<b>-0.57</b>	-0.07	-0.19	<b>0.39</b>
SCA	0.17	0.08	-0.17	-0.02	0.15	0.17	0.19	0.06	0.25	<b>-0.42</b>

# Conclusiones

- En la escala sinóptica (patrones de teleconexión o 'weather types') se observa variabilidad decadal, pero no se ven tendencias significativas asociadas al cambio climático.
- Por tanto los cambios observados en la actualidad tendrán que ser debidos a los cambios en el balance de radiación que en igualdad de condiciones puede dejar temperaturas más altas. Posibles cambios en las masas de aire.

# Perspectivas

- La señal NAO de los 21 modelos participantes

