

FACULTAD DE CIENCIAS Departamento de Física General y de la Atmósfera

MEMORIA DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE ID9/206

DISEÑO DE EXPERIENCIAS PARA EL ESTUDIO DE FENÓMENOS CLIMÁTICOS

Profesora Responsable: Concepción Rodríguez Puebla

Salamanca 31 de mayo 2010

ÍNDICE

1	Intr	oducción	3
2	Descripción general y metodología		
		Recursos para el desarrollo del proyecto	
3	Res	ultados y valoración	5
	3.1	Diseño de Experiencias	5
		Variabilidad térmica	
		Variabilidad hídrica	
		Teleconexiones climáticas	6
	3.2	Conclusiones de los resultados de las experiencias	7
	3.3	Comentarios de los estudiantes sobre esta experienc	ia
		de innovación	
"S	cripts	s" para realizar las experiencias	10
	_	con resultados de las experiencias	

1 Introducción

Este proyecto de innovación docente fue planteado para fomentar la participación de los estudiantes en la asignatura de Climatología (Licenciatura de Físicas) y para preparar métodos que se aplicarán en la asignatura Física del Clima (grado de Físicas), considerando el modelo propuesto por el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). La finalidad de este proyecto consiste en la elaboración de recursos para desarrollar las actividades experimentales.

El proyecto se enmarca en la línea de otros proyectos anteriores cuya finalidad fue: la organización de la materia de la asignatura Climatología para el análisis de los climas de la Tierra (US31/04); propuesta de métodos de evaluación mediante preguntas de opción múltiple y respuestas cortas (ID/0061) aplicados a la asignatura de Climatología. Por ello, en primer lugar, refiero la memoria del proyecto ID/0061_2008_2009 que se encuentra en el repositorio documental **GREDOS** de esta universidad http://gredos.usal.es/jspui/handle/10366/71990 como punto de partida de este trabajo, en particular, al abordar las experiencias y situarlas en el contexto de la programación de esta asignatura.

Uno de los **objetivos** de la asignatura Climatología consiste en la realización de "trabajos de iniciación a la investigación" sobre temas relacionados con la variabilidad y cambio climático. Estos trabajos se basan en las lecciones desarrolladas en la asignatura y el interés por conocer aspectos relacionados con la dinámica atmosférica que, a la vez, ocasionan impactos en la sociedad porque el tiempo forma parte de nuestras vidas. Para que los estudiantes desarrollen esta actividad y para facilitar la realización de estas experiencias, es preciso dirigir el trabajo mediante una adecuada organización como se describiá a lo largo de esta memoria.

La novedad de este proyecto es el diseño de experiencias específicas del tipo "trabajo de introducción a la investigación" en la Ciencia del Clima. Mediante la realización de estas experiencias se pretende: que los estudiantes se implique en la asignatura; que apliquen métodos de análisis que se usan en la ciencia del clima; y que adquieran autonomía y afición por la creatividad y utilidad de estos estudios.

Tareas a realizar:

- Seleccionar información adecuada procedente de fuentes variadas: videos, recursos bibliograficos o web para motivar el desarrollo de las experiencias climáticas. Búsqueda y selección de referencias sobre las experiencias.
- Plantear hipótesis sobre cada experiencia.
- Proporcionar los datos y los métodos necesarios para realizar las experiencias.
- Diseño de las siguientes experiencias:
 Análisis de la variabilidad térmica
 Análisis de la variabilidad de recursos hídricos
 Influencia de las teleconexiones climáticas en la variabilidad global y regional

2 Descripción general y metodología

Las observaciones del sistema climático nos ofrecen la posibilidad de proponer trabajos de investigación para que los estudiantes desarrollen un estudio propio. Sin embargo,

para conseguir los objetivos que se persiguen mediante esta actividad, la profesora debe involucrarse de forma muy directa en estos trabajos. Por ejemplo, organizar los grupos, motivar la investigación, enseñar a utilizar los recursos de análisis de datos y bibliográficos, así como fomentar las discusiones.

Los métodos para diseñar estas experiencias se han agrupado en métodos orientados para el profesor y métodos orientados para los estudiante

Para la profesora:

- Búsqueda y selección de videos y proyecciones que evidencien los cambios y procesos que ocurren en el sistema climático. Como los videos que se incluyen en http://www.teachersdomain.org
- Planteamiento de cuestiones e hipótesis sobre posibles causas de las observaciones que ocurren en el sistema climático.
- Enseñanza de búsqueda de información en relación a las experiencias propuestas.
- Enseñanza de métodos de análisis de las posibles causas de los fenómenos y procesos climáticos utilizando los datos de las observaciones y los métodos de análisis aprendidos en las prácticas del curso.
- Preparación de datos y programas para el desarrollo de las experiencias.

Para el estudiante:

- Demostrar sí las hipótesis iniciales de partida son o no ciertas, mediante la realización de los estudios personales utilizando métodos gráficos y de análisis de datos aprendidos en clases de teoría y prácticas.
- Interpretar los resultados y contrastar con otros resultados de las referencias indicadas para la realización del trabajo propuesto.
- Presentar los resultados de los trabajos personales en los siguientes foros:

Ante sus compañeros en las sesiones de las últimas clases del curso.

Mediante paneles que facilitará la difusión de su trabajo en ámbitos más amplios.

2.1 Recursos para el desarrollo del proyecto

Este proyecto de innovación no fue financiado y se ha realizado con los recursos que se indican a continuación, que se utilizan en actividades de investigación:

- Datos que de reanálisis, (http://www.cdc.noaa.gov/data/reanalysis/reanalysis.shtml), los cuales se utilizan en las clases prácticas de esta asignatura.
- Método de análisis de datos Grid Análysis Display System (GrADS) para la observación y análisis de los climas de la Tierra. Se aprende en las clases prácticas de esta asignatura. (http://grads.iges.org).
- Los recursos bibliográficos que dispone esta Universidad en revistas y libros (http://sabus.usal.es/)
- Otros recursos preparados en proyectos de innovación docente anteriormente desarrollados
- Videos sobre el sistema climático.
- Lecciones que se imparten en las clases presenciales de la asignatura y se entregan a través del aula virtural STUDIUM (https://moodle.usal.es/)

 Programas para el análisis de datos, elaborados por la profesora responsable de este proyecto. Se aprenden en las clases presenciales prácticas y se entregan en el aula virtual STUDIUM.

3 Resultados y valoración

El esquema que se utiliza para el diseño de las experiencias es común para todas ellas. Posteriormente, la ejecución es diferente para cada experiencia ya que se utilizan diferentes datos y programas. Las conclusiones son particulares para cada experiencia pero, a la vez, complementarias y servirán para explicar componentes importantes del sistema climático. En esta memoria, se incluyen algunos resultados de las experiencias realizadas por los estudiantes mediante los paneles que han preparado cada grupo. En ellos se presenta una selección de los resultados más relevantes correspondientes al trabajo realizado. También, se incluye los comentarios de los estudiantes sobre la experiencia realizada.

3.1 Diseño de Experiencias

Variabilidad térmica

- **Descripción:** El calentamiento global es un fenómeno ampliamente reconocido pero es importante estudiar y comprender los procesos que causan este fenómeno.
- **Objetivos:** comprobar la distribución de la temperatura en la Tierra (aire y mar). Analizar las distribuciones espaciales y las series temporales. Explicar las variaciones estacionales, interanuales, interdecadales, etc.. Para este análisis considerar los procesos dinámicos y los balances radiativos. Comprobar las tendencias térmicas y justificar las diferencias regionales. Identificar y explicar años climáticamente anómalos.
- Motivación e interés: A pesar de que el problema del cambio climático se presenta como manifestaciones de tendencias de temperatura, conviene introducir a este trabajo mediante videos y diapositivas para mostrar episodios cuya explicación parece estar relacionada con el calentamiento del planeta. Por ello, se han seleccionado las siguientes direcciones web como introducción para la realización de esta experiencia:

http://www.divulgameteo.es/

http://www.time.com/time/video/player/0,32068,56037363001_1947068,00.htm

http://e-ciencia.com/blog/blog/tematica/medioambiente/

http://www.wunderground.com/education/education.asp

http://arctic.atmos.uiuc.edu/

http://www.teachersdomain.org phy03_vid_greenhouse2_300

Wiki: http://en.wikipedia.org/wiki/Global_warming

 Datos: para realizar esta experiencia se han preparado los datos del proyecto de reanálisis NCEP/NCAR

(http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html). Inicialmente las series han sido tratadas para separar los datos por estaciones (invierno, primavera, verano y otoño). Se han utilizado temperaturas del aire, presión al nivel del mar y componentes de radiación corta y larga. Además de los índices de teleconexión del Climate Prediction Center (CPC).

http://lwf.ncdc.noaa.gov/oa/climate/research/sst/sst.php

Las explicaciones de los datos están indicadas en la memoria del proyecto docente (ID/0061), publicada en el repositorio documental GREDOS de esta universidad.

Programas: se han creado programas por la profesora basados en el lenguaje GrADS (Grid Analysis Display System) para las siguientes representaciones: configuraciones espaciales, series temporales y tendencias, regresiones. Estos programas se incluyen en el anexo 1 de la memoria.

Resultados

Los resultados del trabajo fueron expuestos de forma oral por un grupo de estudiantes de la asignatura de Climatología del curso 2009/10. Un resumen con los aspectos más destacados se incluyen en el panel que se adjunta en el anexo 2.

Variabilidad hídrica

- Descripción: Conocer el agua disponible y los riesgos de inundaciones es un reto científico de gran interés. El incremento de concentración de gases de efecto invernadero produce una intensificación del ciclo hidrológico y finalmente cambios de distribución de precipitación y de recursos hídricos.
- **Objetivos:** esta experiencia se plantea para conocer la distribución de la precipitación y evaporación y para obtener la tendencia en distintos lugares del planeta. Se realiza el estudio en dos regiones con regímenes hídricos muy diferentes como las penínsulas Ibérica y la India. Con ello, se puede discutir y comprender las variaciones estacionales. Se analizan las variaciones y tendencias de series de precipitación en distintas regiones. Se identifican años anómalos y se justifican mediante las relaciones de precipitación con presión al nivel del mar, tipos de tiempo y patrones de teleconexión.
- **Motivación e interés:** como en el caso anterior conviene iniciar el trabajo con presentaciones sobre el ciclo hidrológico, tipos de precipitación, nubosidad obtenidas del repositorio que a continuación se indica:
- http://www.teachersdomain.org
 ess05_int_hydrocycle.htm; ess05_vid_precipitation.html; ess05_vid_clouds.html;
 ess05_int_cloudtype.html; ess05_vid_convective.html; ess05_vid_rainfall.html;
 wiki: http://en.wikipedia.org/wiki/Water-cycle
- **Datos:** La procedencia de los datos es la misma que se ha citado en la experiencia anterior, pero ahora se usan los datos de precipitación, presión al nivel del mar, viento y los índices de teleconexión.
- **Programas:** se han creado programas por la profesora basados en el lenguaje GrADS (Grid Analysis Display System) para las siguientes representaciones: configuraciones espaciales, series temporales y tendencias, regresiones. Estos programas se incluyen en el anexo 1 de la memoria.

- Resultados

Los resultados del trabajo fueron expuestos de forma oral. Un resumen con los aspectos más destacados se incluyen en el panel que se adjunta en el anexo 2.

Teleconexiones climáticas

- **Descripción:** Son mecanismos que transmiten la información climática de unos lugares a otros. La identificación de los patrones de teleconexión y sus efectos puede

ser una herramienta muy útil para explicar fenómenos climáticos anómalos. Las teleconexiones climáticas consideran fenómenos de interacción océano atmósfera.

- **Objetivos:** Identificar los patrones de teleconexión; analizar los efectos en campos térmicos e hídricos; determinar las tendencias de los patrones de teleconexión; y analizar la influencia de los patrones de teleconexión en el clima de la península Ibérica.
- **Motivación e interés**: ¿Por qué existen los patrones de teleconexión? ¿Cómo se pueden definir? ¿Por qué tienen tanto interés en el ámbito de la dinámica atmosférica? ¿Se pueden mejorar las predicciones incluyendo los fenómenos de teleconexión?

Se muestran videos y proyecciones sobre el fenómeno El Niño/Oscilación Austral (ENSO) y la oscilación del Atlántico Norte (NAO).

Presentaciones sobre el fenómeno El Niño obtenidas del repositorio http://www.teachersdomain.org

ess05 vid eselnino.html

Las wikis: http://en.wikipedia.org/wiki/North_Atlantic_oscillation

- **Datos:** se utilizan los índices de teleconexión del CPC y los datos de presión al nivel del mar (SLP) y de temperatura superficial del mar (SST) para identificar los patrones de teleconexión. Para conocer los efectos de los patrones se utilizan los datos de temperatura del aire y de precipitación del proyecto de reanálisis.
- **Programas:** Para obtener las configuraciones de los patrones de teleconexión se construyen mapas de correlación entre los índices de teleconexión y la SLP. Para obtener los efectos de los patrones en los campos de temperatura y precipitación se construyen mapas de correlación entre los índices de teleconexión y los campos de precipitación y temperatura. Para analizar las series temporales y las tendencias se elaboran otras representaciones de series. Para analizar anomalías climáticas se construyen mapas compuestos. Los programas se incluyen en el anexo 1 de esta memoria.
- **Resultados:** los resultados del trabajo fueron expuestos de forma oral. Un resumen con los aspectos más destacados se incluyen en los dos paneles que se adjuntan en el anexo 2. Un panel refiere los patrones de teleconexión que influyen en el clima de la Península Ibérica, el otro panel muestra los impactos de los índices de teleconexión en la precipitación y en la temperatura de la Península Ibérica.

3.2 Conclusiones de los resultados de las experiencias

Generales

- Han aprendido el método de trabajo en una investigación.
- Han aprendido a analizar datos climáticos mediante representaciones gráficas y estudios estadísticos.
- Han aprendido a interpretar y exponer resultados de forma oral y mediante paneles.
- Han reconocido la importancia del trabajo de investigación y del pensamiento crítico.

Específicos

- Se han iniciado en la comprensión de los mecanismos que controlan el funcionamiento del sistema climático.

- Se han dado cuenta de los cambios que se producen en el sistema climático por la intervención del hombre.
- La presentación en paneles debe mejorarse por algunos grupos porque no han comprendido el mensaje que debe incluir el panel.

3.3 Comentarios de los estudiantes sobre esta experiencia de innovación

- "Me ha gustado mucho la asignatura, interés por la meteorología, climatología y energías renovables... Las prácticas me han impresionado (GrADS) ... y los mapas en los que veías los cambios tan bruscos en los últimos 60 años"
- "La realización del trabajo sobre patrones de teleconexión ha sido muy importante y satisfactoria. Me ha ayudado a comprender mejor las conexiones climáticas entre varias zonas de la Tierra, así como la circulación atmosférica. Esto me ha ayudado a la hora de estudiar la asignatura haciendo que fuera más amena e interesante. La utilización del programa GrADS me ha parecido muy interesante, ya que con los mapas obtenidos hemos podido observar como varía la temperatura, las precipitaciones y otras variables termodinámicas a lo largo de un gran periodo de tiempo, para diferentes partes de la Tierra con datos reales lo que hace más fácil la comprensión de la asignatura."
- "Gracias al trabajo realizado me ha hecho ubicarme en la asignatura porque al principio, he de reconocer que estaba algo perdida. El trabajo nos ha llevado mucho tiempo y esfuerzo pero a la vez gracias a él hemos ido poco a poco comprendiendo la asignatura. Hemos trabajado por nuestra cuenta buscando información pero también gracias a las clases de teoría y prácticas hemos podido ir completando los distintos puntos del trabajo. Creo que es una buena forma de aprender y de estudiar a la vez; a la hora de estudiar para el examen tienes tiempo ganado por las cosas aprendidas al hacer el trabajo"
- "Me gustó mucho hacer el trabajo, me pareció una forma muy constructiva de conocer la importancia del agua para la vida. Lo que más me impactó fue la disminución de precipitaciones y el aumento de zonas desérticas. El único problema que veo fue el tiempo para la realización del trabajo. Me hubiera gustado recibir más información sobre los años anómalos y estudiar las causas que lo producían"
- "Desde un punto de vista global mi valoración sobre el trabajo es positiva. Creo que motiva el estudio de la asignatura y, además, es una forma de acercar lo que se estudia. Si tuviese que decir algo negativo es que quizá sea demasiado absorbente, en el sentido de que uno se "mete" en él y quita tiempo de otras cosas"
- "Con el trabajo he podido comprobar que hay mucha información manipulada en los medios. He podido ver lo que hay de verdad acerca del asunto con datos objetivos del reanálisis."
- "El hecho de realizar trabajos de investigación me ha servido de ayuda para entender más cosas, también para romper la rutina de las clases teóricas... El presentar el trabajo en público me ha ayudado de cara al futuro... ha sido la primera vez que he hablado en público en toda la carrera y me ha gustado la experiencia. Lo único malo de elaborar trabajos es que al final coincide con el

- final del curso y los exámenes, ... propongo que se dejen horas de clase para la preparación de los trabajos..."
- "El plantear la asignatura por un lado con explicaciones teóricas y, por otro, con una aplicación informática tan útil como GrADS me parece excelente por varios motivos: creo que da una visión más allá de los fundamentos teóricos; con los mapas observamos y "damos fe" de lo qué sucede, además, trabajar con herramientas informáticas influye en la motivación. Por todo ello, mi valoración es muy positiva. "
- "En primer lugar, diré que la experiencia ha sido muy positiva, pues la cantidad de conocimientos asimilados durante la realización del mismo han sido muy amplios. En la facultad estamos muy acostumbrados a escuchar y tomar apuntes durante las clases, para más tarde adquirir todos los conocimientos mediante el estudio de esos apuntes completados con la bibliografía que nos propone el profesor. En cambio esta nueva actividad docente, consigue que nos impliquemos de una manera más directa en la materia. Asimilando, profundizando e intensificando nuestro interés por la Climatología, de una manera más efectiva que la simple lectura y estudio de la bibliografía. Si bien, este trabajo no puede realizarse sin la adecuada documentación, de manera que, las bases bibliográficas no pierden importancia. Por otra parte, este tipo de actividad, nos sirve como primer contacto hacia lo que algunos pretendemos una vez terminada la licenciatura. Pues al realizar futuras investigaciones o posibles tesis doctorales, nos encontraremos con una forma de trabajar semejante a la de esta actividad docente. Pudiendo tomar este trabajo de investigación, como primera toma de contacto, y base para futuros trabajos de investigación. Ya no solo en la parte del desarrollo del mismo, en el que interactuamos entre los miembros del grupo, ayudándonos... no decayendo cuando las cosas no salen del todo bien...y luchando hasta optimizar nuestro rendimiento; si no también en el momento en el que nos tocó exponer nuestro trabajo. En el futuro, nos encontraremos con situaciones como esta habitualmente. Además de dar a conocer nuestro trabajo, y los resultados obtenidos; tendremos que defender nuestras conclusiones extraídas. En este sentido la realización de este trabajo nos ha ayudado a coger poquito de soltura, o quizá quitar esos miedos iniciales, en esa dura e importante tarea de la expresión oral en público. Para la realización del trabajo de investigación, hemos tenido que invertir mucho tiempo. Puede que este sea el único inconveniente. Pero quizá este tiempo extra empleado, partiese también por nuestro deseo de seguir profundizando en el conocimiento de un área tan interesante en la Climatología, como son los Patrones de Teleconexión y sus múltiples aplicaciones al entendimiento de nuestro sistema atmosférico. Resumiendo, y como conclusión a todo lo anterior, este tipo de actividad docente ha sido muy positiva. Nos ofrece nuevas maneras de obtención de conocimientos, de una manera más trabajosa, pero mucho más motivador para el desarrollo académico del alumno."

Anexo1

"Scripts" para realizar las experiencias

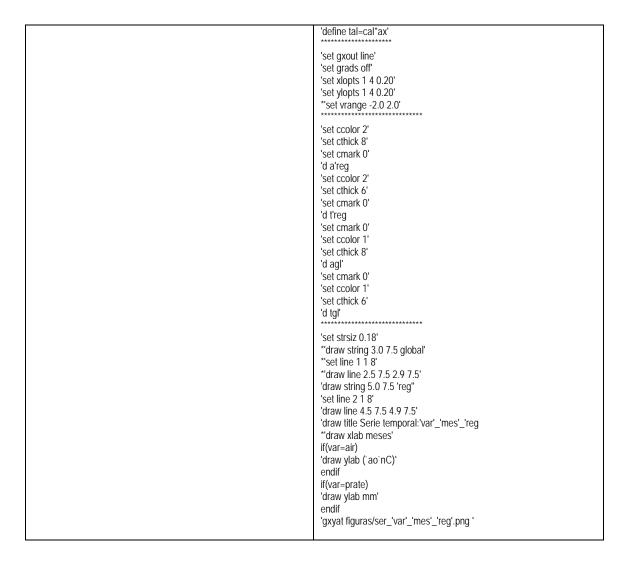
Los "scripts" que a continuación se presentan son para casos generales de las experiencias planteadas, pero es preciso realizar modificaciones para casos específicos.

1) Para las configuraciones espaciales y series temporales

Configuraciones espaciales	Series temporales
'reinit' 'clear' prompt 'entra la variable: hgt slp:'	'clear' 'reinit' * air(temp a 2m) nswrs(radiacion neta corta) dswrf(radiacion corta
pull var prompt 'entra mes anual, enero,febre, marzo, abril, mayo, junio,julio, agosto, septi, octubre, novie, dicie,dif:' pull mes prompt 'entra area nhem shem global pi, ind, pac:' pull area prompt 'entra el nivel 1000 925,850 700 500 300 250 200 100 70 50	top) uswrf (radiacion corta top escapa) * ulwrf (radiacion larga escapa) neta (balance onda corta y larga), alb (albedo) *slp (presion al nivel del mar) prate (precipitacion) rhum (humedad relativa) sst (temperatura superficial del mar) * pevpr (evaporacion potencial) uwnd y vwnd (componentes viento) mag (modulo viento)
30 10 : ' pull alt 'sdfopen/datos/surface/slp/clima.nc'	prompt 'introduce la variable air nswrs uswrf ulwrf neta alb slp prate rhum sst pevpr uwnd vwnd mag ari:'
'sdfopen/datos/pressure/hgt/clima.nc' 'sdfopen/datos/pressure/uwnd/clima.nc' 'sdfopen/datos/pressure/vwnd/clima.nc'	pull var prompt 'introduce la epoca year djf mam jja son : ' pull mes
'set grads off' 'set lat -90 90' 'set lon -180 180'	prompt 'introduce la region ec, lmn, lms,lpn, lps, pi, sa, al, ov:' pull reg
'set t 1 12' if(area=pac) 'set lat -90 90' 'set lon 0 360'	<pre>if(var=dswrf) 'sdfopen/datos_series/other_gauss/'var'/'mes'.nc' endif if(var=uswrf)</pre>
endif if(var=hgt) 'set lev 'alt	'sdfopen/datos_series/other_gauss/'var'/'mes'.nc' endif if(var=ulwrf)
define x=hgt.2' 'define u=uwnd.3' 'define v=wynd.4'	'sdfopen/datos_series/other_gauss/'var'/'mes'.nc' endif if(var=neta)
define x=slp' 'define x=slp' 'set dfile 3'	'sdfopen/datos_series/other_gauss/dswrf/'mes'.nc' 'sdfopen/datos_series/other_gauss/ulwrf/'mes'.nc' 'sdfopen/datos_series/other_gauss/uswrf/'mes'.nc' endif
'set lev 'alt 'define u=uwnd.3' 'define v=vwnd.4'	if(var=alb) 'sdfopen/datos_series/other_gauss/dswrf/'mes'.nc' 'sdfopen/datos_series/other_gauss/ulwrf/'mes'.nc'
endif ***** 'set t 1' 'define anual=ave(x,t=1,t=12)'	'sdfopen/datos_series/other_gauss/uswrf/'mes'.nc' endif if(var=slp) 'sdfopen/datos_series/surface/'var'/'mes'.nc'
'define enero=x(t=1)' 'define julio=x(t=7)' 'define febre=x(t=2)'	endif if(var=rhum) 'sdfopen/datos_series/surface/'var'/'mes'.nc'
'define marzo=x(t=3)' 'define abril=x(t=4)' 'define mayo=x(t=5)'	endif if(var=air) 'sdfopen/datos_series/surface_gauss/'var'/'mes'.nc'
'define junio=x(t=6)' 'define agosto=x(t=8)' 'define septi=x(t=9)'	endif if(var=sst) 'sdfopen/datos_series/sst/"mes'.nc'
'define octubre=x(t=10)' 'define novie=x(t=11)' 'define dicie=x(t=12)' 'define dif=julio-enero'	endif if(var=prate) 'sdfopen/datos_series/surface_gauss/'var'/'mes'.nc' endif if(var=pevpr)
'define uanual=ave(u,t=1,t=12)' 'define uenero=u(t=1)' 'define ujulio=u(t=7)'	'sdfopen/datos_series/surface_gauss/'var'/'mes'.nc' endif if(var=nswrs)
'define ufebre=u(l=2)' 'define umarzo=u(t=3)' 'define uabril=u(t=4)'	'sdfopen/datos_series/surface_gauss/'var'/'mes'.nc' endif if(var=uwnd)

```
'define umayo=u(t=5)
                                                                             'sdfopen ../datos_series/surface_gauss/'var'/'mes'.nc'
'define uiunio=u(t=6)'
'define uagosto=u(t=8)'
                                                                             if(var=vwnd)
'define usepti=u(t=9)'
                                                                             'sdfopen ../datos_series/surface_gauss/'var'/'mes'.nc'
'define uoctubre=u(t=10)'
                                                                             endif
'define unovie=u(t=11)'
                                                                             if(var=mag)
'define udicie=u(t=12)'
                                                                             'sdfopen ../datos_series/surface_gauss/uwnd/'mes'.nc'
'define udif=ujulio-uenero'
                                                                             'sdfopen ../datos_series/surface_gauss/vwnd/'mes'.nc'
'define vanual=ave(v,t=1,t=12)'
                                                                             if(var=ari)
'define venero=v(t=1)'
                                                                             'sdfopen ../datos_series/surface_gauss/prate/'mes'.nc'
'define vjulio=v(t=7)'
                                                                             'sdfopen ../datos_series/surface_gauss/air/'mes'.nc'
'define vfebre=v(t=2)'
'define vmarzo=v(t=3)'
'define vabril=v(t=4)'
'define vmayo=v(t=5)'
                                                                             'set lat -90 90'
'define vjunio=v(t=6)'
                                                                             'set lon -180 180'
'define vagosto=v(t=8)'
                                                                             'set t 1 62'
'define vsepti=v(t=9)'
                                                                             if(var=air)
'define voctubre=v(t=10)'
                                                                             'define v=air-273.16'
'define vnovie=v(t=11)'
                                                                             endif
'define vdicie=v(t=12)'
                                                                             if(var=prate)
'define vdif=vjulio-venero'
                                                                             'define v=prate*86400'
*'run setcon 990 1030 10'
                                                                             endif
*'set rbcols 4 3 3 7 2 2'
                                                                             if(var=nswrs)
'set grads off'
                                                                             'define v=-1*nswrs'
                                                                             endif
if(area=global)
                                                                             if(var=ulwrf)
 'set lat -90 90'
                                                                              'define v=ulwrf'
 'set Ion -180 180'
                                                                             endif
                                                                             if(var=uswrf)
 'set mproj robinson'
 'set mpdset lowres'
                                                                              'define v=uswrf'
endif
                                                                             endif
if(area=nhem)
                                                                             if(var=alb)
 'set lat 0 90'
                                                                              'define alb=uswrf.3/dswrf'
 'set Ion -180 180'
                                                                             'define v=alb'
 'set mproj nps'
                                                                             endif
endif
                                                                             if(var=neta)
                                                                              'define neta=dswrf-(uswrf.3+ulwrf.2)'
if(area=shem)
 'set lat -90 0'
                                                                              'define v=neta'
 'set Ion -180 180'
                                                                             endif
 'set mproj sps'
                                                                             if(var=alb)
                                                                              'define alb=uswrf.3/dswrf'
endif
                                                                              'define v=alb'
if(area=pi)
 'set lat 20 60'
                                                                             endif
                                                                             if(var=slp)
 'set lon -30 30'
 'set mproj latlon'
                                                                             'define v=slp'
endif
                                                                             endif
if(area=ind)
                                                                             if(var=rhum)
 'set lat 0 40'
                                                                             'define v=rhum'
 'set lon 50 120'
                                                                             endif
                                                                             if(var=sst)
 'set mproj latlon'
                                                                             'define v=sst'
endif
                                                                             endif
if(area=pac)
                                                                             if(var=pevpr)
                                                                             fac=86400/(3.2*540*4.18*1000)
 'set lat -30 30'
 'set Ion 120 300'
                                                                             'define ev= pevpr*'fac
 'set mproj latlon'
                                                                              'define v=ev'
endif
                                                                             endif
                                                                             if(var=ari)
'define varo='mes
                                                                             'define pr=prate*86400*30.4'
'set gxout shaded'
                                                                             'define et=(air.2-273.16)*2'
'run cpt_polar.gs'
                                                                             'define v=pr-et'
*'run define_colors.gs'
                                                                             endif
*'set rbcols 46 45 44 43 42 41 21 22 23 24 25 26 27'
                                                                             if(var=uwnd)
                                                                             'define v=uwnd'
if(var=hgt)
'set rbcols 19 20 21 22 23 24 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36'
                                                                             endif
                                                                             if(var=vwnd)
'set clevs 990 994 998 1002 1006 1010 1014 1018 1024'
                                                                             'define v=vwnd'
'set ccols 36 34 33 32 31 30
                                  24 22 20 18
                                                                             endif
endif
                                                                             if(var=mag)
*'set clevs -30 -20 -10 0 10 20 30 40 50
                                                                             'define x=uwnd.1'
*'set ccols 36 34 33 0 0 24 22 20 19 18 '
                                                                             'define y=vwnd.2'
'set frame on'
                                                                             'define v=mag(x,y)'
```

```
'set cterp on'
                                                                             endif
'set font 0'
                                                                              ******
'set clopts 1 4 0.10'
'set cthick 8'
                                                                              'set lat 1'
'set map 1 1 4'
                                                                              'set lon 1'
'set xlopts 1 4 0.20'
                                                                              'define global=aave(v,lon=-180,lon=180,lat=-90,lat=90)'
'set ylopts 1 4 0.20'
                                                                              'define ec=aave(v,lon=-180,lon=180,lat=-10,lat=10)'
'd varo'
                                                                              'define lmn=aave(v,lon=-180,lon=180,lat=35,lat=50)'
'run cbarn
                                                                              'define lms=aave(v,lon=-180,lon=180,lat=-60,lat=-30)'
'set gxout contour'
                                                                              'define lpn=aave(v,lon=-180,lon=180,lat=70,lat=90)'
if(var=hgt)
                                                                              'define lps=aave(v,lon=-180,lon=180,lat=-90,lat=-60)'
'set rbcols 19 20 21 22 23 24 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36'
                                                                              *'define lmn=aave(v,lon=-180,lon=180,lat=30,lat=60)'
                                                                              'define lms=aave(v,lon=-180,lon=180,lat=-60,lat=-30)'
'set clevs 990 994 998 1002 1006 1010 1014 1018 1024'
                                                                              *'define lpn=aave(v,lon=-180,lon=180,lat=60,lat=90)'
                                                                              'define lps=aave(v,lon=-180,lon=180,lat=-90,lat=-60)'
'set ccols 36 34 33 32 31 30
                                    24 22 20 18 '
                                                                              'define pi=aave(v,lon=-10,lon=4,lat=35, lat=45)'
                                                                              'set lat 41'
*'set clevs -30 -20 -10 0 10 20 30 40 50'
*'set ccols 36 34 33 0 0 24 22 20 19 18 '
                                                                              'set lon -6'
'set clab masked'
                                                                              'define sa=v'
                                                                              'set lon -2'
'd varo'
'set gxout vector'
                                                                              'set lat 36'
*'set arrscl 0.8 20'
                                                                             'define al=v'
'set arrscl 0.5 20'
                                                                              'set lon -6'
'set ccolor 1'
                                                                              'set lat 44'
if(area=ind)
                                                                             'define ov=v'
                                                                             'set t 1'
*'d skip(u'mes',2,2);v'mes"
else
"d skip(u'mes',4,4);v'mes"
                                                                              * calcula media en periodo de referencia
endif
                                                                              'define glm=mean(global,t=13,t=42)'
'set ccolor 1'
                                                                              'define ecm=mean(ec,t=13,t=42)'
                                                                              'define lmnm=mean(lmn,t=13,t=42)'
if(area=pi)
                                                                             'define lmsm=mean(lms,t=13,t=42)'
'define lpnm=mean(lpn,t=13,t=42)'
"'d skip(u'mes',2,2);v'mes'
endif
'draw title distribucion espacial:'var'_'alt'_'mes
                                                                              'define lpsm=mean(lps,t=13,t=42)'
'gxyat figuras/'var'_'alt'_'mes'_'area'.png '
                                                                              'define pim=mean(pi,t=13,t=42)'
                                                                             'define sam=mean(sa,t=13,t=42)'
                                                                              'define alm=mean(al,t=13,t=42)'
                                                                              'define ovm=mean(ov,t=13,t=42)'
                                                                              * calcula anomalias
                                                                              'set t 1 62'
                                                                             'define agl=global-glm'
                                                                              'define aec=ec-ecm'
                                                                             'define almn=lmn-lmnm'
                                                                              'define alms=lms-lmsm'
                                                                              'define alpn=lpn-lpnm'
                                                                             'define alps=lps-lpsm'
                                                                              'define api=pi-pim'
                                                                              'define asa=sa-sam'
                                                                             'define aal=al-alm'
                                                                              'define aov=ov-ovm'
                                                                              *calcula la tendencia
                                                                              'define ones=1'
                                                                             'define x=tloop(sum(ones,t=1,t+0))+1-1'
                                                                              'define cgl=tregr(x,agl, t=1, t=62)'
                                                                              'define cec=tregr(x,aec, t=1, t=62)'
                                                                             'define clmn=tregr(x,almn, t=1, t=62)'
                                                                              'define clpn=tregr(x,alpn, t=1, t=62)'
                                                                              'define cpi=tregr(x,api, t=1, t=62)'
                                                                             'define clps=tregr(x,alps, t=1, t=62)'
                                                                              'define csa=tregr(x,asa, t=1, t=62)'
                                                                              'define cov=tregr(x,aov, t=1, t=62)'
                                                                              'define cal=tregr(x,aal, t=1, t=62)'
                                                                              'define xm=mean(x,t=1,t=62)'
                                                                             'define ax=x-xm'
                                                                              'define tgl=cgl*ax'
                                                                              'define tec=cec*ax'
                                                                             'define tlmn=clmn*ax'
                                                                              'define tlpn=clpn*ax'
                                                                              'define tpi=cpi*ax'
                                                                             'define tlps=clps*ax'
                                                                              'define tsa=csa*ax'
                                                                              'define tov=cov*ax'
```



2) Para identificar los patrones de teleconexión y para obtener los impactos en campos térmicos e hídricos

Patrones de teleconexión e impactos	Índices de teleconexión		
'clear'	'clear'		
'reinit'	'reinit'		
prompt 'entra el indice de teleconexion nao ea ao ea ewr sca a34:'	prompt 'entra el indice de teleconexion nao ea ao ea ewr sca a34		
pull tel	soi :'		
prompt 'entra la estacion djf mam jja son year : '	pull tel		
pull mes	prompt 'entra la estacion djf mam jja son year: '		
prompt 'entra area nhem shem global pi ind pac:'	pull mes		
pull area	'open/datos_series/teleconex/'mes'.ctl'		
prompt 'entra la variable slp prate air sst: '	'set grads off'		
pull var	'set lat 1'		
if(var=sst)	'set lon 1'		
'sdfopen/datos_series/'var'/'mes'.nc'	'set t 1 60'		
endif	'define v='tel		
if(var=slp)	'define vr=a34'		
'sdfopen/datos_series/surface/'var'/'mes'.nc'			
endif	* para obtener la tendencia		
if(var=prate)	'set 1'		
'sdfopen/datos_series/surface_gauss/'var'/'mes'.nc'	'define vm=mean(v,t=1,t=60)'		
endif	'define vrm=mean(vr,t=1,t=60)'		
if(var=air)	'set t 1 60'		
'sdfopen/datos_series/surface_gauss/'var'/'mes'.nc'	'define av=v-vm'		
endif	'define avr=vr-vrm'		
'open/datos_series/teleconex/'mes'.ctl'	'define ones=1'		
'set grads off'	'define x=tloop(sum(ones,t=1,t+0))+1-1'		
'set t 2 62'	'define cv=tregr(x,av, t=1, t=60)'		

```
"set z 1
                                                                                    'define cvr=tregr(x,avr, t=1, t=60)'
                                                                                    'define xm=mean(x,t=1,t=60)'
'set lat -90 90'
'set lon -180 180'
                                                                                    'define ax=x-xm'
if(area=pac)
                                                                                    'define tv=cv*ax'
'set lat -90 90'
                                                                                    'define tvr=cvr*ax'
'set Ion 0 360'
                                                                                    'set gxout line'
                                                                                    'set xlopts 1 4 0.20'
endif
'define field='var
                                                                                    'set ylopts 1 4 0.20'
*'d field'
                                                                                    *'set vrange -2 35'
'set dfile 2'
                                                                                    *'set tlsupp year'
'set z 1'
                                                                                    'set cmark 0'
'set x 1'
                                                                                    'set cthick 8'
'set y 1'
'set t 1 60'
                                                                                    'set ccolor 2'
                                                                                    'd vr'
'define x='tel
                                                                                    'set ccolor 4'
*'d x'
                                                                                    'set cthick 8'
                                                                                    'set cmark 0'
if(area=global)
                                                                                    'd v'
 'set lat -90 90'
                                                                                    'set cmark 0'
 'set Ion -180 180'
                                                                                    'set ccolor 4'
 'set mproj robinson'
                                                                                    'set cthick 6'
                                                                                    'd tv'
endif
if(area=nhem)
                                                                                    'set cmark 0'
 'set lat 0 90'
                                                                                    'set ccolor 2'
 'set lon -180 180'
                                                                                    'set cthick 6'
 'set mproj nps'
                                                                                    'd tvr'
endif
                                                                                    'set strsiz 0.20'
if(area=shem)
                                                                                    'draw string 3.0 7.5 NINO3.4'
 'set lat -90 0'
                                                                                    'set line 2 1 6'
 'set Ion -180 180'
                                                                                    'draw line 2.5 7.5 2.9 7.5'
 'set mproj sps'
                                                                                    'draw string 5.0 7.5 'tel
                                                                                    'set line 4 1 6'
endif
if(area=pi)
                                                                                    'draw line 4.5 7.5 4.9 7.5'
 'set lat 20 60'
                                                                                    'draw title EVOLUCION INDICES DE TELECONEXION:' tel'_'mes
 'set lon -30 30'
                                                                                    'draw xlab years'
 'set mproj latlon'
                                                                                    'draw ylab indice'
                                                                                    'gxyat figuras/ser_'tel'_'mes'.png '
endif
if(area=ind)
 'set lat 0 40'
 'set Ion 50 120'
 'set mproj latlon'
endif
if(area=pac)
 'set lat -30 30'
 'set Ion 120 300'
 'set mproj latlon'
endif
'set gxout shaded'
*'run cpt_polar.gs'
'run define colors'
'set clevs -90 -80 -70 -60 -50 -40 -30 -20 -10 0 10 20 30 40 50 60 70 80
'set rbcols 47 46 45 44 43 42 0 0 0 22 23 24 25 26 27'
*'set rbcols 20 21 22 23 24 25 0 0 0 30 31 32 33 34 34'
'set black -20 20'
'set frame on'
'set cterp on'
'set csmooth on'
'set clab forced'
'set font 0'
'set clopts -1 4 0.12'
*'set cthick 8'
'set map 1 1 4'
'set t 1'
'define cor=tcorr(x,field,t=2,t=62)*100'
'd cor'
'run cbarn'
'set gxout contour'
'set cint 10'
'set black -20 20'
'set clopts -1 -1 0.12'
*'d cor'
'draw title Patron de teleconexion: 'var'_'tel'_'mes
'gxyat figuras/tel_'var'_'tel'_'mes'_'area'.png '
```

3) Para obtener mapas compuestos

```
Mapas compuestos
'clear'
'reinit'
prompt 'introduce el indice de teleconexion nao ea ao ea ewr sca a34:'
pull tel
prompt 'introduce la estacion djf mam jja son year : '
pull mes
prompt 'introduce area nhem shem global pi ind pac:'
pull area
prompt 'introduce la variable slp prate air sst: '
pull var
prompt 'introduce mes medio de la estacion jan apr jul oct jun : '
pull mesm
prompt 'intruduce year max 1 1983:'
pull yx1
prompt 'intruduce year max 2 1998:'
pull yx2
prompt 'intruduce year max 3 1973:'
prompt 'intruduce year min 1 1989:'
pull yn1
prompt 'intruduce year min 2 2000:'
prompt 'intruduce year min 3 2008:'
pull yn3
if(var=sst)
'sdfopen ../datos_series/'var'/'mes'.nc'
endif
if(var=slp)
'sdfopen ../datos_series/surface/'var'/'mes'.nc'
if(var=prate)
'sdfopen ../datos_series/surface_gauss/'var'/'mes'.nc'
endif
if(var=air)
'sdfopen'../datos_series/surface_gauss/'var'/'mes'.nc'
endif
'set grads off'
'set t 1 62'
*'set z 1'
'set lat -90 90'
'set lon -180 180'
if(area=pac)
'set lat -90 90'
'set lon 0 360'
endif
'define f='var
if(var=prate)
'define f=f*86400'
endif
'set t 1'
'define fx=(f(time='mesm"yx1')+f(time='mesm"yx2')+f(time='mesm"yx3'))/3'
'define fn=(f(time='mesm"yn1')+f(time='mesm"yn2')+f(time='mesm"yn3'))/3'
'define df=fx-fn'
*'d df'
if(area=global)
 'set lat -90 90'
 'set lon -180 180'
 'set mproj robinson'
endif
if(area=nhem)
 'set lat 0 90'
 'set lon -180 180'
 'set mproj nps'
endif
if(area=shem)
 'set lat -90 0'
```

```
'set lon -180 180'
 'set mproj sps'
endif
if(area=pi)
 'set lat 20 60'
 'set lon -30 30'
 'set mproj latlon'
endif
if(area=ind)
'set lat 0 40'
 'set Ion 50 120'
 'set mproj latlon'
endif
if(area=pac)
 'set lat -30 30'
 'set lon 120 300'
 'set mproj latlon'
endif
'set gxout shaded'
*'run cpt_polar.gs'
'run define_colors'
'set rbcols 47 46 45 44 43 42 0 0 0 22 23 24 25 26 27'
*'set rbcols 20 21 22 23 24 25 0 0 0 30 31 32 33 34 34'
*'set black -20 20'
'set frame on'
'set cterp on'
'set csmooth on'
'set clab forced'
'set font 0'
'set clopts -1 4 0.12'
*'set cthick 8'
'set map 1 1 4'
'set t 1'
'd df'
'run cbarn'
'set gxout contour'
'set cint 10'
'set black -20 20'
'set clopts -1 -1 0.12'
*'d cor'
'draw title Mapas compuestos: 'var'_'tel'_'mes
'gxyat figuras/com_'var'_'tel'_'mes'_'area'.png '
```

Anexo 2

Paneles con resultados de las experiencias



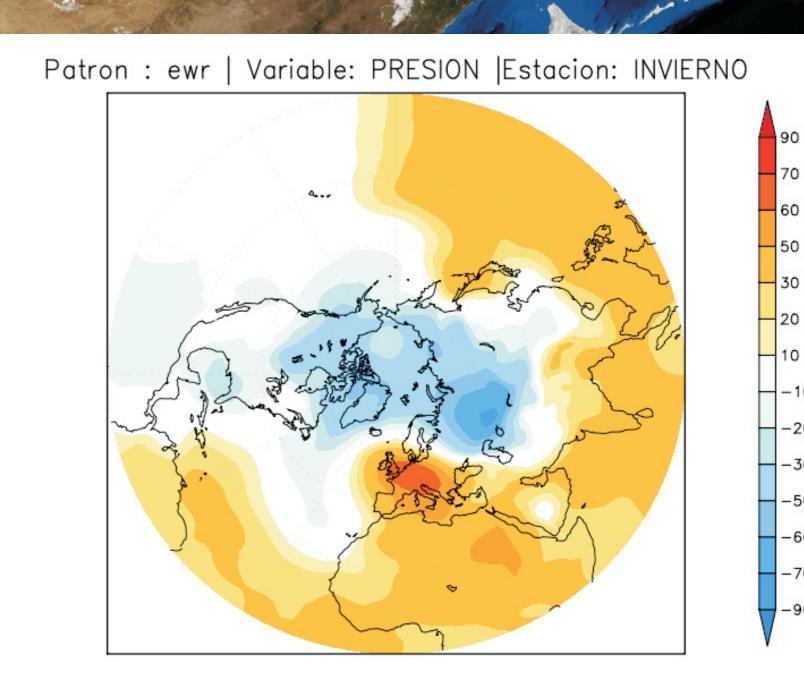
Hrones de teleconexion

Diferencia enfre los valores de una misma variable atmosférica to en dos o más regiones interrelacionadas y distantes entre do una la zona en que se observan valores superiores a la media (polo positivo), y la otra con valores inferiores (polo negativo).

Fase positiva

Aumenta el valor en el polo positivo y disminuye en el negativo

y aumenta en el negativo



presiones en el Oste de Europa Bajas presiones en el Mar Caspio

ENISO

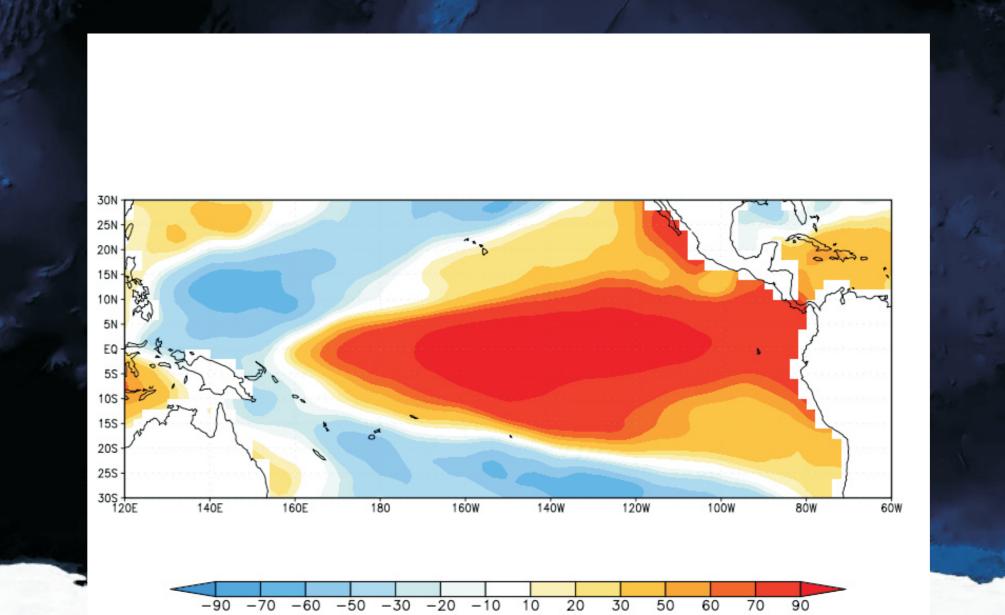
El Niño

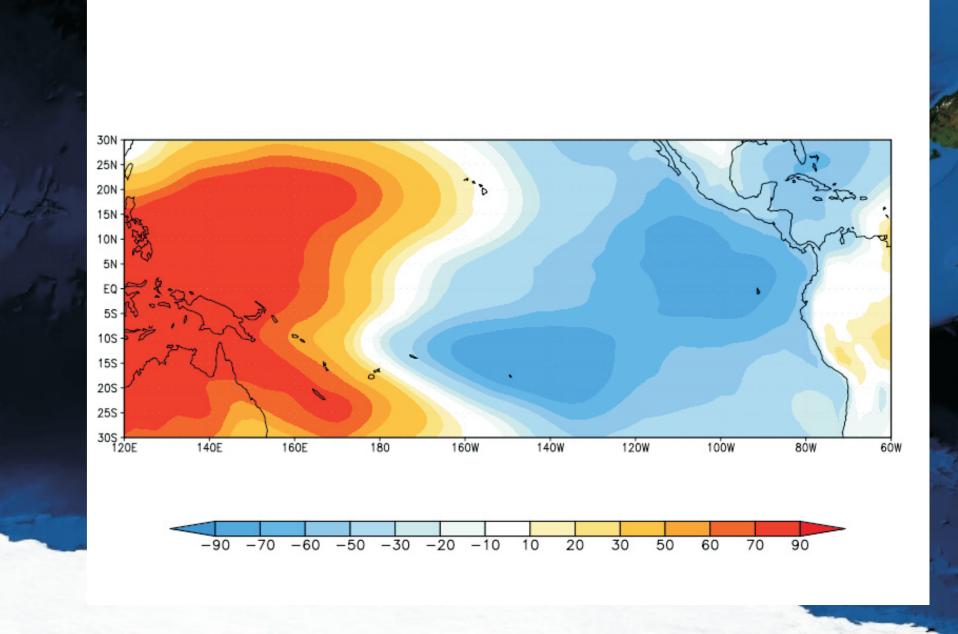
Temperatura de la superficie del mar

Mínima: costas de Asia

Máxima: en las costas de Sudamérica

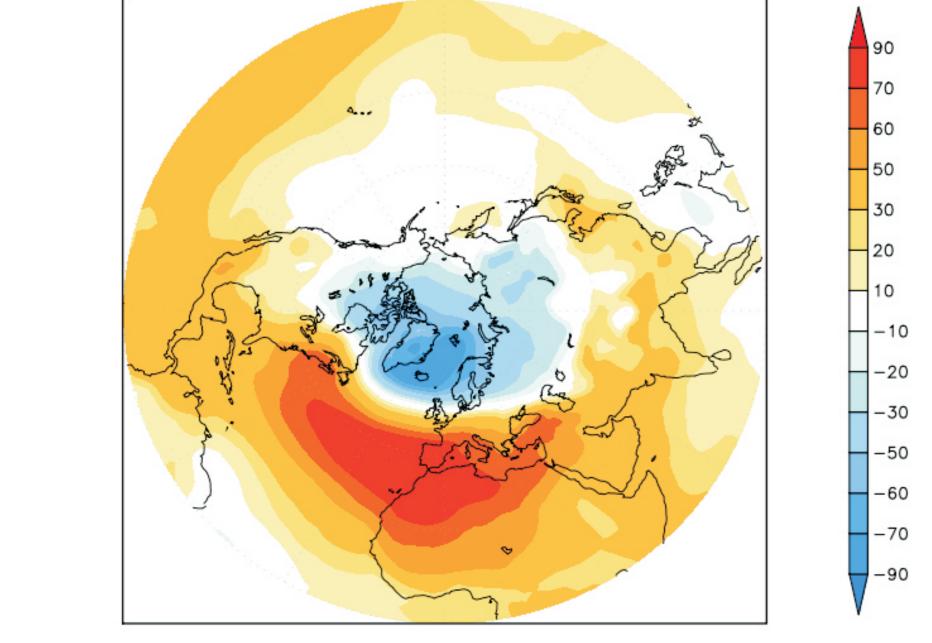
Presiones tomadas en Tahití y Darv





Patron : nao | Variable: PRESION |Estacion: INVIERNO

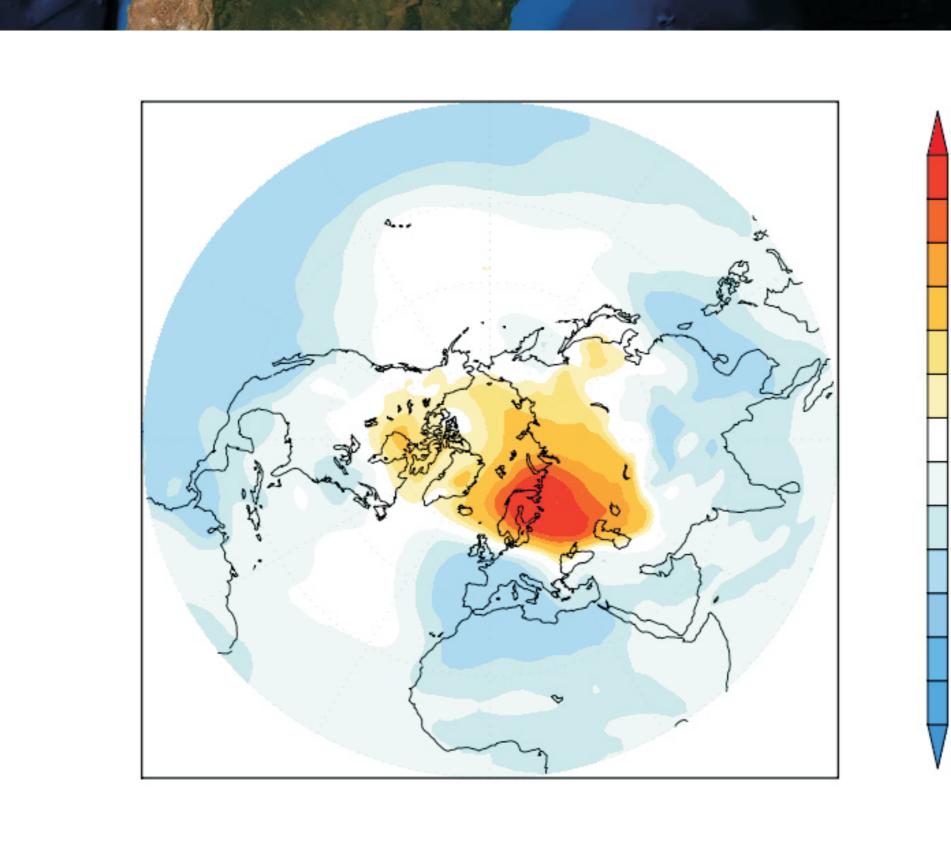
LAMO



SCAND

Centro de altas presiones: Península de Escandinavia, Norte de Siberia y Zona del Ártico

Centro de bajas presiones: Península Ibérica y Mongolia



Dipolo de presiones entre

las Azores(centro de altas)

e Islandia (bajas presiones)



Patrones de Teleconexión en la Península

Podemos observar en las series temporale

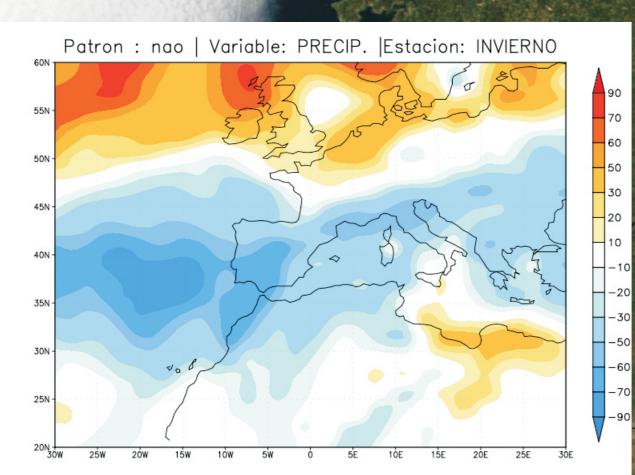
de precipitación, encontramos que ante

presencia de anomalias, estas p

ser debidas, o estar interconexion?

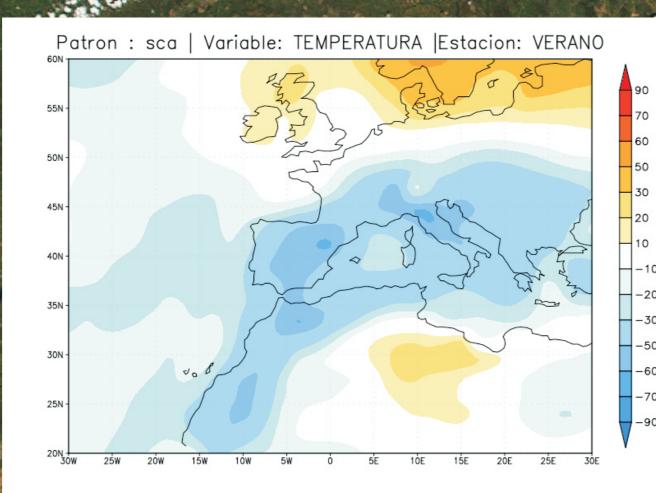
Laura Villardón García
José Luis Mañanes Castro
Mª Ángeles Terradillos Sánchez
José Enrique Rodríguez Travieso
Francisco Calero Coronado

LA NIAO

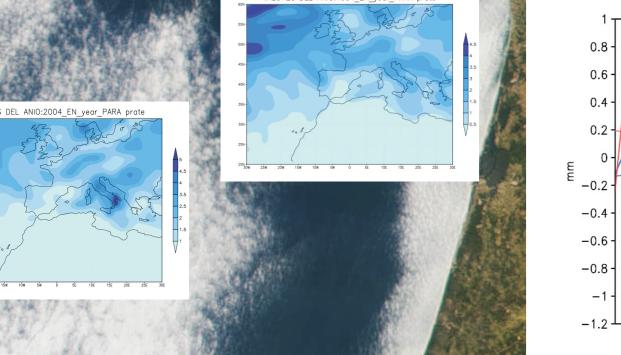


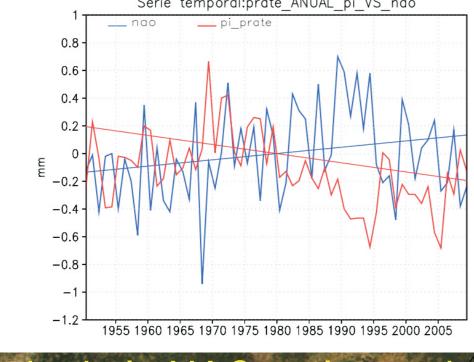
lación entre la temperatura e índice NAO.

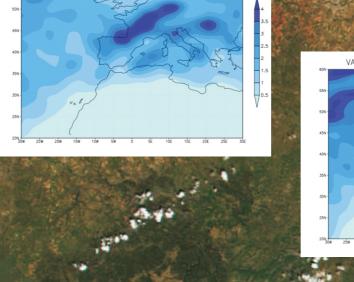
Península Ibérica en verano.)





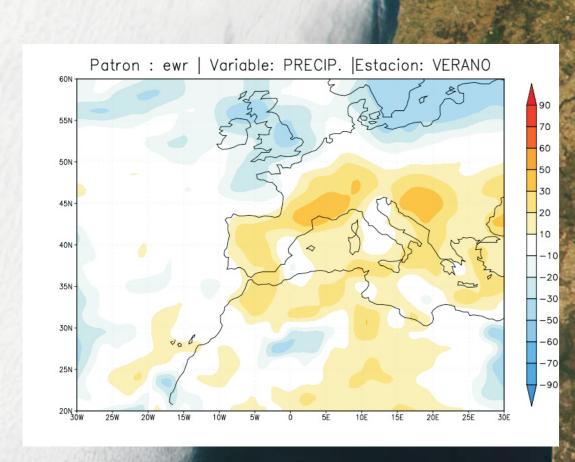


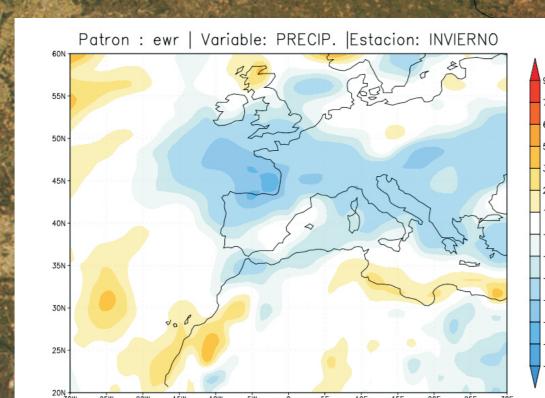




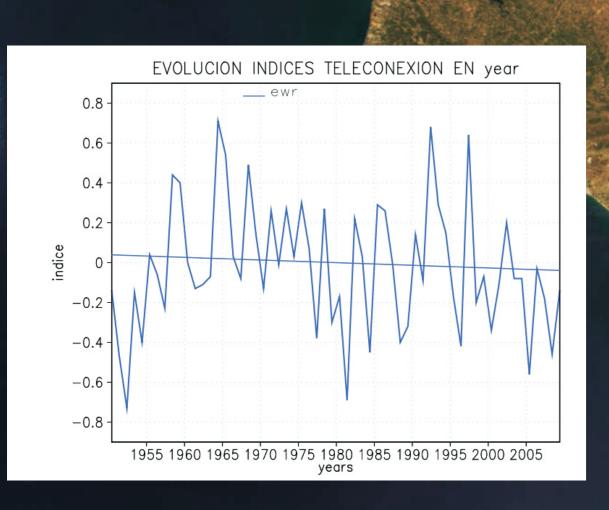
Se observa una clara influencia de la NAO en la precipitación de la Península; con índice negativo aumenta las precipitaciones, y en fase positiva descienden. Ha de resaltarse el hecho de que la tendencia negativa del patrón llevan a pensar que las precipitaciones en la Península están descendiendo.

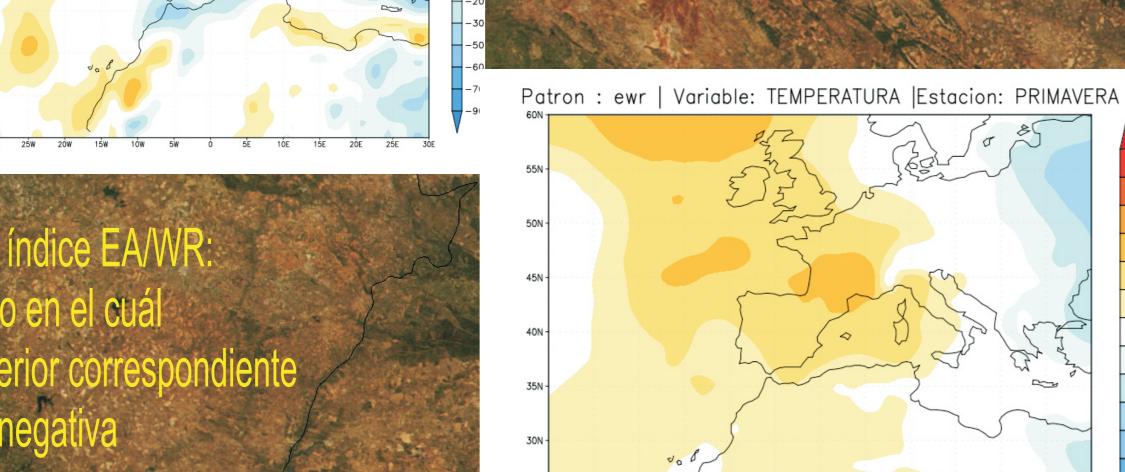
EAMER





Correlación entre la precipitación y el índice EA/WR: Figura superior corresponde al Verano en el cuál hay correlación positiva y la figura inferior correspondiente al invierno, donde por el contrario es negativa

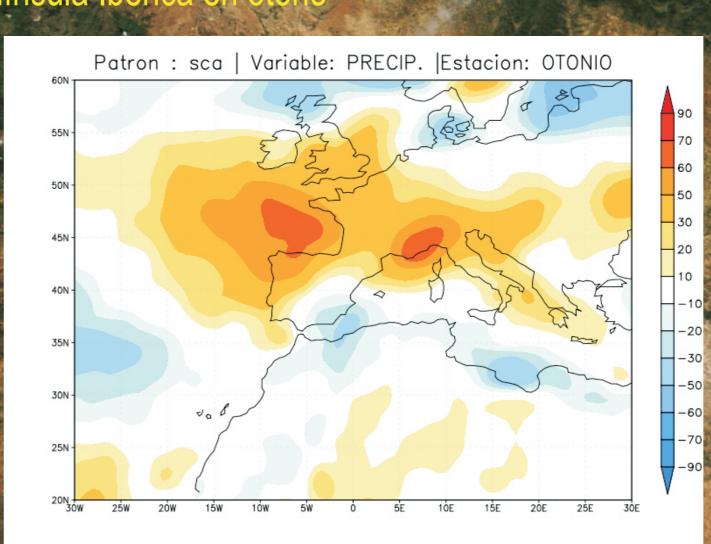




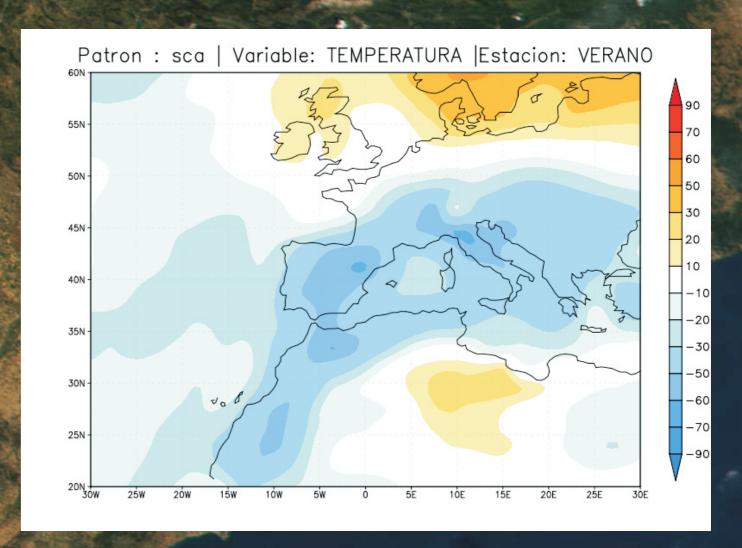
No tiene grandes efecto, siendo más intensos en fos méses de invierno. Afecta a la Precipitación del norte de la Península. Asimismo, la temperatura aumenta en las fases positivas del patrón.

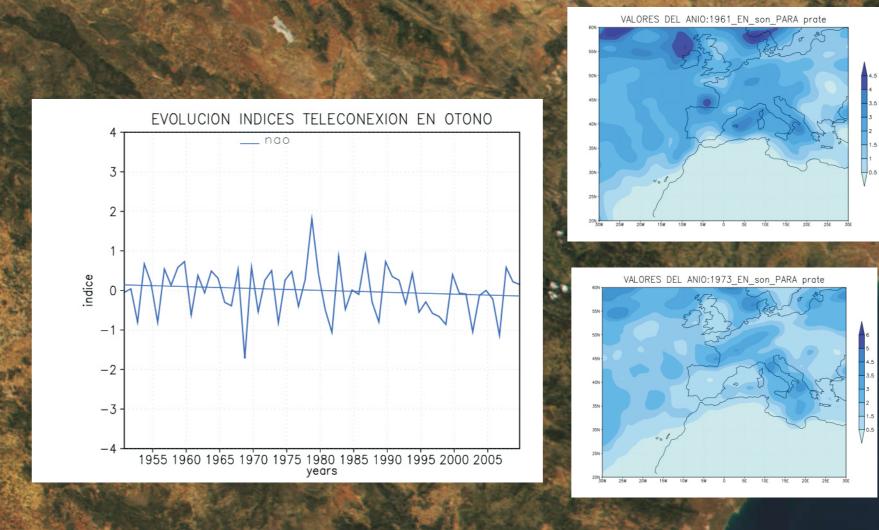
SCAND

Correlación entre la precipitación e índice SCAND en la Península Ibérica en otoño



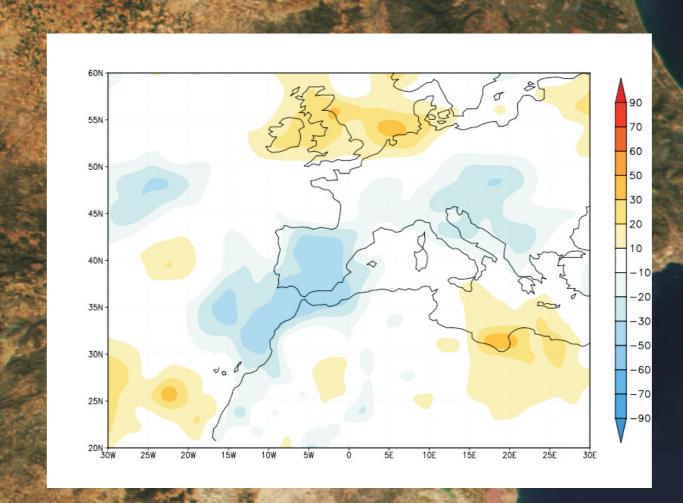




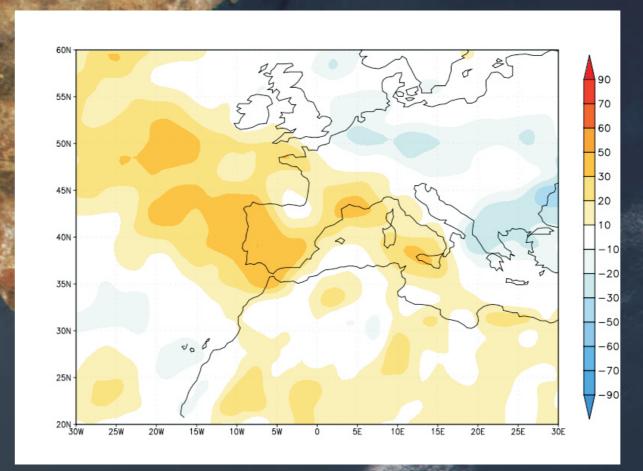


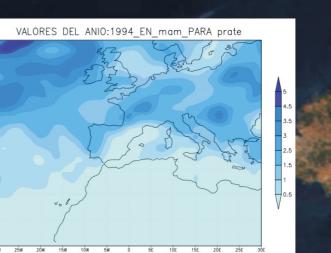
Patrón muy dinámic con variaciones de fase casi anuales El SCAN tiene una gran influencia sobre la Península, afecta especialmente en la precipitación de Otoño y Primavera.

ENSO

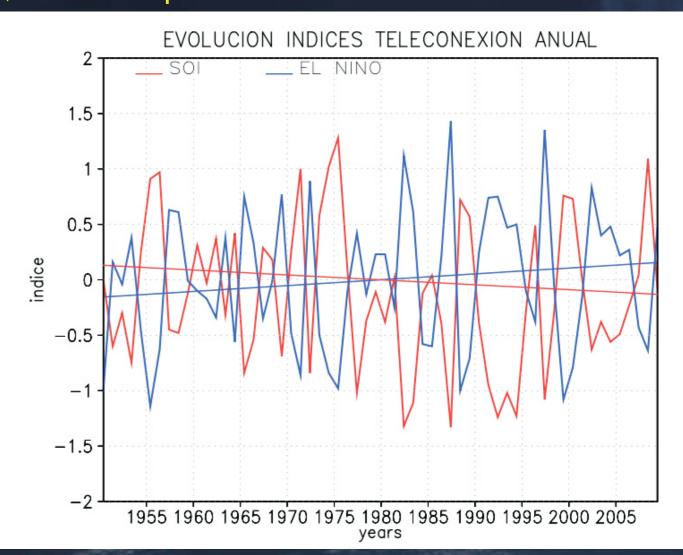


de observa correlación negativa entre el niño y a precipitación en la peninsula en primavera

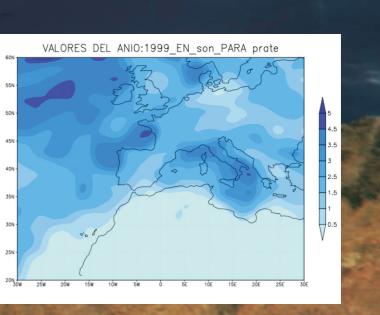


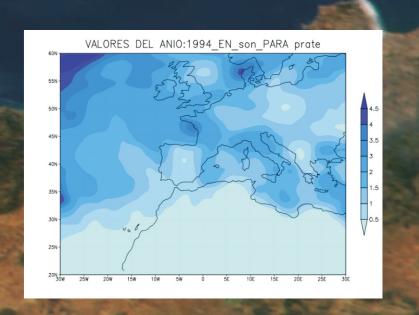


Al existir correlación negativa, en años Niño (1999), la precipitación descenderá, mientras que ocurre lo contrario en años de Niña (1994).



Vemos en la comparativa de las series temporales del SOI y el Niño, que tienen una enorme correlación NEGATIVA, de ahí que se defina un solo índice el ENSO.





Al existir correlación positiva, en años Niño (1999), la precipitación aumenta, mientras que ocurre lo contrario en años de Niña (1994)

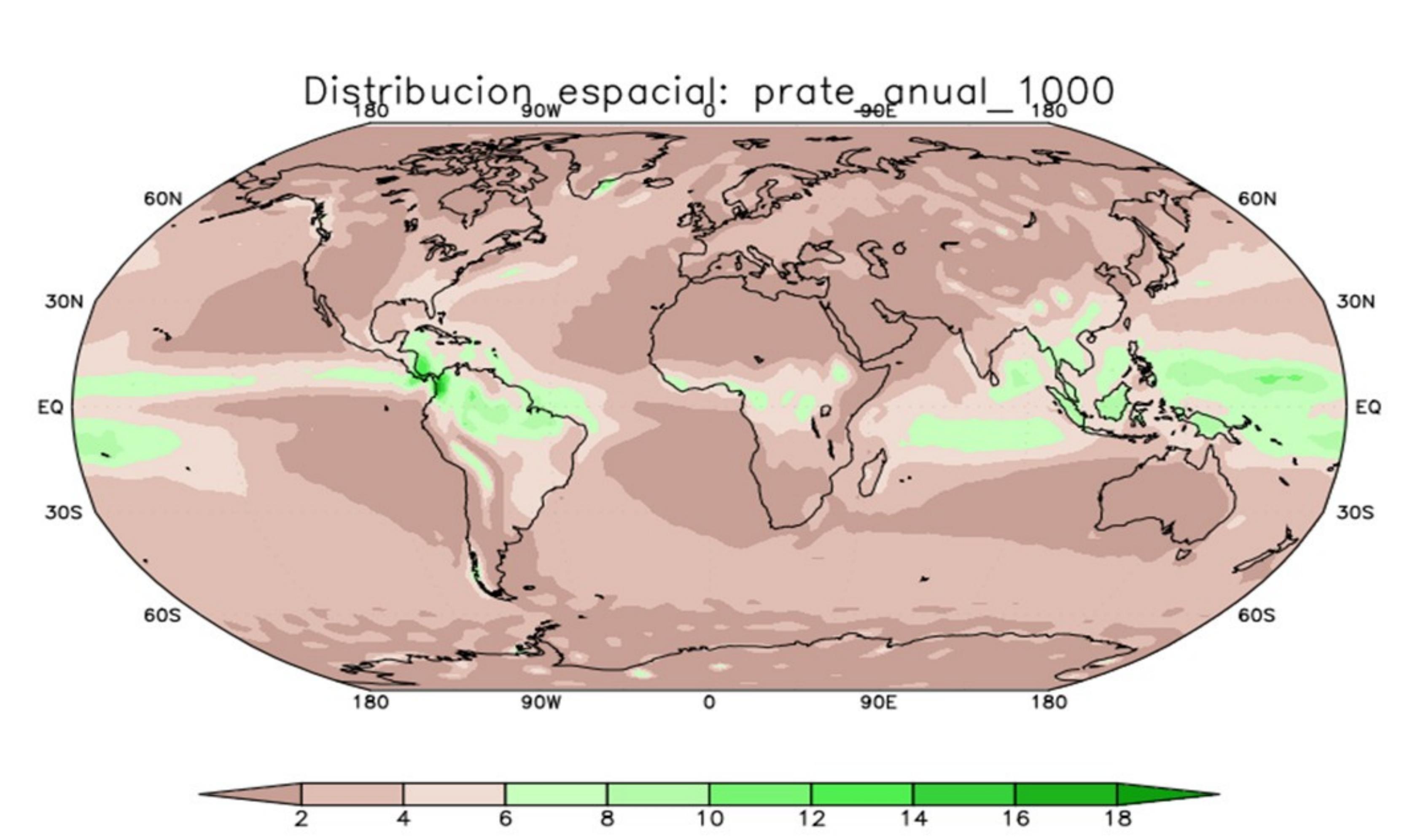
PRECIPITACIONES

Carmen MA Ajates González
Manuel Conde García
Francisco Cacho Morgado
Jairo Pérez Madrid
David Sánchez Hernández

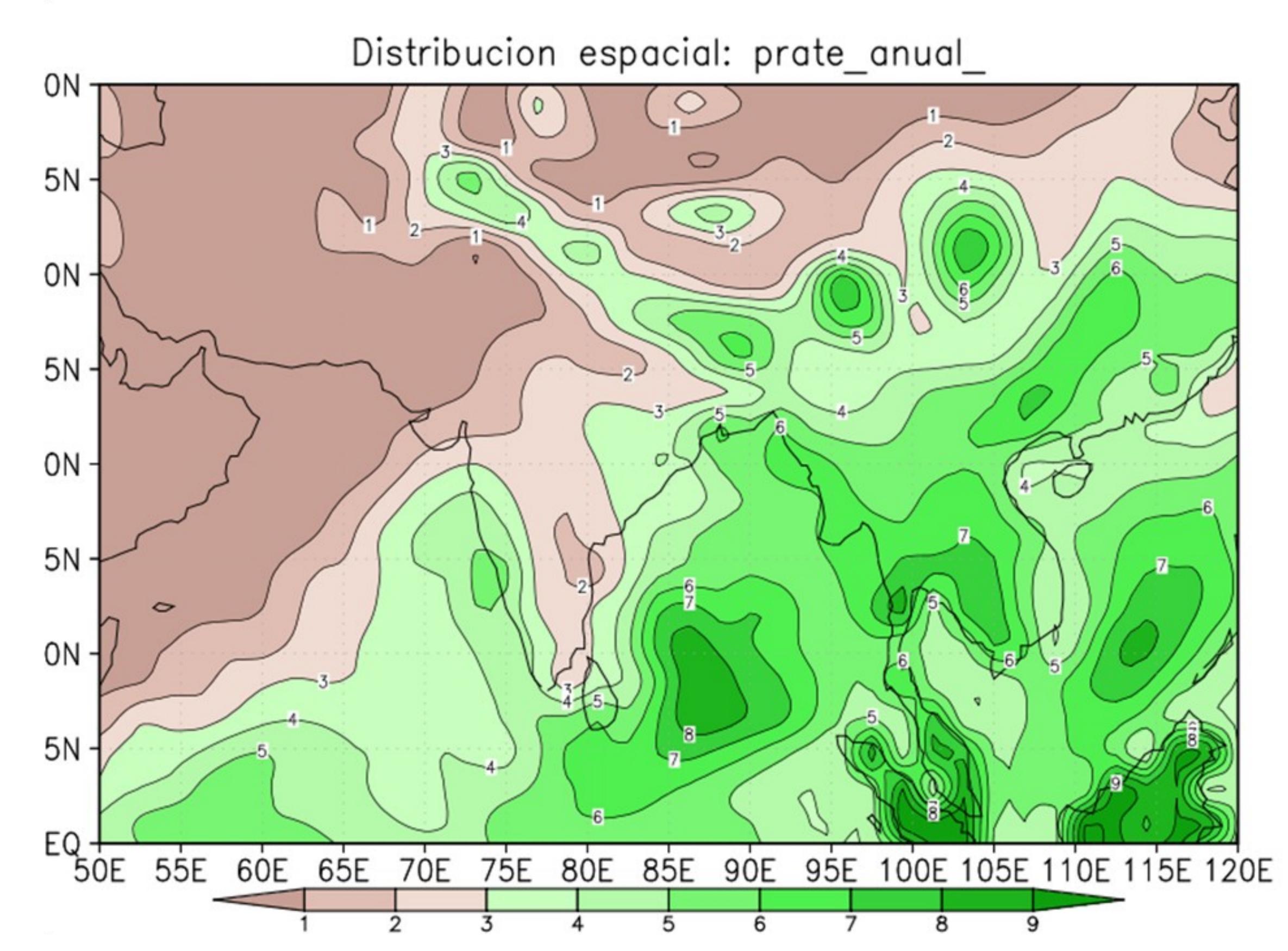
La **precipitación** es todo tipo de agua que cae o se deposita sobre la superficie terrestre, ya sea en forma líquida o sólida.

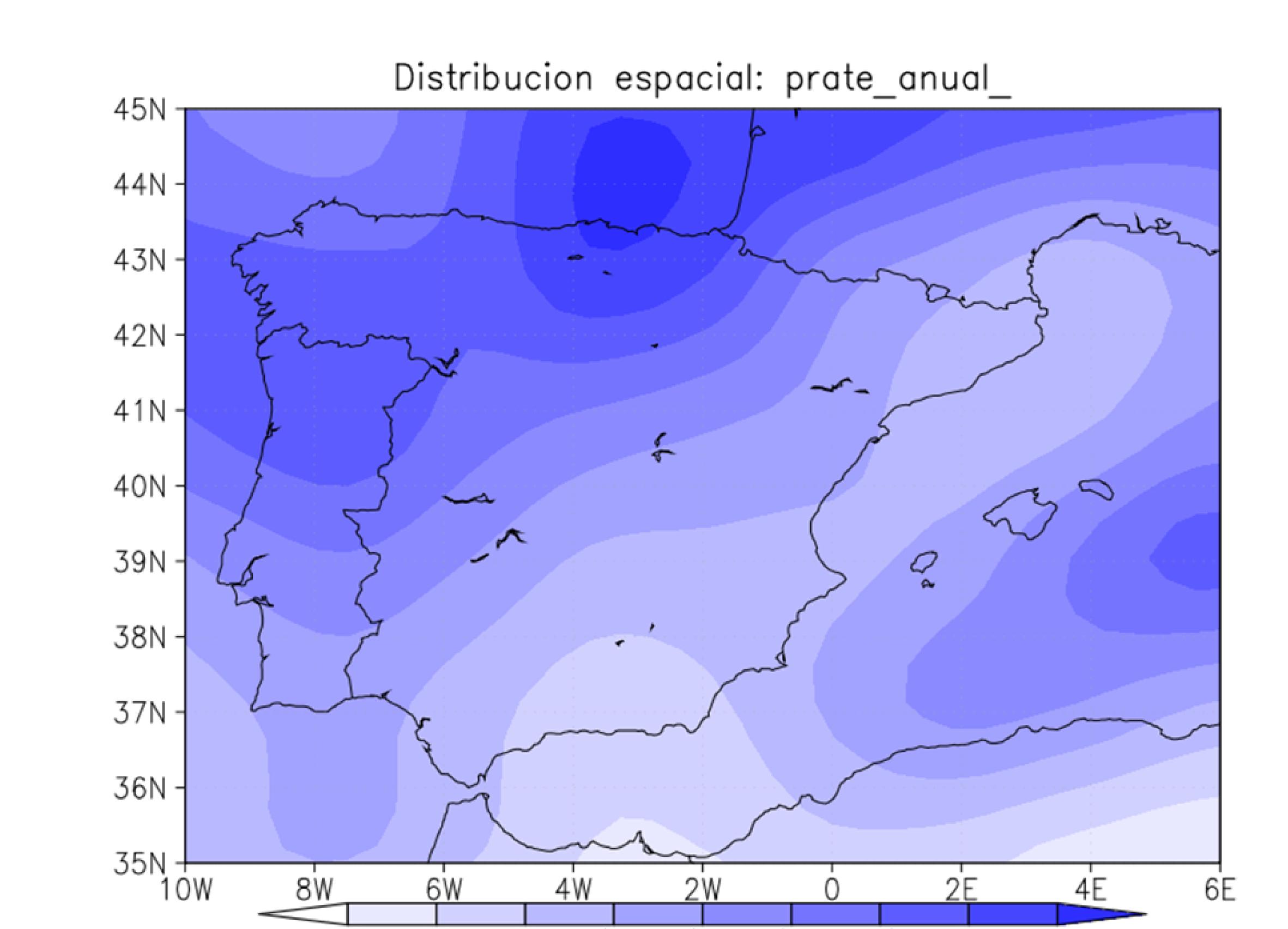
PRECIPITACIONES A NIVEL GLOBAL PRECIPITACIONES A NIVEL DE LA INDIA PRECIPITACIONES A NIVEL DE

PRECIPITACIONES A NIVEL DE LA PENÍNSULA IBÉRICA



Monzón es un cambio estacional en la dirección del viento
La estación de la s lluvias empieza en Junio y viene precedida por
dos meses de temperaturas ardientes
La esteación seca tiene su pico en el mes de Enero





VARIACIÓN PENINSULAR DE PRECIPITACIÓN EN LOS ÚLTIMOS 60 AÑOS

VARIACIÓN GLOBAL DE PRECIPITACIÓN EN LOS ÚLTIMOS 60 AÑOS

Distribucion espaçjal: prațe_jun1948-jun2008_year

