

BASE DE DATOS PREVISIONES CAMBIO

CLIMÁTICO (GT. 4.2)

PROYECTO MIGRANET- “OBSERVATORIO DE LAS POBLACIONES DE PECES MIGRADORES
EN EL ESPACIO SUDOE”

PROGRAMA DE COOPERACIÓN TERRITORIAL INTERREG IV B SUDOE (2ª CONVOCATORIA)
FONDO EUROPEO PARA EL DESARROLLO REGIONAL (FEDER) DE LA UNIÓN EUROPEA





BASE DE DATOS PREVISIONES CAMBIO CLIMÁTICO (GT. 4.2)

PROYECTO MIGRANET- "OBSERVATORIO DE LAS POBLACIONES DE PECES MIGRADORES EN EL ESPACIO SUDOE"

PROGRAMA DE COOPERACIÓN TERRITORIAL INTERREG IV B SUDOE (2ª CONVOCATORIA)
FONDO EUROPEO PARA EL DESARROLLO REGIONAL (FEDER) DE LA UNIÓN EUROPEA

ANEXOS

- ANEXO I: RESUMEN DE LAS EVIDENCIAS E IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN GALICIA.
- ANEXO II: EVOLUCIÓN RECIENTE DO CLIMA DE GALICIA. TENDENCIAS OBSERVADAS NAS VARIABLES METEOROLÓXICAS.
- ANEXO III: BALANCE HÍDRICO.
- ANEXO IV: TENDENCIAS DOS CAUDAIS MEDIOS, MÁXIMOS E MÍNIMOS NAS BACÍAS GALEGAS DESDE 1970.
- ANEXO V: MODELIZACIÓN DUN ESCENARIO DE FUTURO CAMBIO CLIMÁTICO EN GALICIA.
- ANEXO VI: OBSERVACIÓNS SOBRE AS POSIBLES MODIFICACIÓNS NA BIOLOXÍA DA ICTIOFAUNA CONTINENTAL GALEGA SEGUNDO AS PREDICIÓNS DO CAMBIO CLIMÁTICO.
- ANEXO VII: TEMPERATURA DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO UMIA.
- ANEXO VIII: TEMPERATURA DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO ULLA.



ANEXO I: RESUMEN DE LAS EVIDENCIAS E **IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN** **GALICIA**

TOMADO DE: *Varios autores (2009). Evidencias e Impactos do Cambio Climático en Galicia. Vicente Pérez Muñuzuri, Marisa Fernández Cañamero y José Luis Gómez Gesteira (Coords.). Xunta de Galicia. Consellería de Medio Ambiente e Desenvolvemento Sostible. 722 pp.*

CLIMATOLOGÍA

¿QUÉ ESTÁ PASANDO? (EVIDENCIAS)

¿QUÉ PODRÍA PASAR? (IMPACTOS)

TEMPERATURA

ALTA CERTIDUMBRE

- La temperatura anual aumentó 0,18 °C/década en el periodo 1961-2006. El aumento no fue homogéneo a lo largo del periodo, destacando el incremento abrupto desde 1972, periodo en que el aumento de temperatura alcanza un valor de 0,36 °C/década.
- El aumento de temperatura fue algo más pronunciado y generalizado en las temperaturas máximas, aunque la diferencia respecto al incremento en las mínimas sólo es significativa en primavera.
- El aumento fue mayor en primavera (especialmente en las máximas) y en verano (más homogéneo). En invierno, el incremento fue menor, y es debido al incremento de las máximas.

ALTA CERTIDUMBRE

- Se estima que a mediados de siglo la temperatura media anual aumentará 1,5 °C con respecto a finales del siglo XX.
- El aumento de temperatura se estima que será mayor en verano (en torno a 2,5 °C) y en primavera (aproximadamente 2 °C).
- En general se esperan mayores incrementos en temperatura máxima en verano, que llegarían a 2,75 °C. Los incrementos de temperatura mínima esperados son algo menores en general, aunque en verano también podrían llegar a ser de 2,75 °C pero de forma más puntual y no en la costa.

TEMPERATURAS EXTREMAS

ALTA CERTIDUMBRE

- En invierno descendió el número de días fríos.
- En primavera aumentó la frecuencia de días y noches cálidas y descendió la frecuencia de días fríos.
- En verano destaca respecto al resto del año el papel de las temperaturas mínimas, aumentando especialmente la frecuencia de noches cálidas y descendiendo la de noches frías.
- En otoño sólo se aprecia un descenso significativo de días y noches frías.

ALTA CERTIDUMBRE

- Se espera un aumento del número de días cálidos y noches cálidas y un descenso del número de días fríos y noches frías.
- Igual que en los valores promedio, los incrementos son mayores en verano y especialmente generalizados a lo largo del territorio en caso del incremento de días cálidos.

PRECIPITACIÓN

MEDIA CERTIDUMBRE

- Sólo se aprecian tendencias en la precipitación total a nivel mensual. Se detecta un descenso significativo en febrero y un aumento en octubre, lo que parece apuntar a un cierto cambio en la distribución de lluvia a lo largo del año, aunque el efecto no es suficientemente fuerte como para repercutir significativamente en el total estacional.

BAJA CERTIDUMBRE

- Se estima que la precipitación podría disminuir en primavera y aumentar en otoño y en invierno, mientras que en verano hay diferencias espaciales importantes. En cualquier caso, la variabilidad temporal es mucho mayor que en el caso de la temperatura y los resultados de los modelos son más heterogéneos.

**PRECIPITACIÓN
EXTREMA****ALTA CERTIDUMBRE**

- Aumentan claramente los episodios de lluvia intensa en otoño, mientras que disminuyen en primavera. Además, se constata una disminución de los periodos de retorno de los eventos extremos de precipitación, siendo por lo tanto más frecuentes en el tiempo.

**DÍAS
DE NIEVE****MEDIA CERTIDUMBRE**

- Al número de días de nieve disminuye desde los años 60, pero muestra una gran variabilidad temporal y un cierto carácter cíclico.

HELADA**ALTA CERTIDUMBRE**

- Se aprecia un retraso paulatino en las fechas en que tienen lugar las primeras heladas y adelantos en las fechas en que acontecen las últimas, provocando una disminución del número de días con helada por año desde 1970 hasta la actualidad. Este comportamiento fue mucho más destacado en las estaciones orientales de Galicia.

MEDIA CERTIDUMBRE

- En el horizonte 2075-2099 las fechas en que sucede la última helada del año pasarían de tener lugar en abril a ocurrir en febrero-enero, mientras que la primera helada pasaría de noviembre a diciembre. Esto supone que el número de días con helada al año podría llegar a ser prácticamente nulo en algunos puntos de Galicia.

**SEQUÍA
ÍNDICE SPI****ALTA CERTIDUMBRE**

- Se detecta una disminución de las condiciones de sequía para los meses de julio y agosto en el periodo 1961-2006 o, lo que es lo mismo, una tendencia hacia condiciones de incremento ligero de la precipitación estival. Esta tendencia media invierte su sentido (aumento de las condiciones de sequía) para los meses de febrero y marzo, en los que la precipitación disminuye.

BAJA CERTIDUMBRE

- Las predicciones para el intervalo 2075-2099 confirman las evidencias detectadas de sequía, aunque los resultados esperados son muy heterogéneos.



**BALANCE
HÍDRICO**

ALTA CERTIDUMBRE

- En los últimos 30 años, la radiación solar muestra un comportamiento poco definido pero con tendencia a la disminución. Se observa un aumento de la demanda evaporante durante los últimos 30 años, estimado como promedio en 50 mm, y siendo el factor de mayor importancia en este aumento la temperatura, frente a la radiación.
- El balance hídrico depende de la precipitación y de la evapotranspiración potencial. Las evidencias encontradas muestran una dependencia funcional determinante con la precipitación, tanto por los valores absolutos como por la variabilidad interanual. Así, las evoluciones observadas en el déficit y en el exceso de agua son explicadas por el comportamiento estacional de la precipitación.

MEDIA CERTIDUMBRE

- Se espera para el horizonte temporal 2075-2099 un aumento significativo de la evapotranspiración, causado principalmente por el incremento de temperatura.
- El déficit hídrico se incrementará moderadamente en los meses de estío como consecuencia del aumento de la evapotranspiración.

ÍNDICE NAO

ALTA CERTIDUMBRE

- Se observa un ligero incremento del índice NAO en los años 90, pero la tendencia observada en la última década se dirige hacia valores neutros. Por lo tanto, las oscilaciones observadas entran dentro de la variabilidad natural.

ALTA CERTIDUMBRE

- Se detecta un incremento del índice NAO, más notable en la segunda mitad del siglo. Este incremento en superficie será más notable en los escenarios con mayor incremento de la concentración de los gases de efecto invernadero en la atmósfera.
- Se prevé un desplazamiento de los centros de acción de la NAO hacia el norte.
- Se prevé una reducción en las precipitaciones medias anuales y una posible contribución al aumento de las temperaturas medias, por el reforzamiento de las condiciones anticiclónicas.

**ESCALA
SINÓPTICA**

ALTA CERTIDUMBRE

- Se prevé una disminución de situaciones sinópticas de norte y nordeste en primavera y en verano.
- Aumentan las situaciones con predominio de flujo de sudoeste en otoño. Este aumento sería el responsable del incremento de los episodios de lluvia intensa en otoño.

MEDIA CERTIDUMBRE

- Posible aumento en la frecuencia de aparición de tipos de tiempo anticiclónico. Incremento en la aparición de tipos de tiempo norte y noreste en verano.
- Contribución al aumento de temperaturas en primavera.
- Contribución a la disminución de precipitaciones en primavera debido al aumento en la frecuencia de aparición de tiempo anticiclónico.

BAJA CERTIDUMBRE

- El descenso de las situaciones de norte y nordeste en primavera y en verano podría estar relacionado con la disminución del afloramiento en las rías gallegas.

BAJA CERTIDUMBRE

- Aumento en la aparición de tipos de tiempo norte y noreste en verano.

ECOSISTEMAS TERRESTRES

Diversos indicadores testimonian la presencia de cambio climático en los ecosistemas terrestres de Galicia. Algunos de ellos evidencian modificaciones en la fauna, en la flora, en el suelo y en el agua, con influencia sobre la producción agraria y sobre la fisonomía de nuestros bosques y los posibles riesgos que los amenazan. Se utilizó una gran variedad de indicadores, unos asociados a la fenología y a la biodiversidad vegetal y animal, y otros relativos a la ictiofauna, junto a otros asociados a la sanidad, al riesgo de incendios forestales, a las propiedades edáficas y a la viticultura. Algunos de ellos, como el análisis de los contenidos de ^{13}C de los anillos de los árboles, fueron claros reveladores de los incrementos del carbono atmosférico en los últimos decenios.

Dada la variedad de ecosistemas terrestres gallegos, sólo es posible en esta fase obtener una visión limitada y preliminar de los posibles efectos del cambio climático sobre éstos. La calidad del agua de los ríos gallegos y su fauna pueden sufrir el impacto del cambio negativamente en los próximos decenios, mientras que otras especies animales pueden modificar sus hábitos migratorios. Las formaciones vegetales naturales también pueden sufrir alteraciones como consecuencia del cambio climático. En general, se aprecia una extensión de la distribución en el espacio de la vegetación de tipo mediterráneo y un adelanto de la floración de ciertas especies. Algunas especies vegetales de alta montaña pueden ser más sensibles, mientras que otras se podrán distribuir hacia altitudes más altas. Las robledas podrían reducir su cobertura espacial y su espacio ser ocupado por el melojo, mientras que el área potencial del alcornoque y de la encina se podría incrementar. Un clima con temperaturas más elevadas supondrá un incremento de los efectos asociados a los incendios forestales. No se sabe con certeza cómo el nuevo escenario climático afectará al número de incendios, ya que esta variable está condicionada por las actuaciones humanas. Incendios más severos, combinados con mayores certidumbres de precipitaciones en otoño, tendrían consecuencias más negativas sobre las riadas y la erosión de los suelos. Tampoco es evidente cómo afectará el cambio a la producción agraria y forestal. El estado sanitario de ciertas especies forestales se podría ver agravado, afectando así a su producción forestal. El cambio puede ser favorable en el sector de la viticultura. Como contraste, la disminución de materia orgánica del suelo podrá afectar negativamente a la producción vegetal. En relación con los caudales y la disponibilidad de agua en el suelo, las tendencias son poco definidas, aunque se podría esperar un ligero incremento de la sequía estival y de finales de invierno.



ICTIOFAUNA CONTINENTAL GALLEGA

¿QUE ESTÁ PASANDO? (EVIDENCIAS)

¿QUE PODRÍA PASAR? (IMPACTOS)

SUPERVIVENCIA Y CRECEMENTO

ALTA CERTIDUMBRE

- En la reproducción del salmón del Atlántico (*Salmo salar*) se nota un incremento de la precocidad en la maduración sexual de los machos.

ALTA CERTIDUMBRE

- Se prevé una elevación de la temperatura del agua de nuestros ríos de entre 2,5 y 3 °C en el periodo 2075-2099.

MEDIA CERTIDUMBRE

- Para el mismo periodo, el caudal de los ríos podría disminuir entre un 2% y un 5%.
- El aumento de la persistencia de temperaturas elevadas del agua durante el verano provocará una prolongada inhibición en la ingestión del alimento y en el crecimiento de los salmónidos.

BAJA CERTIDUMBRE

- Se detecta una pérdida progresiva y sustitución de la cobertura vegetal de los ríos por talas o enfermedades fúngicas que favorecen la erosión en las crecidas y el aumento de sedimento en los desovaderos, disminuyendo la supervivencia de los huevos y de los alevines.

BAJA CERTIDUMBRE

- El aumento de la frecuencia de los picos de caudal en las crecidas extraordinarias puede incrementar la erosión de los depósitos adecuados para el desove, desplazándolos a sectores más bajos del río con peores condiciones de incubación. De esta manera, se esperaría un incremento de la mortalidad de los embriones y eleuterioembriones.

MIGRACIONES

ALTA CERTIDUMBRE

- La supervivencia marina del salmón del Atlántico (*Salmo salar*) disminuyó en los últimos 25 años. Existen indicios de que, por lo menos en parte, se deba al aumento de temperatura del agua del mar.
- El número de salmones con varios inviernos de mar que entran en nuestros ríos se redujo notablemente desde los años 80 y se incrementó la proporción de ejemplares con un año de vida marina.

ALTA CERTIDUMBRE

- La fecundidad media de las poblaciones de salmón se verá reducida por la disminución del número de huevos/hembra en los ejemplares con menor duración de su etapa marina.
- La tasa de iteroparidad disminuirá drásticamente por la menor certidumbre de supervivencia de los salmones “zancados” con menor número de inviernos de mar.

BAJA CERTIDUMBRE

- La reducción del caudal en periodos de estiaje puede limitar las migraciones aguas abajo de las etapas juveniles de las especies anádromas (larvas de cupleidos, “andoriños” de salmónidos y postmetamórficos de lampreas).

ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD**MEDIA CERTIDUMBRE**

- En los últimos 30 años, se percibe un incremento de la dominancia de las especies más termófilas (ciprínidos), frente a las estenotermas de aguas frías: salmón y trucha. Estos cambios podrían estar correlacionados con el incremento de la temperatura del agua durante la primavera y el verano.

MEDIA CERTIDUMBRE

- El incremento de temperatura primaveral coincide con el periodo de reproducción de ciperínidos y centráquidos, facilitando el desarrollo y crecimiento postembrionario de las especies autóctonas más termófilas, pero también de las especies alóctonas.

ESTRÉS AMBIENTAL**ALTA CERTIDUMBRE**

- Las alteraciones antrópicas no climáticas pueden representar un papel determinante a nivel de la estructura de las comunidades acuáticas y del funcionamiento del ecosistema.
- En los frecuentes casos de contaminación orgánica, las comunidades presentes en ellos se ven sometidas a los elevados costes metabólicos de los procesos de detoxificación.

ALTA CERTIDUMBRE

- Los cambios ambientales de temperatura y caudal pueden exacerbar la situación por toxicidad en casos de contaminación orgánica, disminuyendo la solubilidad del oxígeno e incrementando la presencia de tóxicos, de manera que se superen los límites subletales de aclimatación.

INTERFERENCIAS EN EL ECOSISTEMA**MEDIA CERTIDUMBRE**

- El aumento de la frecuencia de eventos extremos facilita el desarrollo de proliferaciones de cianobacterias extremófilas tóxicas.
- El curso clínico de las infecciones víricas, bacterianas, fúngicas y parasitarias en los peces puede estar influido decisivamente por las variaciones de la temperatura del agua.
- El calentamiento de la superficie del agua en embalses facilita la estratificación vertical durante mayores periodos de tiempo.

MEDIA CERTIDUMBRE

- Se refuerza la interferencia por cianotoxinas en la estructura y funcionamiento del ecosistema acuático, en todos sus niveles de organización.
- Es posible que se produzca un aumento de la prevalencia de determinadas patologías que se ven favorecidas por el incremento de la temperatura.
- Los cambios de calidad del agua en periodos de estratificación pueden originar mortalidades de peces en condiciones de baja precipitación y disminución del nivel de los embalses.



MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO

¿QUE ESTÁ PASANDO? (EVIDENCIAS)

¿QUE PODRÍA PASAR? (IMPACTOS)

MATERIA ORGÁNICA

ALTA CERTIDUMBRE

- Se observa en los últimos treinta años una disminución de materia orgánica del 20-30% en los suelos con cultivos intensivos que no fueron corregidos con aportaciones de fertilizantes orgánicos.

MEDIA CERTIDUMBRE

- Para el periodo 2075-2099 se prevén reducciones de entre el 60 y el 70% en la materia orgánica de los suelos de cultivo que no fueron tratados con fertilizantes orgánicos.

FENOLOGÍA - ESPECIES VEGETALES

¿QUE ESTÁ PASANDO? (EVIDENCIAS)

¿QUE PODRÍA PASAR? (IMPACTOS)

CASTAÑO FLORACIÓN

ALTA CERTIDUMBRE

- Se observó una tendencia al adelanto en las fechas de floración de 17 días como media desde 1970 y en la actualidad está sucediendo en el mes de julio.

MEDIA CERTIDUMBRE

- En el horizonte 2075-2099 se prevé un adelanto de la floración del castaño del orden de los 75 días.

SAUCE FLORACIÓN

ALTA CERTIDUMBRE

- En los últimos treinta años se observa un adelanto en la floración de unos 25-39 días en las estaciones más interiores, Montaos y Loureses (en la actualidad tiene lugar en junio), frente a un retraso de unos 11 días en las estaciones más costeras, Salcedo y Guillarei (en la actualidad en el mes de febrero).

MEDIA CERTIDUMBRE

- En el horizonte 2075-2099 para las zonas interiores de Galicia se esperan adelantos entre 110 y 169 días en la floración, lo que supone el paso de esta fenofase al periodo comprendido entre los meses de diciembre y marzo. En las zonas más occidentales se producirá un retraso significativo de la floración, trasladándose al mes de marzo.

SAUCE BROTE DE LA HOJA

ALTA CERTIDUMBRE

- Se observaron adelantos de 13 días, por término medio, en la fecha de brote de la hoja para el sauce desde 1970, que en la actualidad tiene lugar en el mes de marzo.

MEDIA CERTIDUMBRE

- En el horizonte 2075-2099 se adelantaría el brote de las hojas de esta especie vegetal, teniendo lugar como promedio 58 días antes.

SAUCE CAÍDA DE LA HOJA

ALTA CERTIDUMBRE

- En los últimos treinta años se observa un adelanto en la caída de las hojas de unos 8-16 días en las estaciones más interiores, Montaos y Loureses (en la actualidad sucede en noviembre), frente a un retraso de unos siete días en la estación más costera, Salcedo (en la actualidad en el mes de diciembre).

MEDIA CERTIDUMBRE

- En el horizonte 2075-2099 se observan tendencias opuestas en el comportamiento de las fechas en que tiene lugar esta fenofase para el saúco. En el caso del interior, existirán retrasos superiores a dos meses, pasando a darse en el mes de enero, mientras que para las zonas costeras sucede lo contrario, adelantándose la caída de las hojas al mes de noviembre.

FENOLOGÍA - ESPECIES ANIMALES

¿QUE ESTÁ PASANDO? (EVIDENCIAS)

¿QUE PODRÍA PASAR? (IMPACTOS)

GOLONDRINAS LLEGADAS

ALTA CERTIDUMBRE

- La llegada de las golondrinas a la comunidad gallega, en la actualidad, tiene lugar en el mes de marzo y viene experimentando adelantos paulatinos desde 1970 hasta la actualidad del orden de los 14 días.

MEDIA CERTIDUMBRE

- Para finales de este siglo, la fecha de llegada de esta especie se adelantará de forma significativa, más de 60 días.

GOLONDRINAS MIGRACIÓN

ALTA CERTIDUMBRE

- Al contrario que en el caso de la fecha de llegada de esta especie, la emigración de las golondrinas presenta un retraso del orden de 19 días desde 1970. En la actualidad ocurre en el mes de septiembre.

MEDIA CERTIDUMBRE

- Para finales de este siglo se pronostica que las golondrinas estarán en Galicia hasta noviembre, es decir, su emigración tendrá lugar dos meses más tarde que en la actualidad.

MARIPOSA DE LA COL 1ª VEZ EN VUELO

ALTA CERTIDUMBRE

- La fecha de aparición por primera vez en vuelo de la mariposa de la col muestra una tendencia al adelanto de 38 días desde 1970. En la actualidad la primera vez que se ve en vuelo esta especie es en el mes de marzo.

MEDIA CERTIDUMBRE

- En el horizonte 2075-2099 se pronostican adelantos muy significativos, incluso de varios meses.



VITICULTURA

	¿QUE ESTÁ PASANDO? (EVIDENCIAS)	¿QUE PODRÍA PASAR? (IMPACTOS)
VID FLORACIÓN	<p>ALTA CERTIDUMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> Se observa un adelanto del orden de 15-20 días desde 1970 hasta 2004 en las fechas de floración de la vid, que en la actualidad tiene lugar en el mes de junio. 	<p>MEDIA CERTIDUMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> En el horizonte 2075-2099 se prevén adelantos en las fechas de floración de la vid del orden de 80 días.
VID MADURACIÓN	<p>ALTA CERTIDUMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> La fecha de maduración en la actualidad es en el mes de septiembre y viene experimentando adelantos desde 1970 de la orden de 15 días. 	<p>MEDIA CERTIDUMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> En el horizonte 2075-2099 la fecha de maduración de la vid podría sufrir adelantos de unos 60 días, por lo que podría llegar a producirse ya en el mes de agosto.
RELACIÓN BROTES/HELADAS	<p>ALTA CERTIDUMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> En el periodo 1958-2007, las diferentes variedades del Ribeiro pasaron de brotar dentro del periodo con riesgo de heladas (excepto la treixadura) a hacerlo todas, en la mayoría de los años, fuera de este periodo. 	<p>ALTA CERTIDUMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> Los brotes deberán producirse en la mayoría de los años después de la última helada por el adelanto que experimentaría esta última.
ÍNDICE WINKLER (POTENCIALIDAD VITICULTORA)	<p>ALTA CERTIDUMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> En los últimos 35-45 años el índice de Winkler se incrementó en 100 unidades en Lourizán (Rías Baixas) y en 250 en Ourense (Ribeiro), por lo que en ambos casos mejoró sensiblemente la potencialidad viticultora de las zonas. 	<p>MEDIA CERTIDUMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> Este índice conseguirá el valor de la potencialidad alta (2204) en las Rías Baixas por debajo de los 290 metros, en el Ribeiro por debajo de los 300 m. y en la Ribeira Sacra por debajo de los 385 m. Es probable que vinos bien adaptados a valores del índice inferiores a los 1.500, como sucede con muchas castas tradicionales en Galicia, puedan tener problemas de calidad por exceso de termicidad.

BIODIVERSIDAD VEGETAL

	¿QUE ESTÁ PASANDO? (EVIDENCIAS)	¿QUE PODRÍA PASAR? (IMPACTOS)
CONDICIONANTES CLIMÁTICOS (ÍNDICE DE TERMICIDAD DE RIVAS)	<p>ALTA CERTIDUMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> El índice de termicidad de Rivas nos informa sobre el tipo de clima existente en una región a partir de una relación entre las temperaturas medias máximas y mínimas registradas. Los diferentes pisos altitudinales de este índice T (termotemplado, mesotemplado, supratemplado y mesomediterráneo) experimentaron en el periodo 1975-2005 un ascenso en altitud entre 50 y 90 metros. 	<p>MEDIA CERTIDUMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> En el horizonte 2075-2099 seguirá el ascenso del índice, que se localizará altitudinalmente sobre 300-400 metros más elevado. Por otra parte, termotipos de mayor termicidad, hoy no presentes en Galicia, harán su aparición.

FISONOMÍA DE LOS BOSQUES

	¿QUE ESTÁ PASANDO? (EVIDENCIAS)	¿QUE PODRÍA PASAR? (IMPACTOS)
FISONOMÍA	<p>ALTA CERTIDUMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> La zona costera gallega muestra un mayor aumento de la mediterraneidad, mientras que el interior aparenta ser más estable. 	<p>ALTA CERTIDUMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> Se espera un cambio de paisaje en la franja costera y la zona sudoriental, donde las especies de tipo laurel y mediterráneas podrán extenderse hacia el interior. Asociado a eso, puede producirse una contracción del área de presencia del roble, mientras que el melojo podría expandirse.
		<p>MEDIA CERTIDUMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> Se espera un impacto mayor en la flora occidental gallega. El alcornoque podría instalarse en un área mayor y, en menor grado, la encina.

INCENDIOS FORESTALES

	¿QUE ESTÁ PASANDO? (EVIDENCIAS)	¿QUE PODRÍA PASAR? (IMPACTOS)
ÍNDICE DE INCENDIOS	<p>ALTA CERTIDUMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> Los índices de peligro de incendios mostraron una tendencia clara al empeoramiento en los últimos decenios. Esta tendencia fue más pronunciada en el sur y en el interior de Galicia y también más marcada en la época de peligro invernal (marzo) que en verano. 	<p>ALTA CERTIDUMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> Los incendios podrán hacerse más rápidos e intensos en el futuro, especialmente en los periodos libres de lluvia y en la época de sequía invernal, incrementándose también los focos secundarios. Este patrón contribuiría al aumento de la emisión de gases de efecto invernadero. Los fuegos podrán consumir más materia orgánica del suelo, agravándose las consecuencias negativas sobre la recuperación de la vegetación y los efectos erosivos e hidrológicos.
	<p>MEDIA CERTIDUMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> Aunque son muchos los factores que intervienen en el número de incendios y la superficie quemada por éstos, se apreció un progresivo incremento en ambos parámetros, particularmente en el primero de ellos, sobre todo en la época de sequía invernal (marzo). 	<p>MEDIA CERTIDUMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> La igualdad de otros factores influyentes, el número y la superficie quemada por los fuegos podría incrementarse.



SANIDAD FORESTAL

¿QUE ESTÁ PASANDO? (EVIDENCIAS)

¿QUE PODRÍA PASAR? (IMPACTOS)

SUPERVIVENCIA Y CRECEMENTO

ALTA CERTIDUMBRE

- Algunas especies arbóreas autóctonas e incluso exóticas presentan debilitamientos a causa de las epidemias y endemias vinculadas a las anomalías climáticas presentes en Galicia en estos últimos años.

MEDIA CERTIDUMBRE

- Algunas especies arbóreas, las menos termófilas, podrían llegar a desaparecer.
- Algunas especies podrían hacerse poco interesantes para su aprovechamiento por las problemáticas sanitarias que hacen perder su capacidad productiva.

BAJA CERTIDUMBRE

- Manteniendo esta tónica durante periodos de tiempo más largos de los que por ahora tienen lugar, asistiríamos a cambios en el paisaje forestal gallego.



ECOSISTEMAS MARINOS

En la segunda mitad del siglo XX, en Galicia se observó un incremento de la temperatura superficial del mar de 0,2 °C/década, un descenso de pH de 0,052 unidades/década y una disminución del 30% en la duración y del 45% en la intensidad del afloramiento que probablemente contribuyeron a duplicar el tiempo de renovación de las rías y a reducir la producción neta de la plataforma continental en un 50% y de las rías en un 15%. En el fitoplancton se registraron la disminución de las diatomeas y el incremento de los dinoflagelados. En el caso del zooplancton, se observó una disminución de la biomasa en el océano e incremento en la costa. También se observó un incremento de las especies de aguas cálidas, no sólo en el zooplancton, sino también en los peces, y un incremento continuado de la producción de percebe “alargado”, sin interés comercial. Igualmente, parece que la tasa de crecimiento y la calidad de los mejillones mostraron un descenso en las últimas décadas, mientras que el periodo de extracción se redujo debido al aumento de la presencia de microalgas nocivas. La población de sardina ibérica presentó una disminución a largo plazo acompañada de amplias oscilaciones decadales. Del mismo modo, las capturas de pulpo se redujeron significativamente siguiendo los cambios en la frecuencia e intensidad de los vientos en los periodos de afloramiento y hundimiento.

Las predicciones para el horizonte de los años 2075-2099 apuntan a un incremento de la temperatura superficial del agua entre 1 y 3 °C y a un descenso de pH en torno a 0,35 unidades. Estos efectos producirán cambios en la configuración de las costas, afectando a la distribución de los moluscos explotados en los bancos marisqueros. Igualmente, favorecerán la llegada a las costas gallegas de especies de peces subtropicales y la migración hacia latitudes mayores de especies propias de sistemas templados. Por último, la acidificación puede llegar a tener un impacto relevante sobre la fecundación, el desarrollo larvario, el crecimiento y la calcificación de los moluscos bivalvos explotables. Desafortunadamente, las predicciones sobre la evolución del régimen de vientos costeros son poco fiables, lo que impide tener predicciones robustas sobre aquellas variables más dependientes de la frecuencia e intensidad del afloramiento, tales como la tasa de renovación de las rías o su fertilización, que a su vez ejercen un efecto directo sobre aspectos tales como la abundancia, la composición y la actividad del fitoplancton y del zooplancton, el reclutamiento de la sardina y el pulpo o el crecimiento y la calidad del mejillón.



VARIABLES FISCOQUÍMICAS

¿QUE ESTÁ PASANDO? (EVIDENCIAS)

¿QUE PODRÍA PASAR? (IMPACTOS)

TEMPERATURA DEL MAR

ALTA CERTIDUMBRE

- En el océano adyacente a Galicia la temperatura superficial promedio aumentó a una tasa media de 0,2 °C/década desde el año 1960, acelerándose desde 1975 a una tasa de 0,3 °C/década.
- La diferencia media de temperatura entre el sur de Portugal y el norte de Galicia, uno de los motores de la corriente ibérica hacia el Polo, disminuyó 0,1 °C/década desde el año 1960 hasta la actualidad.

ALTA CERTIDUMBRE

- En el horizonte de los años 2075-2099 la temperatura media de la capa superficial en el océano adyacente a Galicia estará entre 1 °C y 3 °C por encima de los valores actuales.

MEDIA CERTIDUMBRE

- Desde 1990 se observó una leve disminución de la temperatura de la capa de agua subsuperficial (profundidades mayores de 50 m) en la plataforma frente a las Rías Baixas.

CAPA DE MEZCLA INVERNAL

MEDIA CERTIDUMBRE

- Desde el año 1960, la temperatura de la capa de mezcla invernal se incrementó en $0,6 \pm 0,2$ °C a 42° N y en $0,9 \pm 0,2$ °C a 45° N, lo que implica una reducción del 45% y 31% de la concentración de nitrato disponible para la proliferación primaveral de fitoplancton.

BAJA CERTIDUMBRE

- Si las relaciones nitrato-temperatura actuales se mantienen en el horizonte de los años 2075-2099, un incremento de la temperatura de la capa de mezcla invernal entre 1 y 3 °C produciría un descenso de la concentración de nitrato entre el 30% y el 90% en 45° N, mientras que en 42° N estaría prácticamente agotado.

AFLORAMIENTO

ALTA CERTIDUMBRE

- Desde el año 1965 hasta la actualidad se observó una reducción de la extensión del periodo favorable de vientos costeros de componente nordeste del 30% y una reducción de su intensidad media del 45%.

MEDIA CERTIDUMBRE

- Desde el año 1965 hasta la actualidad el tiempo medio de renovación de las Rías Baixas durante el periodo favorable al afloramiento aumentó de 10 a 20 días.

TASA DE RENOVACIÓN DE LAS RÍAS

pH

ALTA CERTIDUMBRE

- En el océano adyacente a Galicia el pH de las aguas superficiales disminuyó a una tasa media de 0,052 unidades/década desde el año 1975 hasta la actualidad.

MEDIA CERTIDUMBRE

- En el horizonte de los años 2075-2099 el pH medio de las aguas superficiales de las rías estaría 0,35 unidades por debajo del valor actual. En términos de saturación de CaCO₃, significa que las rías estarían saturadas al 100%-130% respecto al aragonito y al 150%-200% respecto a la calcita.

PRODUCCIÓN NETA DEL ECOSISTEMA

MEDIA CERTIDUMBRE

- Desde el año 1965 hasta la actualidad se ha inferido un descenso de la producción neta del ecosistema de plataforma continental del 50% y del ecosistema de rías del 15% sobre la base de los cambios observados en el afloramiento costero.

RECURSOS

¿QUE ESTÁ PASANDO? (EVIDENCIAS)

¿QUE PODRÍA PASAR? (IMPACTOS)

FITOPLANCTON

ALTA CERTIDUMBRE

- Desde el año 1958 hasta la actualidad se ha observado una disminución de la abundancia de diatomeas y un incremento de la de dinoflagelados.

MEDIA CERTIDUMBRE

- No se encontraron tendencias claras en la biomasa ni en la productividad total, pero sí en la productividad neta del ecosistema tanto de rías (descenso de un 15% en 40 años) como de plataforma (descenso de un 50% en 40 años).

BAJA CERTIDUMBRE

- La previsible evolución de la temperatura y el régimen de vientos propiciarán la progresiva sustitución de una comunidad predominantemente autótrofa por una predominantemente heterótrofa, con el consiguiente descenso de la productividad total.

MEDIA CERTIDUMBRE

- De continuar la tendencia al aumento de la temperatura superficial y el descenso de la extensión e intensidad del periodo de afloramiento, se producirán cambios en la abundancia, composición de especies y distribución de tamaños de la comunidad de fitoplancton.

ZOOPLANCTON

ALTA CERTIDUMBRE

- Desde el año 1958 hasta la actualidad se produjo una disminución significativa de la biomasa y de los copépodos en el océano y un incremento equivalente en la costa.
- Paralelamente, se ha incrementado la presencia y abundancia de especies de aguas cálidas.

MEDIA CERTIDUMBRE

- Los previsible cambios que ocurrirán en la comunidad de fitoplancton provocarán igualmente cambios en la composición de especies de la comunidad de zooplancton, en las que las especies de aguas cálidas serán cada vez más dominantes.

BAJA CERTIDUMBRE

- Aumento de la biomasa en la costa.

PECES

ALTA CERTIDUMBRE

- Desde el año 1996 hasta la actualidad se ha observado un incremento significativo en la presencia de peces marinos característicos de latitudes subtropicales y tropicales, destacando el caso de la corneta colorada.

MEDIA CERTIDUMBRE

- Desde el año 1996 hasta la actualidad se ha observado un descenso de la presencia de peces marinos característicos de latitudes subpolares.
- Peces tales como el cerdo marino, el lenguado de pintas o la caballa pintoja, antes escasos, ahora se pescan comercialmente. Por el contrario, el descenso de las capturas de solla en los últimos 10 años no es atribuible a la sobrepesca.

ALTA CERTIDUMBRE

- Aumentará la abundancia de las especies de peces tropicales que se han observado en la actualidad y aparecerán especies nuevas paralelamente al aumento de la temperatura de las aguas en el océano adyacente a Galicia.

MEDIA CERTIDUMBRE

- Disminuirá la abundancia de peces característicos de latitudes boreales, dejando de ser comercial su explotación.
- Aumentará la abundancia de especies de peces pequeños y de crecimiento rápido y disminuirán las especies de peces grandes y de crecimiento lento.



MEJILLÓN

MEDIA CERTIDUMBRE

- Desde 1965 hasta la actualidad se ha apreciado una disminución del crecimiento individual en la fase de preengorde del mejillón cultivado en la ría de Arousa del 20%.
- Desde 1965 hasta la actualidad se ha observado que se duplicó el número de días que no se puede extraer mejillón por la presencia de especies tóxicas de fitoplancton.

MEDIA CERTIDUMBRE

- Disminución del crecimiento individual (-50% en el periodo 2075-2099) y del índice de condición (-10%).
- Disminución del periodo de explotación (hasta -70 días) en el mismo periodo.

BAJA CERTIDUMBRE

- Efectos negativos sobre la fecundidad, el desarrollo larvario, el crecimiento y la calcificación de los moluscos bivalvos explotables.
- Aumento de la mortalidad larvaria en las riadas.

SARDINA

MEDIA CERTIDUMBRE

- Desde 1947 hasta la actualidad se ha observado una disminución de las poblaciones a largo plazo acompañada de amplias oscilaciones decadales.

MEDIA CERTIDUMBRE

- Disminución de la abundancia en aguas de Galicia y desplazamiento de las poblaciones hacia el norte a consecuencia del calentamiento de las aguas entre 1 °C y 3 °C en el horizonte 2075-2099.

BAJA CERTIDUMBRE

- En un escenario de incremento de afloramientos invernales es esperable que el reclutamiento de sardina disminuya, mientras que en un escenario de disminución del afloramiento en verano descenderá el crecimiento y la reproducción de las sardinas adultas, con el último efecto de disminuir la población y previsiblemente también las capturas.

PULPO

ALTA CERTIDUMBRE

- Desde 1994 hasta la actualidad se ha observado un descenso significativo de las capturas de pulpo, que se explica a partir de los cambios interanuales apreciados en la frecuencia e intensidad del viento en los periodos favorables al afloramiento y al hundimiento.

BAJA CERTIDUMBRE

- Aunque en general las previsiones reflejarían un impacto negativo en las capturas, el grado de fiabilidad de este efecto es bajo, dado que la resultante dependería del balance entre intensidad y frecuencia de los vientos, especialmente de octubre a marzo.



ECOSISTEMAS LITORALES

Las costas en general, y las de Galicia en particular, están sometidas a procesos que actúan en ritmos evolutivos y tiempos diferenciados. Así, en la segunda mitad del siglo XX se detectó un ascenso del nivel del mar de entre 2,0 y 2,5 cm/década, que es esperable que sea de entre 0,5 y 1,4 metros en el periodo 2075-2099. El comportamiento de los arenales es muy diferente del de las costas rocosas y dentro de éstas no es igual el que se produce en un área de acantilados que en una costa baja. En las costas rocosas dominan hoy en día los desprendimientos, colapsos y deslizamientos rotacionales, que afectan tanto a los depósitos como a las rocas del sustrato. Se observa un mayor dinamismo en aquellas áreas dominadas por rocas fracturadas y meteorizadas y menos en las que el sustrato es más compacto. A pesar de que en toda la costa aparecen las huellas de la inestabilidad, ésta es mayor en el tramo de costa que se prolonga entre el cabo Ortegal y Malpica. El análisis comparativo entre las imágenes del litoral en el año 2001 y la actualidad indican la existencia de erosión. No obstante, los episodios de mayor intensidad erosiva parecen venir marcados más por la existencia en momentos puntuales de altas precipitaciones o temporales que por el aumento del nivel del mar, todavía lejos de conseguir el que había en el último periodo interglaciar Eemiense (hace unos 120.000 años aproximadamente). El previsible incremento del nivel del mar propiciará los procesos de erosión de las playas y la migración de los sistemas dunares hacia el interior allí donde no existen edificaciones.

La ausencia de datos históricos coherentes a largo plazo impide evaluar adecuadamente la existencia de evidencias sobre el impacto del cambio climático en los ecosistemas litorales. La única serie de largo plazo que pudo ser analizada, correspondiente a grandes peces costeros, muestra cambios drásticos en su abundancia pero que no pueden ser asociados al cambio climático debido al efecto que la pesca y las alteraciones del hábitat pueden tener sobre estos organismos. Por otra parte, existen evidencias de que el cambio climático redujo la distribución de especies de algas propias de aguas frías que forman hábitats claves en la zona costera y, por tanto, puede originar un importante impacto sobre las comunidades biológicas asociadas. En el futuro se continuará con la tendencia observada de incremento de percebe de baja calidad.



MORFODINÁMICA COSTERA

	¿QUE ESTÁ PASANDO? (EVIDENCIAS)	¿QUE PODRÍA PASAR? (IMPACTOS)
NIVEL DEL MAR	<p>ALTA CERTIDUMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> El nivel del mar ascendió en las costas gallegas entre 2,0 y 2,5 cm por década desde 1940 hasta la actualidad. 	<p>MEDIA CERTIDUMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> En el horizonte de los años 2075-2099 el nivel del mar estará entre 0,5 y 1,4 m por encima del nivel actual, dependiendo de la velocidad a que se produzca la fusión de los hielos sobre tierra firme.
EROSIÓN DE LAS COSTAS	<p>ALTA CERTIDUMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> Evidencias de desprendimientos, colapsos y deslizamientos rotacionales. 	<p>ALTA CERTIDUMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> Aceleración de los movimientos en masa, especialmente si aumentan los temporales.
EROSIÓN DE LAS PLAYAS	<p>MEDIA CERTIDUMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> Erosión sistemática de los sistemas de playa por la escasez de aportaciones continentales. 	<p>ALTA CERTIDUMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> Aceleración de los procesos de erosión debido al incremento del nivel del mar.
DESTRUCCIÓN DE LOS SISTEMAS DUNARES	<p>MEDIA CERTIDUMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> Erosión de los sistemas dunares tanto a causa de la erosión marina como por la falta de aportaciones sedimentarias a la playa. 	<p>ALTA CERTIDUMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> La destrucción de los sistemas de playa va a traer consigo la migración de los sistemas dunares hacia el interior allí donde no existen edificaciones. En los lugares construidos, donde las dunas son escasas, éstas desaparecerán.
DESAPARICIÓN DE LAGUNAS		<p>ALTA CERTIDUMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> La erosión de los sistemas dunares llevará consigo la apertura o colmatación de las lagunas.

COMUNIDADES BIOLÓGICAS

	¿QUE ESTÁ PASANDO? (EVIDENCIAS)	¿QUE PODRÍA PASAR? (IMPACTOS)
PECES COSTEIROS	<p>BAJA CERTIDUMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> Disminución en los indicadores de abundancia de especies comerciales en el periodo 1953-2007. El número de individuos se redujo en un 44% y la biomasa en un 74% a lo largo de este periodo. Disminución de un 35% en el tamaño corporal de las especies comerciales en el periodo 1953-2007 en Galicia. 	<p>BAJA CERTIDUMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> A corto plazo, son esperables alteraciones importantes en la estructura del ecosistema costero tras la disminución de las especies clave de niveles tróficos elevados (depredadores superiores). Estos cambios no pueden ser asociados específicamente a un efecto del cambio climático, siendo mucho más probable el efecto de la explotación humana y de las alteraciones del hábitat.

**MACROALGAS
BENTÓNICAS**

ALTA CERTIDUMBRE

- Evidencias de disminución global del área de distribución de las praderas de macroalgas laminarias a lo largo de toda la costa gallega en el periodo 1876-2001. Se estima la desaparición del 68% de las poblaciones con variaciones de presencia registradas.

ALTA CERTIDUMBRE

- A corto plazo es esperable la continuación de la reducción del área de distribución de las macroalgas laminarias y, por tanto, de sus comunidades asociadas. Podrán producirse nuevas extinciones locales de poblaciones.

MARISQUEO

MEDIA CERTIDUMBRE

- Desde el año 1960 hasta la actualidad se ha observado una relación negativa entre las ventas de algunas especies marisqueras y los episodios de precipitación extremos.
- Desde 1994 se observa un incremento del percebe morfortipo alargado de menor valor comercial.

BAJA CERTIDUMBRE

- Incremento de la mortalidad de moluscos, especialmente del berberecho y de la coquina, por riadas.
- Incremento de la abundancia de percebe morfortipo alargado de baja calidad.



ECONOMÍA

Se evalúan los posibles efectos económicos del cambio climático sobre dos sectores productivos de relevancia en la economía gallega: la pesca y el turismo. Por lo que respecta a la actividad pesquera, se seleccionó la pesquería de sardina iberoatlántica por ser una pesquería especialmente sensible a cambios medioambientales y por su importancia en las comunidades costeras de litoral. A partir de la sensibilidad de la biomasa de sardina a fluctuaciones en las condiciones oceanográficas, se analizaron los impactos en el rendimiento económico de la pesquería derivados de un posible cambio en las condiciones de temperatura del océano.

Los resultados de predicciones para el periodo 2009-2030 muestran que, si se mantiene la tendencia de calentamiento en el agua superficial del caladero iberoatlántico en 0,27 °C/década, los beneficios esperados descenderán en un 1,3% anualmente en ese periodo. En relación con el turismo, a partir de los cambios esperados en la climatología en el ámbito español –principal origen de la demanda de turismo en Galicia–, se analizan los cambios en las preferencias turísticas. Los resultados obtenidos muestran que la demanda de viajes y número de pernoctas en el litoral gallego aumentarían en el nuevo escenario climático en un 220%.

ECONOMÍA

¿QUE ESTÁ PASANDO? (EVIDENCIAS)

¿QUE PODRÍA PASAR? (IMPACTOS)

ALTA CERTIDUMBRE

MEDIA CERTIDUMBRE

PESCA (P. SARDINA)

- En las últimas décadas se observa un descenso de biomasa de peces y de capturas.
- Disminuyeron los beneficios debido también a un incremento de los costes.
- En las primeras décadas del siglo se prevé un incremento de la temperatura del agua superficial del mar en los caladeros de 0,27 °C/década, por lo que se espera que disminuyan las capturas y el rendimiento económico en un 1,3%.

ALTA CERTIDUMBRE

MEDIA CERTIDUMBRE

TURISMO

- Los turistas que visitan Galicia proceden principalmente del resto de España.
- Estos turistas deciden visitar Galicia en sus vacaciones basándose, fundamentalmente, en su paisaje y climatología.
- La mejora en la climatología y la consiguiente prolongación de la temporada estival (menos lluvias y más temperatura) induciría un incremento en el número de visitas y en la duración de éstas. Las pernoctas se incrementarían en un 220%.



ANEXO II: EVOLUCIÓN RECIENTE DO **CLIMA DE GALICIA. TENDENCIAS** **OBSERVADAS NAS VARIABLES** **METEOROLÓXICAS**

TOMADO DE: Cruz, R., A. Lago, A. Lage, M.E. Rial, F. Díaz-Fierros y S. Salsón (2009). EVOLUCIÓN RECIENTE DO CLIMA DE GALICIA. TENDENCIAS OBSERVADAS NAS VARIABLES METEOROLÓXICAS. En: (Xunta de Galicia, Ed.), *Evidencias e Impactos do Cambio Climático en Galicia*. 19-58 pp.

EVOLUCIÓN RECENTE DO CLIMA DE GALICIA TENDENCIAS OBSERVADAS EN VARIABLES METEOROLÓXICAS

R. Cruz^{1a}, A. Lago^{1b}, A. Lage^{1c}, M. E. Rial^{2d}, F. Díaz-Fierros^{2e} e S. Salsón^{1f}

¹ Meteogalicia. Consellería de Medio Ambiente e Desenvolvemento Sostible. Xunta de Galicia

² Departamento de Edafoloxía e Química Agrícola. Facultade de Farmacia
Universidade de Santiago de Compostela.

Correo_e: ^araquel.cruz@meteogalicia.es, ^bangeles.lago@meteogalicia.es

^cana.lage@meteogalicia.es, ^dedmitas@usc.es

^eedfierr@usc.es, ^fsantiago.salson@meteogalicia.es

RESUMO

Dada a preocupación reinante ante os cambios observados a nivel global en precipitación e especialmente en temperatura, levouse a cabo un estudo co obxectivo de detectar variacións climáticas en distintas localidades de Galicia no período 1961-2006. As variables elixidas para o estudo foron a temperatura e a precipitación, analizando o seu comportamento nas distintas escalas temporais, non só en canto a valores medios ou totais, senón tamén na frecuencia de eventos extremos. Para poder realizar unha interpretación sinóptica dos resultados obtidos, realizouse unha clasificación dos patróns de circulación e estudouse a súa evolución ao longo do mesmo período.

SUMMARY

According to the current concern about the global changes observed in precipitation and temperature, the main objective of this study has been to detect the climatic variations in different locations in Galicia (NW Spain) over the period 1961-2006. The study has been focused on temperature and precipitation: annual, seasonal and monthly trends in total or average values have been analysed along with the frequency of extreme values. In order to achieve a synoptic interpretation of the results obtained, a classification of the circulation patterns and their evolution along this period has been done.

1. INTRODUCCIÓN

Co fin de mellorar a comprensión dos mecanismos de cambio a longo prazo e as implicacións ou impactos futuros nas distintas zonas do planeta, fanse necesarios estudos da variabilidade e do cambio en distintas variables meteorolóxicas a unha escala local.

O aumento de temperatura constatouse a nivel global (Jones e Moberg, 2003; Easterling, 1997). Estímase que a nivel mundial a temperatura media anual aumentou desde 1850 $0,8 \pm 0,2$ °C (IPCC, 2007). Este quentamento non foi constante nin homoxéneo, destacando, por exemplo, o incremento de temperatura desde mediados dos anos setenta do século XX e, en especial, as temperaturas alcanzadas globalmente no período 1995-2005 (IPCC, 2007). Pola súa banda, Europa sufriu desde 1900 un quentamento maior ao global: $0,95$ °C (European Environment Agency, EEA, 2004) e este quentamento foi aínda maior nalgúns zonas como na península Ibérica (EEA, 2004).

Nos últimos anos en España realizáronse numerosos traballos que analizan a variabilidade existente no conxunto da península Ibérica (Esteban-Parra *et al.*, 2003; Rodríguez-Puebla *et al.*, 2002;

Brunet *et al.*, 2006) ou en distintas subrexións, como por exemplo o litoral mediterráneo (Romero *et al.*, 1999; J. J. Miró e M. J. Estrela, 2004; Saladié *et al.*, 2004), ou na metade norte da Península (Esteban-Parra *et al.*, 1995; Abaurrea *et al.*, 2001). En todos eles se confirma que o aumento de temperatura máis remarcable ao longo do século XX se produciu desde comezos dos anos setenta, malia que mostran diferenzas en canto á importancia relativa das estacións do ano en función do período analizado e en canto ás taxas relativas de aumento nas temperaturas máximas e mínimas. Por outra banda, as tendencias nos totais anuais ou estacionais de precipitación presentan diferenzas aínda maiores, tanto a nivel global (IPCC 2007) como nacional (Esteban-Parra *et al.*, 1998), debido isto último á complexidade da distribución espacial da chuvia en España (Brunet *et al.*, 2007a).

Por outra banda, o estudo da variabilidade en valores medios ou totais non é máis que un aspecto do cambio climático e, de feito, os cambios na frecuencia de extremos poden ter un forte impacto sobre a sociedade e os ecosistemas, e considérase ademais que poden ser fortes indicadores do cambio climático (Folland *et al.*, 2001). Estes estudos teñen a agravante de traballaren con datos diarios, máis difíciles de validar, polo que son menos frecuentes e máis problemáticos os estudos a nivel global (Nicholls *et al.*, 1996; Frich *et al.*, 2002; Alexander *et al.* 2006; Brown *et al.* 2008). Non obstante, existen numerosos estudos a escala menor que a global (Aguilar *et al.*, 2005; DeGaetano *et al.*, 1996; Easterling, 2002; Peterson *et al.*, 2002; Peterson *et al.*, 2008; You *et al.*, 2008; Zolina *et al.*, 2008)), algúns dos cales inclúen datos dalgunhas series de España (Moberg *et al.*, 2000; Klein Tank, 2002; Easterling *et al.*, 2003; Klein Tank e Können, 2003; Moberg e Jones, 2005; Moberg *et al.*, 2008). A nivel nacional, contamos con numerosos estudos que exploran a variabilidade existente en distintos períodos do século XX en canto á ocorrencia destes fenómenos extremos (Abaurrea e Cebrián, 2001; López, 2001; Serra *et al.*, 2001; Prieto *et al.*, 2004; Fernández de Sevilla y Rodrigo, 2006; Labajo *et al.*, 2006; Casas *et al.*, 2007; Rodrigo e Trigo 2007). Os resultados en calquera caso son algo heteroxéneos, especialmente en precipitación, tanto temporal como espacialmente.

A localización latitudinal de Galicia enmárcaa na zona de circulación prevalecente dos “oestes”. Por outra parte, a súa situación no sector máis noroccidental da península Ibérica configúraa como primeiro punto de chegada das perturbacións atlánticas. Non obstante, a comunidade galega recibe influencia de distintas masas de aire de características termodinámicas moi dispares. Deste modo, chegan a Galicia tanto masas de aire cálidas e húmidas (tropicais marítimas) como varios tipos de masas de aire frío procedentes de latitudes superiores con distinto contido de humidade (masas de aire ártico marítimo, ártico continental e polar continental). Galicia está, polo tanto, localizada nunha zona de transición de distintos tipos de masas de aire, do que se deduce que as conclusións de estudos de variacións climáticas realizadas tanto para o norte de Europa como para outras zonas de España, como por exemplo para o Mediterráneo, non son directamente extrapolables para a comunidade galega, necesitándose daquela un estudo individualizado para esta rexión.

Neste estudo descenderase ao nivel rexional e revisaranse os cambios que se observaron en distintos puntos de Galicia no período 1961-2006 en temperatura e precipitación. As tendencias analizaranse tanto para valores por termo medio de temperatura e totais de precipitación na escala anual, estacional e mensual como en frecuencia de datos diarios extremos. Outra variable estudada nalgunha estación representativa foi o número de días de neve. Esta variable está claramente relacionada co quecemento global e, xa nos anos cincuenta, a partir dos datos reflectidos nos calendarios meteorofenolóxicos, se puxo de manifesto unha diminución progresiva no número de días de neve nas zonas de maior frecuencia de nevadas e un aumento da zona libre de nevadas (Lorente, 1951). Ademais, abordarase o estudo temporal dos principais tipos sinópticos identificados para Galicia, buscando a posible existencia de tendencias que poidan ser relacionadas cos cambios observados nas anteriores variables meteorolóxicas.



2. DATOS

As series de datos utilizadas pertencen a dúas redes de estacións: a rede da Axencia Estatal de Meteoroloxía (AEMET) e a pertencente á Consellería de Medio Ambiente e Desenvolvemento Sostible (CMADS) da Xunta de Galicia. Preseleccionáronse as series da AEMET cunha lonxitude mínima de 10 anos e todas as series de estacións manuais e automáticas da rede da CMADS, debido á maior accesibilidade aos datos orixinais e *metadata* desas estacións, o cal permitiu unha mellor caracterización da súa calidade. Deste modo, inicialmente examináronse a nivel diario 393 series de precipitación e 167 de temperatura.

No que respecta á clasificación sinóptica, usáronse os datos de reanálise (NCEP/NCAR) no período 1960-2006.

2.1. Control de calidade e homoxeneización

Nos últimos anos aumentou a concienciación da importancia do control de calidade e homoxeneización para a correcta detección do cambio climático (Folland *et al.*, 2001; Peterson *et al.*, 1998b; Aguilar *et al.*, 2003). Por ese motivo, en todas as series de precipitación e temperatura (máxima e mínima) se aplicou un proceso exhaustivo de control de calidade e homoxeneización.

Control de calidade de datos diarios

En cada serie valorouse en primeiro lugar a existencia de valores ilóxicos (precipitacións menores que 0) ou fóra do rango que se pode considerar crible para o caso das temperaturas: considerouse un límite de 45 °C como límite superior para a temperatura máxima e de -15 °C e +28 °C como límite inferior e superior para as temperaturas mínimas. O obxectivo de fixar estes límites foi non sobreestimar o cálculo da desviación típica existente tanto dentro dunha serie como na serie de diferenzas respecto a outras, para mitigar o posible nesgo do uso da desviación típica na avaliación da calidade dos datos (Peterson *et al.*, 1998a).

Para cada serie e variable (precipitación, temperatura máxima e temperatura mínima) valorouse a presenza de *outliers* temporais: datos que se desviaban máis de catro desviacións típicas (seis no caso da precipitación) do valor medio normal para o mes correspondente. Non obstante, se un dato diario era catalogado como *outlier* temporal nunha serie e en tres ou máis das series veciñas simultaneamente, o dato era considerado “*outlier* xeneralizado” e aceptábase, con independencia da súa validación espacial posterior, precisamente debido á súa excepcionalidade. Desta forma, tratábase de avaliar con especial coidado os episodios de valores moi extremos (sobre todo no caso da precipitación) e evitar a corrección de efemérides.

Posteriormente, realizouse unha validación espacial de todos os datos diarios (non só os supostos *outliers*) de cada un dos meses mediante a comparación dos datos observados na serie candidata co valor estimado a partir da serie de referencia. A serie de referencia foi construída usando todas as series veciñas dentro dun raio de 30 km (20 km no caso da precipitación grazas á maior densidade de estacións) e que mostrasen coa estación candidata unha correlación superior a 0,7 no mes correspondente, mediante regresión lineal ponderada en función do cadrado da correlación e a inversa da distancia ao cadrado entre as series. Nos casos en que houbo menos de dúas series veciñas que cumprisen o criterio de correlación maior a 0,7 realizouse a estima a partir das estacións existentes, pero identificando o proceso de validación como de peor calidade. Os datos foron catalogados como *outliers* cando a diferenza entre o valor observado e o predito se desviaba

máis de catro desviacións típicas (seis no caso da precipitación) do valor medio da serie de diferenzas. Tamén se identificaron datos como sospeitosos cando a esa diferenza superaba un limiar menos exixente (dúas desviacións típicas en temperatura e tres en precipitación) pero sen chegar á categoría de *outlier*.

En precipitación, ademais, definíronse outras dúas categorías co obxectivo de identificar posibles fallos na dixitalización das observacións, frecuentes en series con moitos zeros consecutivos:

- *Cero sospeitoso*: a serie orixinal rexistra 0 pero a precipitación media no seu ámbito é superior a 10 litros e os datos rexistrados nas estacións veciñas (máis de dúas con precipitacións maiores a 10) indican que pode ser un fallo de dixitalización do dato, bastante frecuente en precipitación, ao ter un gran número de rexistros consecutivos con ese valor.
- *Chuvia illada*: a serie orixinal rexistra máis de 10 litros e o valor predito a partir das veciñas é 0. A comparación pode pasar o control de calidade espacial nalgúns meses, pero parece interesante sinalar estes casos, que poderían corresponder a chuvascos ou tormentas illadas.

Todos os datos perdidos e os *outliers* que foron identificados cun bo proceso de validación (máis de dúas series veciñas con correlación maior a 0,7), así como os *ceros sospeitosos* no caso da precipitación, foron substituídos polo valor considerado correspondente. Os datos do resto das categorías ou validados cun proceso máis pobre non foron substituídos e o seu control de calidade enténdese como algo meramente informativo e a ter en conta á hora de seleccionar ou non a serie para unha análise posterior.

Tras este proceso, cada serie puido ser avaliada en función da súa calidade (número de datos erróneos ou sospeitosos), fiabilidade (correlación cos valores preditos e diferenza media respecto á serie de referencia) e continuidade (% datos perdidos). A continuidade da serie tamén foi valorada examinando a distribución dos datos perdidos, de forma que os anos en que se encheron máis de dous meses foron considerados como saltos na serie. Deste modo seleccionáronse subperíodos de maior continuidade, que puidesen ser aproveitables no estudo de tendencias. Ademais, tamén se avaliou o propio proceso de control de calidade, xa que non todas as estacións nin períodos considerados tiñan o mesmo número e calidade de series veciñas coas que poder realizarse a comparación, polo que o propio proceso de validación é menos fiable nalgúns casos. A calidade da validación realizada sobre unha serie valórase como a porcentaxe de observacións diarias que foron sometidas a un bo proceso de validación (dúas ou máis series veciñas con correlación maior a 0,7).

Deste modo construíuse unha base de datos diarios que puido ser usada para distintos propósitos por todos os integrantes do proxecto CLIGAL. Nos anexos I e II móstrase un resumo dos resultados do control de calidade para o subgrupo de series máis recomendable para precipitación e temperatura respectivamente, segundo os criterios anteriormente expostos.

Unha selección de series de demostrada calidade e con suficiente número de datos (menos dun 15% datos perdidos) no período 1961-2006 foron usadas nos estudos de tendencias que implicaban datos diarios, como a análise de extremos.

Test de homoxeneidade

A partir dos datos diarios construíronse as series mensuais, estacionais e anuais para precipitación acumulada e temperatura máxima e mínima media. Todas as series que cumprisen uns mínimos de calidade (correlación coa súa serie de referencia maior a 0,7), con menos dun 15% de datos

perdidos (reenchidos) e cun mínimo de 20 anos de datos foron examinadas en canto á súa homoxeneidade mediante a aplicación do SNHT (*Standard Normal Homogeneity Test*, Alexandersson e Moberg, 1997), usando o software específico AnClim (Stepanek, 2003). Non se examinaron series máis curtas pola recomendación existente no test de non corrixir saltos detectados nos 10 primeiros e últimos anos da serie. Tamén se preferiron aquelas series que pasasen un bo proceso de validación (máis do 50% dos seus datos revisados en función de dúas ou máis series veciñas), aínda que isto non se cumpriu nalgunhas series longas e especialmente interesantes. O test de homoxeneidade aplicouse a nivel anual, estacional e mensual. Aceptouse que un salto detectado polo test correspondía a unha auténtica inhomoxeneidade cando o salto era detectado a nivel anual e en polo menos dúas das estacións do ano en torno ao mesmo punto. Deste modo, só se corrixiron os casos en que se supón que realmente se mellorou a calidade dos datos, para evitar introducir correccións cuxos erros asociados son máis altos que as propias correccións (Brunetti *et al.* 2006). A corrección do salto realizouse en cambio a nivel mensual, aplicando en cada mes o factor de corrección correspondente (Aguilar *et al.* 2002).

A temperatura media e outras variables derivadas (como a oscilación térmica diaria) obtivéronse a partir das series homoxeneizadas de temperatura máxima e mínima.

Tras o proceso de homoxeneización, dispúxose de 91 series de precipitación, das cales 52 puidéronse expresar como anomalía respecto ao período 1971-2000, por ter polo menos 24 anos de datos nese período (véxase o anexo I). As series de temperatura, como é habitual, presentaron moitas máis inhomoxeneidades e bastantes das 91 analizadas foron eliminadas por non alcanzaren a garantía de homoxeneización suficiente. Finalmente, obtivéronse 23 series homoxéneas en temperatura expresadas como anomalía respecto ao período 1971-2000 (véxase o anexo II). A figura 1 mostra a frecuencia do número de saltos corrixidos nas ditas series de temperatura máxima e mínima.

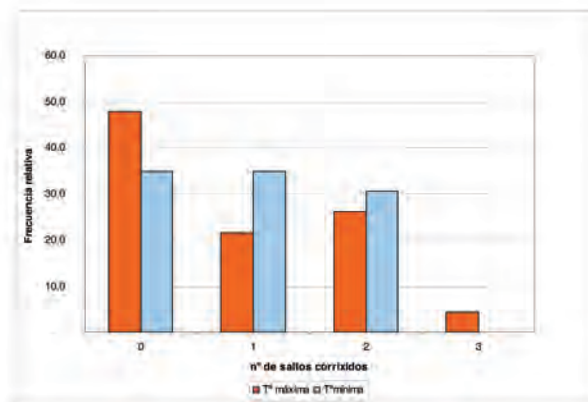


Figura 1. Frecuencia relativa de inhomoxeneidades corrixidas nas 23 series de temperatura.

Nos anexos correspondentes, xunto cos resultados do control de calidade tamén se mostra a relación de inhomoxeneidades detectadas e corrixidas, así como o subperíodo finalmente utilizado nas seguintes análises (cando non coincidía coa lonxitude total da serie). Indícanse tamén os casos en que excepcionalmente a serie foi alongada a partir de series veciñas con moi boa correlación ou empalmando series de estacións meteorolóxicas que obviamente foron trasladadas. Isto realizouse unicamente en puntos concretos de Galicia de especial interese pola súa proximidade aos principais núcleos poboacionais co propósito de valorar alí a tendencia no período 1961-2006.

2.2. Metodoloxía

2.2.1 Series rexionais de temperatura e precipitación

Nas series homoxeneizadas de temperatura, examinouse a existencia de tendencias no período 1961-2006 nun subgrupo de nove series (en azul na figura 2) individualmente, expresando as temperaturas como anomalías respecto á media do último período estándar 1971-2000. Para resumir os resultados atopados, analizouse tamén unha serie rexional única, calculada como a media das anomalías das 23 series individuais en que se puido calcular esa anomalía: series cun mínimo de 24 anos de datos no período 1971-2000. Debido á desigual distribución das estacións, realizouse unha selección previa das series de mellor calidade cando estas se atopaban a menos de 20 km, para que na media non estea sobrevalorada algunha zona con maior densidade de estacións, como é o caso de Pontevedra (figura 2).



Figura 2. Localización das series de temperatura.

Azul: as nove series en que se estudou a existencia de tendencia no período 1961-2006.

Vermello: series en que non se puido valorar ese período completo pero si calcular a anomalía respecto ao período 1971-2000.

No caso da precipitación, analizáronse 28 series individuais, expresadas sempre como anomalías estandarizadas (precipitación desviada da media e dividida pola desviación típica do período 1971-2000) e a media rexional galega, calculada como a media das anomalías estandarizadas das 52 series en que se puido calcular a dita anomalía. Neste caso, ademais, o maior número de estacións permitiu caracterizar subrexións climáticas, mediante o uso de análise de compoñentes principais (en diante ACP). Para iso realizouse en primeiro lugar unha interpolación espacial a un *grid* regular (5,4 x 5,4 km) dos valores mensuais de precipitación de todas as series que foron homoxeneizadas. A continuación, realizouse unha análise de compoñentes principais en modo S sobre a matriz de correlación, calculada a partir das anomalías mensuais dos puntos de *grid* respecto ao período de referencia 1971-2000. Os compoñentes principais retidos foron rotados, para unha mellor inter-

pretación espacial destes e as cargas $> 0,6$ dos tres compoñentes principais retidos definiron as subrexións, de modo análogo ao feito por Brunetti *et al.* (2006) en Italia e Brunet *et al.* (2007b) en España. Dentro de cada unha calculouse unha media subrexional, seleccionando series nas zonas de maior densidade e evitando zonas de solapamento.

A existencia de tendencia significativa ao longo do período considerado analizouse para cada variable coa correlación non paramétrica de Tau-Kendall (Press *et al.*, 1986), o cal ten a vantaxe de non facer asuncións sobre a distribución dos datos, mentres que a magnitude da pendente se estimou mediante o axuste de mínimos cadrados (como en Suppiah e Hennessy, 1998).

2.2.2. Días de neve

A análise do número de días de neve ao ano realizouse usando os datos de varias series da AEMET distribuídas pola xeografía galega: Santiago de Compostela (Observatorio), Lugo (colexio Fingoi, Punto Centro e Rozas), Cabeza de Manzaneda, das que se teñen datos anuais, existindo en todas elas un rexistro homoxéneo do número de días con nevada para os distintos meses do ano e cunha lonxitude axeitada de rexistros para obter uns resultados significativos. Ademais, como datos de apoio, incluíronse datos históricos recollidos a partir de distintas fontes bibliográficas, como son os datos das estacións da Coruña, Pontevedra e Vigo (Peinador), así como doutras dúas estacións do norte peninsular (Xixón e Santander).

No estudo das tendencias, e de forma análoga ao estudo da temperatura e precipitación, para saber se as variacións temporais presentan significación estatística, empregouse a correlación non paramétrica de Tau-Kendall e a magnitude da pendente estimouse mediante regresión lineal.

2.2.3 Clasificación sinóptica e tendencia en frecuencia de situacións

Para realizar unha clasificación sinóptica automática para Galicia, utilizáronse datos de reanálise (NCEP/NCAR), no período 1960-2006. O dominio de estudo utilizado defínese nunha malla de $2,5^\circ \times 2,5^\circ$ de lonxitude 30°O - 10°E e de latitude 30° a $57,50^\circ \text{N}$. Así recóllese, ademais da península Ibérica, gran parte de Europa e do océano Atlántico, o que permite un mellor entendemento das situacións lle que afectan a Galicia.

En primeiro lugar, cabe destacar que, tendo en conta que a clasificación sinóptica se ía utilizar para ver as posibles tendencias nos tipos sinópticos e relacionalo cos cambios observados en distintas variables (cambios estacionais na súa maioría e mesmo mensuais), se optou por non seguir clasificacións existentes na bibliografía nas cales os datos de entrada eran usados con independencia da estación do ano a que pertencían (Esteban *et al.*, 2006). Así, optouse pola metodoloxía novidosa proposta por E. Kostopoulou e P. D. Jones (2007), e realizouse un ACP sobre os datos de reanálises da variable SLP (*sea level pressure*), separados para cada unha das estacións do ano, utilizando como variables os 204 puntos da malla descrita e como observacións cada un dos días do período de estudo. Os compoñentes principais retidos en cada estación foron rotados e caracterizados en función dos días que presentaron as maiores puntuacións, a partir dos cales se construíron as *composicións*: patróns espaciais creados cos valores medios dos campos de presión correspondentes aos días característicos asociados a cada CP nas súas dúas fases, positiva e negativa. Posteriormente, examinouse a correlación entre cada unha destas composicións e cada un dos días da estación correspondente, e todos os días que mostraron unha correlación superior a 0,65 cunha das composicións (e menor co resto) foron clasificados dentro do patrón representado por esa composición.

Deste modo, aumentouse considerablemente o número de días caracterizados en cada estación e púidose avaliar a existencia de tendencias na frecuencia dos distintos patróns de circulación identificados.

3. RESULTADOS

3. 1. Análise de temperatura

3.1.1. Tendencias en valores por termo medio de temperatura

A figura 3 mostra a evolución ao longo do período considerado da media diaria de temperatura media no conxunto das series galegas analizadas.

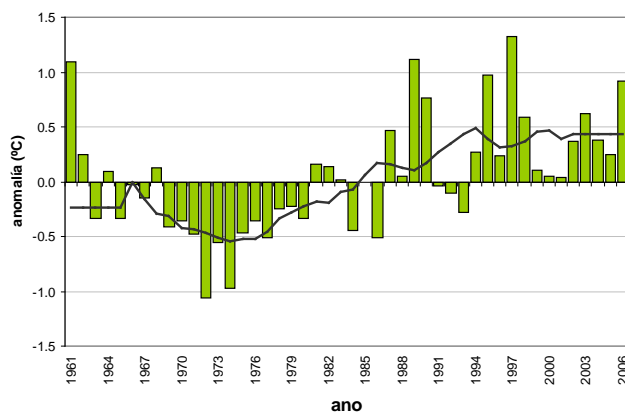


Figura 3. Media galega de temperatura media diaria, expresada como anomalía respecto ao período 1971-2000. A liña mostra a media móbil de 10 anos.

Como se aprecia na figura, a pendente non é homoxénea ao longo do período considerado, comezando cun período de descenso (desde 1961 ata principios dos anos setenta), tras o que segue un período cunha pendente positiva bastante abrupta. Isto encaixa con resultados previos atopados en Galicia usando un subgrupo destas series no período 1973-2004 (Cruz e Lage, 2006) e co documentado a nivel nacional (Brunet *et al.*, 2007b): na segunda metade do século XX destaca o período 1950-1972 con tendencias negativas (non significativas a nivel rexional) e o período de tendencia positiva 1973-2005, o incremento máis abrupto de temperatura de todo o século XX. Para valorar como a significación e a pendente da tendencia estimada varían en función do período seleccionado, realizouse unha análise de tendencia progresiva, empezando no ano i e rematando en 2006, con i empezando no primeiro ano da serie e rematando en 1982. A figura 4 mostra a evolución da pendente e o coeficiente de determinación da devandita análise, e nela pódese ver como a pendente alcanza un máximo en 1972 e a partir de aí diminúe. De feito, a pendente dos últimos 25 anos non chega a ser significativa.

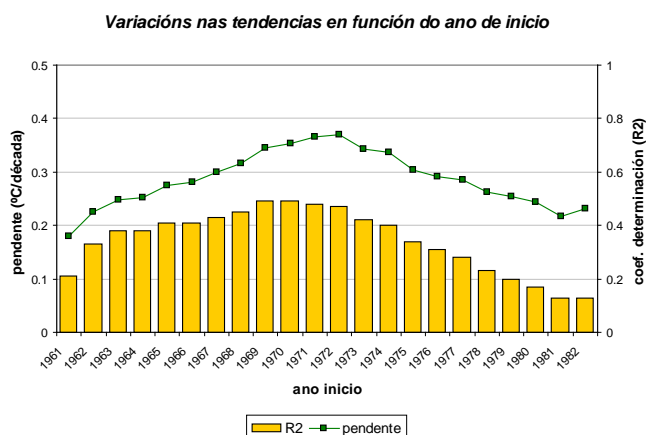


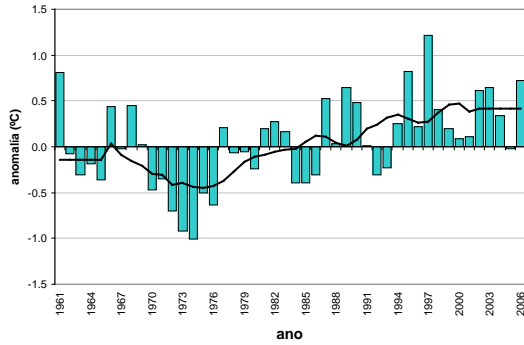
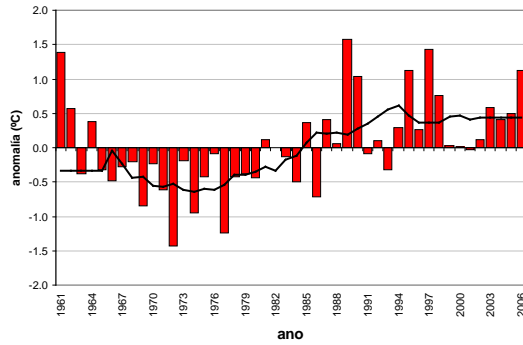
Figura 4. Cambio en pendente e coeficiente de determinación do modelo de regresión en función do ano de inicio do estudo, rematando sempre en 2006.

O cambio de pendente en función do período analizado pódese apreciar tamén na táboa 1, que mostra as pendentes estimadas, en graos centígrados por década, para a análise de temperatura media, máxima e mínima a nivel anual e estacional no período completo 1961-2006 e no subperíodo 1972-2006, de pendente máis abrupta.

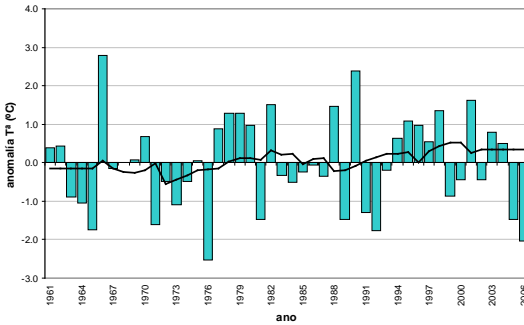
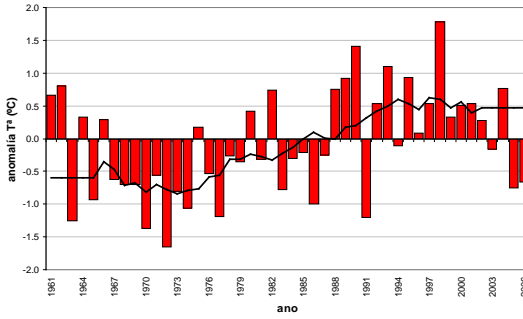
Táboa 1. Tendencias anuais e estacionais (°C/década) consideradas por regresión lineal para temperatura media, máxima e mínima diaria calculadas sobre o período total 1961-2006 e o subperíodo 1972-2006. En negra: tendencias significativas ($P < 0,05$) segundo a correlación non paramétrica de Tau-Kendall. En cursiva: tendencias case significativas ($P < 0,10$).

	1961-2006		1972-2006	
Tª media	b	R²	b	R²
Anual	0,1803	0,21	0,3710	0,47
Inverno	0,1269	0,04	0,1883	0,05
Primavera	0,2606	0,14	0,6427	0,49
Verán	0,2587	0,18	0,4652	0,29
Outono	0,0790	0,02	0,2011	0,06
Tª máxima				
Anual	0,2070	0,17	0,4197	0,40
Inverno	0,2196	0,13	0,3399	0,19
Primavera	0,3550	0,13	0,7691	0,34
Verán	0,2358	0,08	0,4626	0,17
Outono	0,0193	<0,01	0,1079	0,01
Tª mínima				
Anual	0,1535	0,19	0,3222	0,44
Inverno	0,0343	<0,01	0,0368	<0,01
Primavera	0,1663	0,10	0,5163	0,56
Verán	0,2816	0,32	0,4679	0,45
Outono	0,1386	0,06	0,2944	0,15

Anual



inverno



primavera

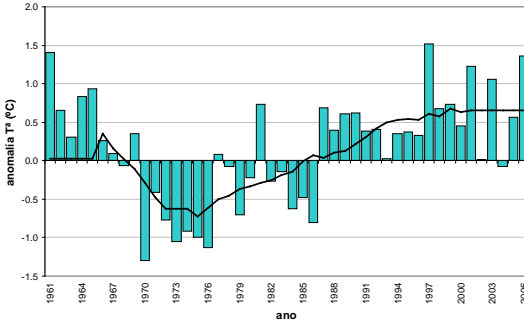
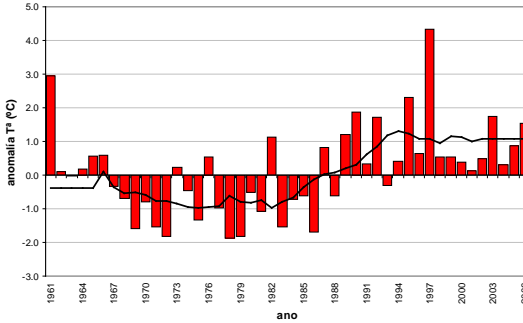
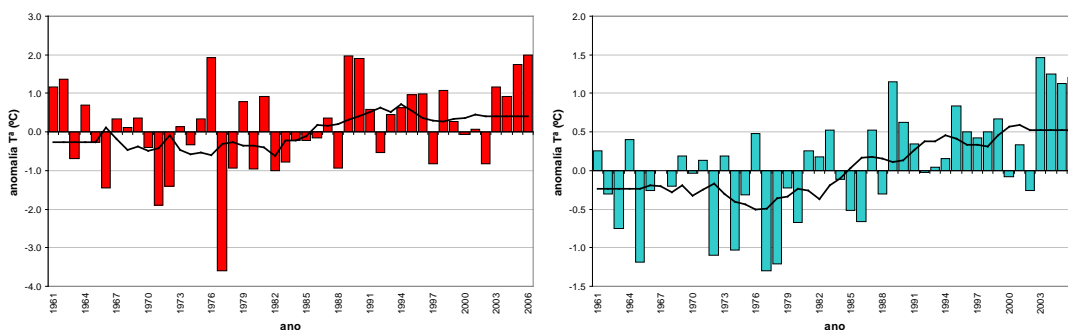


Figura 5. Variacións anuais e estacionais de temperatura máxima (esquerda) e mínima (dereita) diaria expresadas como anomalías respecto ao período 1971-2000. A liña corresponde á media móbil de 10 anos.

verán



outono

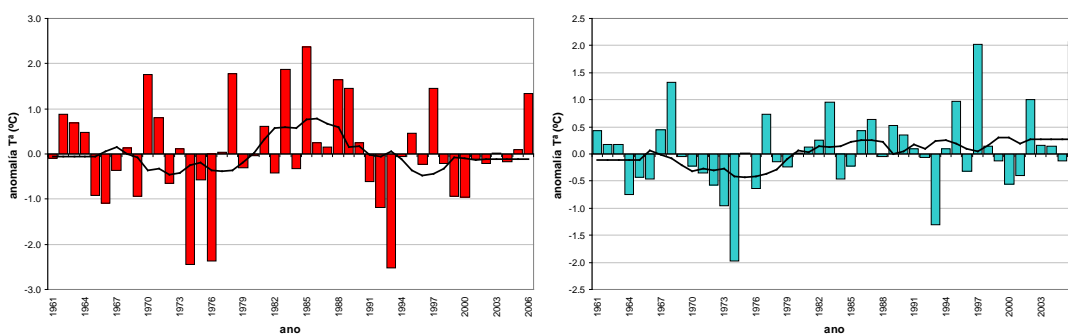


Figura 5 (continuación).

Estacionalmente (táboa 1, figura 5) destaca en primeiro lugar o aumento, bastante similar, da temperatura media na primavera e no verán, quedando o inverno ao bordo da significación. Este resultado contrasta co último informe da EEA no cal se indica un maior incremento de temperatura no inverno que no verán, o que diminuíría a variabilidade estacional dentro do ano (EEA, 2004), pero encaixa novamente coa análise a nivel nacional da segunda metade do século XX (Brunet *et al.*, 2007b). Na primavera o aumento de temperatura está especialmente relacionado co aumento das máximas, cunha taxa que duplica a das mínimas. Esta estación, de feito, é a única en que unha análise da oscilación térmica diaria mostra un aumento significativo (non mostrado). No verán o aumento de temperatura é máis homoxéneo, pero destaca a pendente algo maior observada nas mínimas, a diferenza do observado no resto do ano. No inverno chegan a aumentar significativamente as temperaturas máximas e no outono non se aprecian tendencias significativas.

A nivel mensual, os resultados máis destacables na serie rexional concretan os resultados atopados a nivel estacional: o aumento na primavera é debido fundamentalmente a un claro incremento significativo no mes de marzo, en temperaturas medias ($b = 0,3862$ °C/década $R^2 = 0,14$) e máximas ($b = 0,5294$, $R^2 = 0,11$), o aumento no verán débese a un aumento significativo no mes de xuño en media ($b = 0,3552$, $R^2 = 0,13$), máximas ($b = 0,4108$, $R^2 = 0,08$) e mínimas ($b = 0,2995$, $R^2 = 0,20$), destacando ademais a taxa de aumento das temperaturas mínimas en agosto ($b = 0,3569$, $R^2 = 0,24$), e o ascenso das máximas no inverno parece xustificarse por un aumento significativo no mes de decembro ($b = 0,3137$, $R^2 = 0,16$), quedando febreiro ao bordo da significación.

O estudo das anomalías de temperatura en cada serie considerada individualmente revelou un comportamento en xeral moi similar ao mostrado na serie rexional (figura 3). A figura 6 (a e b) mostra a magnitude das pendentes en temperatura media a nivel anual para cada unha das series en que se pode analizar o período completo 1961-2006. Destaca a falta de significación das dúas series da provincia de Ourense. Nunha delas (Xinzo de Limia) atópase un aumento significativo nas mínimas relacionado principalmente cun aumento significativo no verán, que chega a traducirse nun aumento tamén das medias nesta estación. No caso da serie de Ourense, non mostra ningunha tendencia significativa a nivel anual, estacional nin mensual cando se analiza o período completo. Estas estacións si mostraron en cambio maiores taxas de aumento, a nivel anual e estacional, ao considerar o período de incremento abrupto que comeza en 1972 (figura 6b).

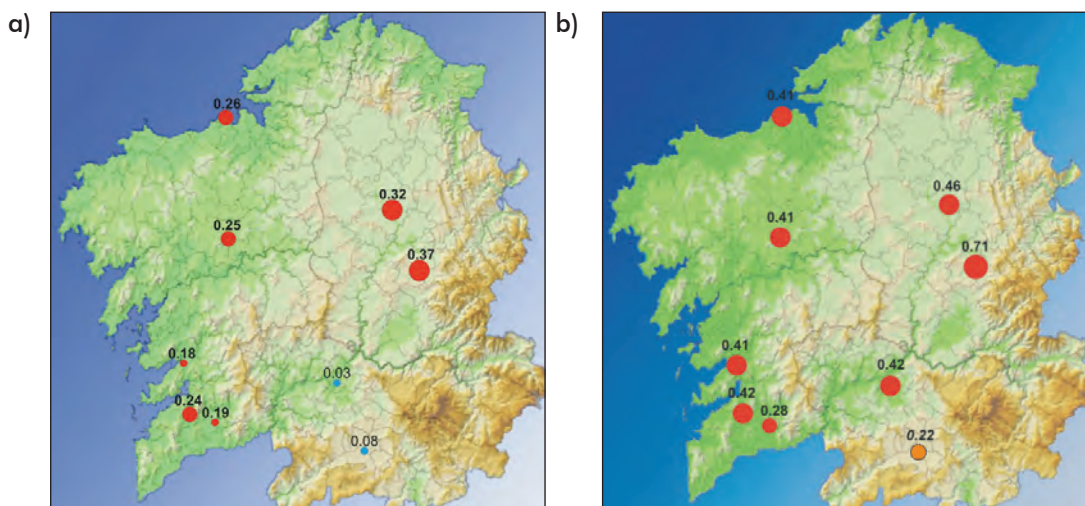


Figura 6. Magnitude da tendencia estimada en cada unha das nove series de temperatura no período completo (a) e no subperíodo 1972-2006 (b). Vermello: tendencia significativa. Azul: non significativa. Laranxa: tendencia case significativa ($P < 0,10$).

3.1.2. Análise de extremos

Nun subgrupo de series de datos diarios de calidade analizouse a evolución da frecuencia de días de temperatura extrema (táboa 2).

Para iso, en primeiro lugar calculáronse os percentís de ambos os dous extremos (p_5 , p_{95}) en cada serie dentro de cada estación do ano. Os días en que a temperatura máxima superou o p_{95} foron denominados días cálidos, e os días en que a temperatura mínima, tipicamente alcanzada de noite, superou o p_{95} foron denominados noites cálidas. Do mesmo modo, os días en que a temperatura máxima (mínima) descendeu do p_5 foron denominados días (noites) frías.

En cada estación do ano computouse o número de días e noites cálidas e frías para cada unha das series e expresouse a devandita frecuencia como anomalía respecto ao valor medio do período 1971-2000. A táboa 3 e a figura 6 mostran os resultados do estudo de tendencias na media galega de anomalías de frecuencia dentro de cada estación do ano.



Táboa 2. Series de temperatura diaria usadas na análise de frecuencia de temperaturas extremas.

ESTACIÓN	ALTITUDE	UTM _x	UTM _y	PERÍODO ANALIZADO
MONTEVENTOSO	245	555218	4814650	1961-1994
ÁS PONTES	343	592248	4811137	1975-2006
A CORUÑA-Estación completa	58	547040	4801846	1950-2006
SANTIAGO-A Lavacolla	364	546787	4749893	1961-2006
HERBÓN-PADRÓN	58	529742	4731753	1961-2006
LOURIZÁN	60	527746	4695497	1961-2006
VIGO-Peinador	255	530376	4674753	1961-2006
LUGO-Colexio Fingoi	450	617787	4763148	1967-2006
SARRIA-Barreiros Granxa	550	629819	4737598	1961-2006
OURENSE-Granxa Deputación	143	593908	4686883	1961-2006
XINZO DE LIMIA	600	605566	4657431	1961-2006

Táboa 3. Tendencias en frecuencia de temperaturas extremas. Móstranse as pendentes (coeficiente de determinación) obtidas no modelo de regresión lineal. As tendencias significativas segundo o test de Tau-Kendall indícanse en negra.

	Días cálidos (T _{max} > p95)	Noites cálidas (T _{min} > p95)	Días fríos (T _{max} < p5)	Noites frías (T _{min} < p5)
Inverno	0,0643 (0,06)	0,0593 (0,04)	-0,1295 (0,22)	-0,0641 (0,05)
Primavera	0,1141 (0,17)	0,0835 (0,10)	-0,1576 (0,29)	-0,0782 (0,07)
Verán	0,0999 (0,16)	0,1848 (0,30)	-0,1219 (0,18)	-0,1486 (0,35)
Outono	0,0246 (0,01)	0,0519 (0,05)	-0,1089 (0,16)	-0,0815 (0,12)

Como se pode ver na táboa 3, os días cálidos aumentan preferentemente na primavera e no verán, estacións en que tamén aumentan as noites cálidas pero a unha taxa moi superior no verán. Por outra banda, destaca o descenso de días fríos, xeneralizado e significativo en todas as estacións do ano. Este descenso mostra a maior pendente en todas as estacións salvo no verán, onde a taxa de aumento de noites cálidas e descenso de noites frías mostra as maiores pendentes e mellores axustes do modelo, acorde coa importancia das temperaturas mínimas nesta estación e incidindo nas posibles implicacións sobre a saúde destes resultados, ao aumentaren as temperaturas nocturnas e a probabilidade de noites con temperaturas extremas (véxase o capítulo 25 para unha valoración dos riscos sobre a saúde).

Tomadas en conxunto, destaca a maior taxa de descenso dos días fríos que de aumento de días cálidos, indicando un claro cambio na forma da distribución das temperaturas máximas e non un simple cambio na media. Este resultado contrasta co atopado a nivel europeo (Klein Tank e Können, 2003) e nacional (Brunet *et al.*, 2007b), onde, polo menos no período de maior quentamento, observan que o aumento no número de extremos cálidos é claramente superior ao descenso en extremos fríos.

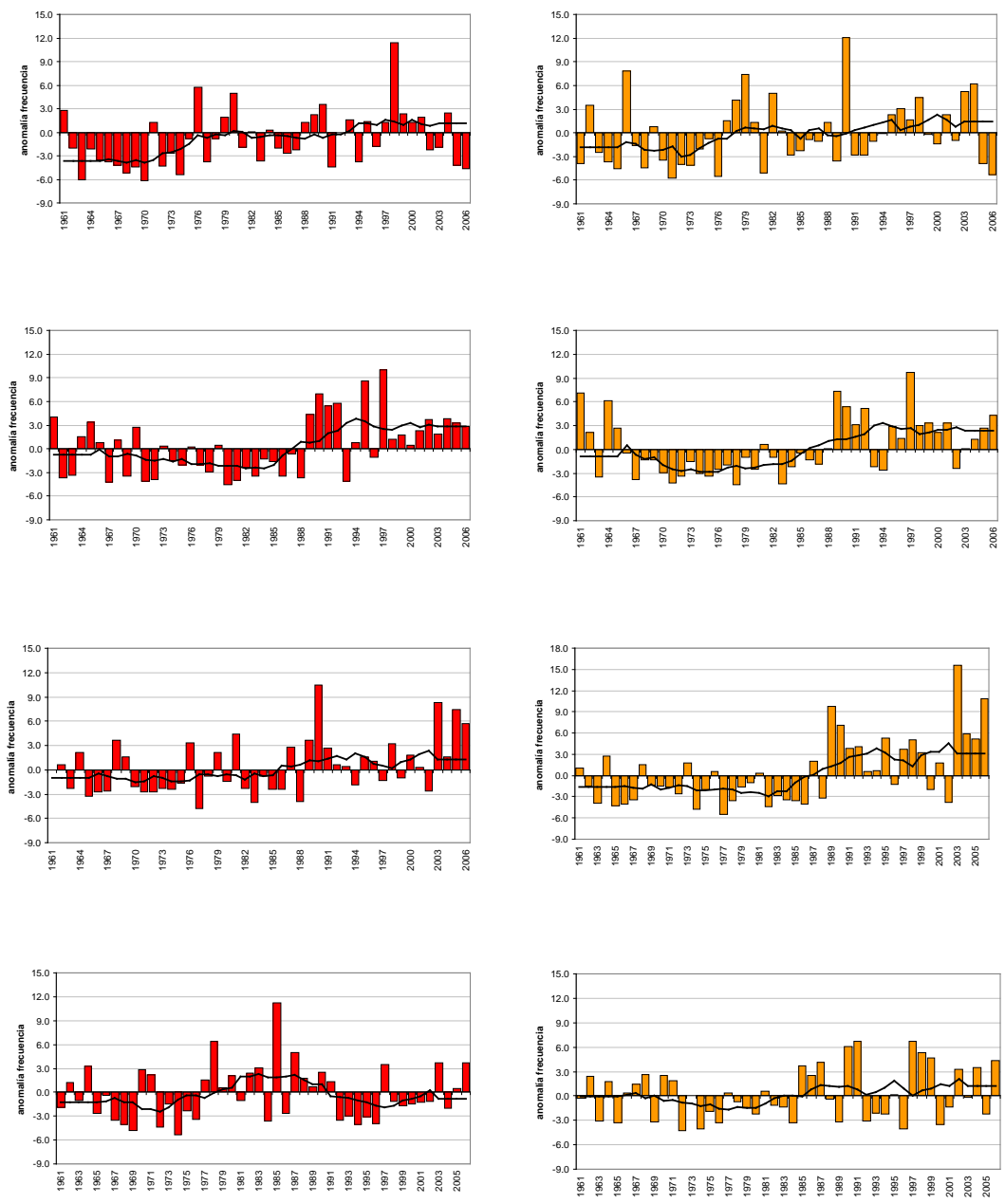


Figura 7a. Variación anual e media móbil de 10 anos da frecuencia de días cálidos (T^a máxima > p95, esquerda) e noites cálidas (T^a mínima > p95, dereita). De arriba a abaixo: inverno, primavera, verán e outono.



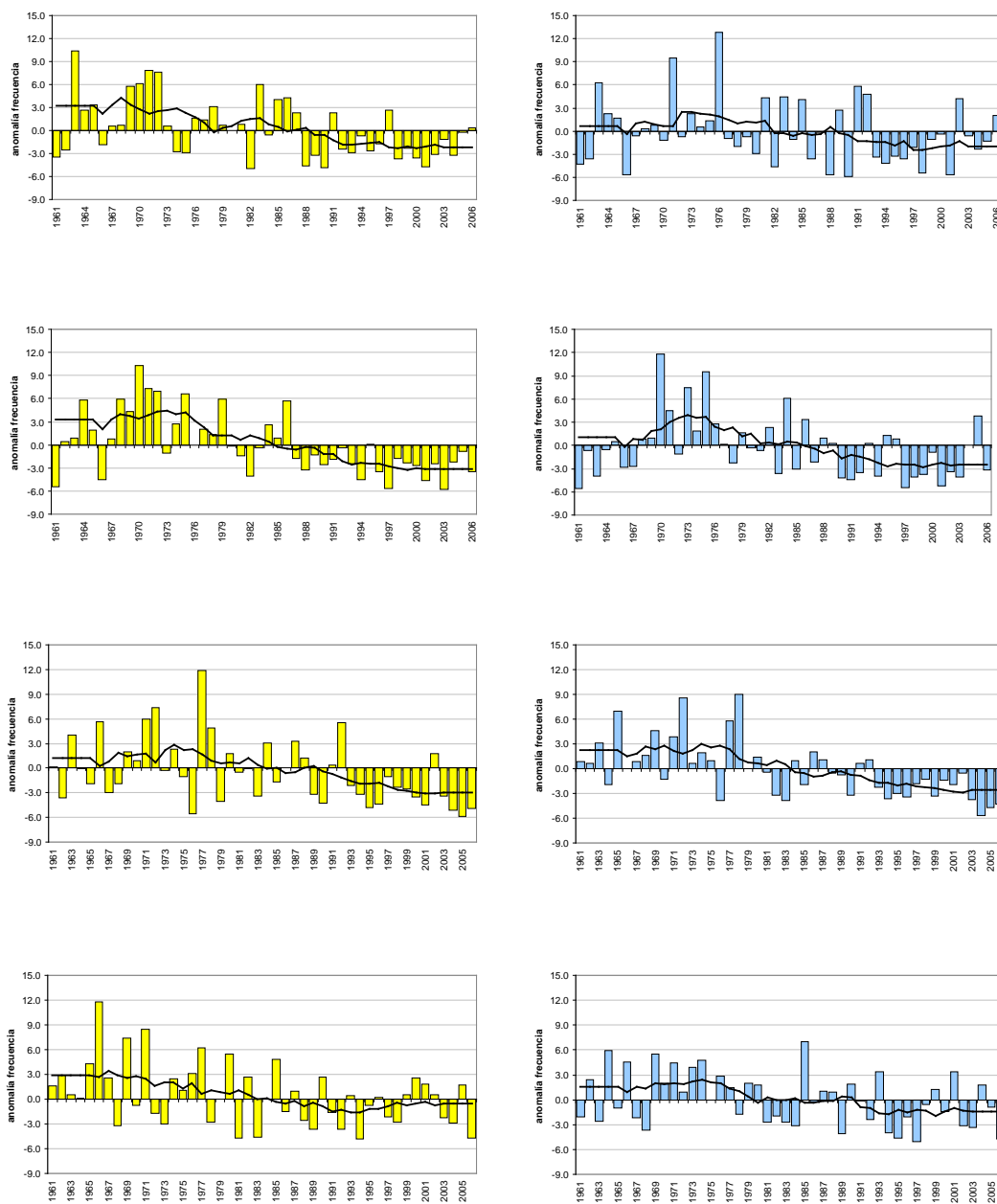


Figura 7b. Variación anual e media móbil de 10 anos da frecuencia de días fríos (T^a máxima < p5, esquerda) e noites frías (T^a mínima < p5, dereita). De arriba a abaixo: inverno, primavera, verán e outono.

3.2. Análise de precipitación

3.2.1. Precipitación total

A análise de compoñentes principais sobre as anomalías mensuais dos datos de precipitación interpolados mostrou un total de oito compoñentes principais (CP) con autovalor > 1 (criterio de Kaiser, 1958). Non obstante, a porcentaxe de varianza explicada a partir do cuarto CP é moi baixa, polo que se decidiu seleccionar os tres primeiros CP. A rotación dos compoñentes principais retidos é aconsellada para unha mellor interpretación física dos compoñentes (Kaiser, 1958; Jolliffe *et al.*, 2002). A representación gráfica das cargas (*loadings*) de cada CP permite visualizar zonas que se correlacionan en canto ás anomalías de precipitación. A figura 8a mostra a superposición dos tres CP, mostrando unicamente as isolíñas de cargas maiores a 0,6.

Na figura 8b móstrase o esquema das tres zonas definidas, combinando a información da figura anterior con criterios climatolóxicos, e as series usadas na representación de cada subrexión, seleccionando series representativas nos lugares de excesiva densidade para conseguir unha repartición espacial máis homoxénea e sen considerar algunha serie localizada en zonas de solapamento.

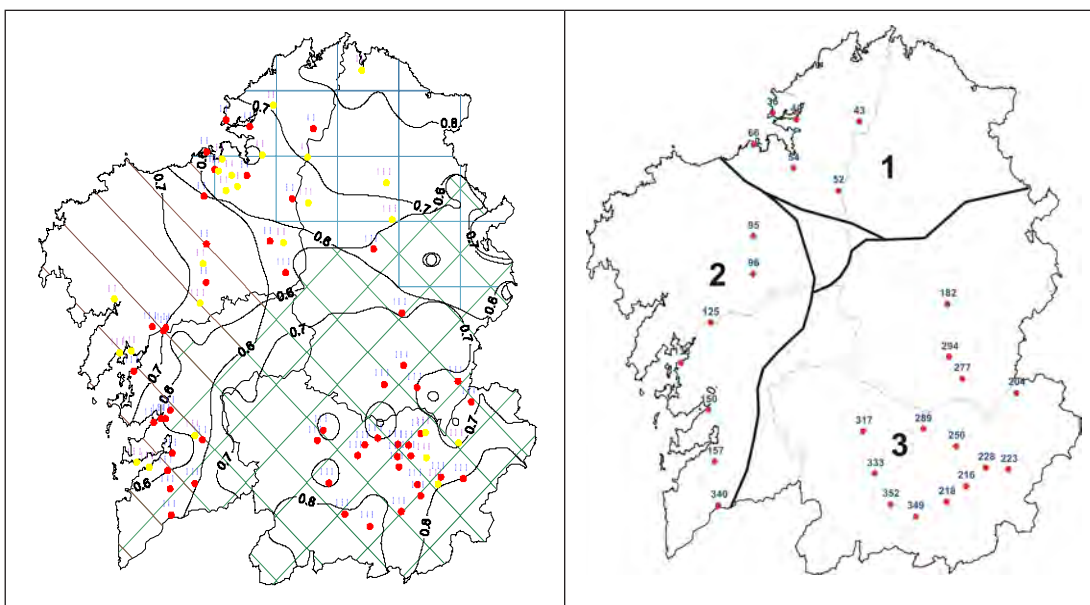


Figura 8. Subrexións definidas a partir do ACP. (a) cargas superiores a 0,6 dos tres primeiros CP e localización das series usadas na análise. (b) esquema de zonas definidas e subgrupo de series usadas no cálculo das medias subrexionais.

No que respecta á precipitación acumulada anual, a media rexional galega (figura 9) e as medias subrexionais non mostran ningunha tendencia significativa (táboa 4). As análises das series individuais en xeral tamén son non significativas (non mostrado), aínda que destaca a pendente positiva e significativa da serie de Betanzos ($b = 0,2451$, $P < 0,05$) e varias series da subrexión 3 que mostran unha tendencia negativa significativa, algunha das cales non foi incluída no cálculo rexional ou subrexional por estar demasiado próximas.

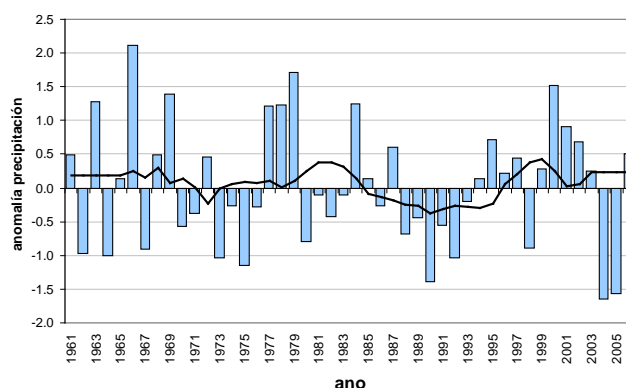


Figura 9. Variación interanual da anomalía respecto ao período 1971-2000 da precipitación total anual na serie rexional galega. A liña é a media móbil de 10 anos.

A nivel estacional (táboa 4) ningunha tendencia chega a ser claramente significativa, aínda que destaca na subrexión 3 o inverno con tendencia negativa, case significativa, e o outono con tendencia positiva, tamén ao bordo da significación.

Táboa 4. Pendentes (coeficiente de determinación) do modelo de regresión lineal. Ningunha tendencia alcanza a significación, segundo o test de Tau-Kendall. En cursiva: tendencia con probabilidade próxima á significación ($P < 0,10$).

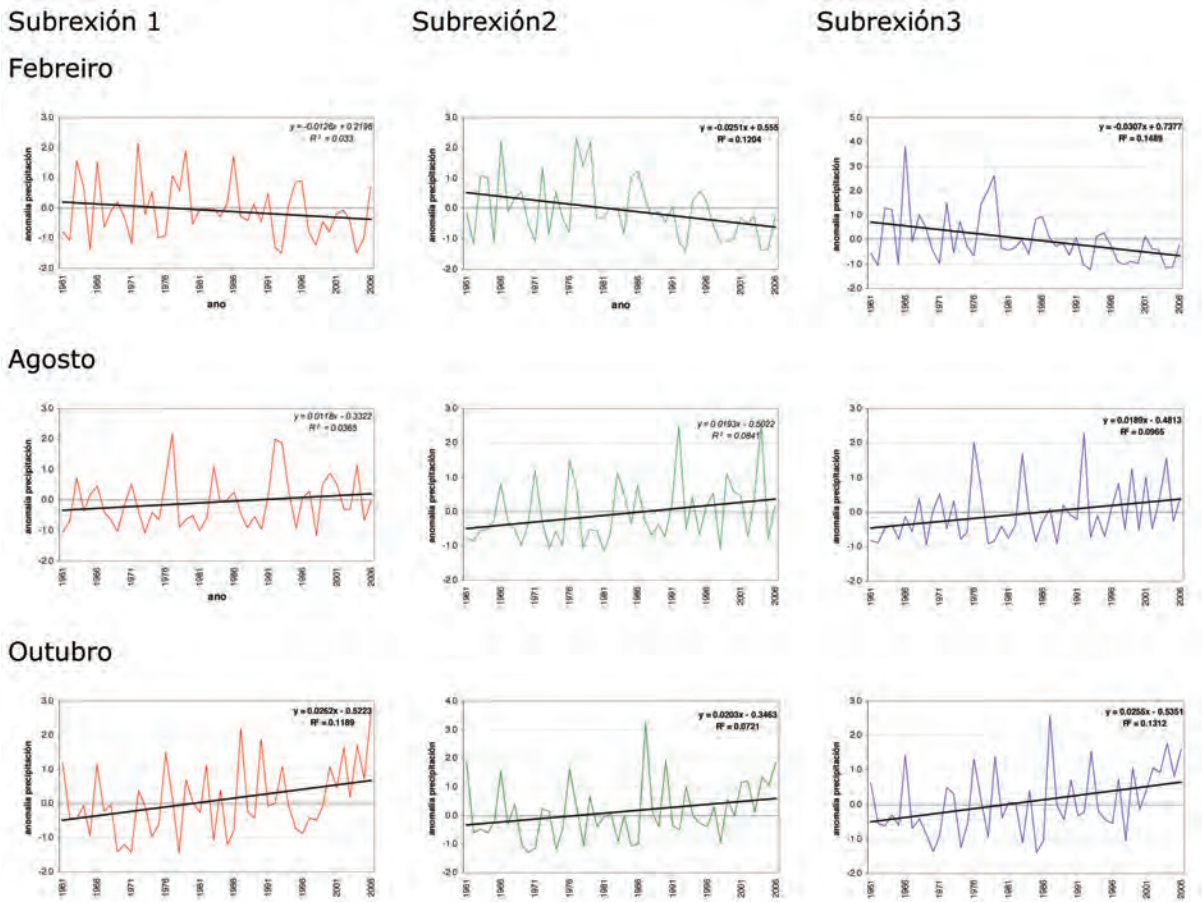
	S. rexional	Subrexión 1	Subrexión 2	Subrexión 3
Anual	-0,0607 (<0,01)	0,0677 (0,01)	-0,0905 (0,02)	-0,0640 (<0,01)
Inverno	-0,1528 (0,04)	-0,0910 (0,02)	-0,1636 (0,05)	-0,1661 (0,05)
Primavera	-0,0809 (0,01)	-0,0118 (<0,01)	-0,1211 (0,02)	-0,0763 (0,01)
Verán	0,0421 (<0,01)	0,0654 (0,01)	0,0739 (0,01)	0,0314 (<0,01)
Outono	0,1746 (0,08)	0,1772 (0,07)	0,1662 (0,05)	0,1999 (0,08)

Os resultados máis claros aparecen a nivel mensual: na media galega hai un descenso case significativo en febreiro ($b = -0,2510$, $P < 0,10$, $R^2 = 0,12$) e un aumento significativo en agosto ($b = 0,1629^*$, $R^2 = 0,08$) e outubro ($b = 0,2406^{**}$, $R^2 = 0,12$).

A análise en cada subrexión matiza algo a distribución espacial destes resultados (figura 10). Na subrexión 1 só resulta significativo o aumento de outubro ($b = 0,2615^*$, $R^2 = 0,12$) (de feito, esta subrexión é a única en que a nivel anual a tendencia, aínda que NS, é positiva). Na subrexión 2 a pendente é claramente negativa en febreiro ($b = -0,2512^*$, $R^2 = 0,12$) e positiva en outubro ($b = 0,2025$, $R^2 = 0,07$). Na subrexión 3 a pendente é acusada e claramente negativa en febreiro ($b = -0,3067^*$, $R^2 = 0,15$), relacionado co feito de que nesta subrexión hai varias series individuais que chegan a mostrar unha tendencia negativa no inverno (non mostrado) e positiva e significativa tanto en agosto ($b = 0,1898^*$, $R^2 = 0,10$) como en outubro ($b = 0,2554^*$, $R^2 = 0,13$).

Destaca tamén na táboa, ademais da xeneralización do aumento de precipitación no mes de outubro, a ausencia de tendencia significativa no mes de marzo, a diferenza do descenso significativo atopado en estudos doutras zonas de España, mesmo naqueles que inclúen o ano 2001 (Aguilar *et al.*, 2006).

Figura 10. Variación interanual da anomalía respecto ao período 1971-2000 da precipitación total mensual en cada serie subrexional. A liña mostra a pendente estimada por regresión lineal.



3.2.2. Análise de precipitación diaria. Análise de extremos

No caso da precipitación, analizouse a evolución da frecuencia de días de chuva (precipitación ≥ 1 mm) e a frecuencia de días que superan distintos limiares fixos de cantidade de precipitación (5, 10 e 30 mm), así como os percentís (p90, p95 e p99) calculados en cada serie para cada estación do ano. Como no caso da temperatura, esta análise realizouse nun subconxunto de series de calidade diaria (táboa 5) e na media rexional, sempre utilizando as anomalías respecto ao período de referencia 1971-2000.



Táboa 5. Series de precipitación diaria usadas na análise de frecuencia de precipitacións extremas.

ESTACIÓN	altitude	utm _x	utm _y	período analizado
FENE-MANIÑOS	30	565241	4811963	1961-2006
AS PONTES	343	592248	4811137	1961-2006
BETANZOS	38	564078	4792360	1961-2006
A CORUÑA-ESTACIÓN COMPLETA	58	547040	4801846	1961-2006
MONTAOS-ORDES	306	546910	4765072	1961-2006
SANTIAGO 'A LAVACOLLA'	364	546787	4749893	1961-2006
PONTECESURES	20	528724	4730576	1961-2004
LOURIZÁN	60	527746	4695497	1961-2006
VIGO 'PEINADOR'	255	530376	4674753	1961-2006
LUGO 'COLEXIO FINGOI'	450	617787	4763148	1966-2006
SARRIA 'BARREIROS GRANXA'	550	629819	4737598	1961-2006
VILARIÑO DE CONSO 'R. PEQUENA'	1000	637750	4664773	1965-2001
VIANA DO BOLO	733	655840	4671630	1961-2003
A POBRA DO BROLLÓN 'VEIGA'	400	630552	4716783	1961-2006
OURENSE 'GRANXA DEPUTACIÓN'	143	593908	4686883	1972-2006
ALLARIZ	766	598955	4669830	1961-2006
VILADERREI	657	616223	4652508	1961-2006

Non se aprecia ningunha tendencia significativa no número de días de chuvia nin na frecuencia de días que superan limiares fixos, coa excepción dos días con precipitación superior a 30 mm na primavera ($b = -0,0202$, $R^2 = 0,08$). Non obstante, os resultados son máis contundentes no caso da frecuencia de días que superan o p95 (días de chuvia intensa, figura 11): diminúe significativamente na primavera ($b = -0,0254$, $R^2 = 0,08$) e aumenta no outono ($b = 0,0292$, $R^2 = 0,14$). O descenso significativo na primavera mantense mesmo en percentís máis extremos, a pesar do efecto oposto do ano 2001, mentres que o ascenso no outono é máis xeneralizado no territorio (non mostrado) e mantense mesmo aínda que non se inclúa o extremo do ano 2006.

Estes resultados contrastan co observado recentemente en Cataluña (Martínez *et al.*, 2007) e nun estudo global da península Ibérica (Rodrigo e Trigo, 2007), onde se atopa en xeral un descenso de precipitacións intensas, mentres que encaixan co encontrado no norte de Portugal (Pereira *et al.*, 2008), onde tamén se observa o descenso significativo de chuvia intensa na primavera e se insinúa un aumento destes episodios no outono (este aumento probablemente non chega a ser significativo porque o seu período de análise remata en 1999). O contraste de resultados pon de manifesto unha vez máis a heteroxeneidade desta variable e os riscos de facer extrapolacións desde estudos máis globais.

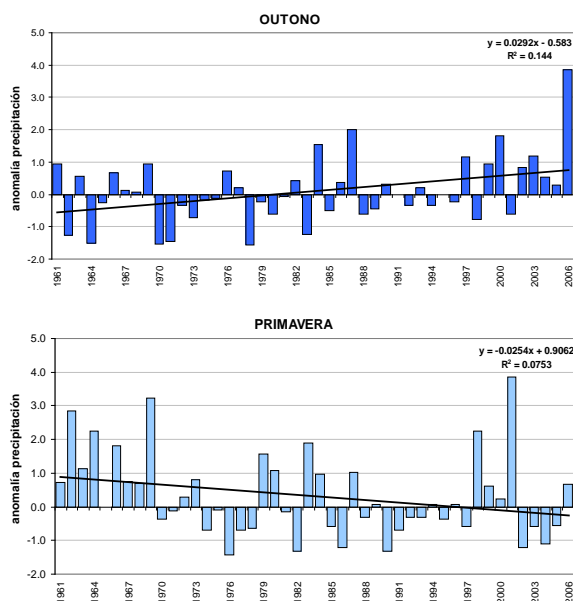


Figura 11. Variación interanual e tendencia da anomalía, respecto ao período 1971-2000, da frecuencia de días de precipitación > p95 no outono (arriba) e primavera (abaixo) na serie rexional galega.

O estudo de extremos no caso da precipitación pódese ampliar algo máis no tempo ata completar o período 1951-2006, mostrando resultados case idénticos (Cruz *et al.*, 2007). Nese período estúdase ademais a evolución dos valores extremos de chuvia diaria. Na figura 12 móstrase a evolución anual do maior valor de chuvia diaria presente nas series analizadas. A tendencia desta serie non é significativa.

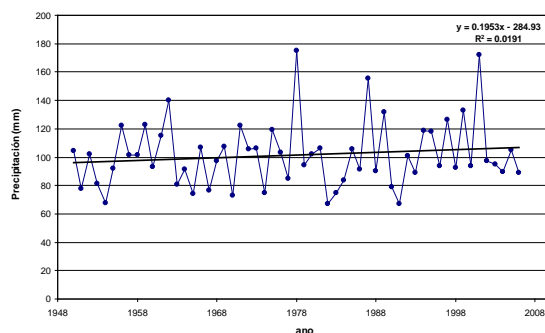


Figura 12. Variación interanual e tendencia (non significativa) da precipitación máxima diaria.

Por outro lado, tendo en conta que o período analizado puidese non ser estacionario, calculáronse os parámetros da distribución xeral de valores extremos (GEV) para unha ventá móbil de 30 anos. Na figura 13 móstrase a evolución destes parámetros. Para empregar unha única escala, restóuselles aos parámetros o valor medio do período. O parámetro MU é o parámetro de localización,

SIGMA é o de escala e XI é o de forma. Este parámetro de forma apenas varía e mantense próximo a cero (cando este parámetro tende a cero, a GEV tende a unha distribución de Gumbel). Os parámetros de localización e escala cambian de forma apreciable, producíndose un mínimo no período 1964-1992 para pasar a tomar valores por enriba da media a partir do período 1969-1997.

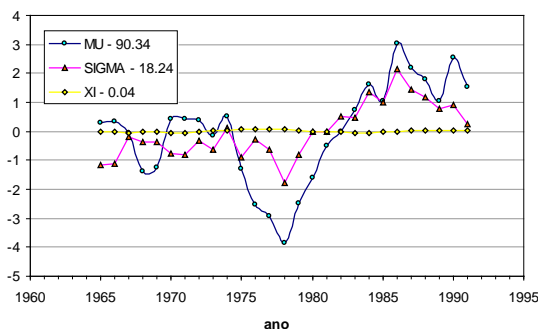


Figura 13. Variación dos parámetros da distribución GEV para unha ventá móbil de 30 anos.
 O valor do ano no eixe X indica o ano central da ventá móbil.

Para ver que implica este cambio, móstranse na figura 14 os valores de retorno para diferentes períodos de retorno. Representábase tamén as tendencias destas series, todas elas significativas segundo o test non paramétrico de Tau-Kendall.

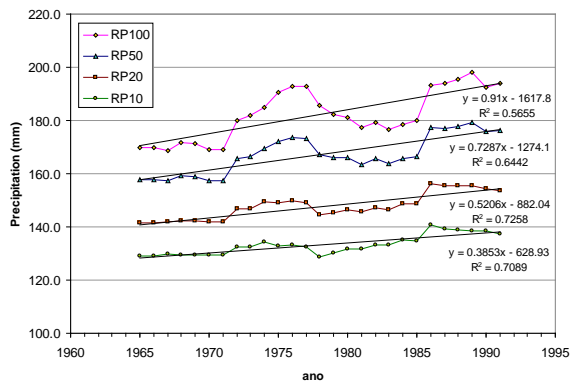


Figura 14. Valores de retorno para distintos períodos de retorno.

Na figura 14, pódese apreciar como, para un período de retorno de 50 anos, tomando os 30 primeiros anos do período 1951-2006, o valor de retorno correspondente é de aproximadamente 160 mm. Para o conxunto de 30 anos do final de período 1951-2006, o valor correspondente é de 180 mm.

En resumo, apréciase unha tendencia á diminución dos períodos de retorno (ou un aumento dos valores de retorno para un período de retorno dado), indicando que os eventos extremos son máis frecuentes na escala diaria.

3.3. Días de neve

O traballo do alemán Prill (1955), citado e reproducido parcialmente por Lautensach na súa *Geografía de la Península Ibérica* (1967), ofrece os primeiros datos sistemáticos dos días de neve en Galicia, referidos ao período 1906-1925. Nel pódese observar como a isoliña correspondente ao valor cero se sitúa practicamente ao mesmo nivel que a costa atlántica, mentres que no cantábrico será a isoliña de dous días de neve ao ano a que perfila a liña de costa. Esta mesma isoliña, na vertente atlántica, sitúase por enriba dos 200 metros. Este feito sinala xa unha das constantes da distribución dos días de neve en Galicia, como é a do incremento destes cara á costa norte.

Segundo os estudos de Prill, para o período 1906-1925 a área con nevada case todos os anos comeza no norte da Península a unha altitude de 100-350 metros, na Serra da Estrela a 750-800 metros, no centro da Península, preto de Madrid a 600 metros e nas vertentes sur de Serra Nevada e Almirante a 1.000 e 1.100 metros respectivamente, ocupando na metade norte da Península unha extensión moito maior que na metade sur, e no leste maior que no oeste. O aumento da frecuencia das nevadas coa altitude responde á seguinte táboa.

Táboa 6. Aumento da frecuencia das nevadas (en días) en función da altitude.

Altitude (m)	Pireneos españóis	Serra Nevada	
		Vertente norte	Vertente sur
500	5	2	0,5
800	11	3,5	2
1.200	27	11,5	6
1.600	43	27,5	18
2.000	59	43,5	34

No ano 1951 Lorente publica un estudo sobre os días de neve en España para o período 1926-1950 con datos en Galicia para A Coruña, Santiago de Compostela, Lugo e Pontevedra no que se pode apreciar como na costa atlántica galega estes son inferiores a 1, en Santiago de Compostela, a 260 m, son de 2,4 e en Lugo, a 450 m, de 7,8 (figura 15). Como referencia para a costa cantábrica, indícanse os valores a nivel do mar en Xixón e Santander, con 3,6 e 3,7 días de neve, respectivamente. Estes datos confirman a tendencia a que na costa cantábrica existan sistematicamente máis días de neve que na costa atlántica, comportamento que se pode explicar polas situacións sinópticas de N e NO con penetración de aire húmido e frío polar que poden deixar precipitacións de certa importancia na costa e vertente cantábricas pero que, unha vez superadas as barreiras orográficas do norte, se debilitan e, ademais de sufriren certo queimado, deixan moi poucas precipitacións no resto do territorio galego. Finalmente, a comparación dos datos de 1926-1950 cos do período 1906-1925 parece mostrar un lixeiro incremento dos días de neve do período máis antigo, pero de escasa significación estatística.

Segundo datos de Masachs Alavedra para a década dos anos corenta (Fontana Tarrat, 1977), o número de días de neve en Santiago de Compostela é da orde de 2,7, para Vigo de 0,9 días ao ano, A Coruña presenta 0,4, o igual que Pontevedra, e non existen nevadas na Guarda, datos que coinciden bastante ben cos achegados para este mesmo período de tempo polos calendarios meteorofenolóxicos, e, se comparamos estes datos cos proporcionados por Prill no seu mapa do

número de días de neve por termo medio, vemos como existe unha boa concordancia entre as distintas fontes de información.

O seguinte conxunto de valores sobre días de neve en Galicia corresponde xa aos períodos de 1961-1990 e 1971-2000, que recolle a *Guía resumida del clima en España* (MMA, 2002) e que se reproducen na táboa 7. Nela pódese apreciar como no período normal de 1961-1990 se manifesta xa un descenso sistemático dos días de neve en relación con 1926-1950 en todos os observatorios galegos, que será do 26% en Lugo, 38% en Santiago de Compostela e do 100% en Pontevedra. Na costa cantábrica móstrase tamén esta redución nos días de neve, que serán do 45% en Xixón e do 51% en Santander. Para o período 1971-2000, esta tendencia ao descenso acentúase, de tal forma, que as reducións no número de días de neve en relación co período 1926-50 serán do 50% para Santiago de Compostela e do 30% para Lugo.

Esta redución nos días de neve en Galicia que se manifesta xa a partir dos valores do período normal 1961-1990 pódese confirmar con algún outro dato que se ten de observatorios illados, como sucede no caso de Lalín, a 550 m de altitude, cando se comparan os valores da década 1929-1938, con 6,4 días de neve, coas décadas de 1955-64, 1965-1974 e o período 1975-1982, con 3,4, 4,5 e 4,7 días de neve, respectivamente.

Táboa 7. Número medio de días de nevada ao ano (*Guía resumida del clima en España*. Ministerio de Medio Ambiente).

Estación	1961/1990	1971/2000
Santiago (Observatorio)	1,53	-
Santiago (A Lavacolla)	2,3	2
Lugo	5,8	5,5
Ourense (Granza Deputación)	1	-
A Coruña	0,3	0
Pontevedra (Instituto)	0	-
Pontevedra (Mourente)	-	0
Vigo (Peinador)	0,7	0
Xixón	2	1
Santander	1,8	1

Outro tipo de comparación pódese realizar cando se superpoñen as mesmas isoliñas do mapa de Prill (1955) correspondente ao período 1906-1925 coas que reproduce o *Atlas nacional de España. Climatología* (Instituto Xeográfico Nacional, 1992) do período 1956-1985 (figura 15). Nel pódese destacar como, dunha forma sistemática, as isoliñas de 2, 5 e 20 días de neve tenden a desprazarse cara ao interior no último dos mapas considerados, de tal forma que a diferenza entre eses dous períodos se pode traducir nunha elevación da cota correspondente a cada isoliña, de 100 a 300 metros.

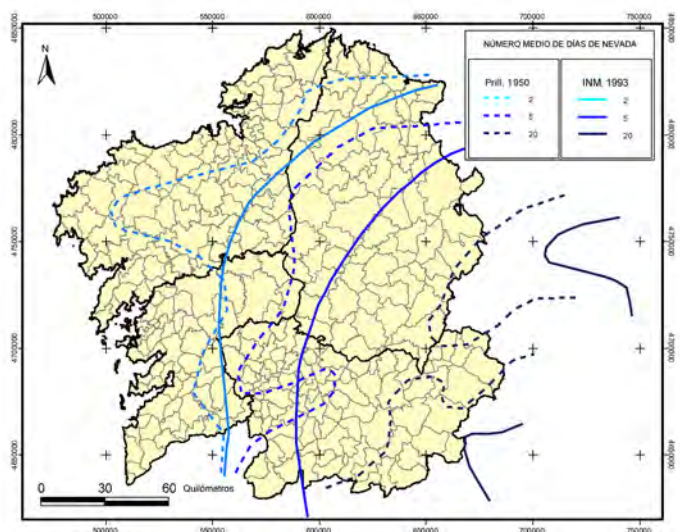


Figura 15. Comparación entre o mapa elaborado por Prill (1955) e o do *Atlas nacional de España. Climatología* (1992).

A partir dos rexistros observados en distintas estacións distribuídas por Galicia, procedeuse a realizar unha análise da evolución dos días con nevada durante os anos para os que existen datos. As estacións que contan cun maior número de anos de observacións son as do Observatorio Astronómico en Santiago de Compostela, Lugo e Cabeza de Manzaneda (táboa 8).

Táboa 8. Período de datos existente nas estacións analizadas.

ESTACIÓN	NÚMERO DE ANOS OBSERVADOS	DESDE	ATA
Santiago (Observatorio)	60	1947	2006
Lugo (colexio Fingo)	37	1967	2006
Lugo (punto centro + Rozas)	57	1951	2001
Cabeza de Manzaneda	19	1983	2001

Non en todas as estacións se comezou ao mesmo tempo o rexistro dos datos e existen anos faltantes, polo que se procedeu a facer unha selección destas, incluíndo principalmente as que presentan maior frecuencia de nevadas, xa que son as que presentan maior interese neste estudo. A partir destes rexistros, calculouse o número medio de días de nevada ao ano para as distintas estacións e distintos períodos de tempo.

Existen rexistros máis antigos para as estacións da Coruña, Santiago de Compostela, Pontevedra, Lugo, Xixón e Santander que foron obtidos dos calendarios meteorofenolóxicos do Servizo Meteorolóxico Nacional (SMN), e abranguen un total de 20 anos, non consecutivos, dentro do período 1926-1936 e 1940-1950. Como se pode observar na figura 16, existe durante este período de

tempo un maior número de días de nevada na estación de Lugo e nas dúas estacións situadas no norte da Península e fóra de Galicia, sendo o número de días con nevada para as estacións de Pontevedra e da Coruña moi baixo.



Figura 16. Número medio de días de nevada ao ano durante o período 1926-1950 (calendarios meteorofenolóxicos. SMN).

A estación do Observatorio Astronómico de Santiago de Compostela é a que máis datos posúe, comezando o seu rexistro no ano 1927. O número medio de días de nevada para todo o período rexistrado é de 1,46 días ao ano. Como se pode observar na figura 17, existe unha alternancia de anos con máis e menos días de nevada, non existindo unha diminución moi marcada entre as primeiras décadas do 1900 e as do 2000. Obsérvase que existe unha lixeira tendencia a ir diminuíndo, pero non se atopa unha significación estatística para a pendente da liña de tendencia. En Lugo os descenso observados no número de días de nevada ao ano resultaron estatisticamente significativos, sendo a media para o período de datos existente de seis días.

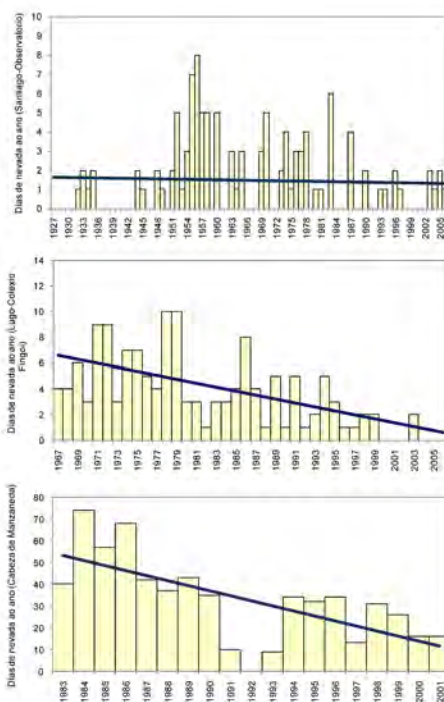


Figura 17. Evolución do número de días de nevada ao ano nas estacións analizadas.

Na táboa 9 faise un resumo dos resultados do procesamento estatístico das series analizadas para as estacións galegas.

Táboa 9. Resultados do procesamento estatístico das series. Pendente obtida por regresión lineal. As tendencias significativas segundo o test de Tau-Kendall indícanse en negra.

ESTACIÓN	b	t	Prob > t
Santiago (Observatorio)	-0,003	-2,756	0,699
Lugo (Colexio Fingoí)	-0,153	-4,643	0,000
Cabeza de Manzaneda	-2,301	-3,612	0,002

Unha vez analizadas as tendencias, se temos en conta a localización xeográfica das estacións, podemos observar que as tendencias significativas de diminución do número de días de nevada se centran nas estacións situadas máis ao sueste da comunidade galega (Lugo e Cabeza de Manzaneda), o que pon de manifesto unha vez máis o desprazamento nesa dirección do número de días de nevada que se observaba na comparación entre as medias ofrecidas por Prill no ano 1955 e os do INM no 1993, e polo tanto o aumento da zona libre de nevadas dentro de Galicia, que se vai afastando cada vez máis da costa.

Finalmente, se se fai unha análise das tendencias plurianuais mediante o procedemento das medias móbiles coas series máis longas: Santiago (Observatorio) e Lugo (Lugo Rozas + punto centro) (figura 18), pódese apreciar como despois da década dos cincuenta-sesenta, na que hai un repunte dos días de neve, se manifesta un descenso lento cara aos tempos actuais. De todos os xeitos, este descenso é máis evidente en Santiago de Compostela que en Lugo, onde se manifesta un lixeiro repunte dos días de neve a partir da década dos noventa.

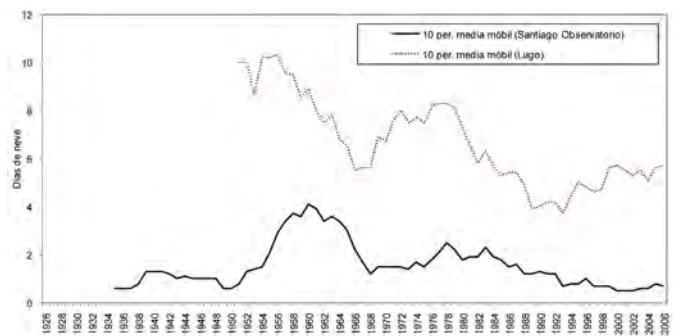


Figura 18. Análise das tendencias dos días de neve plurianuais das series máis longas analizadas.

Como conclusión sobre as análises realizadas coas diferentes series de datos consideradas, pódese poñer en evidencia en Galicia un descenso no número de días de neve, polo menos desde a década dos sesenta, que de todos os xeitos manifesta unha grande variabilidade temporal e mesmo certo carácter cíclico, o que fai que a interpretación desta tendencia descendente sexa bastante complexa. Posiblemente, non poida ser interpretada exclusivamente como consecuencia do ascenso das temperaturas que se vén apreciando en Galicia desde a década dos setenta e deban considerarse tamén factores relacionados coas precipitacións, de prognóstico moito máis difícil dentro do contexto do cambio climático.



3.4. Clasificación sinóptica

A táboa 10 mostra o número de compoñentes principais retidos e a porcentaxe de varianza explicada no ACP realizado sobre a variable slp en cada unha das estacións do ano, utilizando como variables os 204 puntos da malla descrita na sección de metodoloxía e como observacións cada un dos días do período de estudo (ACP en modo S). Para decidir o número de compoñentes principais retidos, utilizáronse o criterio de Kaiser, o Scree test e o diagrama LEV, ademais de ter en consideración a porcentaxe de varianza explicada polos compoñentes.

Táboa 10: Número de CP de cada estación do ano e porcentaxe de varianza explicada.

Estación	Compoñente	Varianza explicada
Inverno	5 CP	90,65%
Primavera	7 CP	92,15%
Verán	7 CP	87,28%
Outono	6 CP	88,47%

Para unha interpretación sinxela dos patróns, aplícase a rotación VARIMAX, o que ademais simplifica a estrutura das cargas maximizando a varianza entre cada un dos compoñentes rotados e os compoñentes orixinais (Jolliffe *et al.*, 2002).

3.4.1. Construción dos patróns espaciais das CP

Cada un dos compoñentes principais rotados foi representado a partir das súas cargas. As isolíneas destes patróns mostran a distribución da variable slp permitindo distinguir os principais centros de actividade. Neste sentido, hai que ter presente que cada autovector define dous patróns, xa que os coeficientes asociados a estes poden ser positivos (o centro será un anticiclón) ou negativos (o centro será unha borrasca) (Kutzbach, 1967).

A figura 19 mostra, a xeito de exemplo, un dos patróns de slp típicos que lle afectan a Galicia. Con liñas de cores represéntanse aquelas rexións en que a correlación é alta (cargas > 0,4).

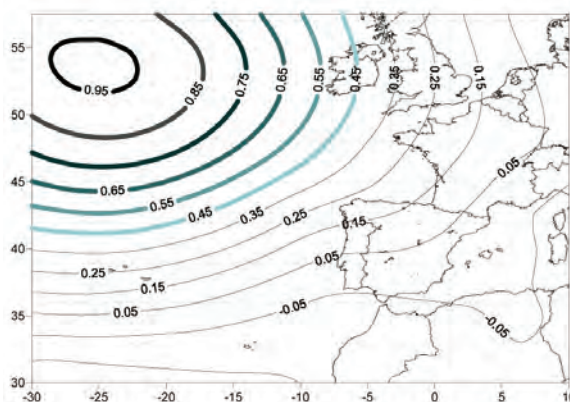


Figura 19. Patrón correspondente ao CP2 da estación de inverno.

Representáronse todos os patróns espaciais para cada CP en cada estación do ano (non mostrado) describindo cada un deles, identificando a situación dos principais centros de acción.

3.4.2. Análise temporal das CP

Para levala a cabo, foi necesario estudar os valores que toman as CP para cada día. O patrón que mellor representa ese día é o mapa das cargas do CP coa maior puntuación en valor absoluto. Neste estudo cada día está representado por unha única compoñente principal, se isto non é posible, queda sen clasificar.

Para escoller os días máis representativos de cada CP, estableceuse un limiar a partir do cal se puidese decidir o número óptimo de días que quedan representados por puntuacións nos CP. Tras probar varios limiares, estableceuse finalmente, $\pm 2,3\sigma$.

Co límite superior selecciónanse as fases positivas ou anticiclóns e co negativo as fases negativas ou borrascas. Os días para os que as puntuacións en determinado CP se separaron da media máis que 2,3 desviacións típicas en valor absoluto foron elixidos para realizar as **composicións**, creadas, como xa se dixo na sección de metodoloxía, cos valores medios dos campos de presión correspondentes a eses días característicos asociados a cada CP. Comprobouse, ademais, que días aleatorios pertencentes a cada composición mostraban un mapa isobárico moi similar ao patrón espacial que representaba o CP correspondente.

As composicións construíronse tanto para a fase negativa como a positiva de cada CP (patrón). É destacable unha maior porcentaxe de días na fase negativa debido ao maior gradiente de presións que presentan as borrascas fronte aos anticiclóns. De feito, houbo casos en que o número de días característicos de fase positiva para a composición foi tan pequeno que non se tiveron en conta no estudo posterior.

A figura 20 mostra, a xeito de exemplo, as composicións correspondentes ao patrón do CP2 de inverno tanto na súa fase positiva como negativa: pódese apreciar a gran similitude entre as composicións mostradas na devandita figura e o patrón do CP2 de inverno mostrado na figura 19.

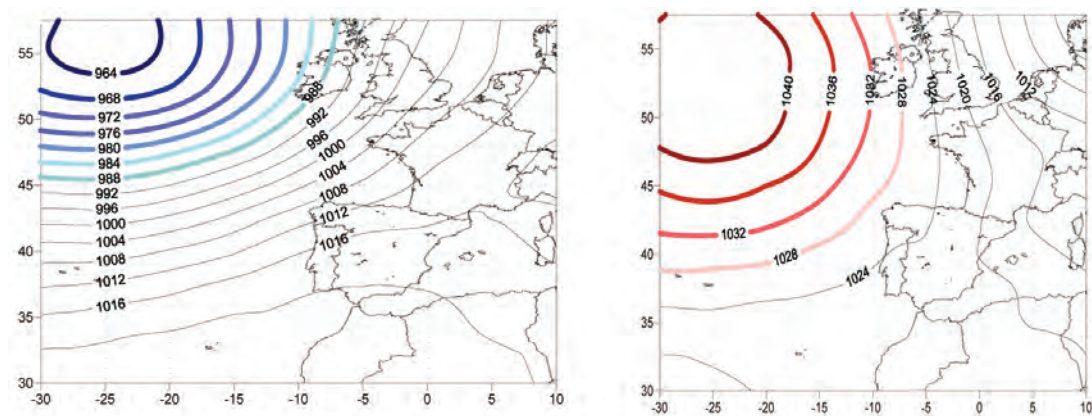


Figura 20: Fase negativa e positiva do patrón espacial correspondente ao CP2 de inverno.

As situacións sinópticas resultantes en cada estación do ano non son absolutamente propias de cada estación, é dicir, cada patrón sinóptico é probable que apareza en todas as estacións, aínda que con distinta frecuencia e intensidade. Así, hai patróns que se repiten en todas as estacións (salvo, en xeral, no verán), mostrando correlacións moi altas entre eles (da orde de 0,9 non mostrada). Non obstante, tamén se observan situacións que manifestan a súa ocorrencia específica nunha estación do ano. A táboa 11 mostra as principais correspondencias entre os compoñentes principais de distintas estacións do ano e a situación sinóptica asociada.

Táboa 11. Correspondencia entre compoñentes principais de distintas estacións do ano.

Situación sinóptica	Inverno	Primavera	Outono
Borrasca situada no Mediterráneo	CP1 inverno negativa	CP1 primavera negativa	CP1 outono negativa
Anticiclón situado no Mediterráneo	CP1 inverno positiva	CP1 primavera positiva	CP1 outono positiva
Borrasca no oeste de Irlanda.	CP2 inverno negativa	CP2 primavera negativa	CP3 outono negativa
Anticiclón no oeste de Irlanda	CP2 inverno positiva		
Borrasca no leste das illas Británicas	CP3 inverno negativa	CP3 primavera negativa	CP2 outono negativa
Borrasca centrada nos Azores	CP4 inverno negativa	CP4 primavera negativa	CP4 outono negativa
Borrasca noroeste de Galicia	CP5 inverno negativa	CP6 primavera negativa	CP5 outono negativa
Anticiclón que afecta ao oeste- noroeste da Península	CP5 inverno positiva	CP5 primavera positiva	CP6 outono positiva
Borrasca situada no sudoeste de Portugal ou noroeste de África		CP5 primavera negativa	CP6 outono negativa

3.4.3. Tendencias nos patróns de circulación

Unha vez caracterizados os patróns espaciais, para poder estudar a evolución da súa frecuencia relativa ao longo dos anos, é necesario engadir gran parte dos días que se rexearon na fase inicial do estudo. Para iso fíxose un estudo estacional de correlación entre cada composición e cada un dos días que pertencen a esa estación. Tras probar varios limiares en correlación (0,65, 0,7, 0,8, 0,9), finalmente clasificáronse dentro de cada grupo aqueles días cunha correlación superior a 0,65, rexeitando aqueles días que mostraron boa correlación con varias composicións. Desta forma, a porcentaxe de días de cada estación aumentou considerablemente e púidose valorar axeitadamente a existencia de tendencia na frecuencia de cada un dos patróns de circulación ao longo do período considerado. Igual que no caso da temperatura e da precipitación, a significación das tendencias foi calculada mediante o test non paramétrico de Tau-Kendall e a pendente foi estimada por axuste de mínimos cadrados nunha regresión lineal simple. A táboa 12 mostra as situacións que mostraron unha pendente significativa e algúns casos que quedaron ao bordo da significación. A figura 21 mostra, como exemplo, a variación interanual e tendencia observada nunha das situacións.

Táboa 12. Tendencias observadas nalgunhas das situacións sinópticas analizadas. Por simplificar só se mostran os casos con pendentes significativas ou próximas á significación (segundo o test de Tau-Kendall).

Situación sinóptica	Compoñente	b	R ²	Prob.
Borrasca no oeste de Irlanda	CP2 inverno negativa	-0,070	0,11	0,0350
Anticiclón que afecta ao oeste-noroeste da Península	CP5 primavera positiva	0,025	0,07	0,0650
Borrasca situada no norte de África, cun anticiclón que afecta totalmente á Península	CP7 primavera positiva	-0,129	0,28	0,0001
Borrasca no mediterráneo que adoita cursar cun potente anticiclón que afecta ao oeste de España.	CP4 verán negativa	-0,040	0,08	0,0850
Anticiclón no mediterráneo. O leste de España atópase nunha situación de pantano barométrico	CP4 verán positiva	0,020	0,05	0,0675
Baixa centrada no norte de África. Galicia atópase baixo situación anticiclónica. A borrasca afecta levemente ao sur de España	CP7 verán negativa	-0,054	0,19	0,0075
Borrasca situada no mediterráneo	CP1 outono negativa	-0,089	0,13	0,0389
Borrasca no oeste de Irlanda.	CP3 outono negativa	0,051	0,03	0,0324
Borrasca noroeste de Galicia	CP5 outono negativa	0,022	0,01	0,0964

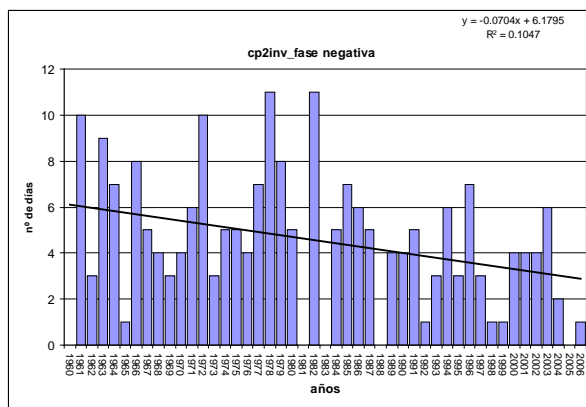


Figura 21. Variación interanual na frecuencia da situación descrita polo CP2 de inverno.

Os resultados máis importantes que se atoparon foron os seguintes (táboa 12):

Diminución do CP2 inverno-negativa: é a situación de borrasca con acusado gradiente bórico ao sur de Islandia. A diminución desta situación implica diminución do número de días con situación de sudoeste, con altas precipitacións e ventos fortes. Esta situación aumenta no outono (corresponde coa CP3 outono-negativa).

Aumento do CP5 primavera-positiva: situacións caracterizadas pola presenza dun anticiclón ao oeste de Portugal, sobre Galicia hai ventos de compoñente oeste.

Diminución do CP7 primavera-negativa: centro de baixas presións ao norte de África e anticiclón centrado nos Azores, traendo ventos de compoñente norte-nordés sobre Galicia.

Neste punto hai que sinalar que tanto o aumento do CP5 primavera-positiva como a diminución do CP7 primavera-negativa poderían estar relacionados coa diminución do afloramento na primavera, indicado na sección de ecosistemas peláxicos mariños deste libro.

No verán hai diminución do CP4 verán-negativa, que é unha situación caracterizada pola presenza dunha borrasca no Mediterráneo e un anticiclón ao oeste da Comunidade, traendo ventos de nor-nordés sobre Galicia. Por outra banda, hai aumento da situación complementaria: anticiclón no Mediterráneo. Este aumento e esta diminución non son significativos, pero ambos os dous atópanse ao bordo da significación.

Pola contra, si é significativa a diminución do CP7 verán-negativa que está relacionado coa diminución de nordés, posto que esta situación é moi similar ao CP7 primavera-negativa.

No outono baixa o CP1 outono-negativa, que é similar ao CP4 verán-negativa, que redonda nunha diminución do nor-nordés. Por outra parte, aumenta o CP3 outono-negativa, que é unha situación na que unha borrasca centrada ao sur de Islandia con alto gradiente bórico impulsa ventos de sudoeste cara a Galicia. Esta situación leva asociada ventos e chuvias fortes. Outra situación de fluxo de sudoeste tamén experimenta un aumento: o CP5 outono-negativa, pero esta queda ao bordo da significación.

Resumindo, poderíase suxerir unha diminución de nor-nordés na primavera e verán e un aumento de sudoeste no outono. Este aumento de situacións de fluxo de SO poderían estar relacionadas co aumento de episodios de precipitación intensa no outono, anteriormente sinalado.

4. CONCLUSIÓN S

- A temperatura anual aumentou 0,18 °C por década no período 1961-2006. O incremento non foi homoxéneo ao longo do período, destacando o aumento abrupto desde 1972, chegando a taxa a duplicarse: 0,36 °C por década.
- O aumento de temperatura foi algo máis pronunciado e xeneralizado nas temperaturas máximas, aínda que a diferenza respecto ao incremento nas mínimas só é significativa na primavera.
- Dentro do ano, o aumento foi maior na primavera e no verán; no inverno, en menor medida.
- No inverno aumentou a temperatura máxima e descendeu o número de días fríos.
- Na primavera aumentou principalmente a temperatura máxima, a frecuencia de días e noites cálidas e descendeu a frecuencia de días fríos.
- O aumento no verán é máis homoxéneo, pero destaca respecto ao resto do ano o papel das temperaturas mínimas, aumentando especialmente a frecuencia de noites cálidas e descendendo a de noites frías.
- No outono só se aprecia un descenso significativo de días e noites frías.
- En precipitación só se aprecian tendencias na cantidade total a nivel mensual. Atópase un descenso significativo en febreiro e aumento en outubro, o que parece apuntar a certo cambio na distribución de chuvia ao longo do ano, ben que o efecto non é sufi-

cientemente forte como para repercutir significativamente no total estacional. Destaca así mesmo a falta de tendencia significativa no mes de marzo, documentada noutros puntos da península Ibérica.

- Os resultados son máis contundentes na análise de extremos de precipitación: aumentan claramente os episodios de chuvia intensa no outono e diminúen na primavera. Ademais, conséntase unha diminución dos períodos de retorno dos eventos extremos de precipitación.
- Ao estudar as tendencias nas situacións sinópticas atopouse unha diminución de situacións de norte e nordés na primavera e no verán. Este descenso podería estar relacionado coa diminución do afloramento que se constata no capítulo 10.
- Por outra banda, aparece un aumento de situacións con predominio de fluxo de sudoeste no outono. Este aumento podería ser o responsable do aumento de chuvia no outono e concretamente, do aumento dos episodios de chuvia intensa no outono.

5. REFERENCIAS

- Abaurrea J. and Cebrián A. C. (2001). Trend and variability analysis on rainfall series and their extreme events. In: *Detecting and modelling regional climate change*, M. Brunet and D. López (eds.), Springer, New York, pp. 191-201.
- Abaurrea J., Asín J., Erdozain O. and Fernández E. (2001). Climate variability analysis of temperature series in the Medium Ebro River Basin. In: *Detecting and modelling regional climate change*, M. Brunet and D. López (eds.), Springer, New York, pp. 109-118.
- Aguilar *et al.* (2005). Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and northern South America, 1961-2003. *Journal of Geophysical Research*, **110**, D23107. doi: 10.1029 /2005JD006119.
- Aguilar E., Brunet M., Saladié O., Sigró J. y López D. (2002). Hacia una aplicación óptima del Standard normal homogeneity test para la homogeneización de series de temperatura. En: *La información climática como herramienta de Gestión Ambiental*. VII reunión nacional de climatología, grupo de climatología de la AGE, J. M. Cuadrat, S. M. Vicente S. M., M. A. Saz (eds), Universidad de Zaragoza, Zaragoza, pp. 41-51.
- Alexander L. V. *et al.* (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Journal of Geophysical Research*, **111**, D05109, doi: 10.1029/2005JD006290.
- Alexandersson H. and Moberg A. (1997). Homogenization of Swedish Temperature Data. Part. I: Homogeneity test for linear trends. *International Journal of Climate*, **17**, 25-37.
- Brown S. J., Caesar J. and Ferro C.A.T. (2008). Global changes in extreme daily temperature since 1950. *Journal of Geophysical Research*, **113**, D05115, doi: 10.1029/2006JD008091.
- Brunet M., Saladié O., Jones P., Sigró J., Aguilar E., Moberg A., Walter A., Lister D. and Almarza C. (2006). The development of a new daily adjusted temperature dataset for Spain (1850-2003). *International Journal of Climatology*, **26**, 1777-1802.
- Brunet M., Casado M.J., De Castro M., Galán P., López J.A., Martín J.M., Pastor A., Petisco E., Ramos P., Ribalaygua J., Rodríguez E. y Torres L. (2007a) *Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España. Primera fase*. Ministerio de Medio Ambiente.

- Brunet M., Jones, P.D., Sigró J., Saladié O., Aguilar E., Moberg A., Della-Marta P.M., Lister D., Walter A. and López D. (2007b). Temporal and spatial temperature variability and change over Spain during 1850-2005. *Journal of geophysical research* **112**, D12117, doi: 10.1029/2006JD008249.
- Brunetti M., Maugeri M., Monti F. and Nanni T. (2006). Temperature and precipitation variability in Italy in the last two centuries from homogenised instrumental time series. *International Journal of Climatology*, **26**, 345-381.
- Casas M.C., Herrero M., Ninyerola M., Pons X., Rodríguez R., Rius A. and Redaño A. (2007). Analysis and objective mapping of extreme daily rainfall in Catalonia. *International journal of climatology*, **27**, 399-409.
- Cruz R. y Lage A. (2006). Análisis de la evolución de la temperatura y precipitación en el período 1973-2004 en Galicia. En: *Clima, sociedad y medioambiente*. Asociación Española de Climatología Serie A, nº5, 113-114.
- Cruz R., Lago A., Lage A., Salsón S. and Pérez-Muñuzuri V. (2007). Trends of temperature and precipitation daily extreme values in Galicia (Northwest Spain) over the second half of the XXth century. 7th EMS Annual Meeting/ 8th European Conference on Applications of Meteorology, El Escorial, Spain.
- DeGaetano A.T. (1996). Recent trends in maximum and minimum temperature threshold exceedances in the northeastern United States. *Journal of Climate*, **9**, 1646-1660.
- Easterling D. R. (1997). Maximum and minimum temperatures for the globe. *Science*, **277**, 364-367.
- Easterling D.R. (2002). Recent changes in frost days and the frost-free season in the United States. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **83**, 1327-1332.
- Easterling D. R., Alexander L. V., Mokssit A. and Detemmerman V. (2003). CCI/CLIVAR Workshop to develop priority climate indices. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **84**, 1403-1407.
- Esteban P., Martín-Vide J. and Masses M. (2006). Daily atmospheric circulation catalogue for western Europe using multivariate techniques. *International Journal of Climatology*, **26**, 1501-1515.
- Esteban Parra M.J., Rodrigo F.S. and Castro-Díez Y. (1995). Temperature trends and change points in the Northern Spanish Plateau during the last 100 years. *International Journal of Climatology*, **15**, 1031-1041.
- Esteban Parra M.J., Rodrigo F.S. and Castro-Díez Y. (1998). Spatial and temporal patterns of precipitation in Spain for the period 1880-1992. *International Journal of Climatology*, **18**, 1557-1574.
- Esteban Parra M. J., Pozo-Vázquez D., Rodrigo F. S. and Castro-Díez Y. (2003). Temperature and precipitation variability and trends in Northern Spain in the context of the Iberian Peninsula climate. In: *Mediterranean Climate: Variability and trends*, H.J. Bolle (ed.), Springer, New York, pp. 259-276.
- EEA Report. (2004). *Impacts of Europe's changing climate*. European Environment Agency, Copenhagen.
- Fernández de Sevilla M. Á. y Rodrigo F. S. (2006). Tendencias e índices de temperaturas diarias extremas en España 1951-2002. En: *Clima, sociedad y medio ambiente*, J.M. Cuadrats, A. Saz, S. M. Vicente, S. Lanjeri, M. De Luis, J. C. González-Hidalgo (eds.), Asociación Española de Climatología, serie A, 5, 137-146.

- Folland C. K., Karl T. R., Christy J. R., Clarke R. A., Grouza G. V., Jouze J., Mann M. E., Oerlemans J., Salinger M. J. and Wang, S. W. (2001). Observed climate variability and change. In: *Climate Change 2001: the scientific basis-contribution of working group I to the third assessment report of the intergovernmental panel on climate change*, Houghton J.T. et al., Cambridge, Univ. Press, New York, pp. 85-97.
- Fontana Tarrat (1977). *Historia del clima en el Finis-Terrae Gallego*. Madrid.
- Frich P., Alexander L. V., Della-Marta P., Gleason B., Haylock M., Klein Tank A. M. G. and Peterson T. (2002) Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. *Climate Research*, **19**, 193-212.
- Instituto Geográfico Nacional. (1992). *Atlas Nacional de España. Climatología*. M.O.P.T. Madrid, España.
- IPPC (2007). *Climate change 2007: The physical science basis*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Jones P. D. and Moberg A. (2003). A hemispheric and large-scale surface air temperature variations: an extensive revision and an update to 2001. *Journal of Climate*, **16**, 206-223.
- Kaiser H. F. (1958). The Varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika*, **23**, 187-200.
- Klein Tank A. M. G. and Können G. P. (2003). Trends in indices of daily temperature and precipitation extremes in Europe, 1946-1999. *Journal of Climate*, **16**, 3665-3680.
- Klein Tank A. M. G., Wijngaard J. B. and Van Engelen A. F. V. (2002). *Climate of Europe. Assessment of observed daily temperature and precipitation records*. KNMI, De Bilt, the Netherlands.
- Kostopoulou E. and Jones P. D. (2007). Comprehensive analysis of the climate variability in the eastern Mediterranean. Part I: map-pattern classification. *International Journal of Climatology*, **27**, 1189-1214.
- Kutzbach J. E. (1967). Empirical Eigenvector of sea-level pressure, surface temperature and precipitation complexes over North America. *Journal of Applied Meteorology*, **6**, 791-802.
- Labajo J. L., Labajo A. L., Marín Q., Piorno A., Morales C. y Ortega M. T. (2006). Análisis del comportamiento reciente de las frecuencias de valores extremos de temperatura en la zona Madrid-Castilla La Mancha. En: *Clima, sociedad y medio ambiente*, Asociación Española de Climatología, serie A, 5, 157-165.
- Lautensach H. (1967). *Geografía de la Península Ibérica*. Omega (Ed.), Barcelona.
- López J. A. (2001) Trends in daily precipitation regimes and their extremes at three observatories in the Iberian Peninsula. In: *Detecting and modelling regional climate change*, M. Brunet and D. López (eds.), Springer, New York, pp. 203-213.
- Lorente, J. M. (1951). Los días de Nevada en España ¿van disminuyendo?. En: *Calendario Meteorológico fenológico (S.M.N.)*, Madrid, pp. 139-153.
- Martínez M. D., Lana X., Burgueño A. and Serra C. (2007). Spatial and temporal daily rainfall regime in Catalonia (NE Spain) derived from four precipitation indices, years 1950-2000. *International Journal of Climatology*, **27**, 123-138.

- Miró J. J. y Estrela M. J. (2004). Tendencia de la temperatura en los meses de julio y agosto en la Comunidad Valenciana en las últimas décadas: cambios en la frecuencia de los días calurosos. En: *El clima entre el mar y la montaña*, J. C. García, C. Diego, P. Fdez. de Arróyabe, C. Gramendia y D. Rasilla (eds.), Publicaciones de la Asociación Española de Climatología, serie A, 4, 389-398.
- MMA (Ministerio de Medio Ambiente) (2002). *Guía resumida del clima en España 1971-2000* Plan Estadístico Nacional 2001-2004. Serie Estadísticas. ISBN 84-8320-179-8.
- Moberg A and Jones P. D. (2005). Trends in indices for extreme in daily temperature and precipitation in central and western Europe 1901-1999. *International Journal of Climatology*, **25**, 1149-1171.
- Moberg A. et al. (2000). Day-to-day temperature variability trends in 160 to 275-year long European instrumental records. *Journal of Geophysical Research*, **105**, D18, 22, 849-22, 868.
- Moberg A. et al. (2006). Indices for daily temperature and precipitation extremes in Europe analyzed for the period 1901-2000. *Journal of Geophysical Research*, **111**, D22106, doi: 10.1029/2006JD007103.
- Nicholls N., Gruza G. V., Jouzel J., Karl T. R., Ogallo L. A. and Parker D. E. (1996). Observed climate variability and change. In: *Climate Change 1995. The Science of Climate Change: contribution of working group I to the Second assessment report of the Intergovernmental Panel of Climate Change*, J. T. Houghton, L. G. Meira Filho, B. A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg, K. Maskell (eds.). Cambridge University Press, Cambridge pp.133-192.
- Pereira P., Morais L., Úbeda X. y Sánchez-Lorenzo A. (2008). Variabilidad de los extremos de precipitación en Portugal durante la segunda mitad del siglo XX. En: *Cambio climático regional y sus impactos*, J. Sigró, M. Brunet y E. Aguilar (eds). Publicaciones de la Asociación Española de Climatología, serie A, 6, 425-436.
- Peterson T. C., Vose R., Schmoyer R. and Razuvaev V. (1998a). Global historical climatology network (GHCN) quality control of monthly temperature data. *International Journal of Climatology*, **18**, 1169-1179.
- Peterson T. C., Easterling D. R., Karl T. R., Groisman P., Nicholls N., Plummer N., Torok S., Auer I., Boehm R., Gullet D., Vincent L., Heino R., Toemenvirta H., Mestre O., Szentimerey T., Salinger J., Førland E., Hanssen-Bauer I., Alexandersson H., Jones P. and Parker D. (1998b). Homogeneity adjustments of in situ atmospheric climate data: a review. *International Journal of Climatology*, **18**, 1493-1517.
- Peterson T. C., Taylor M. A., Demeritte R., Duncombe D. L., Burton S., Thompson F., Poerter A., Mercedes M., Villegas E., Semexant Fils R., Klein Tank A., Martis A., Warner R., Joyette A., Mills W., Alexander L. and Gleason, B. (2002). Recent changes in climate extremes in Caribbean region. *Journal of Geophysical Research-atmospheres*, **107**, D21, doi: 10.1029/2002JD002251.
- Peterson T. C., Zhang X., Brunet-India M. and Vázquez-Aguirre J. L. (2008). Changes in North American extremes derived from daily weather data. *Journal of Geophysical Research*, **113**, D07113, doi: 10.1029/2007JD009453.
- Press W. H., Flannery B. P., Teukolsky S. A. and Vetterling W. T. (1986). *Numerical recipes: the art of scientific computing*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 488-493.

- Prieto L., García-Herrera R., Díaz J., Hernández E. and Del Teso T. (2004). Minimum extremes temperatures over Peninsular Spain. *Global and planetary change*, **44**, 59-71.
- Prill F. (1955). *Schneefall und Schneedecke auf der Iberischen Halbinsel*, Diss., Stuttgart.
- Rodrigo F.S. and Trigo R.M.(2007). Trends in daily rainfall in the Iberian Peninsula from 1951-2002. *International Journal of Climatology*, **27**, 513-529.
- Rodríguez-Puebla C., García-Casado L. A. and Frías M. D. (2002). Trend and interannual variations in air temperature over Iberian Peninsula, paper presented at 13th Symposium on Global Change and Climate Variations, American Meteorological Society, Orlando, Florida, USA.
- Romero R., Ramis C. and Guijarro J. A. (1999). Daily rainfall patterns in the Spanish Mediterranean area: an objective classification. *International Journal of Climatology*, **19**, 95-112.
- Saladié O., Brunet M., Aguilar E., Sigró J. y López D. (2004). Variaciones y tendencia secular de la precipitación en el sistema mediterráneo catalán (1901-2000). En: *El clima entre el mar y la montaña*. J. C. García, C. Diego, P. Fdez. de Arróyabe, C. Gramendia y D. Rasilla (eds.) Publicaciones de la Asociación Española de Climatología, serie A, 4, 399-408.
- Serra C., Bargaño A. and Lana X. (2001). Analysis of maximum and minimum daily temperatures recorded at Fabra Observatory (Barcelona, NE Spain) in the period 1917-1998. *International Journal of Climatology*, **21**, 617-636.
- Stepanek P. (2003). AnClim: a software, specially developed for the homogenisation of climate data. <http://www.sci.muni.cz/~pest>
- Suppiah R. and Hennessy K. J. (1998). Trends in total rainfall, heavy rain events and number of dry days in australia, 1910-1990. *International Journal of climatology*, **10**, 1141-1164.
- You Q., Kang S., Aguilar E. and Yan, Y. (2008). Changes in daily climate extremes in the eastern and central Tibetan Plateau during 1961-2005. *Journal of Geophysical Research*, 113, D07101, doi: 10.1029/2007JD009389.
- Zolina O., Simmer C., Kapala A., Bachner S., Gulev S. and Maechel H. (2008). Seasonally dependent changes of precipitation extremes over Germany since 1950 from a very dense observational network. *Journal of Geophysical Research*, **113**, D06110, doi: 10.1029/2007JD008393.

ANEXO I - PRECIPITACIÓN

Resultados do control de calidade e homoxeneización (SNHT) nas estacións en que se pode calcular a anomalía respecto ao período 1971-2000. Nas estacións sen sombrear púidose analizar individualmente a tendencia no período 1961-2006. A serie rexional obtívose facendo a media do conxunto das estacións da táboa, pero eliminando as estacións subliñadas para evitar a sobrerepresentación de zonas de alta densidade de estacións e excluír algunha serie dubidosa (casos con máis dun 15% de *missings*, en roxo).

Os anos mostrados en cursiva indican que se utilizou só un subperíodo da serie completa. Neses casos a porcentaxe de datos perdidos indicada fai referencia a ese subperíodo.

* A estación de Pontevedra-Mourente foi excepcionalmente alongada empalmándoa con Pontevedra-instituto.

ESTACIÓNS METEOROLÓXICAS ANALIZADAS					CONTROL DE CALIDADE DIARIO					SNHT
ESTACIÓN	altitude	utm _x	utm _y	período analizado	correlación obs-esp	perdidos (%)	outliers (%)	sospeit. (%)	validación boa (%)	saltos corrixidos
MONTEVENTOSO	245	555218	4814650	1951 1995	0,84	1,5	1,03	1,17	49,9	-
FENE-MANIÑOS	30	565241	4811963	1954 2006	0,74	1,7	1,00	1,12	26,6	-
AS PONTES	343	592248	4811137	1947 2006	0,78	1,7	0,88	0,96	34,3	-
ARANGA, A REBORICA	500	583238	4783251	1975 1996	0,85	2,5	1,16	1,06	73,1	-
BETANZOS	38	564078	4792360	1941 2006	0,70	5,7	0,93	0,87	29,5	1985; 1976
S, ANDRÉS, MEIRAMA	200	545876	4784192	1977 2006	0,90	7,8	0,78	1,00	100,0	-
A CORUÑA, E. COMPLETA	58	547040	4801846	1930 2006	0,82	0,3	0,96	0,93	46,0	1955
<u>A CORUÑA, AEROPORTO</u>	97	550423	4794867	1971 2006	0,94	0,2	1,05	0,98	96,7	-
PRESARAS	410	573828	4766297	1951 1996	0,78	8,1	0,76	0,85	32,5	-
MONTAOS, ORDES	306	546910	4765072	1948 2006	0,80	0,5	1,18	1,01	48,0	-
SANTIAGO, LAVACOLLA	364	546787	4749893	1943 2006	0,81	0,4	1,22	1,10	50,2	-
MELIDE	454	580539	4753661	1976 2004	0,85	11,9	1,13	0,87	57,3	-
<u>HERBÓN, PADRÓN</u>	58	529742	4731753	1940 1999	0,80	1,7	1,22	1,11	54,5	-
PONTECESURES	20	528724	4730576	1959 2004	0,82	4,3	1,07	1,04	73,9	-
<u>DODRO, A POZA</u>	270	523965	4732162	1973 1997	0,84	4,9	1,16	1,04	88,7	-
CORÓN	20	516116	4714403	1977 2006	0,80	9,2	1,02	1,01	67,1	-
<u>PONTEVEDRA, MOURENTE *</u>	107	531551	4698786	1963 2006	0,93	0,0	1,08	1,26	100,0	-
<u>SALCEDO</u>	40	529555	4695508	1958 2006	0,85	1,2	1,20	1,05	78,9	-
LOURIZÁN	60	527746	4695497	1958 2005	0,89	0,6	1,22	1,02	87,7	-
<u>MARÍN, ESCOLA NAVAL</u>	14	524532	4693946	1974 1994	0,93	2,0	0,98	1,25	100,0	-
FORNELOS, G.C.	360	545153	4687078	1976 2006	0,77	10,5	1,15	0,92	58,1	-
REDONDELA	20	532407	4681702	1976 1997	0,81	7,1	1,08	1,13	83,0	-

ESTACIONES METEOROLÓXICAS ANALIZADAS						CONTROL DE CALIDADE DIARIO					SNHT
ESTACIÓN	altitude	utm _x	utm _y	período analizado		correlación obs-esp	perdidos (%)	outliers (%)	sospeit. (%)	validación boa (%)	saltos corrixidos
VIGO, PEINADOR	255	530376	4674753	1957	2006	0,90	0,5	1,17	1,02	93,6	-
LUGO, COLEXIO FINGOI	450	617787	4763148	1966	2006	0,83	5,9	1,03	0,96	46,7	-
SARRIA, BARREIROS GRANXA	550	629819	4737598	1945	2006	0,72	5,4	0,91	0,87	11,7	1985; 1971
S. VICENTE, VALDEORRAS	648	659274	4702260	1947	1995	0,80	3,2	1,10	1,22	56,0	-
VILARIÑO DE CONSO, R. GRANDE	1040	636378	4669221	1965	1996	0,91	4,2	0,96	0,81	81,8	-
VILARIÑO DE CONSO, R. PEQ.	1000	637750	4664773	1965	2001	0,92	5,5	1,00	0,77	83,4	-
A VENTA, BOLAÑOS	1040	629574	4658447	1976	1995	0,80	2,1	1,00	1,03	76,9	1988
VIANA DO BOLO	733	655840	4671630	1955	2003	0,78	1,2	0,91	1,01	38,5	-
CASTIÑEIRA	1046	646303	4672197	1965	2006	0,81	5,8	0,94	1,11	72,4	-
AS TABOAZAS	992	628604	4676295	1965	1995	0,78	6,2	0,73	0,96	47,7	1973
CHANDREXA DE QUEIXA	1300	633634	4680739	1965	1995	0,89	4,9	0,90	1,13	94,8	-
RABAL	950	632753	4684888	1965	2006	0,90	1,8	0,80	1,02	84,9	-
ACIVEIROS	978	637771	4689459	1965	2006	0,84	6,4	0,72	1,33	82,9	-
CRUZ DE OUTEIRO	790	653608	4710465	1967	2006	0,78	2,7	0,92	1,15	60,6	-
PONTE LOR	400	636197	4707943	1967	2006	0,81	4,9	0,75	1,04	79,0	1997; 1989
SAS DO MONTE	990	628051	4685263	1967	1995	0,83	2,4	0,94	1,20	79,6	-
SUSPIAZO	1020	627911	4680386	1967	1996	0,86	7,6	0,84	1,06	94,4	-
HEDRADA, PARADA DO SIL	860	619535	4687736	1974	2006	0,79	4,3	0,90	1,17	54,9	1997
A POBRA DO BROLLÓN, VEIGA	400	630552	4716783	1950	2006	0,74	8,9	0,83	1,03	28,9	1996
MONFORTE, E. AGRÍCOLA	363	622366	4709074	1960	2003	0,81	18,2	0,72	0,79	55,8	-
VELLE	240	596486	4690866	1974	1995	0,83	6,7	0,94	1,32	77,2	-
OURENSE, GRANXA DEP.	143	593908	4686883	1972	2006	0,84	2,5	1,09	1,14	78,4	-
XUNQUEIRA, ALTO RODICIO	700	614085	4685022	1947	2002	0,74	17,7	0,79	0,91	13,0	1979; 1969
MACEDA, E. CAP. AGRARIA	600	611174	4680810	1976	2006	0,76	4,9	1,00	1,10	30,2	-
ALLARIZ	766	598955	4669830	1959	2006	0,81	1,6	1,23	0,93	51,9	1975
PONTEAREAS-CANEDO	50	541961	4669723	1938	2006	0,84	5,0	0,98	1,03	54,8	-
PARAMÓS, GUILLAREI	45	532015	4657025	1970	2006	0,86	0,6	1,07	1,27	99,6	-
O PORRIÑO, GRANXA DO LOURO	29	531509	4667509	1967	1993	0,82	2,5	0,99	0,90	49,3	-
VILADERREI	657	616223	4652508	1956	2006	0,75	1,5	1,35	0,87	1,8	-
XINZO DE LIMIA	600	605566	4657431	1947	2006	0,72	3,8	1,07	0,92	2,6	-

ANEXO II - TEMPERATURA

Resultados do control de calidade e homoxeneización nas estacións seleccionadas para obter a serie rexional de temperatura. En gris sinálanse as estacións en que non se pode analizar a tendencia no período 1961-2006, pero si calcular a anomalía respecto ao período 1971-2000. Os anos mostrados en cursiva indican que se utilizou só un subperíodo da serie completa. Neses casos a porcentaxe de datos perdidos que se mostra corresponde a ese subperíodo.

Con asterisco indícanse aquelas series que foron excepcionalmente ampliadas con series que presentaban moi boa correlación e posición e características similares. Así Lourizán alongouse ata o 2006 a partir dos datos da estación automática situada na actualidade no seu mesmo lugar; Lugo, colexio Fingoi, alongouse dous anos cara atrás a partir de Lugo-instituto; Ourense, granxa deputación, ampliouse de 1972 a 1952 a partir de Ourense-instituto e en Pontevedra fusionáronse as estacións de Pontevedra-instituto e Pontevedra-Mourente, comezando así en 1964.

A serie rexional obtívose facendo a media do conxunto das estacións da táboa, pero eliminando as estacións subliñadas para evitar a sobrerrepresentación de zonas de alta densidade de estacións.

ESTACIONES METEOROLÓGICAS ANALIZADAS TMAX					CONTROL DE CALIDADE DIARIO				SNHT	
ESTACIÓN	altitude	utmx	utmy	período analizado	correlación obs-esp	perdidos (%)	outliers (%)	sospeit. (%)	validación boa (%)	saltos corrixidos
ABADÍN-FRAGAVELLA	600	625647	4812391	1969 2004	0,91	15,1	1,06	3,87	36,3	-
MONTEVENTOSO	245	555218	4814650	1961 1995	0,96	4,9	1,14	3,41	81,1	1971
AS PONTES	343	592248	4811137	1975 2006	0,95	2,6	1,03	2,58	57,2	-
<u>ARANGA, A REBORICA</u>	500	583238	4783251	1975 1996	0,93	4,2	0,59	4,78	82,8	-
A CORUÑA, E. COMPLETA	58	547040	4801846	1948 2006	0,97	1,2	0,69	4,00	78,2	1998
A CORUÑA, AEROPORTO	97	550423	4794867	1971 2006	0,97	0,5	1,44	3,73	100,0	-
<u>PREŠARAS</u>	410	573828	4766297	1952 1997	0,91	6,3	1,22	4,34	44,4	1981; 1961
SANTIAGO, LAVACOLLA	364	546787	4749893	1961 2006	0,98	0,0	1,11	4,07	81,4	1984
HERBÓN, PADRÓN	58	529742	4731753	1961 1999	0,96	1,7	1,33	3,44	53,1	-
<u>PONTEVEDRA*</u>	107	531551	4698786	1964 2006	0,99	0,7	0,85	4,08	100,0	1975; 1978
<u>SALCEDO</u>	40	529555	4695508	1950 2006	0,95	3,0	1,1	3,54	84,2	1985; 1970
LOURIZÁN*	60	527746	4695497	1958 2006	0,96	0,2	1,82	3,04	98,3	1975; 1968
FORNELOS, ESTACAS,	759	550590	4685202	1974 2006	0,92	11,5	1,19	3,54	87,6	-
VIGO, PEINADOR	255	530376	4674753	1961 2006	0,98	0,1	0,66	3,99	100,0	-
LUGO, COLEXIO FINGOI*	450	617787	4763148	1964 2006	0,96	6,7	1,23	3,85	99,4	1985; 1980
SARRIA, BARREIROS GRANXA'	550	629819	4737598	1943 2006	0,95	7,5	0,86	3,57	68,4	-
A POBRA DO BROLLÓN, VEIGA	400	630552	4716783	1951 2006	0,93	12,3	0,80	4,10	58,0	1991
MONFORTE, E. AGRÍCOLA.	363	622366	4709074	1958 2003	0,95	13,6	0,95	3,44	77,3	-
FORTEFIZ, VILAR DE COLES	200	595929	4698109	1949 2000	0,92	15,0	0,28	2,32	26,3	-
OURENSE, GRANXA DEP*	143	593908	4686883	1952 2006	0,97	1,7	0,93	4,36	74,0	1958

ESTACIONES METEOROLÓXICAS ANALIZADAS TMAX					CONTROL DE CALIDADE DIARIO					SNHT
ESTACIÓN	altitude	utm _x	utm _y	período analizado	correlación obs-esp	perdidos (%)	outliers (%)	sospeit. (%)	validación boa (%)	saltos corrixidos
PONTEAREAS, CANEDO	50	541961	4669723	1938 2006	0,96	5,2	0,93	2,89	69,8	-
PARAMÓS, GUILLAREI	45	532015	4657025	1968 2006	0,96	0,8	1,10	3,53	99,9	1975; 1984
XINZO DE LIMIA	600	605566	4657431	1947 2006	0,92	2,4	0,88	4,06	23,2	1980; 1972; 1960

ESTACIONES METEOROLÓXICAS ANALIZADAS TMIN					CONTROL DE CALIDADE DIARIO					SNHT
ESTACIÓN	altitude	utm _x	utm _y	período analizado	correlación obs-esp	perdidos (%)	outliers (%)	sospeit. (%)	validación boa (%)	saltos corrixidos
ABADÍN-FRAGAVELLA	600	625647	4812391	1969 2004	0,84	15,3	0,38	3,90	1,6	-
MONTEVENTOSO	245	555218	4814650	1961 1995	0,92	4,9	1,19	3,62	41,2	1971
AS PONTES	343	592248	4811137	1975 2006	0,86	2,9	0,30	2,84	10,9	-
ARANGA, A REBORICA	500	583238	4783251	1975 1996	0,83	4,77	0,93	3,85	19,1	-
A CORUÑA, E. COMPLETA	58	547040	4801846	1948 2006	0,95	1,2	0,88	3,98	63,4	1971; 1958
A CORUÑA, AEROPORTO	97	550423	4794867	1971 2006	0,94	0,5	0,51	4,00	77,5	1990
PREŠARAS	410	573828	4766297	1952 1997	0,82	6,3	0,29	4,22	12,5	-
SANTIAGO, A LAVACOLLA	364	546787	4749893	1961 2006	0,94	0,0	0,85	4,23	67,0	1984
HERBÓN, PADRÓN	58	529742	4731753	1942 1999	0,90	2,5	0,80	3,85	42,1	-
PONTEVEDRA*	107	531551	4698786	1964 2006	0,95	0,66	0,70	4,21	100,0	1970; 1968
SALCEDO	40	529555	4695508	1950 2006	0,95	3,0	1,1	3,54	84,2	1985; 1970
LOURIZÁN*	60	527746	4695497	1958 2006	0,91	3,04	0,94	3,72	59,6	1985-
FORNELOS, ESTACAS,	759	550590	4685202	1974 2006	0,87	11,7	0,63	4,21	40,5	-
VIGO, PEINADOR	255	530376	4674753	1961 2006	0,96	0,0	0,79	4,07	100,0	-
LUGO, COLEXIO FINGOI*	450	617787	4763148	1964 2006	0,91	7,1	0,61	4,08	45,7	1984
SARRIA, BARREIROS GRANXA	550	629819	4737598	1943 2006	0,91	5,7	0,42	3,35	41,7	1974
A POBRA DO BROLLÓN, VEIGA	400	630552	4716783	1951 2006	0,87	13,7	0,58	3,78	30,6	1991
MONFORTE, E. AGRÍCOLA	363	622366	4709074	1958 2003	0,89	13,7	0,78	3,66	49,3	-
FONTEFIZ, VILAR DE COLES	200	595929	4698109	1949 2000	0,88	15,0	0,190,28	2,50	4,5	1985; 1976
OURENSE, GRANXA DEP*	143	593908	4686883	1952 2006	0,93	1,7	0,67	4,63	73,1	1976; 1967
PONTEAREAS, CANEDO	50	541961	4669723	1938 2006	0,92	2,0	0,47	2,91	64,5	1970
PARAMÓS, GUILLAREI	45	532015	4657025	1968 2006	0,92	0,9	0,42	4,05	68,5	1975; 1984
XINZO DE LIMIA	600	605566	4657431	1947 2006	0,83	2,4	0,38	4,05	11,7	1985; 1967



ANEXO III: BALANCE HÍDRICO

TOMADO DE: *José A. Vega, Cristina Fernández, Enrique Jiménez y Ana D. Ruiz (2009). BALANCE HÍDRICO. En: (Xunta de Galicia, Ed.), Evidencias e Impactos do Cambio Climático en Galicia. 195-208 pp.*

BALANCE HÍDRICO

J. Cancelo González, M. E. Rial Rivas, F. Díaz-Fierros Viqueira

Dpto. Edafoloxía e Química Agrícola. Facultade de Farmacia. USC

Campus Sur. 15782 Santiago de Compostela.

Correo_e: edcancel@usc.es, edmitas@usc.es, eddfierr@usc.es

RESUMO

Estúdase o poder evaporante da atmosfera en catro estacións meteorolóxicas de Galicia desde o ano 1969 ata 2004. Os datos de evaporación en baño-clase A, con series de máis curta duración, presentan todos unha tendencia non significativa á diminución. A evapotranspiración potencial, calculada pola fórmula de Turc (1961) baseada na temperatura e na radiación incidente, amosa unha tendencia ao incremento deste parámetro, malia que as tendencias da radiación son dun xeito xeral e significativo na maioría dos casos de diminución como consecuencia dun incremento da nebulosidade no período estudado. O balance hídrico resultante (déficits e excedentes de auga anuais) da relación entre a demanda en auga determinada pola ETP e a oferta, pola precipitación, non sinala ningunha tendencia significativa, agás o caso de Santiago de Compostela no relativo ao exceso de auga anual, que se incrementa. O cálculo do balance hídrico polo método do Thorthwaite-Matter (1955), que ten en conta a evapotranspiración real, tampouco sinala tendencias significativas nos valores anuais. Só nos valores mensuais do contido en auga utilizable polas plantas, do mes de xuño, se aprecia unha tendencia significativa á súa diminución.

SUMMARY

A study into the evaporating power of the atmosphere at four meteorological stations in Galicia from 1969 to 2004. The evaporation data in class A pan, which has shorter series, all reveal a decreasing trend, albeit not significant. The potential evapotranspiration, calculated using the Turc formula (1961) based on temperature and incidental radiation, shows an increasing trend for this parameter, in spite of the fact that the radiation tendencies in most cases are generally and significantly decreasing, as a result of an increase of cloud cover during the study period. The resulting water balance (deficits and surpluses of annual water) of the relationship between the water demand established by the ETP and availability, by precipitation, does not show any significant trend, except in the case of Santiago de Compostela, which increases with regard to the excess of annual water. The calculation of the water balance using the Thorthwaite-Matter (1955) method, which takes the real evapotranspiration into account, does not display significant tendencies in the annual values either. Only a significant decreasing trend is detected in the monthly values for the volume of water used by plants in the month of June.

INTRODUCCIÓN

O balance hídrico pódese definir como a relación que existe entre a oferta e a demanda meteorolóxicas de auga. A oferta relaciónase coa precipitación recollida e a demanda coa evaporación, ou mellor co parámetro definido como evapotranspiración. A relación que se pode establecer a diferentes escalas temporais (anuais, mensuais, etc.) entre estes dous parámetros que determinan a oferta e a demanda en auga dunha localidade é o mellor xeito de definir o concepto que podemos denominar como “economía da auga”. E así, as situacións de déficit en auga que caracterizan os períodos de secas pódense avaliar perfectamente dun xeito cuantitativo a partir do balance hídrico. Igualmente, os excesos de precipitación, tamén avaliábles, pódense

relacionar cos caudais dos ríos, as recargas dos acuíferos ou con determinados eventos extremos como as cheas, alagamento de terras, etc.

Neste traballo analizarase a evolución temporal do balance hídrico de observatorios meteorolóxicos característicos do clima galego. Nel farase unha breve consideración sobre os datos de evaporación recollidos na comunidade galega e, finalmente, un estudo sobre a evolución da evapotranspiración e dos parámetros necesarios para a súa determinación. Por último, definirase o balance hídrico para as series máis características do clima galego.

Evaporación

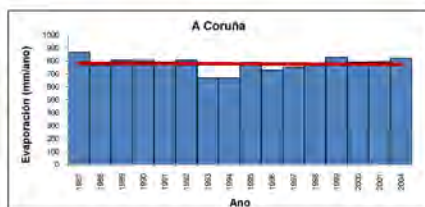
En Galicia realízanse medidas de evaporación en garita meteorolóxica mediante o evaporímetro Piche desde os inicios dos observatorios máis antigos, no século XIX (Santiago de Compostela, A Coruña, A Guarda, etc.). Polo tanto, poderíanse recoller series centenarias deste parámetro. Non obstante, está hoxe perfectamente establecido que a pequena dimensión da superficie evaporante deste aparello introduce fortes distorsións na medida cando quere ser utilizada como referencia da evaporación de auga de superficies dunha certa dimensión, cultivos, bosques, lagoas, encoros, etc. Por iso, esta medida foi substituída, nas estacións meteorolóxicas, sobre todo a partir da segunda metade do pasado século, polas medidas de evaporación en baño, que mediante coeficientes sinxelos poden servir como unha boa referencia do poder evaporante da atmosfera (Smith, 1990).

As primeiras medidas, contrastadas e publicadas, de evaporación en baño do tipo US clase A efectuadas en Galicia foron as realizadas por Díaz-Fierros e Paz González en Santiago de Compostela para o período 1969-1977¹. Posteriormente, foron continuadas por un período de tres anos por Méndez Domenech, E., no colexio Fingoi de Lugo. A partir dos anos oitenta, o SMN comezou a súa medida nas estacións completas do servizo, polo que serán estas series as que poidan servir de referencia da evolución temporal deste parámetro en Galicia. Despois de realizar unha pormenorizada depuración das bases de datos correspondentes, puidéronse establecer series temporais de medidas de evaporación para os seguintes observatorios: A Coruña, Santiago-A Lavacolla, Lugo-Rozas, Ourense-Granxa Deputación e Pontevedra-Mourente.

A diminución que se observa nos datos da evaporación en baño no conxunto dos observatorios galegos que a miden (agás nos casos da Coruña e Mourente) non ten aínda unha lonxitude suficiente de anos (entre 9 e 16 anos) como para tirar conclusións estatisticamente significativas. De todas maneiras, son datos que concordan con outros estudos de carácter máis xeral noutros países (Wild *et al.*, 2004; Walter *et al.*, 2004; Hobbins *et al.*, 2004 ou Quian *et al.*, 2006) nos que se observa este mesmo comportamento para as últimas décadas, coincidencia que serviría para reforzar a validez dos resultados atopados en Galicia, situación que sería xustificada pola diminución da radiación incidente, que é un dos parámetros que ten maior influencia sobre a evaporación. Esta diminución da radiación poderíase explicar, á súa vez, polo incremento de aerosois na atmosfera como consecuencia da contaminación (IPCC, 2007). En Galicia non é importante a presenza de aerosois na atmosfera agás no contorno das térmicas das Pontes e Meirama e nas cidades de Vigo e A Coruña (Consellería de Medio Ambiente, 2007), polo que habería que especular con fenómenos de máis longo alcance como causa desta probable diminución da radiación nas últimas décadas.

¹ Existiron medidas en baño desde comezos dos sesenta nalgúns encoros galegos de saltos do Sil, pero na actualidade son de moi difícil ou case imposible localización.





Nº anos observados	16
Desde	1987
Ata	2004
Pendente	-0,487
t	-0,164
Sig.	0,872



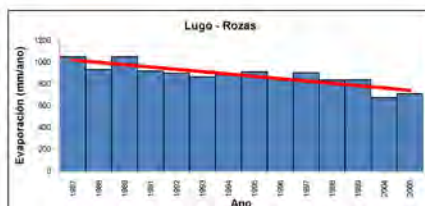
Nº anos observados	9
Desde	1994
Ata	2005
Pendente	-27,737
t	-1,98
Sig.	0,088



Nº anos observados	13
Desde	1991
Ata	2005
Pendente	-0,636
t	-0,134
Sig.	0,904



Nº anos observados	16
Desde	1987
Ata	2004
Pendente	-8,865
t	-2,776
Sig.	0,047



Nº anos observados	14
Desde	1987
Ata	2005
Pendente	-21,370
t	-5,891
Sig.	=0,001

Figura 1. Valores da evaporación en baño-clase A nos observatorios da Coruña, Lugo-Rozas, Ourense-Granza Deputación e Pontevedra-Mourente. En vermello exprésase a tendencia da serie e no recadro da dereita os estatísticos correspondentes.

Evapotranspiración

Este é un termo que define moito mellor a demanda en auga da atmosfera que o propio de evaporación. Desde un punto de vista físico, estase a falar nos dous casos do mesmo proceso de cambio de estado da auga de líquido a vapor, pero, cando se fala dos métodos de medida, no caso de evaporación refírese ao cambio de estado dunha superficie de auga libre, mentres que no da evapotranspiración o proceso é moito máis complexo, pois ten en conta simultaneamente a evaporación das superficies vexetais e a transpiración a partir dos estomas das plantas. Existen aparellos para a súa medida, pero, tendo en conta a dificultade da súa instalación e mantemento, o máis corrente é o seu cálculo mediante fórmulas de diferente grao de complexidade. Nelas é importante distinguir dúas situacións que van incidir sobre as características das fórmulas: o cálculo da ET (evapotranspiración) en situacións dun abastecemento óptimo da auga das plantas polo solo, a denominada evapotranspiración potencial ou ETP, e cando existe déficit de auga no solo, ou ET real ou actual (ETR). No primeiro caso resulta, na práctica, un parámetro dependente de factores climáticos, que se pode interpretar como “o poder evaporante do aire”, e no segundo hai que ter en conta, ademais, factores edáficos e vexetais, polo que as fórmulas e métodos de cálculo resultan bastante máis complexos.

Para o cálculo da ETP existen moitas fórmulas, pero como exemplo das máis significativas e utilizadas poderíanse sinalar as que teñen base só na temperatura, como a de Thornthwaite (1948); na temperatura e na radiación, como a de Turc (1961), e na temperatura, radiación, humidade do aire e velocidade do vento, como a de Penman (1960). As tres foron avaliadas en Galicia con medidas experimentais por Díaz-Fierros e Guitián (1971) e por Paz González e Díaz-Fierros (1978), chegándose á conclusión de que é a de Penman a que fornece un mellor axuste, seguida pola de Turc e, finalmente, pola de Thornthwaite. Para este estudo poderíase ter utilizado a de Penman, pero, despois dunha análise dos datos de vento que precisa esta fórmula para o cálculo do seu importante termo aerodinámico, chegouse á conclusión de que na maioría das estacións completas galegas non existía garantía de que este parámetro fose medido ao longo de toda a serie temporal dunha maneira homoxénea e rigorosa. Por este motivo, desbotouse a utilización da fórmula de Penman e decidiuse empregar a de Turc, que precisaba só medidas de radiación e de temperatura, parámetros para os que existían series longas e de garantía.

No caso das series de temperatura, foron suficientemente analizadas neste mesmo libro (Cruz *et al.*, 2008), demostrándose o incremento continuado deste parámetro ao longo de, cando menos, os últimos trinta anos. Para o caso da radiación, as medidas directas mediante radiómetros con base en termopares (que son os máis recomendables) teñen en Galicia aínda pouca extensión temporal, polo que non podían ser utilizadas neste estudo sobre a evolución da ET das últimas décadas. Porén, o cálculo da radiación mediante a fórmula de Amgstron, que toma como base as medidas de horas de sol, demostrou que ofrecía suficiente garantía e rigor, sobre todo despois dun debido axuste das constantes da fórmula (Paz González e Díaz-Fierros, 1981). Neste caso, as medidas de horas de sol mediante o piranómetro de Cambell-Stokes, ademais de ser sinxelas e susceptibles de poucos erros, dan lugar en Galicia a varias series temporais de longa duración. Para este estudo escolléronse as series da Coruña, Santiago-Observatorio, Vigo-Peinador e Lugo-Rozas-Punto Centro para o período 1969-2004.

A análise das medidas de horas de sol dos catro observatorios, dentro das agardadas variacións interanuais, presenta nos casos dos observatorios máis influídos polas borrascas atlánticas do oeste unha tendencia á súa diminución ao longo do período estudado que só resulta significativa a un nivel de P igual a 0,05, no caso de Vigo. Así mesmo, as medias móbiles decenais dos catro observatorios mostran un mínimo no contorno do ano 1983, seguido dun máximo menos significativo no contorno do ano 1990. Esta tendencia á diminución da insolación, agás no caso da Coruña,



podería estar relacionada co incremento da nebulosidade, xa comentado, detectado por diferentes autores desde os anos cincuenta do pasado século (Dai *et al.*, 2006). De todas maneiras, estes datos non se axustan ben con outros nos que se detectan un incremento das horas de sol a partir dos anos noventa e, sobre todo, cos datos de satélite, de nebulosidade en altura, que ofrecen datos moi contraditorios (IPCC, 2007). En calquera caso, o posible incremento da nebulosidade como consecuencia da contaminación por aerosois considérase na actualidade unha cuestión aberta (IPCC, 2007) e, por suposto, a lixeira tendencia observada nos observatorios galegos á diminución das horas de sol (só significativa nun deles) polo incremento da nebulosidade non se contradí co estado científico actual da cuestión.



Figura 2. Datos de horas de sol dos observatorios de Santiago de Compostela, Vigo, A Coruña e Lugo para o período 1969-2004. Preséntase en vermello a media móbil decenal e nos estatísticos do recadro dereito os correspondentes á tendencia da serie.

No cálculo da radiación incidente mensual mediante a fórmula de Armstrong interveñen, ademais das horas de sol, a duración da insolación máxima diaria, que depende da latitude, e a irradiancia solar no límite da atmosfera, que, así mesmo, se calcula como un valor constante dependente só da latitude. Neste último caso, habería que sinalar que a escala secular existe unha variación cíclica da irradiancia, dependente das manchas solares, pero, tendo en conta que a súa variabilidade é inferior ao 0,1% (Fröhlich, 2004), non se valorou neste estudo. Os datos da radiación incidente, loxicamente, traducen a mesma tendencia á súa diminución, que foi observada no caso das horas de sol, polo que só se consignan os seus valores anuais para os catro observatorios estudados, na táboa 1.

Táboa 1. Radiación incidente, calculada mediante a fórmula de Amgstrom (expresada en cal. cm⁻². ano⁻¹) para os observatorios da Coruña, Vigo, Santiago de Compostela e Lugo para o período 1969-2004.

Santiago de Compostela

Ano	Xaneiro	Febreiro	Marzo	Abril	Maio	Xuño	Xullo	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Decembro	Media
1968	118,57	123,51	206,88	282,41	354,18	389,26	370,02	320,99	224,51	169,15	110,34	58,60	227,4
1969	103,06	174,52	192,53	280,89	302,22	347,37	437,25	371,87	224,51	207,68	122,54	59,72	235,3
1970	87,13	131,05	231,01	302,10	359,61	328,84	391,66	332,05	245,01	232,80	112,15	75,91	235,8
1971	90,90	198,29	241,45	241,50	301,44	353,01	370,02	315,09	282,60	204,33	135,19	79,26	234,4
1972	98,03	133,94	199,70	311,95	308,42	353,01	363,83	343,85	259,36	162,45	117,57	61,95	226,2
1973	116,48	152,49	263,62	339,98	323,16	424,71	361,51	374,82	262,78	198,19	151,91	68,37	253,2
1974	83,65	152,96	217,84	316,49	372,95	394,90	452,25	366,04	218,36	177,42	114,86	80,01	245,6
1975	105,75	144,84	195,59	289,22	346,50	370,73	394,75	377,47	234,76	173,95	122,99	85,20	236,8
1976	142,13	149,71	231,99	309,68	368,14	443,24	394,75	329,47	259,36	147,99	124,34	58,38	246,6
1977	107,05	117,25	205,70	291,50	296,02	368,31	344,43	327,18	281,92	173,95	101,30	67,03	223,5
1978	100,55	126,99	203,68	243,77	310,44	336,90	404,33	372,90	271,67	205,11	135,19	51,46	230,2
1979	104,45	133,48	185,48	280,13	332,08	428,74	418,71	336,33	265,51	163,57	127,06	62,70	236,5
1980	99,25	148,09	197,62	330,13	310,44	356,23	399,54	340,90	259,36	170,49	113,50	70,49	233,0
1981	121,34	165,94	171,33	293,77	247,94	404,57	389,96	308,90	218,36	146,26	147,39	52,32	222,3
1982	105,75	136,73	234,01	339,22	324,87	298,23	318,08	331,76	236,81	158,38	95,88	55,78	219,6
1983	108,34	120,49	213,79	230,14	284,00	373,15	296,52	270,04	257,31	199,92	104,01	79,14	211,4
1984	83,65	159,45	205,70	277,86	264,76	351,40	363,60	361,47	255,26	184,34	94,52	61,84	222,0
1985	105,75	133,48	197,62	273,32	305,63	334,48	354,02	359,19	271,67	205,11	110,79	62,70	226,1
1986	87,55	112,38	193,57	243,77	344,10	375,57	413,91	304,33	218,36	179,15	118,92	59,24	220,9
1987	104,45	143,22	207,73	243,77	384,97	358,65	387,56	336,33	238,86	134,14	112,15	60,97	226,1
1988	86,25	161,07	211,77	236,95	269,57	332,06	346,83	352,33	269,62	161,84	139,25	80,88	220,7
1989	138,24	169,19	229,97	259,68	368,14	385,23	413,91	350,04	290,12	194,72	89,10	48,00	244,7
1990	103,15	123,74	268,39	255,13	370,54	361,06	416,31	372,90	269,62	163,57	112,15	74,82	240,9
1991	107,05	148,09	191,55	311,95	401,79	385,23	363,60	363,76	255,26	179,15	113,50	69,63	240,9
1992	140,83	185,42	215,40	265,00	348,91	327,23	380,37	318,04	247,06	147,99	94,52	67,03	228,2
1993	106,50	188,67	231,99	257,41	264,76	365,90	428,29	356,90	216,31	158,38	108,08	48,86	227,7
1994	91,45	131,86	240,08	296,04	300,82	411,82	361,21	302,04	238,86	156,64	121,63	59,24	226,0
1995	87,55	136,73	229,97	355,13	334,48	423,90	342,04	356,90	232,71	179,15	95,88	60,11	236,2
1996	91,45	141,60	219,86	289,22	312,84	421,48	385,40	313,47	259,36	175,68	95,88	60,97	230,6
1997	99,25	133,48	298,71	316,49	298,42	298,23	387,56	295,18	275,77	168,76	87,75	54,92	226,2
1998	96,65	187,04	246,14	232,41	353,71	375,57	387,56	388,90	210,16	161,84	114,86	67,03	235,2
1999	95,10	173,94	223,84	283,16	335,80	394,90	387,02	327,63	229,98	155,75	125,70	61,95	232,9
2000	126,12	132,78	253,84	209,68	313,85	384,43	360,74	335,74	258,68	159,10	91,81	43,81	222,5
2001	73,72	170,46	152,09	298,31	354,18	402,15	338,33	325,41	302,42	155,75	136,09	78,98	232,3
2002	85,87	133,36	238,84	293,01	335,80	346,56	373,88	338,69	240,91	155,19	80,97	52,46	223,0
2003	107,25	125,83	202,96	273,32	386,75	351,40	359,97	327,63	272,35	163,01	103,56	54,42	227,4
2004	90,49	186,12	213,40	311,95	334,79	399,73	359,97	304,77	257,31	141,79	127,96	69,77	233,2

Vigo

Ano	Xaneiro	Febreiro	Marzo	Abril	Maiο	Xuño	Xullo	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Decembro	Media
1950	133,7	138,3	242,0	364,6	346,2	367,5	420,5	391,0	269,9	198,0	96,4	63,7	252,7
1951	90,7	131,2	237,5	336,4	380,5	422,5	424,3	383,6	278,1	206,4	101,0	67,2	255,0
1952	81,4	200,2	179,2	318,8	378,1	446,8	469,2	349,5	295,3	149,5	134,8	60,2	255,3
1953	130,3	191,4	291,8	300,5	398,3	429,0	423,6	402,9	283,0	196,8	137,6	67,2	271,0
1954	121,0	177,4	194,3	357,7	411,6	431,4	472,3	351,0	263,0	205,3	110,6	80,2	264,7
1955	78,8	137,1	252,5	334,1	361,0	403,9	426,7	384,3	313,9	209,3	140,3	60,7	258,6
1956	106,5	214,2	241,4	304,3	399,1	443,5	419,7	348,1	243,8	228,4	139,4	69,9	263,2
1957	124,4	124,8	186,4	363,8	378,9	395,0	459,2	389,5	269,9	223,9	146,3	70,8	261,1
1958	112,9	167,5	192,3	351,6	360,2	380,4	383,3	351,0	250,0	217,7	158,2	50,2	247,9
1959	89,0	205,4	189,0	289,1	371,9	398,2	429,0	360,6	284,3	191,8	119,3	47,5	247,9
1960	101,4	134,2	210,0	351,6	366,5	433,8	417,4	358,4	267,8	169,2	106,5	59,6	248,0
1961	98,8	167,5	294,4	257,1	371,9	423,3	439,0	416,2	274,7	166,4	121,1	57,2	257,3
1962	112,0	206,6	202,1	326,5	399,1	454,1	439,0	378,4	243,8	213,8	123,9	65,9	263,8
1963	101,8	130,7	202,1	341,7	434,9	407,9	437,5	379,2	278,8	220,0	103,3	71,3	259,1
1964	140,1	166,9	202,8	308,2	364,9	420,9	438,3	399,9	280,9	218,3	149,9	81,0	264,3
1965	116,3	197,9	211,3	312,7	423,2	410,4	423,6	408,8	265,8	181,1	114,3	49,1	259,5
1966	85,6	125,4	310,1	307,4	423,2	346,5	463,0	365,8	296,0	175,4	127,5	73,7	258,3
1967	112,0	180,9	260,4	363,1	327,6	479,9	403,4	361,4	242,4	186,1	137,6	77,8	261,1
1968	126,5	134,7	235,5	301,3	370,3	463,8	420,5	357,7	230,7	173,7	117,5	62,4	249,5
1969	103,1	187,3	211,9	302,1	343,1	386,1	473,1	398,4	247,2	204,2	133,0	60,7	254,2
1970	90,3	144,7	260,4	344,8	324,5	373,2	455,3	365,8	285,0	256,6	119,7	79,7	258,3
1971	95,4	213,0	248,6	289,9	311,3	398,2	397,2	298,4	311,8	230,1	156,8	77,3	252,3
1972	105,2	140,6	206,0	347,0	354,8	398,2	384,8	382,9	276,8	173,7	124,3	63,4	246,5
1973	127,4	182,1	284,6	361,5	346,2	450,8	418,1	370,3	289,8	195,2	157,3	78,6	271,8
1974	96,7	169,2	244,0	342,5	319,8	401,5	466,1	377,7	261,6	216,0	130,7	93,8	260,0
1975	115,4	144,7	235,5	357,0	380,5	423,3	430,5	399,9	255,5	202,5	145,8	92,2	265,2
1976	150,3	176,8	257,1	344,0	419,3	471,8	431,2	364,4	291,2	162,4	133,0	59,9	271,8
1977	108,2	126,0	234,2	330,3	350,1	406,3	392,6	355,5	307,7	203,6	110,1	71,8	249,7
1978	103,6	139,8	212,9	249,5	342,3	359,4	445,3	388,0	289,8	217,7	139,9	52,8	245,1
1979	104,9	148,0	202,8	297,5	344,7	439,5	418,9	372,0	289,8	179,2	139,9	61,2	249,9
1980	99,6	148,0	210,9	357,0	354,3	403,1	423,7	367,4	294,0	184,5	130,3	78,0	254,2
1981	128,6	177,4	188,6	318,1	272,4	434,6	440,5	376,6	248,6	167,0	152,2	54,5	246,6
1982	119,4	151,2	251,5	340,9	354,3	342,4	339,7	388,0	246,5	165,3	104,2	56,2	238,3
1983	118,1	134,9	239,3	228,9	286,9	415,2	313,3	300,8	256,8	202,0	98,7	72,1	222,2
1984	86,4	164,3	221,0	288,3	330,2	378,8	385,3	381,2	273,3	182,7	94,6	62,0	237,4
1985	111,5	141,4	206,8	267,8	356,7	405,5	387,7	381,2	273,3	207,2	120,7	62,9	243,6
1986	90,4	116,9	198,7	276,9	361,6	427,4	435,7	342,1	230,0	188,0	123,4	64,5	238,0
1987	115,4	152,9	212,9	226,6	421,8	383,7	426,1	344,4	256,8	140,8	120,7	59,5	238,5
1988	89,0	164,3	243,3	251,7	325,4	369,1	394,9	399,5	312,5	186,2	138,5	88,1	246,9
1989	136,6	166,0	245,4	263,2	373,6	429,8	438,1	360,5	308,4	195,0	89,1	50,3	254,7
1990	106,2	123,4	281,9	292,9	390,5	383,7	426,1	388,0	285,7	170,5	128,9	75,5	254,4
1991	112,8	151,2	204,8	315,8	424,2	427,4	387,7	383,5	271,3	186,2	115,2	69,6	254,1
1992	140,5	190,5	249,4	329,5	364,0	352,1	438,1	346,7	277,5	186,2	101,5	67,1	253,6
1993	118,1	208,5	249,4	283,8	286,9	388,5	457,3	385,8	234,1	170,5	119,3	50,3	246,0
1994	108,8	139,8	253,5	334,1	327,8	444,3	416,5	346,7	263,0	161,8	127,5	58,7	248,5
1995	103,6	148,0	255,5	366,1	356,7	434,6	363,7	385,8	244,5	189,7	97,3	58,7	250,3
1996	89,0	152,9	229,1	322,6	330,2	439,5	416,5	344,4	258,9	198,5	108,3	63,7	246,1
1997	111,5	136,5	312,3	315,8	311,0	330,3	430,9	351,3	298,1	179,2	94,6	56,2	244,0
1998	100,9	193,8	263,6	256,3	356,7	434,6	430,9	392,6	228,0	182,7	122,0	77,1	253,3
1999	112,5	196,7	232,2	298,2	325,3	423,3	418,1	370,3	248,6	167,5	142,6	64,3	250,0
2000	137,2	148,2	282,0	210,6	341,6	426,5	384,8	374,0	285,0	173,2	95,5	43,4	241,8
2001	81,0	184,4	163,5	325,7	392,9	439,5	367,0	342,9	304,3	164,7	154,5	82,7	250,3
2002	96,3	152,3	244,0	334,8	323,7	386,1	417,4	382,1	245,1	161,9	91,4	55,9	240,9
2003	123,5	134,7	248,5	280,7	421,7	385,3	401,1	365,8	291,9	178,8	108,3	59,6	250,0
2004	95,9	196,1	225,7	348,6	364,9	418,5	426,7	345,1	284,3	160,7	142,2	76,4	257,1

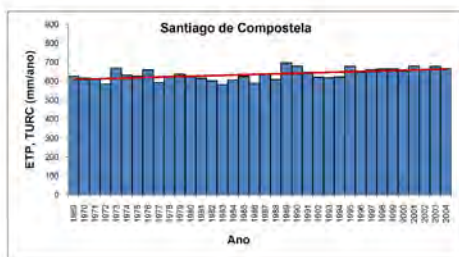
Lugo

Ano	Xaneiro	Febreiro	Marzo	Abril	Maio	Xuño	Xullo	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Decembro	Media
1969	92,1	163,6	178,1	261,8	307,7	342,4	412,3	338,5	209,8	198,2	104,2	56,7	222,1
1970	89,7	118,3	209,9	308,4	338,7	349,6	386,0	323,9	258,6	206,5	113,9	69,5	231,1
1971	91,7	190,6	238,5	275,0	303,1	340,8	345,2	311,4	288,4	202,1	119,3	75,6	231,8
1972	86,4	136,1	197,6	302,4	304,7	340,8	375,3	329,0	260,6	174,5	104,6	62,5	222,9
1973	97,5	144,7	250,8	299,4	320,9	394,5	329,8	331,9	254,5	182,8	142,8	66,3	234,7
1974	83,1	144,7	205,4	308,4	326,3	371,3	391,4	340,7	225,4	153,6	94,4	69,2	226,2
1975	94,6	145,9	183,3	273,9	320,1	377,7	392,2	344,4	213,9	161,9	112,2	72,7	224,4
1976	116,4	153,3	237,2	264,8	356,4	417,7	375,3	333,4	240,3	148,7	109,1	56,7	234,1
1977	99,5	124,1	216,4	272,4	288,4	348,0	327,4	315,8	257,9	175,1	105,5	64,2	216,2
1978	93,0	118,9	211,2	236,3	326,3	343,2	384,5	346,6	247,1	184,5	114,4	59,9	222,2
1979	87,6	136,7	182,7	269,3	327,1	376,9	401,5	323,1	245,1	153,1	108,2	58,1	222,4
1980	89,3	141,8	198,9	327,2	294,6	343,2	375,3	343,7	257,3	167,4	111,7	67,4	226,5
1981	94,2	158,5	183,3	274,6	272,2	374,5	371,4	298,9	226,1	136,0	126,8	49,4	213,8
1982	86,4	125,2	230,1	335,4	310,1	313,6	321,3	306,3	241,0	158,6	91,7	43,3	213,6
1983	101,6	123,5	198,9	224,3	266,8	376,1	288,9	271,8	247,8	174,5	87,7	62,8	202,1
1984	70,4	133,2	207,3	280,6	256,0	334,4	372,9	345,9	260,0	171,2	88,6	57,0	214,8
1986	79,2	112,4	184,1	233,3	324,1	364,9	370,6	323,4	212,5	171,6	112,6	64,7	212,8
1987	100,8	136,5	206,2	244,6	364,9	331,2	341,9	309,7	232,8	132,3	96,6	66,5	213,7
1988	81,8	141,3	212,3	240,1	271,4	316,8	349,1	355,2	271,5	180,1	128,6	81,8	219,2
1989	111,0	147,7	228,4	266,6	343,3	340,8	392,1	327,9	287,8	188,6	92,6	56,6	232,0
1991	107,2	144,5	178,1	278,4	362,5	369,7	332,4	341,5	230,8	168,2	101,9	70,1	223,8
1992	123,8	165,4	210,3	280,6	345,7	304,8	353,9	293,8	238,9	139,1	96,6	60,2	217,8
1993	104,7	183,0	224,3	240,1	276,2	336,0	385,0	339,3	214,5	163,0	107,3	51,2	218,7
1994	91,9	141,3	228,4	267,1	312,2	372,1	339,5	316,5	226,7	164,7	116,6	58,4	219,6
1995	85,6	144,5	210,3	316,7	333,7	400,9	334,8	350,6	220,6	190,4	97,9	62,9	229,1
1996	91,9	136,5	228,4	273,9	305,0	393,7	380,2	280,2	251,2	175,0	92,6	62,0	222,5
1997	83,0	126,8	244,5	312,2	293,0	302,4	337,2	291,5	251,2	164,7	92,6	56,6	213,0
1998	99,6	171,8	242,5	228,8	338,5	355,2	368,2	346,1	220,6	161,3	99,3	66,5	224,9
1999	93,4	153,9	220,3	276,1	301,6	368,1	376,8	342,2	228,8	154,2	109,9	61,6	223,9
2000	120,9	129,8	241,7	204,0	310,1	386,5	350,6	340,7	249,8	150,9	85,9	49,4	218,4
2001	77,4	163,6	145,0	282,1	338,7	374,5	335,2	324,6	244,4	150,9	109,1	65,7	217,6
2003	90,5	128,1	209,9	268,6	366,5	339,2	330,5	328,3	259,3	147,0	103,3	60,2	219,3
2004	85,2	147,9	204,7	302,4	334,0	390,5	344,4	308,5	251,2	154,2	114,4	71,2	225,7

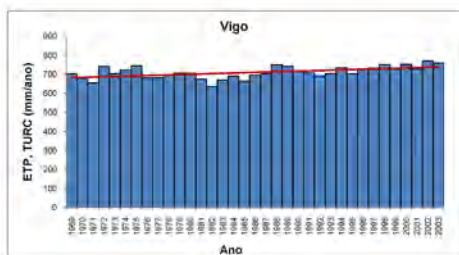
A Coruña

Ano	Xaneiro	Febreiro	Marzo	Abril	Maio	Xuño	Xullo	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Decembro	Media
1965	102,52	170,99	210,77	229,13	360,06	305,36	392,93	350,48	209,96	166,14	110,16	54,86	221,9
1966	89,87	140,12	268,47	289,81	360,83	328,16	403,72	331,45	241,06	152,43	98,23	56,33	229,9
1967	98,44	172,13	234,11	301,05	311,41	386,56	367,49	332,18	225,51	167,23	120,77	75,42	232,5
1968	118,02	143,55	203,64	298,06	348,47	377,35	361,33	312,42	238,36	185,33	113,70	62,50	230,2
1969	100,07	172,13	202,34	272,58	319,13	320,56	405,26	319,74	239,71	205,62	110,16	62,20	227,5
1970	96,40	131,54	234,11	314,54	333,03	329,36	383,68	321,21	268,11	222,07	114,59	75,13	235,3
1971	104,96	186,42	233,46	236,62	302,14	335,75	344,37	302,91	291,78	211,10	126,52	78,06	229,5
1972	95,17	131,54	188,73	293,56	290,56	335,75	354,39	312,42	254,59	165,04	109,72	65,73	216,4
1973	107,82	137,83	239,94	308,55	326,85	416,54	347,46	321,94	244,44	171,07	131,83	68,66	235,2
1974	87,42	138,97	209,47	295,81	342,30	377,35	410,65	375,37	226,86	165,04	117,24	87,75	236,2
1975	107,74	147,09	201,76	280,08	326,31	357,35	396,86	363,73	236,33	179,35	114,59	83,55	232,9
1976	125,44	148,69	235,92	304,80	359,83	388,55	387,30	334,23	266,76	153,85	109,28	68,08	240,2
1977	107,74	132,68	215,83	291,31	292,80	350,15	327,57	320,62	250,53	184,45	109,28	71,72	221,2
1978	93,83	140,69	201,76	235,12	311,95	326,16	361,02	368,27	232,27	199,75	129,18	60,79	221,7
1979	97,62	140,69	191,71	275,58	335,89	393,35	394,47	320,62	256,61	165,75	113,26	66,26	229,3
1980	92,56	151,89	203,77	320,53	321,52	338,15	394,47	318,35	260,67	169,15	114,59	67,17	229,4
1981	106,47	159,90	193,72	280,08	266,46	398,15	353,85	291,12	222,13	145,35	133,15	57,15	217,3
1982	105,21	142,29	243,96	331,77	295,19	316,56	301,29	313,81	222,13	167,45	97,34	58,06	216,3
1983	101,42	118,28	191,71	235,12	288,01	338,15	272,62	245,74	246,47	186,15	100,00	74,45	199,8
1984	81,18	140,69	215,83	286,82	280,83	352,55	341,91	343,31	248,50	174,25	101,32	58,06	218,8
1985	101,42	137,49	205,78	275,58	314,34	342,95	351,46	350,12	242,41	203,15	103,97	68,08	224,7
1986	87,50	118,28	179,65	248,61	323,92	342,95	382,52	297,93	203,87	155,55	121,22	60,79	210,2
1987	105,21	132,68	199,75	259,85	355,04	328,56	351,46	334,23	230,24	148,75	107,95	66,26	218,3
1988	78,65	147,09	213,82	244,11	280,83	352,55	359,79	320,62	250,53	170,85	123,87	85,37	219,0
1989	124,18	169,50	231,90	248,61	377,05	396,55	396,78	343,31	299,21	192,95	93,36	62,62	244,7
1990	105,21	132,68	266,07	268,84	378,98	345,35	384,91	329,70	252,56	167,45	107,95	83,55	235,3
1991	119,12	143,89	203,77	293,56	380,91	362,15	342,83	334,23	250,53	181,05	102,65	67,17	231,8
1992	120,38	158,29	211,81	264,34	335,89	297,36	346,69	297,93	252,56	148,75	97,34	70,81	216,8
1993	107,74	183,91	233,91	264,34	292,80	330,95	404,49	354,14	236,33	172,55	118,56	53,51	229,4
1994	93,83	137,49	211,81	266,59	307,16	398,95	342,83	318,35	250,53	174,25	129,18	68,99	225,0
1995	92,56	151,89	213,82	345,26	339,98	403,75	349,00	366,59	242,41	192,95	107,95	69,81	239,7
1996	102,68	151,89	229,89	309,29	331,10	407,75	396,86	327,43	270,81	184,45	100,00	69,90	240,2
1997	103,94	140,69	288,18	320,53	331,10	354,95	387,30	309,27	268,79	181,05	94,69	60,79	236,8
1998	100,15	183,91	245,97	262,09	350,25	378,95	358,63	366,00	230,24	181,05	121,22	74,45	237,7
1999	102,11	174,42	229,57	283,07	330,71	390,95	378,28	347,56	247,82	177,70	123,87	61,62	237,3
2000	123,32	137,26	269,12	233,62	316,04	378,95	353,62	357,80	260,00	163,39	98,67	51,04	228,6
2001	81,71	184,13	173,82	298,81	350,02	406,15	341,29	339,50	289,75	180,39	139,79	81,88	238,9
2002	92,32	141,26	230,80	293,56	328,40	322,16	341,29	338,50	257,29	177,10	94,25	57,51	222,9
2003	103,33	141,83	204,93	277,08	381,68	338,95	385,22	340,97	268,11	174,91	111,05	64,85	232,7
2004	97,21	193,85	223,09	311,54	354,65	375,75	383,68	331,45	256,61	159,56	126,96	66,10	240,0

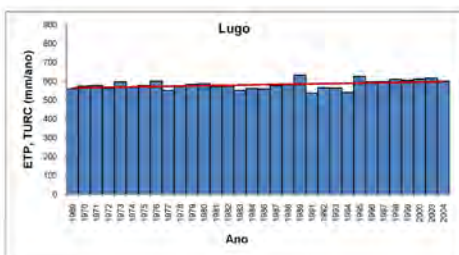
O cálculo da ETP realizouse, en consecuencia, a partir da fórmula de Turc (1961), na que interveñen un parámetro como a temperatura, que manifesta unha tendencia crecente nas últimas décadas, e outro como a radiación incidente, que manifesta na maioría dos observatorios unha tendencia oposta. Os resultados do cálculo para as diferentes series temporais analizadas confirman en todos os casos unha tendencia significativa ao seu incremento ao longo do período estudado. Este resultado indica que, cando menos coa fórmula de Turc (1961) a influencia da temperatura sobre os valores da demanda evapotranspirante en auga da atmosfera é superior que a da radiación incidente. O incremento desta demanda no período de 36 anos estudado é aproximadamente de 50 mm de auga.



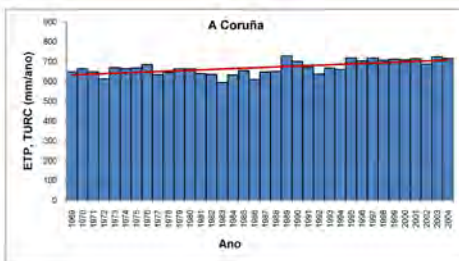
Nº anos observados	36
Desde	1969
Ata	2004
Pendente	1,569
t	3,791
Sig.	0,001



Nº anos observados	36
Desde	1969
Ata	2004
Pendente	1,584
t	3,677
Sig.	0,001



Nº anos observados	32
Desde	1969
Ata	2004
Pendente	1,052
t	2,477
Sig.	0,019



Nº anos observados	36
Desde	1969
Ata	2004
Pendente	2,125
t	4,745
Sig.	< 0,001

Figura 3. Valores da evapotranspiración potencial (ETP) determinados pola fórmula de Turc (1961) para o período 1969-2004 nos observatorios da Coruña, Santiago de Compostela, Vigo e Lugo.

Balance hídrico

Neste caso realízanse dous tipos de balance: o sinxelo ou elemental, no que se relacionan só os datos a nivel mensual da oferta, como precipitación, e da demanda, como ETP, e o de Thornthwaite-Matter (1955) no que se ten en conta xa a ET real, é dicir, cando existe déficit de auga no solo. No primeiro caso teríamos un índice que nos definiría os valores dos excesos e déficits de auga a escala mensual e anual como indicadores das principais trazas da economía da auga, e no segundo, obteríamos uns valores dos que se poderían extraer conclusións perfectamente aplicables a situacións reais. O primeiro balance sería aplicable sobre todo á caracterización climática e o segundo caso a cuestións concretas, como as necesidades de rega, alimentación de acuíferos, xénese de caudais, etc.

Os valores dos déficits de auga anuais que se corresponden coa suma dos valores negativos dos meses en que a demanda en auga como ETP supera a oferta como precipitación non manifestan en todos os observatorios ningunha tendencia significativa. En cambio os excesos de auga anuais que se corresponden coa suma dos superávits de auga dos meses en que a oferta é superior á demanda ofrece un comportamento bastante variable dependente, sobre todo da variabilidade da chuvia invernal. E así, existe o caso da Coruña, sen tendencia ningunha; os de Vigo e Lugo, con tendencia negativa; e, finalmente, o de Santiago de Compostela, con tendencia positiva, que, por outro lado, é a única claramente significativa ($P < 0,01$). A interpretación destas diferenzas entre as chuvias invernales, que non corresponden a este capítulo, sería a explicación deste comportamento, un tanto caótico, dos excesos de auga do balance hídrico dos observatorios galegos analizados.

O cálculo do balance hídrico segundo o método de Thornthwaite-Matter (1955) realizouse só co observatorio de Santiago de Compostela, considerando unha reserva máxima en auga do solo de 100 mm e uns valores de escoamento directo do 5%. Os valores da ETR manifestan, igual que coa ETP, unha tendencia ao incremento tamén significativa, pero cuns valores que son aproximadamente 100 mm inferiores. Os valores da auga utilizable polas plantas do solo ao longo deste período manifestan unha certa variabilidade, pero sen ningunha tendencia significativa. Só no mes de xuño se aprecia unha tendencia á diminución dunha certa significación ($P < 0,1$) que podería estar relacionada coa seca de primavera que se detecta como a única tendencia significativa da precipitación mensual en Galicia.

Finalmente, os excesos e os déficits de auga anuais, calculados a partir dos valores de ETR determinados por este método, manifestan unhas tendencias moi semellantes ás determinadas a partir da ETP, e dicir, de incremento significativo no primeiro caso e sen tendencia no segundo.



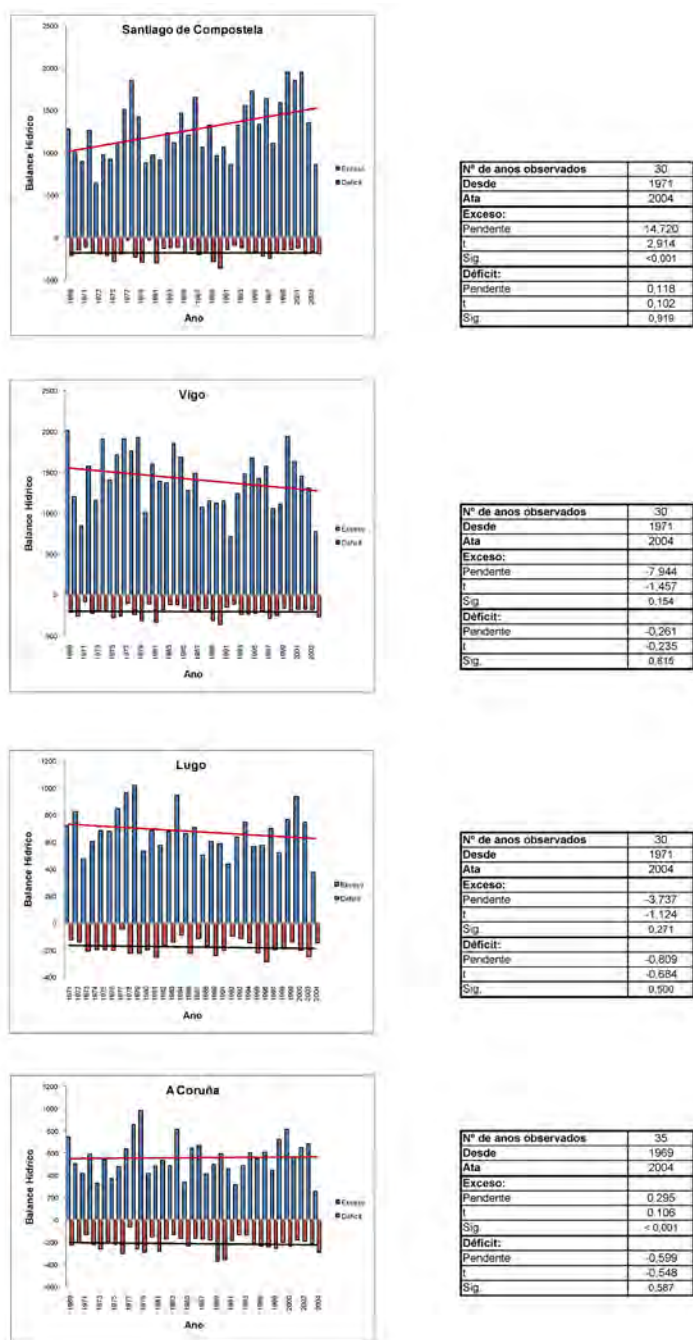


Figura 4. Valores dos excesos e dos déficits de auga correspondentes aos balances hídricos (P -ETP) dos observatorios de Santiago de Compostela, A Coruña, Vigo e Lugo. As tendencias dos excesos preséntanse en liña vermella, e as dos déficits, en liña negra. Os estatísticos correspondentes ás tendencias do exceso e do déficit aparecen nos recadros da dereita.

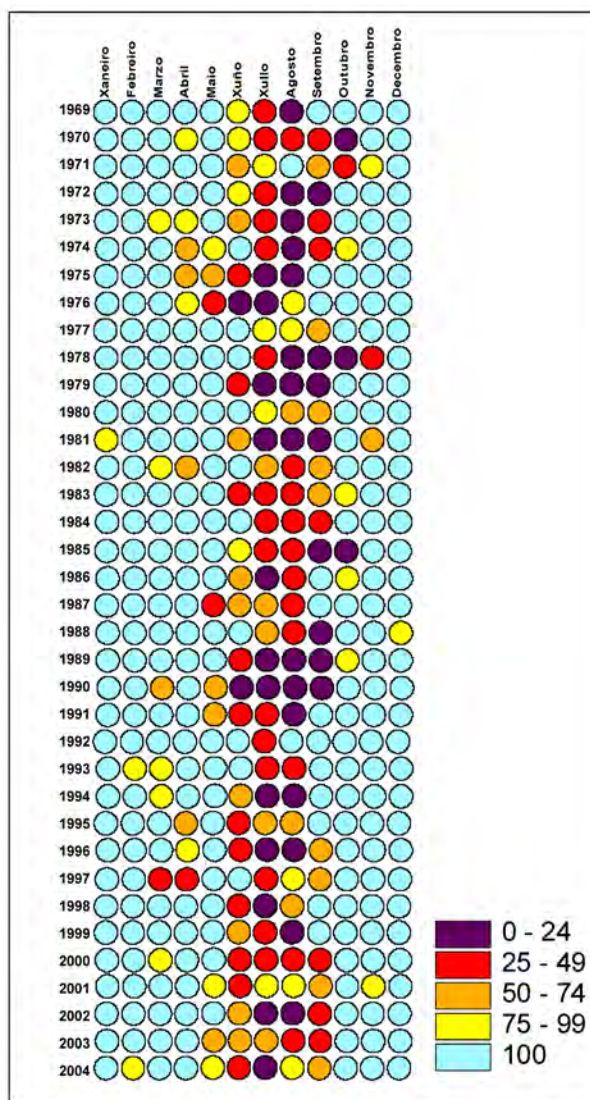


Figura 5. Evolución da reserva mensual de auga do solo utilizable polas plantas no período 1969-2004 en Santiago de Compostela calculada polo método de Thornthwaite-Matter (1955) (Reserva máxima en auga do solo = 100 mm. Escoamento directo = 5 %).

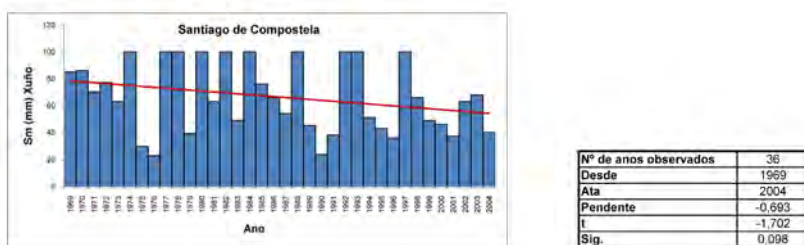


Figura 6. Evolución da reserva en auga do solo utilizable polas plantas, para o mes de xuño, en Santiago de Compostela no período 1969-2004 calculado polo método de Thornthwaite-Matter (1955).

CONCLUSIÓNS

A demanda evaporante en auga da atmosfera vén determinada por un factor termorradiativo e por outro aerodinámico, segundo recolle a clásica e recoñecida fórmula de Penman (1960). O termo aerodinámico dependente da velocidade do vento non puído ser avaliado pola irregularidade das medidas e a falta de información en moitos casos sobre as condicións de instalación dos anemómetros. Polo tanto, agardando que se poida realizar máis adiante un estudo pormenorizado deste parámetro que permita, cando menos, a reconstrución dalgunha serie histórica, neste estudo vai ser considerado soamente o factor termorradiativo. Por outra parte, segundo os estudos de Paz González e Díaz-Fierros, este factor é o máis importante dos dous, xa que determina, para as condicións de Santiago de Compostela, o 60-80% da demanda evaporante da atmosfera.

Os dous termos que interveñen no factor termorradiativo (temperatura e radiación incidente sobre a superficie da terra) poden ser considerados a partir da fórmula de Turc (1961), da que se demostrou o seu bo axuste ás condicións climáticas de Galicia (Díaz-Fierros, 1975). En relación coa temperatura, xa se puído demostrar en diferentes capítulos deste libro o carácter ascendente que manifesta na maioría dos observatorios galegos a partir da década dos setenta. A radiación incidente, en cambio, cando se determina a partir da fórmula de Armstrong, que toma como base as horas de sol, amosa un comportamento pouco definido, pero que en xeral tende a diminuír nas series históricas analizadas. Esta diminución atribuíble ao descenso das horas de sol por un incremento da nebulosidade atopouse en moitos outros puntos de Europa, polo que ten un certo carácter xeneralizable. A cuestión, malia que aberta aínda en moitos puntos, poderíase explicar pola influencia da contaminación por aerosois sobre a formación das nubes.

O resultado da interacción da temperatura e a radiación sobre a evapotranspiración potencial amosa unha maior importancia do primeiro factor, polo que o resultado final é o dun incremento da demanda evaporante da atmosfera ao longo dos últimos 33-36 anos que se pode estimar, como termo medio, da orde dos 50 mm.

O balance hídrico resultante da relación entre a oferta en auga pola precipitación e a demanda pola evapotranspiración potencial sinala o carácter determinante do primeiro factor, tanto polos valores absolutos como pola variabilidade interanual. Deste xeito, a indefinición que, en xeral, mostra a precipitación no relativo ás tendencias de evolución nas últimas décadas transmítese tamén ao balance hídrico, de tal maneira que as evolucións que poderían ser observadas no déficit e no exceso de auga terían que ser explicadas polo comportamento estacional da precipitación.

O cálculo da evapotranspiración real que xa ten en conta o factor limitante da auga do solo mostra igualmente o carácter determinante da precipitación sobre os diferentes termos do balance hídrico real, de tal xeito que de novo non aparecen tendencias definidas nas series históricas das últimas décadas. Unicamente no mes de xuño se aprecia unha tendencia á diminución, dunha certa significación, que podería estar relacionada coa seca de primavera que se detecta como a única tendencia significativa da precipitación mensual en Galicia.

BIBLIOGRAFÍA

- Cruz R., Lago A., Lage A., Rial M.E., Díaz-Fierros F. e Salsón S. (neste volume) Evolución recente do clima de Galicia. Tendencias observadas en variables meteorolóxicas.
- Dai A. *et al.* (2006). Recent trend in cloudiness over the United States: A tale of monitoring inadequacies. *Bulletin of the American Meteorology Society* **87**, 597-606.
- Datos de calidade do aire (2007). Consellería de Medio Ambiente
- Díaz-Fierros F. (1975). *Contribución a la Climatología Agrícola de Galicia*. Universidade de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela.
- Díaz-Fierros F. and Guitián F., (1971). Medidas de evaporación y evapotranspiración potencial en Santiago de Compostela (Galicia). *Anal. Edafol.* **XXX** (9-10), 993-1004.
- Fröhlich C. and Lean J. (2004). Solar daiative output and its variability. Evidence and mechanisms. *Astronm. Astrophys. Res.*, **12**, 273-320.
- Hobbins M. T., Ramírez J. A. and Brown, T. C. (2004). Trends in pan evaporation and actual evapotranspiration across the conterminous U.S. Paradoxical or complementary? *Geophysical Research Letters*, **31** L13503, doi : 10/10029/2004 GL 019846.
- I.P.C.C. *Climate Change (2007). The Physical Science Basis*. Cambridge Univ. Press.
- Paz González A. and Díaz-Fierros F. (1978). Evaporación y evapotranspiración potencial en Santiago de Compostela durante el período 1969-1975. *Anal. Edafol.* **XXXVII** (3-4), 363- 374.
- Paz González A. and Díaz-Fierros F. (1988). Medida directa de la radiación y cálculo indirecto a partir de la insolación en *Avances sobre la Investigación en Bioclimatología (Balvo de Pablos, ed.)* Madrid pp 467-476
- Penman H. L. (1960). Weather, Plant and Soil, factors in Hydrology. *Weather*, **XVI**, 207-219.
- Quian Y. *et al.* (2006). More frequent cloud-free sky and less surface solar radiation in China. *Geophysical Research Letters* **33** L01812, doi: 10. 1029 /2005 GL 024586.
- Smith M. (1990). *Report on the expert consultation on procedures for revision of FAO Guideliness for prediction of crop water requirements*. FAO. Roma.
- Thornthwaite C. W. (1948). An approach toward a Rational Clasification of Climate. *Geogr. Rev. Ann.*, **XXXVIII**. New York.
- Thornthwaite C. W. and Matter J. R. (1955) *The Water Balance*. Drexel Inst. Technol. Lab. Climatol. New Jersey.
- Turc L. (1961). Evaluation des Besoins en eau d'irrigation. Evapotraspiration potentialle. *Ann. Agron.*, **12**, 13-49.
- Walter M. T. *et al.* (2004). Increasing evapotranspiration from the conterminous United States. *Journal of Hydrometeorology*, **5**, 405-408.
- Wild M. A., *et al.* (2004). On the consistency of trends in radiation and temperature records and implications for the global hydrological cycle. *Geophysical Research Letters*, **31** L 11201, doi: 10. 1029/2003 GL 019188.



ANEXO IV: TENDENCIAS DOS CAUDAIS MEDIOS, MÁXIMOS E MÍNIMOS NAS BACÍAS GALEGAS DESDE 1970

TOMADO DE: *M. E. Rial Rivas, M. Álvarez Enjo y F. Díaz-Fierros Viqueira (2009). TENDENCIAS DOS CAUDAIS MEDIOS, MÁXIMOS E MÍNIMOS NAS BACÍAS GALEGAS DESDE 1970. En: (Xunta de Galicia, Ed.), Evidencias e Impactos do Cambio Climático en Galicia. 209-228 pp.*

TENDENCIAS DOS CAUDAIS MEDIOS, MÁXIMOS E MÍNIMOS NAS BACÍAS GALEGAS DESDE 1970

M. E. Rial Rivas, M. Álvarez Enjo, e F. Díaz-Fierros Viqueira

Dpto. Edafoloxía e Química Agrícola. Facultade de Farmacia. USC
Campus Sur. 15782 Santiago de Compostela.
Correo_e: edmitas@usc.es, edmali@usc.es, eddfierr@usc.es

RESUMO

No presente traballo realízase unha análise dos datos de caudais das estacións hidrométricas galegas, tanto da Confederación Hidrográfica de Galicia-Costa, coma das pertencentes á Confederación Hidrográfica do Norte I (CNHI) e da Confederación Hidrográfica do Douro, co obxectivo de analizar as súas tendencias a partires do 1970 ata os datos máis actuais dos que se dispón. Para levar a cabo o traballo procesáronse os datos de caudais diarios para un total de 32 bacías, 18 de Galicia-Costa, e 13 da Confederación Hidrográfica do Norte I (CHN I) e unha da Confederación Hidrográfica do Douro. Estes datos abranguen distintos períodos de tempo, polo que se procedeu a seleccionar as series con un número mínimo de 20 anos de observacións desde 1970, e a partires delas realizar unha análise das tendencias. En primeiro lugar analizouse a evolución dos caudais promedios anuais para as bacías e posteriormente procedeuse a estudar os extremos: caudais máximos e caudais mínimos, realizando unha análise detaiada para os caudais mínimos de 1 día, 7 e 30 días consecutivos. Como complemento o traballo levado a cabo analizouse a evolución das precipitacións e os caudais anuais dunha das series máis longas das que se dispón de información que é a do río Miño, encontrando unha clara sincronía entre os caudais do río Miño e a precipitación anual rexistrada nos distintos anos.

ABSTRACT

This paper is an analysis of the river flow data from Galician hydrometric stations, not only from the Galicia- Costa Hydrographic Confederation, but also from the Confederación Hidrográfica del Norte I (CNHI) and from the Duoro Hydrographic Confederation; the objective is to analyze trends from 1970 until the most up-to-date data available. In order to carry out the study, daily river flow data were analyzed for a total of 32 basins, 18 from the Galician Coastline, 13 from the Hydrographic Confederation North I (CNHI) and one from the Duoro Hydrographic Confederation. These data include different periods of time, and therefore the series which were chosen to carry out a trend analysis, were those with a minimum of 20 years of observations since 1970. First of all, the evolution of average annual river flows for the basins was analyzed, and afterwards the extremes were studied: maximum and minimum river flows, carrying out a detailed analysis of the minimum river flows lasting 1, 7 and 30 consecutive days. To complement this work, the evolution of precipitation and of annual river flow was also analyzed, using information from one of the longest series available, namely that of the River Miño; a clear synchrony was observed between the river flow of the River Miño and the annual precipitation recorded during different years.

INTRODUCCIÓN

É amplamente recoñecido o aumento da temperatura media do aire durante o século XX e, aínda que existen incertezas sobre a magnitude de futuros aumentos desta, a maioría das avaliacións indican que

é moi probable un aumento aínda maior das temperaturas no futuro. Unha das cuestións que se formula a hidroloxía é en que forma pode afectar o quentamento do clima ao ciclo hidrolóxico, xa que isto xera cambios na dispoñibilidade dos recursos hídricos (Houghton *et al.*, 2001; NAST, 2001; ACIA, 2004).

Tendo en conta este aumento das temperaturas no século XX, especialmente desde o ano 1970 (Jones e Moberg, 2003), é lóxico preguntarse cales son as tendencias nas variables hidrolóxicas que se ven afectadas por este cambio nas temperaturas. Os cambios producidos no ciclo hidrolóxico como é a frecuencia de ocorrencia dos eventos extremos supón riscos potenciais para as poboacións. As tormentas tropicais, inundacións e secas aféctanlle directamente á vida humana a través dos danos catastróficos que xeran ou indirectamente causando efectos adversos na produtividade dos cultivos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste traballo realízase unha análise dos datos de caudais das estacións hidrométricas galegas, tanto da Confederación Hidrográfica de Galicia-Costa como das pertencentes á Confederación Hidrográfica do Norte I (CNHI) e da Confederación Hidrográfica do Douro, co obxectivo de analizar as súas tendencias a partir de 1970 e ata os datos máis actuais de que se dispón. Para levar a cabo o traballo, procesáronse os datos de caudais diarios para un total de 32 bacías, 18 de Galicia-Costa, 13 da Confederación Hidrográfica do Norte I e unha da Confederación Hidrográfica do Douro. Estes datos abranguen distintos períodos de tempo, polo que se procedeu a seleccionar as series cun número mínimo de 20 anos de observacións desde 1970. A partir delas realizouse unha análise das tendencias. En primeiro lugar, analizouse a evolución dos caudais medios anuais para as bacías e posteriormente procedeuse a estudar os extremos: caudais máximos e caudais mínimos, levando a cabo unha análise detallada para os caudais mínimos de 1 día, 7 e 30 días consecutivos.

A análise das tendencias das series de caudais ten como obxectivo identificar a existencia de variacións estatisticamente significativas nas series seleccionadas, para o cal se empregou o estatístico t para as pendentes, que se distribúe segundo o modelo de probabilidade t de Student con $n-2$ graos de liberdade, e así decidir cando un determinado coeficiente de regresión é significativamente distinto de cero, polo que para os valores de t entre $+1$ e -1 se considera que non existen cambios apreciables.

As series hidrométricas analizadas corresponden ás bacías que se amosan na seguinte táboa, na que se inclúen as coordenadas UTM de localización das diferentes estacións hidrométricas, as áreas das bacías e a confederación hidrográfica a que pertencen.

Táboa 1. Bacías galegas analizadas.

BACÍA-ESTACIÓN HIDROMÉTRICA	UTM X	UTM Y	Area, km ²	CONF. HIDROGRÁFICA
RÍO MASMA - MASMA	634923.54	4815256.04	145.3	GALICIA-COSTA
RÍO OURO - SAN ACISCLO	631234.84	4824094.69	162	GALICIA-COSTA
RÍO LANDRO - VIVEIRO, SAN PEDRO	613506.53	4831360.30	198	GALICIA-COSTA
RÍO SOR - RIBEIRAS DO SOR	603972.00	4838031.00	169	GALICIA-COSTA
RÍO MERA - STA. MARÍA DE MERA	587894.50	4832400.25	102	GALICIA-COSTA
RÍO GRANDE DE XUBIA - SAN SADURNIÑO	574444.56	4820550.34	108.3	GALICIA-COSTA
RÍO MANDEO - IRIXOA	576690.89	4788976.05	248	GALICIA-COSTA
RÍO MERO - CAMBRE	554310.40	4793076.55	277	GALICIA-COSTA
RÍO ANLLÓNS - ANLLÓNS	509221.23	4786313.30	432	GALICIA-COSTA
RÍO TAMBRE - PORTOMOURO	528978.00	4756551.00	1145	GALICIA-COSTA
RÍO DUBRA - PORTOMOURO	528555.77	4757071.09	93	GALICIA-COSTA
RÍO FURELOS - PONTE BARAZÓN	580061.11	4745807.46	150	GALICIA-COSTA
RÍO ULLA - SANTISO	579748.23	4744477.67	564	GALICIA-COSTA
RÍO DEZA - PONTE CIRA	554288.07	4736762.73	550	GALICIA-COSTA
RÍO UMIA - CALDAS DE REIS	528899.70	4716611.18	288	GALICIA-COSTA
RÍO LÉREZ - CAMPO LAMEIRO	538007.10	4708192.05	250	GALICIA-COSTA
RÍO OITAVÉN - SOUTOMAIOR	536682.12	4687829.26	177	GALICIA-COSTA
RÍO CÚA	556483.97	4725915.55	482	GALICIA-COSTA
RÍO IBIAS - SANTO ANTOLÍN	671276.48	4771711.90	294	CHN I
RÍO EO - PONTENOVA	647196.85	4803236.05	575	CHN I
RÍO MIÑO - RÁBADE	612772.65	4774391.14	999	CHN I
RÍO PARGA - GUITIRIZ	599875.30	4780539.09	301	CHN I
RÍO LADRA - BEGONTE	605755.96	4779135.76	840	CHN I
RÍO MIÑO - LUGO	617340.68	4761470.04	2303	CHN I
RÍO SARRIA - SARRIA	627619.03	4745970.93	129	CHN I
RÍO TEA - PONTEAREAS	540334.71	4668423.52	286	CHN I
RÍO LOURO - TUI	530273.20	4656807.80	150	CHN I
RÍO BURBIA - TORAL DE LOS VADOS	678726.52	4717664.71	492	CHN I
RÍO CABRERA - PTE. D. FLÓREZ	679164.00	4697687.85	560	CHN I
RÍO LOR - A PONTE	637878.20	4710236.48	337	CHN I
RÍO CABE - RIBASALTAS (MONFORTE)	624952.93	4712722.53	353	CHN I
RÍO TÁMEGA - RABAL	630064.90	4634101.82	719	CHN DOURO

RESULTADOS

Caudais medios anuais

A análise das series de caudais medios anuais nas bacías analizadas mostrou uns resultados heteroxéneos. Do total de bacías estudadas tan só en sete se atoparon variacións significativas dos caudais medios anuais, existindo unha tendencia ao aumento dos caudais medios anuais para aquelas situadas na Confederación Hidrográfica de Galicia-Costa e unha diminución para as que presentaron variacións significativas dentro da CHN I. Na seguinte figura amósase unha representación de Galicia na que se inclúe a variación espacial das estacións hidrométricas analizadas e as tendencias que presentaron os caudais medios anuais en cada unha delas.

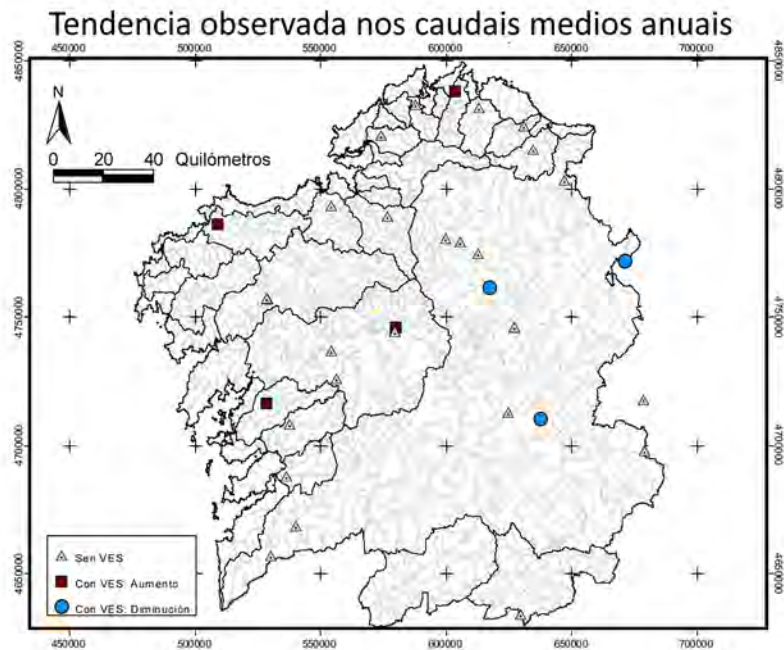


Figura 1. Resultado da análise de tendencias dos caudais medios anuais nas bacías de Galicia.

As estacións en que se observaron variacións significativas nas series de caudais medios anuais con tendencia a aumentar foron as situadas nas bacías do río Sor, Anllóns, Umia e Furelos (afluente do Ulla), todas elas da vertente atlántica (figura 2).

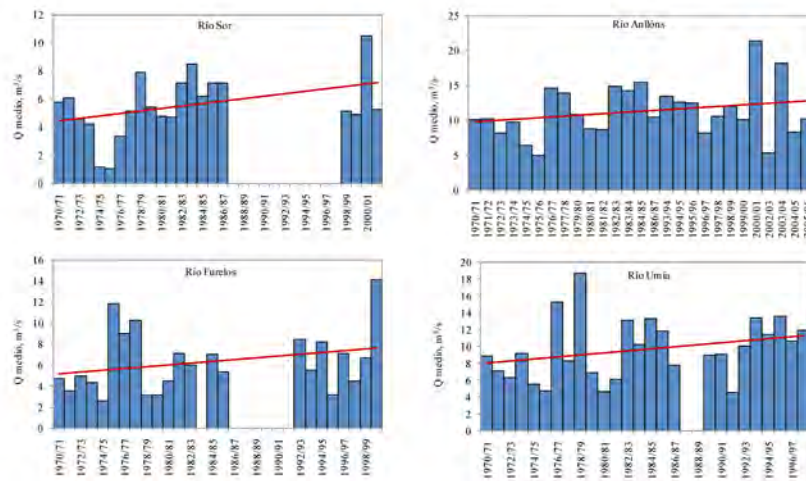


Figura 2. Evolución dos caudais medios nas bacías de Galicia-Costa que presentaron variacións significativas.

Aquelas series en que as tendencias foron cara á diminución dos seus caudais medios foron as do río Miño, ao seu paso por Lugo, do Ibaia en Santo Antolín e o Lor na Ponte (figura 3).

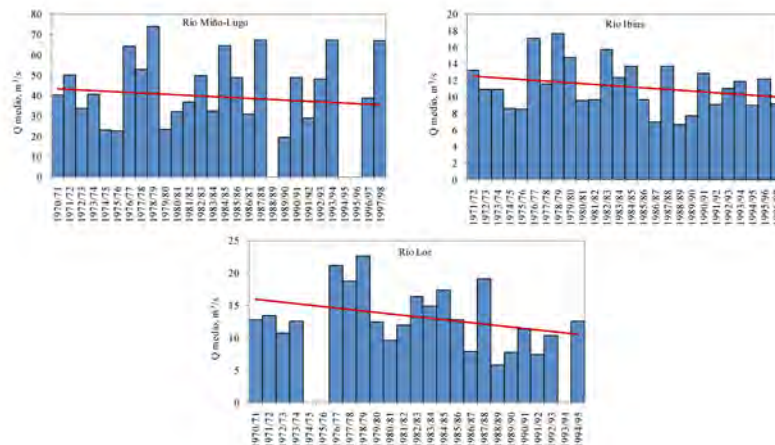


Figura 3. Evolución dos caudais medios nas bacías da CHN I que presentaron variacións significativas.

Na táboa 2 pódense observar os resultados obtidos da análise estatística das series de caudais medios que presentaron variacións significativas.

Táboa 2. Resultados da análise estatística das series de caudais medios.

BACÍA	N.º ANOS	DESDE	ATA	PENDENTE	t	SIG
SOR	21	1970	2002	0.089	1.867	0.077
ANLLÓNS	27	1970	2006	0.113	1.248	0.224
FURELOS	23	1970	2001	0.082	1.300	0.207
UMIA	26	1970	1998	0.121	1.468	0.155
MIÑO-LUGO	25	1970	1998	0.419	1.007	0.324
IBIAS	26	1970	1997	-0.099	-1.307	0.203
LOR	22	1970	1995	-0.223	-1.679	0.109

Caudais máximos

As series de caudais máximos son as que presentaron un maior número de variacións estatisticamente significativas (táboa 3), cun total de oito estacións nas que os caudais máximos rexistrados a partir de 1970 tenden a aumentar e sete nas que a tendencia é a diminuír.

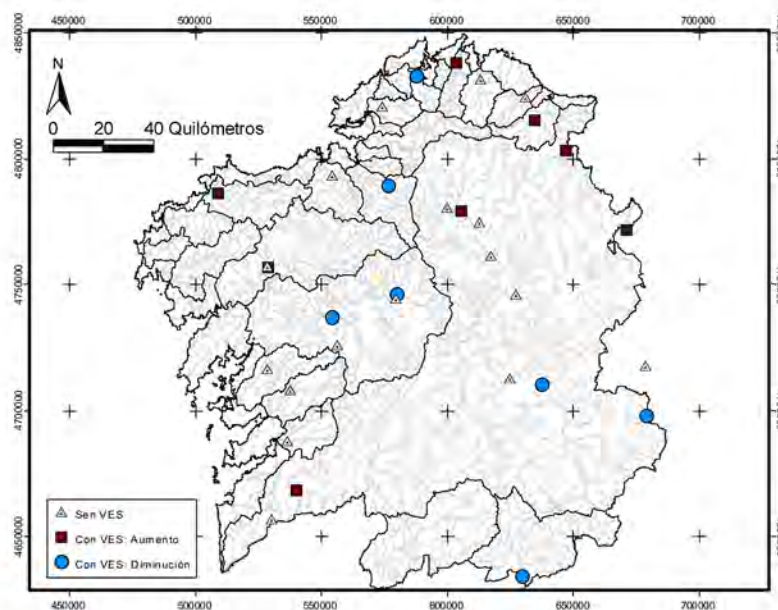


Figura 4. Resultado da análise de tendencias dos caudais máximos anuais nas bacías de Galicia.

Na figura 4 pódese observar o patrón espacial do comportamento das tendencias dos caudais máximos para cada unha das estacións hidrométricas, no que se poder ver que aquelas estacións cuxos caudais máximos tenden a diminuír están na súa maior parte localizadas no interior, mentres que aquelas nos que os caudais máximos aumentan están na maioría dos casos máis próximas ao litoral. As figuras 5 e 6 amosan a evolución dos caudais máximos nas estacións que presentaron variacións estatisticamente significativas.

Táboa 3. Resultados da análise estatística das series de caudais máximos.

BACÍA	N.º ANOS	DESDE	ATA	PENDENTE	t	SIG
MERA	27	1970	2003	-1.094	-1.278	0.212
SOR	21	1970	2002	1.286	4.248	0.000
MANDEO	26	1970	2003	-2.229	-1.157	0.258
MASMA	27	1970	2003	1.162	2.088	0.047
ANLLÓNS	27	1970	2006	-1.402	-1.297	0.206
FURELOS	23	1970	2001	-1.248	-1.742	0.096
DEZA	27	1970	2001	-5.117	-2.572	0.016
TAMBRE	26	1970	2001	6.807	1.366	0.184
LADRA	28	1970	1998	4.799	1.980	0.058
EO	28	1970	1998	3.128	2.257	0.032
TEA	28	1970	1998	5.919	1.465	0.154
CABRERA	28	1970	1998	-1.515	-1.112	0.276
IBIAS	26	1970	1997	-0.792	-1.084	0.289
LOR	22	1970	1995	-0.223	-1.679	0.108
TÁMEGA	26	1970	1998	-5.027	-1.584	0.126

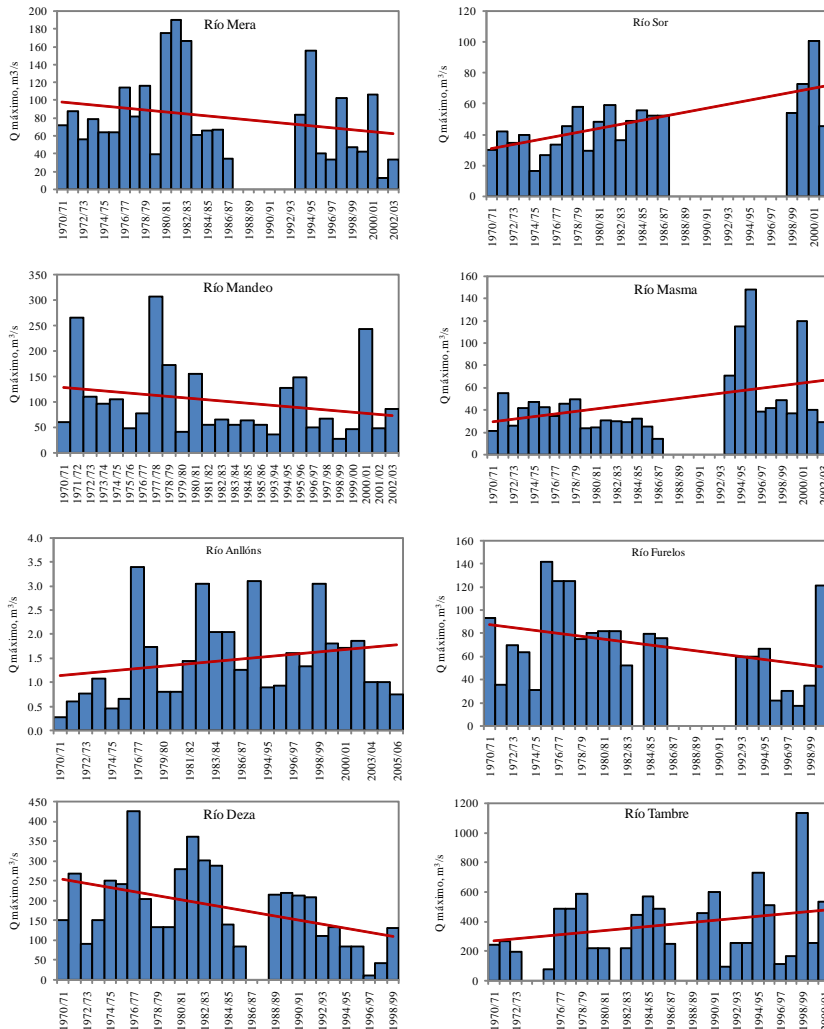


Figura 5. Evolución dos caudais máximos nas bacías de Galicia-Costa que presentaron variacións significativas.

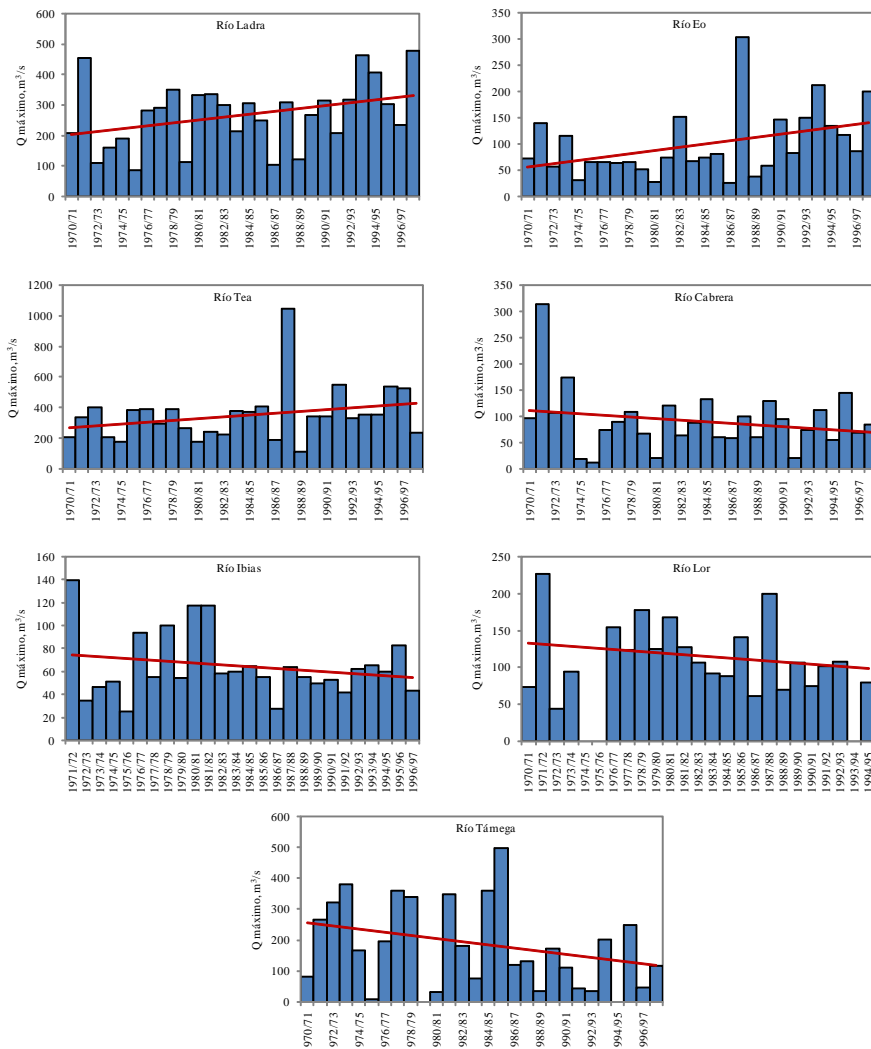


Figura 6. Evolución dos caudais máximos nas bacias da CHN I que presentaron variacións significativas.

Caudais mínimos

Realizouse tamén a análise das estiaxes naturais do río. Este tipo de estudos achega información valiosa para a realización de distintas obras hidráulicas como captacións de augas superficiais para abastecemento, o prognóstico de problemas de contaminación, etc. Para estudar os caudais mínimos, foron empregadas as series de mínimos para 1,7 e 30 días consecutivos de todos os anos dos que se dispón de información. Para a caracterización dos caudais mínimos en EE.UU. empréganse os caudais mínimos medios de 7 días consecutivos ao longo do ano (Smakhtin, 2001; Gordon *et al.*, 1992), mentres que no leste de Europa e en Rusia os índices máis empregados son os mínimos de 1 e 30 días. A media de todo o período de observacións dos caudais mínimos de 7 días consecutivos denomínase escoamento de tempo seco (Hindley, 1973); este índice presenta unha serie de vantaxes á hora do cálculo dos caudais mínimos, entre elas está a minimización das variacións artificiais no caudal do río e os posibles erros de medida, e, ademais, como se comprobou en bacias

galegas (Rial, 2007), na maioría dos casos non existen grandes diferenzas entre os caudais mínimos observados para 1 día e para 7 días consecutivos. Unha vez calculados os caudais mínimos para 1, 7 e 30 días consecutivos de cada un dos anos hidrolóxicos en todas as bacías estudadas, procedeu-se a realizar unha análise das tendencias das series de mínimos elaboradas empregando a mesma metodoloxía aplicada na análise dos caudais medios e máximos e así determinar se a súa variación presenta significación estatística (táboa 4). Os resultados obtidos (figura 7) amosan variacións significativas en 11 estacións para a serie de caudais mínimos para 1 día, en 8 para os mínimos de 7 días consecutivos e en 6 para os mínimos de 30 días consecutivos.

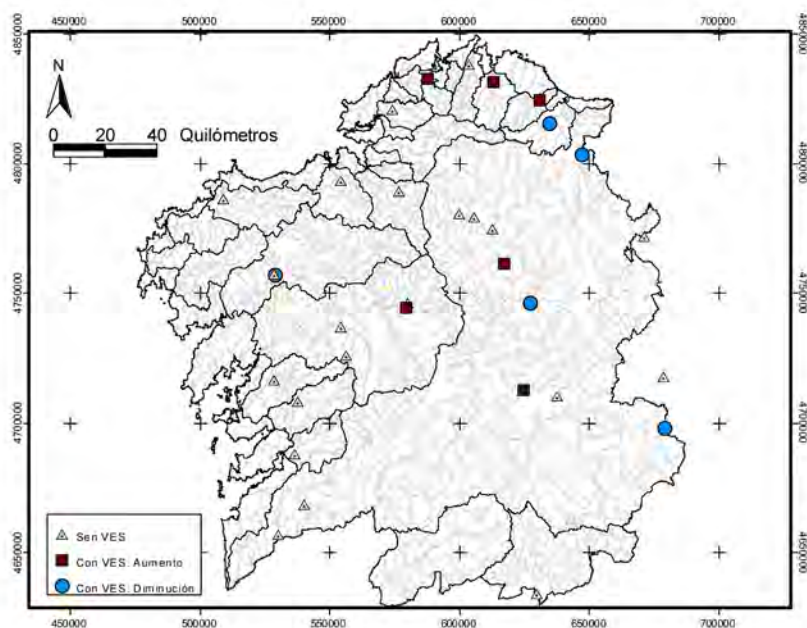


Figura 7. Resultado da análise de tendencias dos caudais mínimos de 1 día nas bacías de Galicia.

Táboa 4. Resultados da análise estatística das series de caudais mínimos de 1 día.

BACÍA	N.º ANOS	DESDE	ATA	PENDENTE	t	SIG
MASMA	27	1970	2003	-0.014	-2.003	0.056
OURO	22	1970	1998	0.005	1.149	0.264
LANDRO	22	1975	2003	0.025	1.445	0.170
MERA	22	1970	1998	0.008	1.916	0.069
TAMBRE	26	1970	2001	-0.068	-1.773	0.090
ULLA	24	1970	1987	0.018	1.557	0.133
EO	28	1970	1998	-0.041	-2.806	0.009
MIÑO-LUGO	25	1970	1998	0.120	3.831	0.000
SARRIA	28	1970	1998	-0.006	-1.165	0.254
CABRERA	28	1970	1998	0.021	-2.209	0.036
CABE	28	1970	1998	0.010	1.743	0.093

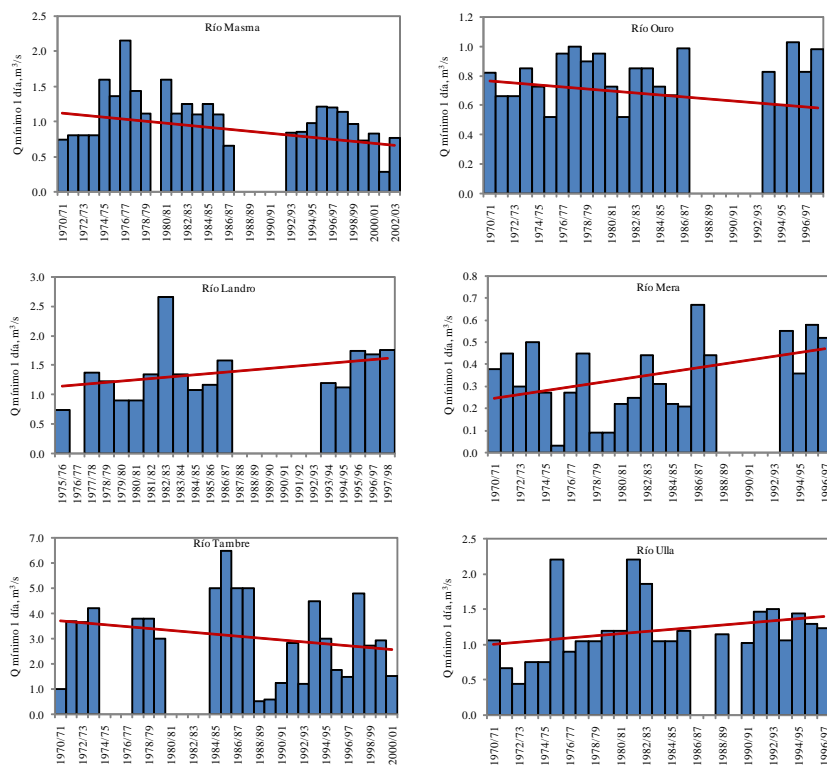


Figura 8. Evolución dos caudais mínimos de 1 día nas bacías de Galicia-Costa que presentaron variacións significativas.

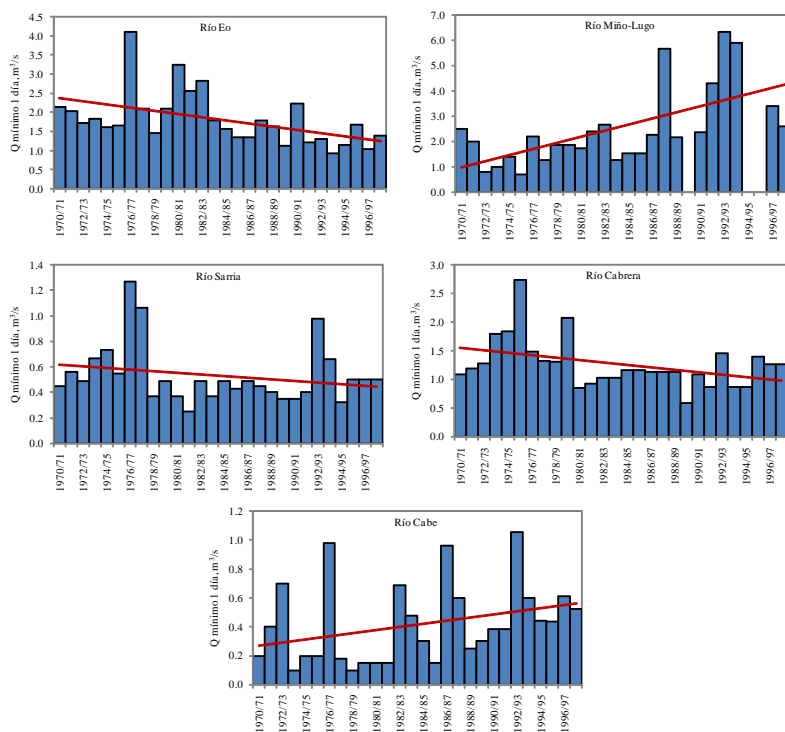


Figura 9. Evolución dos caudais mínimos de 1 día nas bacías da CHN I que presentaron variacións significativas.

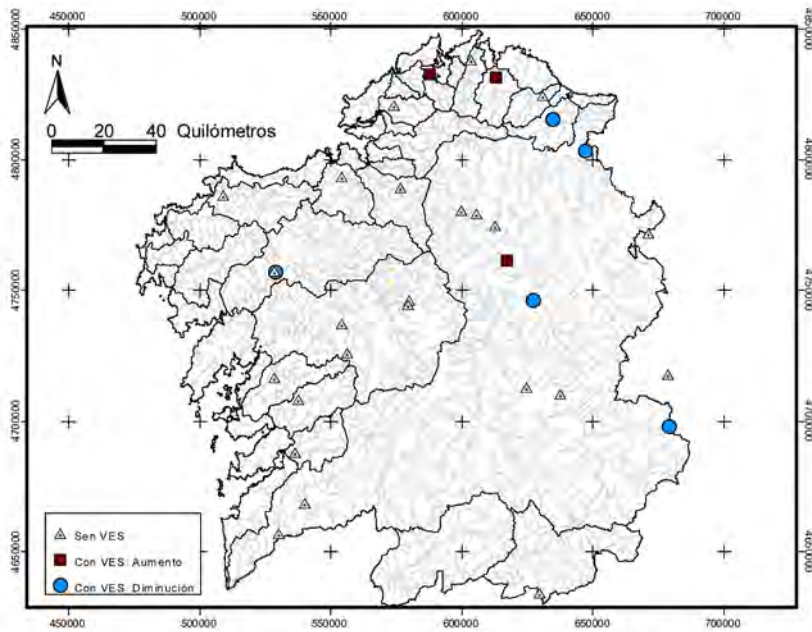


Figura 10. Resultado da análise de tendencias dos caudais mínimos de 7 días consecutivos nas bacías de Galicia.

Táboa 5. Resultados da análise estatística das series de caudais mínimos de 7 días consecutivos.

BACÍA	N.º ANOS	DESDE	ATA	PENDENTE	t	SIG
MASMA	27	1970	2003	-0.016	-2.331	0.056
LANDRO	22	1975	2003	0.024	1.248	0.232
MERA	27	1970	1998	0.007	1.555	0.135
TAMBRE	26	1970	2001	-0.078	-1.913	0.069
EO	28	1970	1998	-0.040	-2.435	0.020
MIÑO-LUGO	25	1970	1998	0.149	4.874	0.000
SARRIA	28	1970	1998	-0.006	-1.047	0.304
CABRERA	28	1970	1998	-0.019	-1.996	0.056

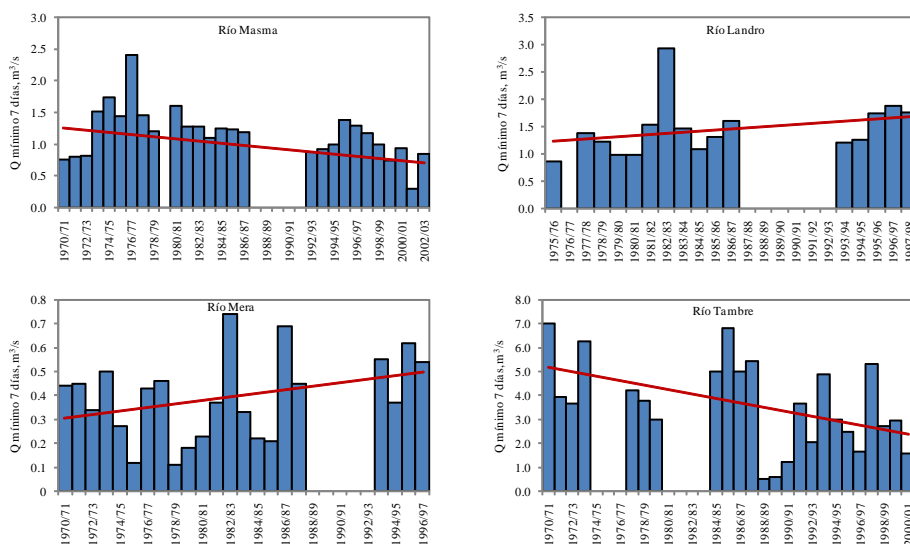


Figura 11. Evolución dos caudais mínimos de 7 días consecutivos nas bacías de Galicia-Costa que presentaron variacións significativas.

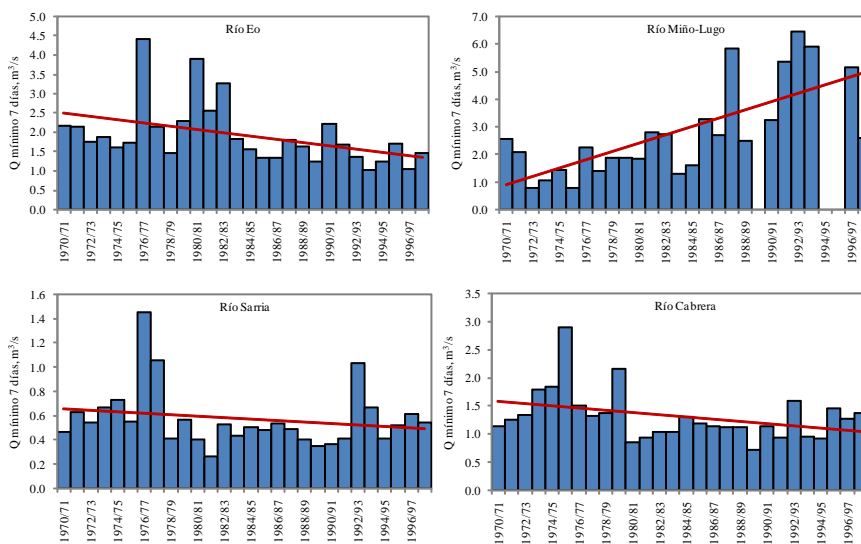


Figura 12. Evolución dos caudais mínimos de 7 días consecutivos nas bacías da CHN I que presentaron variacións significativas.



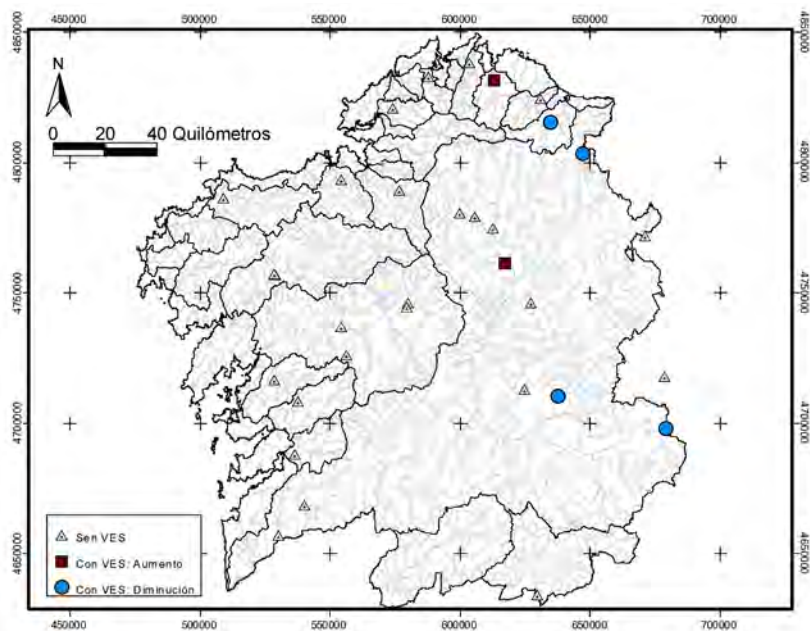


Figura 13. Resultado da análise de tendencias dos caudais mínimos de 30 días consecutivos nas bacías de Galicia.

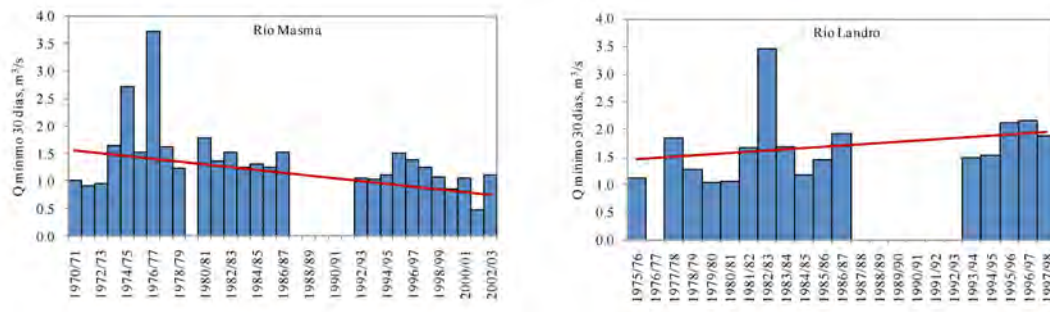


Figura 14. Evolución dos caudais mínimos de 30 días consecutivos nas bacías de Galicia-Costa que presentaron variacións significativas.

ecosistemas terrestres

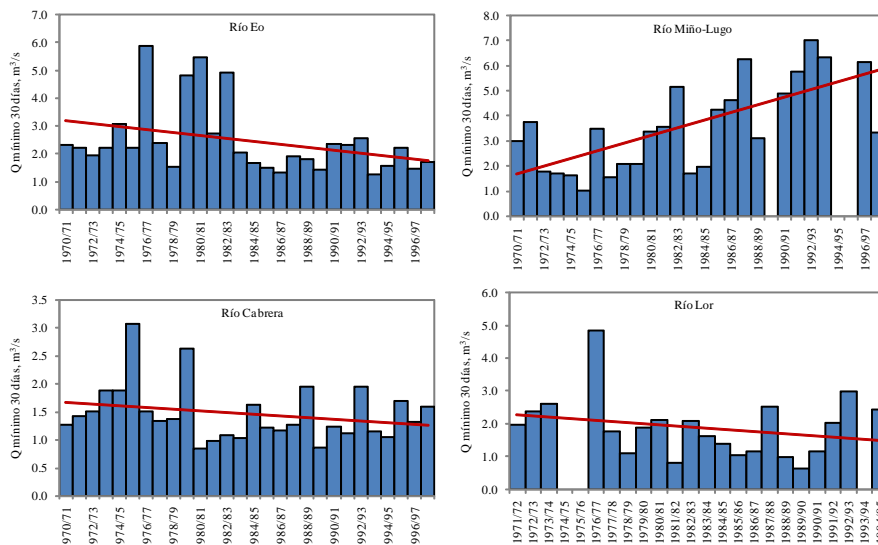


Figura 15. Evolución dos caudais mínimos de 30 días consecutivos nas bacías da CHN I que presentaron variacións significativas.

Táboa 6. Resultados da análise estatística das series de caudais mínimos de 30 días consecutivos.

BACÍA	N.º ANOS	DESDE	ATA	PENDENTE	t	SIG
MASMA	27	1970	2003	-0.024	-2.222	0.035
LANDRO	22	1975	2003	0.027	1.157	0.266
EO	28	1970	1998	-0.053	-1.913	0.066
MIÑO-LUGO	25	1970	1998	0.152	4.500	0.000
CABRERA	28	1970	1998	-0.014	-1.279	0.211
LOR	21	1970	1995	-0.033	-0.076	0.295

Como complemento ao traballo levado a cabo, analizouse a evolución das precipitacións e os caudais anuais dunha das series máis longas das que se dispón de información, que é a do río Miño. Na figura 16 obsérvase a evolución da precipitación anual en Lugo, da que se posúen datos desde o 1840, así como a evolución da serie de caudais anuais do río Miño.

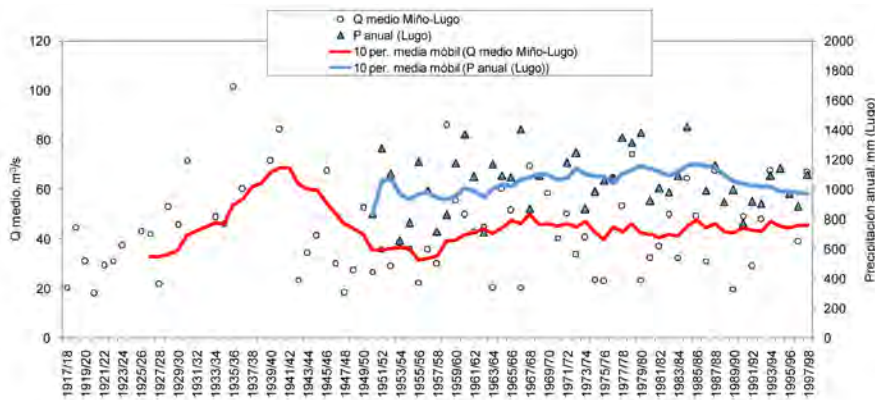


Figura 16. Evolución da precipitación en Lugo e os caudais do Miño nas últimas décadas.

Como se pode observar na figura 16, existe unha clara sincronía entre os caudais do río Miño e a precipitación anual rexistrada nos distintos anos.

DISCUSIÓN

A partir da análise dos resultados de estudos desenvolvidos en distintas rexións do mundo, pódese observar a importante variabilidade de respostas das bacías fronte ao cambio climático. En Canadá (Zhang *et al.*, 2001) viron que o aumento de temperatura e a non variación do réxime de precipitacións non provocou variacións significativas no escoamento, mentres que noutras rexións do oeste de Rusia (Georgievskii *et al.*, 1996) existiu un aumento nos caudais, o mesmo que en ríos árticos (Peterson *et al.*, 2002). No norte de Eurasia (Aizen *et al.*, 1997) viron que o escoamento ou non presentaba variacións significativas ou tiña unha tendencia a diminuír, e asociaron este feito co retroceso que experimentaron os glaciares.

Segundo Probst e Tardy (1987), os ríos máis importantes do mundo aumentaron o seu escoamento un 3% durante o período 1910-1975. Labat *et al.*, (2004) chegaron a esta mesma conclusión cos datos de escoamento do período 1920-1995, polo que é un feito contrastado o aumento dos caudais dos ríos durante o século XX.

Estudos realizados por Alcamo *et al.*, (1997), Arnell (1999) e Manebe *et al.*, (2004) din que os caudais tenderon a aumentar nas rexións situadas en latitudes altas e rexións tropicais, mentres que experimentaron unha diminución nas rexións de latitudes medias e subtropicais, poñendo de manifesto novamente as distintas respostas fronte ao cambio climático. Na táboa 7 faise un resumo dos distintos estudos realizados no mundo e dos resultados obtidos neles.

Táboa 7. Estudos realizados sobre as tendencias dos caudais en diversos ríos do mundo.

Área de estudo	Datos empregados	Conclusións	Referencia bibliográfica
GLOBAL	161 pluviómetros en 108 dos principais ríos mundiais ata 1990	- Tendencia á redución na rexión de Sahel - Aumentos no oeste de Europa e Norteamérica - Aumento da variabilidade relativa anual en zonas áridas e semiáridas	- Yoshino (1999)
RUSIA - Rusia europea e oeste de Siberia - Ex-Unión Soviética	- 80 das principais bacías con rexistros entre 60 e 100 anos - 196 pequenas bacías con rexistros de máis de 60 anos	Incrementos no escoamento do inverno, do verán e do outono desde a metade de 1970. Diminución dos caudais primaverais	- Georgiyevsky <i>et al.</i> (1995, 1996, 1997); Shiklomanov e Georgiyevsky (2001) - Georgiyevsky <i>et al.</i> (1996)
REXIÓN BÁLTICA - Escandinavia - Estados Bálticos		Incrementos no escoamento do inverno, verán e outono desde a metade do 1970	- Bergstrom e Carlsson (1993) - Tarend (1998)

ecosistemas terrestres

REXIÓN FRÍAS - Yenesei, Siberia - Mackenzie, Canadá	- Principal bacía - Principal bacía	Pequena variación no escoamento e a súa distribución	- Shiklomanov (1994) - Shiklomanov <i>et al.</i> , (2000)
NORTEAMÉRICA - Estados Unidos - California - Bacía do Mississippi - Oeste e centro de Canadá	- 206 bacías - Principais bacías - Enchentes das principais bacías - Río Churchill-Nelson	- 26 bacías con tendencias significativas: a metade aumentan e a metade diminúen - Incremento do escoamento no inverno resultado da diminución da neve - Incrementos significativos na magnitude das enchentes e moitas estacións - Diminución do escoamento na rexión sur. Aumento no norte	- Lins e Slack (1999) - Dettinger e Cayan (1995); Gleik e Chalecki (1999) - Olsen <i>et al.</i> (1999) - Westmacott e Burn (1997)
SUDAMÉRICA - Colombia - NO do Amazonas - SE Sudamérica - Andes	- Principais bacías - Principais bacías - Principais bacías - Principais bacías	- Diminución desde 1970 - Aumento desde 1970 - Aumento desde 1970 - Aumento desde 1970	- Marengo (1995) - Marengo <i>et al.</i> , (1998) - Genta <i>et al.</i> , (1998) - Waylen <i>et al.</i> , (2000)
EUROPA - Reino Unido	- Enchentes en varias bacías	- Non existe tendencia estatística clara	- Robson <i>et al.</i> , (1998)
ÁFRICA - Sahelia	- Principais bacías	- Diminución desde 1970	- Sircoulon (1990)
ASIA - Xinjiang (China)	- Principais bacías	Aumento do escoamento de primavera desde 1980 pola auga dos glaciares	- Ye <i>et al.</i> , (1999)
AUSTRALIA	- Principais bacías	- Diminución desde mediados do 1970	- Thomas e Bates (1997)
ESPAÑA		- Diminución	- Iglesias, Estrela, Gallart (2005)

A variabilidade ao longo do tempo do escoamento nunha bacía esta influída polas variacións nas precipitacións, non só diarias senón tamén estacionais, anuais ou das producidas durante décadas. A frecuencia coa que se dan as enchentes está claramente afectada pola variabilidade anual das choivas e os cambios nas súas propiedades, como o é o caso da intensidade. No caso das secas, a principal causa radica na distribución estacional da precipitación, a súa variabilidade anual e a ocorrencia de secas prolongadas. Pero non só as precipitacións son as que van definir a maior ou menor variabilidade dos caudais circulantes nunha bacía, senón que hai tamén factores

antropoxénicos, como son o uso de auga para consumo ou a construción de encoros, que van ocasionar a curto prazo o escoamento e, no caso dos encoros, a longo prazo polo efecto que provoca a existencia dunha grande masa de auga no aumento da evaporación. Tamén hai que ter en conta a importancia dos cambios nos usos do solo; a conversión de espazos forestais a zonas de cultivo pode levar asociado un aumento do escoamento, mentres que o efecto contrario está provocado por deixar os cultivos a monte (Vörösmarty, 2000). Todos estes factores fan que a identificación das tendencias dos datos hidrolóxicos observados a partir das series de caudais non sexa unha tarefa doada, xa que non se poden atribuír exclusivamente ao cambio climático as tendencias identificadas.

Os resultados obtidos para as bacías galegas mostran unha grande variabilidade, non existindo un gran número de series en que as variacións observadas fosen estatisticamente significativas. Por unha banda, os caudais medios anuais presentaron unha tendencia a verse incrementados nalgunhas das bacías da vertente atlántica, mentres que as máis interiores experimentaron unha diminución. Un feito similar foi observado no caso dos caudais máximos, e no caso dos caudais mínimos observouse que as tendencias con variación significativa diminuían a medida que se pasaba da serie de caudais mínimos de 1 día á de 7 días consecutivos e posteriormente á de 30 días consecutivos, feito que minimiza os posibles erros de medida dos caudais ou variacións artificiais do caudal do río.

CONCLUSIÓNS

Non se pode establecer unha certeza da influencia do cambio climático nas series de caudais analizadas debido a varias razóns: por unha parte, está a escasa lonxitude das series, xa que a maioría das estacións hidrométricas comezaron a funcionar en 1970 e a calidade dos rexistros de caudais non é moi boa, xa que existen datos faltantes e os valores dos caudais mínimos e máximos vense en numerosas ocasións infravalorados debido a deficiencias nas curvas de gastos definidas nas estacións ou pola mala situación destas. Por outra banda, están todos os factores que interveñen directa ou indirectamente dentro do ciclo hidrolóxico e afectan aos caudais circulantes nas bacías, factores que son independentes das causas naturais, como pode ser o cambio de usos do solo, o aumento dos núcleos de poboación nas últimas décadas e, polo tanto, o maior consumo de auga que se obtén a partir de captacións nos ríos.

BIBLIOGRAFÍA

- ACIA (2004). Anon. *Impacts of a Warming Arctic, Arctic Climate Impact Assessment*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK p. 139.
- Aizen V. B., Aizen E. M., Melack J. M. and Dozier J., (1997). Climatic and hydrologic changes in the Tien Shan, Central Asia. *J. Clim.* **10**, 1393-1404.
- Alcamo J., Doll P., Kaspar F. and Siebert S., (1997). *Global Change and Global Scenarios of Water Use and Availability: An Application of Water GAP1.0*. University of Kassel, Kassel, Germany.
- Arnell N. W. (1999). Climate change and global water resources. *Global Environ. Change* **9**, S31-S49 (Part A: Human Policy Dimensions).
- Bergstrom S. and B. Carlsson (1993). *Hydrology of the Baltic Basin*. Swedish Meteorological and Hydrological Institute Reports. *Hydrology*, **7**, 21.

- Dettinger M. D. and Cayan D. R. (1995). Large-scale forcing of recent trends toward early snowmelt runoff in California. *Journal of Climate*, **8**, 606-623.
- Georgiyevsky V. Yu., Zhuravin S. A. and Ezhov A. V. (1995). Assessment of trends in hydrometeorological situation on the Great Russian Plain under the effect of climate variations. In: *Proceedings of American Geophysical Union, 15th Annual Hydrology Days*, pp. 47-58.
- Georgiyevsky V. Y., Yezhov A. V., Shalygin A. L., Shiklomanov A. I. and Shiklomanov I. A. (1996). Evaluation of possible climate change impact on hydrological regime and water resources of the former USSR rivers. *Russian Meteorology and Hydrology*, **11**, 89-99.
- Georgiyevsky V. Y., Yezhov A. V. and Shalygin A. L. (1997). An assessment of changing river runoff due to man's impact and global climate warming. In: *River Runoff Calculations, Report at the International Symposium*. UNESCO, pp. 75-81.
- Genta J. L., Pérez-Iribarren G. and Mechoso G.R. (1998) A recent increasing trend in the streamflow of rivers in southeastern South America. *Journal of Climate*, **11**, 2858-2862.
- Gleick P. H. and Chalecki E. L. (1999). The impacts of climatic changes for water resources of the Colorado and Sacramento-San Joaquin River Basins. *Journal of the American Water Resources Association*, **35**, 1429-1441.
- Gordon N. D., McMahon T. A. and Finlayson, B. L. (1992). *Stream hydrology. An introduction for ecologists*. John Wiley e Sons, Chichester. 526 pp.
- Hindley D. R. (1973). The definition of Dry Weather Flow in river flow measurement. *J. Inst. Water Engng* **27**, 438-440.
- Houghton J. T., Ding Y., Griggs D. C., Noguer M., van der Linden P. J., Dai X., Maskell K. and Johnson C. A. (2001). *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Iglesias A., Estrela T., Gallart F. (2005). *Impactos sobre los recursos hídricos en Evaluación preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático*. Ministerio de Medio Ambiente.
- Jones P. D. and Moberg A. (2003). Hemispheric and large-scale surface air temperature variations: an extensive revision and an update to 2001. *J. Clim.* **16**, 206-223.
- Lins H. F. and Slack J.R. (1999). Streamflow trends in the United States. *Geophysical Research Letters*, **26**, 227-230.
- Manabe S., Wetherald R. T., Milly P. C. D., Delworth T. L. and Stouffer R. J. (2004). Century-scale change in water availability: CO₂-quadrupling experiment. *Climatic Change* **64**, 59-76.
- Marengo J. A. (1995) Variations and change in South American streamflow. *Climatic Change*, **31**, 99-117.
- Marengo J. A., Tomasella J. and Uvo C. R. (1998). Trends in streamflow and rainfall in tropical South America: Amazonia, eastern Brazil and northwestern Peru. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, **103**, 1775-1783.



- NAST, National Assessment Synthesis Team (2001). *Climate Change Impacts on the United States: The Potential Consequences of Climate Variability and Change: Overview, US Global Change Research Program*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, p. 612.
- Olsen J. R., Stedinger J. R., Matalas N. C. and Stakhiv E. Z. (1999). Climate variability and flood frequency estimation for the Upper Mississippi and Lower Missouri Rivers. *Journal of the American Water Resources Association*, **35**, 1509-1523.
- Peterson B. J., Holmes R. M., McClelland J. W., Vorosmarty C. J., Lammers R. B., Shiklomanov A. I., Shiklomanov I. A. and Rahmstorf S. (2002). Increasing river discharge to the Arctic Ocean. *Science* **298**, 2171-2173.
- Rial Rivas M. E. (2007). *Investigación dos procesos que regulan o caudal e a calidade das augas na bacía do Río Anllóns*, Tese de Doutoramento. (ISBN: 978-84-9750-944-2).
- Robson A. J., Jones T. K., Reed D. W. and Bayliss A. C. (1998). A study of national trend and variation in UK floods. *International Journal of Climatology*, **18**, 165-182.
- Shiklomanov A. I. (1994) The influence of anthropogenic changes in global climate on the Yenisey River Runoff. *Russian Meteorology and Hydrology*, **2**, 84-93.
- Shiklomanov I. A., Shiklomanov A. I., Lammers R. B., Peterson B. J. and Vorosmarty C. (2000). The dynamics of river water inflow to the Arctic Ocean. In: *The Freshwater Budget of the Arctic Ocean*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Shiklomanov I. A. and Georgiyevsky V. Y. (2001). Anthropogenic global climate change and water resources. In: *World Water Resources at the Beginning of the 21st Century*. UNESCO, Paris, France.
- Sircoulon J. (1990). *Impact Possible des Changements Climatiques à Venir sur les Ressources en eau des Régions Arides et Semi-Arides. Comportement des Cours d'eau Tropicaux, des Rivières et des Lacs en Zone Sahélienne*. World Climate Action Programme 12, WMO Technical Document 380, World Meteorological Organisation, Geneva, Switzerland.
- Smakhtin V. U. (2001). Low flow hydrology: a review. *Journal of Hydrology* **240**, 147-186.
- Tarend D. D. (1998). Changing flow regimes in the Baltic States. In: *Proceedings of the Second International Conference on Climate and Water, Espoo, Finland, August 1998*. Helsinki University of Technology, Helsinki, Finland.
- Thomas I. F. and Bates B. C. (1997). Responses to the variability and increasing uncertainty of climate in Australia. *The Third IHP/IAHS G. Covach Colloquium: Risk, Reliability, Uncertainty and Robustness of Water Resources Systems, 19-21 September, 1996*. UNESCO, Paris, France.
- Vörösmarty C. J. and Sahagian D. (2000). Anthropogenic disturbance of the terrestrial water cycle. *Bioscience* **50**, 753-765
- Waylen P., Compagnucci R.H. and Caffera M. (2001). Inter-annual and interdecadal variability in stream flow from the Argentine Andes. *Physical Geography*.
- Westmacott J. R. and Burn D. H. (1997). Climate change effects on the hydrologic regime within the Churchill-Nelson River Basin. *Journal of Hydrology*, **202**, 263-279.

- Ye B., Ding Y., Kang E., Li G. and Han T. (1999). Response of the snowmelt and glacier runoff to the climate warming up in the last 40 years in the Xinjiang Autonomous Region, China. *Science in China*, **42**.
- Yoshino F. (1999). Studies on the characteristics of variation and spatial correlation of the long-term annual runoff in the world rivers. *Journal of the Japanese Society for Hydrology and Water Resources*, **12**, 109-120.
- Zhang X., Harvey K. D., Hogg W. D. and Yuzyk T. R. (2001). Trends in Canadian stream flow. *Wat. Resour. Res.* **37**, 987-998.





ANEXO V: MODELIZACIÓN DUN ESCENARIO DE FUTURO CAMBIO CLIMÁTICO EN GALICIA

TOMADO DE: *J. A. Martínez de la Torre y G. Miguez Macho (2009). MODELIZACIÓN DUN ESCENARIO DE FUTURO CAMBIO CLIMÁTICO EN GALICIA. En: (Xunta de Galicia, Ed.), Evidencias e Impactos do Cambio Climático en Galicia. 543-560 pp.*

MODELIZACIÓN DUN ESCENARIO DE FUTURO CAMBIO CLIMÁTICO EN GALICIA

A. Martínez de la Torre e G. Miguez Macho

Grupo de Física non Lineal
Universidade de Santiago de Compostela.

RESUMO

Neste estudo rexionalizouse o escenario de cambio climático xerado polo modelo de circulación global atmosfera-océano HadCM3 para o escenario de emisións SRES A1B. Utilizouse para iso a técnica do “downscaling dinámico”, é dicir, aniñouse un modelo climático rexional (RAMS) no modelo global (HadCM3). A malla do modelo global ten unha resolución de $3,75^\circ \times 2,5^\circ$, mentres que a do modelo rexional ten unha resolución espacial de 25 km centrada en Galicia, o que permite alcanzar un detalle moi superior. O período simulado corresponde a mediados do século XXI (2034-2051) e comparouse co clima actual representado por 12 anos coa composición da atmosfera dos anos 80-90 do século XX. Os resultados obtidos indican para mediados do século XXI un quentamento de arredor de $1,5^\circ\text{C}$ en toda Galicia con respecto ao clima actual, moito máis acusado na primavera e no verán que no outono e no inverno. O aumento da temperatura afecta tanto ás máximas como ás mínimas e producírase un notable aumento de días e noites cálidas no verán e un aumento máis moderado nas demais estacións. En canto á precipitación, tanto o modelo global como o rexional indican unha diminución acusada na primavera e no verán e un aumento tamén importante no outono e no inverno. Aínda que os resultados para a precipitación son menos robustos debido ao limitado número de anos simulados e á incerteza entre diferentes modelos globais para a nosa zona, todo indica que responden a unha acentuación da “mediterraneidade” do clima cunha maior estacionalidade no réxime de chuvias consistente coa expansión da cela de Hadley (avance do deserto do Sáhara cara ao norte) que moitos modelos predín como resposta a un quentamento global.

SUMMARY

In this study we have regionalized a climate change scenario generated by the Atmosphere-Ocean Global Circulation Model HadCM3 for SRES emission scenario A1B. We have employed a dynamical downscaling technique, where a regional climate model (RAMS) is nested within the global model (HadCM3). The global model grid has a resolution of $3.75^\circ \times 2.5^\circ$, whereas that of the regional model has 25 km, centered in Galicia, which allows for a much finer spatial detail. The simulation period covers the mid 21st century (2034-295), and we have used for comparison a present climate represented by 12 years with the atmospheric composition of the 1980's and 90's. Results indicate for the mid 21st century a warming of around 1.5°C in Galicia with respect to the current climate, much more pronounced in spring and summer than in the autumn and winter. The temperature increase affects both maxima and minima, and there is a much higher frequency of hot nights and hot days in the summer, with a more moderate frequency rise in the other seasons. In terms of precipitation, both the global and regional model indicate a remarkable reduction in spring and summer, and an increase, very important as well, in the autumn and winter. Even though results for precipitation are less robust due to the limited number of years in the simulation and to the uncertainty among different global models for our region, they suggest an increase in the “mediterraneity” of the climate, with a larger seasonality in the precipitation regime consistent with the expansion of the Hadley cell (northward advance of the Sahara desert) that many models predict as a response to global warming.

1. INTRODUCCIÓN

O Panel Intergubernamental para o Cambio Climático (IPCC) no seu segundo informe (IPCC, 1996) trouxo a primeiro plano da atención internacional o crecente consenso científico sobre que as actividades humanas estaban a causar alteracións no clima que posiblemente tivesen efecto non só no presente senón en escalas de tempo moito máis longas. En anos posteriores, novas análises confirmaron estas hipóteses (IPCC, 2007) e, polo tanto, era obvia a necesidade de cuantificar e explorar a natureza deses cambios no clima para preparar e defender a humanidade das súas posibles consecuencias.

O sistema climático non está formado soamente pola atmosfera, senón que océanos, superficie terrestre e vexetación forman parte importante del. Existen múltiples interaccións que adaptan estas distintas compoñentes entre si, de maneira que o sistema evoluciona como un todo. O tempo de resposta da atmosfera é bastante máis rápido que o dos outros subsistemas, polo que, en xeral, para a predición meteorolóxica a curto e medio prazo se usan modelos numéricos que resolven as ecuacións da atmosfera pero que non consideran cambios en océanos ou vexetación, polo menos de xeito acoplado. Non obstante, cando se consideran períodos de tempo máis longos, como os que se necesitan para definir o clima, faise imprescindible o uso de modelos máis complexos que simulen de xeito comprensivo o sistema climático, con especial énfase nas interaccións océano-atmosfera (de aí que se denominen AOGCM, Atmosphere-Ocean Global Circulation Models). Estes modelos informáticos son a ferramenta fundamental usada para explorar os cambios no clima debidos ao incremento das emisións de gases de invernadoiro de orixe antropoxénica.

Un escenario de cambio climático consiste nunha simulación climática dun destes AOGCM desde unhas condicións presentes cara a un futuro no que a composición da atmosfera vai variando a causa de emisións debidas á actividade antropoxénica. Cómpre, polo tanto, coñecer ou supoñer como van evolucionar esas emisións no futuro, o que vai depender en boa medida da evolución económica, social e tecnolóxica da sociedade a escala global.

2. ESCENARIOS DE EMISIÓNS

No *Informe especial sobre escenarios de emisións*, SRES (Special Report on Emissions Scenarios; IPCC, 2000), un equipo de expertos desenvolveu catro hipóteses plausibles de como será o desenvolvemento das condicións demográficas e económicas da humanidade no futuro próximo. A grandes trazos as catro alternativas son as seguintes:

A1: Un futuro de crecemento económico moi rápido, aumento lento da poboación e introdución rápida de tecnoloxías novas e máis eficientes. Convergencia económica entre as diferentes rexións do globo, cun aumento de interaccións culturais e sociais e unha redución substancial das diferenzas en renda *per capita* rexionais. Esta familia de escenarios A1 subdivídese en catro grupos dependendo de diferentes direccións de cambio tecnolóxico no sistema de produción enerxético.

A2: Un mundo moi heteroxéneo, con preservación das identidades e peculiaridades locais. Os patróns de fertilidade converxen moi lentamente entre as diferentes rexións e segue existindo un rápido crecemento da poboación a escala global. O crecemento económico prodúcese a escala rexional e o incremento de renda *per capita* e cambio tecnolóxico é máis fragmentado e lento que noutros escenarios.

B1: Un mundo converxente co mesmo crecemento lento da poboación que na liña de escenarios A1, pero con cambios rápidos nas estruturas económicas cara a unha economía da información e

de servizos, con introdución de tecnoloxías limpas e eficientes. Hai solucións globais para a sustentabilidade ambiental, económica e social, con diminución das desigualdades pero sen iniciativas climáticas adicionais.

B2: Un mundo en que se resaltan solucións locais para a sustentabilidade ambiental, económica e social. Crecemento da poboación moderado, niveis intermedios de desenvolvemento económico e cambio tecnolóxico menos rápido e máis diverso que nas liñas B1 e A1. Este escenario está tamén orientado cara á protección ambiental e a supresión das desigualdades sociais, pero con maior enfoque a niveis locais e rexionais.

Estas hipóteses ou patróns de desenvolvemento tradúcense a escenarios de emisións, é dicir, cuantifícase a cantidade de gases de invernadoiro que se van ir engadindo á atmosfera en cada un deles usando modelos matemáticos desenvolvidos baseándose na historia previa coñecida. En concreto, seis modelos de diferentes grupos de investigación de todo o mundo foron usados para organizar as catro familias de escenarios xerais en 40 escenarios de emisións. Estes pódense agrupar, pola súa vez, en 4 escenarios patrón, cada un característico dunha das familias (A1, A2, B1, B2), xunto con outros dous adicionais da familia A1, que son suficientes para representar a variabilidade asociada aos 40 escenarios orixinais, moitos dos cales resultan en patróns de emisións similares a pesar de partir de hipóteses de desenvolvemento humano diferentes.

2.a Escenario de emisións deste estudo

O *Informe especial sobre escenarios de emisións* (SRES) non lles asigna *a priori* probabilidades de ocorrencia aos diferentes escenarios; non obstante, debido á imposibilidade de consideralos todos, neste estudo escollemos entre os 6 representativos o escenario A1B, pertencente á familia de escenarios A1 mencionada anteriormente. As emisións globais de CO₂ neste escenario aumentan rapidamente na primeira metade do século XXI para chegar a un máximo ao redor de 2050, momento a partir do cal diminúen. En total a cantidade de emisións de gases de invernadoiro para o escenario A1B atópase nun nivel intermedio entre os demais escenarios, como se reflicte na figura 1.

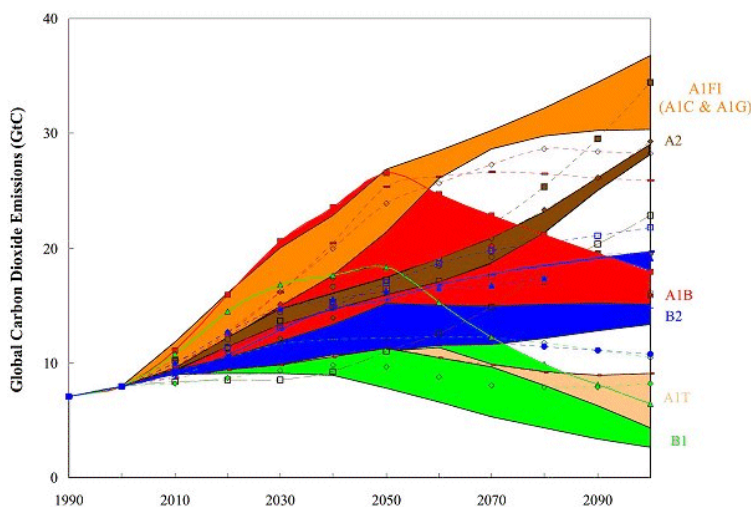


Figura 1. Rango de emisións globais de CO₂ ao longo do século XXI en GtC (xigatoneladas de dióxido de carbono, o peso de 1 km³ de CO₂) nos escenarios de emisións tipo do SRES. O escenario elixido para este estudo é o A1B, en vermello.

3. ESCENARIO DE CAMBIO CLIMÁTICO DESTE ESTUDIO: MODELO HADCM3

Despois de asumir unha hipótese de como evolucionarán as emisións de gases de invernadoiro no futuro, débese calcular como se verá afectado o clima a causa desas emisións. Utilízase un modelo climático global no que a composición gasosa da atmosfera e, polo tanto, as súas propiedades, van variando debido ás emisións antropoxénicas que dita o escenario de emisións pertinente. Como se mencionou anteriormente, un modelo climático contén non só un modelo da atmosfera, senón un modelo oceánico e outro de solos-vexetación; daquela, estamos ante unha complexa ferramenta informática que resolve numericamente as ecuacións dinámicas da atmosfera, océano e solos-vexetación simultaneamente. Debido á complexidade dos modelos e os períodos de simulación longos que se deben realizar (orde 100 anos), actualmente é aínda imposible alcanzar altas resolucións espaciais a escala global e por iso as celas dos modelos son de dimensións da orde de centos de quilómetros. O tempo de computación necesario aumenta polo menos nun factor 8 cada vez que se reducen as dimensións horizontais das celas do modelo á metade, xa que o número de puntos nas mallas aumenta un factor 2^2 e o paso de tempo debe reducirse tamén á metade ou menos, polo que se deben cubrir o dobre de pasos de integración para simular un mesmo período.

Aínda que os modelos climáticos están baseados todos nos mesmos principios xerais, é dicir, as ecuacións dinámicas da atmosfera e o océano, difiren nos métodos numéricos usados para resolvelas. Así mesmo, debido á crúa resolución, moitos procesos físicos con escalas espaciais menores que a resolución espacial do modelo, tales como a convección, a absorción e emisión de radiación, a formación e microfísica de nubes, etc., deben parametrizarse, para o que diferentes modelos usan distintas formulacións. Os modelos válidanse reproducindo o clima actual, para o que existen datos con que comparar, e suponse que seguirán simulando correctamente o clima cando se varíe a composición da atmosfera nun escenario futuro.

Existen números modelos globais que simularon escenarios de cambio climático a partir dos escenarios SRES mencionados anteriormente. Para este estudo escollemos o modelo HadCM3 do Hadley Center, pertencente á United Kingdom Met Office (UKMO, Instituto Nacional de Meteoroloxía do Reino Unido), un dos modelos que mellor reproduce o clima actual (Reichler and Kim, 2000). Así mesmo, conta coa peculiaridade de que unha versión do mesmo modelo é a que se utiliza para a predición global do tempo a curto prazo en UKMO, polo que se contrasta constantemente con situacións reais. As simulacións climáticas non reproducen o día a día observado, senón soamente as medias das diferentes variables a longo prazo. A resolución do modelo na atmosfera é de $3,75^\circ \times 2,5^\circ$ con 19 niveis verticais e no océano, de $1,25 \times 1,25$ con 20 niveis en profundidade (Gordon *et al.*, 2000).

3.a Cambio na temperatura estacional e anual

A figura 2 ilustra o cambio na temperatura media das diferentes estacións e a total anual na simulación do modelo global HadCM3 para o escenario de emisións A1B para a península Ibérica desde as condicións actuais cara á metade do século XXI (2030-2060). Cada unha das celas do modelo represéntase cunha cor que corresponde a un valor de diferenza de temperaturas de acordo coa escala mostrada na parte inferior da figura. O cru da resolución de $3,75^\circ \times 2,5^\circ$ só deixa entrever que haberá un aumento xeral da temperatura media, máis moderado na franxa norte e máis acusado na costa mediterránea, oscilando entre $0,5$ - 1°C na cela que engloba Galicia e os $2,5$ - 3°C na costa valenciana. O aumento non será uniforme ao longo do ano. No verán será moi pronunciado en todas as rexións salvo na franxa cantábrica, cunha máxima diferenza de temperaturas medias estivais de $+5^\circ\text{C}$ no Levante. No outono e no inverno os incrementos de temperaturas serán máis leves, de entre 1 - 2°C en toda a Península, mentres que na primavera roldará os $+2,5^\circ\text{C}$, salvo no norte.

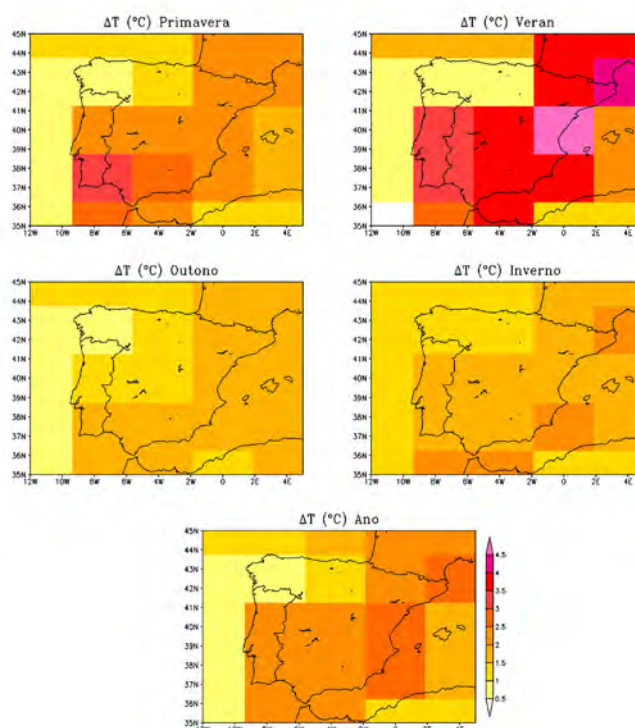


Figura 2. Cambio na temperatura media (°C) das distintas estacións e anual para a península Ibérica entre o clima de mediados do século XXI (2030-2060) e o actual no escenario de cambio climático xerado polo modelo global HadCM3 para o escenario de emisións A1B.

3.b Cambios na precipitación estacional e anual

Os cambios na precipitación total estacional e anual móstranse na figura 3 da mesma forma e para o mesmo período que na figura 2. Así como os cambios na temperatura son sempre na dirección de quentamento con maior ou menor intensidade segundo as estacións e a rexión, os cambios previstos por este modelo na precipitación presentan unha maior variabilidade, non soamente por estacións, senón entre os diferentes anos, con períodos secos e máis húmidos alternando en toda a Península que poden durar ata unha década. Isto complica a interpretación dos resultados mirando só unha ventá de 30 anos cara á metade do século. Este escenario de cambio climático mostra unha acentuada tendencia cara a primaveras significativamente máis secas, agás na franxa mediterránea, onde mesmo na zona máis árida da Península, no sueste, se prevé un incremento das precipitacións. O verán tamén se mostra máis seco en xeral, especialmente no sur. A excepción é de novo a costa mediterránea, especialmente o sueste, onde a cantidade de chuvia aumentará. Un panorama case inverso ao descrito para a primavera e o verán é o que o modelo produce para o outono e o inverno, cando as precipitacións aumentarán notablemente, sobre todo na zona atlántica. No mediterráneo o inverno será máis seco.

No total anual a compensación das tendencias positivas dunhas estacións coas negativas doutras fai que as variacións de precipitación previstas sexan moderadas en toda a Península, con reducións máximas de ao redor dun 20% na zona sur.

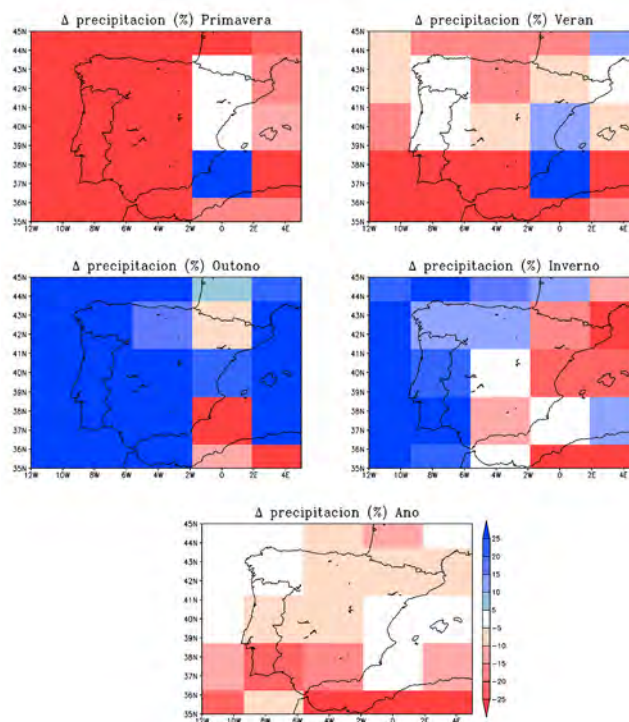


Figura 3. Cambio na precipitación media (%) nas distintas estacións e anual para a península Ibérica entre o clima de mediados do século XXI (2030-2060) e o actual no escenario de cambio climático xerado polo modelo global HadCM3 para o escenario de emisións A1B.

3.c Resultados con outro modelos globais

As seguintes figuras dan unha idea da variación que pode haber para a precipitación entre os resultados de diferentes modelos globais para un mesmo escenario de emisións (neste caso A1B para finais do século XXI). Están tomadas do 3rd Technical Report do proxecto ENSEMBLES (<http://ensembles-eu.metoffice.com>), do 6º Programa Marco da Comisión Europea (Cambio Global e Ecosistemas), no que sete modelos globais se usaron para xerar un conxunto de escenarios de cambio climático a partir dos escenarios de emisións SRES mencionados anteriormente.

Aínda que as desviacións estándar do conxunto de simulacións dos diferentes modelos son maiores nas zonas tropicais, existe tamén unha incerteza alta en canto á variación da precipitación no inverno no Atlántico norte, incluíndo as costas de Europa occidental e polo tanto Galicia. Algúns modelos predín incrementos; outros, reducións, en maior ou menor contía. En cambio, no verán todos os modelos tenden a reducir a precipitación sobre Europa con maior ou menor intensidade.



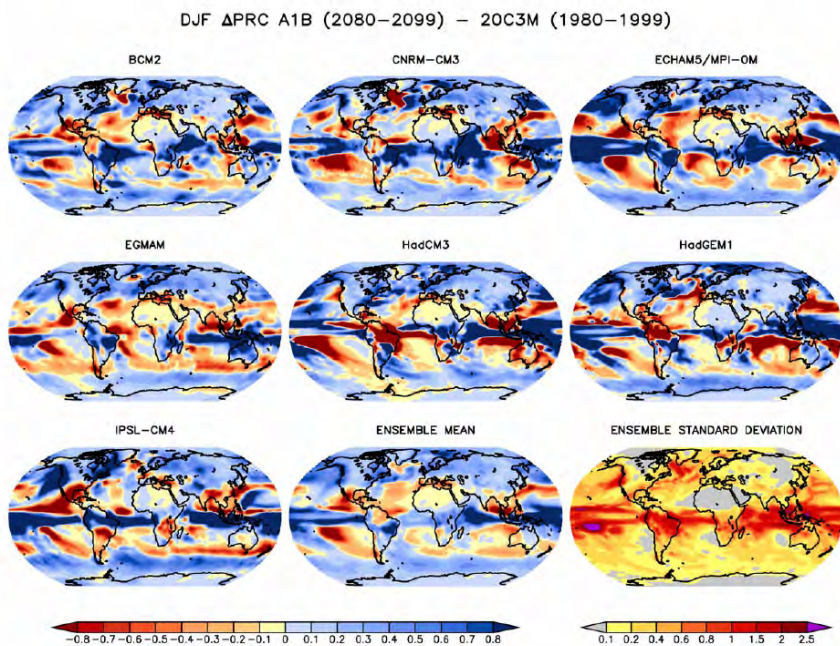


Figura 4. Cambio na precipitación media (mm/día) no inverno entre o período 2080-2099 e o de 1980-1999 en escenario de emisións A1B para modelos globais individuais, así como a media do conxunto de modelos e a desviación estándar dos cambios preditos polos diferentes modelos como medida do “spread” do conxunto. Para o modelo ECHA5/MPI-OM e EGMAM, móstrase a media de 4 (3) simulacións diferentes. A barra da esquerda refírese ás anomalías de precipitación e a da dereita á desviación estándar. Tomada do 3rd Technical Report do proxecto ENSEMBLES.

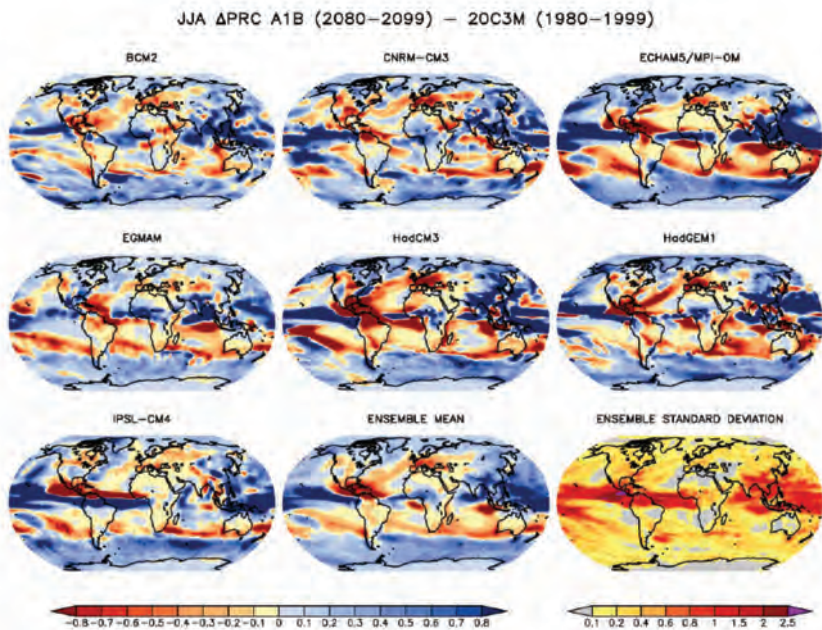


Figura 5. Igual que a figura 4 pero para o verán.

Para a temperatura todos os modelos predín incrementos, que en Europa occidental son moi superiores no verán que no inverno, tal como se mostraba para o modelo que utilizamos neste estudo (HadCM3) xa a mediados de século.

4. ESCENARIOS REXIONALIZADOS

4.a Técnica do “downscaling dinámico”

Debido ao cru da resolución empregada nos modelos globais, resulta difícil avaliar as predicións a unha escala rexional pequena como a galega. Toda Galicia queda contida dentro dunha cela do modelo, polo que a modulación climática que producen as montañas, as diferentes coberturas do terreo, etc., que teñen escalas espaciais moito menores, se perde. Estas simulacións teñen, polo tanto, unha grande incerteza nos cambios a escala rexional e esa incerteza é un obstáculo para avaliar o impacto do cambio climático na sociedade. Para intentar sortear esta dificultade e obter resultados cunha resolución maior sen ter que simular o clima de todo o globo, pódese utilizar unha estratexia chamada “downscaling dinámico”.

O termo “downscaling dinámico” refírese á técnica de obter simulacións moito máis detalladas empregando un procedemento similar a como se realizan predicións do tempo a curto prazo, é dicir usando un modelo de malla limitada a unha pequena porción do globo con condicións de contorno provenientes do modelo global. Que o dominio sexa rexional permite alcanzar unha máis alta resolución e, polo tanto, recrear as escalas dinámicas pequenas non presentes na simulación global de partida, o que posibilita estudar con moito máis detalle os patróns de cambio climático para a rexión de interese.

4.b O modelo RAMS (Regional Atmospheric Modeling System)

O modelo usado para a rexionalización dos escenarios de cambio climático do modelo global é o Regional Atmospheric Modeling System (RAMS) versión 4.3, desenvolvido orixinalmente na Colorado State University [Pielke *et al.*, 1992; Cotton *et al.*, 2003,], e baseado nas ecuacións hidrodinámicas non hidrostáticas e compresibles. RAMS usa unha coordenada vertical sigma-z que segue o terreo e un esquema temporal de diferenzas finitas híbrido implícito en vertical. Os esquemas de parametrización de procesos físicos que se utilizaron foron para a turbulencia o esquema Mellor and Yamada [1974], o esquema convectivo Kain-Fritsch [Kain and Fritsch, 1990, 1993] e a microfísica de nubes explícita de RAMS con ecuacións prognósticas de auga de nube, xeo e sarabia. Para a radiación desenvolveuse no modelo, especificamente para este estudo climático, o esquema do Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (GFDL), tanto para radiación de onda longa (Fels and Schwarzkopf, 1975; Schwarzkopf and Fels, 1985; Schwarzkopf and Fels, 1991) como de onda curta (Lacis and Hansen 1974), debido a que foi probado extensivamente en modelos climáticos en simulacións longas con bos resultados. O modelo de solo e vexetación de RAMS, LEAF (Walko *et al.*, 2000) recentemente modificado para incluír hidroloxía (Miguez-Macho *et al.*, 2007), emprégase sen esta, pero conservando o esquema que permite unha maior resolución espacial, tanto horizontal como en profundidade, chegando o solo ata 4 m con 14 capas. Isto aumenta a inercia do solo cunha dinámica máis realista en simulacións longas como as aquí levadas a cabo, especialmente en lugares onde a capa freática non está cerca da superficie.

A malla horizontal usa unha proxección polar rotada, co polo próximo a Galicia, que se atopa aproximadamente no centro do dominio. Esta configuración confire a estas simulacións orixinalidade sobre outras centradas en Europa, xa que Galicia se atopa sempre en estas demasiado preto do bordo dos dominios.

Unha das debilidades da técnica do “*downscaling* dinámico” é que, ao resolverse as ecuacións hidrodinámicas nunha área limitada cos valores das variables nos bordos especificados a partir dos que subministra o modelo global, as condicións de contorno son en numerosas ocasións redundantes. Isto causa conflitos entre a dinámica atmosférica creada polo modelo rexional e a do global que se traducen en distorsións non só locais nas inmediacións dos bordos, senón tamén das ondas sinópticas, o que afecta á calidade da simulación en todo o interior da malla. A versión de RAMS usada aquí inclúe a técnica de “*spectral nudging*” (Miguez-Macho et al., 2004), coa que as ondas sinópticas na solución do modelo rexional se relaxan cara ás do modelo global, de maneira que se alivian en gran parte os problemas derivados das condicións de contorno citados anteriormente.

A resolución espacial empregada é de 25 km en horizontal, con 216 x 180 puntos, e variable en vertical, cun total de 30 niveis máis próximos entre si na parte baixa da atmosfera cerca do terreo e aumentando a separación ao ir ascendendo, de maneira que o dominio alcanza unha altura de aproximadamente 20 km, xa dentro da estratosfera. A resolución vertical mínima é de 100 m, co primeiro nivel a 50 m sobre a superficie, e a máxima de 1.200 m na alta troposfera e a estratosfera.

O solo e a vexetación teñen unha resolución dúas veces superior á da parte atmosférica, de forma que cada cela atmosférica comprende catro celas no solo-vexetación.

4.c Escenario de cambio climático

Aínda que se simula unha parte relativamente pequena do globo, o dominio do modelo rexional RAMS cobre unha parte importante do Atlántico nororiental, Europa occidental e o norte de África, e contén en realidade máis celas que o do modelo global debido á alta resolución empregada. Por este motivo, o tempo investido en realizar as simulacións aínda é considerable e os resultados que aquí se mostran son aínda preliminares. O modelo foi validado exhaustivamente para América do Norte, que contén climas similares ao noso, en estudos anteriores; para o dominio que nos ocupa só se realizou unha validación limitada a algúns anos, usando datos observados, con resultados satisfactorios.

O clima “presente” só cobre 12 anos de condicións atmosféricas cunha composición, incluíndo os gases de invernadoiro, similar á da década dos 80 e 90 do século XX. As condicións de mediados de século XXI refírense aos 18 anos desde 2034 a 2049 do escenario climático do modelo HadCM3 para o escenario de emisións A1B, ao que corresponden os resultados das figuras 2 e 3.

4.c.1 Cambio na temperatura estacional e anual

A figura 6 mostra os cambios na temperatura media das diferentes estacións e na anual entre finais do século XX e mediados do século XXI para este escenario A1B. Prodúcese incrementos en todas as estacións que son máis pronunciados no verán, cando o aumento de temperatura media supera os 2,5 °C en todo o país. Na primavera o quentamento oscila ao redor de 2 °C, algo inferior na costa norte e superior no val do Miño-Sil. No outono, a temperatura media aumenta ao redor de 1 °C en xeral, algo menos na costa norte. No inverno o quentamento é de arredor de 1,25 °C practicamente en toda Galicia. Como resultado destas variacións, a temperatura media anual incrementase ao redor de 1,5 °C bastante uniformemente en Galicia.

A figura 7 corresponde aos cambios nas temperaturas máximas medias para as diferentes estacións. Na primavera as máximas aumentan arredor de 2 °C en case toda Galicia, algo menos na costa noroeste. No verán prodúcese o incremento maior, superior a 2,5 °C nas zonas costeiras e a área

montañosa da provincia de Ourense e arredor de 2,25 °C no resto de Galicia. No outono prodúcese o menor aumento nas máximas, que vai de menos de 1 °C nas zonas montañosas do leste e costa noroccidental a un máximo de 1,25 °C nas Rías Baixas. No inverno o incremento é de 1,5 °C en xeral, algo menor na franxa costeira atlántica e canto máis ao interior.

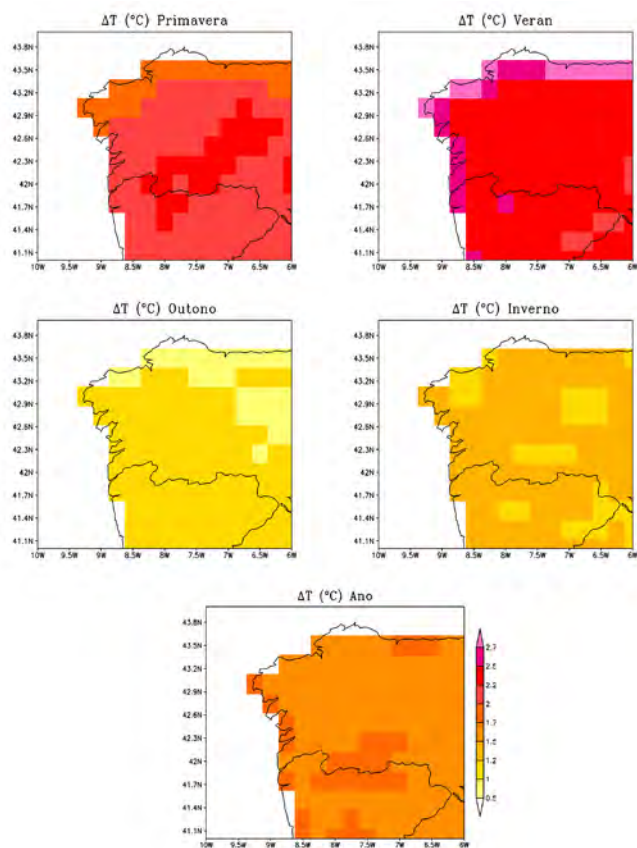


Figura 6. Cambio na temperatura media (°C) das distintas estacións e anual para Galicia entre o clima de mediados do século XXI (2034-2051) e o actual (1984-1995), xerado polo modelo climático rexional RAMS, que usa condicións de contorno do escenario de cambio climático do modelo global HadCM3 para o escenario de emisións A1B.

En canto ás temperaturas mínimas medias, a figura 8 corresponde aos cambios que se predín para as distintas estacións. En primavera o aumento é de maior nas zonas de maior elevación do sueste e leste de Galicia con aumentos superiores aos 2 °C e máis moderado nas provincias atlánticas con valores de 1,5 °C. No verán, como no caso das máximas, prodúcese tamén o maior incremento das temperaturas mínimas medias, con valores que van dos 1,5 °C no val do Miño aos 2,75 °C nas costa noroccidental. No outono e no inverno as mínimas aumentan só moderadamente, menos de 1 °C en practicamente todo o país.

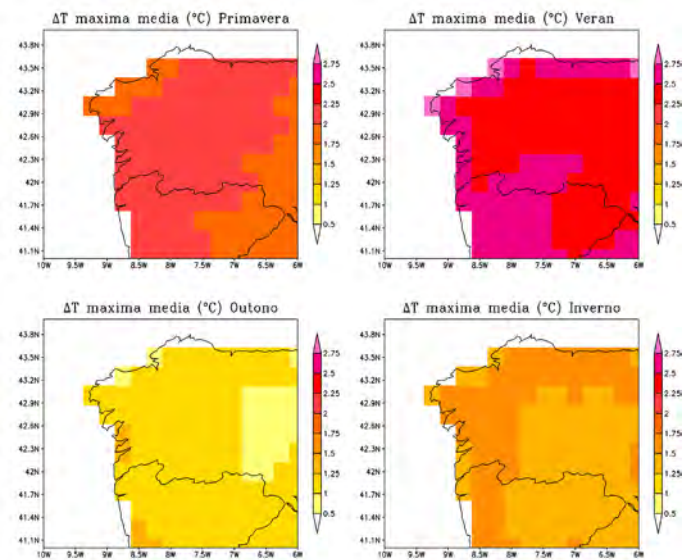


Figura 7. Cambio nas temperaturas máximas medias (°C) das distintas estacións para Galicia entre o clima de mediados do século XXI (2034-2051) e o actual (1984-1995) xerado polo modelo climático rexional RAMS, que usa condicións de contorno do escenario de cambio climático do modelo global HadCM3 para o escenario de emisións A1B.

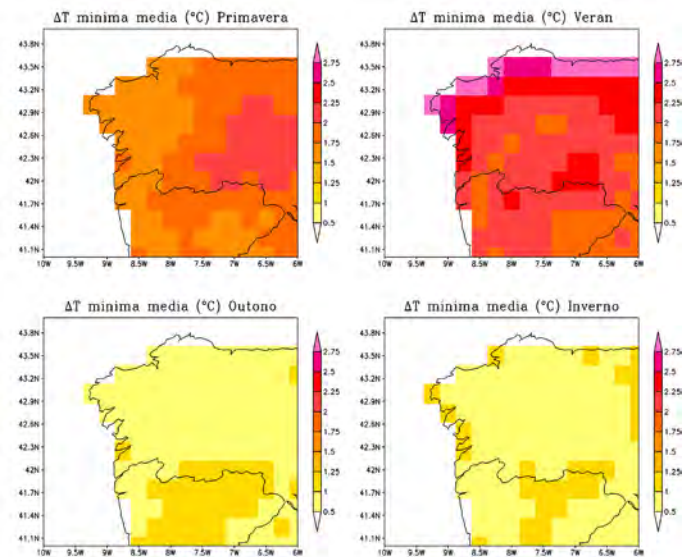


Figura 8. O mesmo que a figura 7 pero para as temperaturas mínimas medias.

4.c.2. Cambio nos extremos de temperatura

A figura 9 mostra o incremento esperado no número de noites cálidas, aquelas onde a temperatura mínima excede o percentil 95 das mínimas calculadas para o clima actual. Na primavera o incremento esperado está entre os 5-10 días en case toda Galicia, algo inferior na zona de Santiago de Compostela e superior a 10 días nos Ancares. No verán o aumento é moi notable na franxa costeira e sueste de Galicia, con incrementos da orde de 25 días. No interior de Galicia o incremento é duns 10 días e algo inferior na zona de Lugo. No outono o número de noites cálidas aumenta só moderadamente, arredor de 3-4 días en boa parte de Galicia, salvo na costa occidental e interior sueste, onde o incremento é de entre 5-10 días. No inverno o aumento é tamén moderado, inferior a 5 días na zona norte e noroeste e algo maior, entre 5 e 10 días, no resto do país.

O número de días cálidos, nos que a temperatura máxima excede o percentil 95 das máximas calculadas para o clima actual, mostra tamén importantes variacións no clima simulado de mediados do século XXI para este escenario de cambio climático (figura 10). En primavera o incremento de días cálidos é de entre 5-10 en toda Galicia, mentres que no verán se produce un notable aumento xeral da orde de 30 días. No outono o aumento é moderado, inferior a 5 días na metade norte de Galicia e algo superior no sur, de entre 5-10 días. No inverno os incrementos son semellantes aos do outono, pero agora a dirección de aumento é diferente, xa que vai desde a costa occidental, con valores inferiores a 5 días, cara ao interior, onde se sitúan entre 5 e 10 días.

O número de días e noites fríos definidos a partir do clima actual diminúe en todas as estacións, especialmente no verán, cando se reducen a frecuencias inferiores ao día por ano.

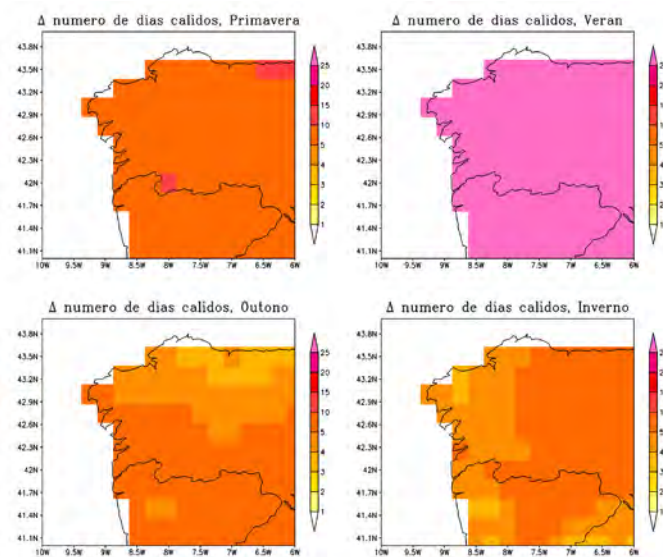


Figura 10. O mesmo que a figura 9 pero para o cambio no número de días cálidos.



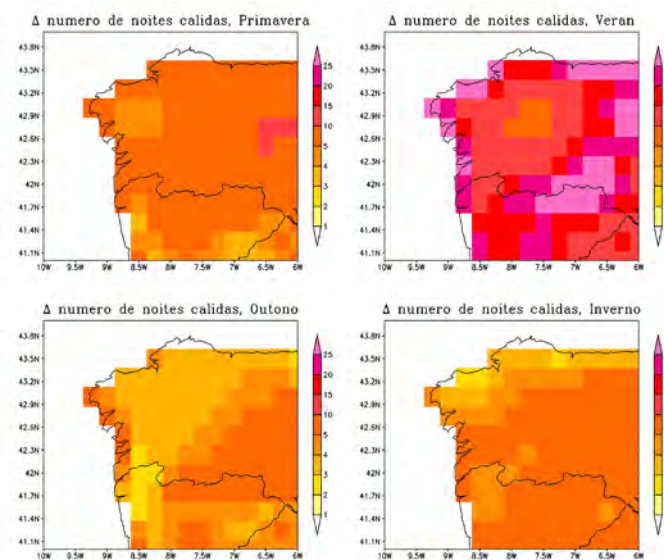


Figura 9. Cambio no número de noites cálidas nas distintas estacións para Galicia entre o clima de mediados do século XXI (2034-2051) e o actual (1984-1995), xerado polo modelo climático rexional RAMS, que usa condicións de contorno do escenario de cambio climático do modelo global HadCM3 para o escenario de emisións A1B.

4.c.3 Cambio na precipitación estacional e anual

A precipitación é a variable máis difícil de simular para os modelos, e tamén a que pode presentar un comportamento máis heteroxéneo, tanto espacial como temporalmente. Debido a que a simulación do modelo rexional non cobre un número suficiente de anos, os resultados deben avaliarse con cautela. A figura 11 mostra as variacións na precipitación estacional e anual entre os 18 anos simulados a mediados do século XXI e 12 anos de finais do século XX. Igual que o modelo global que proporciona as condicións de contorno, obsérvase un comportamento moi dispar entre a primavera e o verán por un lado e o outono e o inverno por outro. Hai grandes reducións de precipitación en toda Galicia superiores ao 25% na primavera. No verán, a costa noroccidental presenta incrementos de precipitación tamén superiores ao 25%, mentres que o resto do país mostra na súa maior parte reducións importantes. No outono e no inverno os aumentos de precipitación superan o 25% en toda Galicia. Os totais anuais mostran incrementos practicamente en todo o país, sobre todo nos montes que compoñen a dorsal galega, onde alcanzan o 25%.

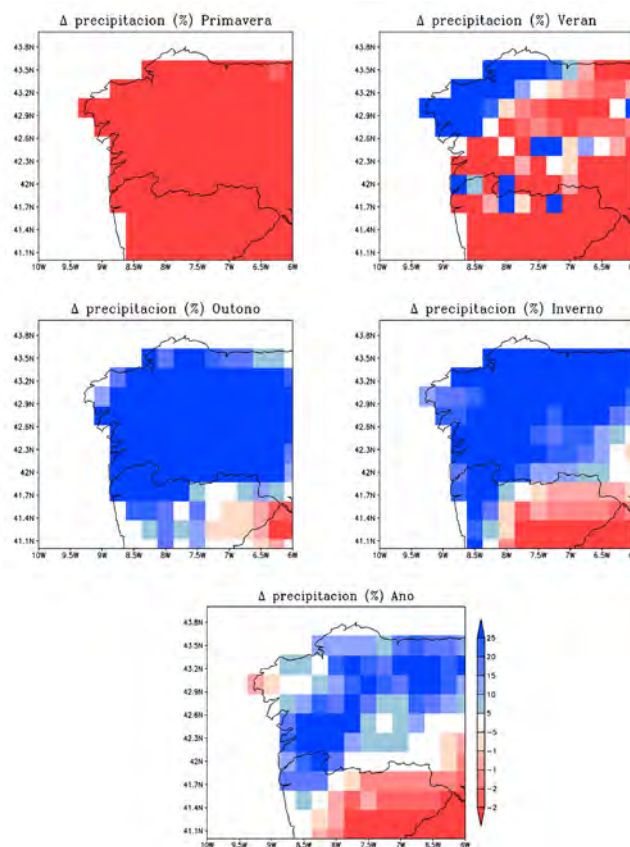


Figura 11. Cambio na precipitación media (%) das distintas estacións e anual para Galicia entre o clima de mediados do século XXI (2034-2051) e o actual (1984-1995), xerado polo modelo climático rexional RAMS, que usa condicións de contorno do escenario de cambio climático do modelo global HadCM3 para o escenario de emisións A1B.

5. RESULTADOS DOUTROS ESTUDOS

Para acoutar a incerteza asociada ás predicións feitas polo modelo rexional, convén comparar os resultados cos doutros estudos realizados con outros modelos e para diferentes escenarios de emisións. Na figura 12 represéntanse (esquerda de cada panel) as proxeccións medias anuais correspondentes a varios modelos globais, escenario de emisións (A2 e B2) e métodos de rexionalización (dinámico como o deste estudo ou ben estatístico). Os resultados rexionalizados proveñen do 5º Programa Marco de Investigación e Desenvolvemento da Unión Europea relacionados con modelización climática, rexionalización dinámica (proxecto PRUDENCE; <http://prudence.dmi.dk/>) e estatística (proxecto STARDEX, <http://www.cru.uea.ac.uk/projects/stardex>).

Á dereita de cada panel sinálase a evolución dos valores medios e da dispersión (*spread*) representada en forma de +/- desviación estándar arredor do valor medio. As rexionalizacións están baseadas en diferentes métodos estatísticos, salvo nos últimos trinta anos do século XXI, cando se incorporan as proxeccións realizadas no marco do proxecto PRUDENCE, feitas de xeito similar á deste traballo, usando modelos climáticos rexionais pero enfocadas sobre o conxunto de Europa e a unha resolución espacial de 50 km. A gráfica está obtida do *Primer informe de seguimento sobre*

el desarrollo del Plan Nacional de Adaptación al Cambio climático 2008, elaborado pola Dirección General de la Oficina Española de Cambio Climático do Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, en colaboración coa Agencia Estatal de Meteorología, a Dirección General del Agua, a Dirección General de Medio Natural y Política Forestal e a Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar.

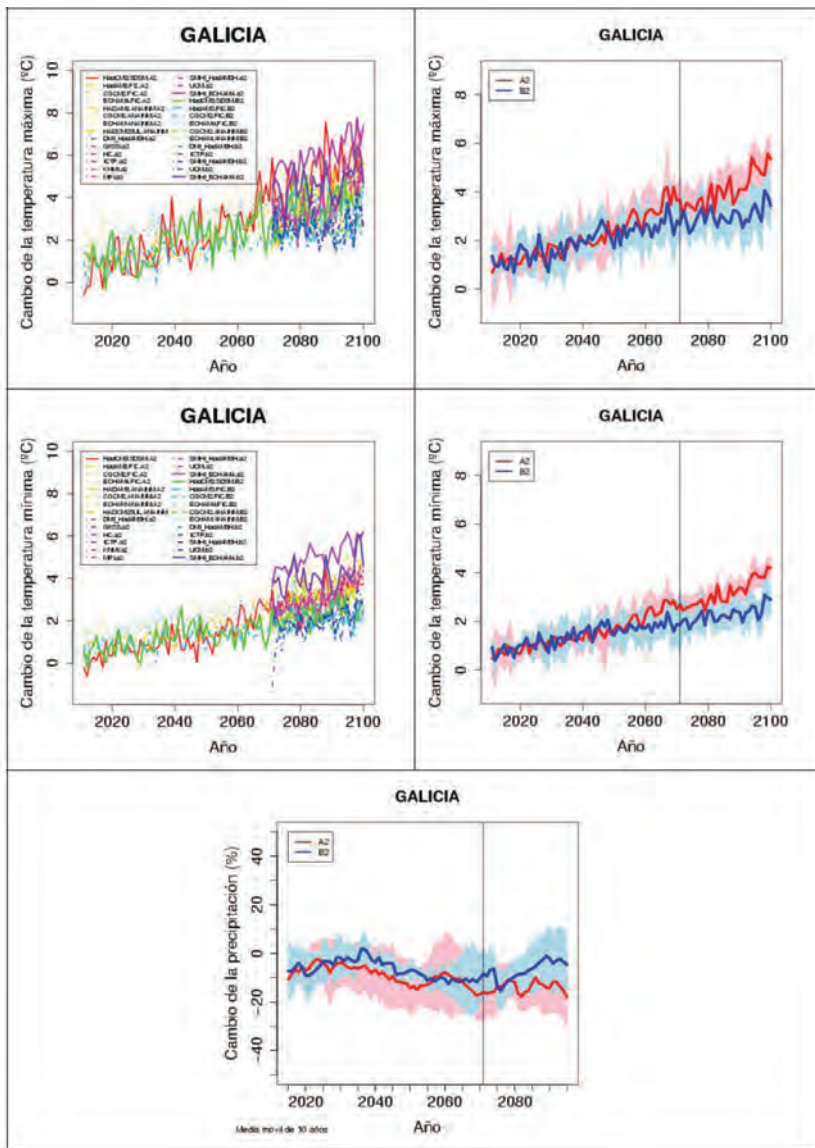


Figura 12. Evolución do cambio de Tmax (arriba esquerda) e Tmin (centro esquerda) anual media en Galicia obtida con diferentes modelos globais, técnicas de rexionalización e escenarios de emisión respecto ao valor media de referencia no período (1961-1990). Evolución do valor medio (curva continua) e valor medio +/- desviación estándar (sombreado) para Tmax (arriba dereita), Tmin (centro dereita) e precipitación (abaixo). [A curva correspondente ao valor medio da precipitación representa a media móbil centrada para un período de 10 anos]. Figura tomada do *Primer informe de seguimiento sobre el desarrollo del Plan Nacional de Adaptación al Cambio climático 2008*, elaborado pola Dirección General de la Oficina Española de Cambio Climático do Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Os resultados de todos o modelos predín un incremento de temperatura para Galicia ao longo do século XXI, que a mediados de século alcanzará un valor semellante ou un pouco superior ao obtido neste estudo, duns 2 °C. En canto á precipitación, prevese nestas simulacións unha variación pequena seguida dunha redución na segunda metade do século. É de destacar que, ao incorporar os resultados dos modelos rexionais nos últimos 30 anos do século, a tendencia se inverte, e, no caso do escenario B2 (curva azul), cunha cantidade de emisións semellante á do escenario A1B usado neste estudo, algúns modelos presentan un incremento de precipitación con respecto ao clima actual.

6. CONCLUSIÓNS

Todos os estudos con modelos globais e rexionais mostran que, se as emisións de gases de invernadoiro se seguen incrementando a un ritmo semellante ao actual, no século XXI producirase un cambio climático global (probablemente xa este a producirse). Neste traballo realizamos un estudo máis detallado da evolución do clima de Galicia no futuro próximo (mediados do século XXI) usando un modelo climático rexional (RAMS) aniñado no escenario de cambio climático xerado polo modelo HadCM3 para un escenario de emisións intermedio A1B.

Os resultados máis destacados que obtemos son os seguintes:

O aumento da temperatura media anual roldará o 1,5 °C en toda Galicia, e será moi superior na primavera e, especialmente, no verán que no outono e inverno. O número de días cálidos aumentará sensiblemente no verán, así como as noites cálidas na costa e algo menos en zonas do interior.

En canto á precipitación, prevese unha diminución importante na primavera e no verán (agás na costa noroeste) e un aumento considerable na mesma magnitude no outono e no inverno, superior ao 25%. A media anual terá un aumento máis moderado, pero, aínda así, alcanzará o 25% nas montañas da dorsal galega.

Os resultados de temperatura son consistentes cos de practicamente todos os modelos globais e rexionais en diferentes escenarios de emisións, polo que se poden considerar robustos.

Os resultados de precipitación, en parte debido a que o número de anos simulados non é o suficientemente extenso, non se poden considerar tan firmes. A precipitación é o parámetro máis difícil de modelar e o que presenta maior variación espacial e temporal. Os resultados do noso estudo son cualitativamente semellantes aos do escenario global no que se aniña o modelo rexional. Non obstante, hai que ter presente que, malia que todos os modelos globais indican un aumento da precipitación global debido a que unha atmosfera máis quente pode conter unha maior cantidade de humidade, a distribución deste incremento de precipitación non é homoxénea e, en moitas zonas, aparecen importantes reducións.

No caso do sur de Europa, estas reducións de precipitación e o aumento da estacionalidade están relacionados coa expansión cara ao norte da cela de Hadley (Lu *et al.*, 2007) que predín os modelos nun clima máis quente, é dicir, da extensión cara ao norte do deserto do Sáhara. Galicia atópase o suficientemente ao norte como para que en moitos modelos no outono-inverno aínda se vexa afectada polo paso das fronte e borrascas como no clima actual, coa excepción de que o aire contén unha maior humidade debido ao quentamento global. Isto explica o posible aumento da precipitación. Non obstante, a estación de chuvias vese reducida ao aumentar a “mediterraneidade” do clima e o verán e a primavera serán moito máis secos e cálidos que os actuais. Abondaría con que a expansión da rama norte da cela de Hadley fose un pouco máis pronunciada para que a redución de precipitación en Galicia se estendese a practicamente todo o ano, de aí a incerteza considerable que existe nos modelos na nosa zona en canto á precipitación total.

BIBLIOGRAFÍA

- Cotton R. W. and coauthors (2003). RAMS 2001: Current status and future directions. *Meteor. Atmos. Phys.*, **82**, 5-29.
- Dirección General de la Oficina Española de Cambio Climático del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, en colaboración con Agencia Estatal de Meteorología, Dirección General del Agua, Dirección General de Medio Natural y Política Forestal e Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar (2008). *Primer informe de seguimiento sobre el desarrollo del Plan Nacional de Adaptación al Cambio climático 2008*, 63 pp.
- Gordon C., Cooper C., Senior C. A., Banks H., Gregory J. M., Johns T. C., Mitchell J. F. B. and Wood R. A. (2000). The simulation of SST, sea ice extents and ocean heat transport in a version of the Hadley Centre coupled model without flux adjustments. *Climate Dyn.*, **16**, 147-168.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (1996). *Climate Change 1995: The Science of Climate Change*. J. T. Houghton, L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg and K. Maskell, (eds.), 572 pp. Cambridge University Press. Cambridge, U. K.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2000). *Emissions Scenarios: A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. N. Nakicenovic and R. Swart (eds.), 599 pp. Cambridge Univ. Press, New York.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2007): *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. S. Solomon *et al.* (eds.), 987 pp. Cambridge Univ. Press, New York.
- Fels S. B. and Schwarzkopf M. D. (1975). The simplified exchange approximation: a new method for radiative transfer calculations. *Journal of the Atmospheric Sciences*, **32**(7), 1475-1488.
- Kain J. S. and Fritsch J. M. (1990). A one-dimensional entraining/detraining plume model and its application in convective parameterization. *J. Atmos. Sci.*, **47**, 1890-1910.
- Kain J. S. and Fritsch J. M. (1993). Convective parameterization for mesoscale models: The Kain-Fritsch scheme. *The Representation of Cumulus Convection in Numerical Models*, *Meteor. Monogr.*, **46**, Amer. Meteor. Soc., 165-170.
- Lacis A. A. and Hansen J. E. (1974). A parameterization for the absorption of solar radiation in the earth's atmosphere. *J. Atmos. Sci.*, **31**, 118-133
- Lu J., Vecchi G. A. and Reichler T. (2007). Expansion of the Hadley cell under global warming, *Geophys. Res. L.*, **34**, DOI:10.1029/2006GL028443.
- Miguez-Macho G., Fan Y., Weaver C. P., Walko R. and Robock A. (2007). Incorporating water table dynamics in climate model simulation: 2. Formulation, validation, and soil moisture simulation, *J. Geophys. Res.*, **112**, D13108, DOI:10.1029/2006JD008112
- Mellor G. L. and Yamada T. (1974). A hierarchy of turbulence closure models for planetary boundary layers. *J. Atmos. Sci.*, **31**, 1791-1806.
- Miguez-Macho G., Stenchikov G. and Robock A. (2004). Spectral nudging to eliminate the effects of domain position and geometry in regional climate model simulations, *J. Geophys. Res.*, **109**, D13104, doi:10.1029/2003JD004495.

- Niehörster F., Fast I., Huebener H. and Cubasch U. (2008). The stream one ENSEMBLES projections of future climate change. ENSEMBLES Technical Report N.º 3 (http://ensembles-eu.metoffice.com/tech_reports.html), 30 pp.
- Pielke R. A. and coauthors (1992). A comprehensive meteorological modeling system—RAMS. *Meteor. Atmos. Phys.*, **49**, 65-78.
- Reichler T. and Kim J. (2008). How Well Do Coupled Models Simulate Today's Climate? *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **89**, 303-311.
- Schwarzkopf M. D. and Fels S. B. (1991). The simplified exchange method revisited: An accurate, rapid method for computation of infrared cooling rates and fluxes. *Journal of Geophysical Research*, **96**(D5), 9075-9096.
- Schwarzkopf M. D. and Fels S. B. (1985). Improvements to the algorithm for computing CO₂ transmissivities and cooling rates. *Journal of Geophysical Research*, **90**(C10), 10,541-10,550.
- Walko, R. L. and coauthors (2000). Coupled atmosphere-biophysics-hydrology models for environmental modeling. *J. Appl. Meteor.*, **39**, 931-944.





**ANEXO VI: OBSERVACIÓNS SOBRE AS
POSIBLES MODIFICACIÓNS NA BIOLOXÍA
DA ICTIOFAUNA CONTINENTAL GALEGA
SEGUNDO AS PREDICIÓNS DO CAMBIO
CLIMÁTICO.**

Observacións sobre as posibles modificacións na bioloxía da ictiofauna continental galega segundo as predicións do cambio climático.

Fernando Cobo Gradín

- Laboratorio de Hidrobioloxía, Departamento de Zooloxía e Antropoloxía Física, Facultade de Bioloxía, Universidade de Santiago de Compostela, 15782 Santiago de Compostela. E-mail: fernando.cobo@usc.es.
- Estación de Hidrobioloxía "Encoro do Con ." Universidade de Santiago de Compostela. Castroagudín-Cea. 36617 Vilagarcía de Arousa. Pontevedra.

Supervivencia e crecemento

QUÉ ESTÁ A PASAR

Alta verosimilitude

- En función das predicións de temperatura media do aire e da correlación coa temperatura da auga e caudal dos ríos galegos, estimada por nós a partir de 13458 datos, prevese unha elevación da temperatura da auga dos nosos ríos de entre 2'5 e 3°C, no período 2075-2099, cuxa media é utilizada aquí como referencia do cambio.

Media verosimilitude

- Para o mesmo período, suxeriuse unha diminución do caudal dos ríos entre un 2% e un 5%.

QUÉ PODERÍA SUCEDER

Alta verosimilitude

- Os Salmónidos son estenotermos de augas frías cuxo desenvolvemento depende estreitamente do rango da temperatura óptimo de cada especie; en condicións de elevadas emisións e incremento de temperaturas espérase unha diminución do éxito reprodutivo e da supervivencia en etapas temperás do desenvolvemento.

Media verosimilitude

- O aumento da persistencia de temperaturas elevadas da auga durante o verán provocará unha prolongada inhibición na inxestión do alimento e no crecemento dos Salmónidos.

Baixa verosimilitude

- O incremento da frecuencia dos picos de caudal nas crecidas extraordinarias pode incrementar a erosión dos depósitos adecuados para o desove, desprazándoos a sectores máis baixos do río con peores condicións de incubación, deste xeito esperaríase un incremento da mortalidade dos embrións e eleuteroembrións.

Migracións

QUÉ ESTÁ A PASAR

Alta verosimilitude

1. A supervivencia mariña do salmón atlántico (*Salmo salar*) diminuíu nos últimos 25 anos. Aínda que as razóns deste descenso son discutidas, existen indicios de que, polo menos en parte, débese ao aumento de temperatura da auga do mar.
2. O número de salmóns con varios invernos de mar (MSW) que entran nos nosos ríos reduciuse notablemente dende os anos 80 e incrementouse a proporción de exemplares con un ano de vida mariña. Publicáronse probas de que os incrementos do Índice Invernal da Oscilación Noratlántica (wNAOI) están inversamente relacionados co tempo en que permanecen os salmóns no mar.

QUÉ PODERÍA SUCEDER

Alta verosimilitude

- A fecundidade media das poboacións de salmón verase reducida pola diminución do número de ovos/femia nos exemplares con menor duración da súa etapa mariña.
- A taxa de iteroparidade diminuírá drasticamente pola menor probabilidade de supervivencia dos salmóns zancados con menor número de invernos de mar.

Baixa verosimilitude

- A redución do caudal en períodos de estiaxe pode limitar as migracións augas abaixo das etapas xuvenís das especies anádromas (larvas de Cupleidos, anduriños de Salmónidos, postmetamórficos de Lampreas).

Estrutura da comunidade.

QUÉ ESTÁ A PASAR

Media verosimilitude

- Nos últimos 30 anos, percíbese un incremento da dominancia das especies máis termófilas (Ciprínidos) fronte ás estenotermas de augas frías (*Salmo salar* e *Salmo trutta*) nas comunidades de peixes continentais en determinados ríos de Galicia. Estes cambios poderían estar correlacionados co incremento da temperatura da auga durante a primavera e o verán.

QUÉ PODERÍA SUCEDER

Media verosimilitude

- O incremento de temperatura primaveral coincide co período de reprodución de Ciprínidos e Centrárquidos, facilitando o desenvolvemento e crecemento postembrionar dos euritermos autóctonos: *Pseudochondrostoma duriense* e *Squalius carolitertii* e especialmente dos máis termófilos: *Luciobarbus bacagei* e *Achondrostoma arcasii*, e das especies alóctonas: *Cyprinus carpio*, *Carasius auratus*, *Tinca tinca*, *Micropterus salmoides* e *Lepomis gibbosus*.

Estrés ambiental

QUÉ ESTÁ A PASAR

Alta verosimilitude

- O incremento de temperatura da auga pode actuar sinérxica ou antagonicamente con outras fontes de estrés ambiental que poden xerar cambios máis localizados en áreas específicas da rede hidrográfica de cada conca. Así, as alteracións antrópicas non climáticas poden xogar un papel determinante a nivel da estrutura das comunidades acuáticas e do funcionamento do ecosistema.
- Unha importante cantidade de tramos ou cursos de auga galegos están sometidos a unha crónica situación de contaminación orgánica; as comunidades presentes neles se ven sometidas aos elevados custos metabólicos dos procesos de detoxificación.

QUÉ PODERÍA SUCEDER

Alta verosimilitude

- Os cambios ambientais de temperatura e caudal poden exacerbar a situación por toxicidade en casos de contaminación orgánica, diminuíndo a solubilidade do osíxeno e incrementando a presenza de tóxicos (o amonio non ionizado, por exemplo), de maneira que se superen os límites subletales de aclimatación.

Interferencias no ecosistema

QUÉ ESTÁ A PASAR

Media verosimilitude

1. O aumento da frecuencia de eventos extremos facilita o desenvolvemento de blooms tóxicos de Cianobacterias extremófilas.
2. O curso clínico das infeccións víricas, bacterianas, fúnxicas e parasitarias nos peixes pode estar influído decisivamente polas variacións da temperatura da auga.
3. O arrefecemento da superficie da auga en encoros facilitará a estratificación vertical durante maiores períodos de tempo. Xa se deron casos de morte de peixes polo baleirado incontrolado de encoros de produción hidroeléctrica que acadaron o nivel do hipolimnio.

QUÉ PODERÍA SUCEDER

Media verosimilitude

- A interferencia por cianotoxinas na estrutura e funcionamento do ecosistema acuático, en todos os seus niveis de organización, foi repetidamente comprobada.
- É posible que se produza un aumento da prevalencia de determinadas patoloxías que se ven favorecidas polo incremento da temperatura.
- Os cambios de calidade da auga hipolimnética en períodos de estratificación poden provocar mortalidades masivas de peixes en condicións de baixa precipitación e diminución do nivel dos encoros.



ANEXO VII: TEMPERATURA DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO UMIA

DATOS PROPORCIONADOS POR: AGUAS DE GALICIA



Cuenca	Cód. Subestación	Subestación	Parámetro	Fecha	Tipo de red	Temperatura (°C)
Umia	CAE1S	Principal	Temperatura agua	20/11/2006	Control Mensual	13.3
Umia	CAE1S	Principal	Temperatura agua	26/02/2007	Control Mensual	13.5
Umia	CAE2S	Principal	Temperatura agua	26/02/2007	Control Mensual	12.2
Umia	Um1	Principal	Temperatura agua	01/11/2001	Exhaustiva	12.5
Umia	Um1	Principal	Temperatura agua	17/07/2002	Exhaustiva	14.1
Umia	Um1	Principal	Temperatura agua	30/11/2002	Exhaustiva	11.8
Umia	Um1	Principal	Temperatura agua	05/07/2003	Exhaustiva	13.6
Umia	Um1	Principal	Temperatura agua	22/10/2003	Exhaustiva	12.2
Umia	Um1	Principal	Temperatura agua	13/06/2004	Exhaustiva	13.9
Umia	Um1	Principal	Temperatura agua	20/10/2004	Exhaustiva	12.6
Umia	Um1	Principal	Temperatura agua	16/03/2005	Exhaustiva	9.7
Umia	Um1	Principal	Temperatura agua	08/02/2006	Exhaustiva	5.0
Umia	Um1	Principal	Temperatura agua	19/06/2006	Exhaustiva	14.0
Umia	Um4	Principal	Temperatura agua	01/11/2001	Exhaustiva	12.9
Umia	Um4	Principal	Temperatura agua	17/07/2002	Exhaustiva	16.0
Umia	Um4	Principal	Temperatura agua	30/11/2002	Exhaustiva	12.6
Umia	Um4	Principal	Temperatura agua	05/07/2003	Exhaustiva	14.7
Umia	Um4	Principal	Temperatura agua	22/10/2003	Exhaustiva	12.8
Umia	Um4	Principal	Temperatura agua	13/06/2004	Exhaustiva	15.4
Umia	Um4	Principal	Temperatura agua	20/10/2004	Exhaustiva	13.6
Umia	Um4	Principal	Temperatura agua	16/03/2005	Exhaustiva	10.0
Umia	Um4	Principal	Temperatura agua	08/02/2006	Exhaustiva	5.0
Umia	Um4	Principal	Temperatura agua	19/06/2006	Exhaustiva	15.9
Umia	Um5	Principal	Temperatura agua	01/11/2001	Exhaustiva	13.7
Umia	Um5	Principal	Temperatura agua	17/07/2002	Exhaustiva	16.8
Umia	Um5	Principal	Temperatura agua	30/11/2002	Exhaustiva	12.9
Umia	Um5	Principal	Temperatura agua	05/07/2003	Exhaustiva	15.2
Umia	Um5	Principal	Temperatura agua	22/10/2003	Exhaustiva	13.3
Umia	Um5	Principal	Temperatura agua	13/06/2004	Exhaustiva	16.0
Umia	Um5	Principal	Temperatura agua	20/10/2004	Exhaustiva	14.6
Umia	Um5	Principal	Temperatura agua	16/03/2005	Exhaustiva	10.4
Umia	Um5	Principal	Temperatura agua	08/02/2006	Exhaustiva	5.8
Umia	Um5	Principal	Temperatura agua	19/06/2006	Exhaustiva	16.8
Umia	Um8	Principal	Temperatura agua	01/11/2001	Exhaustiva	14.3
Umia	Um8	Principal	Temperatura agua	17/07/2002	Exhaustiva	18.9
Umia	Um8	Principal	Temperatura agua	30/11/2002	Exhaustiva	13.1
Umia	Um8	Principal	Temperatura agua	05/07/2003	Exhaustiva	16.7
Umia	Um8	Principal	Temperatura agua	22/10/2003	Exhaustiva	13.7
Umia	Um8	Principal	Temperatura agua	13/06/2004	Exhaustiva	17.8
Umia	Um8	Principal	Temperatura agua	20/10/2004	Exhaustiva	14.8
Umia	Um8	Principal	Temperatura agua	16/03/2005	Exhaustiva	11.7
Umia	Um9	Principal	Temperatura agua	01/11/2001	Exhaustiva	14.2
Umia	Um9	Principal	Temperatura agua	17/07/2002	Exhaustiva	19.9
Umia	Um9	Principal	Temperatura agua	30/11/2002	Exhaustiva	12.7
Umia	Um9	Principal	Temperatura agua	05/07/2003	Exhaustiva	16.4
Umia	Um9	Principal	Temperatura agua	22/10/2003	Exhaustiva	13.5
Umia	Um9	Principal	Temperatura agua	13/06/2004	Exhaustiva	18.2
Umia	Um9	Principal	Temperatura agua	20/10/2004	Exhaustiva	14.5
Umia	Um9	Principal	Temperatura agua	08/02/2006	Exhaustiva	6.8
Umia	Um9	Principal	Temperatura agua	19/06/2006	Exhaustiva	18.9
Umia	UmBe	Principal	Temperatura agua	01/11/2001	Exhaustiva	14.2
Umia	UmBe	Principal	Temperatura agua	17/07/2002	Exhaustiva	18.2



Umia	UmBe	Principal	Temperatura agua	30/11/2002	Exhaustiva	12.2
Umia	UmBe	Principal	Temperatura agua	05/07/2003	Exhaustiva	15.2
Umia	UmBe	Principal	Temperatura agua	22/10/2003	Exhaustiva	13.2
Umia	UmBe	Principal	Temperatura agua	13/06/2004	Exhaustiva	16.7
Umia	UmBe	Principal	Temperatura agua	20/10/2004	Exhaustiva	14.7
Umia	UmBe	Principal	Temperatura agua	16/03/2005	Exhaustiva	11.5
Umia	UmBe	Principal	Temperatura agua	08/02/2006	Exhaustiva	8.1
Umia	UmCh	Principal	Temperatura agua	01/11/2001	Exhaustiva	14.3
Umia	UmCh	Principal	Temperatura agua	17/07/2002	Exhaustiva	17.3
Umia	UmCh	Principal	Temperatura agua	30/11/2002	Exhaustiva	13.4
Umia	UmCh	Principal	Temperatura agua	05/07/2003	Exhaustiva	15.8
Umia	UmCh	Principal	Temperatura agua	22/10/2003	Exhaustiva	13.9
Umia	UmCh	Principal	Temperatura agua	13/06/2004	Exhaustiva	16.6
Umia	UmCh	Principal	Temperatura agua	20/10/2004	Exhaustiva	14.6
Umia	UmCh	Principal	Temperatura agua	16/03/2005	Exhaustiva	12.0
Umia	UmCh	Principal	Temperatura agua	08/02/2006	Exhaustiva	7.3
Umia	UmCh	Principal	Temperatura agua	19/06/2006	Exhaustiva	18.6
Umia	UmGa	Principal	Temperatura agua	01/11/2001	Exhaustiva	14.4
Umia	UmGa	Principal	Temperatura agua	17/07/2002	Exhaustiva	16.6
Umia	UmGa	Principal	Temperatura agua	30/11/2002	Exhaustiva	13.3
Umia	UmGa	Principal	Temperatura agua	05/07/2003	Exhaustiva	15.7
Umia	UmGa	Principal	Temperatura agua	22/10/2003	Exhaustiva	13.9
Umia	UmGa	Principal	Temperatura agua	13/06/2004	Exhaustiva	16.2
Umia	UmGa	Principal	Temperatura agua	20/10/2004	Exhaustiva	14.0
Umia	UmGa	Principal	Temperatura agua	16/03/2005	Exhaustiva	11.8
Umia	UmGa	Principal	Temperatura agua	08/02/2006	Exhaustiva	6.8
Umia	UmGa	Principal	Temperatura agua	19/06/2006	Exhaustiva	16.4



ANEXO VIII: TEMPERATURA DEL AGUA **EN LA CUENCA DEL RÍO ULLA**

DATOS PROPORCIONADOS POR: AGUAS DE GALICIA



Cuenca	Cód. Substación	Substación	Parámetro	Fecha	Tipo de red	Temperatura (°C)
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	23/10/2007	Operativa-Río	12.7
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	23/10/2007	Operativa-Río	12.0
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	13/11/2007	Operativa-Río	13.1
Ulla	14.RW.05.380	Principal	Temperatura agua	13/11/2007	Operativa-Río	10.7
Ulla	14.RW.05.380	Principal	Temperatura agua	18/12/2007	Operativa-Río	5.1
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	18/12/2007	Operativa-Río	6.6
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	21/03/2007	Vixilancia-Río	11.1
Ulla	14.RW.05.120_P	Presa	Temperatura agua	21/03/2007	Vixilancia-Río	11.6
Ulla	14.RW.05.120_C	Cola	Temperatura agua	21/03/2007	Vixilancia-Río	11.7
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	21/03/2007	Vixilancia-Río	8.5
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	22/03/2007	Vixilancia-Río	10.1
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	27/03/2007	Vixilancia-Río	11.2
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	23/04/2007	Vixilancia-Río	14.0
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	23/04/2007	Vixilancia-Río	16.1
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	23/04/2007	Vixilancia-Río	14.9
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	24/04/2007	Vixilancia-Río	15.5
Ulla	14.RW.05.120_P	Presa	Temperatura agua	04/06/2007	Vixilancia-Río	19.3
Ulla	14.RW.05.120_C	Cola	Temperatura agua	04/06/2007	Vixilancia-Río	19.2
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	16/07/2007	Vixilancia-Río	17.5
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	16/07/2007	Vixilancia-Río	17.7
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	17/07/2007	Vixilancia-Río	16.0
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	17/07/2007	Vixilancia-Río	15.7
Ulla	14.RW.05.120_P	Presa	Temperatura agua	06/08/2007	Vixilancia-Río	23.7
Ulla	14.RW.05.120_C	Cola	Temperatura agua	06/08/2007	Vixilancia-Río	24.2
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	15/10/2007	Vixilancia-Río	15.2
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	15/10/2007	Vixilancia-Río	15.1
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	23/10/2007	Vixilancia-Río	15.4
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	23/10/2007	Vixilancia-Río	12.3
Ulla	14.RW.05.120_P	Presa	Temperatura agua	07/11/2007	Vixilancia-Río	14.8
Ulla	14.RW.05.120_C	Cola	Temperatura agua	07/11/2007	Vixilancia-Río	14.6
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	13/01/2008	OSPAR	10.4
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	14/01/2008	OSPAR	8.7
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	14/01/2008	OSPAR	9.0
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	14/01/2008	OSPAR	8.3
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	14/01/2008	OSPAR	7.2
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	14/01/2008	OSPAR	7.6
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	19/02/2008	OSPAR	10.0
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	19/02/2008	OSPAR	11.2
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	19/02/2008	OSPAR	9.4
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	19/02/2008	OSPAR	9.5
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	19/02/2008	OSPAR	8.9
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	19/02/2008	OSPAR	8.2
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	10/03/2008	OSPAR	11.9
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	10/03/2008	OSPAR	10.0
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	10/03/2008	OSPAR	10.6
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	10/03/2008	OSPAR	11.6
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	10/03/2008	OSPAR	11.5
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	10/03/2008	OSPAR	10.0
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	14/04/2008	OSPAR	11.3
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	15/04/2008	OSPAR	10.6
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	15/04/2008	OSPAR	12.2
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	15/04/2008	OSPAR	11.4



Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	15/04/2008	OSPAR	13.8
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	15/04/2008	OSPAR	10.8
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	26/05/2008	OSPAR	13.7
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	26/05/2008	OSPAR	12.7
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	26/05/2008	OSPAR	13.5
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	26/05/2008	OSPAR	14.8
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	26/05/2008	OSPAR	13.4
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	26/05/2008	OSPAR	14.5
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	23/06/2008	OSPAR	19.9
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	24/06/2008	OSPAR	17.8
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	24/06/2008	OSPAR	18.6
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	24/06/2008	OSPAR	16.1
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	24/06/2008	OSPAR	16.3
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	24/06/2008	OSPAR	17.0
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	07/07/2008	OSPAR	14.6
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	07/07/2008	OSPAR	12.9
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	07/07/2008	OSPAR	14.2
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	07/07/2008	OSPAR	16.9
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	07/07/2008	OSPAR	14.9
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	08/07/2008	OSPAR	15.5
Ulla	14.RW.05.060	Principal	Temperatura agua	23/04/2007	Captacións	15.7
Ulla	14.RW.05.080	Principal	Temperatura agua	23/04/2007	Captacións	14.5
Ulla	14.RW.05.100	Principal	Temperatura agua	23/04/2007	Captacións	15.2
Ulla	14.RW.05.140	Principal	Temperatura agua	23/04/2007	Captacións	15.5
Ulla	14.RW.05.160	Principal	Temperatura agua	23/04/2007	Captacións	15.8
Ulla	14.RW.05.190	Principal	Temperatura agua	23/04/2007	Captacións	13.3
Ulla	14.RW.05.220	Principal	Temperatura agua	23/04/2007	Captacións	14.4
Ulla	14.RW.05.050	Principal	Temperatura agua	23/04/2007	Captacións	16.4
Ulla	14.RW.05.230	Principal	Temperatura agua	23/04/2007	Captacións	14.6
Ulla	14.RW.05.300	Principal	Temperatura agua	23/04/2007	Captacións	13.3
Ulla	14.RW.05.320	Principal	Temperatura agua	23/04/2007	Captacións	15.1
Ulla	14.RW.05.350	Principal	Temperatura agua	02/05/2007	Captacións	14.7
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	02/05/2007	Captacións	12.9
Ulla	14.RW.05.390	Principal	Temperatura agua	02/05/2007	Captacións	13.5
Ulla	14.RW.05.320	Principal	Temperatura agua	28/05/2007	Captacións	16.2
Ulla	14.RW.05.020	Principal	Temperatura agua	28/05/2007	Captacións	13.1
Ulla	14.RW.05.030	Principal	Temperatura agua	28/05/2007	Captacións	12.8
Ulla	14.RW.05.240	Principal	Temperatura agua	28/05/2007	Captacións	14.7
Ulla	14.RW.05.360	Principal	Temperatura agua	28/05/2007	Captacións	15.0
Ulla	14.RW.05.300	Principal	Temperatura agua	28/05/2007	Captacións	13.6
Ulla	14.RW.05.030	Principal	Temperatura agua	11/06/2007	Captacións	13.9
Ulla	14.RW.05.050	Principal	Temperatura agua	11/06/2007	Captacións	15.2
Ulla	14.RW.05.060	Principal	Temperatura agua	11/06/2007	Captacións	15.8
Ulla	14.RW.05.140	Principal	Temperatura agua	11/06/2007	Captacións	15.8
Ulla	14.RW.05.160	Principal	Temperatura agua	11/06/2007	Captacións	16.0
Ulla	14.RW.05.240	Principal	Temperatura agua	11/06/2007	Captacións	15.2
Ulla	14.RW.05.360	Principal	Temperatura agua	11/06/2007	Captacións	14.8
Ulla	14.RW.05.020	Principal	Temperatura agua	11/06/2007	Captacións	15.0
Ulla	14.RW.05.100	Principal	Temperatura agua	11/06/2007	Captacións	15.8
Ulla	14.RW.05.190	Principal	Temperatura agua	11/06/2007	Captacións	14.0
Ulla	14.RW.05.220	Principal	Temperatura agua	11/06/2007	Captacións	14.5
Ulla	14.RW.05.230	Principal	Temperatura agua	11/06/2007	Captacións	15.4
Ulla	14.RW.05.350	Principal	Temperatura agua	18/06/2007	Captacións	16.7
Ulla	14.RW.05.390	Principal	Temperatura agua	18/06/2007	Captacións	16.0



Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	18/06/2007	Captacións	16.0
Ulla	14.RW.05.290	Principal	Temperatura agua	18/06/2007	Captacións	15.5
Ulla	14.RW.05.300	Principal	Temperatura agua	10/09/2007	Captacións	16.3
Ulla	14.RW.05.320	Principal	Temperatura agua	10/09/2007	Captacións	21.3
Ulla	14.RW.05.360	Principal	Temperatura agua	10/09/2007	Captacións	20.2
Ulla	14.RW.05.240	Principal	Temperatura agua	10/09/2007	Captacións	17.7
Ulla	14.RW.05.160	Principal	Temperatura agua	18/09/2007	Captacións	15.2
Ulla	14.RW.05.020	Principal	Temperatura agua	18/09/2007	Captacións	14.2
Ulla	14.RW.05.030	Principal	Temperatura agua	18/09/2007	Captacións	13.3
Ulla	14.RW.05.060	Principal	Temperatura agua	18/09/2007	Captacións	15.8
Ulla	14.RW.05.080	Principal	Temperatura agua	18/09/2007	Captacións	14.9
Ulla	14.RW.05.100	Principal	Temperatura agua	18/09/2007	Captacións	15.2
Ulla	14.RW.05.140	Principal	Temperatura agua	18/09/2007	Captacións	15.7
Ulla	14.RW.05.190	Principal	Temperatura agua	18/09/2007	Captacións	14.6
Ulla	14.RW.05.220	Principal	Temperatura agua	18/09/2007	Captacións	14.3
Ulla	14.RW.05.230	Principal	Temperatura agua	18/09/2007	Captacións	15.3
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	01/10/2007	Captacións	17.5
Ulla	14.RW.05.350	Principal	Temperatura agua	01/10/2007	Captacións	17.6
Ulla	14.RW.05.390	Principal	Temperatura agua	01/10/2007	Captacións	15.9
Ulla	14.RW.05.290	Principal	Temperatura agua	01/10/2007	Captacións	16.3
Ulla	14.RW.05.320	Principal	Temperatura agua	08/10/2007	Captacións	17.9
Ulla	14.RW.05.360	Principal	Temperatura agua	15/10/2007	Captacións	17.1
Ulla	14.RW.05.240	Principal	Temperatura agua	15/10/2007	Captacións	15.0
Ulla	14.RW.05.300	Principal	Temperatura agua	15/10/2007	Captacións	12.6
Ulla	14.RW.05.230	Principal	Temperatura agua	23/10/2007	Captacións	11.5
Ulla	14.RW.05.020	Principal	Temperatura agua	23/10/2007	Captacións	11.9
Ulla	14.RW.05.030	Principal	Temperatura agua	23/10/2007	Captacións	12.3
Ulla	14.RW.05.050	Principal	Temperatura agua	23/10/2007	Captacións	12.4
Ulla	14.RW.05.060	Principal	Temperatura agua	23/10/2007	Captacións	12.2
Ulla	14.RW.05.080	Principal	Temperatura agua	23/10/2007	Captacións	10.7
Ulla	14.RW.05.100	Principal	Temperatura agua	23/10/2007	Captacións	12.7
Ulla	14.RW.05.140	Principal	Temperatura agua	23/10/2007	Captacións	11.6
Ulla	14.RW.05.160	Principal	Temperatura agua	23/10/2007	Captacións	12.5
Ulla	14.RW.05.190	Principal	Temperatura agua	23/10/2007	Captacións	10.8
Ulla	14.RW.05.220	Principal	Temperatura agua	23/10/2007	Captacións	10.5
Ulla	14.RW.05.290	Principal	Temperatura agua	30/10/2007	Captacións	12.6
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	30/10/2007	Captacións	13.8
Ulla	14.RW.05.350	Principal	Temperatura agua	30/10/2007	Captacións	13.9
Ulla	14.RW.05.390	Principal	Temperatura agua	30/10/2007	Captacións	12.3
Ulla	14.RW.05.320	Principal	Temperatura agua	19/11/2007	Captacións	8.3
Ulla	14.RW.05.320	Principal	Temperatura agua	10/12/2007	Captacións	11.0
Ulla	14.RW.05.320	Principal	Temperatura agua	14/01/2008	Captacións	8.8
Ulla	14.RW.05.240	Principal	Temperatura agua	21/01/2008	Captacións	12.0
Ulla	14.RW.05.300	Principal	Temperatura agua	21/01/2008	Captacións	11.4
Ulla	14.RW.05.360	Principal	Temperatura agua	21/01/2008	Captacións	11.5
Ulla	14.RW.05.020	Principal	Temperatura agua	28/01/2008	Captacións	8.5
Ulla	14.RW.05.030	Principal	Temperatura agua	28/01/2008	Captacións	10.4
Ulla	14.RW.05.050	Principal	Temperatura agua	28/01/2008	Captacións	9.8
Ulla	14.RW.05.060	Principal	Temperatura agua	28/01/2008	Captacións	8.2
Ulla	14.RW.05.080	Principal	Temperatura agua	28/01/2008	Captacións	6.8
Ulla	14.RW.05.100	Principal	Temperatura agua	28/01/2008	Captacións	8.7
Ulla	14.RW.05.140	Principal	Temperatura agua	28/01/2008	Captacións	7.1
Ulla	14.RW.05.160	Principal	Temperatura agua	28/01/2008	Captacións	9.8
Ulla	14.RW.05.190	Principal	Temperatura agua	28/01/2008	Captacións	6.6



Ulla	14.RW.05.220	Principal	Temperatura agua	28/01/2008	Captacións	6.6
Ulla	14.RW.05.230	Principal	Temperatura agua	28/01/2008	Captacións	7.3
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	11/02/2008	Captacións	9.0
Ulla	14.RW.05.290	Principal	Temperatura agua	12/02/2008	Captacións	11.2
Ulla	14.RW.05.350	Principal	Temperatura agua	12/02/2008	Captacións	12.7
Ulla	14.RW.05.390	Principal	Temperatura agua	12/02/2008	Captacións	9.7
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	20/01/2001	Control Mensual	10.5
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	20/01/2001	Control Mensual	10.5
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	20/01/2001	Control Mensual	9.1
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	20/01/2001	Control Mensual	9.1
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	17/02/2001	Control Mensual	10.4
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	17/02/2001	Control Mensual	9.6
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	17/02/2001	Control Mensual	9.3
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	18/02/2001	Control Mensual	9.6
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	31/03/2001	Control Mensual	13.6
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	31/03/2001	Control Mensual	12.4
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	31/03/2001	Control Mensual	12.2
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	31/03/2001	Control Mensual	12.5
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	28/04/2001	Control Mensual	12.9
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	28/04/2001	Control Mensual	11.7
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	28/04/2001	Control Mensual	11.5
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	29/04/2001	Control Mensual	12.9
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	26/05/2001	Control Mensual	18.0
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	26/05/2001	Control Mensual	16.9
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	26/05/2001	Control Mensual	16.7
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	27/05/2001	Control Mensual	17.0
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	23/06/2001	Control Mensual	18.5
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	23/06/2001	Control Mensual	19.2
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	23/06/2001	Control Mensual	20.3
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	24/06/2001	Control Mensual	20.1
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	29/07/2001	Control Mensual	19.2
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	29/07/2001	Control Mensual	21.1
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	29/07/2001	Control Mensual	17.9
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	29/07/2001	Control Mensual	17.2
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	25/08/2001	Control Mensual	21.5
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	25/08/2001	Control Mensual	21.0
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	25/08/2001	Control Mensual	20.6
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	26/08/2001	Control Mensual	21.4
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	30/09/2001	Control Mensual	13.8
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	30/09/2001	Control Mensual	16.2
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	30/09/2001	Control Mensual	18.2
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	30/09/2001	Control Mensual	14.7
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	28/10/2001	Control Mensual	13.8
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	28/10/2001	Control Mensual	14.7
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	28/10/2001	Control Mensual	13.4
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	28/10/2001	Control Mensual	13.5
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	25/11/2001	Control Mensual	6.3
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	25/11/2001	Control Mensual	8.6
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	25/11/2001	Control Mensual	6.7
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	25/11/2001	Control Mensual	7.4
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	16/12/2001	Control Mensual	3.1
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	16/12/2001	Control Mensual	7.4
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	16/12/2001	Control Mensual	2.0
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	16/12/2001	Control Mensual	3.2



Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	27/01/2002	Control Mensual	10.6
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	27/01/2002	Control Mensual	11.0
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	27/01/2002	Control Mensual	9.5
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	27/01/2002	Control Mensual	9.8
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	24/02/2002	Control Mensual	10.6
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	24/02/2002	Control Mensual	9.6
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	24/02/2002	Control Mensual	9.7
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	24/02/2002	Control Mensual	10.1
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	17/03/2002	Control Mensual	10.1
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	17/03/2002	Control Mensual	10.7
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	17/03/2002	Control Mensual	9.3
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	17/03/2002	Control Mensual	9.1
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	28/04/2002	Control Mensual	14.6
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	28/04/2002	Control Mensual	15.7
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	28/04/2002	Control Mensual	13.3
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	28/04/2002	Control Mensual	13.3
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	25/05/2002	Control Mensual	13.8
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	25/05/2002	Control Mensual	12.9
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	25/05/2002	Control Mensual	12.6
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	26/05/2002	Control Mensual	13.7
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	30/06/2002	Control Mensual	16.8
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	30/06/2002	Control Mensual	18.4
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	30/06/2002	Control Mensual	14.5
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	30/06/2002	Control Mensual	14.2
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	28/07/2002	Control Mensual	20.7
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	28/07/2002	Control Mensual	19.2
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	28/07/2002	Control Mensual	19.2
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	28/07/2002	Control Mensual	17.7
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	26/08/2002	Control Mensual	18.3
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	26/08/2002	Control Mensual	18.8
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	26/08/2002	Control Mensual	16.0
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	26/08/2002	Control Mensual	15.8
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	29/09/2002	Control Mensual	16.2
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	29/09/2002	Control Mensual	17.4
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	29/09/2002	Control Mensual	15.3
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	29/09/2002	Control Mensual	14.7
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	27/10/2002	Control Mensual	14.2
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	27/10/2002	Control Mensual	15.5
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	27/10/2002	Control Mensual	14.0
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	27/10/2002	Control Mensual	14.0
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	24/11/2002	Control Mensual	10.2
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	24/11/2002	Control Mensual	11.0
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	24/11/2002	Control Mensual	8.8
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	24/11/2002	Control Mensual	8.7
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	15/12/2002	Control Mensual	10.0
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	15/12/2002	Control Mensual	10.6
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	15/12/2002	Control Mensual	9.1
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	15/12/2002	Control Mensual	9.1
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	26/01/2003	Control Mensual	9.0
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	26/01/2003	Control Mensual	9.7
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	26/01/2003	Control Mensual	7.8
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	26/01/2003	Control Mensual	7.9
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	23/02/2003	Control Mensual	9.3
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	23/02/2003	Control Mensual	10.1



Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	23/02/2003	Control Mensual	8.3
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	23/02/2003	Control Mensual	8.4
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	30/03/2003	Control Mensual	12.2
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	30/03/2003	Control Mensual	12.7
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	30/03/2003	Control Mensual	11.4
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	30/03/2003	Control Mensual	11.5
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	27/04/2003	Control Mensual	12.3
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	27/04/2003	Control Mensual	13.5
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	27/04/2003	Control Mensual	11.3
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	27/04/2003	Control Mensual	11.5
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	25/05/2003	Control Mensual	13.1
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	25/05/2003	Control Mensual	14.1
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	25/05/2003	Control Mensual	11.8
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	25/05/2003	Control Mensual	12.3
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	29/06/2003	Control Mensual	17.7
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	29/06/2003	Control Mensual	18.1
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	29/06/2003	Control Mensual	16.0
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	29/06/2003	Control Mensual	15.8
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	27/07/2003	Control Mensual	18.5
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	27/07/2003	Control Mensual	19.5
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	27/07/2003	Control Mensual	17.1
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	27/07/2003	Control Mensual	16.8
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	31/08/2003	Control Mensual	18.0
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	31/08/2003	Control Mensual	19.5
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	31/08/2003	Control Mensual	16.5
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	31/08/2003	Control Mensual	16.2
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	14/09/2003	Control Mensual	18.1
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	14/09/2003	Control Mensual	20.3
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	14/09/2003	Control Mensual	17.1
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	14/09/2003	Control Mensual	16.2
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	26/10/2003	Control Mensual	13.2
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	26/10/2003	Control Mensual	9.8
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	26/10/2003	Control Mensual	11.1
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	26/10/2003	Control Mensual	11.0
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	26/10/2003	Control Mensual	10.7
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	26/10/2003	Control Mensual	8.2
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	26/10/2003	Control Mensual	8.4
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	30/11/2003	Control Mensual	13.4
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	30/11/2003	Control Mensual	13.4
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	30/11/2003	Control Mensual	13.3
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	30/11/2003	Control Mensual	13.2
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	30/11/2003	Control Mensual	13.2
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	30/11/2003	Control Mensual	11.8
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	30/11/2003	Control Mensual	11.7
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	14/12/2003	Control Mensual	13.6
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	14/12/2003	Control Mensual	11.2
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	14/12/2003	Control Mensual	11.5
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	14/12/2003	Control Mensual	11.6
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	14/12/2003	Control Mensual	11.6
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	14/12/2003	Control Mensual	10.0
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	14/12/2003	Control Mensual	10.2
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	25/01/2004	Control Mensual	11.8
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	25/01/2004	Control Mensual	11.6
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	25/01/2004	Control Mensual	10.2



Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	25/01/2004	Control Mensual	9.9
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	26/01/2004	Control Mensual	12.8
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	26/01/2004	Control Mensual	11.7
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	26/01/2004	Control Mensual	11.1
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	23/02/2004	Control Mensual	6.8
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	23/02/2004	Control Mensual	8.1
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	23/02/2004	Control Mensual	7.9
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	23/02/2004	Control Mensual	7.9
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	23/02/2004	Control Mensual	5.8
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	23/02/2004	Control Mensual	6.0
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	24/02/2004	Control Mensual	10.3
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	28/03/2004	Control Mensual	8.5
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	28/03/2004	Control Mensual	10.0
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	28/03/2004	Control Mensual	9.8
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	28/03/2004	Control Mensual	8.9
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	28/03/2004	Control Mensual	6.7
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	28/03/2004	Control Mensual	6.9
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	29/03/2004	Control Mensual	10.5
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	25/04/2004	Control Mensual	12.9
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	25/04/2004	Control Mensual	15.0
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	25/04/2004	Control Mensual	14.2
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	25/04/2004	Control Mensual	13.2
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	25/04/2004	Control Mensual	12.1
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	25/04/2004	Control Mensual	12.3
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	26/04/2004	Control Mensual	13.3
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	30/05/2004	Control Mensual	14.9
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	31/05/2004	Control Mensual	15.5
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	31/05/2004	Control Mensual	16.1
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	31/05/2004	Control Mensual	15.2
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	31/05/2004	Control Mensual	13.6
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	31/05/2004	Control Mensual	13.8
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	31/05/2004	Control Mensual	13.7
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	27/06/2004	Control Mensual	19.3
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	27/06/2004	Control Mensual	19.4
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	27/06/2004	Control Mensual	18.0
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	27/06/2004	Control Mensual	14.8
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	27/06/2004	Control Mensual	17.6
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	27/06/2004	Control Mensual	17.7
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	28/06/2004	Control Mensual	18.7
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	18/07/2004	Control Mensual	20.9
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	18/07/2004	Control Mensual	20.7
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	18/07/2004	Control Mensual	19.2
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	18/07/2004	Control Mensual	16.5
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	18/07/2004	Control Mensual	19.1
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	18/07/2004	Control Mensual	19.0
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	19/07/2004	Control Mensual	19.8
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	29/08/2004	Control Mensual	17.3
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	29/08/2004	Control Mensual	20.1
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	29/08/2004	Control Mensual	18.9
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	29/08/2004	Control Mensual	18.8
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	29/08/2004	Control Mensual	17.1
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	29/08/2004	Control Mensual	16.1
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	30/08/2004	Control Mensual	17.5
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	27/09/2004	Control Mensual	16.5



Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	27/09/2004	Control Mensual	19.6
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	27/09/2004	Control Mensual	18.6
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	27/09/2004	Control Mensual	17.4
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	27/09/2004	Control Mensual	15.4
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	27/09/2004	Control Mensual	14.7
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	28/09/2004	Control Mensual	17.0
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	24/10/2004	Control Mensual	14.8
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	24/10/2004	Control Mensual	14.2
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	24/10/2004	Control Mensual	15.5
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	24/10/2004	Control Mensual	15.3
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	24/10/2004	Control Mensual	15.9
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	24/10/2004	Control Mensual	13.6
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	24/10/2004	Control Mensual	13.8
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	27/11/2004	Control Mensual	7.9
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	27/11/2004	Control Mensual	9.6
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	27/11/2004	Control Mensual	9.5
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	27/11/2004	Control Mensual	10.0
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	27/11/2004	Control Mensual	6.5
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	27/11/2004	Control Mensual	7.2
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	28/11/2004	Control Mensual	12.4
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	11/12/2004	Control Mensual	9.1
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	11/12/2004	Control Mensual	5.6
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	11/12/2004	Control Mensual	7.4
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	11/12/2004	Control Mensual	7.2
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	11/12/2004	Control Mensual	7.8
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	11/12/2004	Control Mensual	4.6
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	11/12/2004	Control Mensual	5.3
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	29/01/2005	Control Mensual	7.4
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	29/01/2005	Control Mensual	7.7
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	29/01/2005	Control Mensual	7.7
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	29/01/2005	Control Mensual	8.2
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	29/01/2005	Control Mensual	6.3
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	29/01/2005	Control Mensual	6.6
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	30/01/2005	Control Mensual	9.3
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	26/02/2005	Control Mensual	7.3
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	26/02/2005	Control Mensual	5.3
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	26/02/2005	Control Mensual	5.5
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	26/02/2005	Control Mensual	6.2
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	26/02/2005	Control Mensual	7.4
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	26/02/2005	Control Mensual	7.1
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	27/02/2005	Control Mensual	8.4
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	27/03/2005	Control Mensual	11.9
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	28/03/2005	Control Mensual	11.4
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	28/03/2005	Control Mensual	12.3
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	28/03/2005	Control Mensual	12.1
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	28/03/2005	Control Mensual	10.9
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	28/03/2005	Control Mensual	10.9
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	28/03/2005	Control Mensual	10.6
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	23/04/2005	Control Mensual	12.9
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	23/04/2005	Control Mensual	14.5
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	23/04/2005	Control Mensual	14.0
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	23/04/2005	Control Mensual	13.2
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	23/04/2005	Control Mensual	11.9
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	23/04/2005	Control Mensual	11.5



Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	24/04/2005	Control Mensual	13.2
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	28/05/2005	Control Mensual	14.1
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	28/05/2005	Control Mensual	16.1
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	28/05/2005	Control Mensual	15.5
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	28/05/2005	Control Mensual	13.9
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	28/05/2005	Control Mensual	13.7
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	28/05/2005	Control Mensual	13.4
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	29/05/2005	Control Mensual	14.9
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	26/06/2005	Control Mensual	19.0
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	26/06/2005	Control Mensual	19.3
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	26/06/2005	Control Mensual	20.8
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	26/06/2005	Control Mensual	20.1
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	26/06/2005	Control Mensual	16.7
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	26/06/2005	Control Mensual	17.5
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	26/06/2005	Control Mensual	17.2
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	30/10/2005	Control Mensual	15.5
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	30/10/2005	Control Mensual	15.6
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	30/10/2005	Control Mensual	13.6
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	30/10/2005	Control Mensual	13.9
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	30/10/2005	Control Mensual	15.4
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	30/10/2005	Control Mensual	16.3
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	30/10/2005	Control Mensual	14.5
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	27/11/2005	Control Mensual	8.9
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	27/11/2005	Control Mensual	9.6
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	27/11/2005	Control Mensual	6.5
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	27/11/2005	Control Mensual	6.7
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	27/11/2005	Control Mensual	7.2
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	27/11/2005	Control Mensual	9.2
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	27/11/2005	Control Mensual	10.6
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	17/12/2005	Control Mensual	11.0
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	17/12/2005	Control Mensual	7.6
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	17/12/2005	Control Mensual	9.3
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	17/12/2005	Control Mensual	9.2
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	17/12/2005	Control Mensual	9.6
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	17/12/2005	Control Mensual	7.1
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	17/12/2005	Control Mensual	7.6
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	28/01/2006	Control Mensual	6.3
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	28/01/2006	Control Mensual	6.8
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	28/01/2006	Control Mensual	6.8
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	28/01/2006	Control Mensual	6.9
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	28/01/2006	Control Mensual	4.7
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	28/01/2006	Control Mensual	5.3
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	01/02/2006	Control Mensual	9.7
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	26/02/2006	Control Mensual	7.8
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	26/02/2006	Control Mensual	7.7
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	26/02/2006	Control Mensual	7.6
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	26/02/2006	Control Mensual	5.4
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	26/02/2006	Control Mensual	5.5
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	26/02/2006	Control Mensual	8.9
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	26/02/2006	Control Mensual	7.6
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	25/03/2006	Control Mensual	11.8
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	25/03/2006	Control Mensual	11.1
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	25/03/2006	Control Mensual	11.0
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	25/03/2006	Control Mensual	10.6



Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	25/03/2006	Control Mensual	10.9
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	25/03/2006	Control Mensual	10.7
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	26/03/2006	Control Mensual	14.1
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	23/04/2006	Control Mensual	14.8
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	24/04/2006	Control Mensual	14.6
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	24/04/2006	Control Mensual	14.5
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	24/04/2006	Control Mensual	13.6
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	24/04/2006	Control Mensual	13.0
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	24/04/2006	Control Mensual	13.3
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	24/04/2006	Control Mensual	13.1
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	27/05/2006	Control Mensual	15.9
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	27/05/2006	Control Mensual	17.6
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	27/05/2006	Control Mensual	17.6
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	27/05/2006	Control Mensual	15.9
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	27/05/2006	Control Mensual	15.2
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	27/05/2006	Control Mensual	15.4
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	28/05/2006	Control Mensual	17.2
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	25/06/2006	Control Mensual	18.6
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	26/06/2006	Control Mensual	17.5
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	26/06/2006	Control Mensual	18.2
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	26/06/2006	Control Mensual	17.6
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	26/06/2006	Control Mensual	15.6
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	26/06/2006	Control Mensual	16.1
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	26/06/2006	Control Mensual	16.2
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	17/07/2006	Control Mensual	22.6
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	18/07/2006	Control Mensual	24.5
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	18/07/2006	Control Mensual	23.6
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	18/07/2006	Control Mensual	18.9
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	18/07/2006	Control Mensual	21.5
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	18/07/2006	Control Mensual	21.4
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	18/07/2006	Control Mensual	23.2
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	27/08/2006	Control Mensual	19.2
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	27/08/2006	Control Mensual	18.1
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	27/08/2006	Control Mensual	17.9
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	27/08/2006	Control Mensual	17.8
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	27/08/2006	Control Mensual	21.1
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	27/08/2006	Control Mensual	21.0
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	28/08/2006	Control Mensual	19.6
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	22/09/2006	Control Mensual	17.8
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	22/09/2006	Control Mensual	16.6
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	22/09/2006	Control Mensual	18.6
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	22/09/2006	Control Mensual	17.9
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	22/09/2006	Control Mensual	16.5
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	22/09/2006	Control Mensual	15.1
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	23/09/2006	Control Mensual	15.2
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	28/10/2006	Control Mensual	13.3
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	28/10/2006	Control Mensual	14.9
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	28/10/2006	Control Mensual	14.8
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	28/10/2006	Control Mensual	14.8
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	28/10/2006	Control Mensual	12.8
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	28/10/2006	Control Mensual	12.9
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	29/10/2006	Control Mensual	14.6
Ulla	PME1S	Principal	Temperatura agua	23/11/2006	Control Mensual	14.3
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	25/11/2006	Control Mensual	13.5



Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	25/11/2006	Control Mensual	11.5
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	25/11/2006	Control Mensual	17.8
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	25/11/2006	Control Mensual	12.8
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	25/11/2006	Control Mensual	13.1
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	25/11/2006	Control Mensual	14.7
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	25/11/2006	Control Mensual	11.8
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	16/12/2006	Control Mensual	10.5
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	17/12/2006	Control Mensual	11.6
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	17/12/2006	Control Mensual	10.0
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	17/12/2006	Control Mensual	11.6
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	17/12/2006	Control Mensual	11.0
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	17/12/2006	Control Mensual	10.1
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	17/12/2006	Control Mensual	11.0
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	08/01/2007	Control Mensual	13.4
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	09/01/2007	Control Mensual	10.0
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	09/01/2007	Control Mensual	11.3
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	09/01/2007	Control Mensual	10.6
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	09/01/2007	Control Mensual	11.6
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	09/01/2007	Control Mensual	11.1
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	09/01/2007	Control Mensual	10.0
Ulla	PMEIS	Principal	Temperatura agua	15/01/2007	Control Mensual	10.9
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	04/02/2007	Control Mensual	10.4
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	04/02/2007	Control Mensual	9.2
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	05/02/2007	Control Mensual	8.2
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	05/02/2007	Control Mensual	9.1
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	05/02/2007	Control Mensual	9.6
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	05/02/2007	Control Mensual	9.5
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	05/02/2007	Control Mensual	8.5
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	04/03/2007	Control Mensual	13.0
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	05/03/2007	Control Mensual	10.8
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	05/03/2007	Control Mensual	11.3
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	05/03/2007	Control Mensual	11.0
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	05/03/2007	Control Mensual	10.9
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	05/03/2007	Control Mensual	9.6
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	05/03/2007	Control Mensual	9.2
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	09/04/2007	Control Mensual	11.6
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	09/04/2007	Control Mensual	13.1
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	09/04/2007	Control Mensual	12.8
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	09/04/2007	Control Mensual	12.1
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	09/04/2007	Control Mensual	11.2
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	09/04/2007	Control Mensual	11.4
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	10/04/2007	Control Mensual	13.2
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	05/05/2007	Control Mensual	13.6
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	07/05/2007	Control Mensual	14.0
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	07/05/2007	Control Mensual	15.8
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	07/05/2007	Control Mensual	15.6
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	07/05/2007	Control Mensual	13.9
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	07/05/2007	Control Mensual	13.0
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	07/05/2007	Control Mensual	13.5
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	03/06/2007	Control Mensual	15.6
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	04/06/2007	Control Mensual	15.2
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	04/06/2007	Control Mensual	17.0
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	04/06/2007	Control Mensual	16.4
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	04/06/2007	Control Mensual	14.6

Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	04/06/2007	Control Mensual	14.0
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	04/06/2007	Control Mensual	14.3
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	01/07/2007	Control Mensual	16.0
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	02/07/2007	Control Mensual	16.1
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	02/07/2007	Control Mensual	16.8
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	02/07/2007	Control Mensual	17.1
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	02/07/2007	Control Mensual	15.0
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	02/07/2007	Control Mensual	15.2
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	02/07/2007	Control Mensual	15.4
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	01/08/2007	Control Mensual	19.7
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	02/08/2007	Control Mensual	19.4
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	02/08/2007	Control Mensual	19.7
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	02/08/2007	Control Mensual	20.1
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	02/08/2007	Control Mensual	17.7
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	02/08/2007	Control Mensual	17.7
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	02/08/2007	Control Mensual	17.5
Ulla	14.RW.05.380	Principal	Temperatura agua	10/10/2001	Exhaustiva	14.2
Ulla	Sa7	Principal	Temperatura agua	10/10/2001	Exhaustiva	14.7
Ulla	Sa6	Principal	Temperatura agua	10/10/2001	Exhaustiva	14.2
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	10/10/2001	Exhaustiva	14.2
Ulla	Sa4	Principal	Temperatura agua	10/10/2001	Exhaustiva	13.9
Ulla	Sa3	Principal	Temperatura agua	10/10/2001	Exhaustiva	14.3
Ulla	Sa2	Principal	Temperatura agua	10/10/2001	Exhaustiva	14.3
Ulla	Sa1	Principal	Temperatura agua	10/10/2001	Exhaustiva	14.0
Ulla	14.RW.05.370	Principal	Temperatura agua	10/10/2001	Exhaustiva	13.6
Ulla	SaSa	Principal	Temperatura agua	10/10/2001	Exhaustiva	13.7
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	20/10/2001	Exhaustiva	15.2
Ulla	UI13	Principal	Temperatura agua	20/10/2001	Exhaustiva	15.1
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	20/10/2001	Exhaustiva	15.1
Ulla	UI11	Principal	Temperatura agua	20/10/2001	Exhaustiva	14.9
Ulla	14.RW.05.360	Principal	Temperatura agua	20/10/2001	Exhaustiva	14.5
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	20/10/2001	Exhaustiva	16.1
Ulla	UI8	Principal	Temperatura agua	20/10/2001	Exhaustiva	16.0
Ulla	UI7	Principal	Temperatura agua	20/10/2001	Exhaustiva	16.8
Ulla	UI6emb	Principal	Temperatura agua	20/10/2001	Exhaustiva	17.1
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	20/10/2001	Exhaustiva	12.4
Ulla	UI4	Principal	Temperatura agua	20/10/2001	Exhaustiva	12.3
Ulla	UI3	Principal	Temperatura agua	20/10/2001	Exhaustiva	11.8
Ulla	UI2	Principal	Temperatura agua	20/10/2001	Exhaustiva	11.6
Ulla	14.RW.05.080	Principal	Temperatura agua	20/10/2001	Exhaustiva	11.3
Ulla	UISI	Principal	Temperatura agua	20/10/2001	Exhaustiva	14.2
Ulla	UIPe	Principal	Temperatura agua	20/10/2001	Exhaustiva	14.1
Ulla	UILi	Principal	Temperatura agua	20/10/2001	Exhaustiva	13.7
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	20/10/2001	Exhaustiva	13.8
Ulla	UIBr	Principal	Temperatura agua	20/10/2001	Exhaustiva	13.8
Ulla	14.RW.05.160	Principal	Temperatura agua	20/10/2001	Exhaustiva	13.1
Ulla	UIIs	Principal	Temperatura agua	20/10/2001	Exhaustiva	12.7
Ulla	14.RW.05.140	Principal	Temperatura agua	20/10/2001	Exhaustiva	12.7
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	20/10/2001	Exhaustiva	12.5
Ulla	UIPa	Principal	Temperatura agua	20/10/2001	Exhaustiva	12.3
Ulla	14.RW.05.370	Principal	Temperatura agua	26/06/2002	Exhaustiva	15.5
Ulla	SaSa	Principal	Temperatura agua	26/06/2002	Exhaustiva	17.1
Ulla	14.RW.05.380	Principal	Temperatura agua	26/06/2002	Exhaustiva	17.3
Ulla	Sa7	Principal	Temperatura agua	26/06/2002	Exhaustiva	18.1



Ulla	Sa6	Principal	Temperatura agua	26/06/2002	Exhaustiva	17.7
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	26/06/2002	Exhaustiva	17.4
Ulla	Sa4	Principal	Temperatura agua	26/06/2002	Exhaustiva	17.8
Ulla	Sa3	Principal	Temperatura agua	26/06/2002	Exhaustiva	17.4
Ulla	Sa2	Principal	Temperatura agua	26/06/2002	Exhaustiva	16.8
Ulla	Sa1	Principal	Temperatura agua	26/06/2002	Exhaustiva	16.0
Ulla	UIS1	Principal	Temperatura agua	02/07/2002	Exhaustiva	15.3
Ulla	UIPe	Principal	Temperatura agua	02/07/2002	Exhaustiva	14.8
Ulla	UILi	Principal	Temperatura agua	02/07/2002	Exhaustiva	14.6
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	02/07/2002	Exhaustiva	16.2
Ulla	UIBr	Principal	Temperatura agua	02/07/2002	Exhaustiva	16.1
Ulla	14.RW.05.160	Principal	Temperatura agua	02/07/2002	Exhaustiva	14.8
Ulla	UIIs	Principal	Temperatura agua	02/07/2002	Exhaustiva	14.2
Ulla	14.RW.05.140	Principal	Temperatura agua	02/07/2002	Exhaustiva	15.8
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	02/07/2002	Exhaustiva	14.9
Ulla	UIPa	Principal	Temperatura agua	02/07/2002	Exhaustiva	13.5
Ulla	UI16	Principal	Temperatura agua	02/07/2002	Exhaustiva	19.7
Ulla	UI15	Principal	Temperatura agua	02/07/2002	Exhaustiva	20.4
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	02/07/2002	Exhaustiva	18.8
Ulla	UI13	Principal	Temperatura agua	02/07/2002	Exhaustiva	18.4
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	02/07/2002	Exhaustiva	18.2
Ulla	UI11	Principal	Temperatura agua	02/07/2002	Exhaustiva	17.6
Ulla	14.RW.05.360	Principal	Temperatura agua	02/07/2002	Exhaustiva	16.8
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	02/07/2002	Exhaustiva	16.2
Ulla	UI8	Principal	Temperatura agua	02/07/2002	Exhaustiva	17.4
Ulla	UI7	Principal	Temperatura agua	02/07/2002	Exhaustiva	12.0
Ulla	UI6emb	Principal	Temperatura agua	02/07/2002	Exhaustiva	21.6
Ulla	UI6	Principal	Temperatura agua	02/07/2002	Exhaustiva	22.0
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	02/07/2002	Exhaustiva	16.4
Ulla	UI4	Principal	Temperatura agua	02/07/2002	Exhaustiva	14.6
Ulla	UI3	Principal	Temperatura agua	02/07/2002	Exhaustiva	13.9
Ulla	UI2	Principal	Temperatura agua	02/07/2002	Exhaustiva	13.2
Ulla	14.RW.05.080	Principal	Temperatura agua	02/07/2002	Exhaustiva	13.4
Ulla	14.RW.05.370	Principal	Temperatura agua	06/11/2002	Exhaustiva	14.8
Ulla	SaSa	Principal	Temperatura agua	06/11/2002	Exhaustiva	14.5
Ulla	14.RW.05.380	Principal	Temperatura agua	06/11/2002	Exhaustiva	15.3
Ulla	Sa7	Principal	Temperatura agua	06/11/2002	Exhaustiva	15.4
Ulla	Sa6	Principal	Temperatura agua	06/11/2002	Exhaustiva	15.3
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	06/11/2002	Exhaustiva	15.3
Ulla	Sa4	Principal	Temperatura agua	06/11/2002	Exhaustiva	15.0
Ulla	Sa3	Principal	Temperatura agua	06/11/2002	Exhaustiva	15.1
Ulla	Sa2	Principal	Temperatura agua	06/11/2002	Exhaustiva	15.0
Ulla	Sa1	Principal	Temperatura agua	06/11/2002	Exhaustiva	14.6
Ulla	UIBr	Principal	Temperatura agua	16/11/2002	Exhaustiva	12.9
Ulla	14.RW.05.160	Principal	Temperatura agua	16/11/2002	Exhaustiva	12.1
Ulla	UIIs	Principal	Temperatura agua	16/11/2002	Exhaustiva	11.3
Ulla	14.RW.05.140	Principal	Temperatura agua	16/11/2002	Exhaustiva	10.4
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	16/11/2002	Exhaustiva	10.4
Ulla	UIPa	Principal	Temperatura agua	16/11/2002	Exhaustiva	10.4
Ulla	UI8	Principal	Temperatura agua	16/11/2002	Exhaustiva	13.2
Ulla	UI7	Principal	Temperatura agua	16/11/2002	Exhaustiva	13.1
Ulla	UI6emb	Principal	Temperatura agua	16/11/2002	Exhaustiva	18.5
Ulla	UI6	Principal	Temperatura agua	16/11/2002	Exhaustiva	10.1
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	16/11/2002	Exhaustiva	10.4

Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	16/11/2002	Exhaustiva	10.4
Ulla	UI3	Principal	Temperatura agua	16/11/2002	Exhaustiva	9.9
Ulla	UI2	Principal	Temperatura agua	16/11/2002	Exhaustiva	9.9
Ulla	14.RW.05.080	Principal	Temperatura agua	16/11/2002	Exhaustiva	9.8
Ulla	UISI	Principal	Temperatura agua	17/11/2002	Exhaustiva	13.2
Ulla	UIPe	Principal	Temperatura agua	17/11/2002	Exhaustiva	12.9
Ulla	UILi	Principal	Temperatura agua	17/11/2002	Exhaustiva	12.7
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	17/11/2002	Exhaustiva	11.6
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	17/11/2002	Exhaustiva	12.5
Ulla	UI13	Principal	Temperatura agua	17/11/2002	Exhaustiva	12.5
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	17/11/2002	Exhaustiva	12.6
Ulla	UI11	Principal	Temperatura agua	17/11/2002	Exhaustiva	12.3
Ulla	14.RW.05.360	Principal	Temperatura agua	17/11/2002	Exhaustiva	12.5
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	17/11/2002	Exhaustiva	12.8
Ulla	UISI	Principal	Temperatura agua	12/07/2003	Exhaustiva	18.6
Ulla	UIPe	Principal	Temperatura agua	12/07/2003	Exhaustiva	18.4
Ulla	UILi	Principal	Temperatura agua	12/07/2003	Exhaustiva	17.6
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	12/07/2003	Exhaustiva	20.7
Ulla	UIBr	Principal	Temperatura agua	12/07/2003	Exhaustiva	18.7
Ulla	14.RW.05.160	Principal	Temperatura agua	12/07/2003	Exhaustiva	18.5
Ulla	UIIs	Principal	Temperatura agua	12/07/2003	Exhaustiva	16.6
Ulla	14.RW.05.140	Principal	Temperatura agua	12/07/2003	Exhaustiva	20.0
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	12/07/2003	Exhaustiva	19.9
Ulla	UIPa	Principal	Temperatura agua	12/07/2003	Exhaustiva	18.3
Ulla	UI15	Principal	Temperatura agua	12/07/2003	Exhaustiva	22.5
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	12/07/2003	Exhaustiva	21.3
Ulla	UI13	Principal	Temperatura agua	12/07/2003	Exhaustiva	20.8
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	12/07/2003	Exhaustiva	21.4
Ulla	UI11	Principal	Temperatura agua	12/07/2003	Exhaustiva	20.2
Ulla	14.RW.05.360	Principal	Temperatura agua	12/07/2003	Exhaustiva	19.9
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	12/07/2003	Exhaustiva	18.0
Ulla	UI8	Principal	Temperatura agua	12/07/2003	Exhaustiva	21.3
Ulla	UI7	Principal	Temperatura agua	12/07/2003	Exhaustiva	12.3
Ulla	UI6emb	Principal	Temperatura agua	12/07/2003	Exhaustiva	27.2
Ulla	UI6	Principal	Temperatura agua	12/07/2003	Exhaustiva	23.6
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	12/07/2003	Exhaustiva	19.8
Ulla	UI4	Principal	Temperatura agua	12/07/2003	Exhaustiva	19.2
Ulla	UI3	Principal	Temperatura agua	12/07/2003	Exhaustiva	18.9
Ulla	UI2	Principal	Temperatura agua	12/07/2003	Exhaustiva	17.7
Ulla	14.RW.05.080	Principal	Temperatura agua	12/07/2003	Exhaustiva	17.8
Ulla	14.RW.05.370	Principal	Temperatura agua	30/07/2003	Exhaustiva	18.4
Ulla	SaSa	Principal	Temperatura agua	30/07/2003	Exhaustiva	17.3
Ulla	14.RW.05.380	Principal	Temperatura agua	30/07/2003	Exhaustiva	20.7
Ulla	Sa7	Principal	Temperatura agua	30/07/2003	Exhaustiva	19.9
Ulla	Sa6	Principal	Temperatura agua	30/07/2003	Exhaustiva	20.2
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	30/07/2003	Exhaustiva	20.7
Ulla	Sa4	Principal	Temperatura agua	30/07/2003	Exhaustiva	18.8
Ulla	Sa3	Principal	Temperatura agua	30/07/2003	Exhaustiva	19.6
Ulla	Sa2	Principal	Temperatura agua	30/07/2003	Exhaustiva	19.5
Ulla	Sa1	Principal	Temperatura agua	30/07/2003	Exhaustiva	18.2
Ulla	UISI	Principal	Temperatura agua	15/10/2003	Exhaustiva	13.7
Ulla	UIPe	Principal	Temperatura agua	15/10/2003	Exhaustiva	13.5
Ulla	UILi	Principal	Temperatura agua	15/10/2003	Exhaustiva	13.2
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	15/10/2003	Exhaustiva	12.7



Ulla	UIBr	Principal	Temperatura agua	15/10/2003	Exhaustiva	13.4
Ulla	14.RW.05.160	Principal	Temperatura agua	15/10/2003	Exhaustiva	12.6
Ulla	UIIs	Principal	Temperatura agua	15/10/2003	Exhaustiva	12.0
Ulla	14.RW.05.140	Principal	Temperatura agua	15/10/2003	Exhaustiva	11.6
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	15/10/2003	Exhaustiva	11.5
Ulla	UIPa	Principal	Temperatura agua	15/10/2003	Exhaustiva	11.4
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	15/10/2003	Exhaustiva	13.9
Ulla	UI13	Principal	Temperatura agua	15/10/2003	Exhaustiva	13.8
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	15/10/2003	Exhaustiva	13.9
Ulla	UI11	Principal	Temperatura agua	15/10/2003	Exhaustiva	13.6
Ulla	14.RW.05.360	Principal	Temperatura agua	15/10/2003	Exhaustiva	13.5
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	15/10/2003	Exhaustiva	14.5
Ulla	UI8	Principal	Temperatura agua	15/10/2003	Exhaustiva	14.6
Ulla	UI7	Principal	Temperatura agua	15/10/2003	Exhaustiva	15.0
Ulla	UI6emb	Principal	Temperatura agua	15/10/2003	Exhaustiva	15.8
Ulla	UI6	Principal	Temperatura agua	15/10/2003	Exhaustiva	11.5
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	15/10/2003	Exhaustiva	11.4
Ulla	UI4	Principal	Temperatura agua	15/10/2003	Exhaustiva	11.4
Ulla	UI3	Principal	Temperatura agua	15/10/2003	Exhaustiva	10.9
Ulla	UI2	Principal	Temperatura agua	15/10/2003	Exhaustiva	10.8
Ulla	14.RW.05.080	Principal	Temperatura agua	15/10/2003	Exhaustiva	10.6
Ulla	14.RW.05.370	Principal	Temperatura agua	19/10/2003	Exhaustiva	14.2
Ulla	SaSa	Principal	Temperatura agua	19/10/2003	Exhaustiva	14.1
Ulla	14.RW.05.380	Principal	Temperatura agua	19/10/2003	Exhaustiva	14.8
Ulla	Sa7	Principal	Temperatura agua	19/10/2003	Exhaustiva	15.1
Ulla	Sa6	Principal	Temperatura agua	19/10/2003	Exhaustiva	14.8
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	19/10/2003	Exhaustiva	14.8
Ulla	Sa4	Principal	Temperatura agua	19/10/2003	Exhaustiva	14.5
Ulla	Sa3	Principal	Temperatura agua	19/10/2003	Exhaustiva	14.7
Ulla	Sa2	Principal	Temperatura agua	19/10/2003	Exhaustiva	14.7
Ulla	Sa1	Principal	Temperatura agua	19/10/2003	Exhaustiva	14.3
Ulla	UI7	Principal	Temperatura agua	16/06/2004	Exhaustiva	12.2
Ulla	UI6emb	Principal	Temperatura agua	16/06/2004	Exhaustiva	20.2
Ulla	UI6	Principal	Temperatura agua	16/06/2004	Exhaustiva	19.1
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	16/06/2004	Exhaustiva	18.1
Ulla	UI4	Principal	Temperatura agua	16/06/2004	Exhaustiva	16.9
Ulla	UI3	Principal	Temperatura agua	16/06/2004	Exhaustiva	16.4
Ulla	UI2	Principal	Temperatura agua	16/06/2004	Exhaustiva	15.5
Ulla	14.RW.05.080	Principal	Temperatura agua	16/06/2004	Exhaustiva	15.6
Ulla	UI5I	Principal	Temperatura agua	16/06/2004	Exhaustiva	17.0
Ulla	UIPe	Principal	Temperatura agua	16/06/2004	Exhaustiva	16.6
Ulla	UILi	Principal	Temperatura agua	16/06/2004	Exhaustiva	16.1
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	16/06/2004	Exhaustiva	18.5
Ulla	UIBr	Principal	Temperatura agua	16/06/2004	Exhaustiva	18.1
Ulla	14.RW.05.160	Principal	Temperatura agua	16/06/2004	Exhaustiva	17.4
Ulla	UIIs	Principal	Temperatura agua	16/06/2004	Exhaustiva	15.4
Ulla	14.RW.05.140	Principal	Temperatura agua	16/06/2004	Exhaustiva	17.9
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	16/06/2004	Exhaustiva	17.4
Ulla	UIPa	Principal	Temperatura agua	16/06/2004	Exhaustiva	15.9
Ulla	UI15	Principal	Temperatura agua	16/06/2004	Exhaustiva	21.5
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	16/06/2004	Exhaustiva	20.1
Ulla	UI13	Principal	Temperatura agua	16/06/2004	Exhaustiva	19.6
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	16/06/2004	Exhaustiva	19.8
Ulla	UI11	Principal	Temperatura agua	16/06/2004	Exhaustiva	18.9



Ulla	14.RW.05.360	Principal	Temperatura agua	16/06/2004	Exhaustiva	18.4
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	16/06/2004	Exhaustiva	17.1
Ulla	U18	Principal	Temperatura agua	16/06/2004	Exhaustiva	17.2
Ulla	14.RW.05.370	Principal	Temperatura agua	20/06/2004	Exhaustiva	17.0
Ulla	SaSa	Principal	Temperatura agua	20/06/2004	Exhaustiva	17.2
Ulla	14.RW.05.380	Principal	Temperatura agua	20/06/2004	Exhaustiva	19.0
Ulla	Sa7	Principal	Temperatura agua	20/06/2004	Exhaustiva	19.0
Ulla	Sa6	Principal	Temperatura agua	20/06/2004	Exhaustiva	19.0
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	20/06/2004	Exhaustiva	19.1
Ulla	Sa4	Principal	Temperatura agua	20/06/2004	Exhaustiva	18.3
Ulla	Sa3	Principal	Temperatura agua	20/06/2004	Exhaustiva	18.5
Ulla	Sa2	Principal	Temperatura agua	20/06/2004	Exhaustiva	18.2
Ulla	Sa1	Principal	Temperatura agua	20/06/2004	Exhaustiva	17.1
Ulla	UIS1	Principal	Temperatura agua	13/10/2004	Exhaustiva	14.3
Ulla	UIPe	Principal	Temperatura agua	13/10/2004	Exhaustiva	14.1
Ulla	ULi	Principal	Temperatura agua	13/10/2004	Exhaustiva	14.0
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	13/10/2004	Exhaustiva	13.5
Ulla	UIBr	Principal	Temperatura agua	13/10/2004	Exhaustiva	13.7
Ulla	14.RW.05.160	Principal	Temperatura agua	13/10/2004	Exhaustiva	13.4
Ulla	UIIs	Principal	Temperatura agua	13/10/2004	Exhaustiva	13.1
Ulla	14.RW.05.140	Principal	Temperatura agua	13/10/2004	Exhaustiva	12.7
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	13/10/2004	Exhaustiva	12.8
Ulla	UIPa	Principal	Temperatura agua	13/10/2004	Exhaustiva	12.4
Ulla	UI15	Principal	Temperatura agua	13/10/2004	Exhaustiva	16.3
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	13/10/2004	Exhaustiva	15.0
Ulla	UI13	Principal	Temperatura agua	13/10/2004	Exhaustiva	14.9
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	13/10/2004	Exhaustiva	14.7
Ulla	UI11	Principal	Temperatura agua	13/10/2004	Exhaustiva	14.7
Ulla	14.RW.05.360	Principal	Temperatura agua	13/10/2004	Exhaustiva	14.5
Ulla	U18	Principal	Temperatura agua	13/10/2004	Exhaustiva	15.8
Ulla	U17	Principal	Temperatura agua	13/10/2004	Exhaustiva	14.8
Ulla	UI6emb	Principal	Temperatura agua	13/10/2004	Exhaustiva	18.6
Ulla	U16	Principal	Temperatura agua	13/10/2004	Exhaustiva	11.7
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	13/10/2004	Exhaustiva	12.8
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	13/10/2004	Exhaustiva	12.6
Ulla	UI3	Principal	Temperatura agua	13/10/2004	Exhaustiva	11.8
Ulla	UI2	Principal	Temperatura agua	13/10/2004	Exhaustiva	11.9
Ulla	14.RW.05.080	Principal	Temperatura agua	13/10/2004	Exhaustiva	11.8
Ulla	14.RW.05.370	Principal	Temperatura agua	17/10/2004	Exhaustiva	15.5
Ulla	SaSa	Principal	Temperatura agua	17/10/2004	Exhaustiva	15.0
Ulla	14.RW.05.380	Principal	Temperatura agua	17/10/2004	Exhaustiva	16.2
Ulla	Sa7	Principal	Temperatura agua	17/10/2004	Exhaustiva	16.2
Ulla	Sa6	Principal	Temperatura agua	17/10/2004	Exhaustiva	16.5
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	17/10/2004	Exhaustiva	16.3
Ulla	Sa4	Principal	Temperatura agua	17/10/2004	Exhaustiva	15.7
Ulla	Sa3	Principal	Temperatura agua	17/10/2004	Exhaustiva	15.4
Ulla	Sa2	Principal	Temperatura agua	17/10/2004	Exhaustiva	15.2
Ulla	Sa1	Principal	Temperatura agua	17/10/2004	Exhaustiva	14.9
Ulla	UI11	Principal	Temperatura agua	12/03/2005	Exhaustiva	9.3
Ulla	14.RW.05.360	Principal	Temperatura agua	12/03/2005	Exhaustiva	10.0
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	12/03/2005	Exhaustiva	9.9
Ulla	U18	Principal	Temperatura agua	12/03/2005	Exhaustiva	9.2
Ulla	U17	Principal	Temperatura agua	12/03/2005	Exhaustiva	8.2
Ulla	UI6emb	Principal	Temperatura agua	12/03/2005	Exhaustiva	9.1

Ulla	UI6	Principal	Temperatura agua	12/03/2005	Exhaustiva	7.6
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	12/03/2005	Exhaustiva	7.5
Ulla	UI4	Principal	Temperatura agua	12/03/2005	Exhaustiva	7.3
Ulla	UI3	Principal	Temperatura agua	12/03/2005	Exhaustiva	6.3
Ulla	UI2	Principal	Temperatura agua	12/03/2005	Exhaustiva	7.1
Ulla	14.RW.05.080	Principal	Temperatura agua	12/03/2005	Exhaustiva	6.1
Ulla	UILi	Principal	Temperatura agua	12/03/2005	Exhaustiva	9.7
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	12/03/2005	Exhaustiva	8.1
Ulla	UIBr	Principal	Temperatura agua	12/03/2005	Exhaustiva	9.5
Ulla	14.RW.05.160	Principal	Temperatura agua	12/03/2005	Exhaustiva	9.1
Ulla	14.RW.05.140	Principal	Temperatura agua	12/03/2005	Exhaustiva	7.2
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	12/03/2005	Exhaustiva	8.1
Ulla	UIPa	Principal	Temperatura agua	12/03/2005	Exhaustiva	6.9
Ulla	Sa7	Principal	Temperatura agua	13/03/2005	Exhaustiva	11.5
Ulla	Sa6	Principal	Temperatura agua	13/03/2005	Exhaustiva	10.8
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	13/03/2005	Exhaustiva	11.6
Ulla	Sa4	Principal	Temperatura agua	13/03/2005	Exhaustiva	11.0
Ulla	Sa3	Principal	Temperatura agua	13/03/2005	Exhaustiva	12.3
Ulla	Sa2	Principal	Temperatura agua	13/03/2005	Exhaustiva	13.3
Ulla	Sa1	Principal	Temperatura agua	13/03/2005	Exhaustiva	12.0
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	13/03/2005	Exhaustiva	9.0
Ulla	UI13	Principal	Temperatura agua	13/03/2005	Exhaustiva	9.2
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	13/03/2005	Exhaustiva	8.7
Ulla	14.RW.05.370	Principal	Temperatura agua	13/03/2005	Exhaustiva	10.5
Ulla	SaSa	Principal	Temperatura agua	13/03/2005	Exhaustiva	11.8
Ulla	UISI	Principal	Temperatura agua	13/03/2005	Exhaustiva	9.5
Ulla	UIPe	Principal	Temperatura agua	13/03/2005	Exhaustiva	8.7
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	30/01/2006	Exhaustiva	6.8
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	30/01/2006	Exhaustiva	6.8
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	30/01/2006	Exhaustiva	6.3
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	30/01/2006	Exhaustiva	6.9
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	30/01/2006	Exhaustiva	4.7
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	30/01/2006	Exhaustiva	5.3
Ulla	UIBr	Principal	Temperatura agua	11/02/2006	Exhaustiva	8.3
Ulla	UI8	Principal	Temperatura agua	11/02/2006	Exhaustiva	7.6
Ulla	14.RW.05.160	Principal	Temperatura agua	11/02/2006	Exhaustiva	8.1
Ulla	UI7	Principal	Temperatura agua	11/02/2006	Exhaustiva	7.3
Ulla	UI6emb	Principal	Temperatura agua	11/02/2006	Exhaustiva	7.6
Ulla	UIIs	Principal	Temperatura agua	11/02/2006	Exhaustiva	7.2
Ulla	14.RW.05.140	Principal	Temperatura agua	11/02/2006	Exhaustiva	5.6
Ulla	UI6	Principal	Temperatura agua	11/02/2006	Exhaustiva	6.8
Ulla	UI4	Principal	Temperatura agua	11/02/2006	Exhaustiva	5.6
Ulla	UIPa	Principal	Temperatura agua	11/02/2006	Exhaustiva	6.4
Ulla	UI3	Principal	Temperatura agua	11/02/2006	Exhaustiva	4.7
Ulla	UI2	Principal	Temperatura agua	11/02/2006	Exhaustiva	5.2
Ulla	14.RW.05.080	Principal	Temperatura agua	11/02/2006	Exhaustiva	4.6
Ulla	UI15	Principal	Temperatura agua	12/02/2006	Exhaustiva	8.9
Ulla	UI13	Principal	Temperatura agua	12/02/2006	Exhaustiva	7.0
Ulla	UISI	Principal	Temperatura agua	12/02/2006	Exhaustiva	7.5
Ulla	UIPe	Principal	Temperatura agua	12/02/2006	Exhaustiva	7.2
Ulla	UI11	Principal	Temperatura agua	12/02/2006	Exhaustiva	6.3
Ulla	UILi	Principal	Temperatura agua	12/02/2006	Exhaustiva	6.3
Ulla	14.RW.05.360	Principal	Temperatura agua	12/02/2006	Exhaustiva	6.3
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	26/02/2006	Exhaustiva	8.9

Ulla	14.RW.05.380	Principal	Temperatura agua	01/03/2006	Exhaustiva	9.3
Ulla	14.RW.05.370	Principal	Temperatura agua	01/03/2006	Exhaustiva	8.9
Ulla	Sa7	Principal	Temperatura agua	01/03/2006	Exhaustiva	9.1
Ulla	Sa6	Principal	Temperatura agua	01/03/2006	Exhaustiva	8.4
Ulla	Sa4	Principal	Temperatura agua	01/03/2006	Exhaustiva	8.4
Ulla	SaSa	Principal	Temperatura agua	01/03/2006	Exhaustiva	8.3
Ulla	Sa3	Principal	Temperatura agua	01/03/2006	Exhaustiva	9.9
Ulla	Sa2	Principal	Temperatura agua	01/03/2006	Exhaustiva	10.2
Ulla	Sa1	Principal	Temperatura agua	01/03/2006	Exhaustiva	9.9
Ulla	14.RW.05.380	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	18.4
Ulla	14.RW.05.370	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	16.2
Ulla	Sa7	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	17.7
Ulla	Sa6	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	18.7
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	18.1
Ulla	Sa4	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	16.4
Ulla	SaSa	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	15.2
Ulla	Sa3	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	16.4
Ulla	Sa2	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	16.1
Ulla	Sa1	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	15.3
Ulla	UI15	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	18.4
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	17.8
Ulla	UI13	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	17.7
Ulla	14.RW.05.200	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	17.4
Ulla	UISI	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	16.7
Ulla	UIPe	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	16.2
Ulla	UI11	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	17.0
Ulla	UILi	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	16.2
Ulla	14.RW.05.360	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	17.4
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	18.8
Ulla	14.RW.05.250	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	16.8
Ulla	UIBr	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	16.2
Ulla	UI8	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	15.7
Ulla	14.RW.05.160	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	16.2
Ulla	UI7	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	13.6
Ulla	UI6emb	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	22.2
Ulla	UIIs	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	15.9
Ulla	14.RW.05.140	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	17.4
Ulla	UI6	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	23.6
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	16.8
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	17.4
Ulla	UI4	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	16.5
Ulla	UIPa	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	16.1
Ulla	UI3	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	16.6
Ulla	UI2	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	15.6
Ulla	14.RW.05.080	Principal	Temperatura agua	12/06/2006	Exhaustiva	15.4
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	21/03/2007	Operativa-Río	10.0
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	21/03/2007	Operativa-Río	8.4
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	21/03/2007	Operativa-Río	8.5
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	26/03/2007	Operativa-Río	10.6
Ulla	14.RW.05.380	Principal	Temperatura agua	27/03/2007	Operativa-Río	11.9
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	27/03/2007	Operativa-Río	11.2
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	23/04/2007	Operativa-Río	15.4
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	23/04/2007	Operativa-Río	14.9
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	23/04/2007	Operativa-Río	14.8



Ulla	14.RW.05.380	Principal	Temperatura agua	24/04/2007	Operativa-Río	15.6
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	24/04/2007	Operativa-Río	15.8
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	24/04/2007	Operativa-Río	15.5
Ulla	14.RW.05.380	Principal	Temperatura agua	03/05/2007	Operativa-Río	13.5
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	03/05/2007	Operativa-Río	12.3
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	11/06/2007	Operativa-Río	17.9
Ulla	14.RW.05.380	Principal	Temperatura agua	18/06/2007	Operativa-Río	16.3
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	05/07/2007	Operativa-Río	16.5
Ulla	14.RW.05.380	Principal	Temperatura agua	05/07/2007	Operativa-Río	16.9
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	16/07/2007	Operativa-Río	17.7
Ulla	14.RW.05.380	Principal	Temperatura agua	16/07/2007	Operativa-Río	17.7
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	17/07/2007	Operativa-Río	15.7
Ulla	14.RW.05.090	Principal	Temperatura agua	17/07/2007	Operativa-Río	15.7
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	17/07/2007	Operativa-Río	17.3
Ulla	14.RW.05.210	Principal	Temperatura agua	17/07/2007	Operativa-Río	16.5
Ulla	14.RW.05.380	Principal	Temperatura agua	09/08/2007	Operativa-Río	17.8
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	09/08/2007	Operativa-Río	17.2
Ulla	14.RW.05.380	Principal	Temperatura agua	03/09/2007	Operativa-Río	18.8
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	03/09/2007	Operativa-Río	18.3
Ulla	14.RW.05.380	Principal	Temperatura agua	15/10/2007	Operativa-Río	14.0
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	15/10/2007	Operativa-Río	16.3
Ulla	14.RW.05.310	Principal	Temperatura agua	15/10/2007	Operativa-Río	15.2
Ulla	14.RW.05.380	Principal	Temperatura agua	16/10/2007	Operativa-Río	14.8
Ulla	14.RW.05.330	Principal	Temperatura agua	16/10/2007	Operativa-Río	16.0
Ulla	14.RW.05.110	Principal	Temperatura agua	23/10/2007	Operativa-Río	12.3