

VARIABILIDAD TEMPORAL DE LA
PRECIPITACIÓN Y LA TEMPERATURA EN LAS
COMARCAS DE LA REGIÓN DE CANTABRIA

Temporal variation regarding rainfall and temperature in Cantabria

TESIS DOCTORAL

Presentada por

Juan José Rodríguez Velasco

Bajo la dirección de

Dr. Manuel Frochoso Sánchez

Departamento de Geografía Urbanismo y Ordenación del Territorio de
la Universidad de Cantabria

*A Sonia,
como no podía ser de otra manera*

*A Laura y Blanca
dos proyectos en los que embarcarme*

PREÁMBULO

Cuando un proyecto laboral, académico o de otro tipo se prolonga en el tiempo, tiende a engarzarse inevitablemente con la propia vida. Y termina confundándose con ella, y hace difícil discernir qué personas y qué cosas pertenecen a cada uno de los ámbitos. Compaginar trabajo y familia y emplear el tiempo restante en una Licenciatura, para después embarcarse en un doctorado, tiene el riesgo de prolongar cualquier tarea más de lo deseable. Durante diez años he dudado de que llegara el momento de terminar este trabajo, y aún ahora que lo entrego, creo ver que no está más que al inicio. Tengo la certeza de que no constituye más que una aportación muy modesta al conocimiento del clima regional, pero yo lo he vivido como mi descubrimiento de América particular. Me ha servido para reconocer el mérito de los que se embarcaron en una travesía tan difícil de llevar a término y también para encontrar en este largo camino a personas que, por fortuna, marcarán mi vida. Me ha costado un ojo de la cara, he despedido a mis padres, he recibido a mis hijas, y me he enamorado de la persona que me quiere. Siento que el resultado de esta empresa deja mi biografía transformada y una huella imborrable para el futuro. Sólo por esto contraigo una deuda de gratitud con Manuel Frochoso, impulsor tenaz y verdadero artífice de lo meritorio que se pueda encontrar en estas páginas. Deuda cuyo resarcimiento procuraré administrar con lentitud, y prolongarlo en el futuro lo necesario para mantener hacia él, por largo tiempo, un vínculo magnífico de amistad y admiración. Agradecimiento profundo y admiración también para Raquel González que no dejó de animarme, y cuyas observaciones metodológicas me han ayudado a aclarar buena parte del camino que me ha traído hasta aquí.

Quiero también expresar mi más sincero agradecimiento a los miembros del Tribunal, que tienen la deferencia de ofrecer su valioso tiempo a la lectura y evaluación de esta Tesis. Gracias a Fernando Allende por su colaboración con los mapas, a Amaro Cayón por su paciencia con los periódicos, a José Manuel Gutiérrez por su confianza, a Sixto por su ayuda, a Gonzalo por sus documentadas observaciones, a Ramón por animarme con su complicidad, a Marisol por su generosidad y paciencia inagotables y a Mariona por facilitarme las cosas. Gracias también a Lourdes, Jose, Josemiguel, Esmeralda, Raúl, Mariola, Rafa, Rosa, Raúl, Carlos y otros cómplices que generosamente soportaron mis cambios de humor, y sin embargo me prestaron toda la ayuda que demandé de ellos. Gracias a Javier, Mariajosé, Mariajo, a Javier Ortíz, a Jesús, Aurélie, Marga, Jose, Blanca, Jon, Carlos, Manuela, y a mis sobrinos, por acompañarme de forma incondicional en este y en todos los trayectos. Gracias también a mis padres, porque gracias a ellos llego hasta aquí, a cuya memoria está dedicado el esfuerzo de completar estas páginas, y a la de Miguel.

1. Introducción y objeto de estudio

El germen del trabajo que aquí presentamos lo constituye el hallazgo de unas pocas observaciones meteorológicas obtenidas en la ciudad de Santander entre 1902 y 1914, anteriores en su mayoría a la entrada en funcionamiento del Observatorio Provincial en 1911. La oportunidad de rastrear su origen, e incorporarlas a las observaciones conocidas hasta donde fuera posible, activó la voluntad de comenzar el proyecto. La primera hipótesis planteaba la posibilidad de completar una serie larga de observaciones del Mareógrafo e Santander que serviría para detallar, en principio, las publicaciones sobre la pluviometría de la región cantábrica del último cuarto del siglo XIX y primero del siglo XX¹, compuestas hasta el momento a partir de las series de A Coruña, Oviedo, Bilbao y San Sebastián, cuyas series de precipitación mensual habían sido ya completadas y homogeneizadas². Evidentemente, habría que averiguar el origen de los datos, contrastar su calidad y enlazar esas observaciones con las de la serie oficial del Observatorio Provincial, como si procedieran del mismo observatorio. Las primeras pesquisas nos llevaron hasta los datos de

1 LORENTE J.M. (1955): Series de precipitaciones atmosféricas anuales sobre España peninsular (1881-82 a 1954-55) *Revista de Geofísica*. 55. C.S.I.C. Madrid.

GONZÁLEZ P.M. (1946): Mapa pluviométrico de España. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.

MATEO P. (1965a): Distribución de las frecuencias de las cantidades de precipitación en el norte de España INM- Pub. A-39. Madrid

(1965b) Persistencia de los días con precipitación y sin precipitación en Gijón. y INM Pub. A-40. Madrid.

GONZÁLEZ L. (1891): Resumen de las observaciones realizadas desde el año 1851 hasta 1890, inclusive. Estación Meteorológica de Oviedo. Oviedo.

2 ALMARZA, C.LÓPEZ, J.A. Y FLORES, C. (1996): *Homogeneidad y variabilidad de los registros históricos de precipitación en España*. Mº Medio Ambiente, Madrid, Pub A-143.

observaciones diarias realizadas en el Mareógrafo de Santander, que inició su funcionamiento en 1876, y a ampliar los objetivos a las series de Temperatura. Paralelamente, conocemos de la existencia en la localidad de Reinosa, en el curso alto del río Ebro, de un registro de observaciones que se encuentra entre los más largos y completos de España recogidos a lo largo del siglo XX³, lo que ofrecía también la posibilidad de hacer un estudio comparado entre las dos series largas de observaciones. Estas, aún procediendo de observatorios cercanos, reflejan en periodos más cortos un contraste en sus características climáticas de envergadura semejante al que ofrecen otros observatorios distanciados un orden de magnitud mayor, merced a la posición latitudinal y a la topografía, entre otros factores. La diferencia que se puede esperar está marcada principalmente, por la posición geográfica que ocupa Reinosa: en la cabecera del Ebro, cerca del borde oriental de la Cordillera Cantábrica, en la transición hacia las tierras altas de sector palentino de la submeseta norte. El contraste y las características del mismo, que puedan establecerse entre el emplazamiento litoral de Santander y el de transición continental de Reinosa, a lo largo del siglo XX, se pondrá de manifiesto en el análisis de sus series climatológicas.

En este punto nos planteamos si las conclusiones podrían extenderse a un ámbito mayor que el limitado emplazamiento de los observatorios o si podríamos hacer una interpretación comarcal o regional de ellas. La representatividad espacial de los valores de las variables registrados en un observatorio, o dicho en términos más geográficos, la extensión territorial de las conclusiones obtenidas del análisis de los datos climáticos recogidos en un lugar concreto es un problema clásico de la climatología cuya solución no es única, ni simple. Depende en cada caso tanto de factores ligados al terreno como pueden ser el emplazamiento, la orientación, la composición del suelo o el relieve; como de la variable concreta que se considere. Una posibilidad de abordar el problema de la representatividad de los datos es no utilizar una

3 ANDRÉS M^a S., CELIS R., FERNÁNDEZ J.A., MORENO G., RODRÍGUEZ J.J (2001). Francisco Hernández, un colaborador excepcional. *Cuadernos de Campoo*, 7-26: pag 22-29.

única serie, sino construir a partir de un conjunto de series localizadas sobre una cierta extensión territorial, otra que sirva de referencia para toda el área. Los métodos para construir la serie de referencia son diversos, pero se buscan aquellos que ofrezcan una representatividad mayor a los observatorios climatológicamente afines.

Con estas premisas, reunimos un conjunto de series contemporáneas que pertenecen a ambientes bioclimáticos semejantes, del litoral para el caso de Santander, y de la Cordillera Cantábrica y el área de transición hacia la Meseta, en la vertiente sur, en el caso de Reinosa, para construir series representativas de sus respectivos entornos espaciales. Estas series de referencia se basan en los registros más completos y mejores de los observatorios citados, aplicando una técnica de interpolación espacial que pondera la contribución de cada estación a la serie de referencia en función de la distancia a la que se encuentra de ella.

Aunque las series candidatas para convertirse en series de referencia son las de Reinosa y Santander por los motivos citados, el procedimiento ofrece la posibilidad de generar también una serie continua para cada una de las series participantes. El conjunto de datos así construido, con registros continuos de todo el siglo XX, es suficiente para representar cartográficamente la variación regional o las diferencias espaciales, de los elementos climáticos en el periodo de tiempo considerado

No se trata pues de un trabajo de propósito explicativo, donde se indague en las causas de los contrastes climáticos entre las estaciones, sino que pretende profundizar en el análisis de las fuentes, poniendo el foco en la crítica de los elementos que configuran las series climatológicas, y que a nuestro juicio constituye la primera fase de una investigación.

De esta manera, el objetivo genérico de este trabajo es complementar el conocimiento de las condiciones del clima a lo largo del siglo XX en Cantabria, a partir del uso integrado de procedimientos de la climatología, aplicados sobre registros de distinta procedencia y calidad. Como objetivos particulares se busca lo siguiente:

- recuperar y editar las observaciones efectuadas en el Mareógrafo de la Magdalena,
- la elaboración de las series homogéneas de referencia de Santander y Reinoso para el siglo XX y, con ellas, las series continuas de los observatorios utilizados en la generación de las anteriores
- la síntesis cartográfica regional de los resultados obtenidos.

2. Metodología

2.1. *Climatología y tradición geográfica*

La Climatología es una ciencia nacida de la herencia ilustrada que alcanza su mayoría de edad en el siglo XX. Su adscripción al campo de conocimiento de la Geografía, y en especial de la geografía física, no ha generado grandes controversias probablemente porque existe acuerdo en asignar el papel de pionero en el desarrollo moderno de esta ciencia a Alexander von Humboldt (1769-1859)⁴. Cuando en su extensa obra⁵ establece las primeras relaciones causales entre la irregular distribución de los elementos que caracterizan el estado de la atmósfera sobre la superficie terrestre, tales como la temperatura, presión atmosférica o humedad, y los factores que la determinan, como la altitud del terreno, la exposición a ciertos vientos o la disposición latitudinal de sus territorios, está sentando las bases conceptuales de la ciencia moderna. El método que propone descansa en un procedimiento objetivo fundado en la observación y el cómputo de las distintas variables implicadas; demuestra además una voluntad globalizadora al dotarse de las herramientas

⁴ GIL A., OLCINA J. (1997): *Climatología general*. Ariel. Barcelona.

⁵ HUMBOLDT, A. von. (1874): *Cosmos. Ensayo de una descripción física del mundo*. Imprenta de Gaspar Ruiz, Editores. Madrid.

adecuadas para comparar el clima de las distintas regiones del globo, y afronta la síntesis explicativa a través del dibujo de mapas que incorporan nuevos elementos, más elocuentes y expresivos, como el trazado de isotermas⁶.

Se inicia así un periodo en el que la climatología asume una función descriptiva, pero que descansa en un método objetivo fundado en la observación y el cómputo de las distintas variables implicadas. En esta etapa, la disponibilidad de datos sería el principal factor limitante para el desarrollo integral de una climatología mundial durante el siglo XIX pues, por ejemplo en Europa, la mayoría de los Servicios Meteorológicos y sus redes de observación, se crearon a partir del año 1860.

A lo largo del siglo XIX el clima forma parte de aquello que la administración del estado debe saber sobre el territorio, y forma parte del contenido de las publicaciones estadísticas de la época. El desarrollo y el interés por la climatología se incrementa, de una parte para entender el relieve o las características de los cursos de agua por ejemplo, de otra para mejorar la explotación de los recursos naturales como la agricultura o la caza, pero también al amparo de una tendencia ambientalista o higienista que atribuye al clima beneficios relacionados con la salud y el bienestar humano. En nuestro país, por ejemplo, fruto de esta preocupación aparecen las numerosas Topografías Médicas, publicaciones donde se rastrean las citadas relaciones. Esta influencia de las características del clima sobre las sociedades, llevó a forzar la argumentación de algunos autores, hasta atribuirle propiedades en la configuración de las civilizaciones y los pueblos, con efectos decisivos sobre la capacidad de trabajo, la salud o la inteligencia de las personas⁷.

También bajo una perspectiva regional o corológica, la climatología ha contribuido a comprender y explicar relaciones fundamentales entre factores

6 CASTILLO J.M. (1991): Reflexiones sobre el tiempo y el clima: la abstracción climática, la realidad meteorológica y la aproximación geográfica. Universidad de Granada y Diputación Provincial de Almería.

7 HUNGTINTON, E. (1942): *Civilización y clima*. Madrid. Revista de Occidente. (Traduc.: Perriau L.)

naturales y prácticas culturales, como las relacionadas con la economía agrícola, a partir del conocimiento de la distribución de los elementos climáticos, ayudando construir la síntesis regional. Este conocimiento se aborda a partir del análisis separado de las distintas variables climáticas, generando después una síntesis geográfica descriptiva, basada en la distribución de los valores medios de los principales elementos climáticos.

2.2. *La climatología: desde la descripción a la predicción*

La etapa analítica descriptiva de la climatología, tiene su exponente principal en la obra de Wladimir Köppen con la publicación en 1900⁸ de su primera clasificación climática, puesta al día en colaboración con R. Geiger⁹ a mediados de siglo. De excepcional capacidad de síntesis, se fundamenta en la observación de dos elementos climáticos, la temperatura y la precipitación, para elaborar con ellos una cartografía de los climas de la Tierra que con pequeñas modificaciones y actualizaciones, se ha mantenido vigente hasta la actualidad¹⁰, con aportaciones que sostienen su validez como herramienta para estimar el cambio climático reciente en Europa¹¹. Es probable que la razón de su éxito radique en la facilidad para obtener los datos, y en la sencillez de la

8 KÖPPEN W., (1900): Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. *Geogr. Zeitschr.* **6**, 593-611, 657-679.

KÖPPEN W. (1948): *Climatología*. México-Buenos Aires. Fondo de Cultura Económica.

9 GEIGER R., 1954: Landolt-Börnstein - Zahlenwerte und Funktionen aus Physik, Chemie, Astronomie, Geophysik und Technik, Alte Serie Vol. 3, Ch. Klassifikation der Klimate nach W. Köppen. Springer, Berlin. 603-607

10 KOTTEK M., GRIESER J., BECK C., RUDOLF B., RUBEL F. (2006): World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, Vol. **15**, No. **3**, 259-263.

11 GERSTENGARBE F.W, WERNER P.C. (2009): A short update on Köppen climate shifts in Europe between 1901 and 2003. *Climatic Change* **92**:99-107.

clasificación final, cuyos cinco tipos principales derivan de las cinco zonas climáticas en las que los filósofos griegos dividían la esfera terrestre¹².

La climatología del siglo XX hunde sus raíces en la Meteorología, que experimenta un notable despegue con el desarrollo de las teorías sobre frentes, masas de aire y dinámica atmosférica elaboradas por la escuela noruega en el Instituto Geofísico de Bergen, fundado por Vilhelm Bjerknes (1862-1951) en 1917. Paralelamente al desarrollo de las observaciones en altura, tanto procedentes del radiosonda como de la aviación, un grupo de científicos entre los que estaban su hijo J. Bjerknes, Bergeron, Rossby, Palmenn o Pettersen¹³, actualizaron la base teórica de la Meteorología Dinámica: desde los conceptos de masa de aire o frente, al esquema de formación y desarrollo de las depresiones de latitudes medias a partir de la ondulación del frente polar en sus distintas fases o los tipos de tiempo; desde las bases termodinámicas de la circulación general de la atmósfera, hasta la teoría sobre la formación de la precipitación. Así, las herramientas conceptuales que sirven de base a la dinámica atmosférica, abren la posibilidad a la climatología de abordar el estudio de las causas del predominio de determinadas características del clima, a través del análisis de la sucesión de los tipos de tiempo, poniendo en relación el tiempo sensible de un lugar con los elementos atmosféricos o meteorológicos que lo generan, poniendo en la atmósfera y en la sucesión de los estados atmosféricos el foco del análisis climático. Esta climatología dinámica o sinóptica, ha sido especialmente explorada por los geógrafos franceses, desde la publicación de Pédelaborde sobre el clima de París¹⁴ y su posterior trabajo divulgativo para el estudio científico del clima¹⁵. La originalidad de la

12 SANDERSON, M. (1999): The classification of climates from Pythagoras to Köppen. Bull. Am. Met. Soc. Vol. 80 nº 4, 669-673

13 PUIGCERVER M. (1979) La Escuela Noruega de Meteorología: una ojeada retrospectiva *ACTA GEOLOGICA HISPANICA. Homenatge a Lluís Solé i Sabaris*. 14: 54-59

14 PÉDELABORDE, P. (1957): *Le climat du Bassin Parisien*, Libr. de Médecis. París.

15 PÉDELABORDE, P. (1982): *Introduction a l'étude scientifique du climat*. Société d'édition d'enseignement supérieur. París.

Climatología Dinámica radica en que permite efectuar el tránsito desde la climatología separativa de propósito descriptivo, hacia la visión causal o genética del clima mediante el estudio del comportamiento de la atmósfera a través de los tipos de tiempo. El nuevo método permite dotar a la climatología de una nueva cualidad, al dotarla de capacidad explicativa. Este nuevo planteamiento del clima como resultado de la sucesión de tipos de tiempo sobre un lugar, no desprecia lo analítico pero sí la explicación parcelada según las distintas variables, es decir la actitud separativa. En este sentido, análisis como el de J. Mounier¹⁶ ponen de manifiesto la profundidad que puede alcanzar la contribución basada en este planteamiento, generando una síntesis geográfica del clima atlántico sumamente clarificadora.

El puente entre la Meteorología y la Geografía lo construye la climatología geográfica. El clima está ligado a la esfera geomorfológica, biológica, y también tiene influencia sobre numerosos campos de la esfera social, desde el urbanismo a la economía o el transporte, pero no puede ser tarea del meteorólogo estudiar el efecto de la atmósfera en contacto con el suelo, sino del geógrafo coordinando los resultados de otras ciencias que convergen en la noción de clima.

La revisión metodológica que propugnaban los geógrafos cuantitativos, incidía en la necesidad de expresar numéricamente los problemas de la geografía física para poder abordarlos desde una perspectiva matemática. En esta línea se manifiesta Ch. P. Péguy cuando expresa la pertinencia de enfocar el estudio del clima bajo una perspectiva estadística¹⁷. Pero no limitando su descripción al cálculo de los promedios de los distintos elementos, sino incorporando el concepto de variabilidad y la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno. La frecuencia en la aparición de frío, o de los distintos valores de temperatura en

¹⁶ MOUNIER J. (1979) *Les climats océaniques des régions atlantiques de l'Espagne et du Portugal*. Lille. Atelier Reproduction de Thèses Université de Lille III

¹⁷ PÉGUY, CH. P.: (1948): Introduction a l'emploi des methods statistiques en géographie. *Revue de géographie alpine*. Pp 5-130.

distintas épocas del año, los expresa a través de los calendarios de probabilidad, en los que representa a lo largo del año la posibilidad de que un elemento climático alcance un determinado valor. En primera instancia, esta elaboración estadística requiere una mayor comprensión del método y de sus posibilidades además de una revisión conceptual de la idea de clima, que ahora incorpora no solo los valores medios de la variable, como expresión del carácter permanente o duradero, sino que recoge todo el conjunto de datos y su distribución de frecuencias, lo que equivale a incorporar al clima el concepto de variabilidad, y los eventos de baja frecuencia o climatológicamente extremos. Y este aspecto constituye el tercer salto conceptual en la moderna climatología, pues de forma incipiente aparece en los resultados cierta capacidad predictiva.

El paso siguiente, viene de la consideración del clima bajo una perspectiva sistémica. A partir de las aportaciones de M.I. Budyko¹⁸ y W.D. Sellers¹⁹ a finales de la década de 1960, cuando publican los primeros trabajos en los que focalizan el conocimiento climático en la evaluación del flujo de energía sobre la superficie terrestre, y atribuyen a los fenómenos climáticos, hidrológicos o biológicos, y al resto de procesos de intercambio energético que ocurren sobre el planeta, el papel de equilibradores de aquellos elementos principales, recordemos, calor y agua^{20,21}. La idea se materializa en la descripción de un modelo en el que la tierra recibe energía del sol, parte es reflejada y parte absorbida, y como consecuencia los flujos de energía hacia dentro y hacia fuera

18 BUDIKO, M.I. (1969) The effect of solar radiation variations on the climate of the Earth. *Tellus*, **21**, 611-619.

19 SELLERS, W. D. (1969): A global climatic model based on the energy balance of the Earth-atmosphere system. *J. Appl. Met.* **8**

20 HARE, F. K. (1975): La climatología basada en la energía y su frontera con la ecología. In: CHORLEY, R.J. *Nuevas tendencias en geografía*. Instituto de Estudios de la Adm. Local. Madrid. (Ed. Española)

21 COGLEY, J. G. (1990) Twenty-five years of physical climatology. An introduction to the special issue. *Palaeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology (Global and Planetary Change Section)*, **82** : 213-216.

deben equilibrarse. A no ser que exista un calentamiento o un enfriamiento ajeno al sistema producida por cambios en la constante solar, en el albedo terrestre, o como consecuencia de la actividad humana. Un funcionamiento engañosamente simple²² que guarda en realidad toda la complejidad de las relaciones que rigen cada uno de los subsistemas integrantes. Esta línea es la que permite en la actualidad aproximarse a las proyecciones de clima futuro, atribuir las posibles causas²³ del cambio climático y esbozar sus consecuencias. El carácter transversal del conocimiento en torno al clima, y por extensión del problema del cambio en el sistema climático, hacen de la moderna climatología una disciplina que requiere de la aportación de los expertos en ciencias sociales. La inclusión en el sistema climático de un subsistema socioeconómico²⁴ resulta imprescindible desde el momento en que se acepta que la actividad humana induce cambios en los otros componentes del sistema climático como resultado de las actividades industrial y agraria principalmente. En este sentido, ya se afirma que las políticas diseñadas para la gestión del cambio climático requieren de todo el conocimiento que puedan aportar las ciencias sociales²⁵, pues si se limitaran a establecer una estrategia basada en equilibrar el coste de la reducción de emisiones con el probable ahorro producido por la mitigación del daño, estarían obviando que generaciones futuras podrían percibir el coste de las estrategias elegidas y de los cambios producidos en una escala de valores radicalmente distinta. Hay que introducir un elemento nuevo en el análisis que haga referencia a la manera en que la sociedad percibe e interpreta un proceso sumamente complejo como el cambio

22 HENDERSON-SELLERS, A., MCGUFFIE, K. (1990) *Introducción a los modelos climáticos*. Barcelona. Omega.

23 SOLOMON, S., D. QIN, M. MANNING, Z. CHEN, M. MARQUIS, K.B. AVERYT, M. TIGNOR, MILLER H.L.(eds.).(2007): *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.

24 MARTÍN VIDE, J. (2009): Conceptos previos y conceptos nuevos en el estudio del cambio climático reciente. *Investigaciones Geográficas*. nº 44, 51-63.

25 Von STORCH, H., STEHR, N. (1997): Climate Research: the case for the Social Sciences. *Ambio*. Vol. 26, 1, 66-71.

climático y sus efectos asociados, como el valor de las transformaciones que el cambio climático pueda ejercer sobre el medio natural, o los costes asociados a la adaptación.

2.3. *La mirada retrospectiva de la Climatología Histórica*

Ante la demanda de la sociedad contemporánea, la climatología ha aceptado el reto de dotarse de capacidad predictiva, lo que significa abandonar la idea de que el clima es inmutable. Los esfuerzos en el desarrollo de la predicción climática se condensan en las aportaciones periódicas del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) a través de sus Informes de Síntesis, que se articulan en tres partes: la primera dedicada a las bases físicas del cambio climático; la segunda a los impactos, la adaptación a los cambios y la vulnerabilidad asociados; y la tercera a la mitigación de los efectos probables del cambio climático. Las proyecciones de clima futuro se obtienen de los resultados que ofrecen los modelos climáticos de predicción, cuya complejidad ha ido en aumento desde los modelos iniciales de balance energético propuestos por Budyko y Sellers en el año 1969, incorporando progresivamente la modelización de los procesos de intercambio de masa y energía en el seno de cada subsistema, y los que se producen entre ellos. La manifestación del equilibrio de energía entre todos ellos da como resultado un

estado climático²⁶. Sin embargo, una variación significativa en alguno de los componentes del sistema generaría un desequilibrio que provocaría cambios en las variables de estado del sistema, entre ellas la temperatura. Estas variaciones, como la de la constante solar, la presencia de elementos procedentes de las erupciones volcánicas o la inmisión de gases procedentes de la quema de combustibles fósiles, se denominan forzamientos. Las proyecciones de clima futuro se basan principalmente en estimar la emisión futura de gases de efecto invernadero, evaluando el forzamiento radiativo asociado al aumento de CO₂ en la atmósfera, y la respuesta del sistema a las nuevas condiciones.

Curiosamente, en el mismo periodo de tiempo en que se desarrolla la predicción del clima, tiene lugar el despegue de otra disciplina de orientación temporal complementaria como la Climatología Histórica. Precedida de numerosas aportaciones en distintos campos de la arqueología, la geología, geomorfología, dendrología, etc; Le Roy Ladurie publica en 1967 “Historia del clima desde el año 1000”²⁷, obra que puede considerarse la primera de una fructífera corriente: la que se sitúa en el contacto entre la climatología y la historia medioambiental con métodos y perspectivas procedentes de ambas disciplinas y que ha dado en denominarse Climatología Histórica²⁸. En las décadas siguientes se incorporará también la meteorología²⁹ a esta revisión histórica del clima, de la mano de H. H. Lamb y su *Climate, history and the modern world*, también precedida de valiosas aportaciones como las de G. Manley³⁰. La relación entre ambas publicaciones queda de manifiesto en la

26 HENDERSON-SELLERS, A., McGUFFIE, K. (1990) Op. Cit.

27 LE ROY LADURIE, E. (1967): *Histoire du climat depuis l'an mil*. Flammarion, París.

28 PFISTER C., LUTERBACHER J., WANNER H., WHEELER D., BRÁZDIL R., GE Q., HAO Z., MOBERG A., GRAB S., DEL PRIETO M. R. (2008): Documentary evidence as climate proxies. In: *White Paper for the Proxy Uncertainty Workshop*. Trieste.

29 LAMB, H.H. (1982): *Climate, history and the modern world*. Methuen & Co. London.

30 MANLEY, G. (1953): The mean temperature of central England, 1698-1952. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, **79**,340: 242-261.

- MANLEY, G. (1974): Central England temperatures: monthly means 1659 to 1973. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, **100**, 425: 389-405

reedición del libro de Lladurie en 1982, en cuya Advertencia Final se disculpa de no hacer una actualización de la obra, que sustituye por una generosa reseña comentada de la obra de Lamb. En Europa, el progreso de la climatología histórica ha encontrado contribuciones numerosas³¹. Aún así, por la resonancia que obtuvieron las dos publicaciones citadas, podemos decir que son las que presentan los elementos con los que se va a tejer la climatología histórica: un conjunto de informaciones procedentes de fuentes documentales de diversa procedencia, otro grupo de fuentes que son elementos naturales en los que quedaron registradas evidencias de variaciones climáticas, además de series de datos recogidos con instrumentos antiguos y métodos no normalizados. Respecto de estas últimas, es opinión extendida³², que las fuentes de la Climatología Histórica son exclusivamente documentales. Sin embargo la recogida instrumental de datos en sus primeras etapas, hasta la aparición de los servicios nacionales meteorológicos en la segunda mitad del siglo XIX, comparte con ellas algunas características por las que debería valorarse si considerarlas como fuentes históricas. En efecto, aunque son registros cuantitativos obtenidos de la observación con aparatos, la variedad de métodos e instrumentos, los cambios en la hora de observación la variedad de unidades, los problemas asociados a la lectura directa del manuscrito, la fragmentación de los registros, el estado de conservación y encuadernación, la diversa tipología, la necesidad de conocer el contexto del observatorio y de la observación, entre otros factores, hace necesaria una interpretación del documento que dista de limitarse a la transcripción de lo que aparece en él anotado. La lectura de los resultados del programa de investigación IMPROVE (*Improved understanding of past climatic variability from early daily European*

31 BRÁZDIL, R., PFISTER, C., WANNER, H., V. STORCH, H. & J. LUTERBACHER, (2005): Historical Climatology in Europe, the State of the Art, *Climatic Change*, 70, 363-430

32 MARTÍN-VIDE, JAVIER (Ed.)(1997). *Avances en Climatología histórica en España*. Barcelona: Oikos-tau.

- BRÁZDIL, R. (2005) Op. Cit.

instrumental sources)³³, invita a pensar que es parte ineludible del estudio de series instrumentales antiguas, el tratamiento previo del documento.

Los inicios de la Climatología Histórica en España habría que buscarlos en la obra de Manuel Rico y Sinobas (1819-1898)³⁴ físico y médico vallisoletano, y Director del Real Observatorio Astronómico de Madrid desde 1853; en los escritos inéditos de J.M. Fontana Tarrats³⁵; o en la obra de I. Font Tullot³⁶ verdadero divulgador nacional de la disciplina. Las primeras Tesis Doctorales se presentan en el año 1994, la de Mariano Barriendos sobre el Clima Histórico de Cataluña y la de Fernando Sánchez Rodrigo sobre la Pequeña Edad del Hielo en Andalucía. La primera centrada en el análisis de documentación procedente de archivos religiosos, en particular decisiones del cabildo sobre la conveniencia de ofrecer rogativas *pro pluviam o pro serenitatem* ante periodos de escasez o de exceso de lluvias. La segunda, basada en la reconstrucción climática a partir de información obtenida de fuentes documentales diversas como anales municipales, correspondencia privada, cronistas³⁷, y en general registros religiosos y municipales.

Reflejo del interés por la información climática recogida en fondos documentales es la iniciativa RECLIDO (Red Española de Reconstrucción Climática a partir de Fuentes Documentales) que durante el año 2004 editó dos

33 *Climatic Change*. 2002. Vol 53. Kluwer Academic Publishers

34 RICO SINOBAS, M. (c. 1850). Fenómenos meteorológicos en la Península Ibérica desde el siglo IV hasta el XIX, Real Acad. Med. Madrid, manuscrito 23-4º-15.

FONTANA TARRATS, J.M. (1971-1977): *Entre el cardo y la rosa. Historia del clima en las Mesetas*, inédito. Citados por BARRIENDOS M., GÓMEZ B. Y PEÑA J.C.(1997): Series meteorológicas instrumentales antiguas de Madrid y Barcelona (1780-1860). Características documentales y de observación. In: MARTÍN VIDE J. (Ed.) *Avances en Climatología Histórica en España*. Barcelona, Oikos-Tau.

35 BARRIENDOS, M.(2005): Variabilidad climática y riesgos climáticos en perspectiva histórica. El caso de Catalunya en los siglos XVIII-XIX. *REVISTA DE HISTORIA MODERNA* 23: 11-34.

36 FONT TULLOT, I., 1988. Historia del Clima de España: Cambios Climáticos y sus Causas, Inst. Nac. de Meteorol., Madrid.

37 LÓPEZ F., LASAOSA, M. (2001): Los cronistas como fuente de la Climatología Histórica. El ejemplo de Pedro Villacampa. In: SABIO A., IRIARTE I.(Coord) *Actas II Encuentro sobre Historia y Medio Ambiente*. Huesca. Instituto de Estudios Altoaragoneses.

Boletines dirigidos a sintetizar la bibliografía producida en revistas internacionales sobre climatología histórica, y que recoge en particular los trabajos sobre el uso de los diarios de navegación como fuente de información climática³⁸ y la participación en proyectos de investigación nacionales promovidos por la CICYT, por la Comisión Europea como CLIWOC (*Climatological Database for the World's Oceans*), IMPROVE (*Improved understanding of past climatic variability from early daily European instrumental sources*)³⁹ o ADVICE (*Annual to decadal variability in climate in Europe*), y su relación con EuroClimHist Database⁴⁰.

38 GARCÍA R., GARCÍA R (2003): Sailing ships records as proxies of climate variability over the world's oceans. *Global Change Newsletter*. **53**, 10-13.

PROHOM, M.(2002): El uso de los diarios de navegación como instrumento de reconstrucción climática. La marina catalana del siglo XIX. *Investigación Geográficas*, **28**, 89-104, Alicante, Universidad de Alicante.

39 CAMUFFO, D. coord. (2002): Improved understanding of past climatic variability from early daily European instrumental sources. *Climatic Change* 53: 1-4.

40 Iniciativa promovida por C. Pfister al final de la década de 1970 para desarrollar una herramienta informática donde agrupar, analizar y gestionar datos climáticos de alta resolución procedentes de evidencias *proxy* de fuentes naturales o de origen documental. Desde 2001, es parte del programa PALVAREX (Paleoclimate Variability and Extreme Events) dependiente del Instituto de Geografía de la Universidad de Berna. <http://www.euroclimhist.com/>

2.4. *El análisis del clima en Cantabria durante el siglo XX: un intento de integración de herramientas y técnicas*

En las páginas precedentes he tratado de exponer el marco conceptual en el que se inscribe la Climatología. De la Meteorología extrae sus fundamentos atmosféricos, y de la Geografía la voluntad de referir los efectos de aquéllos a la superficie terrestre: no hay una concepción ni definición del clima que no haga referencia al lugar sobre el que se desarrolla el tiempo atmosférico. El clima ha modelado el relieve, ha alterado el suelo, ha participado en la selección de las comunidades de los seres vivos, ha condicionado el asentamiento de los grupos humanos y el rendimiento económico de los terrazgos, y a través de todas estas manifestaciones ha sido factor más o menos influyente en el desarrollo económico y cultural de las sociedades a lo largo del tiempo, aunque uno de los caracteres culturales más arraigado de la sociedad contemporánea sea la capacidad para alejarse de las limitaciones impuestas por el medio físico, y la posibilidad de vivir desapegado de las condiciones impuestas por elementos naturales.

También aludí al carácter transversal que están adquiriendo los estudios relacionados con el clima, y en particular con los problemas derivados del cambio climático o cambio global. Lo que hasta hace unas décadas parecía poder resolverse a través de un análisis multidisciplinar que resultara de la

disposición en plano de igualdad de los avances en distintas ramas del conocimiento: química y composición atmosférica, dinámica de fluidos, ecología, oceanografía, glaciología, edafología, estadística, informática, entre otras, ha desembocado ahora en un problema de síntesis política con fuerte carga social y económica, y también histórica y cultural, que hace imposible separar el esfuerzo científico de la oportunidad política. El cambio climático no parece que pueda afrontarse sólo siguiendo el hilo de conocimiento de cada especialidad científica por separado, sino que parece más bien, un problema condenada a enfrentarse directamente con la madeja del conocimiento, en el que la naturaleza, la sociedad, la cultura, la economía y la política conforman una realidad que es más que la suma de sus partes, cuya resolución parece que debe estar precedida también por un cambio global en la mentalidad de la sociedad contemporánea.

El análisis del clima, requiere de la observación de las variables atmosféricas. Un procedimiento en principio sencillo y objetivo, en el que a primera vista no interviene la voluntad del observador. Pero esta afirmación no es cierta en todos los casos. La práctica errónea de la lectura de los aparatos, defectos de construcción de los instrumentos, mal emplazamiento o desplazamiento de los mismos, introducen dudas sobre la calidad de los datos obtenidos. Ni el instrumento resulta ser un notario inmutable, ni el valor recogido expresa siempre, sólo y sin lugar a dudas, la magnitud de aquello que queremos medir. Además, la interpretación que hagamos de esos valores, *a posteriori*, cuando entre la recogida y la interpretación haya transcurrido un siglo, introduce nuevos elementos que pueden distorsionar las conclusiones. Conviene pensar que la naturaleza es una interpretación del mundo que percibimos a través del filtro de la cultura, de lo que sabemos en cada momento. Distintos momentos aportan diferentes puntos de vista y distintos análisis de los mismos hechos, por mucho que estos se hayan tratado como objetivos.

Nuestro punto de partida es la recuperación de la serie instrumental antigua del Mareógrafo de Santander, cuya extensión temporal nos permite aplicar métodos que abarcan desde el tratamiento documental hasta el método

estadístico. No se trata, como hemos dicho, de hacer climatología histórica, y obviamente no es necesario elaborar índices, ni tratar la documentación como datos *proxy*, pero sí nos parece pertinente profundizar en el contexto de la observación lo necesario para hacer una interpretación extensa de lo que se conoce como *meta data*. No limitándonos al análisis del historial del observatorio, sino incorporando la información disponible sobre el estado de conocimiento de la actividad, la percepción social de la misma, el valor práctico asignado a ella, o el reflejo que tiene sobre la prensa local la información climatológica.

Pero después de todo, lo que obtendremos será una serie temporal que necesita ser tratada para convertirla en una serie climatológica. Para ello, incorporamos el método estadístico con el objeto de obtener series continuas y homogéneas, mediante la depuración de posibles lagunas, saltos o errores instrumentales ayudados por un conjunto de test de uso extendido en climatología.

Una vez hecho esto, como geógrafos necesitamos extender sobre el terreno el resultado de nuestra exploración y analizar la distribución territorial de las condiciones climáticas. Para esta tarea hemos completado un *data set* o conjunto de registros climáticos continuos de Cantabria para todo el siglo XX, a partir de la interpolación espacial de los valores de Temperatura y Precipitación de una selección de estaciones, con las que representamos un modelo de las condiciones de temperatura y precipitación en la región durante el siglo XX.

Finalmente, con la ayuda de un GIS hemos representado una parte de los resultados, haciendo uso de una sencilla correlación establecida entre las variables climáticas, los elementos climáticos en su definición clásica, y algunos de los factores, como altitud, posición, exposición, entre otros.

3. Técnicas y procedimientos

3.1. ***Fuentes de error y control de calidad. La homogeneidad de las series***

La conservación de los registros climáticos originales y la digitalización de las series son requisitos necesarios para poner los datos a disposición de estudiosos y científicos⁴¹. Si atendemos a las cuatro etapas que recorre la información climática que se obtiene de registros instrumentales, podemos reconocer las causas que pueden introducir errores en cada una:

- Durante la recogida de los datos pueden por lectura incorrecta de los valores, problemas con los instrumentos de medida, horarios...
- Durante la elaboración de los libros de registro por deficiencias o errores al anotar o corregir las observaciones, o en el cálculo de variables derivadas de aquellas que se miden directamente, tales como valores medios diarios de temperatura, o presión reducida a nivel del mar y a 0°C.

41 TAN L.S., BURTON S.,CROUTHAMEL R,VAN ENGELEN A, HUTCHINSON R, NICODEMUS L, PETERSON, T.C., RAHIMZADEH F.(2004): *Guidelines on Climate Data Rescue*. Ginebra. WMO. Technical Notes 1210

- En el archivo o almacenaje pueden sufrir deterioro, pérdidas y extravíos, especialmente en el caso de las series antiguas.
- Y en el tratamiento final de las series, debidos a una manipulación incorrecta.

La conservación y la disponibilidad de los datos originales, reduce las causas de incertidumbre a las asociadas a la primera fase, ya que los otros elementos dependen íntegramente de quien trabaje con los datos. Se reconoce además la utilidad de la recogida y explotación de series instrumentales antiguas, al menos

- para calibrar series de datos históricos⁴²,
- para comprobar la capacidad predictiva de los modelos climáticos, generando predicciones hacia atrás en el tiempo y verificando sus resultados,
- y con carácter general, porque el conocimiento del clima pasado puede proporcionar analogías sobre los posibles escenarios climáticos futuros⁴³.

Pero indudablemente, también constituyen por sí mismos una fuente histórica que permite documentar acontecimientos o efemérides de trascendencia social.

La variedad de causas que pueden inducir a error en el registro y elaboración de la serie climatológica hacen del problema de la homogeneidad de los datos uno de los elementos centrales de la climatología. En términos generales, una muestra es homogénea si todos los datos proceden de la misma población. Si con el paso del tiempo las características de la distribución de la variable observada, media, mediana y otras, no se modifican, se dice que la serie es además estacionaria.

42 BARRIENDOS M. (2000) La Climatología Histórica en España. Primeros resultados y perspectivas de investigación. En GARCÍA-CODRÓN J.C. (coord.) La reconstrucción del clima de época preinstrumental. Vª Reunión Nacional de Climatología. Santander. Universidad de Cantabria.

43 SOLOMON, S., D. QIN, M. MANNING, Z. CHEN, M. MARQUIS, K.B. AVERYT, M. TIGNOR, MILLER H.L.(eds.) (2007): (IPCC.4ªAR. WG I) Op. Cit.

En la práctica climatológica considerar una serie aislada como absolutamente homogénea es difícil, porque no todas las alteraciones que se observan en la distribución de las variables son espontáneas o de origen natural, ni corresponden a cambios en las condiciones climáticas, sino que se deben en muchos casos a modificaciones que se producen como consecuencia de, por ejemplo:

- traslados del lugar de medida. Parece evidente que los cambios en la localización de la estación influyen en las características estadísticas de las series, ya que incorporan valores medidos en distintos emplazamientos, con lo que la serie conjunta resulta heterogénea⁴⁴
- cambio de sensores o del tipo de abrigo meteorológico⁴⁵
- modificación del entorno del observatorio (crecimiento de la vegetación, efectos asociados a la urbanización, tráfico, actividades industriales).
- cambios en la forma de calcular los parámetros (máximas y mínimas deducidas del registro gráfico, valores medios calculados como semisuma de los valores extremos o como media ponderada entre el número de observaciones del parámetro)
- diferentes observadores, con distintos criterios o métodos
- cambio en el cómputo de la duración del día, en el método de observación o en el número de ellas⁴⁶

44 Entre otros, vid.: RODRÍGUEZ R. LLASAT M.C., MARTÍN-VIDE J. (1999): *Análisis de series temporales en climatología. Modelización y homogeneidad*, 1999, Dpto. Geografía y A.G.R. Universidad de Barcelona. Barcelona.p 57 y ss.

45 BRUNET M., BAÑÓN M., GARCÍA F., AGUILAR E., SALADIÉ O., SIGRÓ J., ASÍN J, LÓPEZ D. (2004): Una aproximación experimental tendente a la minimización del sesgo artificial asociado al tipo de garita. *La Meteorología y el Clima Atlánticos*. Publicaciones de la Asoc. Española de Meteorología. Badajoz. 93-103

46 CAMUFFO, D. 2002, Errors in early temperature series arising from changes in style of measuring time, sampling schedule and number of observations. *Climatic Change* **53**: 331-352.

Aunque está ampliamente recomendado el mantenimiento de un registro minucioso de las condiciones en las que los observatorios recogen los datos y de los cambios que puedan modificar las condiciones de observación de la variable, lo que comúnmente se denomina Historial de la Estación o *metadato*, no siempre se mantiene de la forma deseada⁴⁷. Y cuando se trata de series antiguas su existencia y conservación es todavía más infrecuente y precaria.

Es fácil entender que cuando se trabaja con series largas, las posibilidades de que no se hayan producido modificaciones del entorno son significativamente escasas y el historial de la estación está probablemente incompleto.

Para abordar este problema, se acepta que las series climatológicas deben ser homogéneas *en relación a otras contemporáneas y climatológicamente semejantes*. Esta hipótesis de la homogeneidad relativa⁴⁸ de las observaciones climatológicas, significa en la práctica que no es necesario disponer de una serie absolutamente homogénea que nos sirva para comparar los valores de aquella de la que estamos tratando de averiguar su calidad, sino que basta comparar la homogeneidad de la serie *en relación* con las de su entorno. En otras palabras, supone que lo que tienen en común un conjunto de registros climáticos de una región a lo largo del tiempo, es la huella que deja en ellos la señal climática.

Así pues, eliminar los erróneos inherentes al ejercicio de la medida de la variable, es necesario para aislar la señal climática y establecer así conclusiones sobre sus cambios o tendencias⁴⁹. Para conseguir un conjunto de datos homogéneo, es necesario al menos:

- rellenar las discontinuidades o lagunas,

47 AGUILAR, E. (Coord.): 2003, *Guidelines on climate metadata and homogenization*. World Meteorological Organization, WMO/TD n° 1186

48 CONRAD, V. y POLLACK, L.W. (1962). *Methods in Climatology*. Harvard Univ. Press, Cambridge-Massachusetts.

49 EASTERLING, C; PETERSON, T; KARL, T.: 1996, On the development and use of homogenized climate datasets. *Journal of Climate* 9: 1429-1434.

- detectar errores puntuales de observación, de transcripción o instrumentales,
- corregir saltos en la media debidos al desplazamiento de los sensores, a cambios de instrumentos, o de los métodos de observación,
- analizar las posibles tendencias de la serie y corregir aquellas debidas a la incorporación de errores sistemáticos, influencia de la urbanización del entorno próximo, etc
- cotejar los datos de la estación con los de otros observatorios vecinos de calidad contrastada, para estimar la homogeneidad relativa de la serie.

Existen numerosos test estadísticos para detectar inhomogeneidades como las descritas⁵⁰, aunque su aplicación se aborda con dos limitaciones importantes: la incertidumbre sobre el número de saltos o discontinuidades que va a presentar la serie; y el rango de la variabilidad natural que puede atribuirse a la variable considerada en cada observatorio.

En los epígrafes 3.3.5 y 3.3.6 trataremos más pormenorizadamente los procedimientos que hemos usado en cada caso

50 MESTRE, O. *Methodes statistiques pour l'homogeneisation de longues series climatiques* Thèse Doctoral. Toulouse. Université Paul Sabatier.

3.2. *Recuperación de la información original*

3.2.1. **Los datos seriados**

Los libros con la información original diaria del Mareógrafo de Santander del periodo 1876 a 1893 no proceden del archivo central del Instituto Geográfico Nacional, sino del archivo de la Sección de Geodesia ubicado también en su sede central en Madrid, donde permanecen aún sin catalogar⁵¹. La revisión del material original se llevó a cabo en las propias dependencias del archivo en dos ocasiones.

Los libros con la información climática original del Mareógrafo de Santander de 1902 a 1914 están en el archivo de la Sección de Climatología de la Delegación en Cantabria de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

Junto con los datos mensuales publicados en los *Resúmenes de Observaciones* hasta 1896, denominaremos como 1ª Etapa de observaciones en el Mareógrafo

⁵¹ La revisión la hemos realizado a partir de copias de los libros originales. Hemos de agradecer el acceso a estos datos a la generosidad y buena disposición D. Benjamín Piña, Delegado Territorial del MOPT en Cantabria, que desinteresadamente compartió nuestro interés por la recuperación de los datos meteorológicos originales del Mareógrafo.

al periodo 1876-1896, y 2ª Etapa de observaciones al periodo comprendido entre 1902 y 1914.

El resto de las series de datos utilizados en el trabajo proceden directamente del banco de datos climatológico de la Agencia Estatal de Meteorología, cuyo uso ha sido autorizado para este propósito, que aparecen detalladas más adelante, en el epígrafe 3.3 *Elaboración de series de referencia*.

3.2.2. Información en la prensa local: el diario El Cantábrico

Con la intención de mejorar la información sobre los periodos que no están documentados en los libros de observación, correspondientes al intervalo de tiempo entre 1896 y 1902, y evaluar la posibilidad de completar el registro de datos diarios, acudimos a la hemeroteca de la Biblioteca Municipal de Santander en busca de observaciones instrumentales insertadas en las páginas de la prensa local. El recurso a las Hemerotecas es una línea de investigación que deja interesantes resultados, como los recogidos a través del Proyecto *Klimat XXI*⁵², que facilita una base de datos en red de libre acceso, con noticias y observaciones aparecidas en la prensa regional del País Vasco. O como ejemplo local, la revisión de las noticias aparecidas en El Diario Montañés, cuya cabecera permanece activa desde 1902, acerca de los temporales de frío y nieve acaecidos en la región a lo largo del siglo XX⁵³. En la Figura 1 presentamos esquemáticamente las publicaciones periódicas

52 RUIZ URRESTARAZU, E. (dir), Grupo de Climatología de la U.P.V./ E.M.V (1998): *El clima del País Vasco a través de la prensa. Euskal Herriko Klima Prentsaren Bidez*. Servicio de Meteorología del Gobierno Vasco. Bilbao.

53 PUENTE J.M. (2004) Olas de frío y temporales de nieve en Cantabria en los últimos cien años ¿Un síntoma de cambio climático? Parte I. *Revista del aficionado a la meteorología*. 31. <http://www.tiempo.com/ram/1997/olas-de-fro-y-temporales-de-nieve-en-cantabria-en-los-ultimos-cien-aos/> [Consulta el 3 de noviembre de 2011]

catalogadas en el Biblioteca Municipal de Santander, y el periodo de tiempo en el que salieron a la calle. Entre ellas, sólo el diario El Cantábrico tiene información más o menos continua en la ventana temporal que nos interesa.

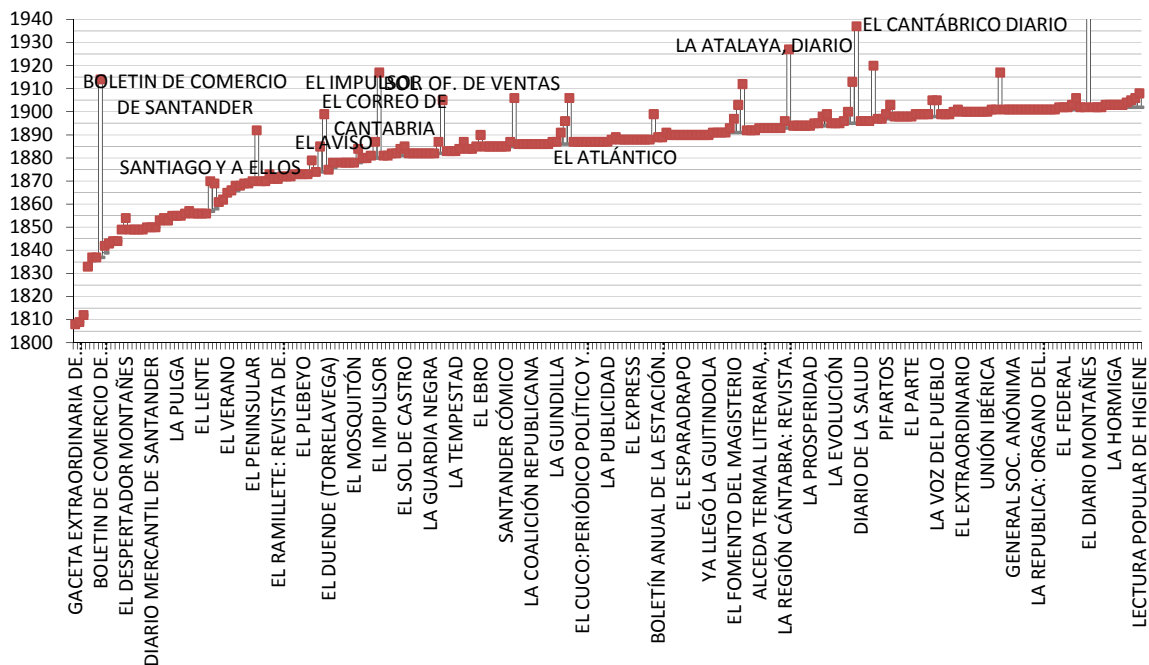


Figura 1: Registro de las publicaciones periódicas editadas en Santander en el siglo XIX y primeros años del siglo XX. Fuente: Biblioteca Municipal de Santander. Catálogo de publicaciones periódicas. Elaboración propia.

El periodo revisado abarca de mayo de 1895 hasta febrero de 1930. En este tiempo hemos encontrado 140 alusiones de índole climática, meteorológica o marítima. La presencia escasa y aparición irregular, con prolongadas lagunas, nos hacen suponer que el interés por la noticia no alcanzaba para compensar el esfuerzo que suponía su inclusión (Figura 2). En los primeros años, buena parte de la información meteorológica provenía de San Sebastián, y hacía referencia a los pronósticos del tiempo que facilitaba el vicario de Zarautz (Guipúzcoa). El viento, la nieve y la lluvia están citados en proporción parecida y concentran la gran mayoría de las apariciones de noticias meteorológicas. Evidentemente, cuando estos meteoros están asociados a incendios, grandes nevadas, inundaciones, galernas, naufragios o tempestades, adquieren gran notoriedad y se les otorga una mayor atención. Así se relatan, por ejemplo, con relativa extensión los temporales de viento de la primavera de 1897, las nevadas de invierno de 1905, 1906 y 1907 en las

zonas altas de la provincia, los temporales marítimos de otoño de 1907, las inundaciones en el valle del río Pas de 1908, las galernas de 1908 y 1909, etc.

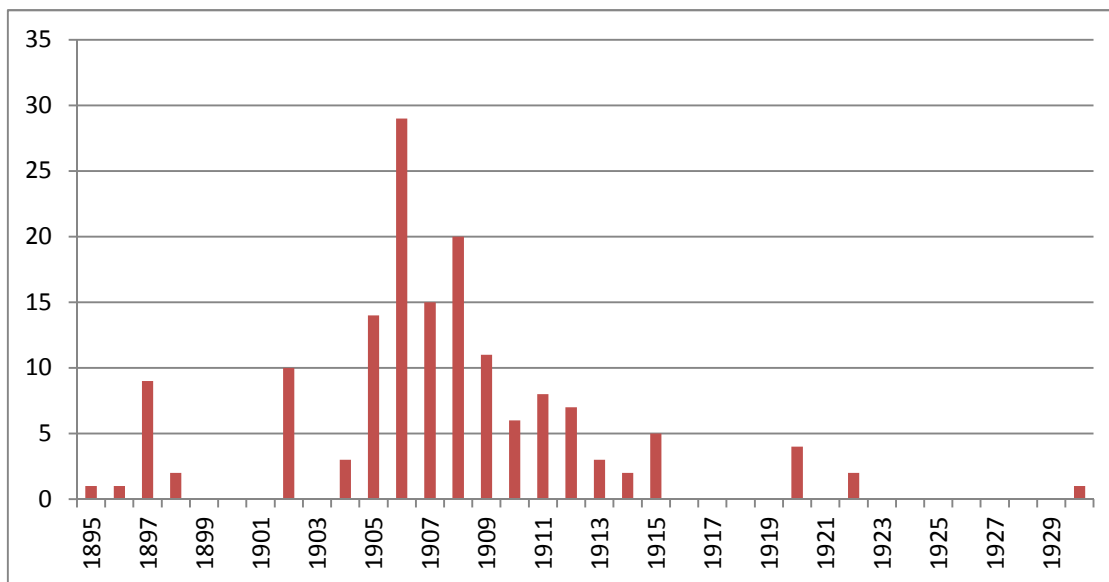


Figura 2: Noticias de contenido meteorológico o climático aparecidas en el diario El Cantábrico entre 1895 y 1930. No se incluyen los boletines meteorológicos diarios.

Los boletines meteorológicos con datos de observaciones instrumentales empiezan a incluirse en mayo de 1895, desde que el diario sale a la calle. En ellos se recoge la T máxima del día anterior y la mínima del día que facilita el personal del observatorio del Mareógrafo. Lamentablemente, desde el principio se producen lagunas, omisiones, datos duplicados, y otros indicios de que en el proceso de recogida, transmisión y edición de datos, se producen frecuentes errores. En el primer año se contabilizan 180 boletines publicados, y 85 el segundo. Después de unos años sin datos, a partir de 1900 se publican en torno al 70% de los datos diarios (Figura 3). Después, desde 1911, se incluyen los datos del Observatorio Provincial recién inaugurado.

En consecuencia, la inclusión de los boletines meteorológicos en el diario es muy irregular: no hay datos durante el fin de semana, se producen dilatadas lagunas y no se incluyen los valores de lluvia recogida. Además, aparecen datos repetidos en días sucesivos y el uso de la coma decimal es, incluso en una revisión superficial, sospechoso de ser incorrecto.

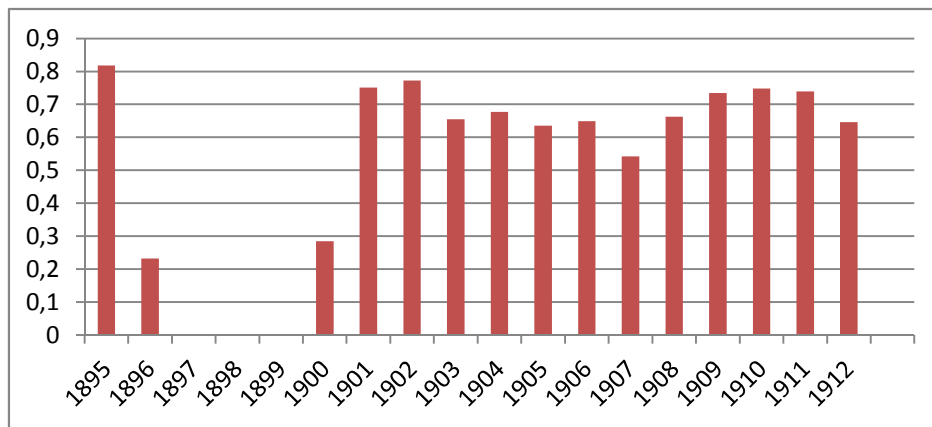


Figura 3: Proporción de datos publicados en el diario El Cantábrico, entre 1895 y 1912.

Por estos motivos, no podemos usar los boletines publicados en el diario como fuente para completar las lagunas de dato diario. No obstante, incluimos un resumen de los mismos en el Anexo 10.4 *Información en el diario El Cantábrico*.

3.2.3. Anotaciones y observaciones en los cuadernos de la estación del Mareógrafo de Santander

Durante la Primera Etapa de observación, entre 1876 y 1896, las observaciones están recogidas en tres formatos distintos: libros Diarios, libros de Resúmenes Mensuales y libros de Cálculos. Cada uno está formado por la agrupación de un número variable de cuadernos originales.

- i.- En primer lugar, las observaciones se recogen sobre cuadernos diarios, de formato 18 x 13cm, que reúnen un mes completo. Están encuadrados en libros que agrupan unos seis meses de observación, aproximadamente (Imagen 1). En los cuadernos están identificados los instrumentos utilizados en las observaciones, y recogen las primeras correcciones de la observación. Son habituales en ellos las enmiendas y las tachaduras, hechas a lapicero o con pluma. Detrás de la hoja de registro hay un espacio para notas, donde aparece una síntesis del carácter del día, la aparición de meteoros, el comportamiento del viento y también anotaciones técnicas referidas al funcionamiento del

observatorio, los instrumentos, u otros aspectos que el observador considera oportuno transmitir.

Imagen 1: Cuaderno diario de observaciones del Mareógrafo durante la primera etapa.

Fuente: Información geográfica del Instituto Geográfico y Catastral.

Día 4 marzo

HORAS.	Psicrómetro.		Barómetro.		Anemómetro. Kilómetros.	Voleta.	Atmósfera.	Temperaturas.					Pneú- metro.	Atmó- metro.	
	Seco n.º	Húmedo n.º	Altura en milímetros.	Temp. del mercurio				Mínimas.		Máximas.					
								Sombra n.º	Irrada. ^{ca} n.º	SOL.		Aire			Vacio
								Sombra	Irrada. ^{ca}	Aire	Vacio	Sombra			En partes de la probeta.
0	13,2	12,6	765,5	13,8											
6	10,6	9,2	761,1	14,6	18730	UND	Cal			6,1	25,0	14,0	14,6		
12	8,1	7,6	760,8	13,2	13590	Cal	Cal						33 + 19		
18	8,5	6,8	759,8	10,6	6546	Cal	Cal								
24					8026					5,8		16,0	30,2	10,6	11 + 7

E. Carraza

- ii.- Con los datos recogidos se rellenan los estadillos en los libros Resumen Climático Decenal y Mensual, donde se anotan las observaciones ya corregidas y las distintas variables derivadas, tales como la humedad relativa o la presión reducida al nivel del mar y a 0°C. Se conservan estos resúmenes desde marzo de 1876 a febrero de 1882, y apenas hay enmiendas en lo anotado.
- iii.- Por último, la información se presenta sistematizada en los libros titulados como Cálculos, donde cada hoja recoge las observaciones de todo el mes de la variable seleccionada, e incluye también los resúmenes decenales y mensuales (Imagen 2). Hay Cálculos desde marzo de 1876 hasta febrero de 1893 y constituye la fuente más fiable y continua de entre toda la documentación disponible a pesar de que la síntesis mensual ofrece, en ocasiones, un aspecto abigarrado producto de la caligrafía y de la calidad de la pluma que resulta difícil de interpretar. Cada volumen agrupa las observaciones de entre 2 y 3 años. Hay algunos fallos de encuadernación, como incluir observaciones

del mareógrafo de Alicante en el mes de febrero 1879 (Cálculos. Libro 1) donde deberían estar las de Santander.

Imagen 2: Hoja de observaciones termométricas del libro Cálculos. Fuente: Información geográfica del Instituto Geográfico y Catastral.

INSTITUTO GEOGRÁFICO
y
ESTADÍSTICO. ESTACIÓN METEOROLÓGICA
DE
Santander
Mes de enero de 1879.

Observaciones termométricas corregidas

Días	Termómetro seco á las					Termómetro húmedo á las				Temps. á la sombra		Mínima de la noche	Máxima al sol		
	0 horas.	6 horas.	12 horas.	18 horas.	Promedio.	0 horas.	6 horas.	12 horas.	18 horas.	mínima.	máxima.		en el vacío.	en el aire.	
1	5.70	5.50	7.50	4.60	5.50	4.10	7.00	6.00	5.90	5.60	5.40	6.00	5.00	5.00	5.00
2	5.20	5.50	5.90	5.00	5.50	4.90	6.00	6.00	4.40	4.60	5.10	4.70	4.70	4.70	4.70
3	5.10	5.70	5.00	5.20	5.50	4.60	5.00	6.00	4.40	4.60	4.50	6.00	4.00	4.00	4.00
4	5.50	5.40	5.50	5.40	5.50	4.50	6.40	5.00	4.50	4.80	4.40	6.00	4.00	4.00	4.00
5	7.10	6.10	6.10	5.80	5.50	4.70	5.20	6.00	4.50	4.80	4.70	5.50	4.50	4.50	4.50
6	10.00	9.00	9.00	10.00	9.50	5.00	5.00	5.00	4.40	4.20	4.00	5.40	4.00	4.00	4.00
7	10.50	11.00	11.00	10.50	10.50	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
8	11.50	10.00	10.00	10.00	10.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
9	12.50	11.00	10.00	10.00	10.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
10	12.50	11.00	10.00	10.00	10.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
11	5.50	5.50	4.50	5.40	5.40	7.50	5.50	4.00	4.00	4.00	4.00	5.40	4.00	4.00	4.00
12	5.50	5.40	4.50	4.50	4.50	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
13	5.50	5.20	4.50	4.50	4.50	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
14	5.50	5.20	4.50	4.50	4.50	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
15	5.50	5.20	4.50	4.50	4.50	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
16	5.50	5.20	4.50	4.50	4.50	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
17	5.50	5.20	4.50	4.50	4.50	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
18	5.50	5.20	4.50	4.50	4.50	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
19	5.50	5.20	4.50	4.50	4.50	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
20	5.50	5.20	4.50	4.50	4.50	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
21	5.50	5.20	4.50	4.50	4.50	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
22	5.50	5.20	4.50	4.50	4.50	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
23	5.50	5.20	4.50	4.50	4.50	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
24	5.50	5.20	4.50	4.50	4.50	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
25	5.50	5.20	4.50	4.50	4.50	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
26	5.50	5.20	4.50	4.50	4.50	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
27	5.50	5.20	4.50	4.50	4.50	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
28	5.50	5.20	4.50	4.50	4.50	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
29	5.50	5.20	4.50	4.50	4.50	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
30	5.50	5.20	4.50	4.50	4.50	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
31	5.50	5.20	4.50	4.50	4.50	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Resumen															
1º	5.50	5.14	4.24	4.75	4.61										
2º	5.20	5.74	5.65	5.45	5.76										
3º	4.40	4.95	3.61	4.71	4.14										
4º	5.00	4.85	4.87	4.41	4.85										

Hecho por duplicado y conforme
Rafael Gallego

Entre las variables observadas figuran las temperaturas máximas al sol en el aire y en el vacío.

En la Segunda Etapa de Observación entre 1902 y 1914 se recogen los datos en el mismo formato de cuaderno diario hasta 1904. A partir de entonces, pasan a estar formados por la agrupación de libretas de hoja cuadrículada con títulos, estadillos y anotaciones manuscritas (Imagen 3).

Imagen 3: Cuaderno de observaciones de la 2ª Época de observaciones del Mareógrafo de Santander.
Fuente: AEMET, Delegación en Cantabria

Observaciones de 1904 - Santander				Mareógrafo										
Día y Hora		Estado del tiempo	Viento	1834	1836	1838	1840	1842	1844	1846	1848	1850	1852	1854
29	11,4	10,0	4,6	12,5	N.O	Duygada	6,9	4,2	2,9	1,4	5,2	16,4	22,0	+10,8
29	11,4	10,0	4,6	12,5	N.O	Borrasca	8,1	4,5	1,9	3,9	5,1	3,9	1,9	0 - 6,9
29	11,4	10,0	4,6	12,5	N.O	Nubosa	9,3	4,6	3,3	3,4	5,2	16,5	20	- 9,3
29	11,4	10,0	4,6	12,5	N.O	Nubosa	11,3	4,4	3,0	4,2	0,1	8,0	"	- 4,0
29	11,4	10,0	4,6	12,5	N.O	Nubosa	10,3	10,6	5,0	0,4	6,2	1,9	"	- 5,0
30	11,4	10,0	4,6	12,5	N.O	Nubosa	10,9	10,0	2,6	3,4	3,9	1,9	"	- 4,0
31	11,4	10,0	4,6	12,5	N.O	Nubosa	14,0	15,0	3,9	5,4	8,2	2,0	"	- 6,9

No tienen referencia a ningún organismo oficial, membretes o sellos, pero está firmado en todas las hojas por el mismo observador.

3.2.4. Tratamiento documental de las observaciones del Mareógrafo

Desde la primera lectura de la información contenida en los libros de observación del Mareógrafo, principalmente entre los años 1902 y 1914, se aprecia un doble valor. De una parte el que tiene la observación instrumental en función de su calidad y rigor, y de otra el que pueda extraerse del diario meteorológico, donde el observador relata desde un punto de vista subjetivo las características meteorológicas del día; relato que no está exento en ocasiones de cierta elaboración literaria.

Ambos tipos de información, documental e instrumental, pueden complementarse y ser mejor aprovechadas en combinación con otras fuentes

como la prensa diaria, lo que permitirá aportar mayor detalle a acontecimientos que por diversas causas tuvieron repercusión socio económica en la región durante estos años.

Sin ánimo de hacer una relación exhaustiva, citamos algunos de los episodios cuyo conocimiento puede completarse con la información contenida en los diarios:

- Las galernas de 1878, julio de 1908, mayo de 1909 y agosto de 1912,
- Los temporales marítimos y los naufragios de noviembre y diciembre de 1905.
- Los incendios favorecidos por el viento, como el de 30 de diciembre de 1897.
- Inundaciones locales, provocadas por lluvias intensas como las de junio de 1909 o las de mayo y septiembre de 1913; o inundaciones que afectan a buena parte de la provincia, como las de septiembre de 1909 de las que los periódicos se ocuparon en extenso durante varios días.
- Los recurrentes temporales de viento, que aparecen con significativa frecuencia en los primeros años del siglo XX, y cuya intensidad el observador califica de *huracanada* en 35 ocasiones.
- El Invierno de 1888 con la mayor nevada de la que se tiene constancia
- Las olas de frío en 1895 y 1905.
- De otros episodios, como del incendio de 28 de febrero de 1877 citado por Font Tullot⁵⁴, no hay ningún reflejo en el cuaderno, ni en las observaciones de viento o temperatura, ni en el diario. Incluso se registra lluvia débil.

54 FONT-TULLOT I. (1988) Op. Cit. pg.161.

En general, el interés de la prensa por el tiempo atmosférico se limita a los episodios en que se producen daños sobre los bienes, las personas, o afecta a las infraestructuras, los transportes u otros servicios.

Como ejemplo del uso de la información documental del diario de observaciones, sirva la noticia del diario El Cantábrico de 1 de enero de 1907, de la rotura de un puente en construcción con desprendimiento de tierras ocurrido en la localidad de Arenas de Iguña, como consecuencia de la crecida del río Besaya.

Reproducimos a continuación el contenido del diario meteorológico de estos días, y los mapas sinópticos procedentes del reanálisis de las observaciones de estas fechas obtenidos del portal de información climática *Wetterzentrale*. En ellos se observa que la circulación del oeste está bloqueada sobre el Atlántico, en la vertical desde el nivel del mar hasta los 500 hPa al menos, y horizontalmente desde las islas Azores hasta Groenlandia. Este alta de bloqueo fuerza la entrada en superficie de aire de origen ártico sobre la región, canalizado por una depresión relativamente profunda con viento muy fuerte que procede del norte, dirigida por la presencia de una profunda vaguada en altura con eje meridiano que se prolonga por el Mediterráneo hasta Túnez. Estas condiciones se prolongan hasta el día 30, cuando el bloqueo Atlántico se atenúa y el anticiclón se desplaza ligeramente hacia el sur. En este momento, una pequeña depresión frente a Galicia favorece la circulación del suroeste, y hace avanzar sobre la Península Ibérica y el Cantábrico un frente cálido, o un pequeño sector cálido que eleva las temperaturas rápidamente.

El observador del Mareógrafo describe en el diario las condiciones meteorológicas de estos días de la siguiente manera:

Día 25-12-06: Lluvia *frecuente*. Noroeste fuerte.

Día 26-12-06: Lluvia *con violencia*. El viento del noroeste *parece huracanado* en algunos momentos.

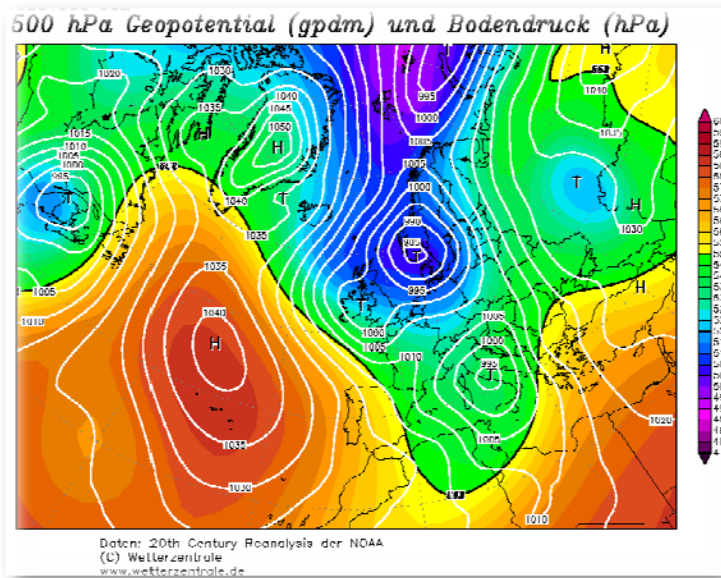


Imagen 4: Situación atmosférica del día 26 de diciembre de 1906. Las líneas son isobaras a nivel del mar trazadas con intervalos de 5 hPa, y los colores la altura geopotencial de la superficie de 500 hPa.

Colores fríos representan vaguadas y depresiones en altura, y colores cálidos dorsales y altas geopotenciales. Disponible en <http://www.wetterzentrale.de/topkarten/fsreaeur.html>. [Consulta 3 de noviembre de 2011].

Día 27-12-06: Mucho frío. Lluvia. Graniza con aparato de truenos y relámpagos. A partir de las 18h comienza a nevar cayendo *grandes copos de nieve en abundancia extraordinaria*.

Día 28-12-06: Sigue nevando hasta el oscurecer con bastante frecuencia.

Durante la noche *nevió a ratos con violencia*.

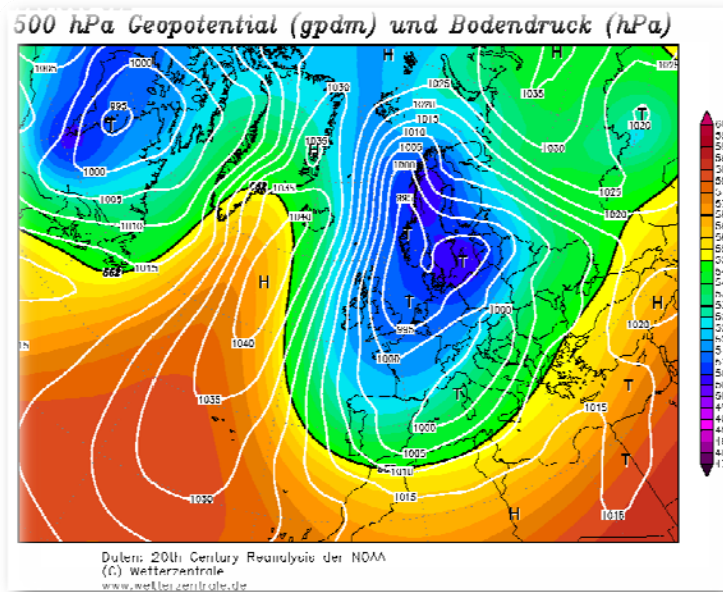


Imagen 5: Situación atmosférica del día 28 de diciembre de 1906. Id. Imagen 4.

Día 29-12-06: Graniza durante diez minutos desde las tres de la tarde. Cubriéndose en breve el suelo de una capa de granizo grueso *como avellanas* de un espesor de dos dedos. Relampaguea y se oye un *formidable* trueno. Sigue después cubierto y lloviendo. El frío es intenso.

Día 30-12-06: Lluve copiosamente con fuerte Noroeste. Durante la mañana sopló Suroeste con lluvia.

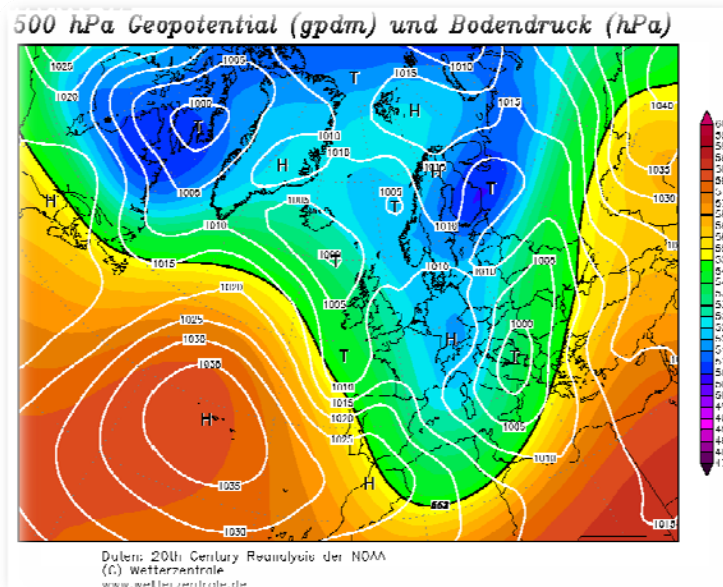


Imagen 6: Situación atmosférica del día 30 de diciembre de 1906. Id. Imagen 4.

Día 31-12-06: Lluvia por la tarde. Por la mañana despejado y brisa del Suroeste.

Día 01-01-07: Suroeste flojo, y despejado por la tarde. Por la noche sopló fuerte y cielo estuvo nuboso

Día 02-01-07: Noroeste fuerte. Lluve *con violencia*.

Como se puede apreciar, la lectura del diario permite deducir con bastante precisión las condiciones que originaron la avenida: intensas precipitaciones en forma de nieve acumuladas hasta el día 29, cuya fusión se vio favorecida por la abundante lluvia caída durante los días siguientes, y por la advección cálida de temperaturas asociada al viento del suroeste, que hizo subir el termómetro desde los 3,4°C del día 28 de diciembre, hasta 12,1°C el 1 de enero.

Desde nuestro punto de vista, la información recogida en forma de texto resulta útil, tiene interés y una elevada credibilidad, aunque debe ser tratada con cautela. Con carácter general, las condiciones meteorológicas descritas a través del lenguaje cotidiano deben enjuiciarse atendiendo a la precisión de los términos utilizados, pero también es necesario reflexionar sobre la voluntad de estilo del autor, que puede introducir en la valoración de los acontecimientos cierta carga subjetiva, aunque sea inconscientemente.

En la tabla siguiente, reproducimos las anotaciones de los días de mayor precipitación desde 1902 a 1914, con el propósito de determinar la capacidad y precisión del observador para graduar la intensidad de los distintos episodios de lluvia descritos en lenguaje llano, y el papel de la expresividad añadida por el uso de calificativos y expresiones.

Fecha	Precipitación recogida en gr (mm)	Diario meteorológico
07/09/1913	6080 (86)	Por la noche llueve copiosamente. Pero de manera formidable continúa el aguacero sin cesar cayendo una enorme masa de agua

18/06/1908	5415 (77)	A poco más de la 1h comienza a llover y ya no cesa. El agua cae con violencia en grandísima cantidad, originándose fuera de la capital graves perjuicios. Hace años que no llueve tanto en un día.
18/09/1905	4785 (68)	Llueve con una violencia extraordinaria. Hace años que no cae tanta agua en un día.
09/09/1909	4510 (64)	Desde poco después de las 3h llueve continuamente, con intensidad extraordinaria, originándose grandes inundaciones en la provincia.
24/11/1911	4290 (61)	Continúa extraordinario el temporal de agua.
12/12/1904	3880 (55)	Llueve casi de continuo y puede decirse que en todo el día no cesó de oírse el trueno precedido de grandes relámpagos. Llueve de manera extraordinaria. El día resulta despacible como pocos.
23/11/1911	3650 (52)	Llueve copiosamente hasta las 8 h y luego desde las 17.30 h. El agua en ocasiones es extraordinaria.
14/05/1913	3600 (51)	Lluvia continua abundante.
25/10/1907	3220 (46)	Al oscurecer comienza a llover con terrible aparato. Granizo frecuente. El trueno y el relámpago alternan y parece que se han abierto las cataratas del cielo para arrollarlo todo.
01/07/1907	3120 (44)	Tormenta. Desde las 9.30 fuerte aguacero con formidables truenos y relámpagos. Por la mañana cesan los truenos pero continúa la lluvia.
29/10/1914	3120 (44)	Lluvia frecuente y abundante. Tormenta. Granizo.

- Se aprecia una notable habilidad para expresar la intensidad de la precipitación, limitando el uso del término *extraordinario* a los días con precipitación superior a 50 mm.
- En dos ocasiones, en el segundo y tercer días más lluviosos de la serie, expresa la intensidad de la lluvia aludiendo al carácter violento de su caída.
- Coincide también la forma en que refleja que se ha superado el registro más alto de precipitación acumulada en un día hasta la fecha, diciendo *“hace años que no llueve tanto en un día”*.
- El día más lluvioso de la serie está relatado con indudable elocuencia: después de una noche de lluvia abundante, *“de manera formidable continúa el aguacero sin cesar [durante el día] cayendo una enorme masa de agua”*.
- Sin embargo, el día 25 de julio de 1907, aún siendo muy notable la cantidad de lluvia recogida (46 mm), la expresión *“parece que se han abierto las cataratas del cielo para arrollarlo todo”* resulta confusa y algo exagerada si se trata de una alusión al diluvio bíblico.

Si en lugar de la descripción de los días de mayor precipitación, elegimos otra muestra de días, con precipitación recogida más modesta, en un intervalo entre 10 y 30 mm por ejemplo, la posibilidad para discernir la intensidad y la cantidad total de lluvia en base a los términos elegidos para la descripción meteorológica de la jornada resultaría muy difícil. Cabría no obstante, hacer un análisis de las concordancias entre los textos del diario y las cantidades de lluvia recogidas, por intervalos, que permitiera establecer una correlación entre calificativos utilizados, y precipitación recogida, aunque dudamos de que fuera útil.

3.2.5. La conservación de las fuentes y la digitalización de los datos

En tanto que los libros de registro se han encontrado en lugares distintos y en distintos formatos, no podemos asegurar que todos los datos hayan sido sometidos al mismo nivel de depuración o control. La aparición de varios soportes exige otorgar *a priori* mayor credibilidad y por tanto cierta preferencia a uno de ellos. En el caso de la primera etapa, entre los distintos libros descritos en 3.2.3, nos hemos decantado por los *Cálculos*, porque son los que ofrecen la información más elaborada.

Los otros libros, tanto los *Resúmenes Decenales* como los *Cuadernos Diarios*, han sido utilizados para contrastar la información de los primeros, cuando era necesario, o para actualizar las observaciones de precipitación mensual de acuerdo con el cómputo actual de la duración del día. En efecto, como se detallará en 4.2.2 durante la Etapa 1876-1896 las 0 horas del día se correspondían con el momento del paso del sol por el meridiano del lugar, es decir con el mediodía. Para acumular la cantidad mensual de precipitación conforme con el procedimiento actual, se han utilizado los resúmenes decenales que recogen el valor de las observaciones del pluviómetro a las 0h y a las 12h, acumulando el último dato al mes siguiente. También para el relleno de lagunas como las producidas por la inclusión errónea de las observaciones del mareógrafo de Alicante entre las de Santander, así como para la comprobación de algunos datos dudosos.

En el periodo 1902-1914, a lo largo de la segunda etapa de observaciones, no hay dudas sobre la fuente, porque sólo tenemos un cuaderno de observación, atribuido a una misma persona.

Entre los años 1876 y 1893, se han digitalizado los valores diarios de la Temperatura Máxima (TX), la Temperatura Mínima (TN) y la Precipitación (P).

Con estos valores se ha calculado la Temperatura Media (TM) diaria, además de los resúmenes de TX, TM y TN mensuales y anuales, y la precipitación acumulada mensual y anual.

En la segunda etapa del observatorio del Mareógrafo, entre los años 1902 y 1914 se ha recogido también el contenido del resumen meteorológico diario.

En los Anexos, incluimos los valores de los resúmenes mensuales de las principales variables, y un resumen anual de los valores climatológicos más comunes.

3.3. *Elaboración de series de referencia*

Como señalamos en 3.1 la falta de homogeneidad de una serie climática se debe a que refleja alteraciones que no son achacables a los cambios propios o naturales del clima. Estas alteraciones están ligadas a la recogida de datos o pueden deberse a cambios de emplazamiento, errores instrumentales, etc. La hipótesis de la *homogeneidad relativa* de las series climáticas nos permite evaluar la calidad de una serie comparándola con una serie de referencia. Ésta, es una serie climática construida a partir de la combinación de los datos de un conjunto de estaciones cercanas, cuyos valores estén bien correlacionados, dentro de un ámbito geográfico determinado. La combinación se puede hacer calculando la media de las series consideradas, ponderada según la correlación que exista entre los datos o, como en nuestro caso, en función de la distancia que las separa, y que detallamos en el epígrafe 3.3.4. De forma compacta se puede expresar como:

$$SR = \sum_{i=1}^n s_i \omega_i$$

donde SR es la serie de referencia, s_i cada una de las series del *data set* y ω_i el peso asignado a la serie i -ésima.

Hemos preferido construir por separado las series de referencia para Santander y Reinos en el periodo 1901-2000, eligiendo conjuntos de observatorios distintos en cada caso y atendiendo, por separado también, a las peculiaridades de las variables de precipitación y temperatura.

3.3.1. Selección de estaciones para el cálculo de las series de Precipitación

El carácter aleatorio de la precipitación hace difícil encontrar series que ofrezcan altas correlaciones cuando nos alejamos del observatorio. Por esta razón para la elaboración de las series de referencia hemos elegido observatorios en los que observamos afinidad climática. Esta afinidad se otorga *a priori* en función de las características de su emplazamiento (altitud, fisiografía, proximidad al mar, orientación, formaciones vegetales dominantes, etc.)

Observatorios afines al observatorio de Santander

Para la elaboración y control de homogeneidad de la serie de Santander, se seleccionaron los observatorios de la ciudad, además de otro conjunto significativos de observatorios situados en el litoral cantábrico desde el Cabo de Peñas (Asturias) hasta Irún (Guipuzkoa) (Tabla 1). En la elección se ha querido mantener un compromiso entre la antigüedad de los datos, la longitud de la serie, y la afinidad climática de las estaciones. Esta afinidad hace referencia al marco fisiográfico que debe reunir características como que se trate de un emplazamiento litoral cercano a la costa, a una altitud no superior a 100m y sin relieves interpuestos en dirección al mar. En cuanto a la duración de la serie, se han elegido las más largas y las que tenían una fecha de comienzo más temprano. Sobre estos criterios objetivos se han hecho ciertas excepciones que permitían:

- tener un emplazamiento en Asturias con fecha de inicio temprano, en 1900 y suficiente continuidad, como el observatorio de Oviedo,

- dar continuidad a la serie de San Sebastián con la del observatorio de Igueldo, incorporando así una de las series más largas, sin cambio de emplazamiento de toda la Península Ibérica,
- tener representación en fechas tempranas o periodos poco cubiertos como en el caso del Faro de Machichaco entre 1916 y 1928,
- incorporar algunas series cercanas y contemporáneas con la del Aeropuerto de Santander (Parayas), como las de Castañeda y Puente Arce, con la intención de aportar más información en el área cercana a la capital.

Tabla 1: Estaciones seleccionadas para elaborar la serie P de Santander

INDICATIVO	NOMBRE	UTM X	UTM Y	ALTITUD (M)	PERIODO CUBIERTO	PERIODO UTILIZADO	NOTAS
1110	SANTANDER "CENTRO"	433756	4812837	64	1923-1997	1923-1997	
1111	SANTANDER "CMT"	435335	4815814	52	1946-2007	1946-1962	A
1110B	SANTANDER "BOMBEROS"	435685	4812478	14	1912-1919	1912-1919	
1110A	SANTANDER "INSTITUTO"	435798	4812508	20	1920-1923	1920-1923	
1111B	SANTANDER MAREÓGRAFO	434760	4815974	14	1901-1916	1902-1914	B
1109	AEROP. DE SANTANDER	433671	4808796	6	1953-2006	1953-2000	
1246	OVIEDO (UNIVERSIDAD)	269353	4805248	248	1851-1936	1900-1934	
1247	OVIEDO (LA CALELLADA)	270863	4806586	220	1941-1985	1941-1985	
1207U	GIJON(CABUENES)	287271	4823189	10	1975-1995	1975-1994	
1208	GIJON (FERIA DE MUESTRAS)	286535	4824078	3	1976-2001	1976-2000	
1208A	GIJON (LA MERCED)	284520	4823586	22	1938-1976	1938-1976	
1208E	PINZALES DE GIJON	280161	4818786	45	1971-2006	1971-2000	
1203	LASTRES	316402	4820478	93	1945-1979	1945-1978	
1206	VILLAVICIOSA	302597	4817164	10	1967-1996	1967-1996	
1206A	VILLAVICIOSA_A	302812	4816488	20	1968-1998	1968-1998	
1182E	VIDIAGO	365088	4806208	60	1971-2006	1971-2000	
1159	S.V.BARQUERA (FARO)	387358	4805646	39	1951-2007	1966-1988	
1083G	ONTON	485885	4800402	80	1972-2007	1972-1985	
1086	LAREDO	466778	4806022	80	1967-2007	1972-2000	
1082	AEROP. DE BILBAO	507639	4794006	39	1947-2000	1947-2000	
1068	BASAURI	509476	4784969	81	1944-1979	1944-1979	
1059	PUNTA GALEA	498425	4802547	90	1946-2006	1946-1969	
1032A	VILLABONA_A	577206	4781698	50	1944-1975	1944-1975	
1032	VILLABONA	575599	4782081	172	1925-1987	1925-1987	
1024E	SAN SEBASTIAN (IGUELDO)	577906	4795498	252	1916-2007	1928-2000	
1024F	SAN SEBASTIAN (OBSERVATORIO)	581093	4796553	23	1901-1936	1901-1936	C
1024B	FARO DE IGUELDO	580340	4797316	122	1916-1992	1916-1927	
1014	AEROP. DE FUENTERRABIA	598035	4801221	8	1956-2007	1957-2000	
1015	FUENTERRABIA	595881	4802301	80	1943-1964	1944-1964	
1057C	MACHICHACO FARO VIEJO	519913	4811399	70	1916-1928	1916-1928	
1035	LASARTE	579436	4791813	85	1945-2006	1946-2000	
1013	IRUN	598636	4798638	5	1913-1972	1913-1931	D
1013	IRUN_2	598636	4798638	5	1913-1972	1935-1965	D
1115	PUENTE ARCE	423820	4806678	13	1951-1991	1961-1991	
1129	CASTAÑEDA	423030	4796505	121	1956-1992	1961-1991	
1077C	BILBAO HISTÓRICA	505253	4789900	17	1856-1920	1900-1920	C

NOTAS: A: Situado en el barrio de Cueto de Santander, frente al mar. En 1997 el Centro Meteorológico ocupó el solar del Semáforo de Cabo Mayor que en el periodo 1946-1964, también recogía
 B: Elaboración propia. Datos inéditos.
 C: Las correcciones de los datos provienen de Instituto Nacional de Meteorología, Publicación A-143
 D: Por las características de la laguna, dos tramos de la misma serie se consideran series distintas

Se obtiene así una representación espacial suficiente en el Cantábrico Central y una distribución temporal que es aceptable o buena desde 1945 (véase Figura 4: Extensión temporal de las series seleccionadas para elaborar la serie P de Santander), aunque disminuye hasta niveles de auténtica necesidad conforme se retrocede en el tiempo. No obstante, se mantiene una presencia mínima de tres estaciones en los primeros años del siglo veinte con series de calidad contrastada homogéneas y sin lagunas⁵⁵.

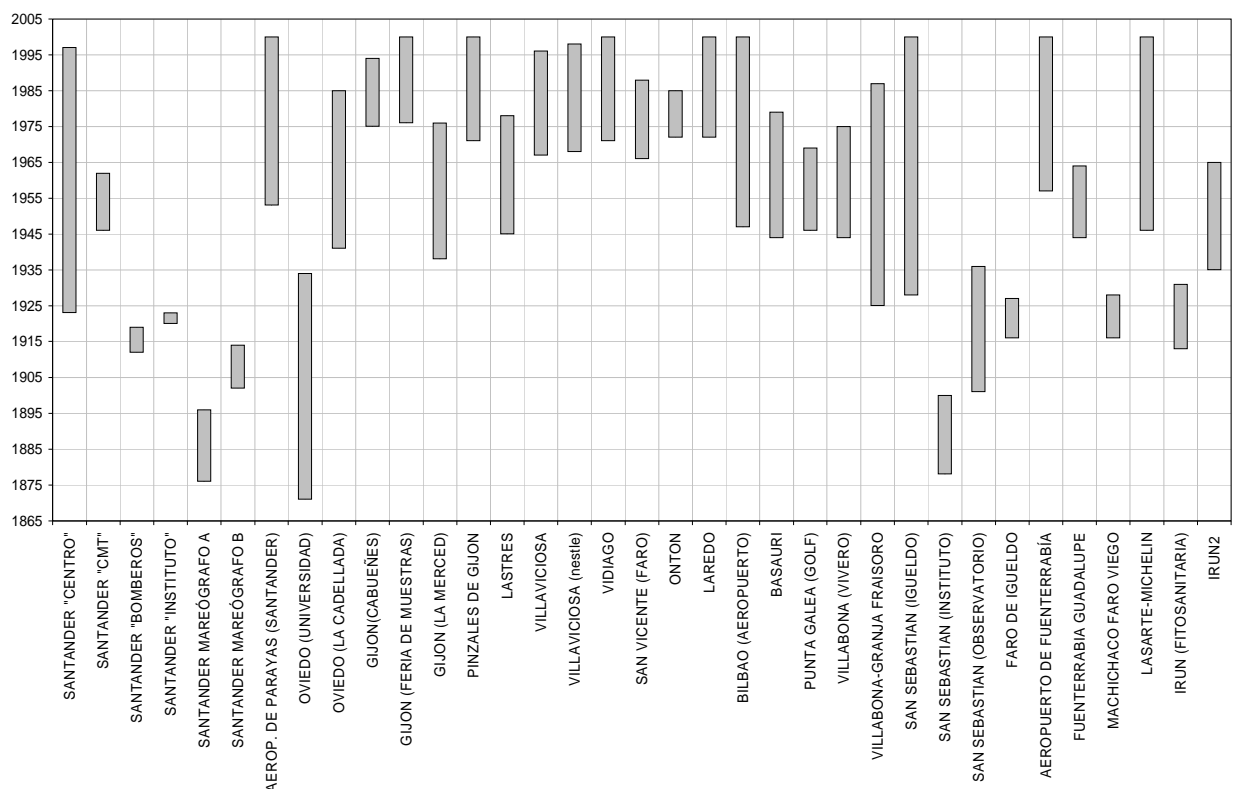


Figura 4: Extensión temporal de las series seleccionadas para elaborar la serie P de Santander

Observatorios afines al observatorio de Reinosa

55 ALMARZA C., LÓPEZ J.A., FLÓREZ C. (1996): *Homogeneidad y Variabilidad de los registros históricos de precipitación de España*. Instituto Nacional de Meteorología, Publicación A-143.

El motivo de elegir la serie de observaciones de la localidad de Reinosa para elaborar una serie de referencia es que se trata de un registro especialmente largo y detallado.

A la vez que se instalaba en Santander el Observatorio provincial, surgía en Reinosa la figura de un colaborador del Servicio Meteorológico Nacional que mantendría la actividad de la estación allí instalada hasta 1975, proporcionando la serie más larga de las recogidas por un mismo observador voluntario de ese organismo durante el siglo XX.

D. Francisco Hernández⁵⁶, comenzó sus observaciones en julio de 1911, animado por su relación con el ingeniero Manuel Lorenzo Pardo responsable del proyecto de construcción del embalse del Ebro en Campoo⁵⁷. Al amparo de este proyecto, estableció en la comarca una pequeña red de observatorios que se ocupó de visitar; de comprobar y mantener instalaciones e instrumentos, así como de supervisar sus registros, además de atender personalmente el de Reinosa situado en el jardín de su casa. El esfuerzo que exigía esta responsabilidad, principalmente los frecuentes desplazamientos a los que se veía obligado, limitó el periodo de funcionamiento de estos observatorios. Gracias a él sin embargo, disponemos de una valiosa información referida a una pequeña comarca, constituida por registros de corta duración y de calidad variable, pero que adquieren gran importancia por estar recogidos en un periodo de tiempo de enorme escasez de datos.

El reconocido cuidado con que se hicieron las observaciones entre 1911 y 1976, ofrece a las observaciones de Reinosa características de elevada fiabilidad. Además, en todo el periodo de tiempo en que estuvo funcionando, la estación sólo cambió de ubicación en una ocasión, en el año 1931. Los escasos 300 m que separaban ambos emplazamientos no ha dejado huella

56 ANDRÉS M. S., CELIS R., FERNÁNDEZ J.A., MORENO G., RODRIGUEZ J.J. (2001): Francisco Hernández y su serie climatológica de Reinosa (1911-1975). *Cuadernos de Campoo*, **26**, 22-29.

57 FERRER R., RUIZ M. L.(2000): El lago de Campoo. El embalse del Ebro. *Cuadernos de Campoo*, **20**, 15-19.

significativa en las series de los promedios mensuales y anual de temperaturas ni de precipitación.

Para esta serie de Reinosa, como se hizo en la de Santander, se ha seleccionado *a priori* un conjunto de observatorios próximos y afines climatológicamente. El área cubierta abarca los tres municipios del valle de Campoo en Cantabria, las comarcas limítrofes de la provincia de Burgos, y los valles adyacentes de la provincia de Palencia del alto Carrión, del Pisuerga, y el Campoo palentino. La selección se ha hecho otra vez manteniendo el compromiso entre duración de la serie, representatividad espacial o temporal de los datos y proporción de datos ausentes, principalmente. Como no existe en el entorno cercano ningún observatorio completo con registros antiguos, hemos tenido que complementar las series acudiendo a los observatorios históricos de Burgos, Pamplona y Huesca para que contribuyan a calcular los datos ausentes durante las primeras décadas del siglo (Tabla 2). También, para combatir la falta de registros en esta primera etapa y dar continuidad regional con la franja litoral, se han incluido los datos de las series costeras de Santander Mareógrafo, Bilbao histórica, Observatorio de San Sebastián y Oviedo Universidad en los años que se especifican en el cuadro, y que corresponden a periodos sin cambios de emplazamiento de la estación. El peso relativo asignado a las estaciones alejadas es relativamente bajo, por lo que contribuyen moderadamente a la determinación de la serie de Reinosa.

Mientras que para el cálculo de la serie de Santander se han podido escoger observatorios emplazados en núcleos de población de tamaño medio o grande, en términos relativos, en el caso de Reinosa los observatorios se encuentran mayoritariamente en pequeños núcleos rurales, donde la instalación ha estado condicionada, en ocasiones, por el interés coyuntural sobre el conocimiento de las condiciones pluviométricas de un área. Así ocurrió en el caso expuesto de Campoo y el embalse del Ebro, pero también en las que se instalaron entre 1975 y 1990 aguas abajo del embalse para estudiar la viabilidad del aprovechamiento hidroeléctrico del río en las comarcas de los cañones del Ebro, al norte de la provincia de Burgos.

Hay que mencionar también que en estas estaciones, localizadas en poblaciones pequeñas del medio rural y que configuran la red complementaria de observación, nos encontramos con algunas peculiaridades. A menudo, pequeños desplazamientos de la estación dentro de la población no se han considerado relevantes y no han sido documentados. En otras ocasiones, la responsabilidad de la toma de datos se ha compartido entre varias personas, miembros de la misma familia o vecinos, con distinto grado de compromiso con la tarea encomendada. Tanto los desplazamientos de los sensores, como los cambios de responsable, se reflejan en las series con periodos más o menos largos en los que la observación se interrumpe. Como no siempre se dispone de la información necesaria para documentar estas interrupciones, se ha optado por dividir las series que presentaban lagunas largas, para tratarlas como provenientes de distintas poblaciones de datos. En estos casos, se ha modificado el identificador añadiendo un número después del nombre.

Tabla 2: Estaciones seleccionadas para elaborar la serie P de Reinosa

INDICATIVO	NOMBRE	UTM X	UTM Y	ALTITUD (M)	PERIODO CUBIERTO	PERIODO UTILIZADO
9002	ABIADA	394812	4763745	1163	1928-1934	1928-1934
2244	AGUILAR DE CAMPOO	396700	4738693	897	1931-1967	1931-1968
9012	ARIJA	422553	4760475	850	1945-1997	1968-1996
9008	ARROYO DE VALDEARROYO1	413688	4757866	845	1928-2007	1928-1933
9008	ARROYO DE VALDEARROYO2	413688	4757866	845	1928-2007	1951-1978
9015	BARCENA DE EBRO	415115	4745044	740	1958-1989	1958-1990
2241	BARRIO DE STA. MARIA	387209	4741928	962	1963-1992	1963-1993
2246	BARRUELO1 DE SANTULLAN	394484	4751223	1040	1923-1997	1931-1944
2246	BARRUELO2 DE SANTULLAN	394484	4751223	1040	1923-1997	1951-1997
9022	BASCONCILLOS DEL TOZO	416431	4728060	914	1973-1988	1973-1988
2245	BRAÑOSERA	393199	4754637	1209	1939-1977	1942-1972
9008X	CABAÑAS1 VIRTUS	430756	4763102	858	1926-2005	1926-1934
9008X	CABAÑAS2 VIRTUS	430756	4763102	858	1926-2005	1949-2000
9016	CASTRILLO DE VALDELOMAR	408408	4739145	840	1967-2007	1967-2000
2234	CERVERA DE PISUERGA	377529	4746875	1013	1912-2007	1921-2000
9020	CILLERUELO DE BRICIA	430958	4749464	1000	1949-1974	1949-1974
9016U	CUBILLO DE EBRO	415577	4740133	772	1973-2007	1974-2000
9028E	CUBILLOS DEL TOZO	440952	4753566	956	1928-1988	1973-1988
9005	ESPINILLA	400069	4764006	937	1945-1974	1945-1974
9023U	LA RAD DEL TOZO	424999	4724969	980	1973-1988	1973-1988
9014O	LOS CARABEOS	410959	4751915	960	1973-1988	1973-1988
9024	MASA2	441026	4719724	1006	1928-1988	1973-1989
9006O	MATAMOROSA	405629	4760070	850	1976-1988	1973-1990
9020I	ORBANEJA DEL CASTILLO	435138	4742852	705	1973-1988	1973-1991
9015C	OTERO DEL MONTE	415878	4742443	940	1986-2007	1986-2000
2243	PANTANO DE AGUILAR	395201	4738747	903	1960-2006	1960-2000
9011O	POBLACION DE YUSO1	422987	4764789	860	1926-2007	1926-1936
9011O	POBLACION DE YUSO2	422987	4764789	860	1926-2007	1974-1987
9011O	POBLACION DE YUSO3	422987	4764789	860	1926-2007	1991-2000
9019	POLIENTES	423070	4739830	716	1960-2002	1960-2000
9028K	PORQUERA DE BUTRON	444468	4739902	1010	1952-1988	1973-1988
9001	REINOSA	407236	4761652	855	1911-1994	1911-1994
9018U	RUANALES	425315	4749955	903	1973-1994	1974-1988
2240	SAN MAMES DE ZALIMA	388947	4744059	960	1933-2000	1933-2000
9027	SARGENTES2 DE LORA	428595	4735883	1025	1928-1991	1949-1991
9026A	SEDANO	438675	4729524	780	1928-1988	1974-1988
9012U	SERVILLEJAS	417823	4764479	907	1973-1988	1973-1988
9025	TABLADA DE RUDRON	431111	4730706	749	1950-1988	1973-1988
9008E	VILLASUSO	416941	4762669	864	1968-2002	1968-2000
1111B	SANTANDER MAREOGRAFO	434760	4815974	14	1900-1914	1900-1914
1246	OVIEDO (UNIVERSIDAD)	269353	4805248	248	1900-1934	1900-1934
1024F	SAN SEBASTIAN (OBSERVATORIO)	581093	4796553	23	1901-1936	1901-1936
1177C	BILBAO HISTORICA	505253	4789900	17	1900-1920	1900-1920
2327	BURGOS HIST	442328	4687107	860	1900-1950	1900-1950
9262A	HUESCA HIST	714893	4667935	500	1900-1950	1900-1950
9901F	PAMPLONA	610368	4741425	463	1900-1950	1900-1950

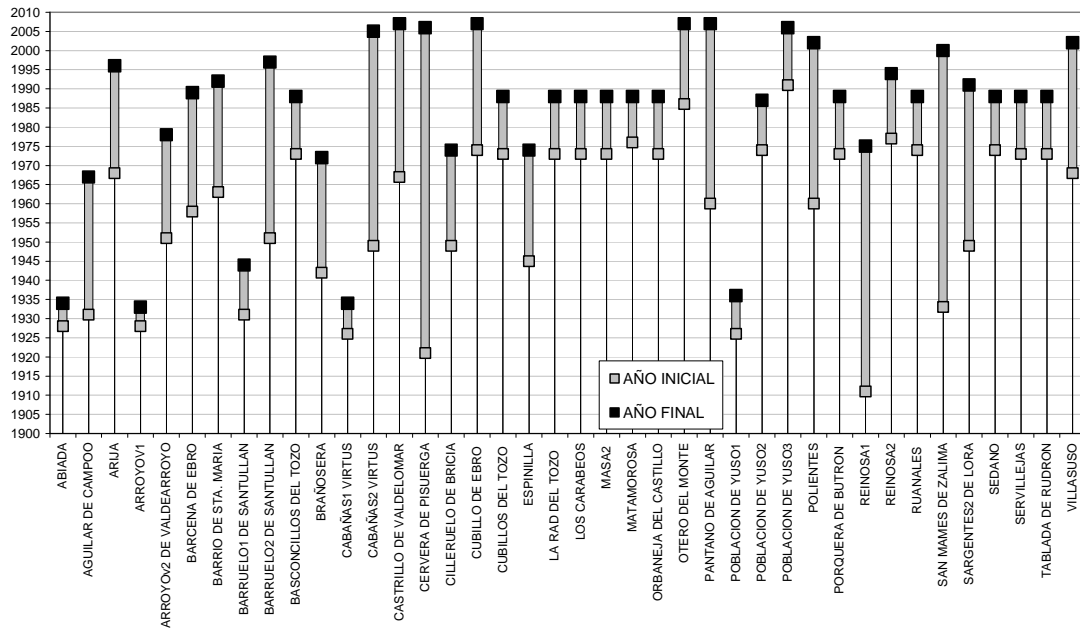


Figura 5: Extensión temporal de las series seleccionadas para elaborar la serie P de Reinosa

3.3.2. Selección de estaciones para el cálculo de la series de Temperatura

De forma análoga a como hemos procedido para la precipitación, mantenemos la idea de que una selección amplia de estaciones diluye las peculiaridades locales y facilita el cálculo de una serie representativa regional homogénea.

La temperatura a diferencia de la precipitación se distribuye de forma continua en el espacio y aunque varía más suavemente que aquella, su observación está muy influida por la altitud y otras características topográficas del observatorio. También por los métodos de observación, y en particular por el correcto aislamiento y ventilación de los termómetros. Aunque en teoría todas las estaciones disponen de una garita meteorológica de las mismas características, en la revisión inicial de los datos ha habido que rechazar algunas porque presentaban serias dudas sobre el aislamiento de los instrumentos, en algún caso corroboradas en el historial donde se mencionaba la rotura de la puerta o una incorrecta orientación de la misma.

Vamos a proceder como en el caso de la precipitación, agrupando observatorios afines *a priori* estableciendo tres círculos en torno a tres estaciones principales con registros históricos como Oviedo, Santander y Bilbao que después combinaremos; y uno en torno a Reinosa, que completaremos con registros históricos de Burgos, Vitoria, Oviedo, Pamplona y Huesca.

Observatorios afines de Asturias

En Asturias hemos seleccionado las estaciones de acuerdo al año de inicio de la recogida de datos, el año de terminación, el número total de datos, la altitud y la presencia de otras series cercanas contemporáneas. De acuerdo a estos criterios se eligieron las de inicio más antiguo, con un mínimo de 100 datos y situadas a menos de 250 m de altitud, de donde resultaron 33

emplazamientos que serán objeto de una revisión individual más detallada (Mapa 1, Tabla 3)



Mapa 1: Estaciones de Asturias seleccionadas para las series T.

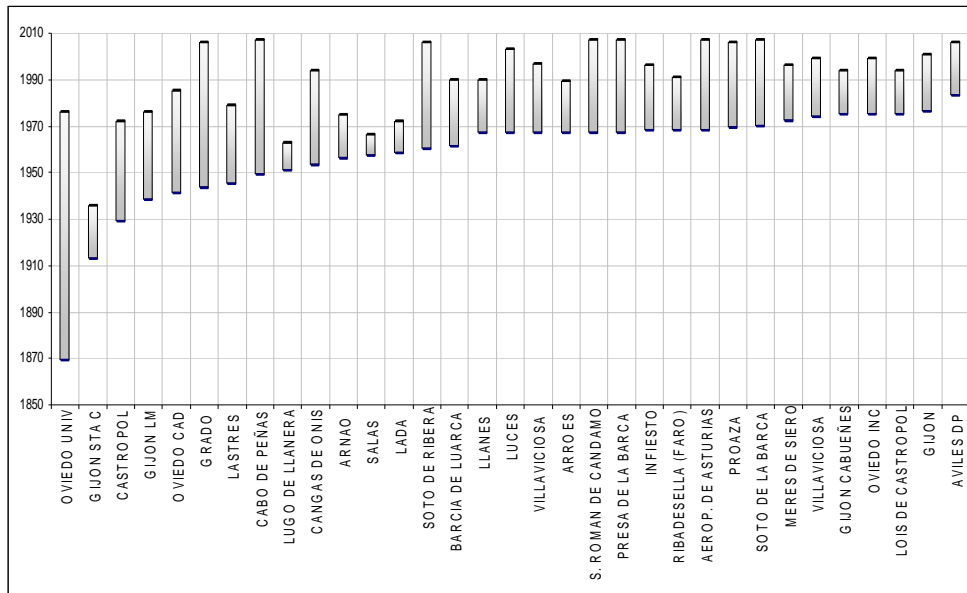


Figura 6: Extensión temporal de las series de Asturias seleccionadas

En la Figura 6 se ha representado la fecha de inicio de las observaciones y la fecha final de las estaciones elegidas, aunque esto no significa que sean continuas en todo el periodo.

Tabla 3: Estaciones de Asturias seleccionadas para elaborar las series de T

INDICATIVO	NOMBRE	ALT	UTMX	UTMY
1 246	OVIEDO (UNIVERSIDAD)	248	269353	4805248
1 208B	GIJON-SANTA CATALINA	29	285066	4824495
1 331	CASTROPOL	25	174340	4827408
1 208A	GIJON (LA MERCED)	22	284520	4823586
1 247	OVIEDO (LA CADELLADA)	220	270863	4806586
1 251	GRADO	60	251863	4807721
1 203	LASTRES	93	316402	4820478
1 210	CABO DE PEÑAS	100	270238	4837651
1 249	LUGO DE LLANERA (AERODROMO)	160	270291	4812938
1 194	CANGAS DE ONIS	80	327613	4801967
1 212	ARNAO	26	259399	4829382
1 279	SALAS	239	236006	4811413
1 220A	LADA (QCF)	200	280388	4798086
1 235	SOTO DE RIBERA	127	266900	4799463
1 293	BARCIA DE LUARCA (GRANJA)	60	216823	4826718
1 183	LLANES	12	358394	4808968
1 204	LUCES	140	314623	4821144
1 206	VILLAVICIOSA	10	302597	4817164
1 207	ARROES	140	295511	4820772
1 252	SAN ROMAN DE CANDAMO	85	251774	4815695
1 273	PRESA DE LA BARCA	214	231778	4801382
1 200I	INFUESTO (LAS HUELGAS)	100	313930	4804182
1 202E	RIBADESELLA (FARO)	117	331555	4815450
1 212E	RANON (AEROPUERTO DE ASTURIAS)	127	255062	4828087
1 239I	PROAZA	195	254714	4793098
1 272	SOTO DE LA BARCA	213	224456	4798895
1 245E	MERES DE SIERO	180	278643	4806790
1 206A	VILLAVICIOSA (NESTLE)	20	302812	4816848
1 207U	GIJON(CABUEÑES)	10	287271	4823189
1 247B	OVIEDO (I.N.C.)	160	271617	4808877
1 331F	LOIS DE CASTROPOL	30	175537	4828896
1 208	GIJON	3	286535	4824078
1 210I	AVILES (DIVINA PASTORA)	10	264562	4826110

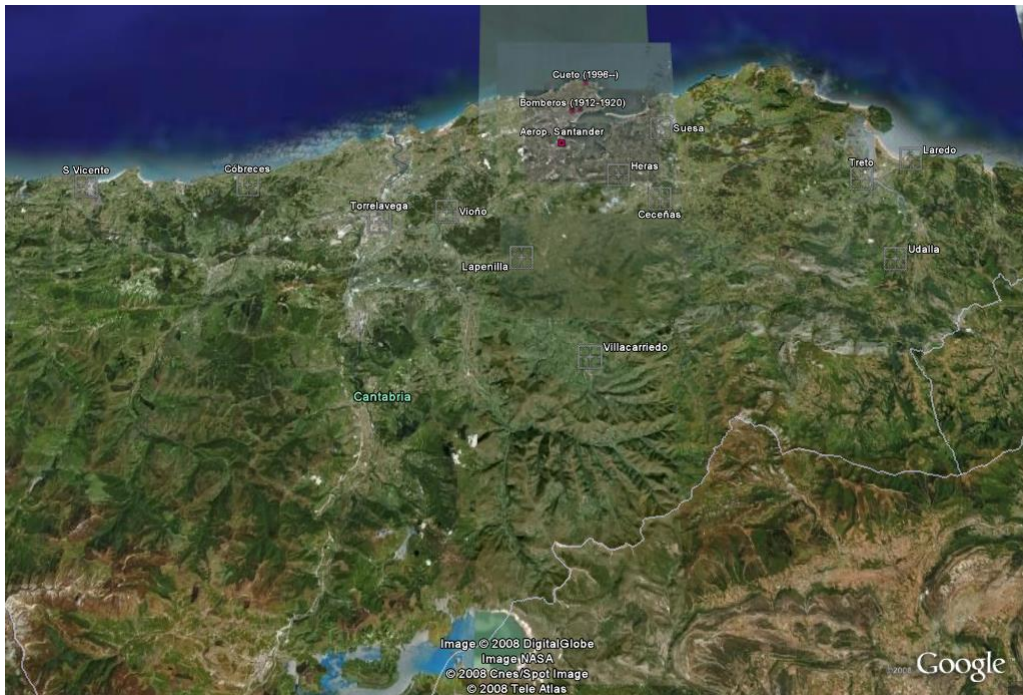
Observatorios afines de Cantabria

En Cantabria procedemos de manera semejante, por separado para Santander y Reinosa, aunque en la preparación de las series definitivas se mezclan las estaciones de ambos conjuntos. Se han incluido observatorios como Villacarriedo, Ceceñas, y Torrelavega, cuyo emplazamiento pueden considerarse con menos rasgos fisiográficos comunes con los de la capital de la provincia, pero que ofrecen un catálogo de datos que hemos juzgado

interesante para aportar información sobre la evolución simultánea de las series.

Tabla 4: Estaciones seleccionadas para el cálculo de la serie T de Santander

INDICATIVO	NOMBRE	UTMX	UTMY	ALT
1 110	SANTANDER (CENTRO)	433756	4812837	64
1 124	VILLACARRIEDO	434651	4786819	212
1 109	PARAYAS (AEROPUERTO)	433671	4808796	6
1 128	LA PENILLA	428436	4796446	140
1 086	LAREDO	466778	4806022	80
1 131I	TORRELAVEGA (SNIACE)	416112	4801833	70
1 740	CUEVAS DE ALTAMIRA	409380	4803463	161
1 083E	OTAÑES	484528	4797474	100
1 156	COBRECES	402638	4804173	80
1 083I	CASTRO URDIALES	482518	4803803	16
1 154	TORRELAVEGA	414899	4800305	20
1 112E	SANTANDER OJAIZ	428632	4810698	50
1 096U	TRETO	462051	4805429	1
1 111	SANTANDER (CMT)	435335	4815814	52
1 097	SANTOÑA	462752	4810053	7
1 095C	UDALLA	463126	4796168	80
1 131	VIOÑO	421735	4801457	60
1 108	HERAS	437982	4805608	44
1 105U	CECEÑAS	444149	4803240	34
1 101I	SUESA	442073	4810508	15
1 154E	TORRELAVEGA (COLEGIO)	414967	4800304	30
1 159	SAN VICENTE (FARO)	387358	4805646	39
1 159A	SAN VICENTE DE LA BARQUERA	387240	4805339	10
1 154H	TORRELAVEGA (SIERRAPANDO)	416892	4801206	100
1 110B	SANTANDER-PARQUE DE BOMBER	435685	4812478	14
1 159E	SAN VICENTE DE LA BARQUERA	385333	4805679	94
1 110A	SANTANDER-INSTITUTO	435798	4812508	20
1 111B	SANTANDER (MAREOGRAFO)	434730	4815974	14



Mapa 2: Estaciones seleccionadas para elaborar la serie de T de Santander

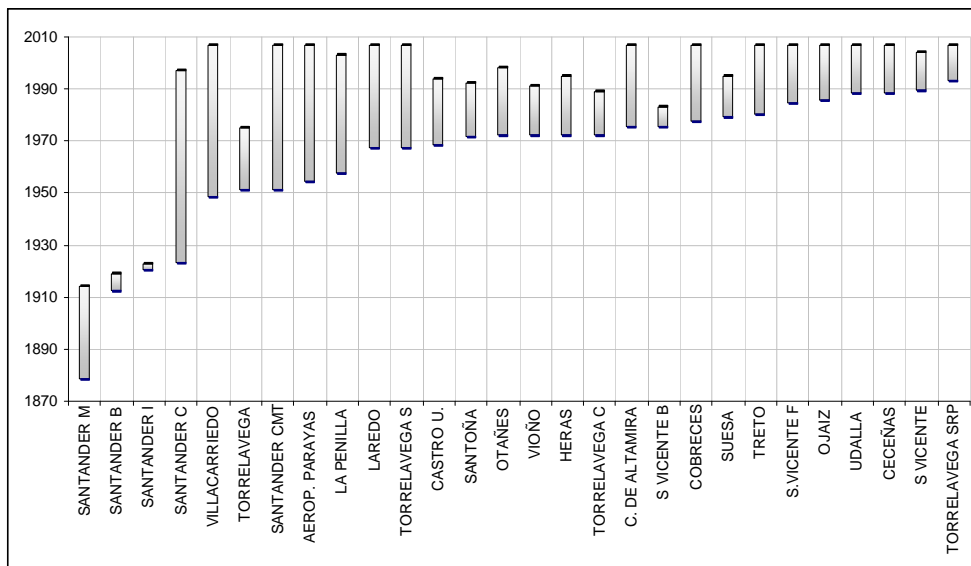


Figura 7: Extensión temporal de las series de T seleccionadas para calcular la de Santander.

En general, las series contienen lagunas temporales de distinta duración dentro del periodo total a que se hace referencia en la Figura 7.

En la selección de estaciones para la homogeneización de la serie de Temperatura de Reinosa se han estimado la proximidad y la altitud,

principalmente. Se han establecido los umbrales en 700m de altitud y 28km de distancia, que abarca aproximadamente los municipios de Campoo, el Campoo palentino, la sierra del Cordel, el embalse del Ebro, y área limítrofe.

Tabla 5: Estaciones seleccionadas para elaborar la serie T de Reinosa.

INDICATIVO	NOMBRE	UTMX	UTMY	ALT	DISTANCIA A REINOSA EN KM
9 001	REINOSA	407236	4761652	855	0,00
9 011O	LA POBLACION DE YUSO IBERD	422987	4764789	860	16,06
9 003	MAZANDRERO-IBERDUERO	396257	4761995	1012	10,98
9 004	SOTO (IBERDUERO)	400250	4765577	979	8,01
9 008	ARROYO DE VALDEARROYO	413688	4757866	845	7,48
9 005	ESPINILLA	400069	4764006	937	7,54
1 140	SANTA MARIA DE AGUAYO	415481	4769135	840	11,13
9 015	BARCENA DE EBRO	415115	4745044	740	18,38
9 019	POLIENTES	423070	4739830	716	26,96
9 011	CORCONTE	427029	4765979	870	20,26
9 019I	RUCANDIO	429137	4751056	845	24,33
2 247	MATAPORQUERA	404314	4748641	953	13,34
9 016	CASTRILLO DE VALDELOMAR	408408	4739145	840	22,54
9 008E	VILLASUSO	416941	4762669	864	9,76
9 014O	LOS CARABEOS IBERDUERO	410959	4751915	960	10,42
9 012U	SERVILLEJAS IBERDUERO	417823	4764479	907	10,96
1 159O	UZNAYO	385663	4771729	905	23,81
9 018U	RUANALES IBERDUERO	425315	4749955	903	21,53
9 006U	CERVATOS IBERDUERO	406262	4756698	899	5,05
1 160E	POLACIONES (LA LAGUNA)	385725	4775431	790	25,55
1 160I	EMBALSE DE LA COHILLA	386644	4776342	785	25,29
9 016U	CUBILLO DE EBRO IBERD	415577	4740133	772	23,08
9 006O	REINOSA-MATAMOROSA(,IB))	405629	4760070	850	2,26
2 247E	HORMIGUERA	407609	4747331	990	14,33
9 015C	OTERO DEL MONTE	415878	4742443	940	21,06
9 013I	BUSTAMANTE PANTANO	417556	4759237	843	10,60
1 139U	SAN MIGUEL DE AGUAYO	416301	4767737	842	10,92

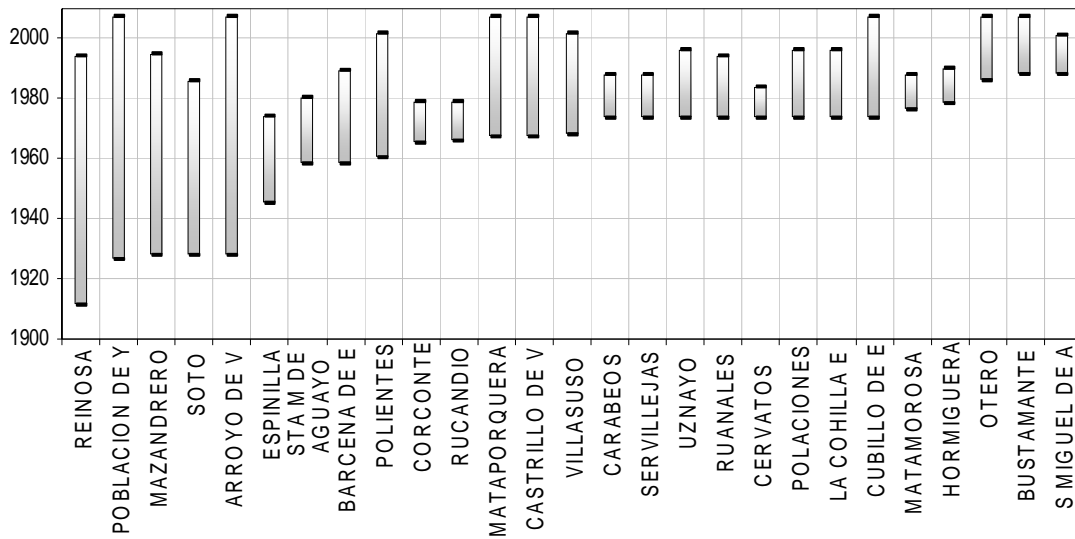


Figura 8: Extensión temporal de las series seleccionadas para elaborar la serie de T de Reinosa

En la selección de estaciones próximas a Reinosa de Comunidades Autónomas limítrofes, se han tomado las que inician su actividad antes de 1930 y distan menos de 100km (Burgos) y a partir de esta fecha se ha limitado a 50km la distancia.

Hemos retenido los datos de las estaciones de Alar, Olmos, Espinosa y Villarcayo porque son series largas que tienen años completos. Aunque están relativamente alejadas de Reinosa, y las dos primeras pertenecen a un ambiente geográfico cuyas características climáticas presentan los rasgos oceánicos más degradados, hemos preferimos hacer un análisis detallado de la serie antes de desecharla, si fuera preciso.

En el Mapa 3: Estaciones seleccionadas para la elaboración de la serie T de Reinosa se aprecia la ausencia de estaciones en las Merindades, Loras, Cañones del Ebro, páramo de Masa, y en fin las comarcas limítrofes de la provincia de Burgos.

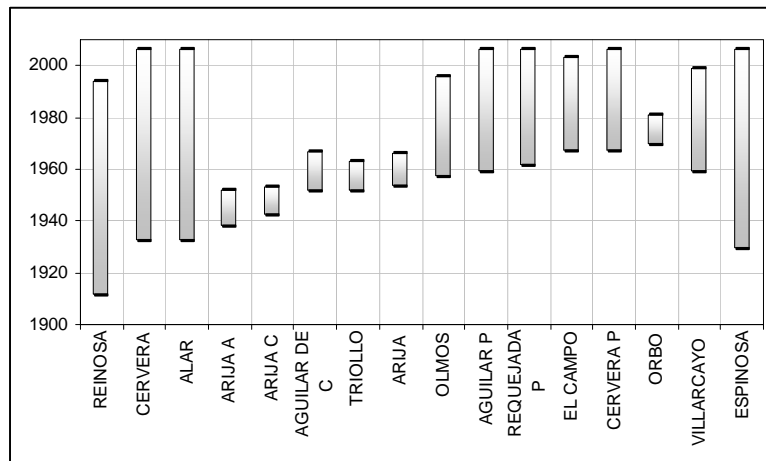
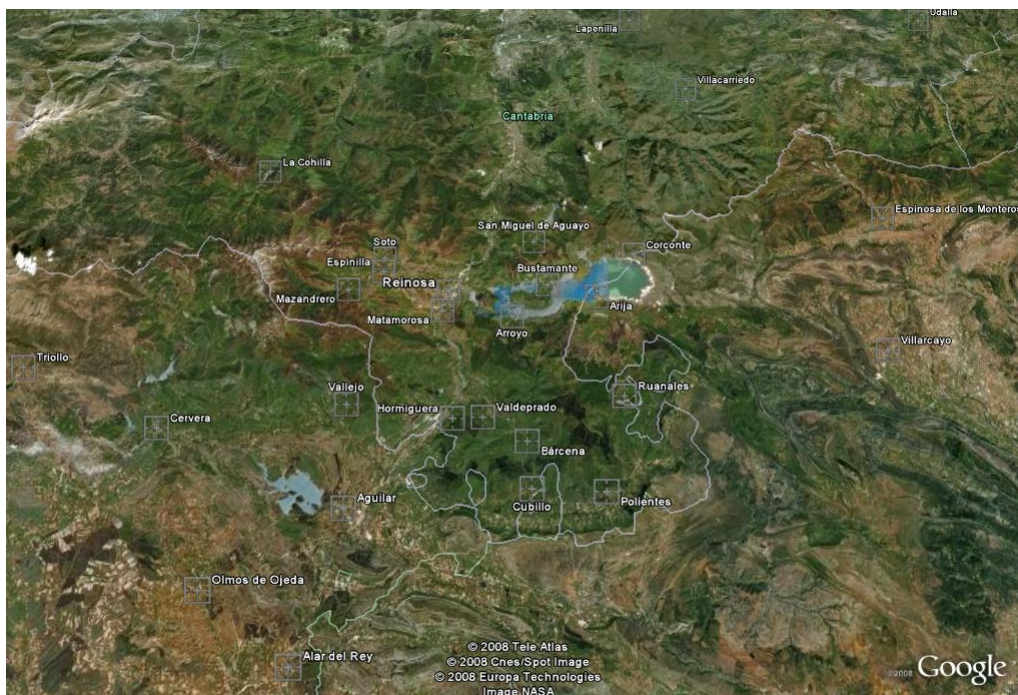


Figura 9: Otras series de T utilizadas cercanas a Reinosa, y duración de las mismas



Mapa 3: Estaciones seleccionadas para la elaboración de la serie T de Reinosa

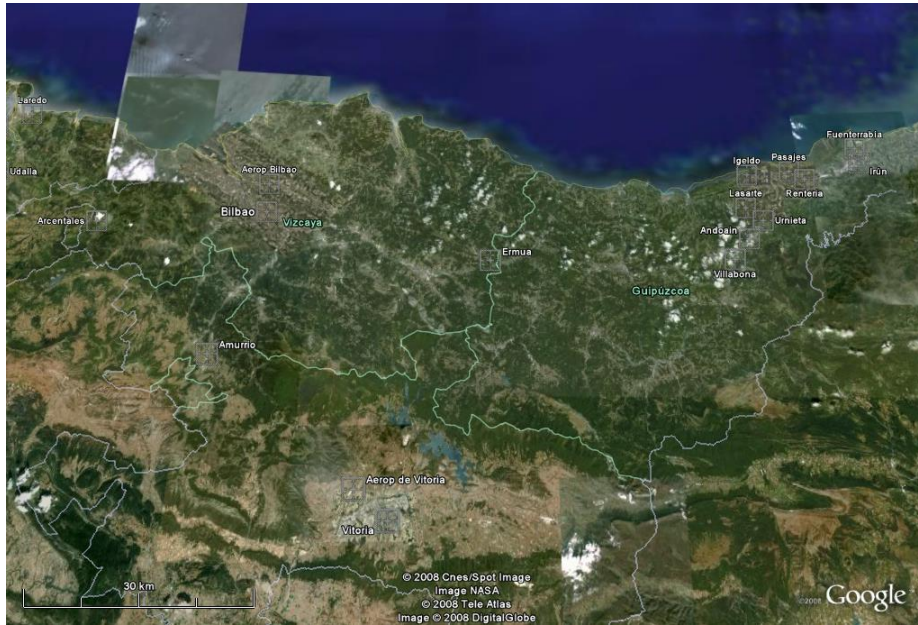
Observatorios afines del País Vasco

Para seleccionar las estaciones del País Vasco que se incluirán en el análisis se da prioridad en principio a la fecha más temprana de inicio de la serie, y a continuación seleccionamos las que se encuentran a altitud menor de 253 m, lo que permite incluir Igueldo con más de 100 años de datos, y están al norte del paralelo 43° 10'. Después se han unido los observatorios de Álava con

datos más antiguos y series más largas, resultando la relación que figura a continuación.

Tabla 6: Estaciones del País Vasco seleccionadas para elaborar las series de T del País Vasco

INDICATIVO	NOMBRE	UTMX	UTMY	ALT
1 077C	BILBAO (HISTORICA)	505253	4789900	17
1 024D	SAN SEBASTIAN-INSTITUTO	582512	4796571	20
1 024F	SAN SEBASTIAN OBSERVATORIO	581093	4796553	23
1 024E	SAN SEBASTIAN (IGUELDO)	577906	4795498	252
1 032	VILLABONA-GRANJA FRAISORO	575599	4782081	172
1 013	IRUN (FITOSANITARIA)	598636	4798638	5
1 059	PUNTA GALEA (GOLF)	498425	4802547	90
1 034	ANDOAIN	579872	4785432	70
1 082	BILBAO (AEROPUERTO)	507639	4794006	39
1 014	FUENTERRABIA (AEROPUERTO)	598035	4801221	8
1 035	LASARTE-MICHELIN	579436	4791813	85
1 024	SAN SEBASTIAN (ATEGORRIETA)	585094	4797220	8
1 075E	ARANZAZU	517121	4777426	98
1 083	ARCENALES	482250	4787577	220
1 053	ECHEVARRIA	542459	4789260	100
1 021E	RENTERIA (PRESA DEL AÑARBE)	591003	4784955	120
1 049U	ERMUA	539975	4782242	240
1 013I	FUENTERRABIA-ZUBIETA	596276	4799838	24
1 019A	PASAJES (ESCUELA NAUTICA)	586939	4797459	20
1 033U	URNIETA (VIVERO)	581995	4787154	75
9 087A	VITORIA INSTITUTO	526647	4744233	550
9 087	VITORIA AERODROMO	528212	4744394	521
1 060	AMURRIO (INSTITUTO)	499502	4766607	219
9 091O	VITORIA (AEROPUERTO DE FOROND)	522639	4748044	508



Mapa 4: Estaciones del País Vasco seleccionadas para elaborar las series T

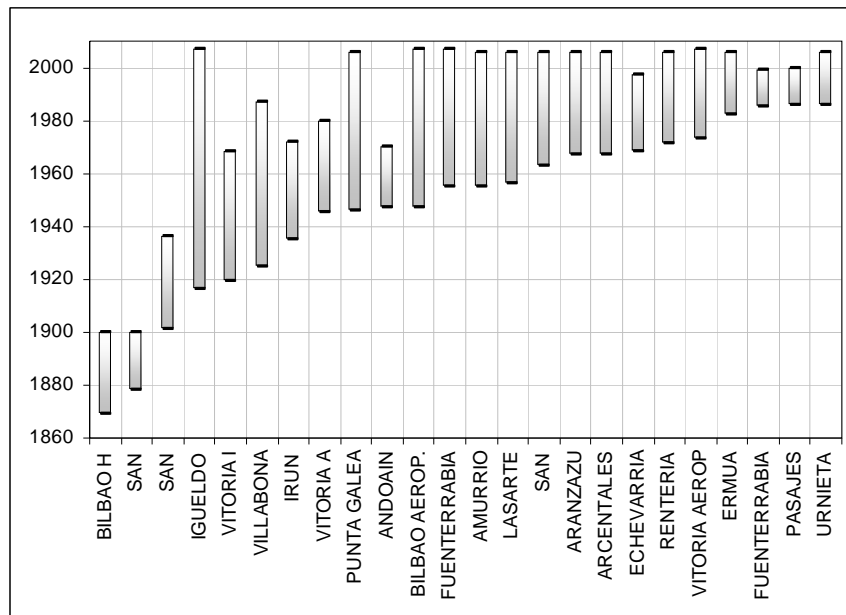


Figura 10: Extensión temporal de las series del País Vasco seleccionados

Las series de las estaciones relacionadas se han revisado una a una, eliminando periodos que no ofrecían suficiente garantía bien porque no tuvieran suficiente continuidad con lagunas cortas frecuentes y repetidas, o porque los propios datos mostraran tendencias o comportamientos atípicos. Cuando una serie es discontinua, es muy difícil evaluar si los datos aislados son fiables, así que optamos por eliminar aquellos tramos que presentaran densidad de datos muy baja.

3.3.3. Control de calidad de los datos de partida

Partimos de un conocimiento previo de la fiabilidad de las series, atribuyendo una confianza adicional a los observatorios de la red principal dotados de personal experto, tales como observatorios provinciales o aeropuertos, y a otros de la red secundaria como Reinos, que aporta un historial bien documentado.

Hemos analizado las series una por una, porque los datos originales se suministran sin filtrado, tal y como se graban. Como con las series se incluye la información sobre el número de días sin datos, hemos podido rechazar los valores mensuales que presentaban más de dos días sin datos. Hemos hecho un examen gráfico de las series temporales de valores mensuales y anuales, que ha permitido detectar saltos en los registros y errores de transcripción, además de identificar la frecuencia y duración de las lagunas temporales, y los valores máximos y mínimos. Este primer análisis gráfico nos ha permitido tener una idea sobre el comportamiento y la calidad de la serie.

Hemos usado la posición de los valores máximos y mínimos, como elementos para evaluar la coherencia de los datos de observatorios cercanos, buscando en ellos la repetición de valores extremos de la misma magnitud y en las mismas fechas. Si podíamos concretar la procedencia de los errores, hemos corregido los datos, y si presentaban dudas los hemos considerado lagunas. Cuando la precipitación mensual acumulada era Inapreciable hemos sustituido el valor por cero.

El análisis gráfico, la comparación de valores extremos, el número de lagunas y su duración, posición, frecuencia y acumulación y la información disponible del observatorio,⁵⁸ nos ha permitido calificar la calidad de cada estación

⁵⁸ Mi agradecimiento al personal de la Sección de Climatología de la Delegación Territorial de la Agencia Estatal de Meteorología por las numerosas comunicaciones sobre las características de las series y de las estaciones que han tenido la consideración y la paciencia de hacerme llegar.

tratada. En este punto, quiero dejar constancia de la valiosa ayuda de la Sección de Climatología de la Delegación de Aemet en Cantabria, a través de cuyas comunicaciones personales, con interminable paciencia, me han proporcionado certeros juicios sobre las estaciones y sus datos.

3.3.4. Cálculo de la matriz de ponderación

La hipótesis de partida es que las variaciones de la señal climática son consistentes en el tiempo y en el espacio. Es decir, que observatorios vecinos registran, en momentos determinados, variaciones semejantes de las variables atmosféricas. Así que podemos analizar la homogeneidad relativa de una serie, comparándolas con las de una serie de referencia formada con estaciones cercanas, pues las variaciones de los elementos climáticos afectarán de forma equivalente a ambos conjuntos de datos.

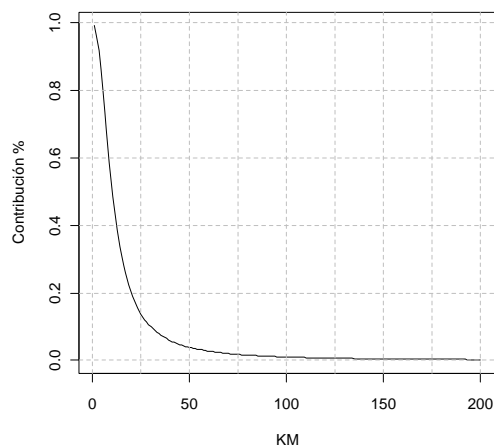
Las series de referencia se han construido promediando series vecinas, y dando más valor a las más próximas. Considerando como factor de ponderación la distancia al cuadrado, la serie de referencia de una estación toma referentemente los valores de las más cercanas, mientras que la contribución de las alejadas decae más rápidamente cuanto mayor sea la distancia. En el cálculo de la matriz de pesos se introduce también un factor que permite adaptar la forma de la función al rango de distancia en el que estamos considerando las estaciones: decenas, centenares de km, etc.

Para los cálculos hemos utilizado el módulo *Climatol*⁵⁹ desarrollado para funcionar con el programa de análisis estadístico R⁶⁰, que se distribuye gratuitamente bajo la licencia GNU⁶¹ de *software* libre.

59 GUIJARRO J. A. (2004): *Climatol*: software libre para la depuración y homogeneización de datos climatológicos. En GARCÍA-CODRÓN, J.C. et al. (Eds.) *El Clima entre el Mar y la Montaña*. Asoc Española de Climatología. Serie A, nº 4, Santander. p 493-502

60 Sitio web Proyecto R-cran. <http://cran.r-project.org/> [Consulta 3 de noviembre de 2011]

Considerado un conjunto de estaciones del que queremos contrastar su homogeneidad en relación a las vecinas, el módulo calcula en primer lugar la matriz de pesos, en función del inverso de la distancia al cuadrado, según la función que se muestra en la Figura 11. El parámetro de forma a , permite moderar la contribución de las estaciones más alejadas, de manera que valores más altos aplanan la curva. En nuestro caso, el valor elegido favorece las estaciones cercanas, que es donde tenemos más observaciones.



$$\omega = \frac{a}{a + d^2}$$

$$a = 100$$

Figura 11: Función peso

La ponderación basada en la distancia, tiene para nuestro propósito una ventaja fundamental frente a otros métodos como la ponderación basada en la correlación entre series⁶², y es que no necesitamos que las series tengan periodos largos de solapamiento. Previamente, hemos considerado las características fisiográficas del emplazamiento de los observatorios, como un atributo para valorar su inclusión o no en el conjunto de las series usadas.

61 General Public Licence <http://www.gnu.org/> [Consulta 3 de noviembre de 2011]

62 GARCÍA-BARRÓN L.; PITA M.F. (2001) Propuesta metodológica para la determinación de inhomogeneidades relativas en las series de observaciones. En PÉREZ-CUEVA, A. J. et al.(Ed.) *El tiempo del clima*. Asoc. Española de Climatología. Serie A, nº 2, p. 87-95

3.3.5. Relleno de lagunas y corrección de errores puntuales

Después de la primera depuración de los datos, y una vez que se tiene la matriz de ponderación, se calcula una serie de referencia para cada una de las series del conjunto de datos original. A continuación, sustituyendo los valores ausentes de la serie problema por los de la serie de referencia, se comparan las medias de la serie rellenada y de la de referencia. El procedimiento se repite hasta que la diferencia entre las medias de ambas series converge, y es menor que un umbral fijado previamente. Esto nos proporciona series continuas, sin lagunas, que conservan las características principales de la distribución de la serie original. Los cálculos se hacen previa tipificación de la variable: la temperatura se estandariza, y la precipitación se expresa como la raíz cuadrada del valor de la variable.

La propia rutina evalúa la estacionariedad de la serie calculando el valor de la t de Student⁶³ en ventanas móviles de 10 y 20 términos que pueden ser revisadas durante la ejecución de la misma.

El procedimiento se ha ejecutado varias veces, ajustando el valor de los pesos de las series participantes, y desechando aquellas que mostraban rasgos acusados de no ser estacionarias. Los valores de la función de ponderación también se han ajustado en cálculos sucesivos en función de los resultados buscados, adaptando los coeficientes de cálculo.

Finalmente, el resultado obtenido es que además de las series completas de referencia de Reinosa y Santander, disponemos de un conjunto de series continuas entre 1900 y 2000 distribuidas por toda la Comunidad Autónoma, susceptibles de ser tratadas estadísticamente como series temporales.

63 Von STORCH H., ZWEIRS W. (1999) *Statistical Analysis in Climate Research*. Cambridge Univ. Press. Cambridge. p 111.

3.3.6. Control de saltos y tendencia

Los resultados han sido sometidos a ciertos test no paramétricos de uso extendido en climatología, para evaluar saltos o puntos de ruptura y tendencias en las series mensuales y anuales. Con carácter general, el test de Pettitt⁶⁴ para la detección de saltos o puntos de ruptura, y el de Mann Kendall⁶⁵ para evaluar la autocorrelación de la serie debida a la tendencia. También se ha evaluado la homogeneidad absoluta a través del test de von Newman⁶⁶, y la pertinencia de suponer las series normalmente distribuidas a través de la distancia de Kolmogorov-Smirnov⁶⁷. En ciertas ocasiones, para estimar por ejemplo la homogeneidad relativa de las series de Santander y Reinosa frente a Bilbao y San Sebastián hemos ejecutado el test SNHT de Alexanderson⁶⁸.

La serie de Santander, presentó un punto de ruptura en 1930 que corresponde al cambio en la forma de grabar la precipitación mensual acumulada. A partir de este momento, el dato de precipitación acumulada mensual se calcula como la suma del dato diario, en lugar de grabar directamente el valor recogido en la hoja resumen mensual.

La serie de Reinosa presentó una ruptura en 1976, que corresponde con el fin de la serie que comenzó en 1911. La prolongación de las observaciones a partir del año 1979 presenta muchos problemas de inconsistencia con los observatorios del entorno, lo que obligó a reproducir los cálculos solo con los

64 PETTITT A.N. (1979): A non-parametric approach to the change-point problem. *Appl. Statist.*, **28**(2), p 126-135.

65 SNEYERS J. (1966): *Sobre el análisis estadístico de las series climatológicas*. OMM. Nota técnica nº **166**

66 MARTÍN VIDE J. (2003): *El tiempo y el clima*. Madrid. Ed. Rubes.

67 Von STORCH H., ZWEIRS W. (1999) Op. Cit. pg. 81

68 ALEXANDERSSON, H: 1986, A homogeneity test applied to precipitation data. *J. Climatol.*, Vol. **6**, p. 661-675

datos del primer periodo. El cambio de emplazamiento de 1930 no tiene reflejo en los test aplicados a la serie anual.

Las series que presentaron puntos de ruptura han sido corregidas transformando los valores a partir del punto de rotura con la razón entre las medias de los dos periodos. Para la estimación de la tendencia se ha elegido el test no paramétrico de Mann-Kendall⁶⁹, posiblemente el más extendido en el análisis climatológico.

Por último se ha ejecutado el test SNHT (Alexanderson, 1996)⁷⁰ para las series anuales de precipitación de Santander y Reinosa frente a Bilbao y San Sebastián, consideradas homogéneas y que pueden servir de referencia en este periodo.

3.3.7. **Presentación gráfica de los resultados de temperatura**

- La presentación de la serie se hace gráficamente en cuatro planos (Figura 12)
 - a través de un histograma con los valores mensuales, la media y la mediana (en verde discontinuo y en rojo continuo respectivamente) que en todos los casos revela la desigual distribución de la variable en los semestres invernal y estival
 - un diagrama de cajas de las doce series mensuales que ofrece una visión conjunta de la dispersión de los valores mensuales y de los extremos

69 SNEYERS J. (1966). Op. cit.

70 ALEXANDERSSON, H (1986) Op.Cit.

- un histograma de los valores anuales, con la media en verde a trazos y la mediana en rojo continuo, que pone de manifiesto la forma de la distribución
- y otro diagrama de caja, resumen de los valores promedio anual de la variable.

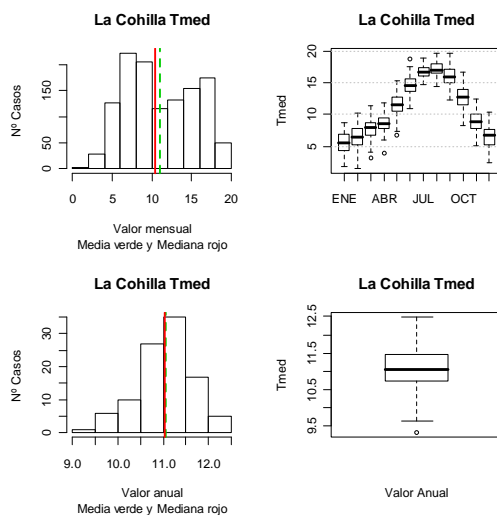


Figura 12: Ejemplo de presentación de resultados

- El análisis estadístico presenta también gráficamente los resultados de cuatro test estadísticos
 - Una gráfica probabilística que compara la posición de los cuantiles de la muestra respecto de los cuantiles de una distribución normal teórica con iguales media y desviación típica.
 - El segundo es la representación gráfica del valor de la razón de von Newman⁷¹, que evalúa la homogeneidad absoluta de la serie, que en el caso de ser aleatoria debe tender rápidamente y de forma

⁷¹ La razón de von Newman es la diferencia entre la media cuadrática de las diferencias sucesivas y la varianza. En la práctica para las series de precipitación anual pueden aceptarse valores del test entre 1,6 y 2,4 (véase MARTÍN-VIDE (2003) Op. Cit.)

Si la serie es homogénea el valor esperado es 2, si hay rupturas es mayor, y si hay alternancias u oscilaciones en torno a la media es menor. LÓPEZ J.A. (2010): Web institucional AEMET. http://www2.aemet.es/web/sup/ciencia/divulga/escen_curso/pdf/Lopez.pdf [Consultado 3 de noviembre de 2011]

asintótica a 2 o ligeramente por debajo. Se presenta con los valores del umbral de aceptación del 90% y 95%. La medida de la homogeneidad absoluta es relevante en climatología, pero no invalida por sí misma la información que puede contener la serie, puesto que ésta refleja variaciones y tendencias propias del clima en el emplazamiento donde se recogen los datos. Como mencionamos en este mismo capítulo, la homogeneidad climatológica debe observarse en relación con otras series del entorno, evaluando si las variaciones o tendencias son semejantes a las que presentan otros observatorios en el mismo periodo de tiempo, y por tanto pueden atribuirse al clima del lugar.

- En tercer lugar, se dibuja un correlograma, que interpreta gráficamente la independencia entre los valores de la serie, evaluando la autocorrelación de la serie temporal, con distintos desfases entre los términos.
- En cuarto lugar se dibuja sobre la línea del tiempo, el valor del estadístico de Pettitt⁷². Se marca con línea de trazos el umbral para una muestra de 100 términos con un valor de $\alpha=0,05$, y con línea de puntos el umbral $\alpha=0,01$.

⁷² El test computa la suma de los rangos de las observaciones ordenadas de forma ascendente, hasta la considerada multiplicada por dos; y resta el producto del número total de observaciones más 1, por el número de orden de la observación considerada. La serie de estadísticos tiene un máximo en el punto de ruptura de las observaciones.

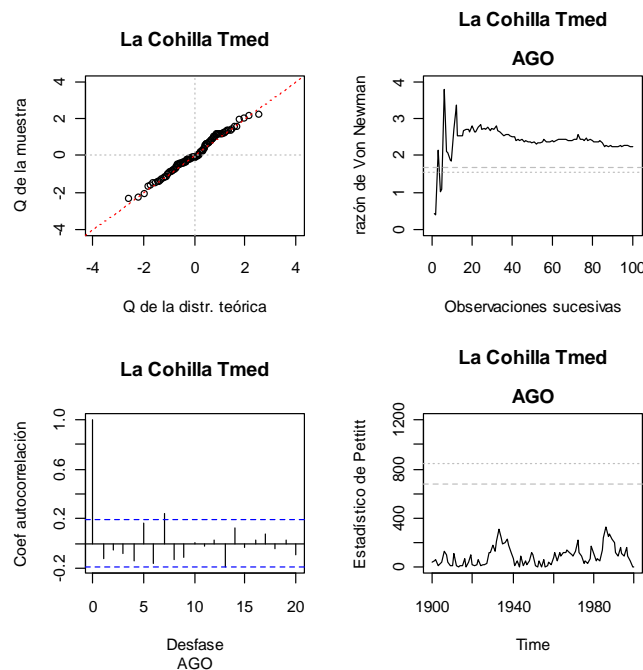


Figura 13: Ejemplo de presentación gráfica de los test estadísticos

Por último, los resultados se ofrecen mediante la representación de las serie temporales, para lo que se usan tres gráficos (Figura 14)

- El primero dibuja la serie temporal, con el valor de la mediana superpuesta, y un suavizado *lowess* en rojo grueso que filtra la serie a través de una regresión a un polinomio de tercer grado. Ofrece una visión de la evolución de la serie a partir de los valores cercanos anteriores y posteriores.
- El segundo vuelve a presentar la serie con un filtro gaussiano de 11 términos, y el promedio de la serie filtrada en verde. Pretende aproximar la serie a lo que sería una evolución decadal.
- El tercero representa un filtro análogo, de 33 términos, intentando aproximar la visión de la evolución de la serie a la escala secular.

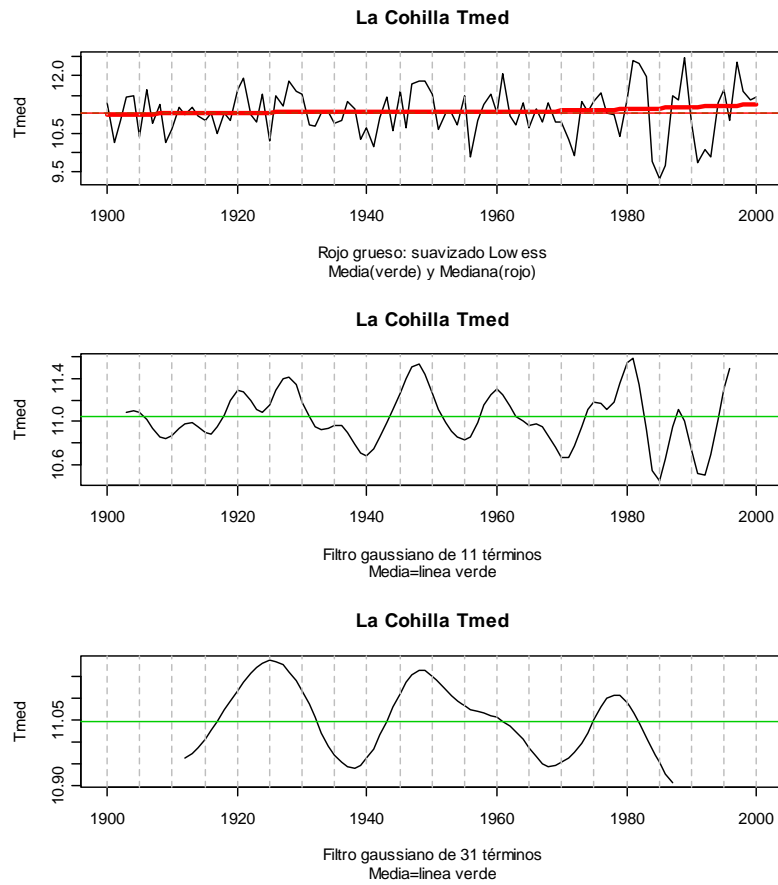


Figura 14: Presentación gráfica de los resultados

Por último, nos ha parecido útil ofrecer una vista rápida de las series mensuales representadas como series temporales. Aunque no sirven para observar detalles, sí pueden apreciarse detalles que puedan precisar de análisis más exhaustivos. Las series se presentan con una línea verde que marca la media, y una línea roja de tendencia ajustada a un modelo lineal que no pasa por el origen (Figura 18).

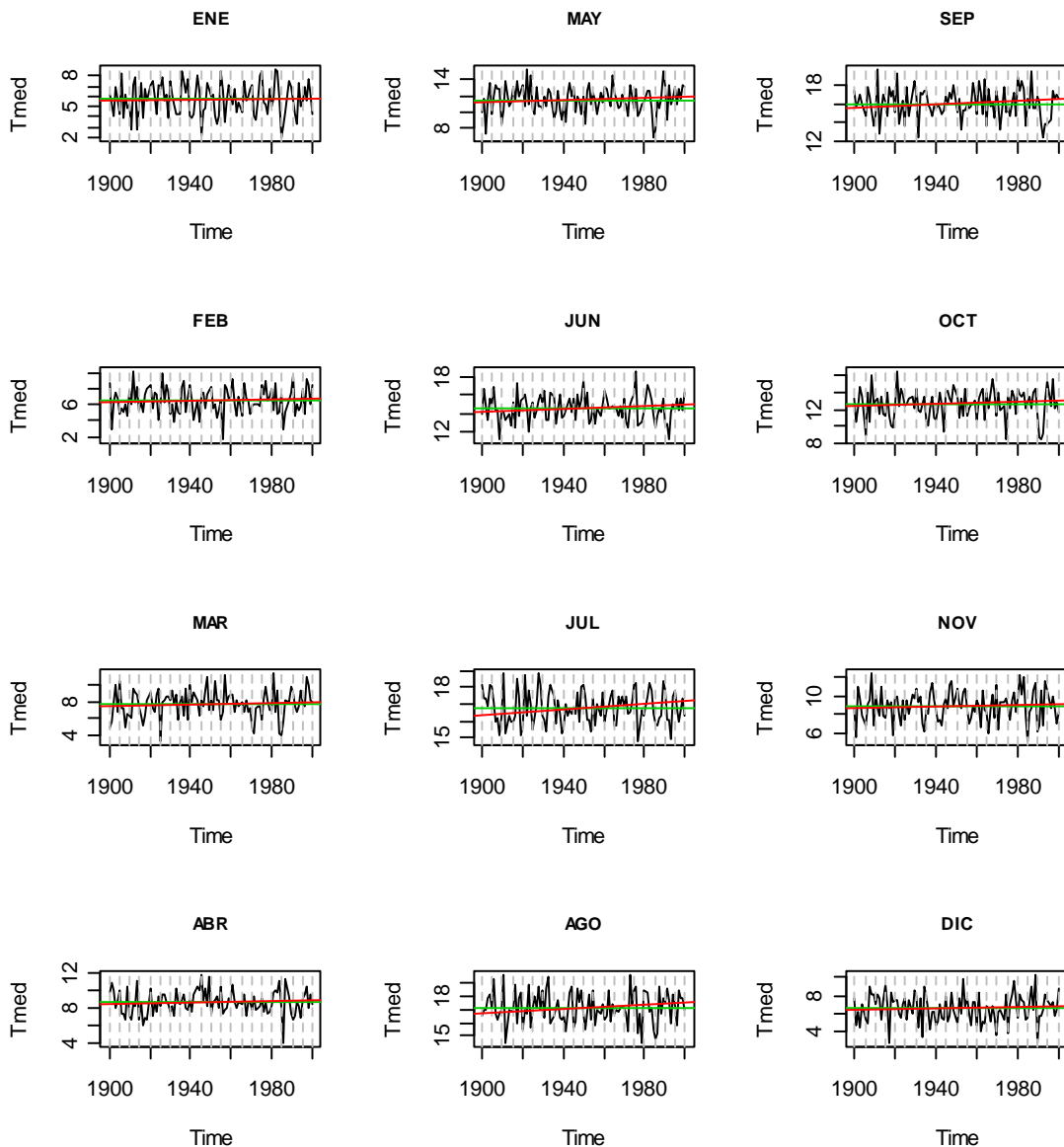


Figura 15: Ejemplo de representación de series mensuales con la media en verde y una tendencia lineal

3.3.8. Presentación gráfica de los resultados de precipitación

Las series de precipitación se presentan en cuatro gráficos agrupados que corresponden de izquierda a derecha y de arriba abajo, a un diagrama boxplot con los valores de la variable, un correlograma, una serie temporal con el

valor de la mediana , y la misma serie a la que se ha aplicado un filtro gaussiano de 11 términos.

Al final se presentan tabulados los resultados de los test aplicados, con el valor máximo del estadístico de Pettitt y la fecha a la que se produce, valor de tau de Kendall y p-valor del test de tendencia bilateral, una prueba de normalidad k-s y el valor mínimo de la razón de von Newman.

Para hacer los cálculos y las representaciones gráficas, se ha utilizado el programa R⁷³. Este *software* es un lenguaje y un entorno de programación concebido para el análisis estadístico y la presentación gráfica de resultados. Deriva del lenguaje S y se distribuye bajo licencia GNU, como *software* libre, y se nutre de la contribución de la comunidad de usuarios, que actúan como desarrolladores. Además de las funciones integradas en la distribución básica, hemos utilizado los paquetes: *Climatol*⁷⁴, y *Seas*⁷⁵. R Tiene versiones para las principales plataformas, Linux, Mac, Unix, Windows.

73 R DEVELOPMENT CORE TEAM (2009): *R: A Language and Environment for Statistical Computing*, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria

<http://www.R-project.org> [Consulta 11 noviembre 2011]

74 GUIJARRO J.A. (2009). *Climatol: Some Tools for Climatology*.

<http://webs.ono.com/climatol/climatol.html> [Consulta 11 noviembre 2011]

75 TOEWS, M. W., WHITFIELD, P. H., AND ALLEN, D. M. (2007). Seasonal statistics: The 'seas' package for R. *Computers & Geosciences*, **33(7)**: 944-951

3.4. *La representación espacial de los resultados a través de la cartografía*

Una vez que disponemos de un *data set* de observaciones climatológicas mensuales de un conjunto de observatorios distribuidos sobre la región, la representación cartográfica de las variables requiere utilizar alguna técnica de interpolación espacial que permita extender los valores de los observatorios a todo el espacio considerado. Para esta tarea está ampliamente extendido en climatología el uso de métodos geostatísticos o de interpolación espacial de tipo *krigin*⁷⁶, pues se asume que los parámetros climáticos pueden tratarse como variables regionalizadas porque:

- se distribuyen de forma continua sobre el terreno
- en cada punto considerado toman valores aleatorios
- y están ligadas a determinadas variables del terreno, o existe algún tipo de correlación espacial entre los datos

76 KRIGE D (1951). «A statistical approach to some basic mine valuation problems on the Witwatersrand». *J. of the Chem., Metal. and Mining Soc. of South Africa* **52** (6): pp. 119-139.
- MATHERON G. 1971 *The theory of regionalized variables and its applications*. París. Ecole Nationale Supérieure des Mines.

y con frecuencia se prefiere este procedimiento frente a otros como *spline* o *distance weighting*⁷⁷.

En nuestro caso sin embargo, hemos optado por ajustar a un modelo lineal de regresión múltiple la variación espacial de la variable con los distintos factores asociados al terreno y que podemos calcular con el modelo digital de elevaciones (MDE). Atendiendo al esquema relativamente simple utilizado para la construcción de la base de datos y al propósito que perseguimos que se limita comparar dos ámbitos geográficos de donde hemos obtenido series de referencia, pensamos que no se justifica la complejidad de cálculo de otros métodos más sofisticados.

Los coeficientes se obtienen de la ecuación general del modelo:

$$Y_i = a_0 + \sum_{l=1}^k a_l x_{li} + E_i$$

Donde:

Y representa el valor de la variable climatológica en cada punto i del espacio considerado,

X_l el conjunto l de factores que varían en el espacio

a los coeficientes de la regresión y a_0 el coeficiente en el origen de coordenadas

E_i el error, o diferencia entre el valor de la variable calculada por el modelo y el valor empírico

En nuestro caso, los factores introducidos en la regresión están extraídos del modelo digital de elevaciones y hacen referencia a la posición de la estación en latitud y longitud, a la orientación de terreno próximo al observatorio, a la

77 HERRERA S. (2010): Climatologías interpoladas de alta resolución: 10 km y 1 km. In: GUTIÉRREZ J.M. (coord.) *Escenarios regionales de Cambio Climático en Cantabria: Termopluiometría*. Santander. Consejería de Medio Ambiente. Gobierno de Cantabria.

altitud del emplazamiento, y a las variables derivadas de la altitud en las tres direcciones del espacio: pendiente y curvatura.

La ecuación quedaría de esta manera:

$$Y_i = a_0 + a_{1i} * CUR_i + a_{2i} * PEN_i + a_{3i} * ORI_i + a_{4i} * LAT_i + a_{5i} * LON_i + a_{6i} * ELE_i + E_i$$

Hemos calculado las ecuaciones de regresión de cada elemento climatológico para cada uno de los mapas que presentamos frente a este conjunto de factores. Después de revisar los resultados de la regresión, principalmente la distribución normal de los errores, los hemos incorporado como un campo más del modelo lineal, interpolándolos en función inversa a la distancia en todo el espacio⁷⁸. Al analizar los resultados de la regresión, hemos eliminado estaciones que se alejaban demasiado del ajuste. Se puede observar en los mapas algunas anomalías puntuales que restan continuidad a la representación y que se deben, precisamente, a la presencia del campo de errores. Nos ha parecido oportuno de todas formas incorporar esta información complementaria.

Las tablas con los resultados del modelo se reproducen en el Anexo 10.1

El modelo digital de elevaciones sobre el que hemos trabajado es del Instituto Geográfico Nacional de escala 1:200000. Se introdujo en ArcGIS 9.x, un SIG comercial de la marca ESRI de uso extendido y que incorpora una extensa biblioteca de módulos para el cálculo y el análisis espacial. Con toda facilidad el programa permite calcular los campos o factores derivados del MDE, como la pendiente, orientación o curvatura del terreno, proporcionando los valores georreferenciados en archivos de formato *raster* o *grid*.

Con los valores de los errores de la regresión en cada observatorio y para cada variable, calculamos los *raster* interpolando con la herramienta *distance weighting* incluida en el módulo de análisis espacial. La aplicación facilita

78 NINYEROLA M., PONS X. ROURE J.M. (2007): Objective air temperature mapping for the Iberian Peninsula using spatial interpolation and GIS. *Int. J. Climatol.* **27**: 1231-1242 DOI: 10.1002/joc.1462

también lo necesario para combinar u operar con los ficheros en este formato, lo que permite calcular las distintas funciones Y_i resultado de la regresión.

Finalmente, los mapas están también dibujados y editados con las herramientas que proporciona la aplicación para este fin.

4. Las primeras series de observaciones meteorológicas en Santander

4.1. *Antecedentes*

A finales del siglo XIX y principios del XX, se le reconocen a la climatología dos importantes orientaciones como ciencia aplicada: una relacionada con el campo de la salud y otra encaminada a mejorar el rendimiento agrícola y forestal.

Las primeras observaciones meteorológicas oficiales se publican en la *Reseña Agrícola* del *Anuario Estadístico de España*⁷⁹ de 1858, encomendada al ingeniero de montes D. Agustín Pascual. Esta relación entre la climatología y la agricultura era habitual, y estaba presente desde hacía años en publicaciones como *El Semanario de Agricultura y Artes dirigido a los Párrocos* fundado por Godoy, y publicado entre 1797 y 1808⁸⁰. A nadie se le ocultaba que la agricultura y el aprovechamiento forestal eran entonces como en la actualidad, actividades directamente concernidas por los progresos que

79 JUNTA GENERAL DE ESTADÍSTICA (1859): *Anuario Estadístico de España de 1858*, Madrid. Imprenta Nacional

80 SÁNCHEZ F. (2001) Primeras observaciones meteorológicas en España: el papel de la prensa a finales del siglo XVIII y comienzos del XIX. En SABIO A. e IRIARTE I (Coord.) *II Encuentro sobre historia y medio ambiente. Simposio Internacional*. Huesca.

podieran realizarse en el conocimiento del clima. Prueba de ello es la extensa dedicación que se otorga en el *Diccionario de Agricultura Práctica*⁸¹ de 1852, a los conceptos afines a esta ciencia. Entre sus artículos, el dedicado a la voz Clima (Op. Cit: Tomo II p 249 a 266) nos aproxima al estado del conocimiento de la disciplina, y pone de relieve el elevado interés que se le concedía a su aplicación en la mejora de los cultivos. Hemos incluido a continuación una figura en la que reproducimos los epígrafes del artículo dedicado al clima en la obra. A nuestro entender, el repertorio, extensión y tratamiento de los aspectos del clima que a juicio de los autores deben interesar al agricultor supera las expectativas que podrían ponerse en un tratado que se denomina práctico. Todo ello antes de que surjan los organismos oficiales que extenderán la práctica de la observación sistemática del clima por todo el estado. No sólo se ocupa de los caracteres cualitativos de la citada influencia sino que recorre aspectos teóricos que abarcan desde la química atmosférica y la influencia de los distintos gases que constituyen el aire, hasta la dinámica, descrita a través de la influencia de las variaciones de presión en los movimientos que se producen en el seno de la atmósfera. Se ocupa también con cierta extensión de los meteoros y la electricidad atmosférica, de la temperatura y la humedad como elementos climáticos íntimamente relacionados con el crecimiento de las plantas, deteniéndose en la descripción de los instrumentos utilizados para medir sus variaciones, y en los métodos adecuados para hacerlo. De las leyes de la radiación, al menos en términos cualitativos, describiendo cómo se produce la escarcha, las heladas y su efecto sobre los vegetales, pero también en las consideraciones sobre la orientación de los cultivos, su exposición o abrigo. La capacidad de predecir las condiciones venideras deducidas de la observación de las actuales también está ampliamente considerada.

81 COLLANTES A. E. Y ALFARO A (c.1853). *Diccionario de Agricultura Práctica* (1852-1855) Madrid. Imprenta D. Luis García y D. Antonio Pérez Dubrull.

Tabla 7: La voz *CLIMA* en el Diccionario de Agricultura de 1853

<p>Clima</p> <p>Del clima y de su influjo en la agricultura</p> <p style="text-align: center;">SECCIÓN I</p> <p>De la atmósfera y de su influencia en la agricultura</p> <p>El aire</p> <p> Acción química</p> <p>El oxígeno, el azoe, el gas ácido carbónico, otros gases</p> <p>Acción física y mecánica</p> <p>El peso del aire</p> <p> De los vientos</p> <p>Medios de conocer la presión, la fuerza y la dirección del aire</p> <p>El barómetro, el anemómetro</p> <p style="text-align: center;">SECCIÓN II</p> <p>De la humedad y sequedad, y de su influencia en la agricultura</p> <p> De la humedad y de la sequedad del suelo, de la atmósfera</p> <p> De las nubes y de las nieblas, de la lluvia</p> <p>De los instrumentos propios para determinar la humedad o la sequedad del aire</p> <p> Pluviómetro, higrómetro</p> <p style="text-align: center;">SECCIÓN III</p> <p>De la temperatura y de su influencia en la agricultura</p> <p>Efectos generales sobre la vegetación</p> <p> El calor, el frío</p> <p>Duración de los veranos y de los inviernos</p> <p> Intensidad del calor y del frío</p> <p> Del enfriamiento y de la congelación</p> <p> El rocío, la escarcha, el hielo</p> <p>Medios de determinar la temperatura</p> <p> El termómetro</p> <p style="text-align: center;">SECCION IV</p> <p>De la electricidad y de su influencia en agricultura</p> <p> El fluido eléctrico, las tormentas, el electrómetro</p> <p style="text-align: center;">SECCION V</p> <p>Influencia de la situación en agricultura</p> <p> De la latitud; de la elevación</p> <p>Del suelo y de la constitución geológica</p> <p>De la exposición</p> <p>De la inclinación y de los abrigos</p> <p style="text-align: center;">SECCION VI</p> <p>Medios de juzgar el clima por los vegetales</p> <p style="text-align: center;">SECCIÓN VII</p>
--

Pronósticos sacados de los instrumentos Sacados del barómetro, del termómetro, de las veletas, del higrómetro Pronósticos sacados de los astros Del sol: indicios de viento, signos de lluvia, buen tiempo. De la luna: indicios de viento, signos de lluvia, de buen tiempo. Sacados de las estrellas: signos de lluvia, de buen tiempo y de frío. Pronósticos sacados de la atmósfera Sacados de las nubes: indicios de lluvia, de buen tiempo. Sacados de las nieblas: signos de lluvia, de buen tiempo Pronósticos sacados de los vegetales Signos de lluvia Pronósticos sacados de los animales Indicios de viento, de calma, signos de lluvia, de buen tiempo Signos y pronósticos diversos Indicios de lluvia sacados de los cuerpos inanimados Signos de tempestad Signos de nieve granizo Signos de frío y de hielo Signos de deshielo

Bajo la voz *CALÓRICO* (Tomo II p. 26 a 40) los autores recogen la idea de la época que considera el calor un fluido constituyente de toda sustancia, que puede por tanto encontrarse en todos los cuerpos y materias, en mayor o menor medida, y que daría a cada cuerpo un contenido de calor diferente, capaz de ser determinado a través de la medida de la temperatura. Se detiene por ello especialmente en comunicar la utilidad del conocimiento de las temperaturas del aire o el suelo, por su influencia en el crecimiento de las plantas. También describe el curso diario y anual de esta variable, y se detiene en explicar con detalle cómo y en qué momento debe medirse, además de exponer numerosos ejemplos sobre cómo varían las temperaturas en distintas partes del planeta.

Sostiene la utilidad de observar la temperatura que alcanza el termómetro expuesto al sol directo, de la que afirma que serviría para comprender la influencia de la radiación solar directa sobre las plantas. Esta opinión respalda la observación de la temperatura máxima al sol, que se llevará a cabo en los primeros observatorios del país durante los últimos años del siglo XIX y se prolongará en algunos casos a los primeros del XX, como en el caso del Mareógrafo donde hasta el fin de las observaciones en 1914 se mantuvo en funcionamiento el termómetro de máxima al sol en tubo de vacío.

Refiere también algunos episodios de temperaturas extremas acaecidos entre los siglos XVIII y XIX en regiones europeas, particularmente en Francia, y el efecto que tuvieron sobre las cosechas o el desarrollo de algunas especies vegetales.

Se ocupa de dar indicaciones sobre cómo debe calcularse la temperatura media, de la que dice:

“es la suma de las temperaturas que se hayan observado en las diferentes épocas equidistantes del mismo día, dividida por el número de observaciones verificadas: mientras más numerosas son éstas, más cerca se está del verdadero término medio.”

Los artículos dedicados bajo las voces Frío, Granizo, Helada, Humedad e Higrometría, contribuyen junto con los referidos a formar un breve pero detallado *corpus* sobre el conocimiento del tiempo y el clima.

En el caso de Cantabria, la explotación maderera de los Montes de la Marina fue una de las primeras actividades que dejaron constancia del interés por la información meteorológica, a través de las observaciones recogidas por los ingenieros del servicio destacados en la región. Por lo temprano de la actividad los registros resultan, sin embargo, poco reveladores pues al escaso detalle con el que se describen los instrumentos y las condiciones de medida, se añade la falta de continuidad y sistemática de los datos publicados. Tal es el caso, por ejemplo, del conjunto de observaciones recogidas en las localidades de San Vicente de la Barquera y de Terán de Cabuérniga⁸². En la primera se recogen observaciones de Temperatura media diaria en °C, Presión atmosférica en mm Hg y Humedad Relativa, que abarcan el periodo vegetativo del año 1869, esto es desde el 1 de marzo hasta el 31 de diciembre.

Lamentablemente, en los meses de agosto, septiembre y octubre se producen

82 BONA-GARCÍA DE QUESADA C. (1881): Memoria sobre la explotación de los robles por la Marina en la provincia de Santander y noticia acerca de las hayas de la misma provincia. Madrid, Imprenta de la Gaceta de los Caminos de Hierro. p. 47-70

interrupciones del registro. No se cuantifica la lluvia recogida, pero sí que se registra su presencia, además del estado de la atmósfera y la dirección e intensidad del viento dominante. De toda la serie de observaciones, lo más relevante es la descripción de un mes de marzo de rigor térmico invernal, en el que la temperatura desciende progresivamente hasta el día 31, cuando el termómetro señala 5°C de T media. En la primera mitad del mes se produce un episodio de viento sur huracanado que precede la llegada de una borrasca que marca una caída de presión de 13 mm Hg (17 hPa) en 24h. En los diez últimos días del mes, se contabiliza granizo y tormentas en cuatro ocasiones.

Las observaciones de Terán de Cabuérniga las hace D. Luis Calderón a lo largo de los años 1870 y 1871. Están consignadas en tablas diarias donde aparecen anotados el estado de la atmósfera y la dirección del viento dominante, la Presión en mm Hg, y las Temperaturas diarias. Lamentablemente, respecto de las condiciones en que se hacen las mediciones de temperatura advierte:

“Desde el 1º de abril de 1870 al 1º de Julio de 1871 estuvo el termómetro en la pared del E y expuesto al N; y al S desde este día, colocado en la pared del Mediodía y expuesto al S. Durante los meses de invierno, le hería el sol a la hora de la observación; ésta se hacía a las diez y por la graduación centígrada.”

Y aunque sobre las referidas a la dirección del viento también expresa cautelas (el subrayado es mío):

“La dirección que se expresa es la que tienen [los vientos] en el valle, y advierto esto para que no se caiga en error tomándola como verdadera; pues se sabe que las montañas modifican la marcha y dirección del viento.”

la información contenida en el relato diario del estado del cielo, *a priori* menos precisa por su carácter descriptivo y subjetivo, nos permite hacer una primera estimación de la calidad de las medidas instrumentales. En el caso que nos ocupa, se registran en diciembre de 1870 seis días de nieve, todos ellos con temperatura mínima igual o inferior a 0° C, pero los cuatro días que se registran en junio se deben atribuir a errores de observación, en particular

al hecho de haber registrado como nieve otro tipo de precipitación, muy probablemente del tipo granizo pequeño o granizo blando, pues la temperatura mínima de 8° C resulta incompatible con la llegada de copos de nieve al suelo. (Tabla 8: Resumen de observaciones. Terán de Cabuérniga 1870 y 1871

Tabla 8: Resumen de observaciones. Terán de Cabuérniga 1870 y 1871

	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Nº días de lluvia	5	8	12	4	5	3	15	11
Nº de días de lluvia fuerte o tormenta	0	0	1	0	0	1	8	3
Nº de días de nieve	0	6	4	0	0	0	0	4
Nº días de T ≤ 0° C	0	8	15	3	1	0	0	0
T Mínima Absoluta	2	-3	-4	0	0	4	6	8

Otras fuentes en las que encontramos recopilaciones tempranas de datos procedentes de la observación con aparatos son las Topografías Físico Médicas⁸³. A pesar de la larga tradición de La Montaña como destino balneario, y del número relativamente grande de publicaciones que recogen las virtudes terapéuticas de esta práctica⁸⁴, sólo la de Juan Martínez de 1826⁸⁵ contiene información basada en datos observados. A pesar de ello, al no disponer de las observaciones originales, y solo de la descripción genérica de las

83 MARTÍN-VIDE, J. (Ed.) (1977): *Avances en climatología histórica en España*. Barcelona. Oikos-Tau.

84 LUIS A. (Dir.) (1989): *Aproximación histórica al estudio de los balnearios montañoses 1826-1936*. Santander. Cámara Oficial de Comercio e Industria.

- GIL C. (1992): *Casas para baños de ola y balnearios marítimos en el litoral montañoso, 1868-1936*. Santander. Universidad de Cantabria.

85 CASADO J.L. (1977) La Breve descripción topográfico-físico-médica de la ciudad de Santander y del terreno comprendido entre su ría y la de Mogro de Juan Martínez, 1826. Santander. *Publicaciones del Instituto de Etnografía y Folklore*. Vol. V.

características del clima, nos resulta imposible tratarlas como parte de una serie más amplia. No obstante, la información que proporciona es congruente con los valores climatológicos normales, que señalan en torno a 190 el número de días con precipitación apreciable, y con las variaciones repentinas del régimen de viento. Hablando de las temperaturas, parece quedarse corto en la estimación de las máximas, salvo que haga referencia a la temperatura media de las máximas, cuyos valores normales se sitúan en esos meses entre 19,6 y 22,2° C.

“Goza ordinariamente este territorio de una temperatura templada muy variable. El máximo de calor en los meses de verano suele ser de 20 a 22 gr th Reamur, y el mínimo en el invierno de 4 a 0. [...] estos último años, que han sido cálidos y secos, ha llovido con corta diferencia en 170 observaciones [...] Se presentan con frecuencia mutaciones repentinas de calor a frío y viceversa, y las mismas vicisitudes se observan respecto de las lluvias y de los vientos. [...] Los del Mediodía, cálidos y secos, soplan en ocasiones con extremada impetuosidad [...]”⁸⁶

El interés de las administraciones públicas por la meteorología y el clima en España⁸⁷, toma cuerpo en 1860, con la publicación de la Real Orden que contempla la creación de 22 observatorios meteorológicos, y otorga

“a la Comisión de Estadística general del Reino la dirección de los estudios y trabajos meteorológicos que han de verificarse para conocer los diferentes elementos de la climatología de nuestro suelo”⁸⁸

Antes, la primera edición del Anuario Estadístico de España de 1858⁸⁹, reproduce las observaciones recogidas en el Observatorio de Madrid desde

86 CASADO J.L. (1977): Op. cit.

87 MURO J. I., NADAL F., URTEAGA L. (1996) *Geografía estadística y catastro en España. 1856-1870*. Barcelona. Ediciones del Serbal, col.: La Estrella Polar. 275 p.

88 R.D. DE 5 DE MARZO (1860). *Gaceta de Madrid*. Nº 68, Madrid. Imprenta Nacional.

89 JUNTA GENERAL DE ESTADÍSTICA. *Anuario Estadístico de España de 1858*. Madrid. Imprenta Nacional, 1859

1838, y el Resumen Anual Climatológico de otras once estaciones pioneras, correspondiente a 1858⁹⁰.

En 1865 la dirección de la red de observatorios y la responsabilidad de los estudios climáticos son encomendados al Observatorio Astronómico y Meteorológico de Madrid, unos años antes de que el Congreso Internacional Meteorológico de Viena en 1873, establezca los principios técnicos y científicos para el desarrollo de la actividad y establezca los mecanismos que permitan el intercambio de información y colaboración entre los distintos servicios meteorológicos nacionales. En años sucesivos se fue incrementando en España la nómina de observatorios hasta situar su número en torno a cuarenta. La gran mayoría encontraron ubicación en Institutos o Universidades, algunos en estaciones de telegrafía, otros en escuelas o seminarios. Los instrumentos se instalaban preferentemente en azoteas y terrazas donde tuvieran condiciones aceptables de ventilación y aislamiento para las exigencias de la época. No hay referencia al uso de garitas o abrigos meteorológicos homologados en estas primeras indicaciones aunque los modelos que se usaban en la época estaban en general menos protegidos que los actuales. En relación a los instrumentos de medida, disponían de material equivalente al del Observatorio de Madrid, aunque en algunos casos pudiera ser adquirido directamente por los encargados de los observatorios.

90 BARCIELA LÓPEZ, C. (2005) In CARRERAS A. (ed.): *Estadísticas históricas de España. S. XIX y XX*. Vol. 1. (2ª Ed.). Fundación BBVA. Madrid.

Tabla 9: Dotación instrumental proporcionada a los primeros observatorios oficiales

Instrumental de los observatorios dependientes del Observatorio de Madrid entre 1860-1910⁹¹
Barómetro de Mercurio de cubeta fija, escala móvil, métrica decimal fabricado por Winckelmann o Berthélemy.
Psicrómetro formado por dos termómetros centígrados de los fabricantes Fastré, Casella o Berthélemy
Termómetro de máxima de Casella, sistema Phillips o Walferdin y termómetro de alcohol, sistema Rutherford, para el registro de la temperatura mínima, ambos resguardados.
Termómetro para determinar la temperatura máxima al sol, análogo a los anteriores pero con depósito ennegrecido con humo.
Termómetro de irradiación, semejante también a los anteriores, para determinar la temperatura mínima a cielo descubierto.
Pluviómetro
Vaso evaporatorio
Veleta y anemómetro de molinete tipo Robinson.

Se fija la necesidad de hacer dos observaciones diarias, como mínimo, de presión y temperatura: a las 9 de la mañana y a las 3 de la tarde, además de anotar la dirección del viento dominante en el día, su fuerza y el estado del cielo. Todo ello según dispuso el citado RD de 5 de marzo

91 OBSERVATORIO DE MADRID (1885): *Resumen de las Observaciones Meteorológicas efectuadas en la Península y alguna de sus islas adyacentes durante el año de 1881*. Madrid. Imprenta de Miguel Ginesta.

“a fin de conciliar la conveniencia con los elementos al pronto disponibles, se limitarán, por ahora, las observaciones a las temperaturas, ya del aire, ya de la tierra, ya de algunos manantiales; a la presión atmosférica; al estado higrométrico del aire, la lluvia y algunos otros meteoros de muy fácil anotación. Lo cual ha de entenderse sin perjuicio del mérito que contrajeran los observadores, a quienes el amor a la ciencia pueda conducir a trabajos más delicados y completos.”

En 1910 bajo el nombre de Observatorio Central Meteorológico comienza la verdadera expansión de la red de observación que, en apenas tres años, consigue la instalación de más de 400 pluviómetros por todo el territorio, y el compromiso de otros tantos voluntarios, en su mayoría maestros de Primera Enseñanza, de mantener los instrumentos y completar las observaciones necesarias para alcanzar un conocimiento suficientemente preciso de las características térmicas y pluviométricas del país⁹².

Aunque existe la referencia de las observaciones recogidas en el gabinete de física del Instituto de Segunda Enseñanza en el año 1857, y publicada en el Boletín Oficial de la Provincia de Santander de 25 junio de 1858⁹³, no hay constancia de que se prolongaran. La altitud de la cubeta del barómetro está a 19,5m sobre la bajamar de la bahía, y la precipitación se registra en pulgadas y pies castellanos, que después se transforma en mm. La lluvia recogida durante aquel año fue de 2198 mm. En ausencia de otras observaciones contemporáneas, el dato sólo puede ponerse en comparación con el del observatorio de Oviedo, que registró 1020 mm, y con los valores conocidos de la distribución de la lluvia en Santander del siglo XX. La discrepancia con ambos valores recomienda no tomarlo en consideración, en

92 G^a de PEDRAZA L., GIMENO, J. M. (1985) *Notas para la Historia de la Meteorología en España*. Madrid, INM, Servicio de Publicaciones del Ministerio de Transportes.

93 Se puede obtener una tabla de equivalencia entre unidades en: BARRIENDOS et al. (1999) Aportaciones recientes en la serie meteorológica instrumental más antigua de España. La presión media mensual (Barcelona 1780-1998). In RASO J. M.y MARTÍN-VIDE J.(Ed): *La climatología española en los albores del s. XXI*. Barcelona, Oikos Tau. p 63-72.

tanto no se tengan nuevos argumentos para reconocer un volumen de precipitación tan extraordinario.

4.2. *Las observaciones meteorológicas en el Mareógrafo*

4.2.1. **La red de mareógrafos y la nivelación geodésica**

El observatorio meteorológico instalado en la península de La Magdalena comienza su actividad como complemento necesario del Mareógrafo, cuyos registros principales se centran en la determinación de la altura media del nivel del mar como parte de una red distribuida por las costas ibéricas en un proceso que ha sido descrito con cierto detalle en otras ocasiones⁹⁴. Las observaciones meteorológicas se recogen con el objetivo de completar los trabajos de nivelación geodésica para la determinación precisa de la topografía del país. Estos trabajos se iniciaron en el puerto de Alicante en el año de 1870, con la determinación del cero altimétrico, o altura media del nivel del mar que serviría de referencia para determinar las que se obtendrían posteriormente. A lo largo de los años 1871 y 1872 se completó la línea de nivelación entre Alicante y Madrid, y al año siguiente se prosiguió hasta Santander para enlazar la costa mediterránea y la atlántica.

94 RUIZ-MORALES M., RUIZ-BUSTOS M. (2000) *Forma y dimensiones de la Tierra. Síntesis y evolución histórica*. Barcelona. Ediciones del Serbal, col.: La Estrella Polar. 428 p.

En 1875 se instala el mareógrafo, y en marzo de 1876 se inician las observaciones meteorológicas. Las variables observadas se utilizan para calcular el nivel medio de la superficie marina, corrigiendo la altura que proporciona el flotador del mareógrafo, de acuerdo con las variaciones de la presión atmosférica, y la temperatura.

4.2.2. Emplazamiento, instrumentos y técnicas de observación

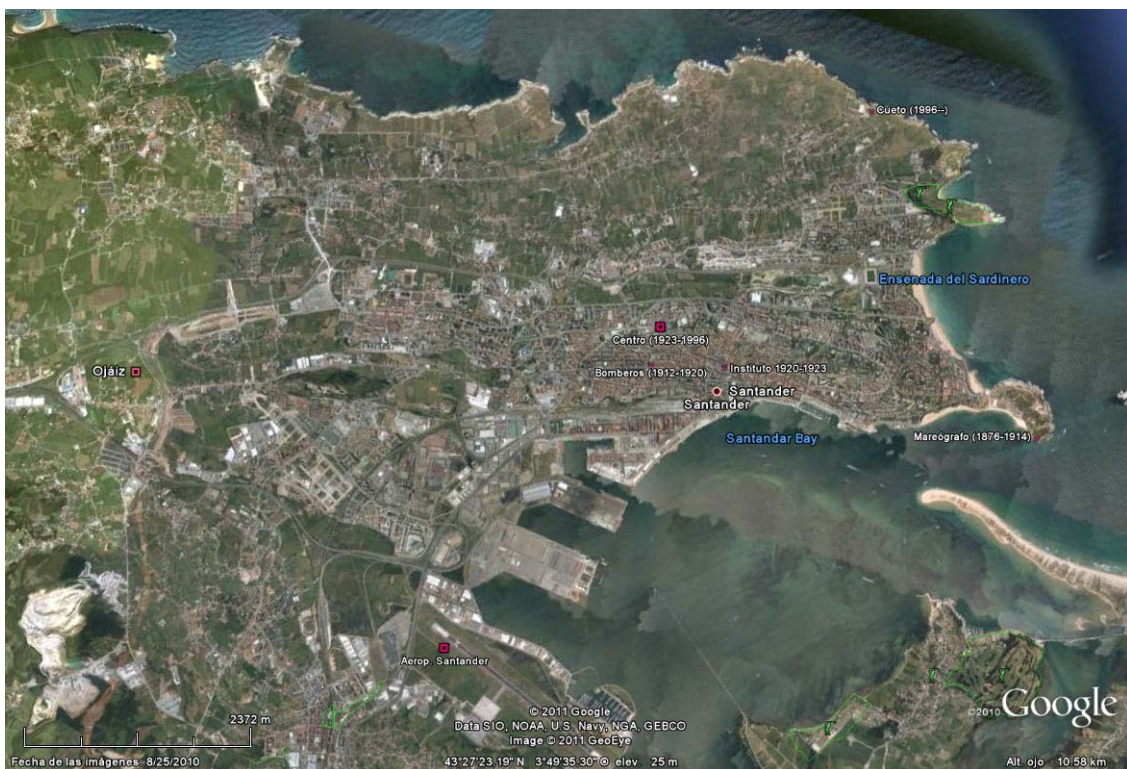


Foto Aérea 1: Ubicación de los observatorios de Santander en la trama urbana de la ciudad. Imagen de 2011.

Respecto al emplazamiento de la estación del Mareógrafo y la ubicación del instrumental, el volumen de 1876 de los *Resúmenes*⁹⁵ lo describe de esta manera

“Emplazada fuera del casco de la población, en el extremo SW. de la península de la Magdalena, a unos 25 m. del mar. Depende del Servicio de Mareógrafos [...]. Los termómetros están instalados en el interior de un pequeño abrigo meteorológico adosado al muro Norte del edificio del Mareógrafo, sobre una terraza, á 7 m. de altura sobre el terreno. El pluviómetro está colocado á 1,67 m. sobre el suelo, es del modelo de la Asociación Científica Francesa, con ligeras modificaciones, y tiene 0,03 m² de superficie receptora.”

Habría que completar la descripción del entorno señalando que la vegetación de la península sería la propia de una landa costera azotada frecuentemente por el viento salobre, con brezales y otros matorrales de escaso porte, como los que pueblan los acantilados y bordes costeros de sustrato rocoso de la costa cercana.

- El modelo de pluviómetro que se generalizó en la red del Servicio Meteorológico fue el modelo Hellman de 200 cm² de superficie receptora, que se suministraba con una probeta *ad hoc*, graduada directamente en mm, y que se instalaba con el borde superior a 1,5 m de altura sobre el suelo, desaconsejando especialmente su instalación sobre azoteas o tejados.
- Se provee al observatorio de termómetros de mercurio, tipo Tonnelot, de máxima y mínima que se sitúan en el abrigo, probablemente del tipo Montsouris, “*a la sombra*”.

⁹⁵ OBSERVATORIO DE MADRID. *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península y alguna de sus islas adyacentes*. Madrid.

- Se instalan también otros termómetros de máxima al sol en el aire y de máxima al sol en tubo de vacío; de mínima de irradiación nocturna con termómetro de alcohol y psicrómetro
- Atmómetro
- Anemómetro, anemógrafo, veleta
- Barómetro.

Además de anotar el estado general de la atmósfera, se realizan observaciones de presión, humedad, dirección y recorrido del viento cuatro veces al día a las 00, 06, 12 y 18h. Las de evaporación, precipitación, y temperaturas máxima y mínima, se hacen una vez al día, generalmente al amanecer, coincidiendo aproximadamente con la observación de las 18 h. La lluvia y la evaporación se miden con una probeta especialmente graduada para el modelo particular de pluviómetro que se utiliza, y se consignan en el cuaderno de observación usando como unidad las *partes de la probeta* que equivale, aproximadamente, a 0,1111 mm. Aunque el instrumental no varía sustancialmente a lo largo de estos primeros años de observación, sí que se modifican los métodos, y pronto se divide en dos la observación de la lluvia y la evaporación, a las 0h y a las 12h, aunque esta modificación no influye en el registro de la precipitación. Las observaciones empiezan el 1 de marzo de 1876 a las 00h, es decir al mediodía, pues se empieza a contar la hora del día desde el paso del sol por el meridiano, y concluye al completarse 24h. Esta circunstancia, ocasiona un desajuste al totalizar la lluvia mensual, que ha habido que corregir para adaptarlo a la forma actual de calcular la fecha, incorporando la lectura del pluviómetro de las última 12h del último día del mes, al mes siguiente. Sabemos que durante el primer período de funcionamiento de la estación hay un cambio en la hora de observación en mayo de 1877, pero que no afecta a la lectura de TX y TN; y que en agosto de 1887, como se indica en los libros, se interrumpen las observaciones durante 20 días por la construcción de un nuevo observatorio. No se dan más detalles de la intervención que tuvo lugar.

4.2.3. Primera Etapa de registros: 1876-1896. Series diarias

Disponemos de dato diario de precipitación y temperaturas máxima y mínima desde el 1 de marzo 1876 hasta el 28 de febrero de 1893, recogido de los libros titulados como Cálculos de la documentación original que se conserva del observatorio; que no es toda, y que podemos completar con el dato mensual obtenido del *Resumen de observaciones* de los años 1893 a 1896 hasta diciembre de 1896⁹⁶. Hay datos ausentes esporádicos, que corresponden con periodos de entre 5 y 20 días sin servicio del observatorio, que ocasionan cuatro lagunas. Además de estos valores los Cálculos incluyen las siguientes observaciones:

Tabla 10: Variables observadas y hora de la observación- Mareógrafo 1ª Etapa

Variable	Hora de la observación
Humedad (Psicrómetro: temperaturas de los termómetros seco y húmedo)	00h 06h 12h y 18h
Temperaturas máxima y mínima	18h
Temperatura mínima de irradiación	18h
T Máxima al sol en el vacío	18h
T Máxima al sol en el aire	18h
Evaporación (Atmómetro)	Una diaria al orto
Precipitación	12h y 24h
Estado de la atmósfera y nubosidad	00h 06h 12h y 18h

⁹⁶ OBSERVATORIO DE MADRID (1899). *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la península y algunas de sus islas adyacentes durante los años 1893 a 1896*. Pp. 386-397.

Presión atmosférica	00h 06h 12h y 18h
Recorrido del viento	00h 06h 12h y 18h en las 6h anteriores
Dirección del viento (8 rumbos)	00h 06h 12h y 18h

Los datos diarios originales se han digitalizado manualmente, con la necesaria atención, y resolviendo sobre la marcha los problemas de lectura de la copia del documento original. A pesar de ello, la introducción de errores es inevitable y, para atenuar su efecto en lo posible, la serie digitalizada se ha sometido a un control de calidad en varias etapas centrado en evaluar la coherencia interna de los valores presentes en la serie. En primer lugar se ha controlado la posición y el valor de los extremos de cada serie temporal, primero gráficamente y después analíticamente. A continuación, se han examinado las series de las diferencias entre la TX y la TN, buscando y corrigiendo las incongruencias presentes como diferencias negativas, después se ha ampliado la revisión a los casos cuya diferencia estuviera por debajo de 2°, o por encima de 20°. En todos los casos en los se detectó un valor anómalo se ha corregido.

Los datos ausentes se limitan a unas pocas observaciones concentradas en los meses de agosto de 1882 y 1887 (del 21 al 31 y del 2 al 21), setiembre de 1882 y 1890 (días del 1 al 20 y del 24 al 25) y diciembre de 1882 (días 10 a 24). Estas lagunas del dato diario de temperatura se han rellenado asumiendo que la distribución de la temperatura diaria puede aproximarse a una normal, calculando los parámetros de la distribución con los diecisiete valores que tenemos y generando a continuación un valor aleatorio dentro de la misma distribución.

Las series comienzan el 1 de marzo de 1876 y llegan hasta el 28 de febrero de 1893. Hay que recordar que no tenemos documentado el tipo de garita usado durante el periodo de observación, aunque es probable que se tratara de algún modelo anterior a la actual garita Stevenson. Tanto si se trataba del modelo francés, conocido con el nombre del primer observatorio parisino de

Montsouris, como si correspondía a algún otro menos extendido, todos tienen mayor sensibilidad a la radiación que las garitas contemporáneas. Esto se traduce en un sesgo positivo de las temperaturas máximas y negativo de las mínimas, respecto a las observadas en los abrigos meteorológicos modernos, según concluyen distintas experiencias⁹⁷. Las diferencias en promedio anual deberían estar en el entorno de las calculadas por Brunet en A Coruña, de 1.2° la T máxima y de -0.2° en el caso de la mínima, dentro de un ambiente climático Cantábrico⁹⁸. No se ha introducido ninguna corrección asociada al sesgo introducido por la garita, puesto que todo parece indicar que la serie en su conjunto está obtenida bajo las mismas condiciones, o al menos no hay constancia de cambios en la descripción del observatorio a lo largo de esta etapa.

Hemos calculado los promedios en 365 días, desde el 1 de marzo de 1876 hasta el 1 de marzo de 1893, para evaluar el resultado de los test de Mann Kendall y de Pettitt⁹⁹, a la búsqueda de una primera estimación de la tendencia en el caso del primero, y la homogeneidad de la serie o al menos la presencia de puntos de ruptura, al aplicar el segundo. Ambos pertenecen a la categoría de test *no paramétricos* porque no presuponen una determinada distribución de los datos de la muestra, y son adecuados para el análisis de series climatológicas. El test Mann Kendall se aplica en forma bilateral, es decir estima si la variable crece o decrece a lo largo del tiempo.

97 PARKER E. D. (1995): Maximum and minimum temperatures: a backward and a forward look. *Atmospheric Research* **37**; 3-9

- BRUNET M., BAÑÓN M., GARCÍA F., AGUILAR E., SALADIÉ O., SIGRÓ J., ASÍN J., LÓPEZ D. (2004). Una aproximación experimental tendente a la minimización del sesgo artificial asociado al tipo de garita meteorológica mediante la observación dual de la temperatura del aire. *La Meteorología y el Clima Atlánticos*. Publicaciones de la Asociación Española de Meteorología. Badajoz; p. 93-103.

- LEFEVRE G. (1999): Comparaison d'abris météorologiques, abri modèle 1896. *Rapport d'essai PBBGB017*. Trappes. Météo-France,

98 BRUNET M., SALADIÉ O., JONES P., SIGRÓ J. AGUILAR E. MOBERG A, LISTER D., WALTHER, A., LÓPEZ D., ALMARZA C. (2006): The development of a new dataset of Spanish daily adjusted temperature series (SDATS) (1850-2003). *Int. J. Climatol.* **26**: 1777-1802

99 PETTITT A.N. (1979). A non-parametric approach to the change point problem. *Appl. Stat.*, **28**: 126-135.

Aunque las series de valores promediados anuales tienen una longitud modesta, de diecisiete observaciones, los resultados ofrecen algunas características comunes a todas que conviene señalar. Las series de Temperatura Mínima (TN) y Temperatura Media TM presentan un punto de ruptura en el año 1884; las Temperaturas Máximas (TN) en 1882; y las tres tienen tendencia negativa. Conviene advertir que esta tendencia térmica que identifican los test en estas décadas del siglo XIX, se corresponde con un periodo caracterizado por un descenso transitorio de las temperaturas que ha sido reflejada por numerosos autores en España¹⁰⁰, en Europa¹⁰¹, incluso a nivel global, como se muestra en el Gráfico 1. Conviene por tanto advertir que es probable que la tendencia y la ruptura de las series estén asociadas a causas naturales, y por tanto, aunque los estadísticos de las dos pruebas superan ligeramente los umbrales establecidos para un nivel de confianza del 95%, no debemos rechazar la calidad de las series atendiendo sólo a estos resultados.

100 BRUNET et al. (2006) Op. Cit.

101 MOISSELIN, J.M., SCHNEIDER M., CANELLAS C., MESTRE O. (2002) Les changements climatiques en France au XXe siècle. Étude des longues séries homogénéisées de données de température et de précipitations. *La Météorologie* **38**: 45-56.

JONES P.D., MOBERG, A. (2003) Hemispheric and large-scale surface air temperature variations: an extensive revision and an update to 2001. *Journal of Climate*. **16**: 206-221.

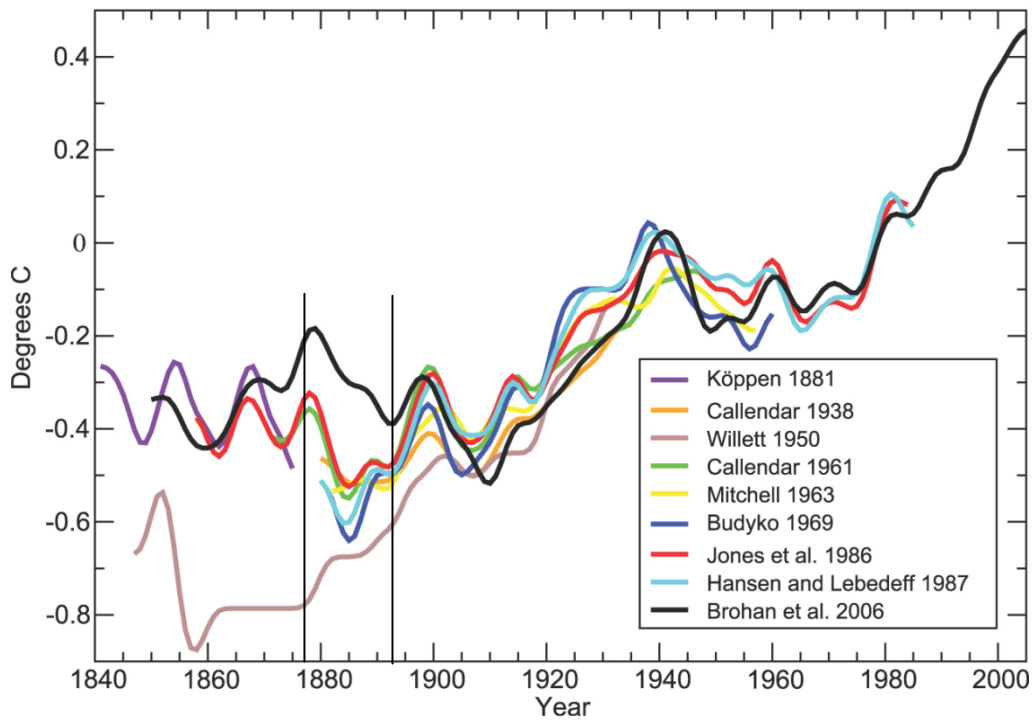


Gráfico 1: Evolución de la Temperatura del aire en los últimos años

Se indica el autor y la fecha de publicación de las distintas elaboraciones. Prácticamente todas dibujan un mínimo relativo en torno a 1885. Las dos líneas verticales representan el periodo 1876 y 1892.

Fuente: IPCC Fourth Assessment Report, Climate Change 2007 (AR4 Fig. 1.3)

En último lugar, nos ha parecido oportuno presentar las series descompuestas, según el esquema clásico del análisis de las series temporales, extrayendo la tendencia y la parte cíclica de la serie original.

De Temperatura

- **Temperatura Máxima Diaria**

Se ha representado en el Gráfico 2 la serie diaria de TX rellenada y la media móvil de 365 días en trazo azul superpuesta.

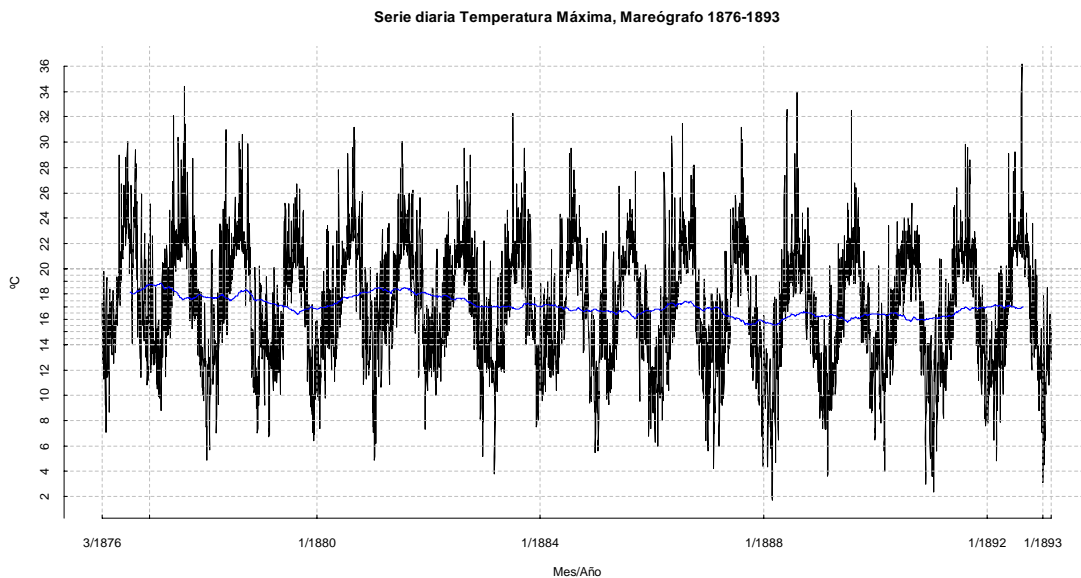


Gráfico 2: TX diaria. Mareógrafo 1ª Etapa

Los valores más altos se registran en agosto de 1892 y 1877, y los más bajos en febrero de 1888.

Las características principales de la distribución de TX son las siguientes, expresadas en °C:

MÍNIMO	1º CUARTIL	2º CUARTIL	MEDIA	3º CUARTIL	MÁXIMO
1,7	13,4	17,0	17,0	20,8	36,2

Aplicando el test de Pettitt a los valores medios anuales, aparece un salto en 1882, a un nivel de significación $\alpha = 0,05$, pero si se rebaja la exigencia a $\alpha = 0,01\%$ la serie pasa el test.

El test de tendencia de Mann Kendall, confirma que la tendencia negativa que se aprecia a simple vista es significativa. Los resultados del test son, $\tau = -0,44$, y p-valor = 0,01.

En el Gráfico 3 está representada la distribución de las TX diarias en el periodo considerado, agrupando los valores en conjuntos de 10 días. Cada caja representa los cuartiles 2º, 3º, 4º y los segmentos por debajo y por encima, los bigotes o *whiskers*, se aproximan a los valores de los cuantiles 5% el inferior y 95% el superior. Exactamente, los límites están en el último valor de la muestra que no alcance el valor $\pm 1,5 * IQR$, donde *IQR* es el recorrido intercuartílico, diferencia entre los valores del 3º y 1º cuartiles. Por debajo y por encima se dibujan los valores fuera de rango. El gráfico se puede interpretar como un calendario climatológico como los propuestos por Péguy o Martín-Vide¹⁰² donde se refleja a lo largo del año el rango de valores que adquiere un elemento considerado en cada fecha concreta. Dicho de otra manera, indica cómo se distribuye la TX diaria en periodos de diez días a lo largo del año.

¹⁰² PEGUY Ch. (1970) Op.cit.
- MARTÍN-VIDE J. (2003) Op. cit.

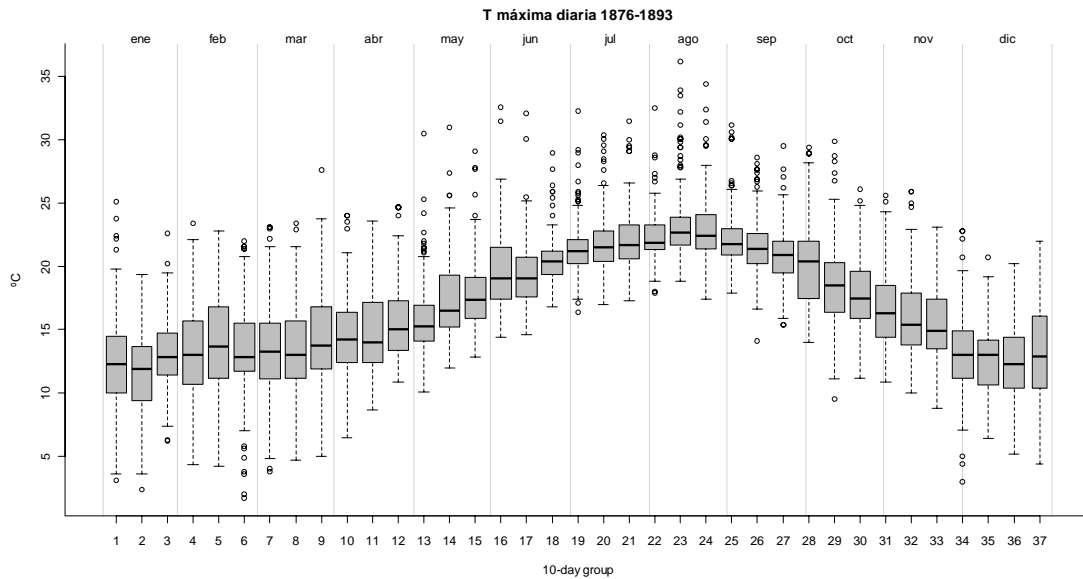


Gráfico 3: Calendario de la TX diaria, Mareógrafo 1ª Etapa.

Teniendo en cuenta que la muestra tiene sólo 17 años, y que por tanto no podemos aventurar conclusiones generales, la representación sí que nos permite reseñar algunos aspectos de interés:

- Los valores fuera de rango se acumulan en la cola superior de la distribución, y en particular en el semestre cálido.
- Los extremos inferiores se sitúan claramente en el centro del invierno.
- La gran variabilidad de los meses de febrero y marzo, reflejada en la extensión de los rangos en esas fechas.
- La oscilación normal de las temperaturas entre junio y septiembre es menor que la que se observa el resto del año.
- **Temperatura Mínima Diaria**

Representamos a continuación la serie rellenada de TN diarias entre 1876 y 1893. En color azul se ha superpuesto la media móvil de 365 términos.

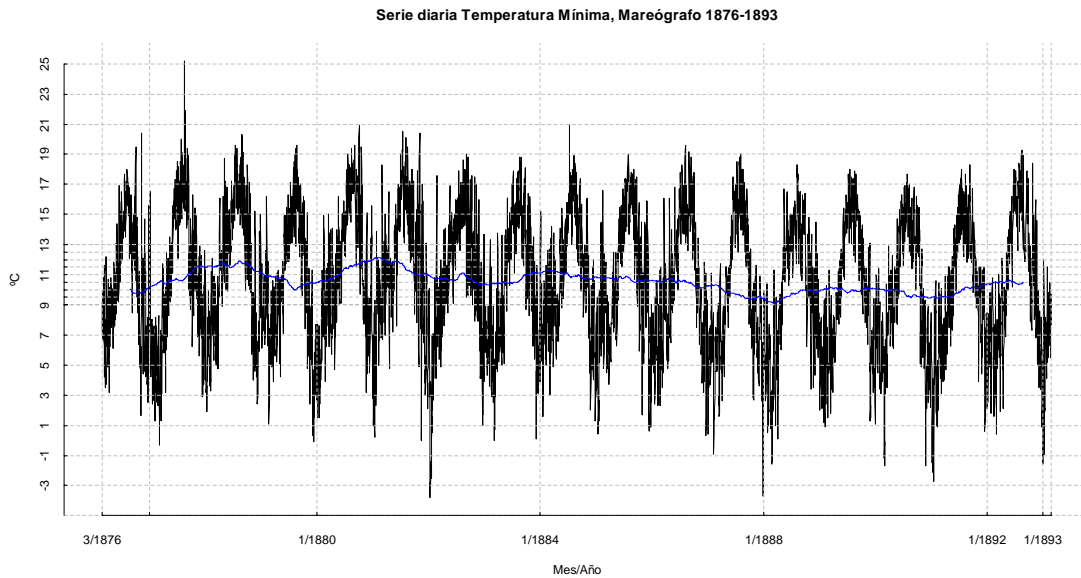


Gráfico 4: TN diaria. Mareógrafo 1ª Etapa

Las TN más bajas se registran en enero de 1882, y las más altas en agosto de 1877.

Los valores característicos del conjunto de datos son los siguientes:

MÍNIMO	1º CUARTIL	2º CUARTIL	MEDIA	3º CUARTIL	MÁXIMO
-3,8	7,3	10,5	10,5	14,1	25,2

El test de Pettitt aplicado a los promedios anuales, de marzo a marzo, revela un punto de ruptura en 1884, significativo al 95%.

También la tendencia aparece con el mismo signo y parecida significación que en el caso de las TX, o algo más baja, con resultado del test Mann Kendall $\tau=-0,4$, p-valor= 0,03.

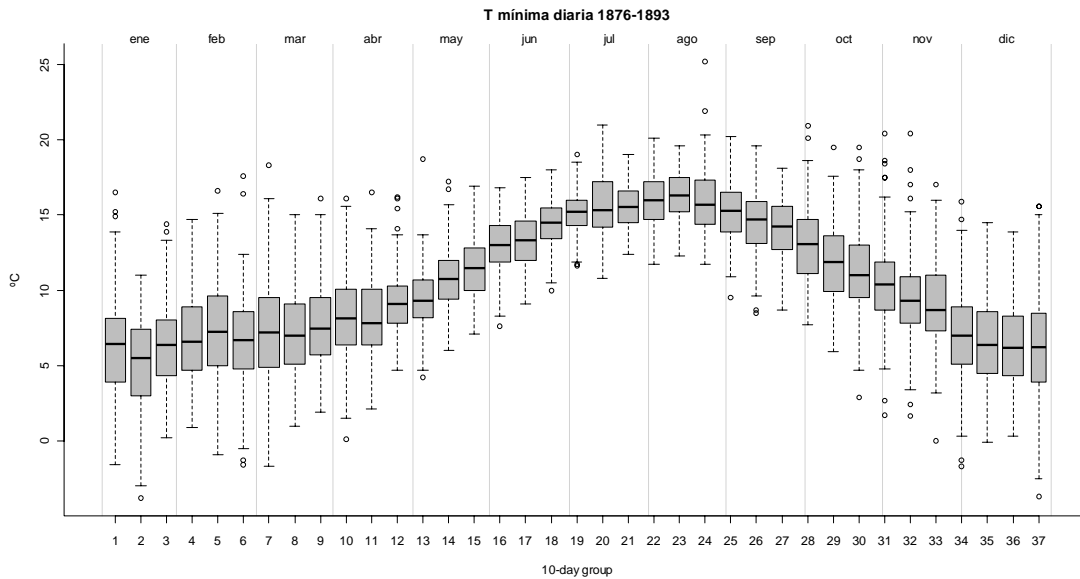


Gráfico 5: Calendario de TN diaria. Mareógrafo 1ª Etapa.

Algunos elementos destacables de la distribución de la temperatura mínima en este periodo que pueden observarse en el Gráfico 5 son:

- los valores fuera de rango se reparten más equilibradamente a ambos lados de la distribución, aunque quizás sean más destacables las elevadas TN que se registraron algunos días entre febrero y marzo, y algunos días de otoño, en los que superaron los 15°C
- de forma semejante al comportamiento de la TX, las TN están más agrupadas durante el verano,
- la variabilidad de los primeros y últimos periodos del año, y los valores mínimos que se alcanzan en la segunda mitad de enero son también rasgos comunes a las temperaturas máximas.

- **Temperatura Media Diaria**

Los valores de la TM diaria se presentan a continuación, también con la media móvil de 365 términos superpuesta.

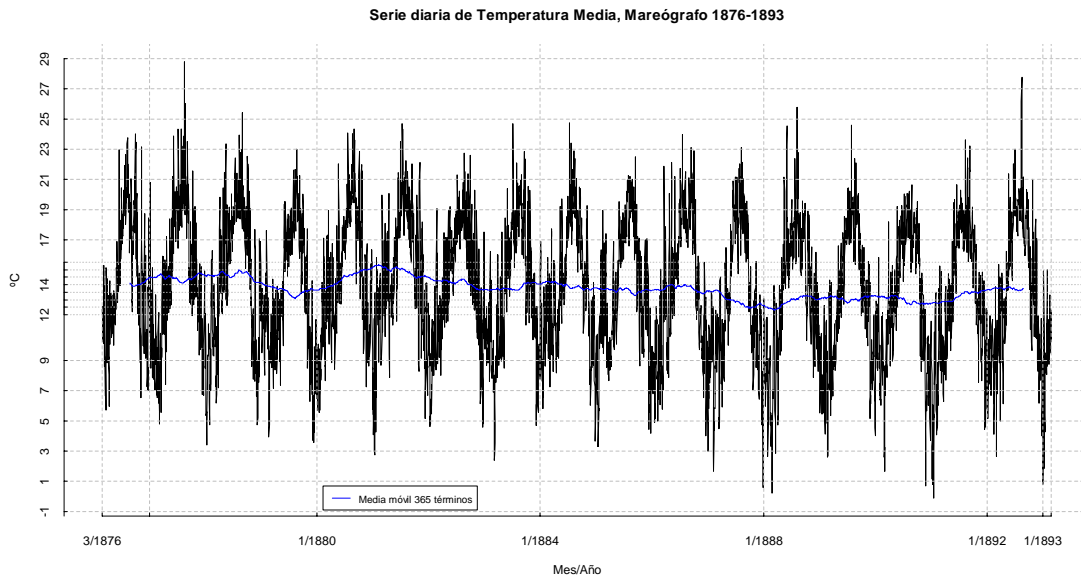


Gráfico 6: TM diaria. Mareógrafo 1ª Etapa

Los valores más bajos se corresponden con los inviernos de los últimos años de la serie, en 1888 y 1891. Aparece una ruptura en 1884, significativa al 95% y una clara tendencia negativa que confirma el resultado del test de Mann Kendall: $\tau=-0,48$, con un $p\text{-valor}=0,01$.

MÍNIMO	1º CUARTIL	2º CUARTIL	MEDIA	3º CUARTIL	MÁXIMO
-0,1	10,4	13,7	13,8	17,5	28,8

En la Gráfico 7 recogemos la variación anual de la TM diaria, que resume los rasgos principales de la distribución:

- La mayor abundancia de días cálidos, poco frecuentes frente a los días fríos.

- El escaso recorrido de la variable durante los meses cálidos frente al que presenta los meses de otoño e invierno
- El carácter térmicamente homogéneo de los meses de diciembre a marzo

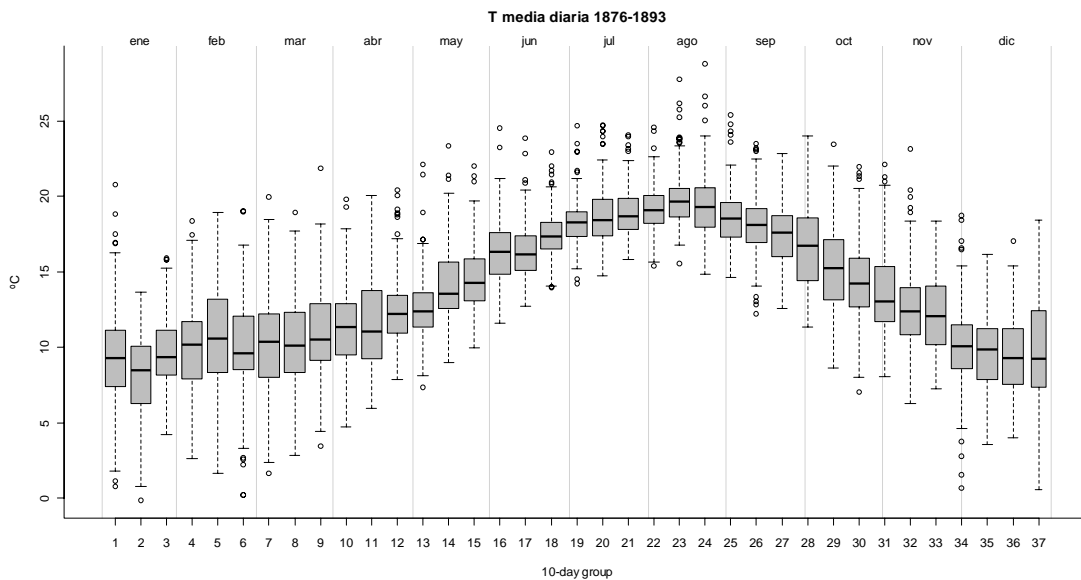


Gráfico 7: Calendario de TM diaria. Mareógrafo 1ª Etapa

Con la información que hemos presentado hasta aquí, podemos sugerir como explicación del sesgo positivo de la distribución de las máximas y las medias, que se pone de manifiesto por el elevado número de valores que están por encima del límite superior de la distribución principalmente en los meses cálidos, probablemente se debe al uso de una garita con aislamiento deficiente, o a una instalación inadecuada de los termómetros.

Precipitación Diaria

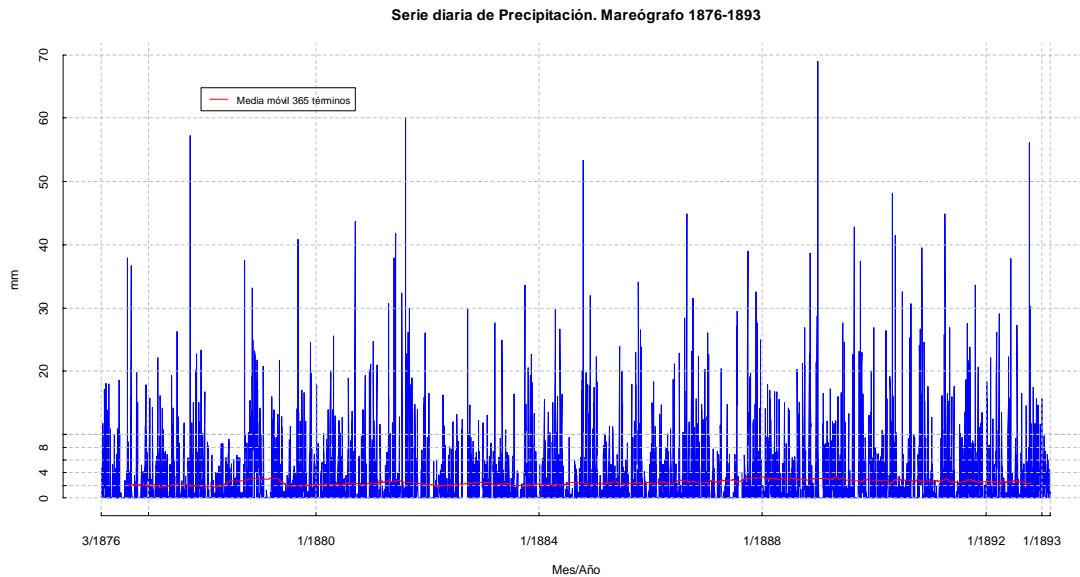


Gráfico 8: Precipitación diaria. Mareógrafo 1ª Etapa.

En el Gráfico 8 se ha representado la serie diaria de precipitación en el periodo que nos ocupa y hemos superpuesto la cantidad media de precipitación diaria en esta primera etapa, calculada como una media móvil a lo largo de 365 días. A pesar de que su significado meteorológico no resulta fácil de interpretar, es útil para estudiar desde el punto de vista climático la evolución o tendencia de la precipitación a lo largo del tiempo porque se trata de una variable que se distribuye normalmente, a diferencia de la precipitación diaria cuya distribución estadística está lejos de esta condición. Puede observarse al principio de esta serie un periodo especialmente lluvioso, en los nueve meses comprendidos entre setiembre de 1878 y mayo de 1879 en el que se totalizaron casi 1200 mm de precipitación, muy por encima de lo que parece normal en estos primeros años, mejor caracterizados por la escasez que por la abundancia de lluvia.

Las lagunas de la serie de precipitación diaria no se han rellenado, pero las precipitaciones mensuales se han corregido con los datos de Bilbao y San Sebastián, estableciendo correlaciones lineales.

La precipitación anual acumulada, calculada de marzo a marzo, nos ha servido aquí para estimar la tendencia y las posibles discontinuidades en la serie. El valor del estadístico de Pettitt en este caso, señala una ruptura significativa al 99% en el año 1885, y el test de Mann Kendall una tendencia positiva con valores del estadístico $\tau = 0,46$, y $p\text{-valor} = 0,01$.

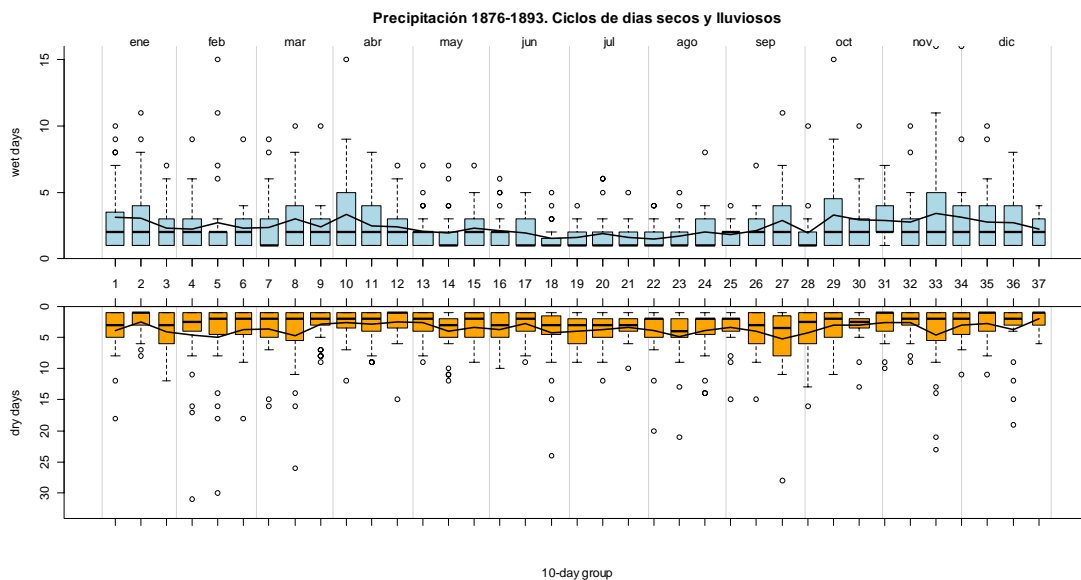


Gráfico 9: Periodos secos y húmedos. Mareógrafo 1ª Etapa

Hemos representado en el Gráfico 9, la duración y frecuencia de las rachas húmedas y secas, considerando 0,1 mm de precipitación la cantidad mínima necesaria para considerar un día como lluvioso. Los días están agrupados de 10 en 10. La mitad superior del gráfico corresponde a los grupos de días lluviosos, y la inferior a los días sin lluvia. Téngase en cuenta que la escala vertical de la mitad inferior del gráfico, la de las rachas secas, es doble que la de las rachas húmedas. En ambos casos, las cajas representan las características de la duración de estos episodios: media, cuartiles inferior y superior, y extremos. La línea quebrada superpuesta, el número medio de episodios de las características correspondientes que se han encontrado en el

periodo representado. Para situar el episodio y contar su duración, se ha tomado como referencia el primer día con lluvia.

En la gráfica se puede apreciar que el mes de abril junto con noviembre, octubre y diciembre ha sido el más propicio para encontrar el mayor número de días de lluvia consecutivos, y los periodos más prolongados. Se pone de manifiesto también la variabilidad del mes de febrero, con un elevado número de episodios anormalmente secos, típicos de la climatología de la montaña cantábrica y que favorecen prácticas agroganaderas¹⁰³ que aprovechan estas sequías estacionales para quemar pastizales y favorecer así la aparición de brotes nuevos. A la vez, en el mes de febrero se encuentra el periodo más largo de lluvia ininterrumpida. En el mes de septiembre se aprecia también este carácter variable con episodios lluviosos prolongados, aunque en este caso destaca con mayor claridad el carácter de verano tardío, en el que se pueden encontrar con frecuencia periodos relativamente largos sin precipitaciones.

103 CARRACEDO V., DIEGO C., GARCÍA-CODRÓN J.C., RASILLA D. (2009). *Los incendios forestales*. Barcelona, Da Vinci.

Componente estacional, aleatoria y tendencia en las series de T

Con el único propósito de ofrecer una descripción un poco más detallada de las características de estas series diarias, presentamos a continuación una desagregación de la componente aleatoria por medio del uso de medias móviles. El modelo más simple para el análisis de series temporales, describe éstas como resultado de la combinación lineal aditiva, de tres funciones que expresan la componente cíclica o estacional, la tendencia y una fluctuación aleatoria. Con la aplicación de un filtro plano, como una media móvil, se puede obtener una serie suavizada que evidencie la presencia de alguna componente sistemática, como la tendencia de la serie temporal. Si la media móvil se aplica sobre elementos separados por un intervalo regular que corresponde al ciclo completo del fenómeno, en nuestro caso un año, se obtiene una función que modela la incidencia de la componente estacional. Finalmente, la componente aleatoria se calcula sustrayendo a la original las dos anteriores.

- **Temperatura Máxima**

Tendencia

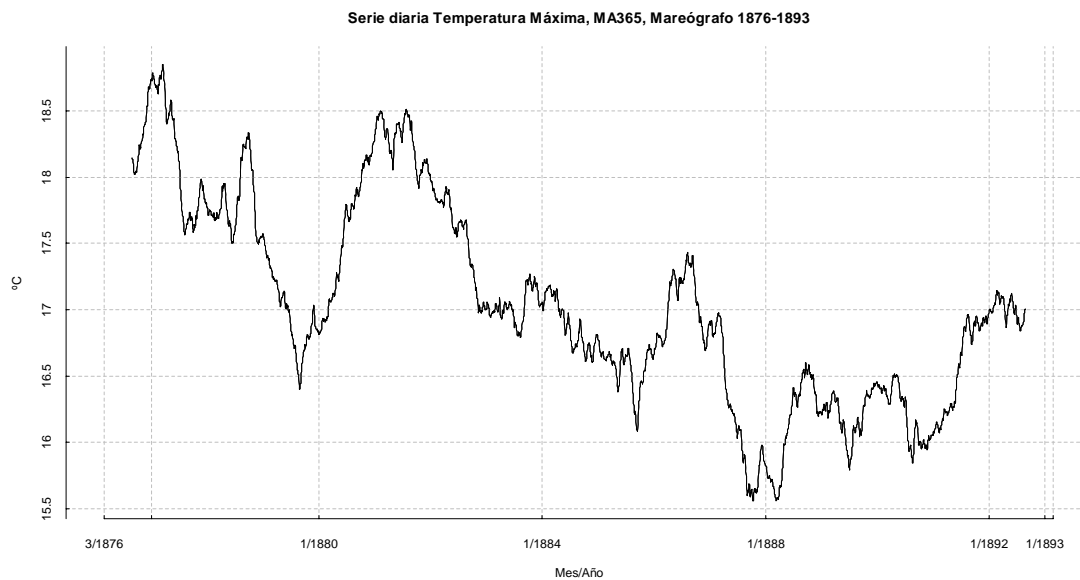


Gráfico 10: Tendencia de TX diaria, Mareógrafo 1ª Etapa

La TX evidencia un progresivo enfriamiento hasta el riguroso invierno de 1888, a partir del cual cambia el signo de la tendencia.

Estacionalidad

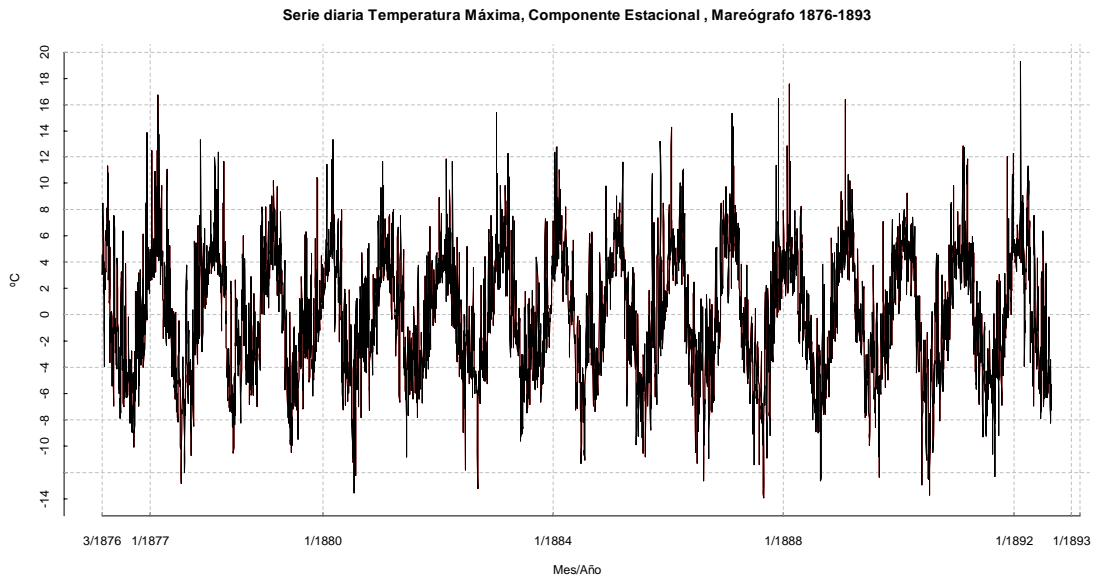


Gráfico 11: Estacionalidad de la TX diaria. Mareógrafo 1ª Etapa.

Componente aleatoria de la serie estandarizada de la T máximas diaria. El eje Y se anota en unidades de desviación típica.

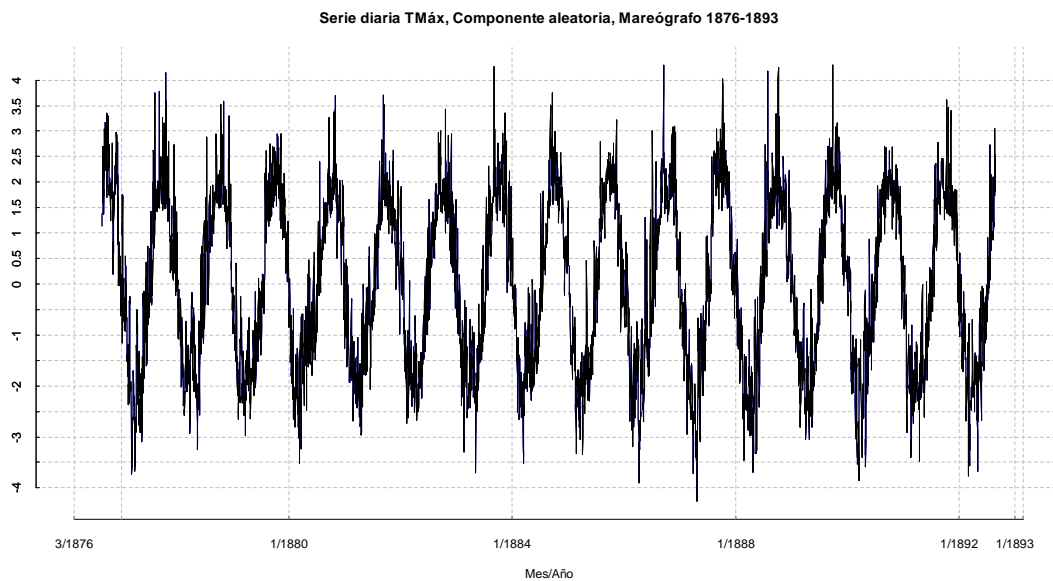
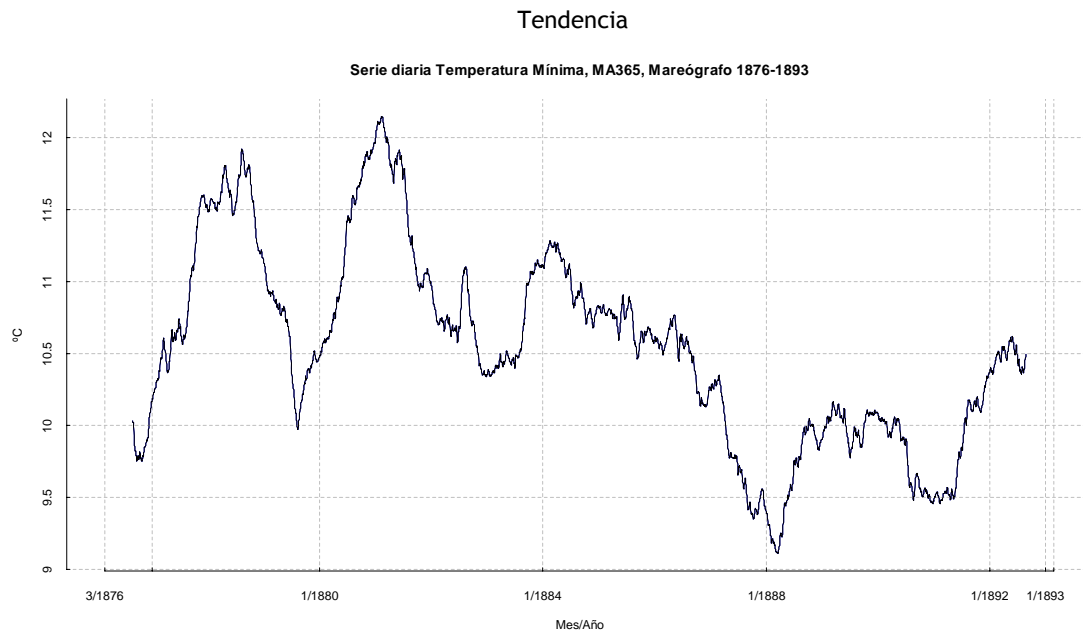


Gráfico 12: Componente aleatoria de TX diaria estandarizada.

Los valores inferiores a 4σ corresponden a los días 26 y 27 de febrero de 1888 que sólo alcanzaron respectivamente 2 y 1,7 °C de T máxima. Los valores por encima de cuatro sigma son más abundantes y están repartidos a lo largo de la serie: junio de 1888, julio de 1883, 1886 y 1889; agosto de 1877, 1888 y 1892.

- **Temperatura Mínima**

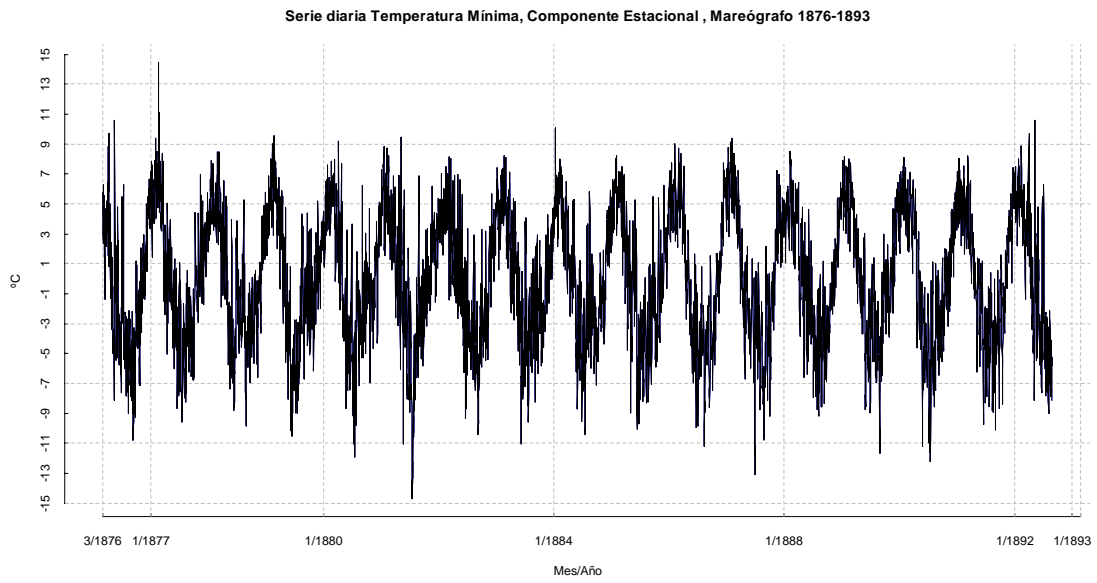


G

Gráfico 13: Tendencia TN, Mareógrafo 1ª Etapa.

A diferencia de lo que ocurría con las máximas, la TN tiene una primera fase en la que las temperaturas se recuperan, e incluso alcanzan valores más altos en los primeros años de observación. El mínimo del invierno de 1888 tiene las características de un mínimo local.

Estacionalidad:



ráfico 14: Componente estacional de TN diaria. Mareógrafo 1876-1893

G

Componente aleatoria de la serie estandarizada de la T mínima diaria

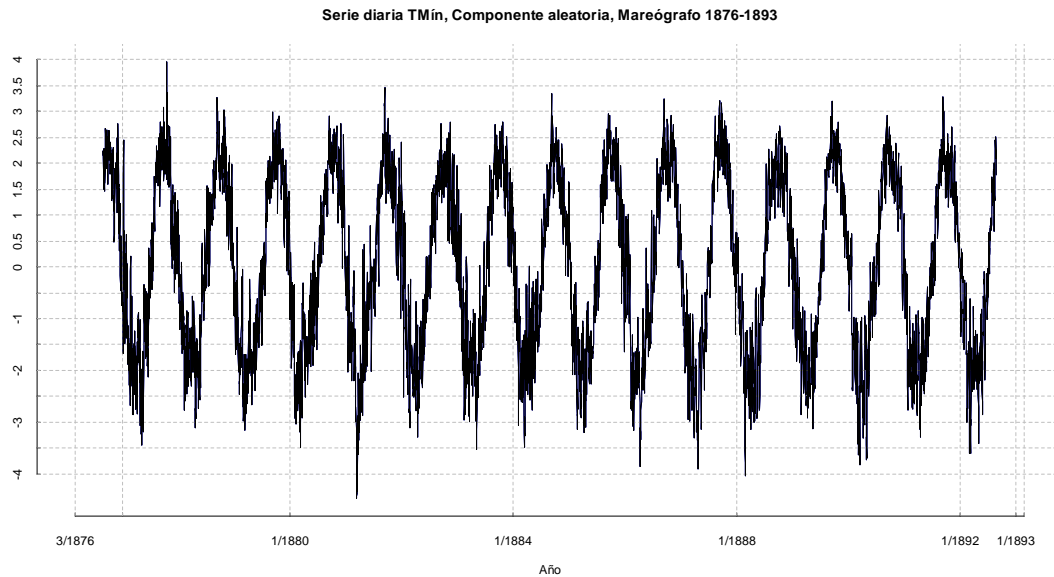


Gráfico 15: Componente aleatoria de TN diaria estandarizada.

Los valores menores de 4σ corresponden a la semana de enero de 1882 más rigurosa de toda la serie. El único valor por encima de 4σ se localiza en la madrugada del 19 agosto de 1877, en el que la temperatura mínima superó los 25°C .

4.2.4. Primera Etapa de registros: 1876-1896. Series mensuales

Con el complemento de los datos publicados en los *Resúmenes de Observaciones*, disponemos de dato mensual desde marzo 1876 hasta febrero de 1896.

Los valores ausentes de temperatura, se han calculado con los datos diarios que se rellenaron y los de precipitación, mediante correlación lineal con los de las series históricas de Bilbao y San Sebastián.

De temperatura

- **Temperatura Máxima Media mensual**

La serie de TX media mensual está representada en el Gráfico 16 con un promedio de doce meses superpuesto, que permite apreciar la tendencia de la variable.

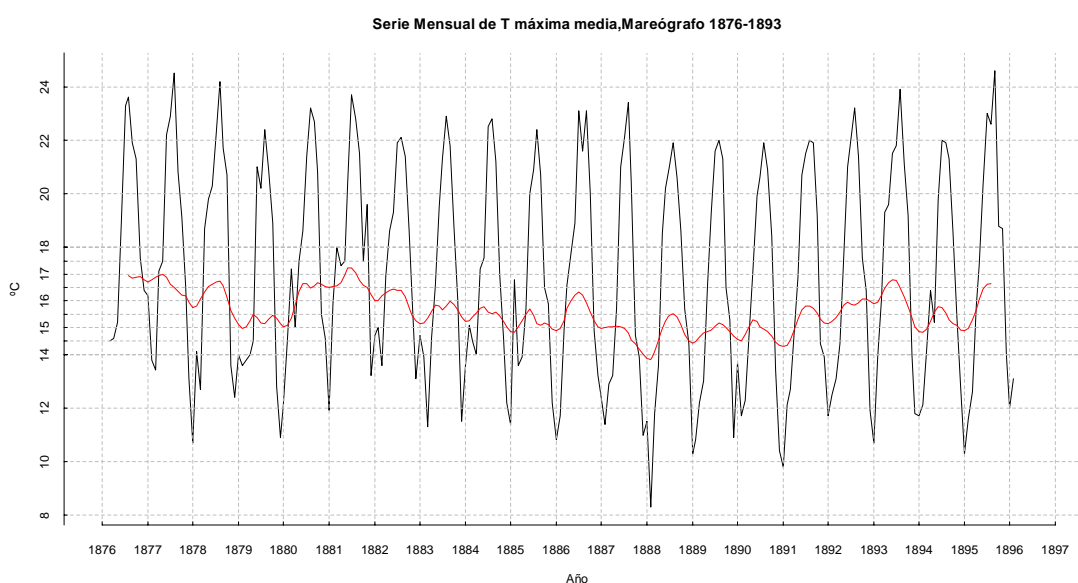


Gráfico 16: TX media mensual. Mareógrafo 1ª Etapa

- Los veranos más calurosos están en los primeros años de la serie, y al final de la misma.
- Se evidencia el carácter frío del invierno de 1888, cuyos meses centrales se sitúan casi dos grados por debajo del siguiente mes más frío de la serie.
- Con carácter general, durante los meses de invierno resulta frecuente cierto repunte térmico que puede convertir ocasionalmente alguno de estos meses en térmicamente otoñal.

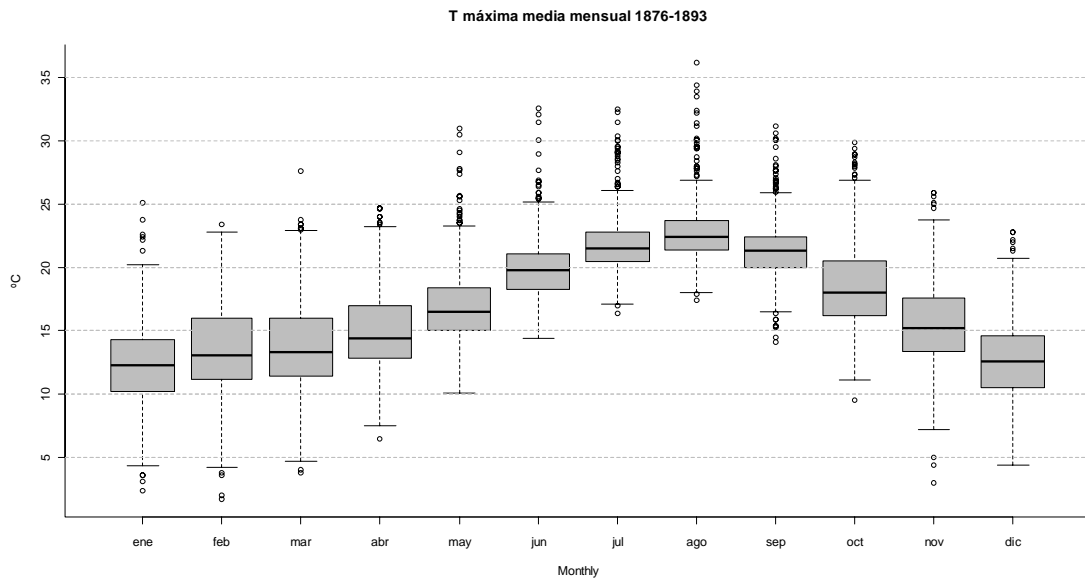


Gráfico 17: Distribución de la TX media mensual. Mareógrafo 1876-1893

En el Gráfico 17 se han agrupado los valores por meses a partir de los datos diarios, por lo que se ven representado los valores atípicos. El mayor recorrido de los valores térmicos en el semestre frío que en el semestre cálido, o el lento incremento de las temperaturas desde enero hasta abril, son rasgos característicos del clima litoral cantábrico.

- **Temperatura Mínima Media mensual**

Igual que hicimos al representar la temperatura máxima, en el Gráfico 18 presentamos la serie de TN media mensual, a la que se ha superpuesto el valor promedio de 12 meses en color azul.

En general, los mínimos de temperatura alcanzan valores parecidos a lo largo de toda la serie, con los episodios más rigurosos uniformemente repartidos. Entre los meses con mínimas más altas, destaca el verano de 1890.

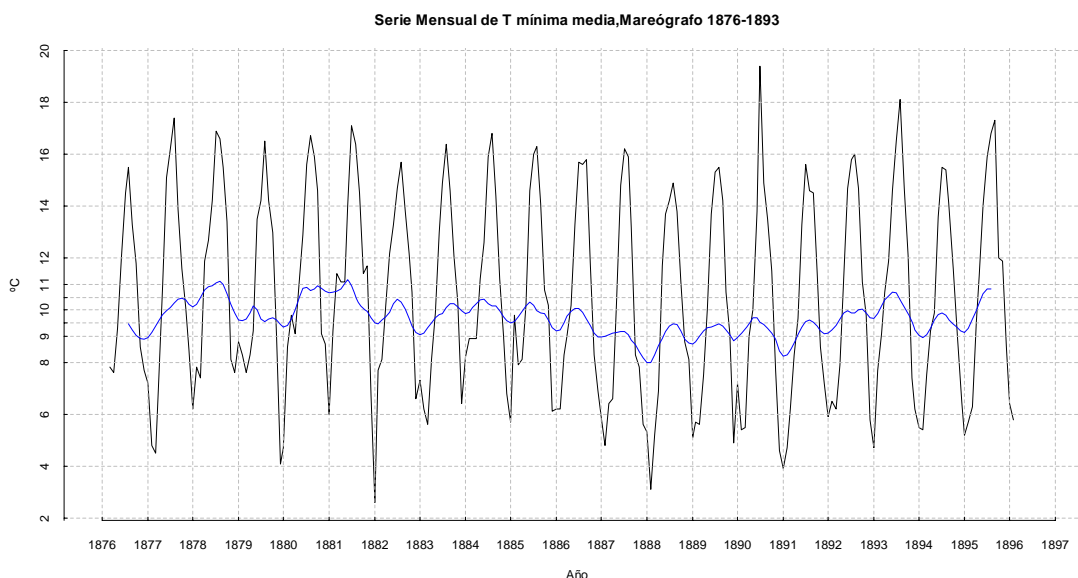


Gráfico 18: Serie mensual de TN media mensual. Mareógrafo 1876-1893

En los meses de diciembre y enero, se aprecia también en los valores de TN, la oscilación o repunte térmico que se produce como efecto del paso de las últimas depresiones atlánticas con flujo de sur a finales de otoño, y que dan lugar a episodios de viento sur, que desciende la cordillera hacia el norte con el carácter cálido y racheado del viento *föhn*¹⁰⁴.

104 RASILLA D. (1999) *Viento del sur y efecto Föhn en la Cordillera Cantábrica*. Madrid. Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento

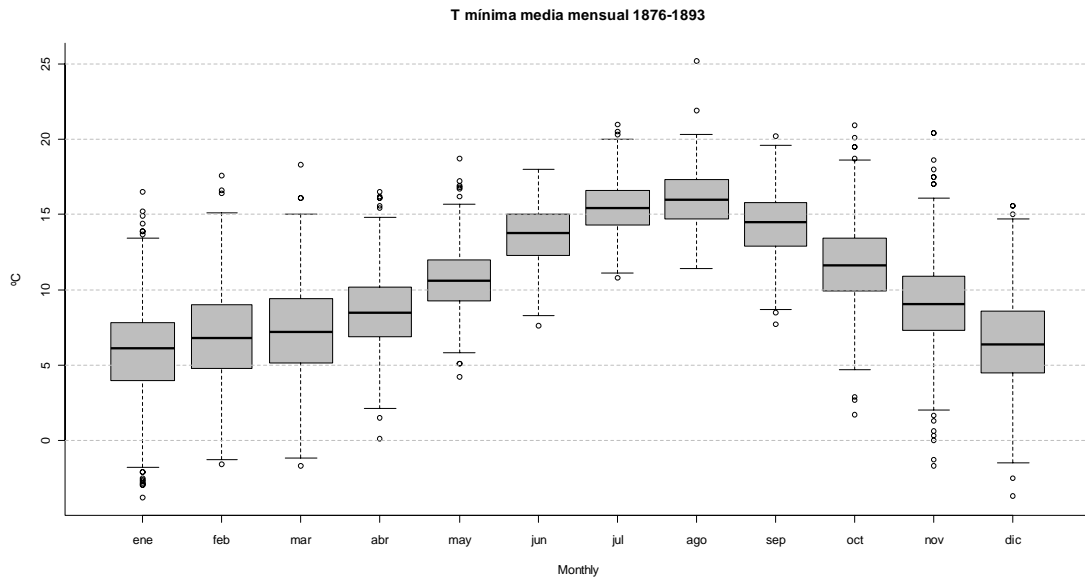


Gráfico 19: Distribución de TN media mensual. Mareógrafo 1º Etapa

Los rasgos de la distribución de las temperaturas mínimas coinciden en lo fundamental con los de las máximas. El carácter prácticamente homotérmico desde diciembre hasta abril, y la escasa dispersión de los valores de verano, probablemente contenida por el efecto atemperante del flujo marítimo.

- **Temperatura Media mensual**

Las variaciones de las temperaturas medias parecen estar más dirigidas por las que experimentan las máximas, a la vista de que su trazado conserva caracteres de aquellas, como la presencia de máximos al principio y al final de la serie, o el mínimo de 1888, más claramente que de las mínimas de las que no refleja ni el mínimo de 1882, ni en general ese carácter *cuasi* cíclico que se intuía en los valores más bajos de la serie de las mínimas.

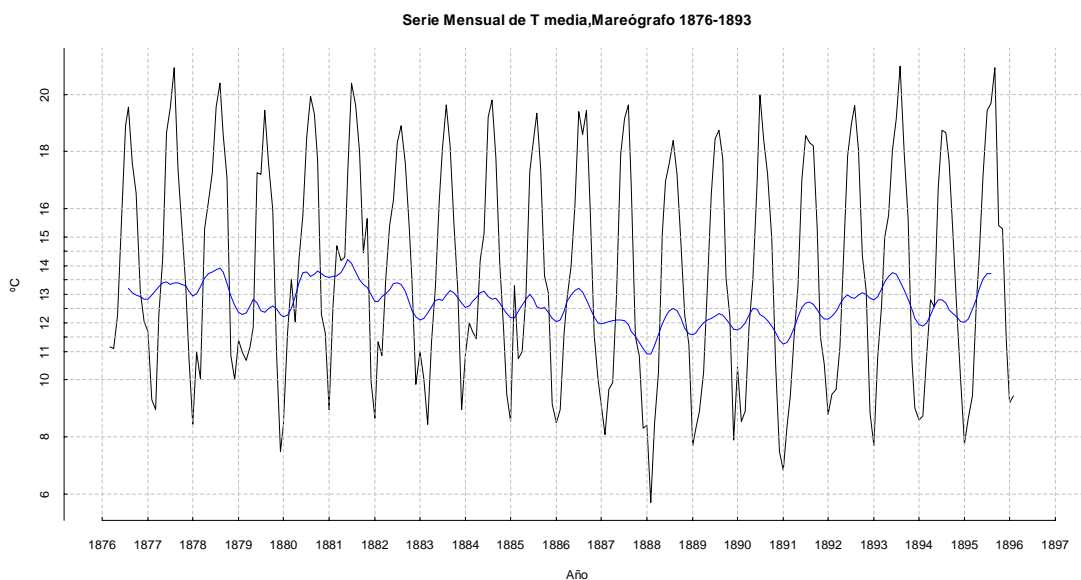


Gráfico 20: Serie mensual de TM mensual. Mareógrafo 1876-1893

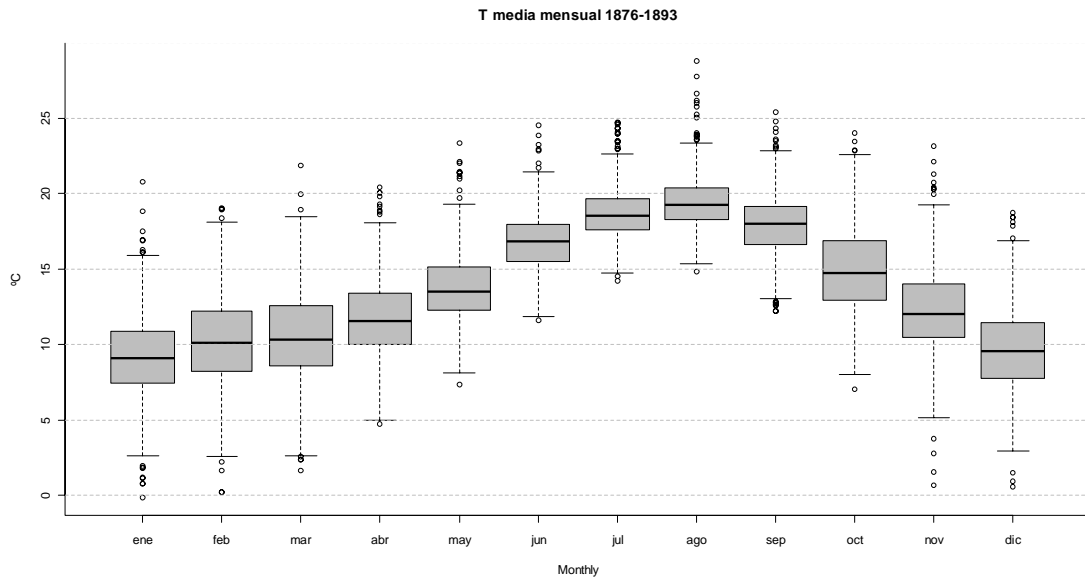


Gráfico 21: Distribución de la TM mensual. Mareógrafo 1876-1893

La distribución de las TM también reproduce con más semejanzas la de las máximas, en especial, por la presencia de valores fuera de rango en el margen superior de las distribuciones, y por la mayor amplitud térmica en el semestre invernal.

Precipitación Mensual Acumulada

La serie mensual de precipitación la hemos rellenado con los observatorios históricos contemporáneos, y próximos a Santander que tienen series completas publicadas y homogeneizadas (Almarza *et al.* 1995).

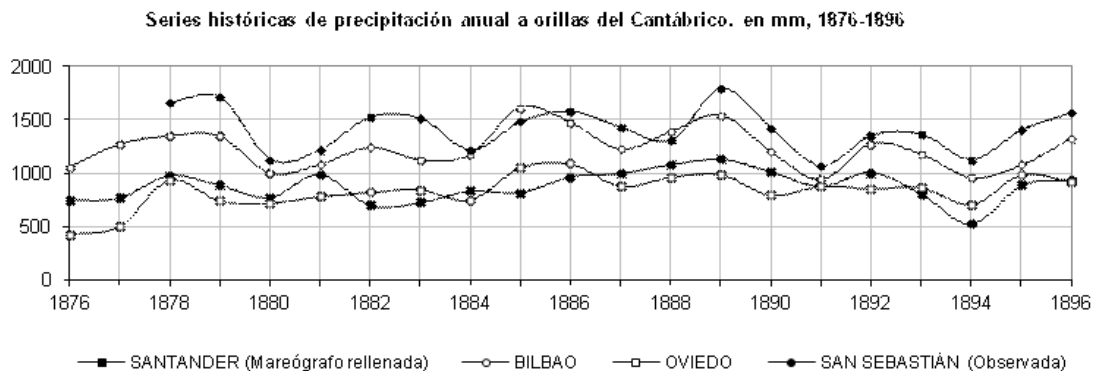


Figura 16: Series de lluvia anual del área cantábrica, contemporáneas al inicio de la observación en el Mareógrafo de Santander

También está disponible en los *Resúmenes...* una breve serie del Instituto de Llanes (Asturias), en el periodo entre 1885 y 1902, con registro de precipitación. La Figura 16: Series de lluvia anual del área cantábrica, contemporáneas al inicio de la observación en el Mareógrafo de Santander representa los datos originalmente disponibles en esta primera fase y el resultado de corregir los valores dudosos, rellenar las lagunas e incorporar los extraídos de los registros diarios.

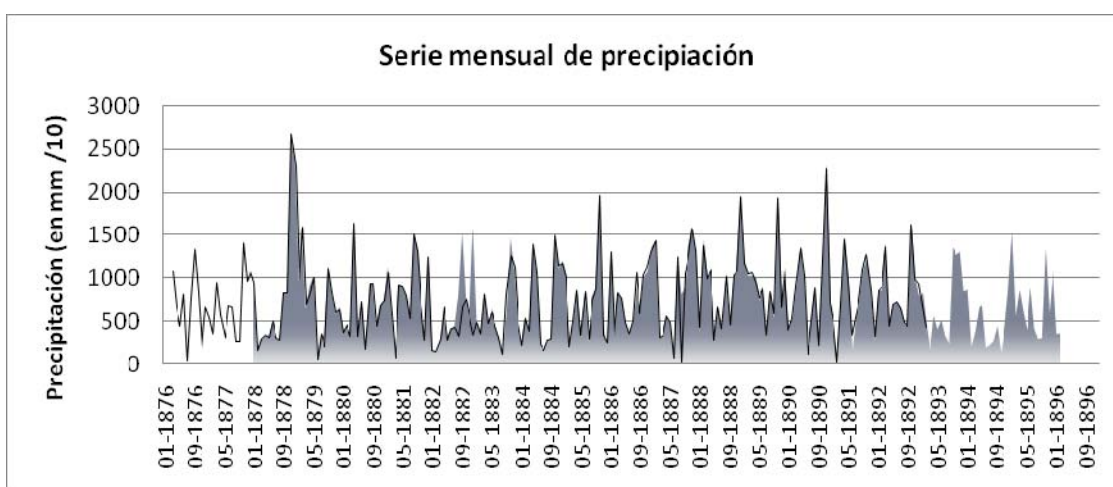


Gráfico 22: Lluvia mensual en el Mareógrafo.

Los datos de lluvia mensual publicada en *Resúmenes...* están representados como un área sombreada. En línea continua aparece el dato original procedente del diario de observaciones.

Como se aprecia en el Gráfico 22, con los datos mensuales publicados y los diarios obtenidos de los cuadernos se completa una secuencia continua de 20 años de observaciones. La discrepancia que puede apreciarse entre ambos registros se debe en primer lugar a la forma de contar las horas del día en esta etapa de las observaciones, como detallamos al hablar de los métodos de observación en el apartado 4.2.2. Han aparecido también errores tipográficos como cifras con el orden permutado, algún problema con el redondeo, etc. Las más visibles corresponden al relleno de las lagunas de agosto, setiembre y diciembre de 1882, y otras menores.

La serie mensual y anual de precipitación entre 1876 y 1893 se muestran a continuación, en el Gráfico 23.

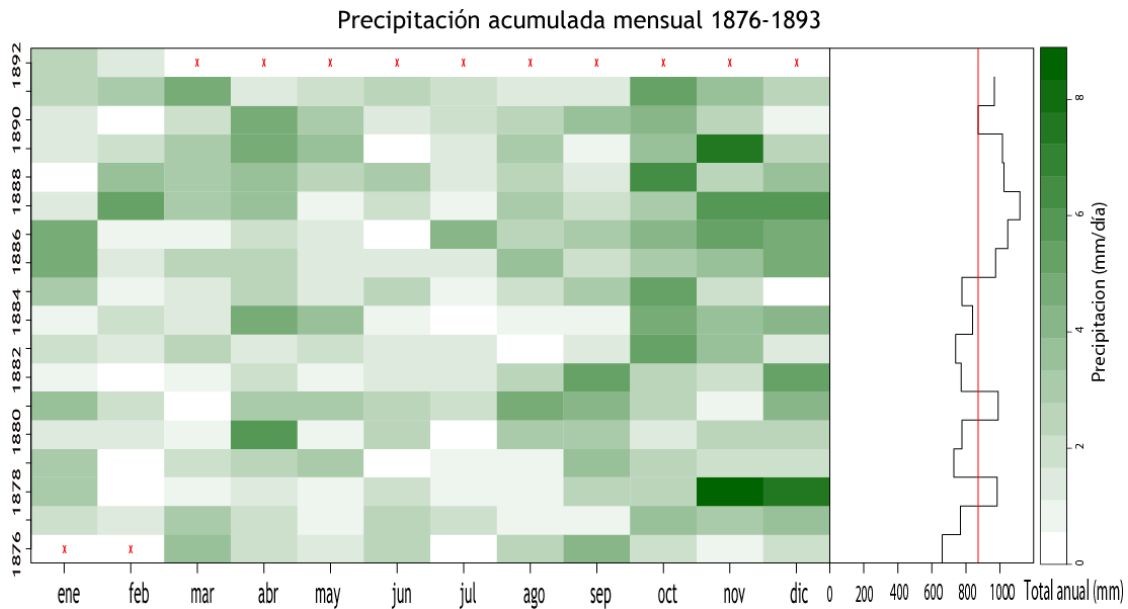


Gráfico 23: Precipitación acumulada mensual y anual Mareógrafo 1876-1893

El gráfico presenta una matriz de meses y años con la precipitación total recogida en cada mes, pero expresada en mm/día, según la escala de color de la derecha. La línea quebrada representa el total anual, en mm de altura, de acuerdo con la escala horizontal inferior. La línea roja es la mediana de la distribución.

Los rasgos de la precipitación en este periodo podrían resumirse en que

- hay un incremento progresivo de la lluvia acumulada, que parte de una cantidad muy modesta recogida los primeros años de funcionamiento.
- la precipitación se concentra en el periodo otoñal principalmente, y el verano es predominantemente seco.

4.2.5. Segunda Etapa de registros: 1902-1914. Series diarias

Después de un periodo de cinco años en el que se interrumpen las observaciones, entre 1897 y 1901, se recupera el registro diario de las principales variables meteorológicas en el mismo emplazamiento donde había estado el observatorio en años anteriores. De esta segunda etapa, se conservan los libros de registro desde 1901 hasta 1916, pero sólo entre 1902 y 1914 la serie es continua. Durante el año 1901, hay dos meses y medio sin datos, y de los años 1915 y 1916 sólo hay datos en el mes de enero.

La actividad del observatorio en esta segunda etapa parece que responde, principalmente, a la voluntad desinteresada del responsable del Mareógrafo, que prefirió preservar del abandono el material y la instalación, y continuó con el registro. Los impresos oficiales donde antes se habían anotado las observaciones diarias y los resúmenes desaparecen, y se sustituyen por libretas de papel cuadriculado, pautado a plumilla y manuscrito, en el que no aparecen membretes, sellos u otros signos que permitan atribuirlos a algún organismo oficial. Como única filiación, las páginas del cuaderno llevan la firma del Licenciado en Ciencias y Topógrafo D. José Iglesias. En el archivo las libretas se conservan encuadernadas, y llevan impreso en el lomo el nombre del Instituto Geográfico y Catastral.

Durante esta segunda época no hay constancia de ningún cambio de emplazamiento, modificación del instrumental, o de los métodos de medida, que pudieran haber influido negativamente en la calidad de la serie, impresión confirmada por las descripciones del observatorio que se hace en los *Resúmenes...* a lo largo de este periodo, y hasta 1915. En todo este tiempo, sólo se alude ocasionalmente a la sustitución de algún termómetro, la

reparación del anemómetro después de un episodio de viento huracanado, y algún otro incidente de menor importancia. El juicio *a priori* de esta etapa es que va a ofrecer un periodo estable y fiable de observación meteorológica.

Sin embargo, si en la primera etapa la precipitación se anotaba en *partes de la probeta* que luego se transformaban en mm en las hojas de resumen mensual y en las recopilaciones anuales de los *Resúmenes...*; durante la segunda etapa, la medida se consignó en gramos. La equivalencia en mm se ha obtenido de acuerdo con las anotaciones que aparece en uno de los últimos cuadernos de observación: $1 \text{ g} = 0,014151 \text{ mm}$

La duración del día se sigue contando como el tiempo entre dos pasos sucesivos del sol por el meridiano del lugar, y por consiguiente, las 00h son el mediodía, y en el diario meteorológico las 4h, deben interpretarse como las 16h.

En esta etapa los meteoros no se observan. Se citan en el diario si resultan relevantes, pero no aparece una anotación sistemática de los mismos. En los días de nieve no se distingue si cubre o no cubre el suelo, y la tormenta no se anota siempre que se ven los rayos o se oyen los truenos. El rocío, la escarcha y el granizo también se citan ocasionalmente en las notas que acompañan las observaciones, pero tampoco tenemos ninguna constancia de que se observara de forma sistemática. La precipitación inapreciable se anota muchas veces como 00 g. En estos casos, siempre que se deja escrito que se observó lluvia, pero no hay nada recogido en el pluviómetro, la hemos considerado como precipitación inapreciable.

Otras variables como la dirección del viento o las lecturas del psicrómetro no se observan siempre a la misma hora: en los primeros años se registran los valores a las 3h y las 21h, y después se cambia la hora de observación a las 4h y a las 20h (las 16 GMT y las 08 GMT)

Con la presión ocurre otro tanto y además, no disponemos de lo necesario para corregir el error instrumental del barómetro, ni datos para asignar la altura exacta a la cubeta del barómetro.

La veleta se observó sistemáticamente respecto de ocho rumbos, sin embargo, al final de la serie, en algunas observaciones se recogen hasta dieciséis rumbos.

La fuerza del viento figura en las anotaciones del diario. La fuerza la establecía *a estima* el propio observador, ateniéndose a la escala Beaufort de doce grados.

El diario meteorológico recoge además una breve apreciación del tiempo sensible desde el mediodía hasta el mediodía siguiente. Se perfila también la nubosidad dominante, el viento más significativo y su fuerza, y algunos meteoros.

De temperatura

- **Temperatura Máxima Diaria**

Como en la presentación de las series de T de la primera etapa de observaciones, incluimos en las gráficas de los valores diarios, la media móvil de 365 términos superpuesta en color azul.

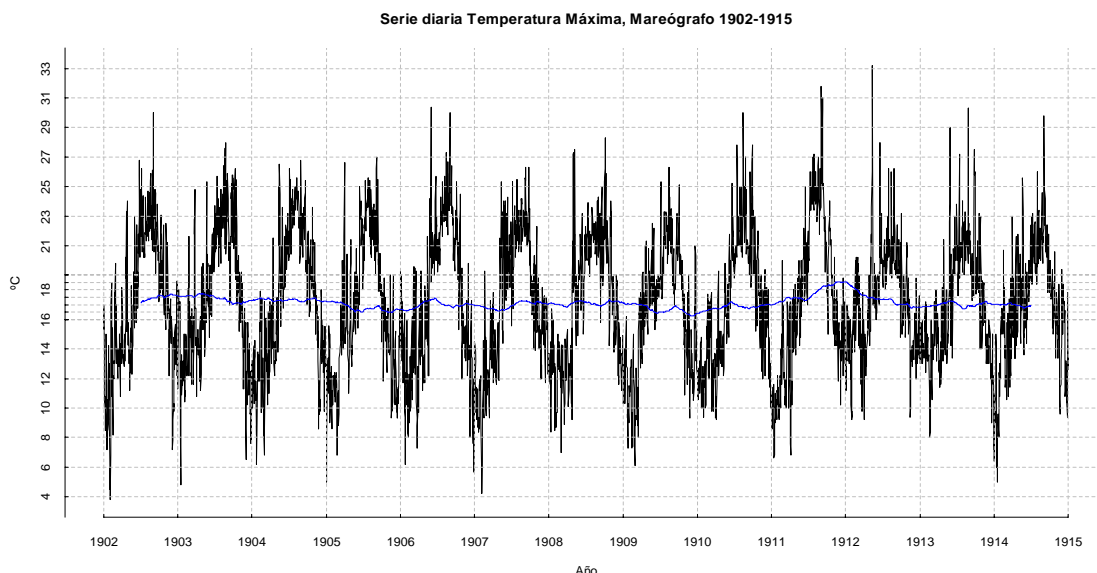


Gráfico 24: TX diaria, Mareógrafo 2ª Etapa

Esta segunda etapa tiene mayor regularidad térmica. Los valores más bajos están distribuidos a lo largo del periodo, y los valores extremos están más

agrupados que los de la 1ª Etapa de observación (Gráfico 2: TX diaria. Mareógrafo 1ª Etapa). Las temperaturas más altas se concentran en los veranos de 1910 y 1911. Las características principales de la serie no difieren significativamente de aquellas de la primera etapa, salvo en los valores extremos, que ahora están más agrupados.

MÍNIMO	1º CUARTIL	2º CUARTIL	MEDIA	3º CUARTIL	MÁXIMO
3,8	13,7	17,1	17,1	20,6	33,2

El valor máximo corresponde al 11 de mayo de 1912, y el mínimo al 2 de febrero de 1902. Los resultados de los test indican que la serie anual puede considerarse sin saltos ni tendencia. El valor máximo del estadístico de Pettitt es 18 y se alcanza en 1904 y el test de Mann Kendall da un valor $\tau = -0,15$; con p-valor = 0,54.

En la representación de la variación de las temperaturas a lo largo del año se observa una evolución semejante a la de la primera etapa, aunque con menos frío en los primeros días del año.

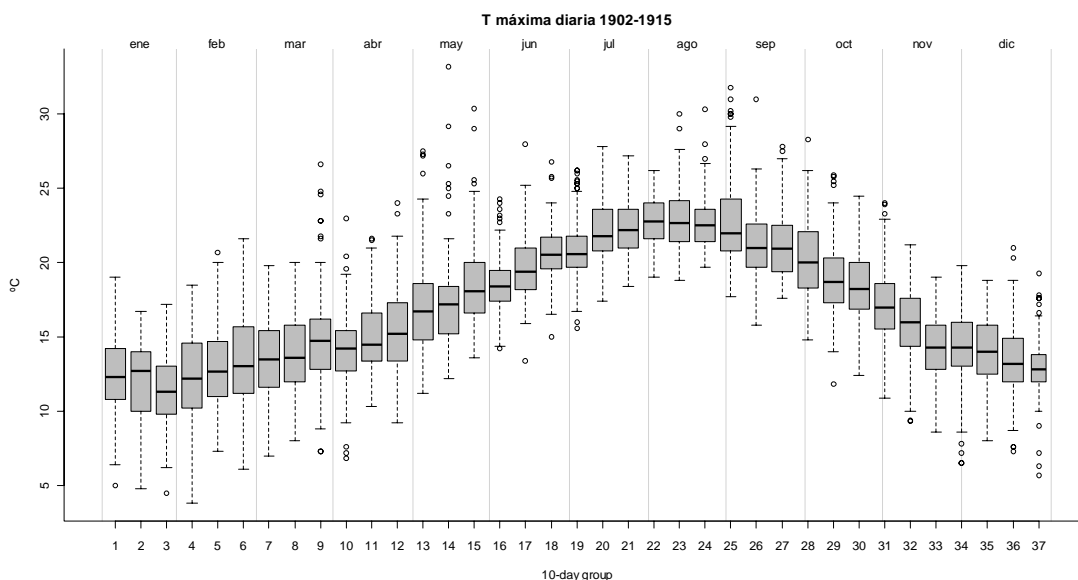


Gráfico 25: Calendario de la TX diaria, Mareógrafo 2ª Etapa.

La distribución anual de las TX en este periodo, tiene rasgos levemente distintos en comparación con los de la primera etapa:

- hay menos valores positivos fuera de rango y están mejor repartidos a lo largo del año,
- la distribución de las máximas de verano resulta más ajustada a una distribución normal que durante la primera etapa (Gráfico 3). Los valores fuera de rango son mucho menos abundante, y el recorrido algo mayor. Probablemente esta mejora de la calidad de los datos responde o a un cambio en el tipo de garita, o a una mejor instalación y aislamiento de los termómetros.
- Rasgo común a ambas etapas es la estabilidad de la temperatura máxima del invierno, aunque en este segundo periodo las TX más bajas se alcanzan en la tercera decena de enero.

- **Temperatura Mínima Diaria**

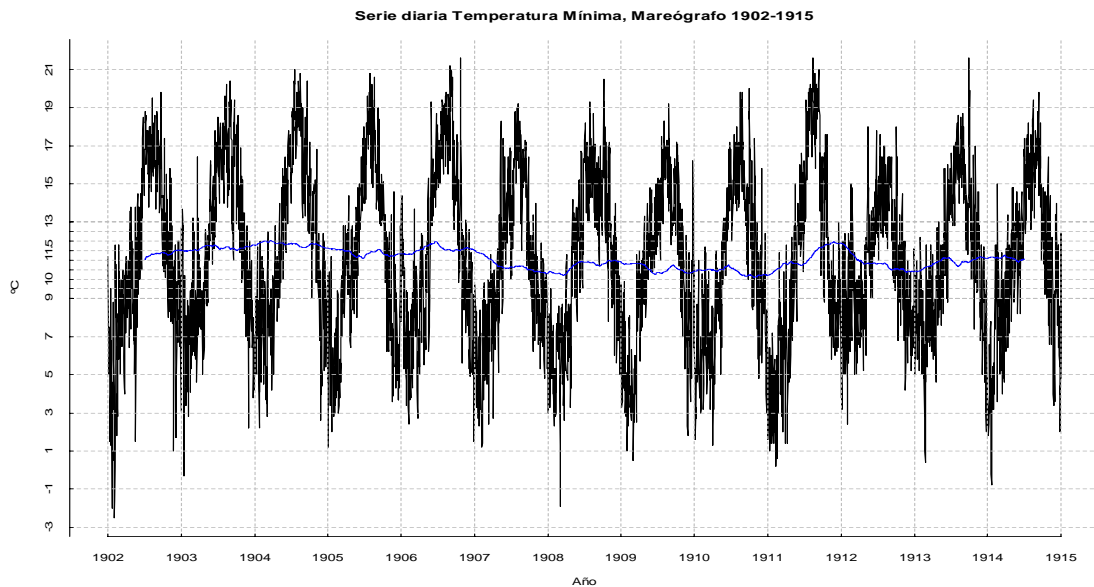


Gráfico 26: TN diaria. Mareógrafo 1902-1915

Las mínimas se localizan en el invierno de 1902, y las más altas en octubre de 1906.

Un resumen de la serie está dado por los siguientes valores

MÍNIMO	1º CUARTIL	2º CUARTIL	MEDIA	3º CUARTIL	MÁXIMO
- 2,5	7,8	11,0	11,1	14,5	21,6

Aplicados los test de Mann-Kendall y de Pettitt a los valores promedio anual el resultado es que no se aprecian saltos en la serie ni tendencia a un nivel de significación $\alpha=0,05$.

El valor máximo del estadístico de Pettitt es 37, y se alcanza en 1906. Y los estadísticos del test de Mann-Kendall: $\tau= -0,22$ y el $p\text{-valor}=0,33$. Ambos test, aun manteniendo las reservas necesarias ante la escasa longitud de la serie, ponen de manifiesto la calidad de la misma.

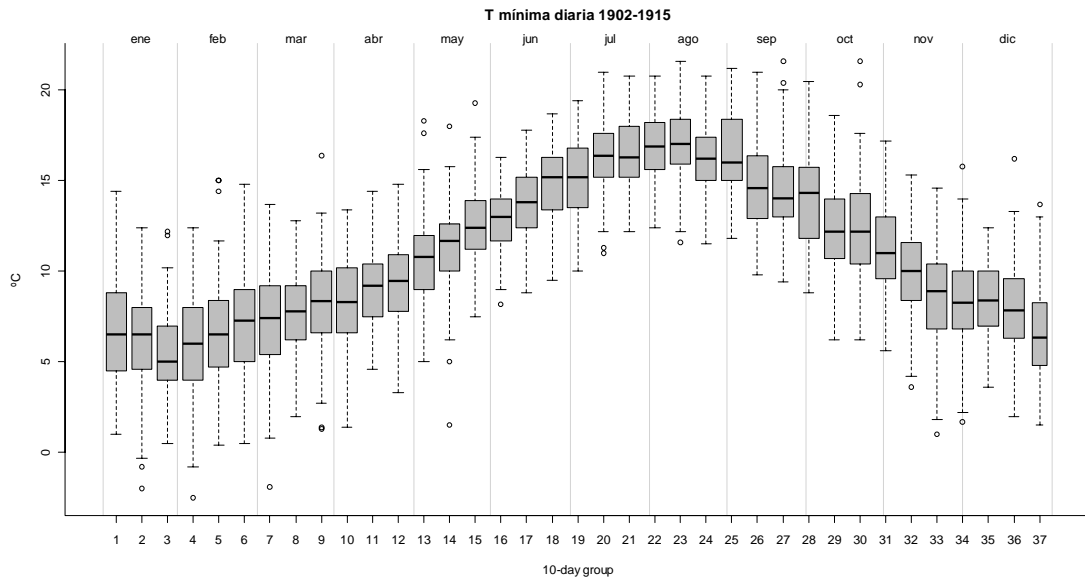


Gráfico 27: Calendario de la TN diaria, Mareógrafo 2ª Etapa.

La distribución anual de las TN en esta segunda etapa está más agrupada que en la primera etapa (Gráfico 5), y aparecen menos valores fuera de rango.

- **Temperatura Media Diaria**

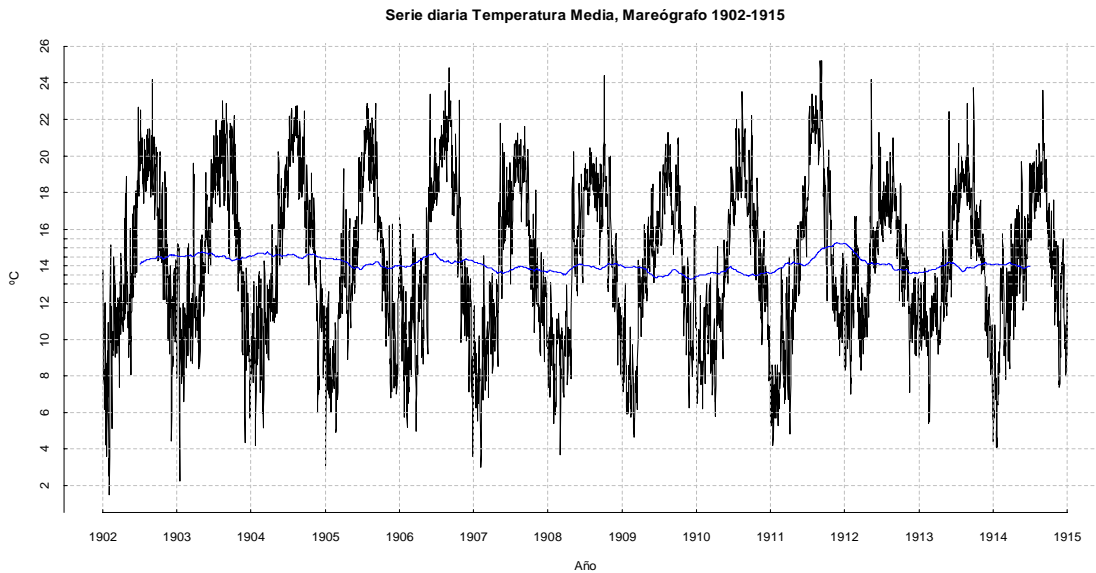


Gráfico 28: TM diaria. Mareógrafo 1902-1915

Los valores principales de la distribución son los siguientes:

MÍNIMO	1º CUARTIL	2º CUARTIL	MEDIA	3º CUARTIL	MÁXIMO
1,5	10,9	13,9	14,1	17,6	25,2

El valor mínimo corresponde a los dos primeros días de febrero de 1902, y el máximo al 2 de septiembre de 1911, en torno al cual se localiza un repunte significativo de la temperatura media.. El valor máximo del estadístico de Pettitt es 28 que se alcanza 1906, y los resultados del test de Mann Kendall $\tau = -0,25$, con un p-valor = 0,29, y por lo tanto, la serie puede considerarse sin tendencia, ni saltos abruptos.

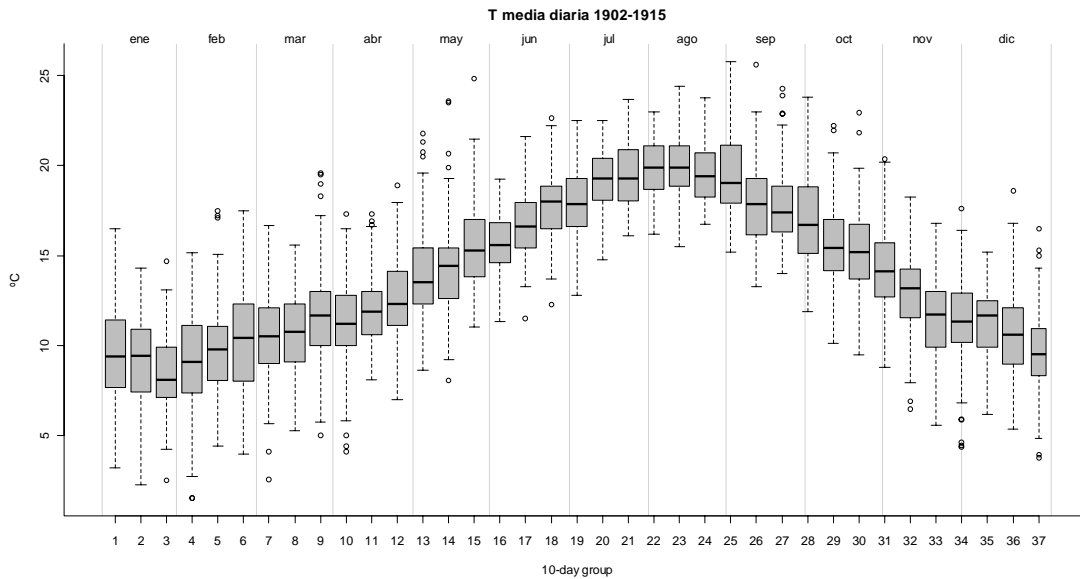


Gráfico 29: Calendario de la TN diaria, Mareógrafo 2ª Etapa

Las temperaturas medias recogidas durante la 2ª etapa de observación dibuja una evolución semejante a la máxima y mínima, poniendo de manifiesto el carácter regular de las temperaturas del semestre diciembre-abril, la presencia de valores cálidos extemporáneos en mayo y septiembre, la variabilidad del mes de febrero, que puede dar días intensamente invernales como anticipar la primavera.

Respecto de la primera etapa de observaciones sólo cabe decir que esta segunda ofrece mucha mayor garantía de homogeneidad que aquella.

Precipitación Diaria

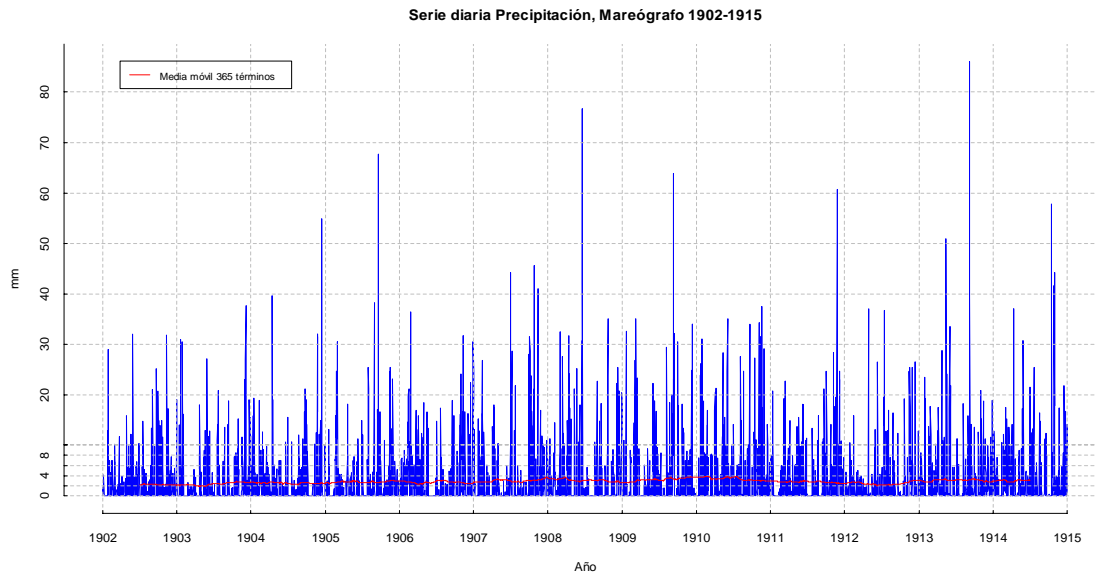


Gráfico 30: Precipitación diaria en el Mareógrafo 2ª Etapa

En rojo se incluye la media móvil de 365 términos, expresada en mm/día.

El registro más alto corresponde al día 7 de setiembre de 1913. Al aplicar los test a las series anuales de lluvia acumulada, volvemos a recordar la reducida significación que se puede esperar en una serie tan corta. El valor máximo del estadístico que se alcanza en 1905 es 28, e indicaría que la serie no tiene puntos de ruptura al nivel de significación $\alpha=95\%$. El test de Mann- Kendall pone de manifiesto una tendencia positiva a lo largo de la serie, de acuerdo con los resultados $\tau = 0,54$ y $p\text{-valor} = 0,01$.

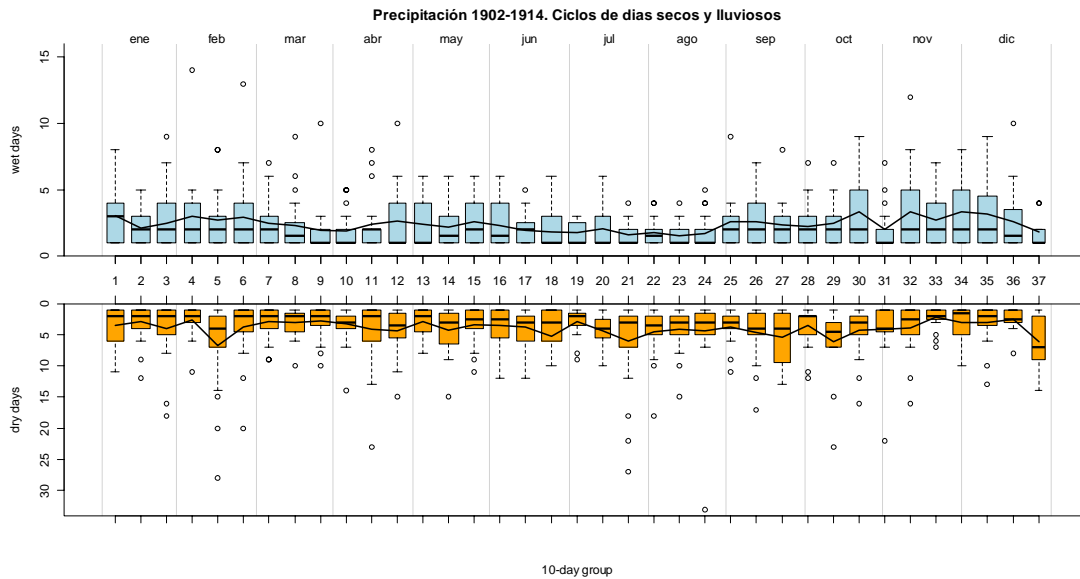


Gráfico 31: Periodos secos y húmedos, Mareógrafo 2ª Etapa

En la distribución de periodos secos y lluviosos, se mantienen algunas características comunes con la primera etapa de observaciones (Gráfico 9)

- el mes de febrero es el más contrastado, y en esta segunda etapa también aparecen los periodos secos de invierno
- ambas etapas coinciden en señalar los meses de noviembre y diciembre como los que agrupan el mayor número de episodios de lluvia ininterrumpida
- setiembre tiene la mayor probabilidad de presentar rachas secas largas

y un rasgo diferenciado en primavera, que podría interpretarse como un cierto retraso de los temporales de lluvia de principio de primavera hasta mediado el mes de abril. En el Gráfico 31, se observa entre finales de abril y principio de junio una notable presencia de episodios de lluvia continuada, que durante los años 1876 a 1893 parece concentrarse al final del invierno y primeros días de primavera.

4.2.6. Segunda Etapa de registros: 1902-1916. Series mensuales

De Temperatura

- **Temperatura Máxima Media Mensual**

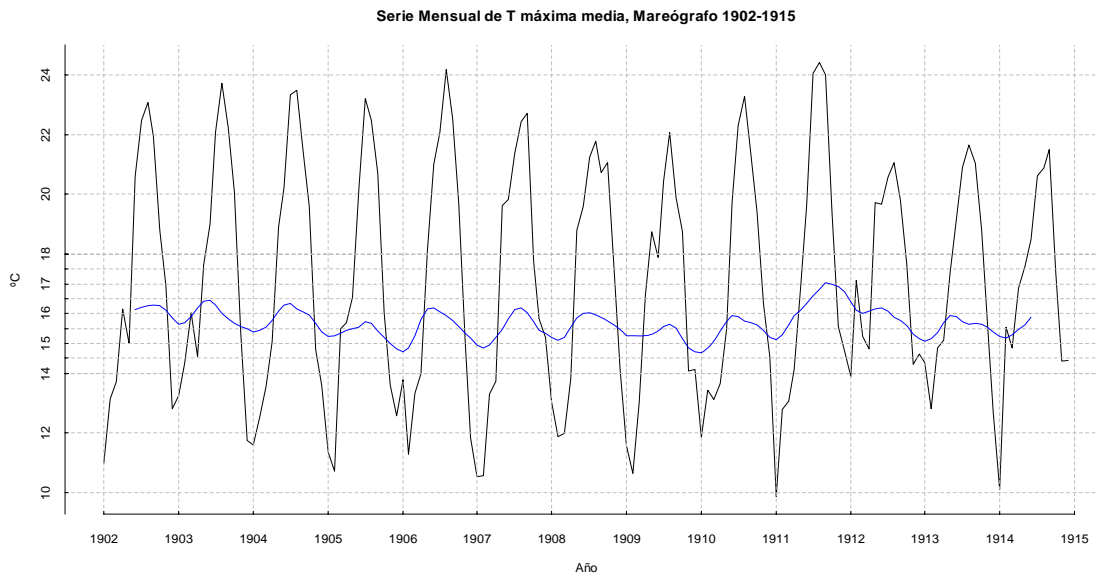


Gráfico 32: TX media mensual. Mareógrafo 2ª Etapa.

La serie en su conjunto presenta menos oscilación que la correspondiente a la primera etapa de observaciones, y destaca 1911 que se presenta como el año de mayores contrastes. El mes de febrero del año siguiente, en 1912, registra la temperatura más alta de este periodo.

En el calendario anual de temperatura del Gráfico 35, se repiten las características que habíamos puesto de manifiesto en las series diarias respecto de la primera etapa, como la moderada aparición de valores superiores fuera de rango, en especial durante el verano.

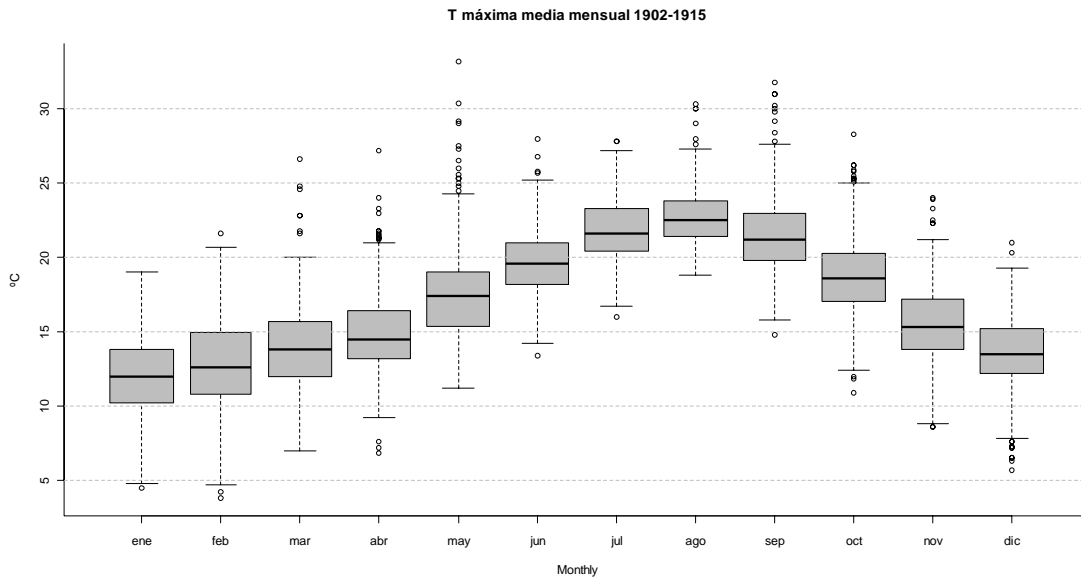


Gráfico 33: Distribución de la TX media mensual. Mareógrafo 2ª Etapa

- **Temperatura Mínima Media Mensual**

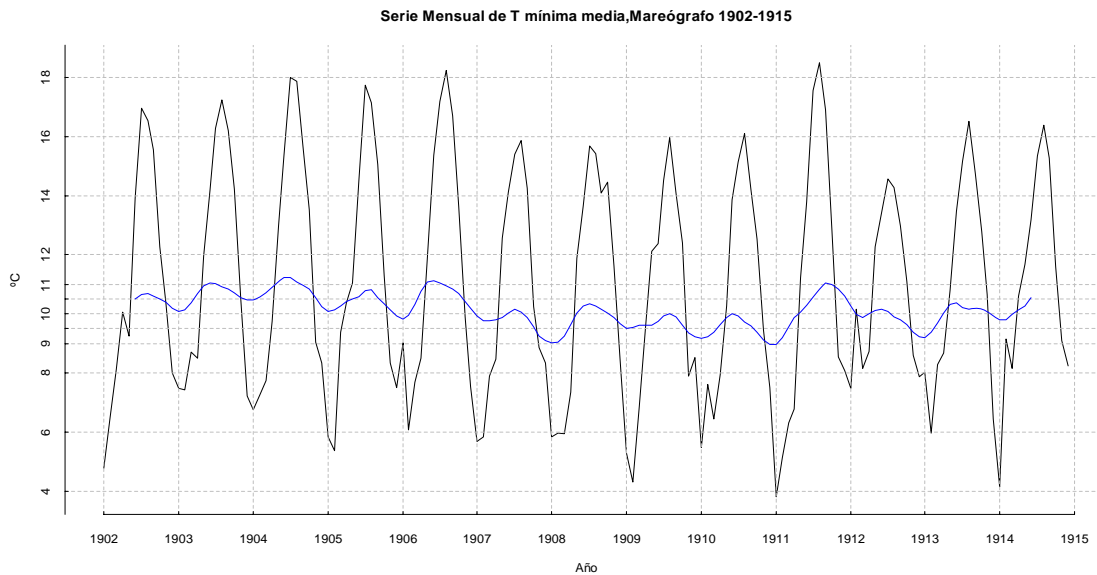


Gráfico 34: TN media mensual. Mareógrafo 2ª Etapa

Las temperaturas mínimas más bajas de esta segunda etapa parece que se concentran especialmente en la segunda mitad del periodo, salvo en 1902. Se reproducen las oscilaciones invernales de 1906 y 1910 y también la

consecución del valor más alto en 1911, como habíamos visto en las temperaturas máximas

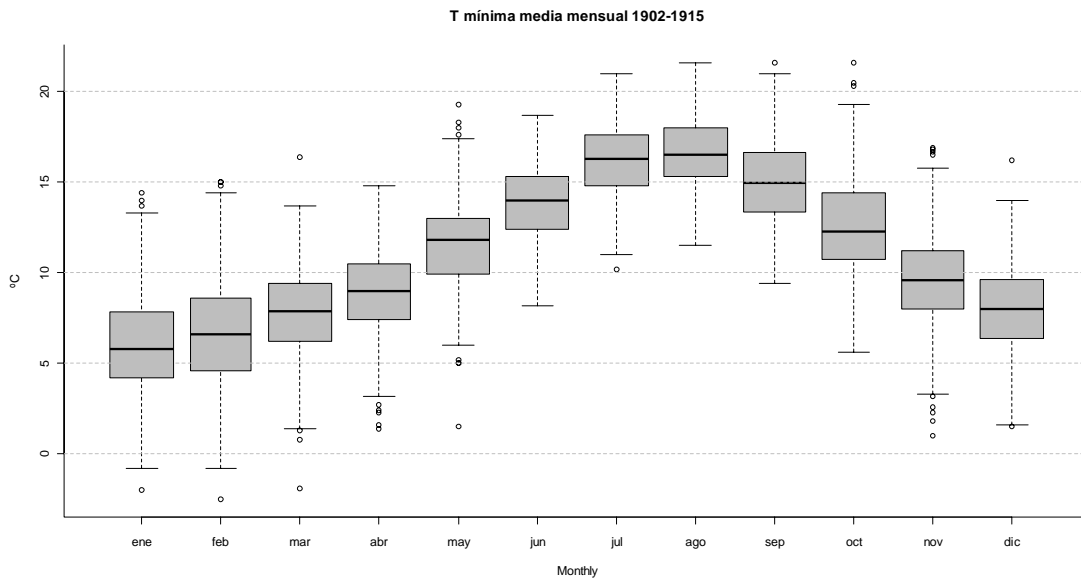


Gráfico 35: Distribución anual de la TN media. Mareógrafo 2ª Etapa

Respecto de su distribución anual, pocas diferencias respecto de la de las temperaturas máximas en los valores intermedios de la distribución. Los valores superiores de las temperaturas mínimas, muy rara alcanzan la etiqueta de *outlet*. También las mínimas se distribuyen de forma predecible y agrupadas, salvo en primavera y otoño, épocas en las que invasiones tardías, o tempranas de aire frío puede provocar descensos inhabituales de la temperatura.

- **Temperatura Media Mensual**

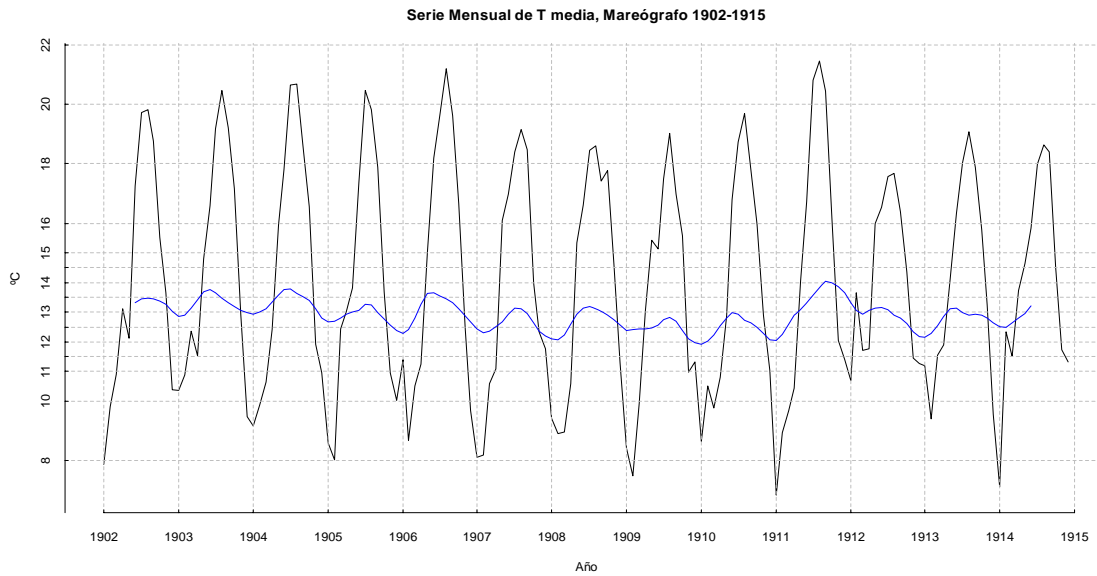


Gráfico 36: TM mensual. Mareógrafo 2ª Etapa

En general, hay coincidencia en la evolución de las temperaturas medias y sus componentes. Los máximos y mínimos se sitúan en los mismos momentos, y la presencia de fluctuaciones en invierno reproduce con detalle lo que ocurría en las series de máxima y mínima.

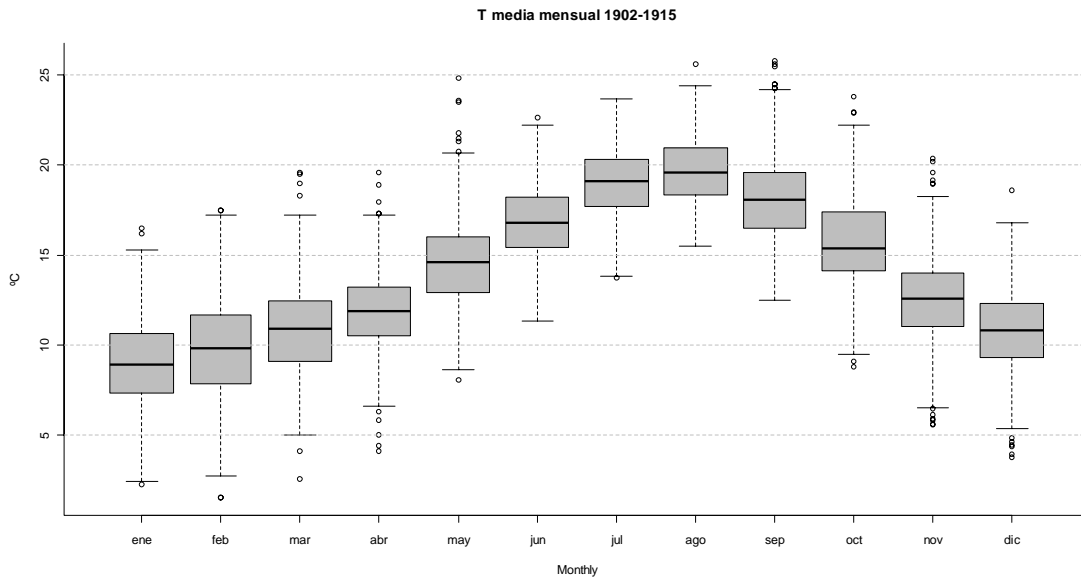


Gráfico 37: Distribución de la TM mensual. Mareógrafo 2ª Etapa

En la distribución anual se observa que las temperaturas máximas más altas han quedado moduladas por las mínimas, que sin embargo, mantienen registros con carácter extraordinariamente bajo en primavera e invierno.

Precipitación Mensual Acumulada

Los Gráficos 32 y 33 presentan la serie mensual de precipitación de la 2ª etapa del Mareógrafo. Los máximos se concentran en octubre de 1907 y 1914.

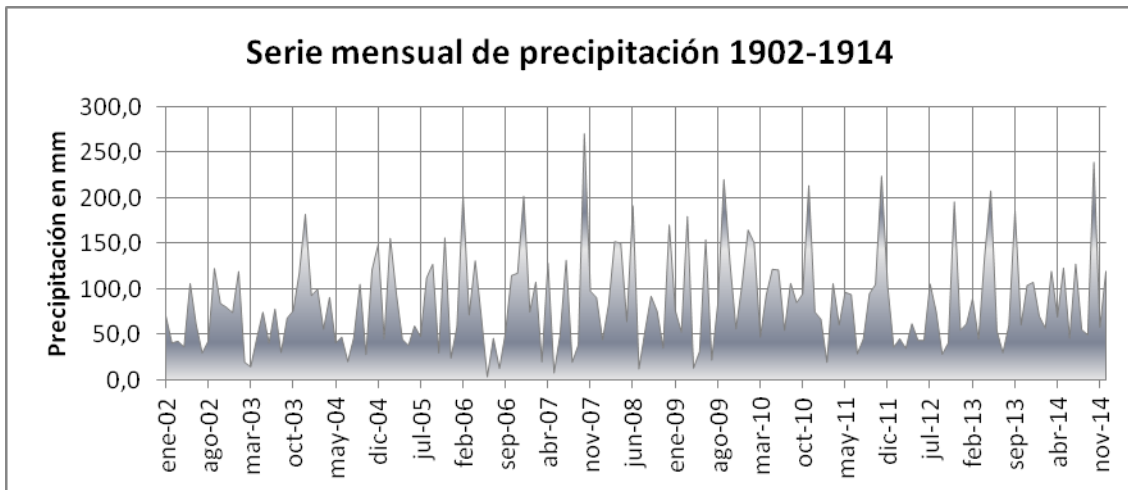


Gráfico 38: Lluvia mensual a partir del diario de observaciones del Mareógrafo de Santander 1902-1914.

Con carácter general, a lo largo de estos años, la precipitación está concentrada en los meses de febrero, septiembre, octubre y noviembre. Este último, es el que concentra más lluvia en años sucesivos.

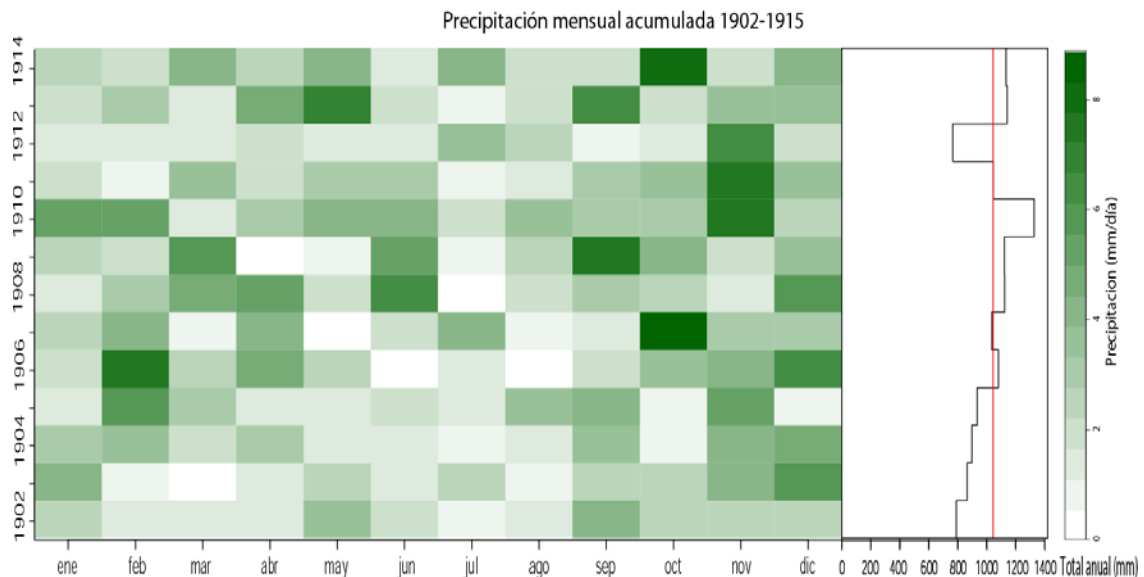


Gráfico 39: Precipitación acumulada mensual y anual. Mareógrafo 1902-1915

La serie anual está más centrada que en la primera etapa, con promedio algo superior a 1000 mm. Los primeros años son menos lluviosos que los últimos y

la lluvia está mejor repartida a lo largo del año, que se concreta en unas primaveras más lluviosas que las de la primera etapa de observaciones.

4.3. *El Observatorio Provincial de la ciudad de Santander*

En 1911 empiezan las observaciones oficiales en la capital de la provincia, dependientes del Servicio Meteorológico Nacional. En estos años iniciales, se hace cargo de la tarea el Catedrático de Física del Instituto de Primera Enseñanza de Santander, que temporalmente había trasladado la actividad docente al edificio del parque de Bomberos, en el centro de la ciudad. El cambio de localización respecto de la que ocupaba el Mareógrafo, se verá reflejado en los valores de la serie. Aparte de la altitud a la que se sitúan los instrumentos, 19,5 metros, el hecho más relevante es que se traslada unos 4 km hacia el este. Y aunque permanece próximo a la lámina de agua de la bahía, la fisonomía del entorno cambia radicalmente pasando del ambiente costero de la península, a estar plenamente integrado en el tejido urbano de la ciudad, asentado al pie de la ladera sur del relieve alargado ENE-OSO sobre el que se asienta la ciudad de Santander en esta época. Unos años más tarde, en 1919 el observatorio regresa al edificio del Instituto donde continúan las observaciones hasta 1924, cuando el Centro Meteorológico construido en el paseo del Alta (actual Av. Gral Dávila) se hace cargo de estas tareas.

Mientras que el traslado al Instituto no supone un gran contraste en las características del emplazamiento, la instalación del observatorio en el nuevo edificio del paseo del Alta proporciona unas condiciones topográficas del

entorno muy distintas. Es uno de los primeros edificios públicos que se construyen en esta zona elevada sobre la ciudad, cuyo valor principal derivaba de su posición ya que constituía una atalaya, desde la que se divisa sin obstáculos interpuestos la línea de costa, a una distancia de un par de kilómetros en dirección norte. Hacia el sur, la ladera declina por la ciudad hasta la bahía, alternando huertas con unas pocas viviendas, en un entorno que en estas fechas se incorpora progresivamente a la trama urbana de la ciudad. También hacia el sur por tanto, ofrece una visión despejada del núcleo urbano de Santander y su bahía. En el apartado 6.1.2 se ha incluido una imagen aérea oblicua, donde se puede apreciar la configuración de la ciudad y los sucesivos emplazamientos del observatorio.

Esta es la etapa plenamente documentada del observatorio, y sobre la que no nos detendremos especialmente, salvo para mencionar que el pluviómetro se sitúa a 64 metros de altitud y que el recorrido de los flujos marítimos queda libre de obstáculos hasta él. De la misma manera, el horizonte del observatorio está despejado en dirección sur hasta los relieves al otro lado de la bahía.

El último cambio de emplazamiento se produjo en 1996 y trasladó las observaciones hasta el mismo borde acantilado sobre el Cantábrico, del que le separa apenas 150 m en horizontal y a una altura de 54 metros. La inmediatez del litoral hace del observatorio un emplazamiento marítimo, sometido como está a los efectos atemperadores de la brisa, a las turbulencias del flujo ocasionadas por el contacto acantilado entre la tierra y el mar, a las nieblas de advección marina, que se extienden por el litoral y apenas penetran en tierra unas decenas o a lo sumo centenares de metros, y en fin, a efectos que son comunes, o así pueden esperarse, de estaciones de observación situadas en faros, cabos, o acantilados marinos¹⁰⁵.

105 ESCOURROU G.(1981): Climat et environnement: les facteurs locaux du climat. Paris, Masson.

5. Series de referencia para Santander y Reinos

5.1. *Elaboración de un conjunto de datos mensuales sin lagunas*

Como se ha expuesto en el Capítulo 3, la serie de referencia se obtiene de la combinación ponderada de los datos de un conjunto de estaciones cercanas y permite conseguir un registro climático continuo y sin lagunas, representativo del ambiente climático del área de procedencia de los observatorios. Además, la combinación de diferentes registros suaviza o diluye en la serie de referencia las posibles heterogeneidades presentes en cada una de las series utilizadas, achacables al desplazamiento de la estación, errores instrumentales o sistemáticos de medida y otros, puesto que suponemos que dichos errores estarán distribuidos de forma aleatoria en el amplio conjunto de series involucradas. Así que podemos esperar que la serie de referencia así construida resulte climáticamente homogénea.

Detallamos también en el mismo Capítulo 3 que tomaremos los datos ponderados en función inversa de la distancia al cuadrado, favoreciendo que los observatorios más cercanos, a los que se les supone mayor afinidad climática, contribuyan en mayor proporción a conformar la serie de referencia.

En las páginas siguientes mostraremos a través de un conjunto de gráficos, el resultado de la elaboración de las series de Precipitación y Temperaturas de Reinosa y Santander por el procedimiento detallado. Antes, en las tablas que se incluyen a continuación, se indica el resultado de los test estadísticos aplicados a la variable Precipitación en los distintos rangos temporales.

Sobre las series de Santander es necesario aclarar que habíamos tomado como serie de referencia la que resultaba de rellenar las lagunas temporales de la serie de Santander Centro, que es el emplazamiento más duradero del observatorio provincial entre 1924 y 1996. Las series de Precipitación están referidas a ese observatorio. Las de Temperatura sin embargo, presentaban una fuerte tendencia final y otras deficiencias que recomendaban tomar una alternativa como serie de referencia. En el Apartado 6.1 discutimos la conveniencia de elegir Santander Ojáiz como serie de referencia para las temperaturas.

Por tanto, las series que nombramos como Santander son series de referencia, las de Precipitación están referidas a las observaciones de Santander Centro, y las de Temperatura a Santander Ojáiz.

Cuadro 1: Resultado del test de Pettitt aplicado a las series de precipitación

Resultados del test de Pettitt aplicado a las Series anual, mensual y estacional de precipitación de Santander y Reinosa				
	Santander		Reinosa	
	Valor máximo	Año	Valor máximo	Año
Anual	568	1948	809	1944
Enero	424	1938	392	1960
Febrero	284	1989	661	1944
Marzo	539	1957	504	1980
Abril	718	1963	324	1970
Mayo	392	1985	371	1968
Junio	532	1973	483	1959
Julio	378	1970	416	1945
Agosto	323	1979	344	1967
Setiembre	541	1976	303	1936
Octubre	426	1962	341	1940
Noviembre	332	1955	449	1955
Diciembre	482	1982	377	1938

El umbral del estadístico de Pettitt para una muestra de 100 elementos es de **677** y **841** para niveles de significación $\alpha=0,05$ y $\alpha=0,01$ respectivamente.

En el caso de Santander puede decirse que las series de precipitación no presentan rupturas.

En el caso de Reinosa, la serie de la precipitación de Invierno supera ampliamente el límite del test. El año de ruptura corresponde a 1956, el más frío de la serie anual. Podría pensarse que la ruptura estuviera relacionada con la transformación de la nieve caída en precipitación líquida, pero los

valores de precipitación del invierno de este año son moderadamente altos. La serie temporal de invierno sí sugiere una disminución progresiva de la precipitación a partir de esta fecha.

El Cuadro 2 contiene los valores del test de von Neumann aplicados a las series anual, mensual y estacional de precipitación. La prueba requiere que la distribución de la variable se aproxima a una normal, como pone de manifiesto los resultados del contraste de normalidad con la prueba *KS* que figuran en el Cuadro 3. Los resultados constatan sin embargo, que las series así construidas no siempre son absolutamente homogéneas. En el caso de la serie de precipitación anual de Reinosa, bastaría con corregir la serie a partir de 1944, para pasar el test.

Respecto de la tendencia, puede decirse que las series así construidas no presentan tendencia significativa, aunque en los correlogramas de las series anuales pueden apreciarse indicios de tendencias alternantes.

Cuadro 2: Test de von Neumann aplicado a las series de precipitación

	Valor del estadístico	
	Santander	Reinosa
Anual	1.32	1.41
Enero	2.01	1.79
Febrero	1.58	2.09
Marzo	1.88	0.98
Abril	2.01	2.08
Mayo	1.83	1.61
Junio	1.02	1.54
Julio	2.02	1.26
Agosto	2.05	1.55
Setiembre	2.02	1.97
Octubre	1.70	1.63
Noviembre	1.40	1.62
Diciembre	1.76	2.10

Cuadro 3: Test de normalidad (*KS*) y de tendencia (*Mann-Kendall*) aplicados a las series de precipitación

	Santander				Reinosa			
	Normalidad		Tendencia		Normalidad		Tendencia	
	D	p-valor	tau	p-valor	D	p-valor	tau	p-valor
Anual	0.07	0.71	0.06	0.40	0.09	0.46	-0.10	0.13
Enero	0.11	0.16	0.01	0.86	0.13	0.09	-0.02	0.76
Febrero	0.09	0.40	0.00	0.96	0.10	0.30	-0.11	0.10
Marzo	0.07	0.77	0.03	0.70	0.10	0.22	-0.10	0.12
Abril	0.08	0.49	0.09	0.19	0.06	0.80	-0.01	0.85
Mayo	-0.02	0.77	0.02	0.83	0.01	0.88	0.07	0.57
Junio	0.18	0.99	-0.08	0.26	0.12	0.12	-0.08	0.25
Julio	0.11	0.15	-0.02	0.77	0.11	0.17	-0.01	0.86
Agosto	0.10	0.26	0.00	0.96	0.13	0.07	0.00	1.00
Setiembre	0.09	0.44	-0.03	0.63	0.12	0.09	0.01	0.91
Octubre	0.10	0.29	-0.03	0.68	0.14	0.05	-0.00	0.96
Noviembre	0.10	0.28	0.03	0.68	0.09	0.35	0.04	0.60
Diciembre	0.11	0.16	-0.00	0.92	0.09	0.45	0.35	0.56

A la vista de estos resultados, puede afirmarse que en conjunto la serie de precipitación acumulada anual y las series mensuales presentan unos valores aceptables de independencia, normalidad y tendencia, sin puntos de ruptura en las distintas series. La falta de homogeneidad absoluta que pone de manifiesto el test de von Neumann especialmente en las series mensuales, puede deberse a que la precipitación acumulada mensual se ajusta en ocasiones con dificultad a una distribución normal. Las series de precipitación acumulada estacional, obtienen valores más aceptables. La serie anual de Reinosá queda también por debajo del umbral.

5.2. La serie de referencia de Precipitación de Santander

La serie de precipitación refleja principalmente las condiciones de la precipitación en el observatorio que se identifica como Santander Centro y corresponde al situado en el Paseo del Alta, entre 1923 y 1996. Las series no presentan tendencias significativas ni signos de ruptura, a pesar de la posible influencia que la urbanización del entorno hubiera podido tener a partir de los años setenta. Los máximos de la serie que se localizan en esta década, también están presentes en las series de otros observatorios situados en torno a la ciudad.

5.2.1. Precipitación acumulada anual. Santander 1900-2000

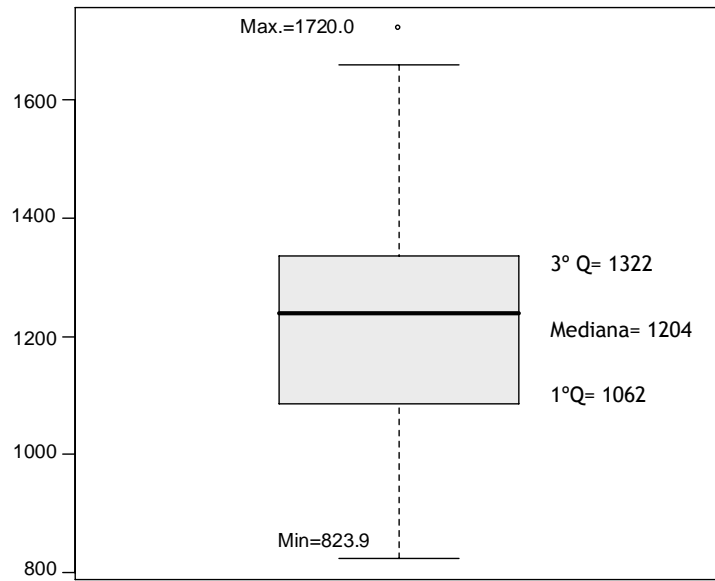
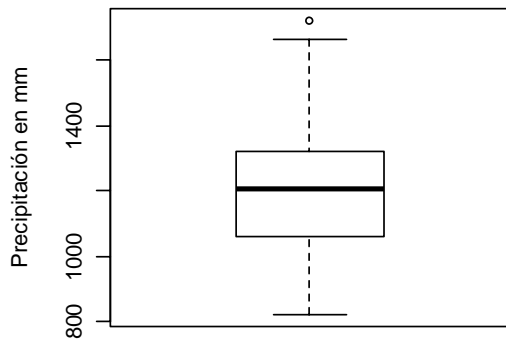
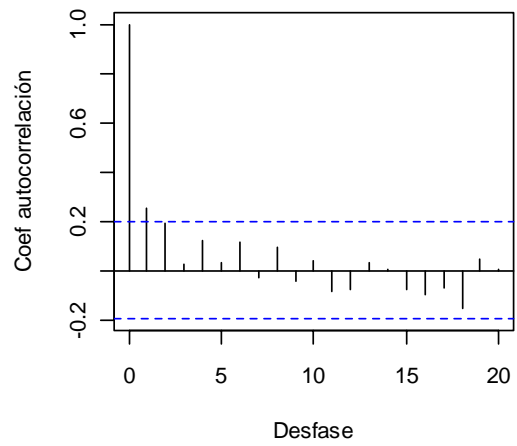


Gráfico 40: Serie de Precipitación acumulada anual de Santander homogénea, 1900-2000

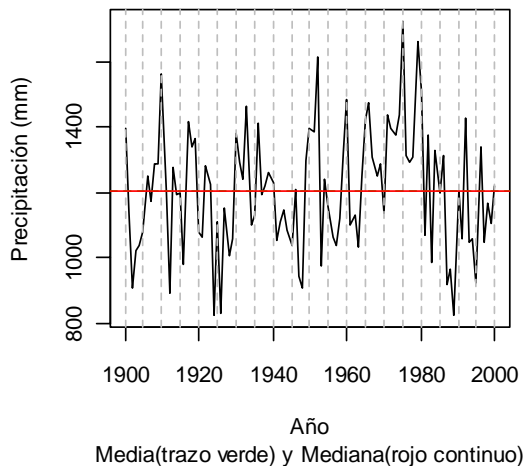
Acumulada Anual



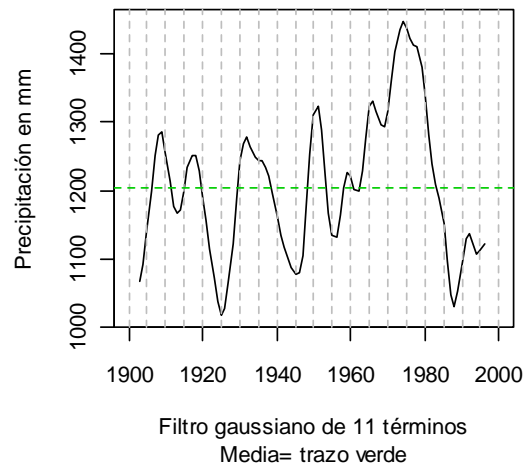
Acumulada Anual



Acumulada Anual

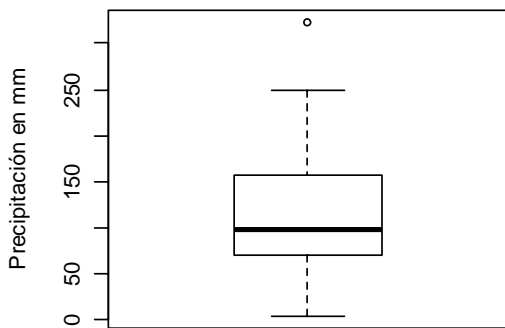


Acumulada Anual

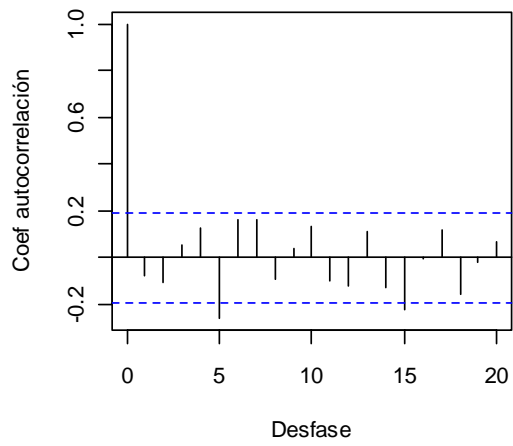


5.2.2. Precipitación acumulada mensual. Santander 1900-2000

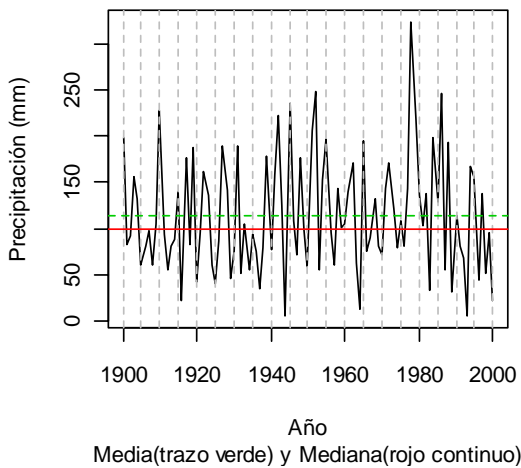
Enero



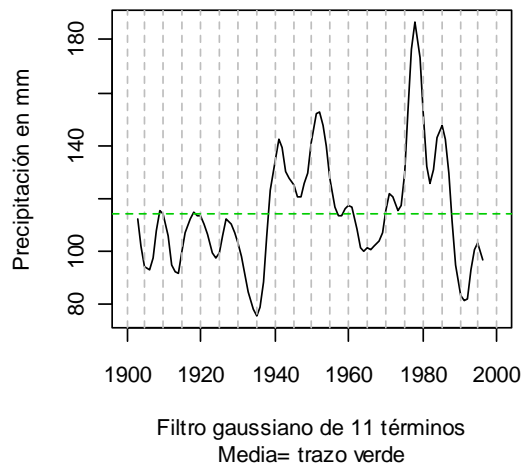
Enero



Enero

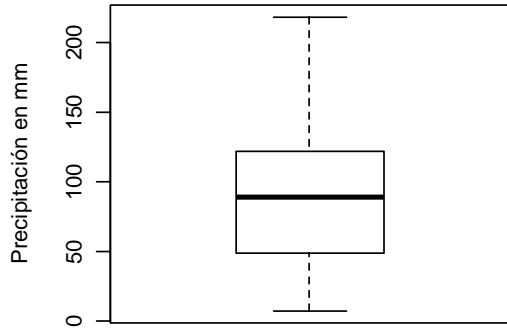


Enero

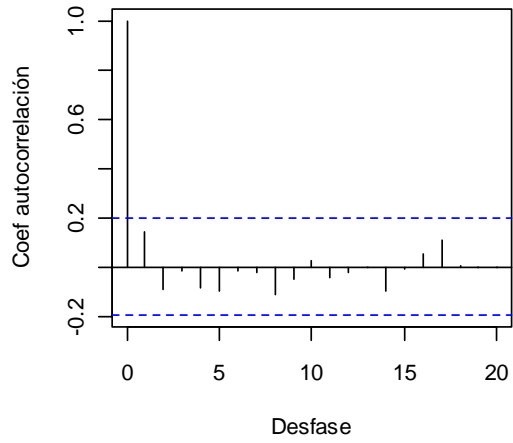


SANTANDER

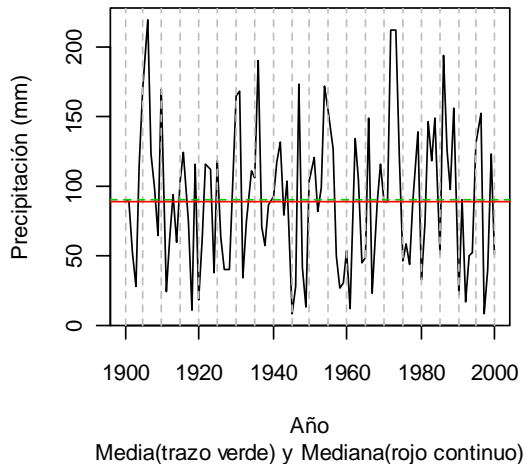
Febrero



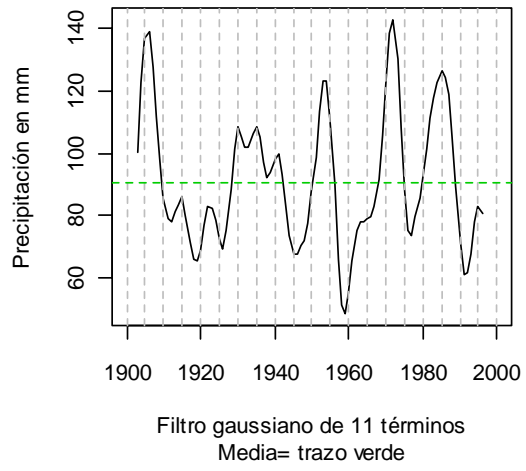
Febrero



Febrero

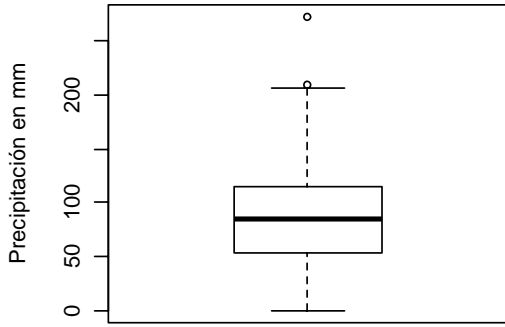


Febrero

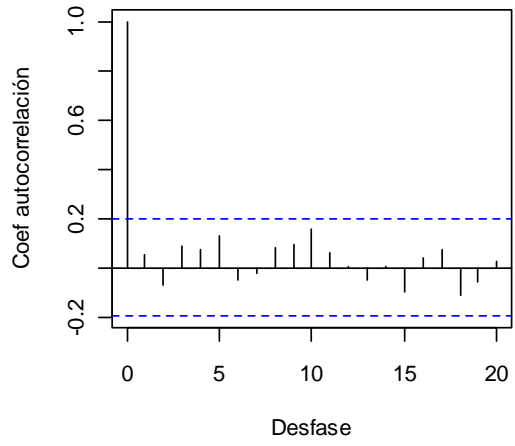


SANTANDER

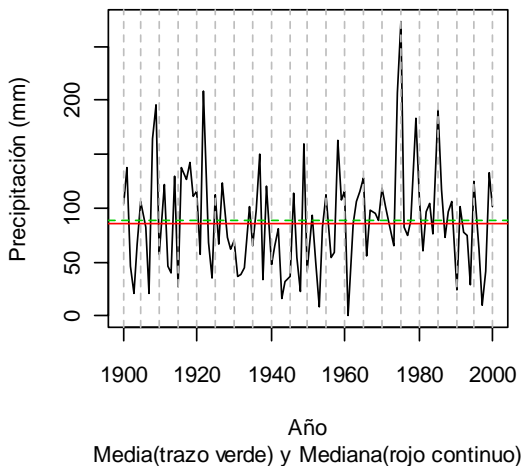
Marzo



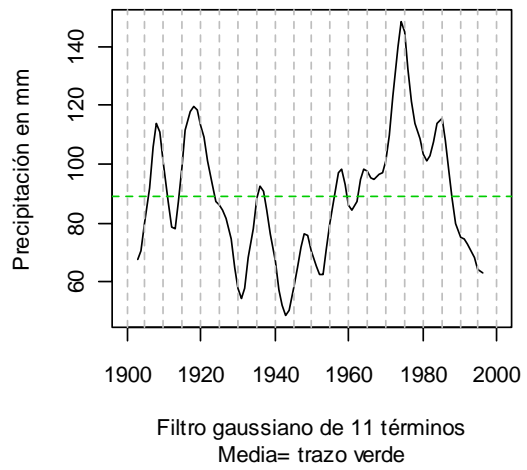
Marzo



Marzo

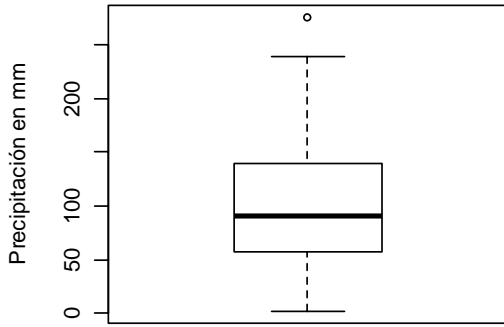


Marzo

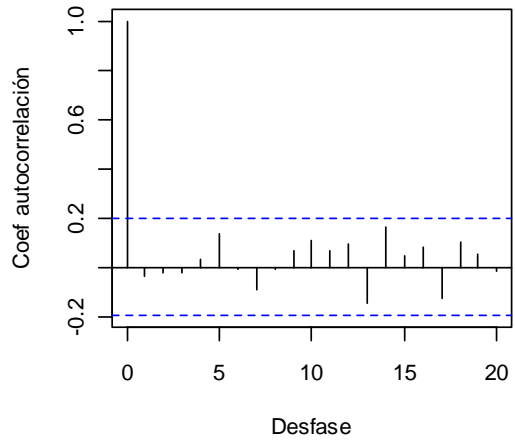


SANTANDER

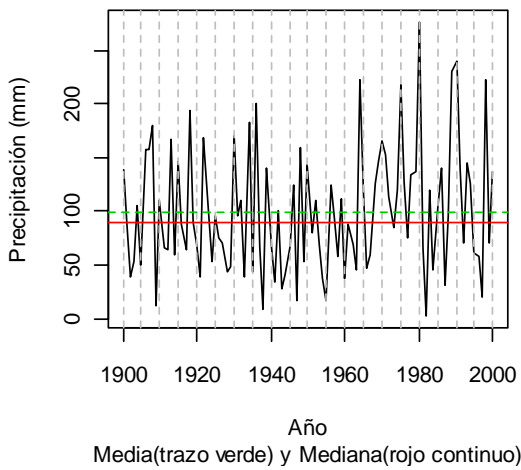
Abril



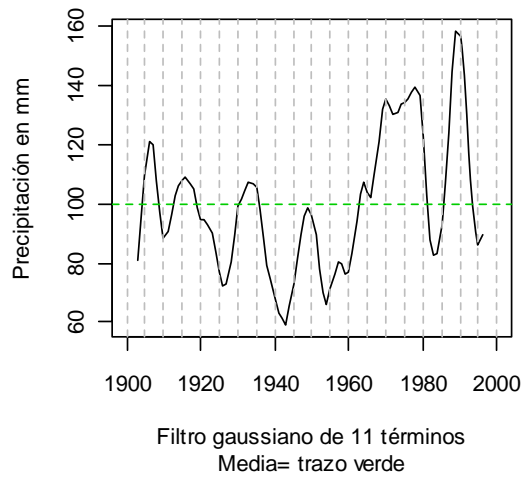
Abril



Abril

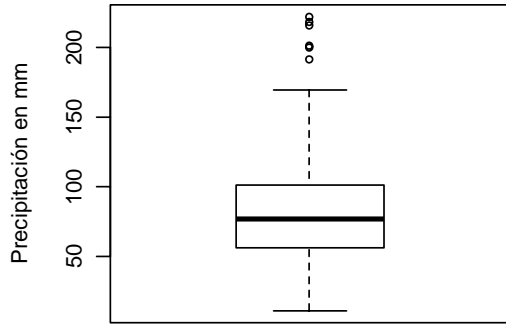


Abril

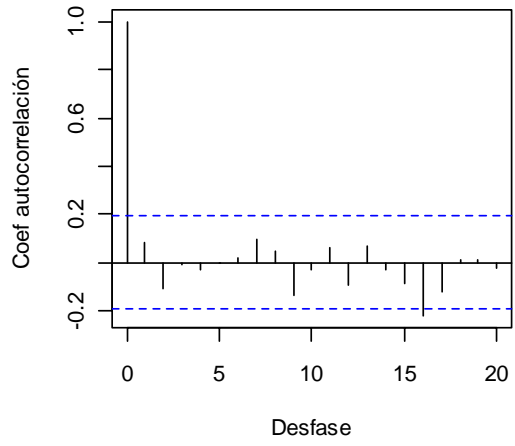


SANTANDER

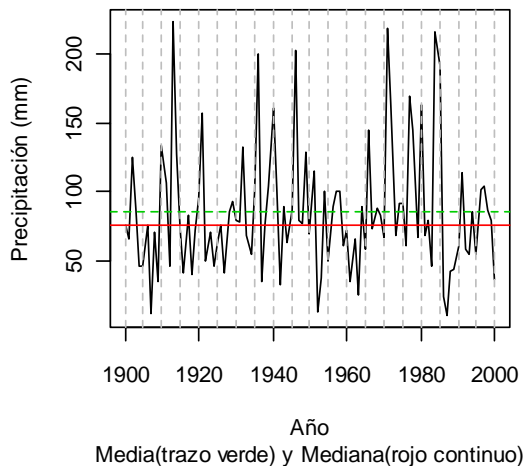
Mayo



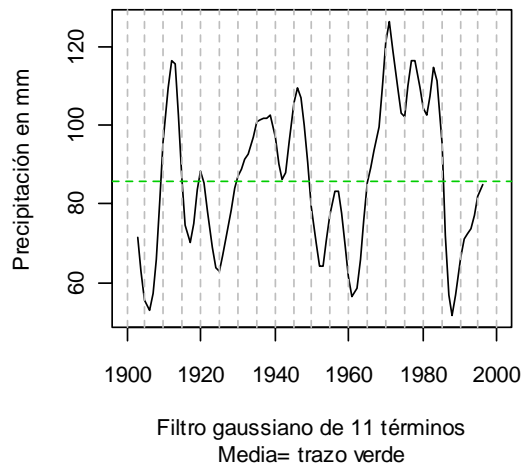
Mayo



Mayo

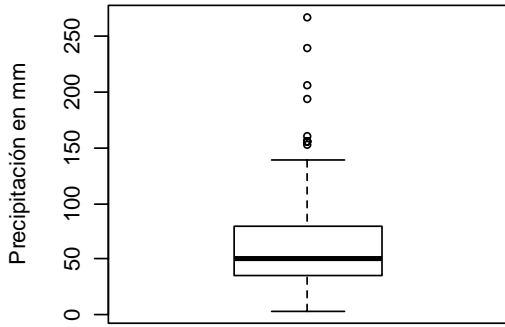


Mayo

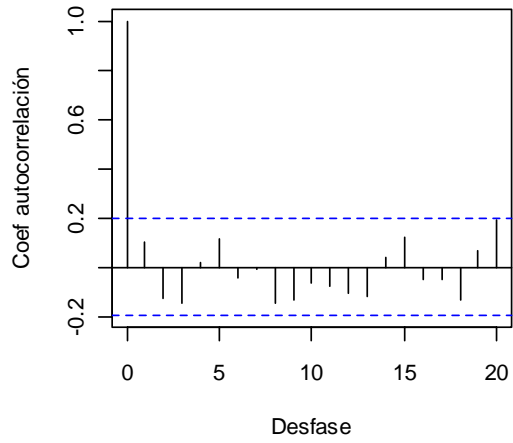


SANTANDER

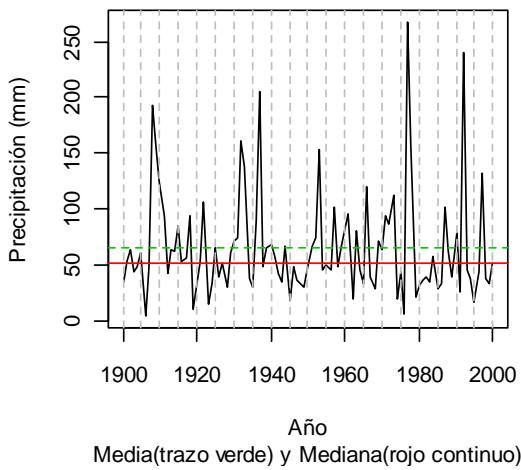
Junio



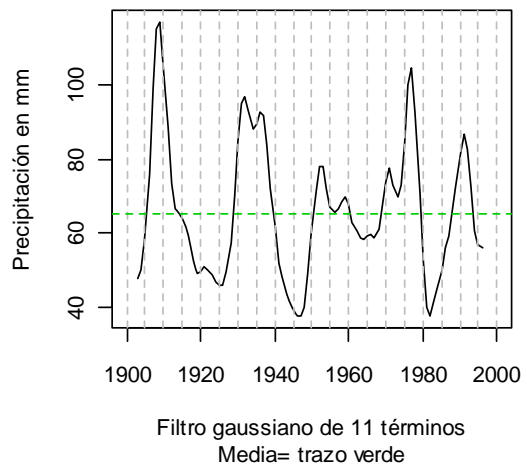
Junio



Junio

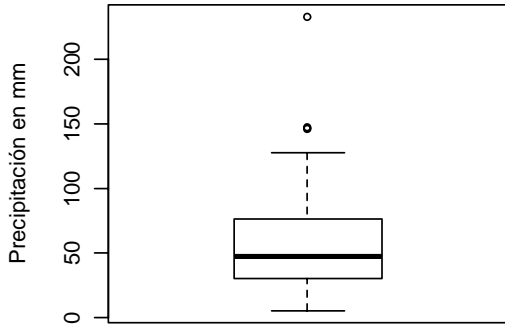


Junio

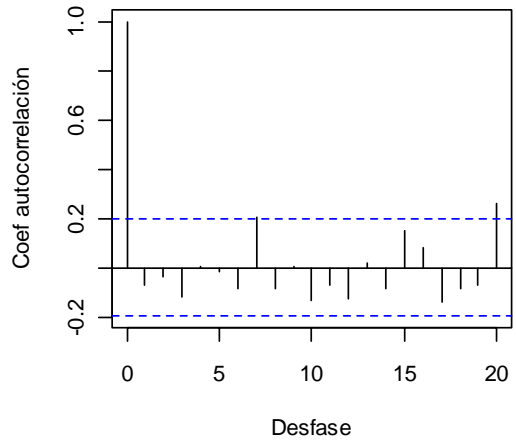


SANTANDER

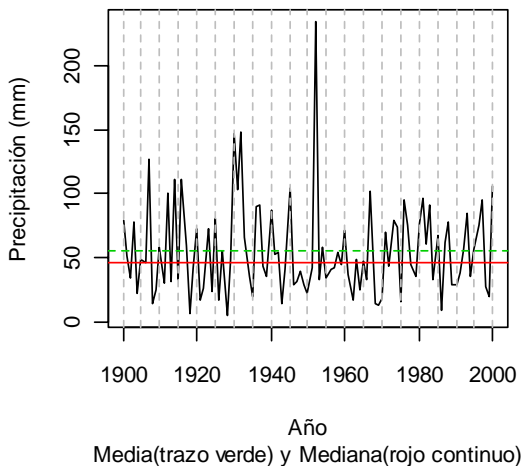
Julio



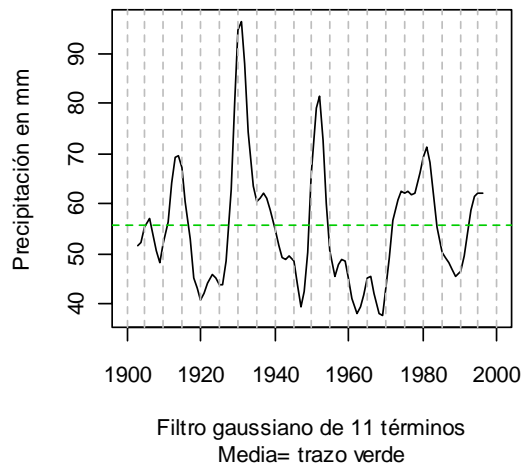
Julio



Julio

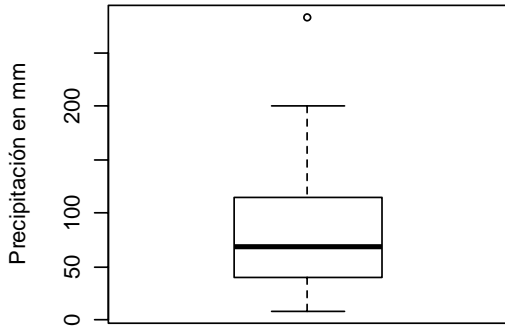


Julio

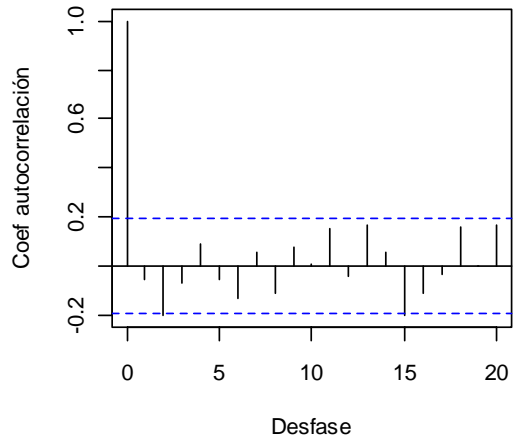


SANTANDER

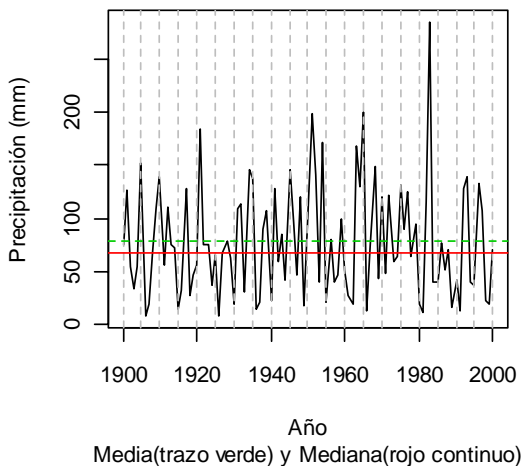
Agosto



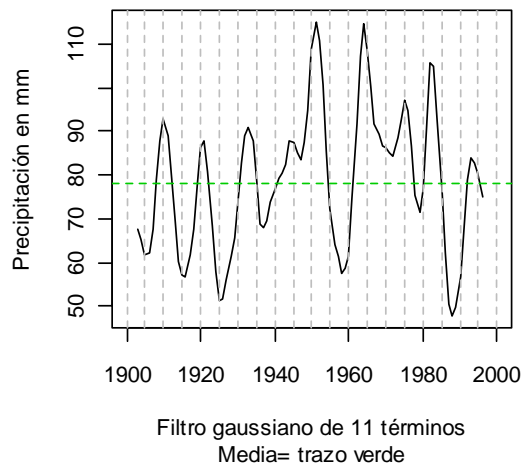
Agosto



Agosto

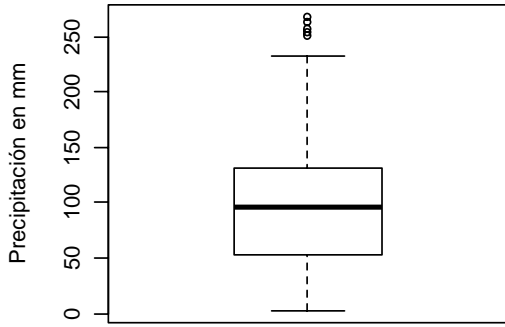


Agosto

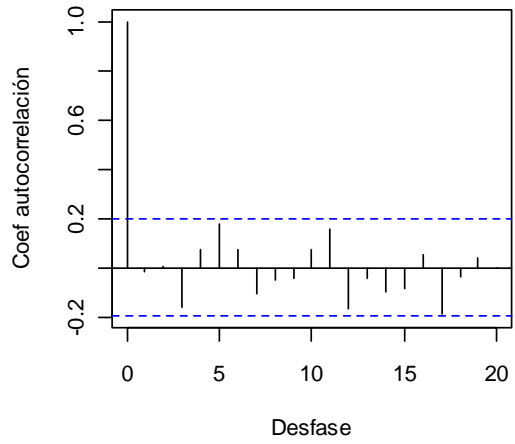


SANTANDER

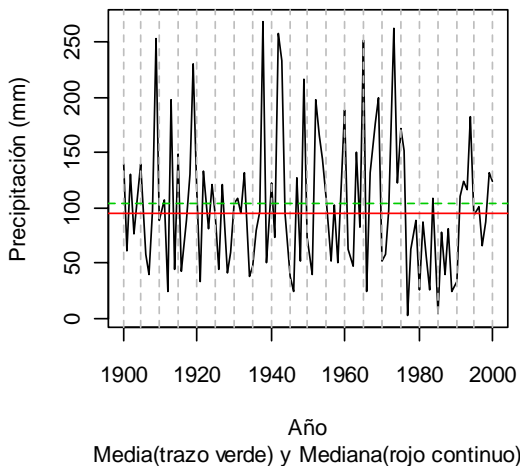
Setiembre



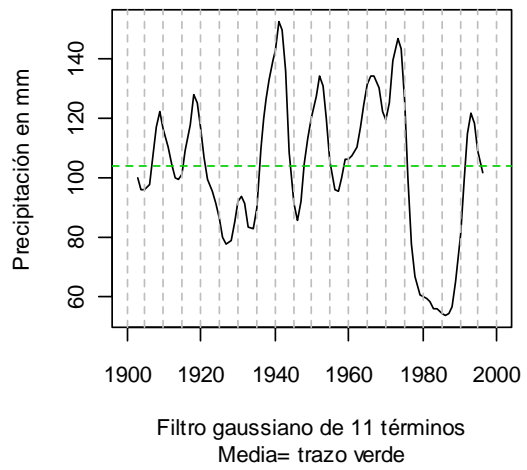
Setiembre



Setiembre

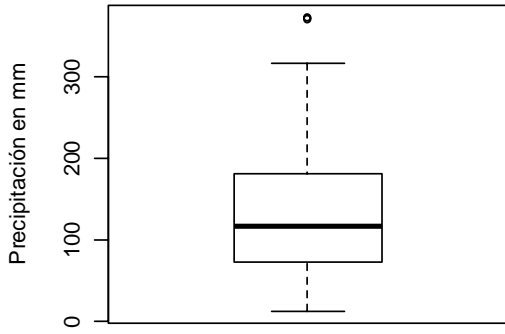


Setiembre

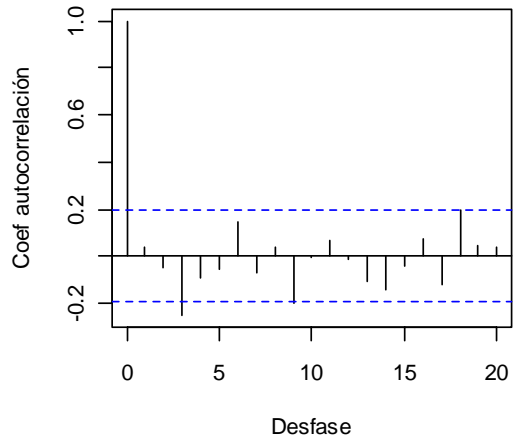


SANTANDER

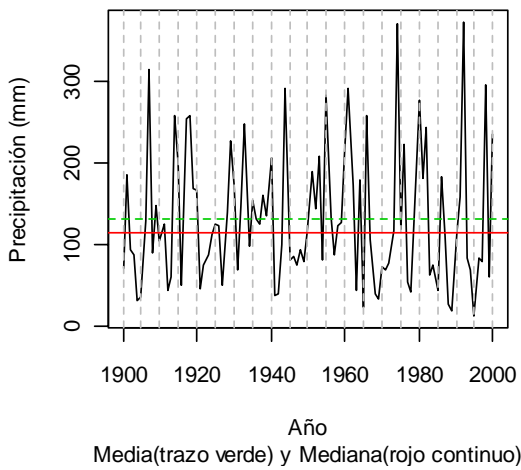
Octubre



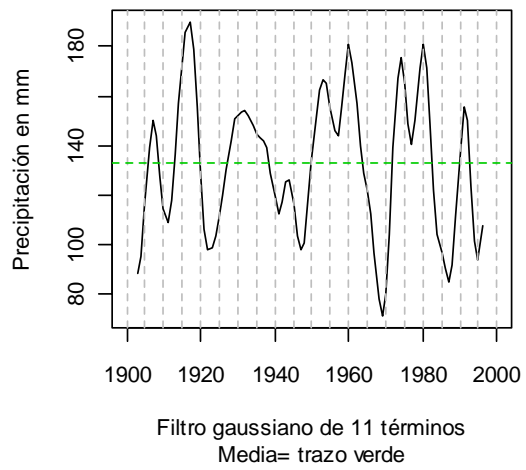
Octubre



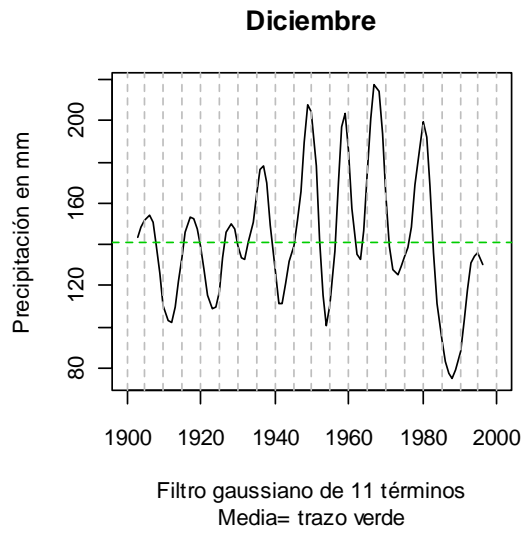
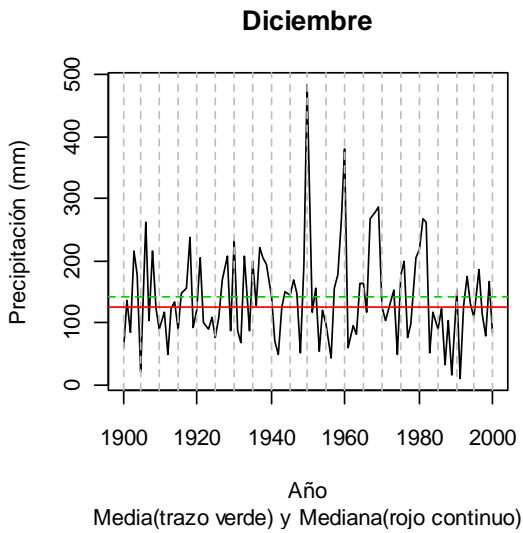
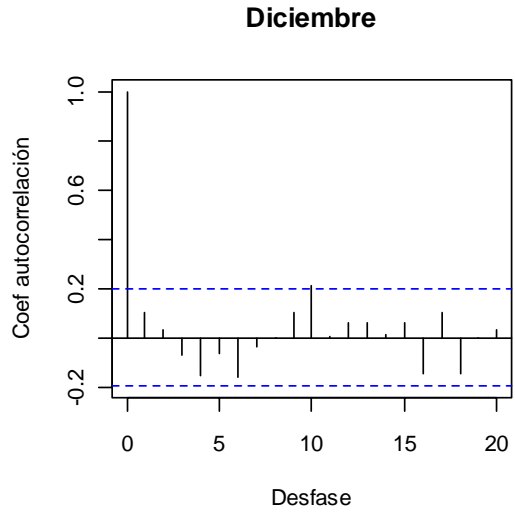
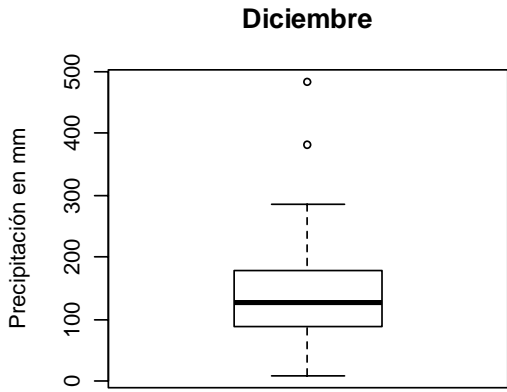
Octubre



Octubre

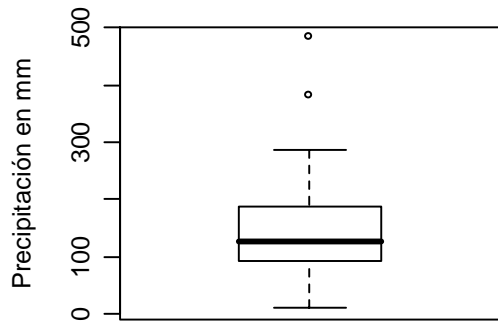


SANTANDER

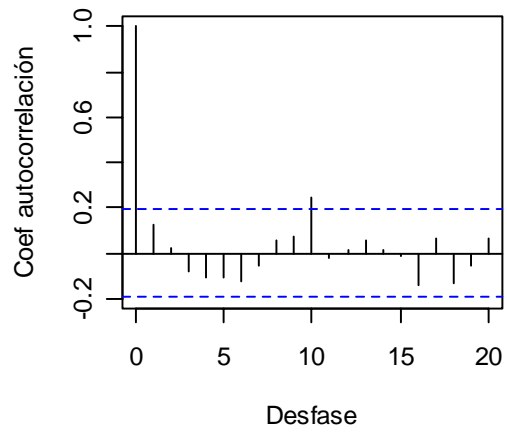


SANTANDER

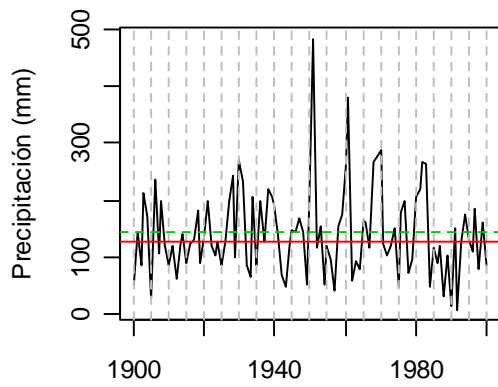
Diciembre



Diciembre

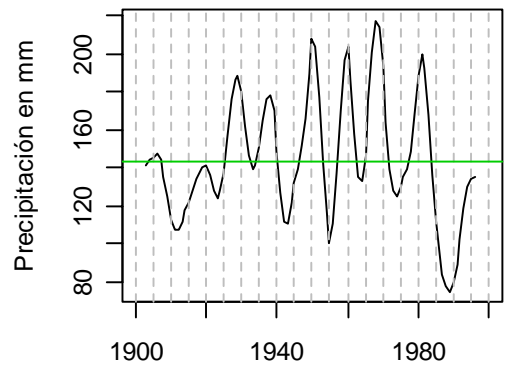


Diciembre



Media(verde) y Mediana(rojo)

Diciembre



Filtro gaussiano de 11 términos
Media=linea verde

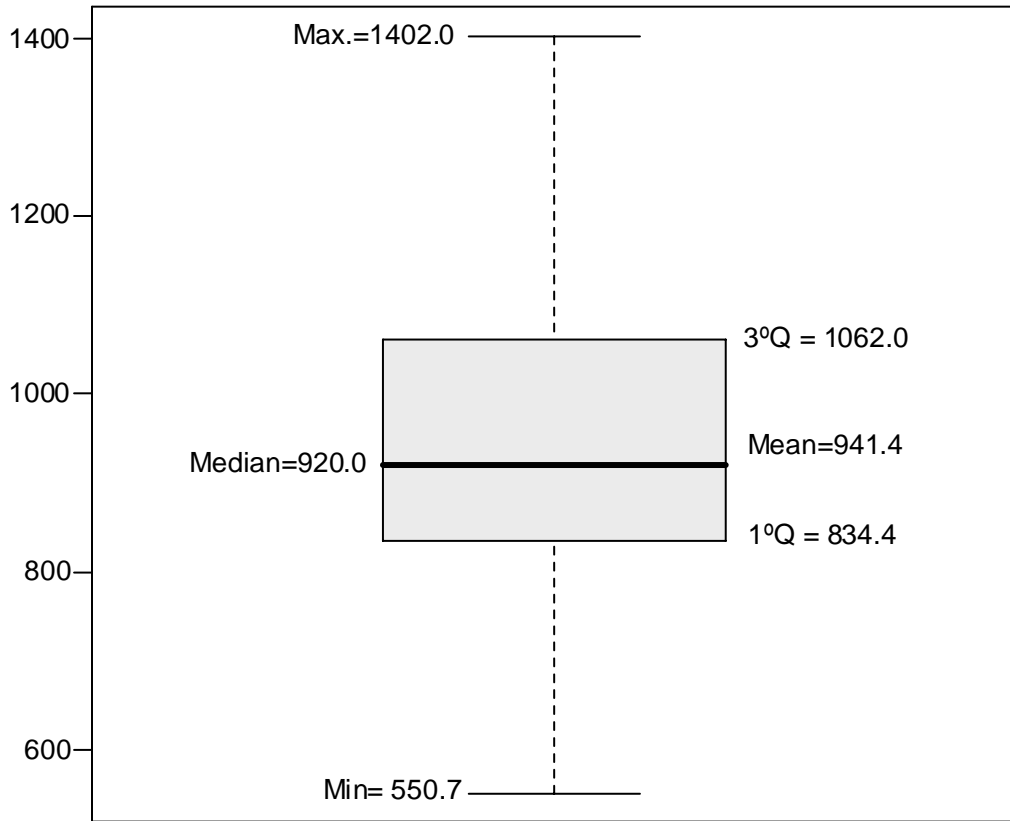
5.3. La serie de referencia de Precipitación de Reinosa

Presentamos a continuación la serie de precipitación de Reinosa, obtenida a partir del relleno de los valores mensuales ausentes mediante la interpolación espacial de las series próximas.

Los resultados obtenidos con las series mensuales resultan aceptables al nivel de significación $\alpha=0,01$. Sin embargo, el valor supera los test con $\alpha=0,05$. No hemos encontrado evidencias que justifiquen la rotura de la serie anual en este punto, por lo que a falta del análisis de los datos diarios, nos inclinamos por presentar la serie como está. Como dijimos, bastaría con corregir la serie anual a partir de la fecha de corte para tener una serie absolutamente homogénea. En el correlograma de la serie anual, como ocurre en la serie de Santander, se aprecia cierta autocorrelación, probablemente inducida por la tendencia natural de la serie, aunque estadísticamente no parece significativa a juzgar por los resultados del test de Mann-Kendall. Para el análisis de la tendencia, bastaría diferenciar la serie anual, y estudiar la serie de las diferencias entre valores consecutivos. En esta nueva serie, el valor máximo del estadístico de Pettitt desciende hasta 141 y el p-valor del test de Mann-Kendall sube hasta 0,97.

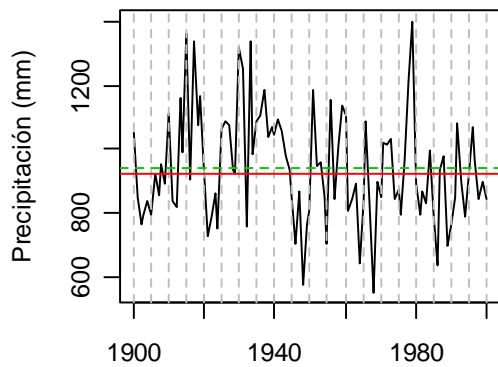
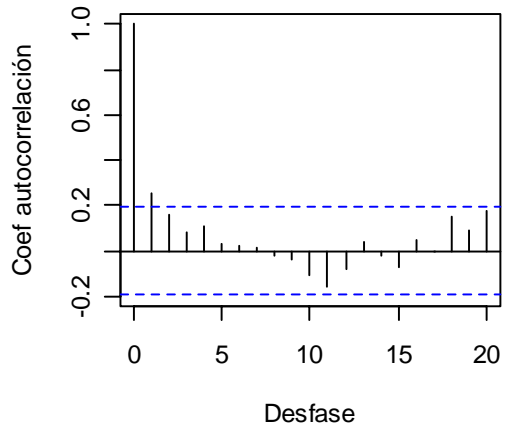
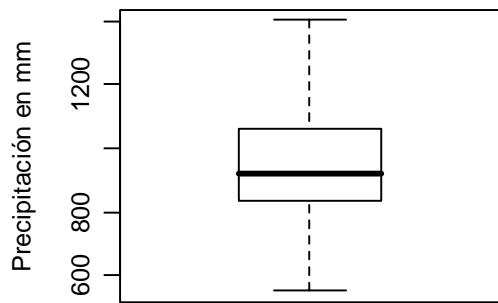
5.3.1. Precipitación acumulada anual Reinosa 1900-2000

Figura 17: REINOSA 1900 2000. Serie de precipitación anual acumulada

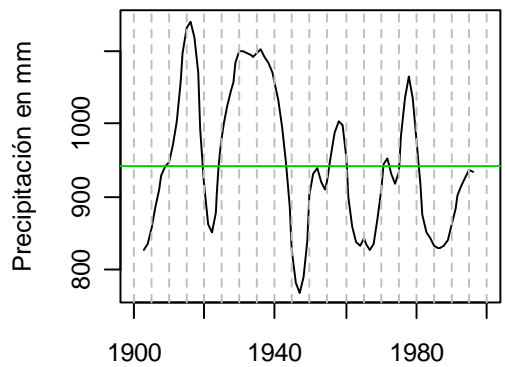


REINOSA

SERIE ANUAL DE PRECIPITACIÓN



Media(verde) y Mediana(rojo)

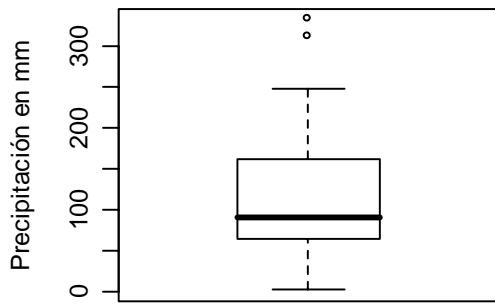


Filtro gaussiano de 11 términos
Media=linea verde

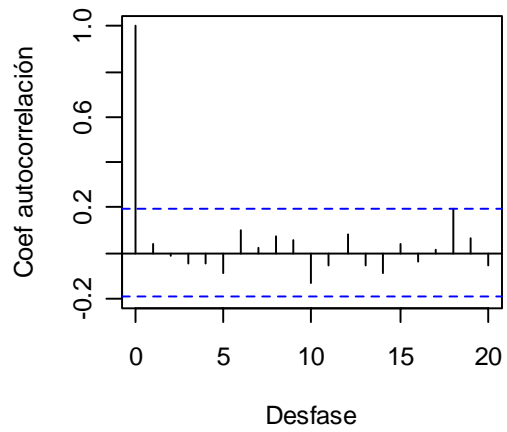
5.3.2. Precipitación acumulada mensual. Reinosa 1900-2000

REINOSA

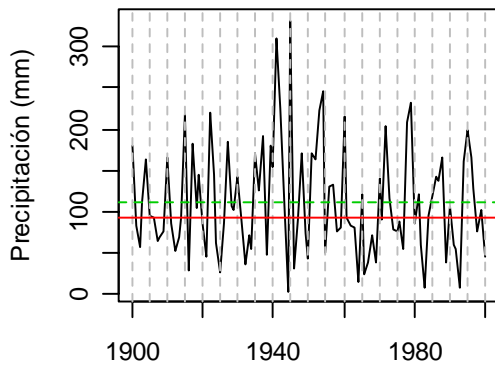
Enero



Enero

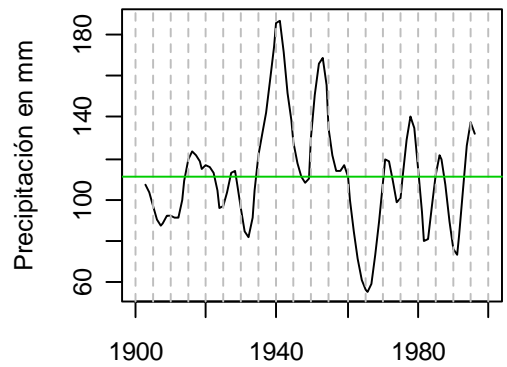


Enero



Media(verde) y Mediana(rojo)

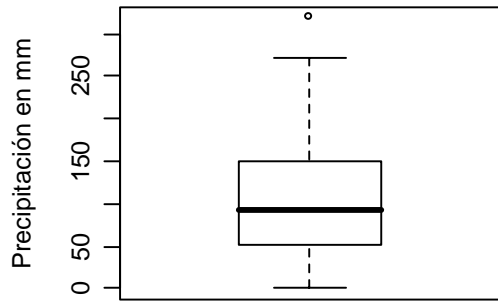
Enero



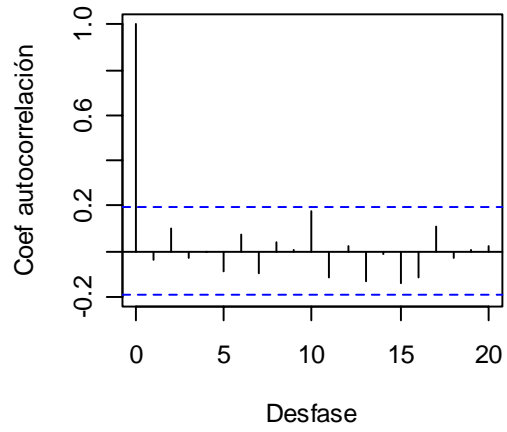
Filtro gaussiano de 11 términos
Media=linea verde

REINOSA

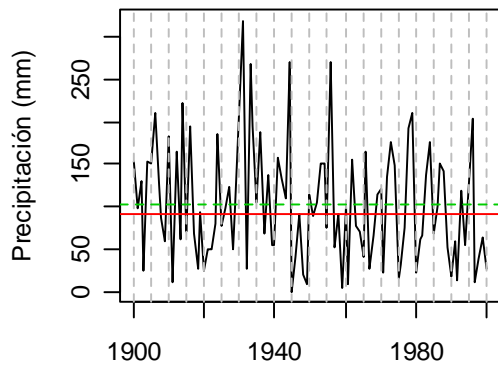
Febrero



Febrero

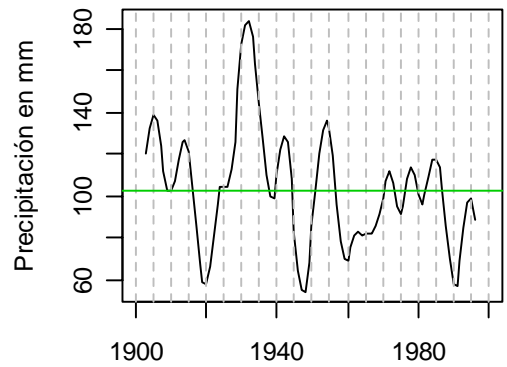


Febrero



Media(verde) y Mediana(rojo)

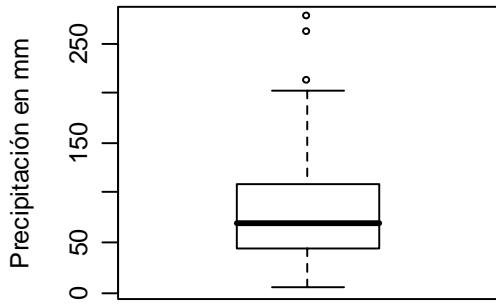
Febrero



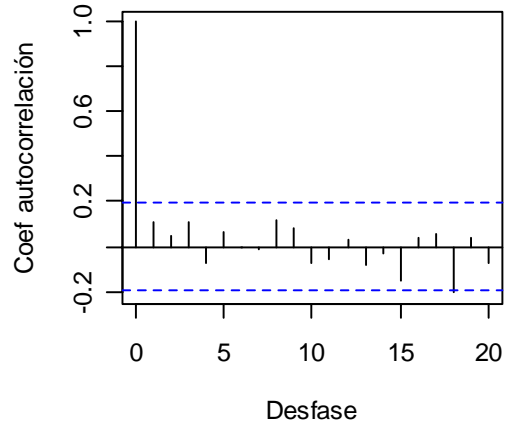
Filtro gaussiano de 11 términos
Media=linea verde

REINOSA

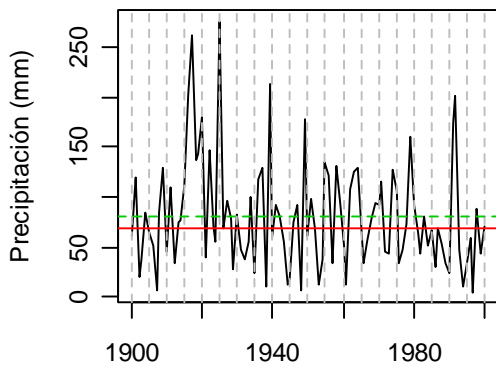
Marzo



Marzo

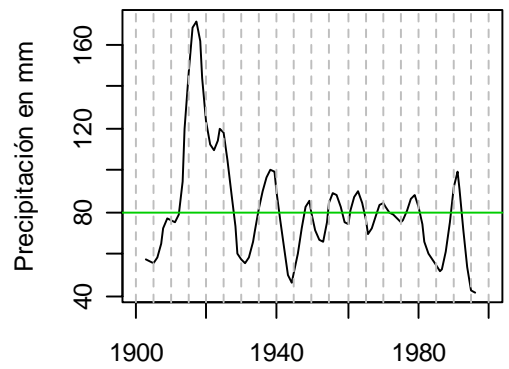


Marzo



Media(verde) y Mediana(rojo)

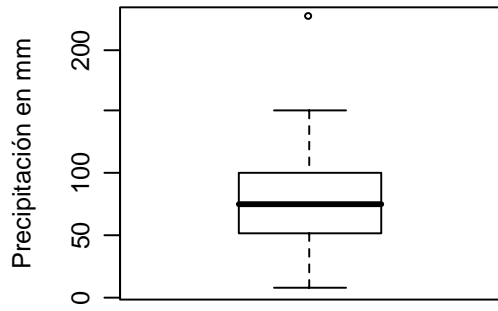
Marzo



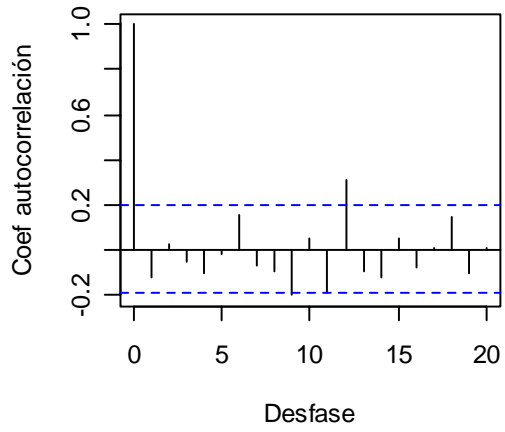
Filtro gaussiano de 11 términos
Media=línea verde

REINOSA

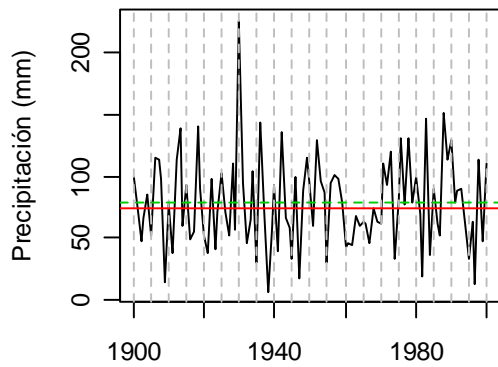
Abril



Abril

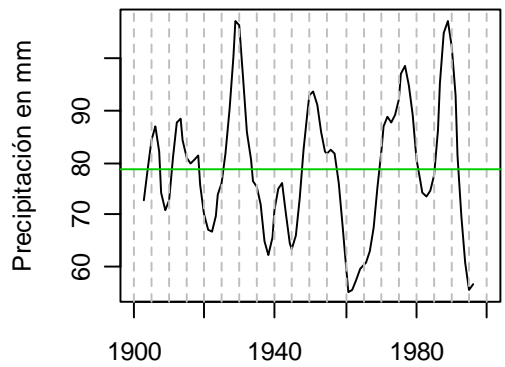


Abril



Media(verde) y Mediana(rojo)

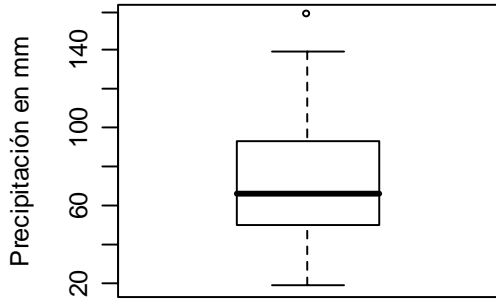
Abril



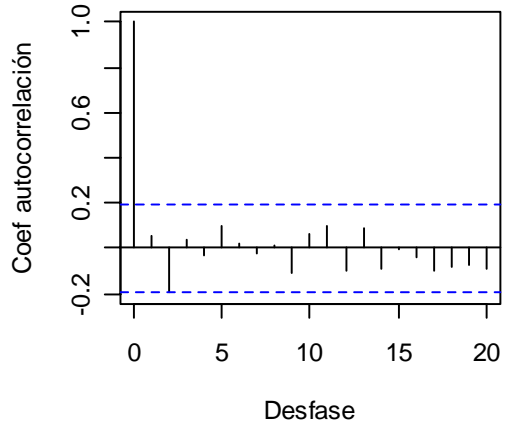
Filtro gaussiano de 11 términos
Media=linea verde

REINOSA

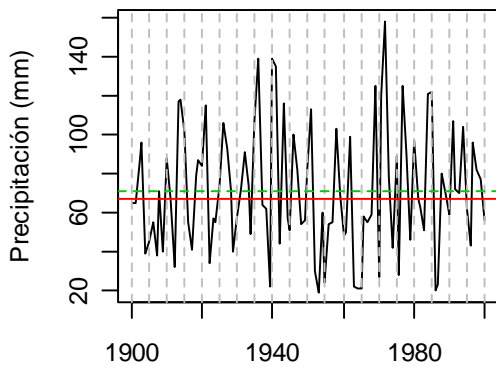
Mayo



Mayo

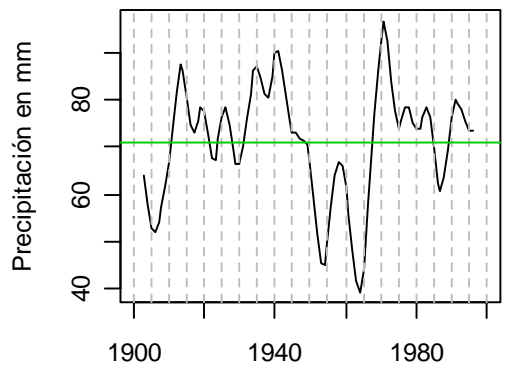


Mayo



Media(verde) y Mediana(rojo)

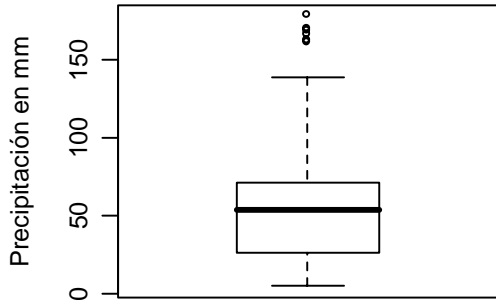
Mayo



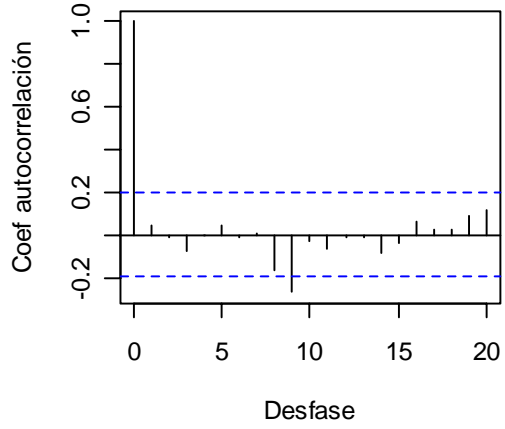
Filtro gaussiano de 11 términos
Media=linea verde

REINOSA

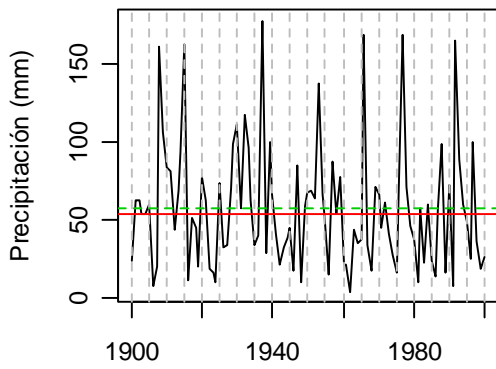
Junio



Junio

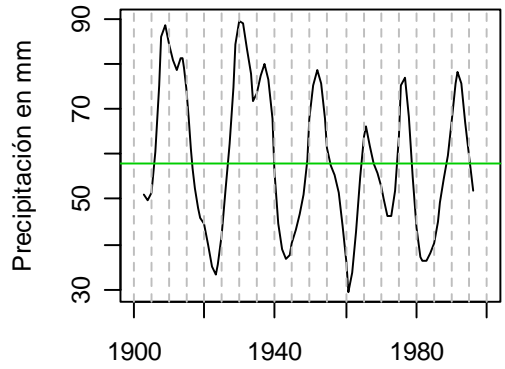


Junio



Media(verde) y Mediana(rojo)

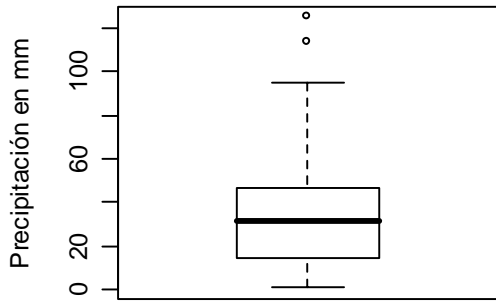
Junio



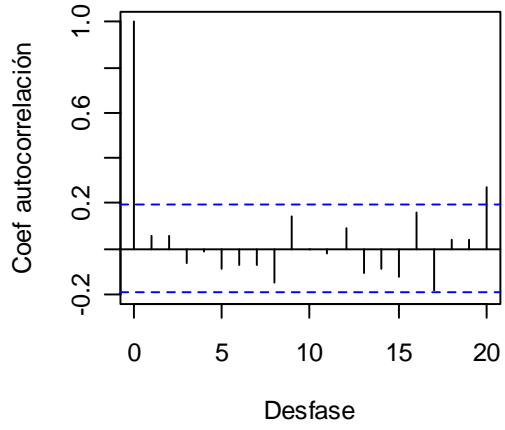
Filtro gaussiano de 11 términos
Media=linea verde

REINOSA

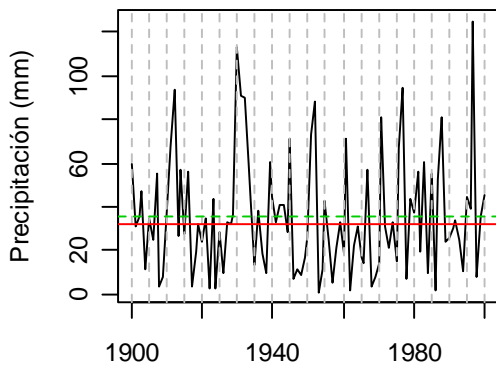
Julio



Julio

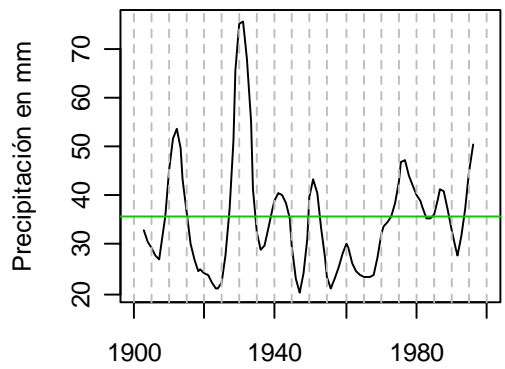


Julio



Media(verde) y Mediana(rojo)

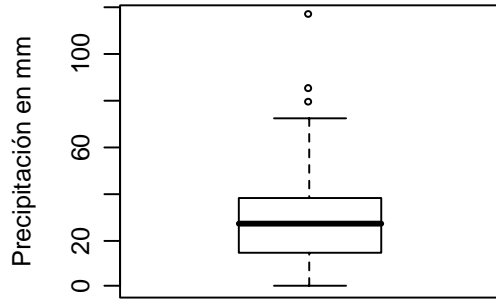
Julio



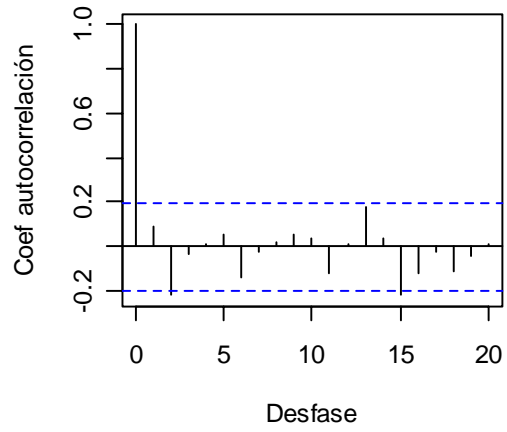
Filtro gaussiano de 11 términos
Media=linea verde

REINOSA

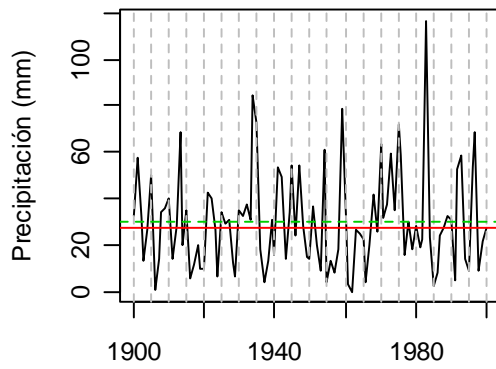
Agosto



Agosto

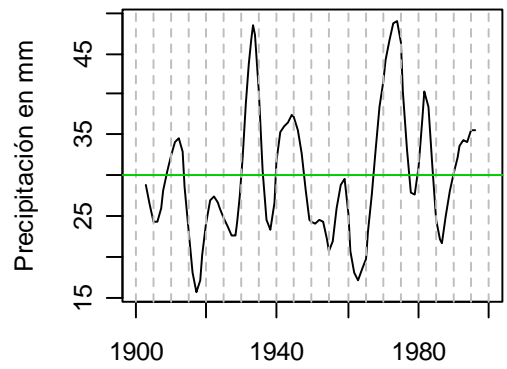


Agosto



Media(verde) y Mediana(rojo)

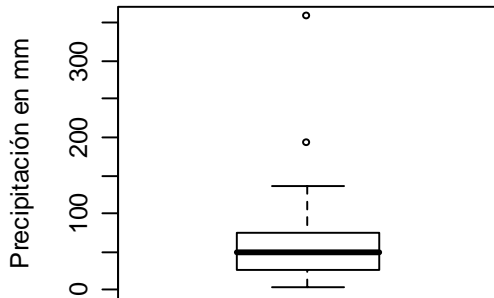
Agosto



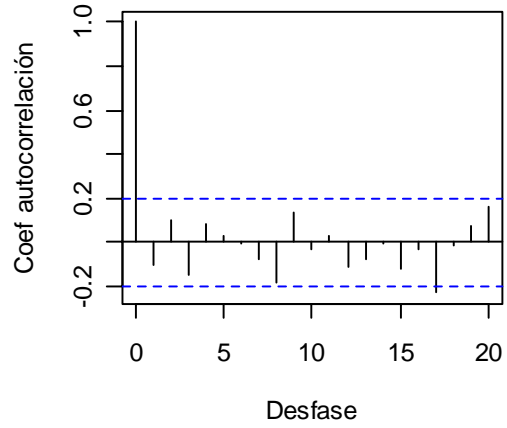
Filtro gaussiano de 11 términos
Media=linea verde

REINOSA

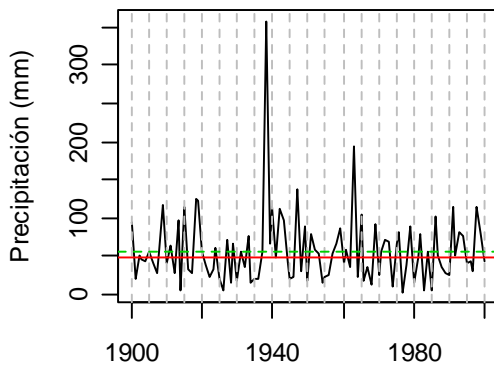
Septiembre



Septiembre

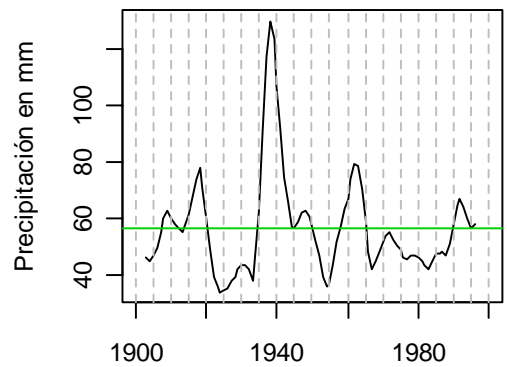


Septiembre



Media(verde) y Mediana(rojo)

Septiembre

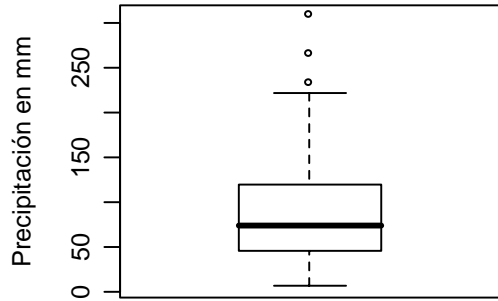


Filtro gaussiano de 11 términos
Media=línea verde

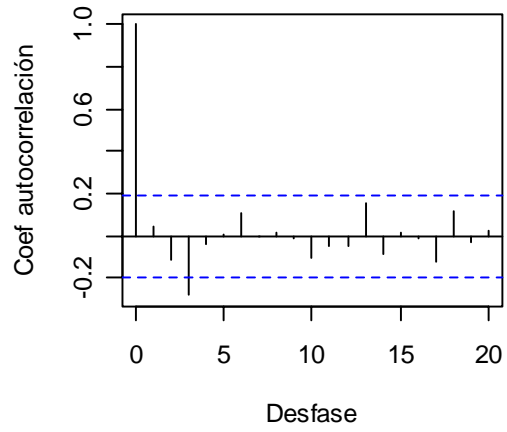
Septiembre de 1938 es el más lluvioso de la serie. 101 mm se recogieron el día 10, y entre los días 9 y 11 se totalizaron 196 mm.

REINOSA

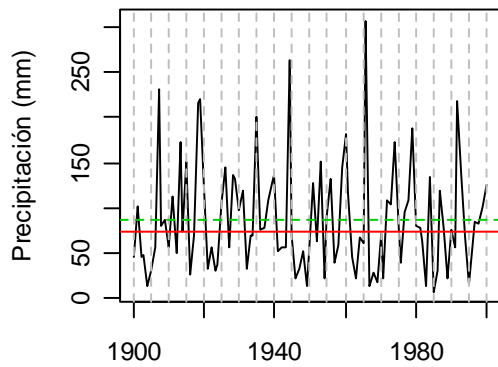
Octubre



Octubre

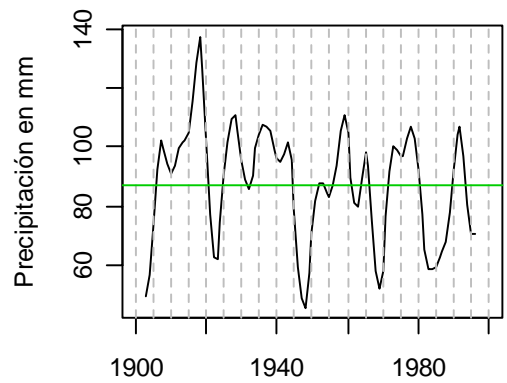


Octubre



Media(verde) y Mediana(rojo)

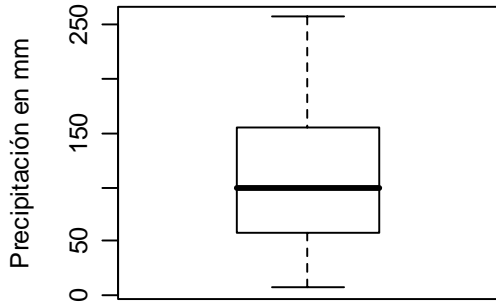
Octubre



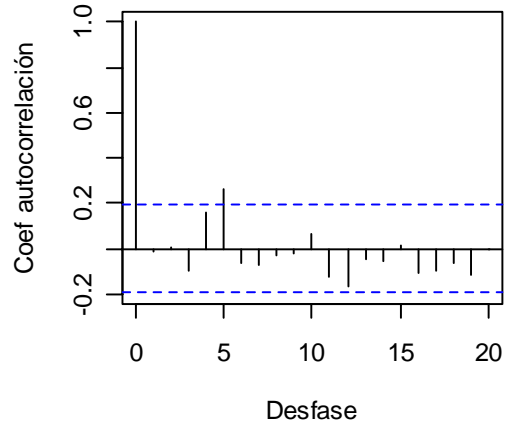
Filtro gaussiano de 11 términos
Media=linea verde

REINOSA

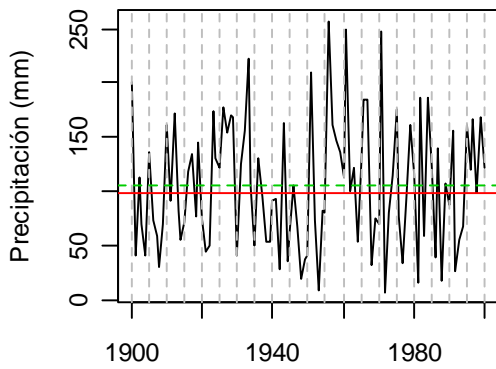
Noviembre



Noviembre

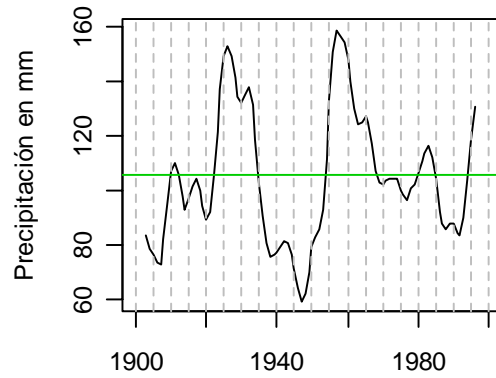


Noviembre



Media(verde) y Mediana(rojo)

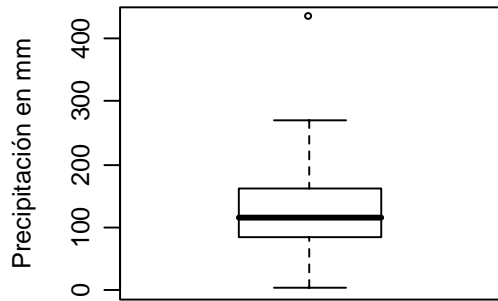
Noviembre



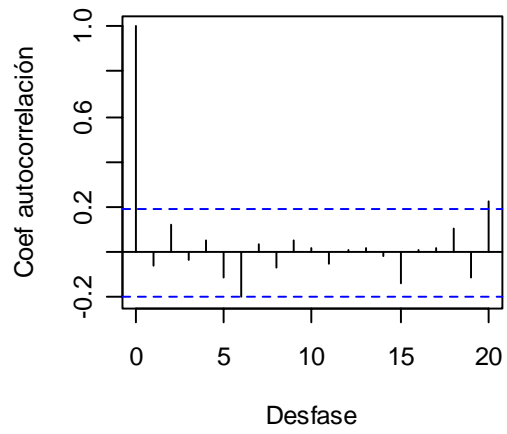
Filtro gaussiano de 11 términos
Media=linea verde

REINOSA

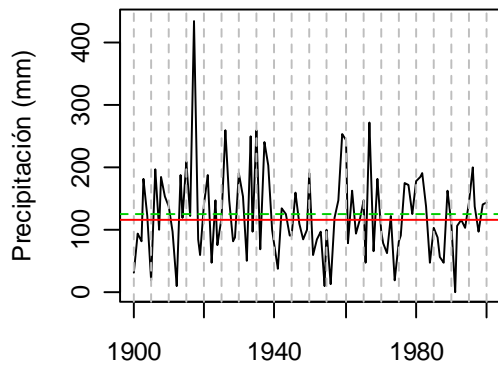
Diciembre



Diciembre

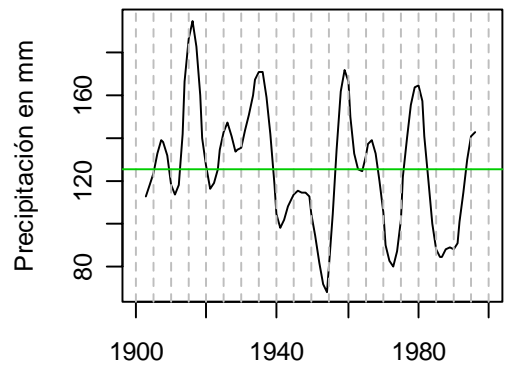


Diciembre



Media(verde) y Mediana(rojo)

Diciembre



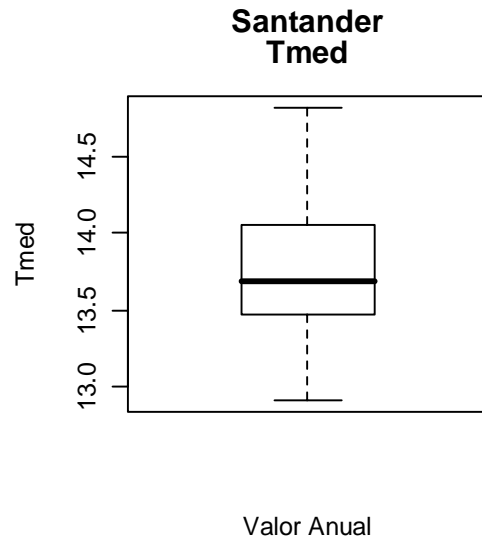
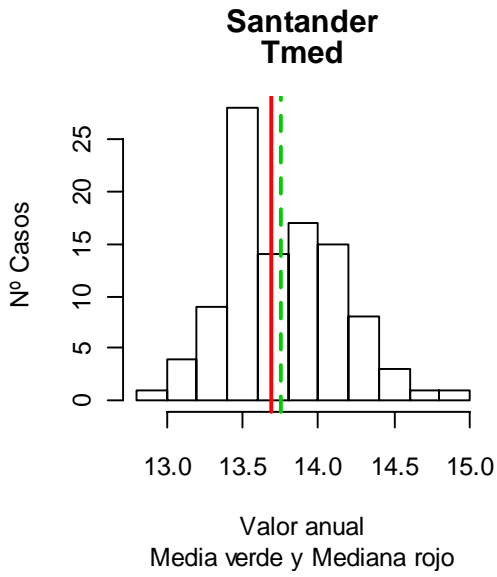
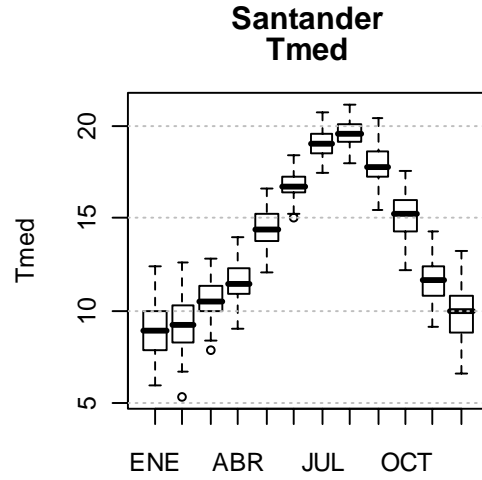
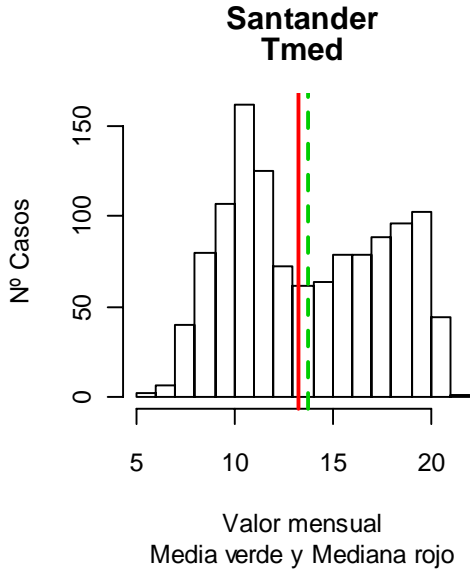
Filtro gaussiano de 11 términos
Media=linea verde

5.4. *La serie de referencia de Temperatura de Santander*

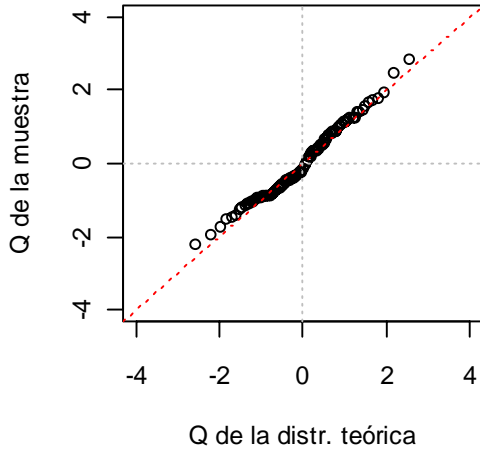
Dijimos que el procedimiento de cálculo de la serie de referencia facilitaba el relleno de los valores ausentes de todas y cada una de las series participantes. Esto proporciona series continuas y sin lagunas de todos los observatorios de la ciudad de Santander. Aunque la serie más larga de observaciones originales es la de Santander Centro, presenta algunas deficiencias estadísticas que describiremos en el epígrafe 6.1, y que se superan si tomamos como referencia la serie de Santander Ojáis rellena. Este observatorio está en funcionamiento desde 1985, y se encuentra en una pequeña población de la periferia urbana.

La serie de referencia de Santander que describimos a continuación, está construida sobre los datos de este emplazamiento.

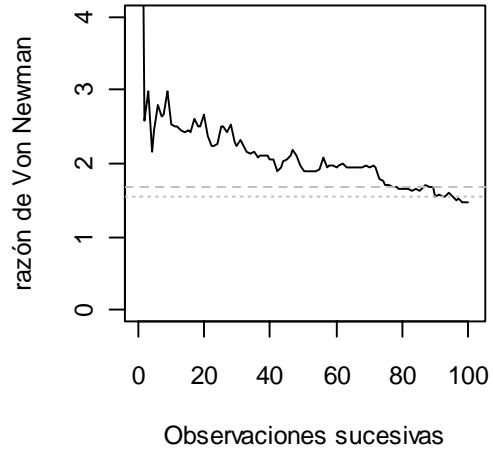
5.4.1. La Temperatura Media



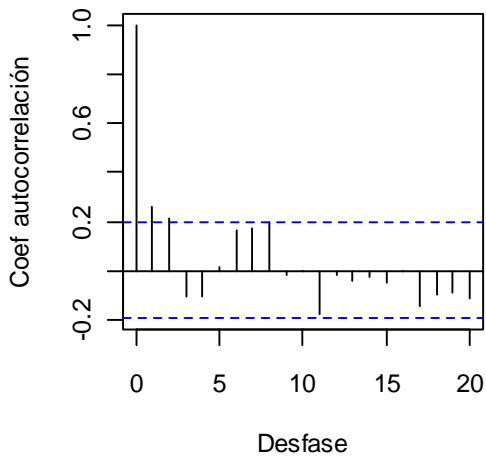
**Santander
Tmed**



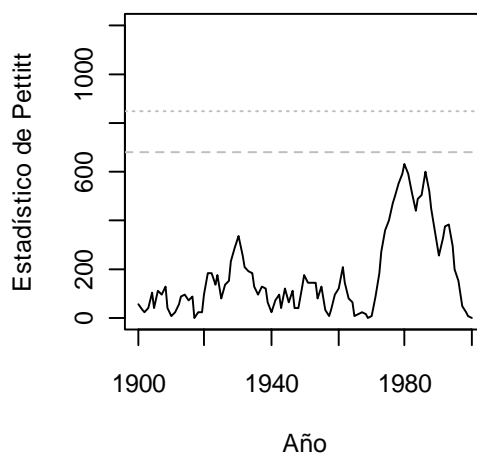
**Santander
Tmed**



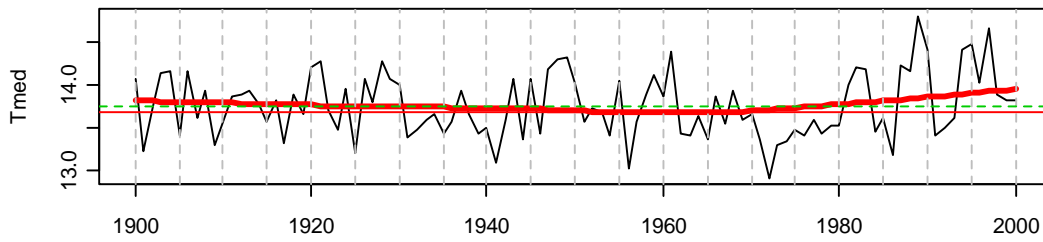
**Santander
Tmed**



**Santander
Tmed**

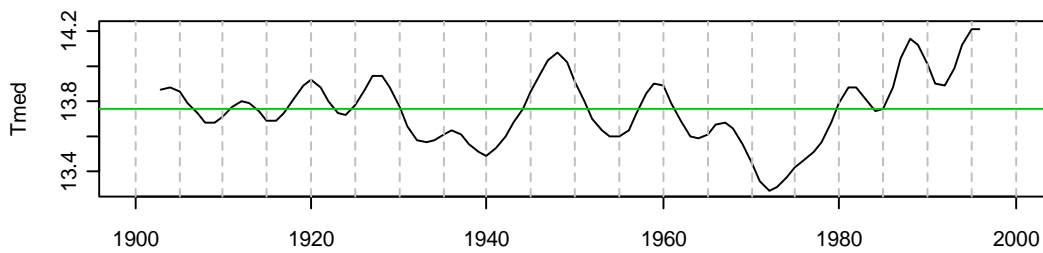


Santander



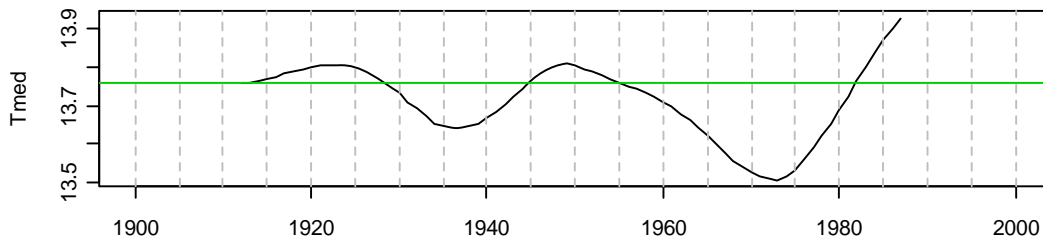
Rojo grueso: suavizado Low ess
Media(verde) y Mediana(rojo)

Santander



Filtro gaussiano de 11 términos
Media=línea verde

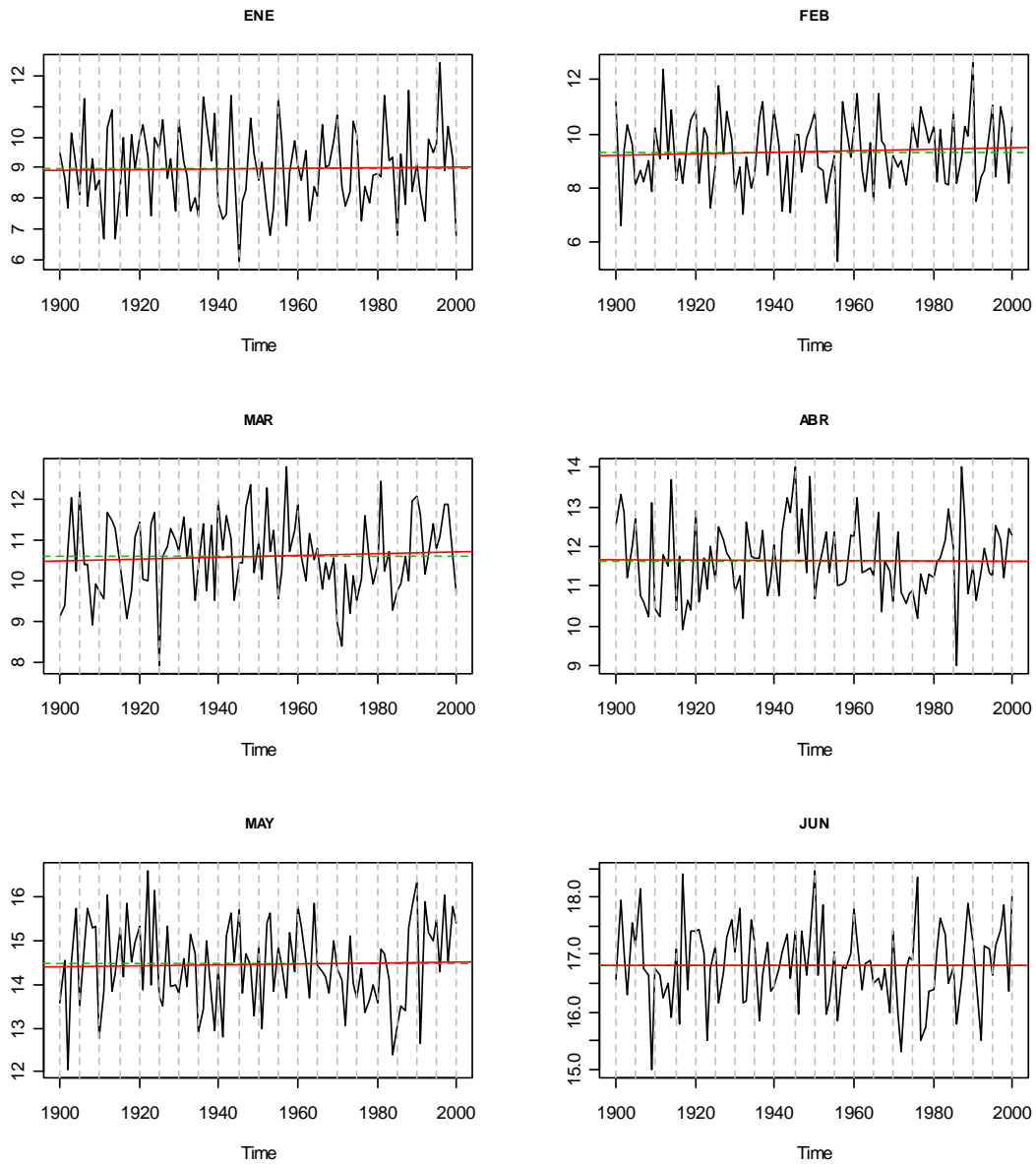
Santander



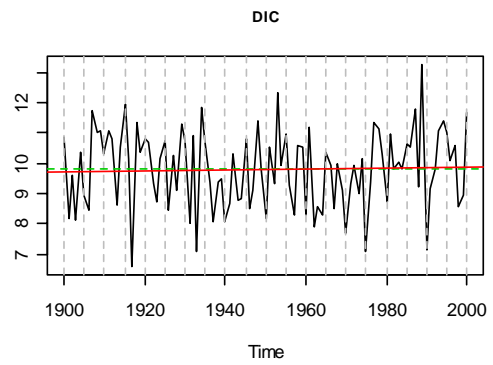
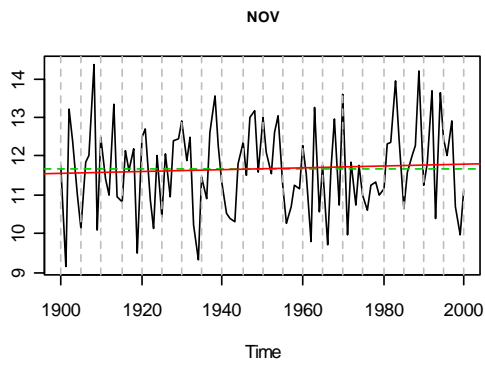
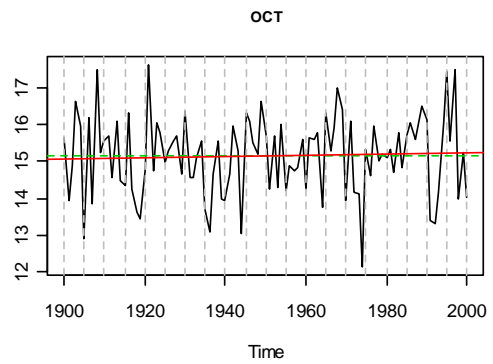
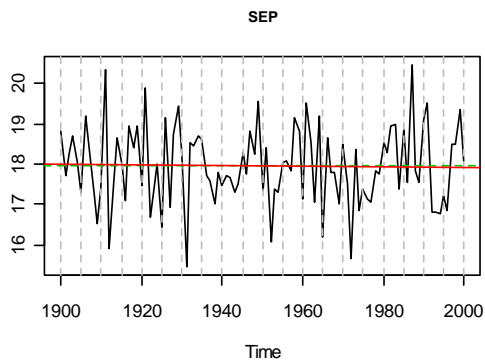
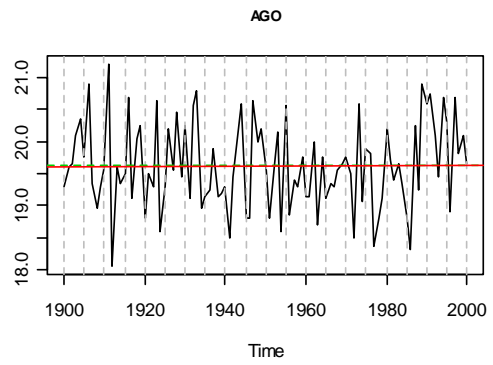
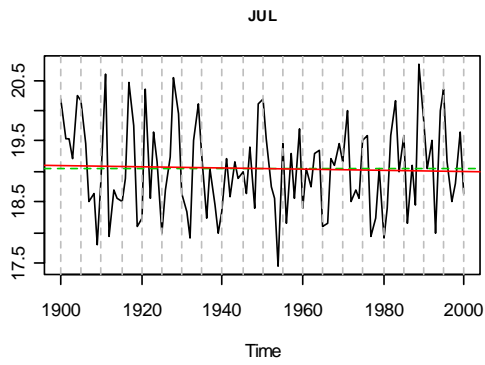
Filtro gaussiano de 33 términos
Media=línea verde

El test de Mann-Kendall para la serie anual ofrece un valor de $\tau = 0,01$, y p-valor $= 0,85$, lo que confirma que no se puede rechazar la hipótesis nula, de ausencia de tendencia bilateral.

Las series mensuales de T Media



La línea horizontal verde de trazos representa el valor medio del periodo, y la roja continua, es la recta de regresión ajustada.



	Ruptura		Tendencia	
	Máximo estadístico de Pettitt	Año en que se alcanza	τ de Kendall	p-valor
Enero	266	1939	0.01	0.90
Febrero	338	1956	0.05	0.48
Marzo	338	1956	0.03	0.62
Abril	334	1966	0.01	0.93
Mayo	613	1980	0.01	0.89
Junio	314	1980	0.00	0.97
Julio	412	1906	-0.01	0.85
Agosto	583	1986	0.01	0.85
Septiembre	242	1979	-0.02	0.76
Octubre	382	1944	0.04	0.54
Noviembre	377	1980	0.03	0.66
Diciembre	508	1976	0.01	0.89

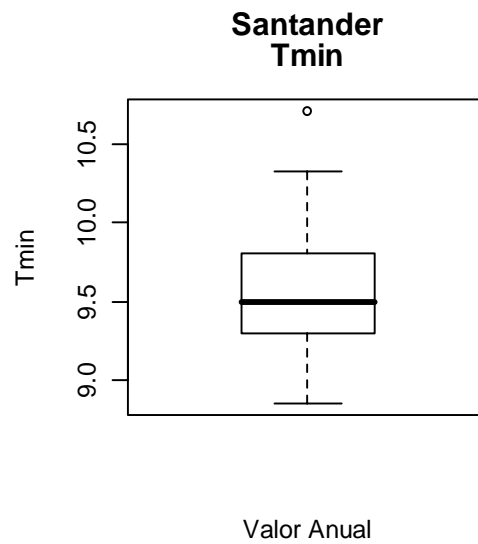
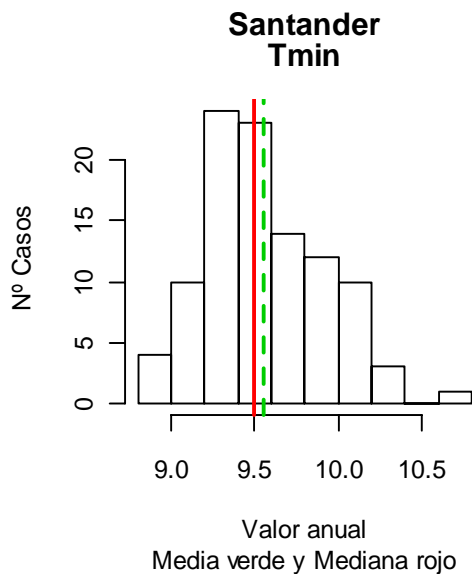
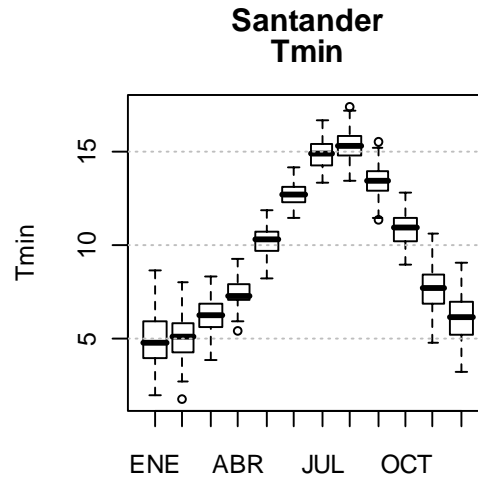
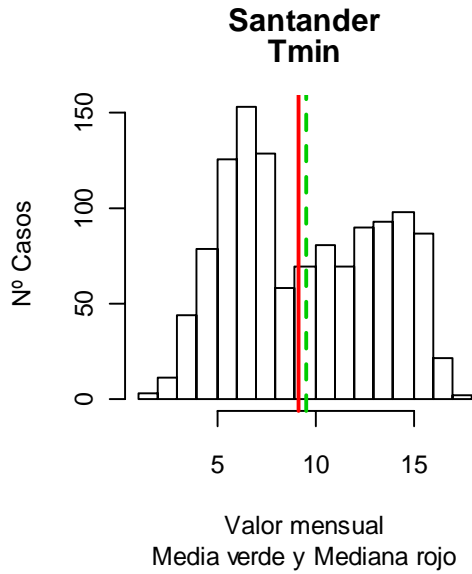
Cuadro 4: Resultado de los test de ruptura y tendencia. Santander de referencia TM mensual

No hay ninguna serie que quede por encima del umbral del estadístico de Pettitt, que se fija en 677 para una muestra de 100 elementos, con niveles de significación $\alpha=0,05$. Por lo tanto, podemos suponer que no tienen puntos de ruptura.

Tampoco presentan tendencia estadísticamente significativa.

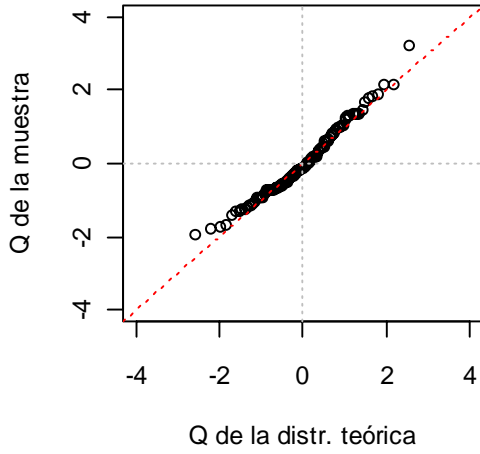
Series de Referencia de Temperaturas de SANTANDER

5.4.2. La Temperatura media de las Mínimas

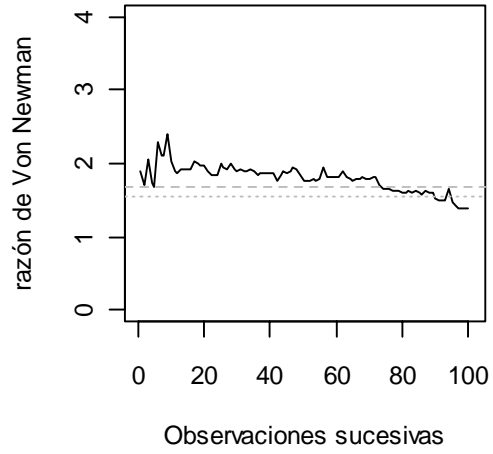


Como en representaciones anteriores, la media se dibuja a trazos y la mediana como una línea continua.

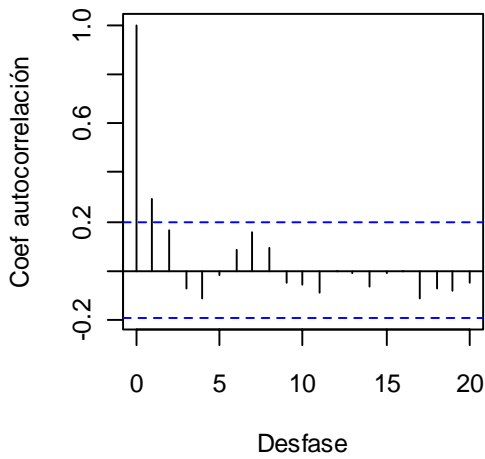
**Santander
Tmin**



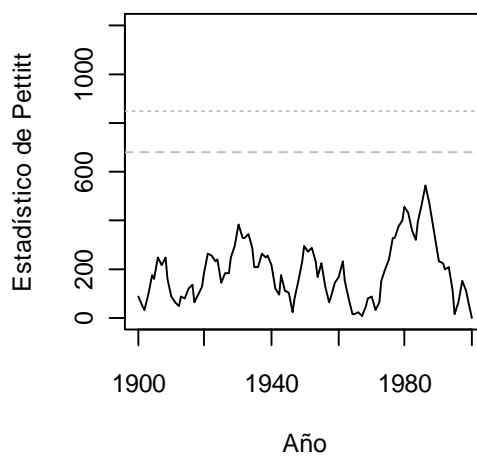
**Santander
Tmin**



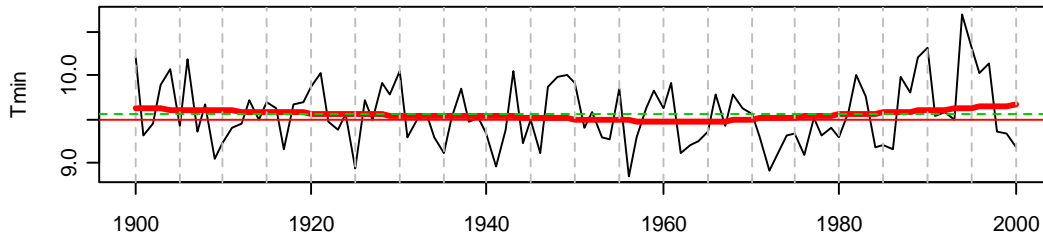
**Santander
Tmin**



**Santander
Tmin**

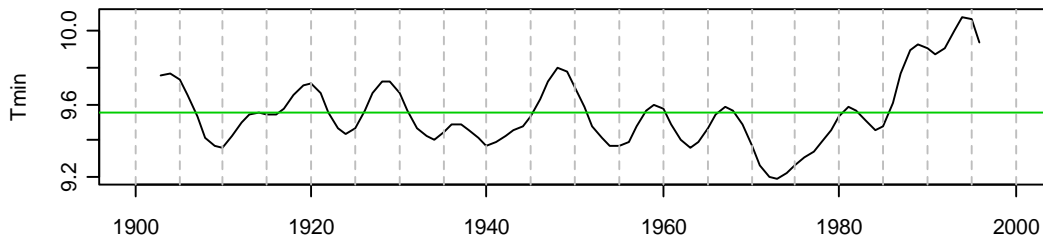


Santander



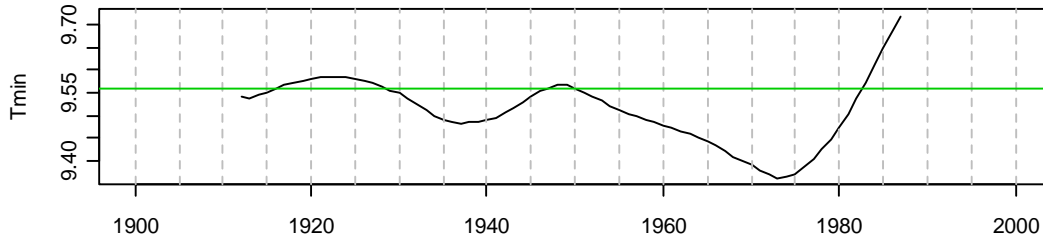
Rojo grueso: suavizado Low ess
Media(verde) y Mediana(rojo)

Santander



Filtro gaussiano de 11 términos
Media=línea verde

Santander



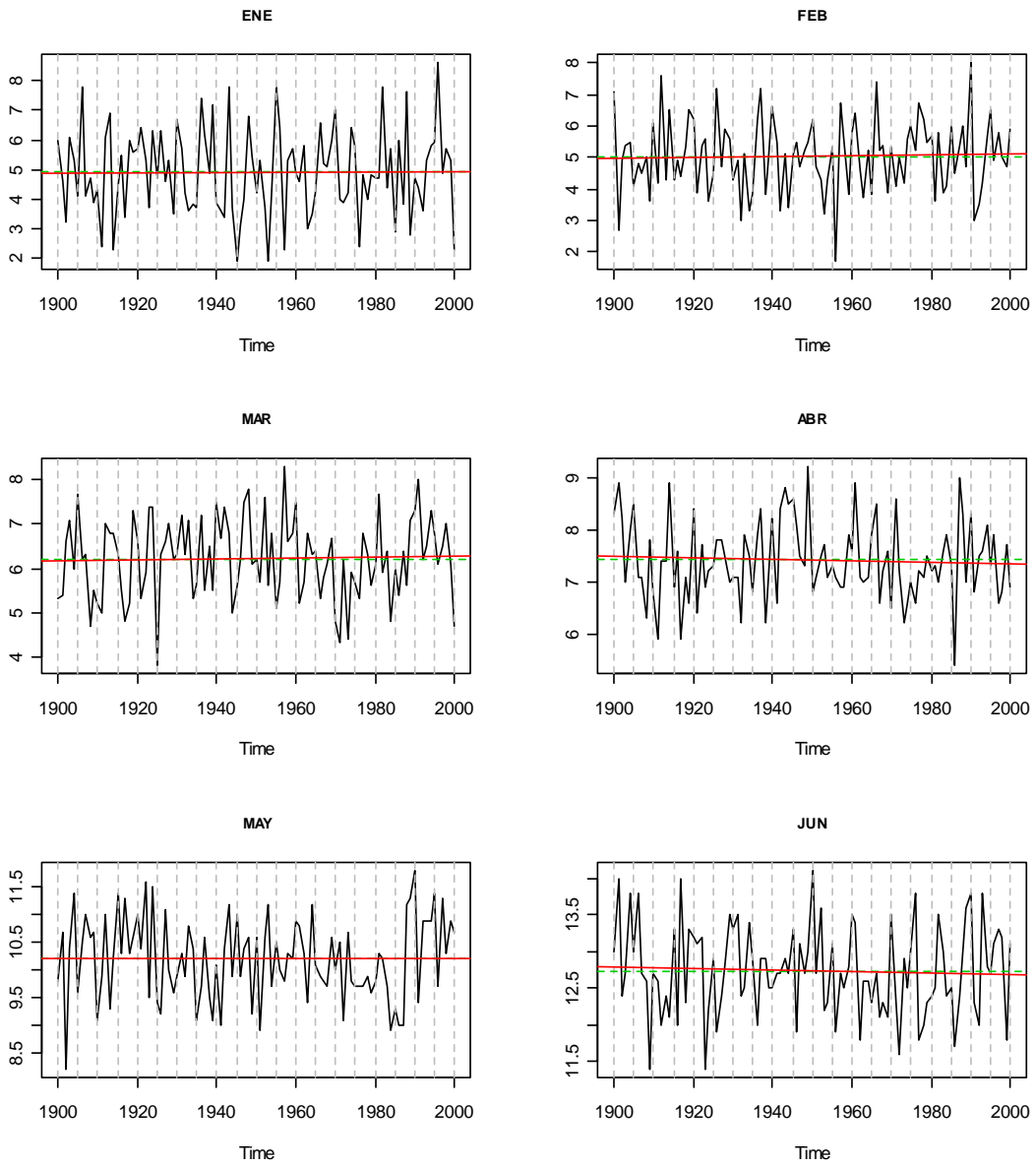
Filtro gaussiano de 33 términos
Media=línea verde

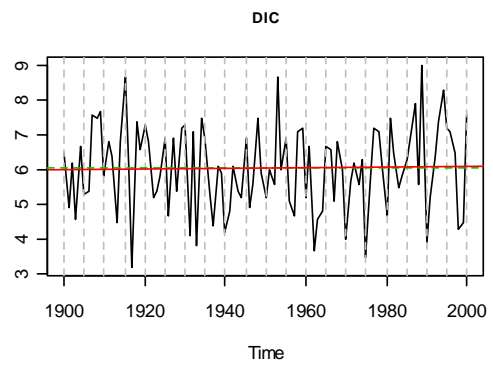
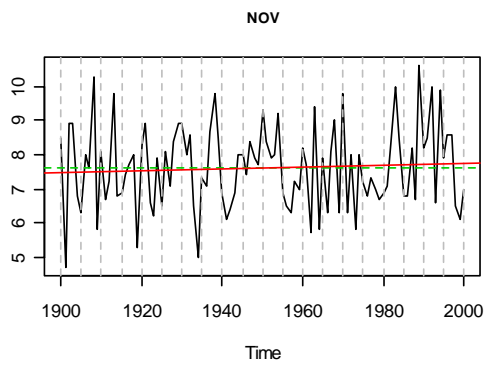
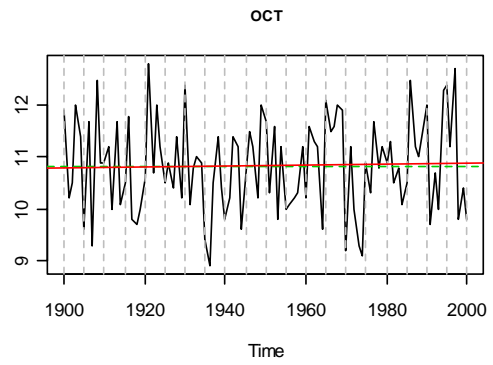
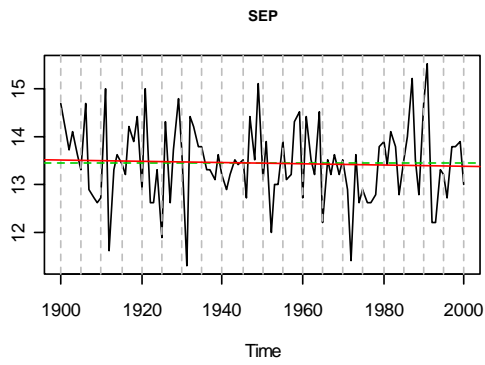
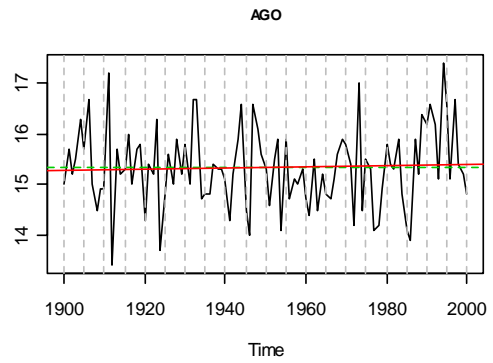
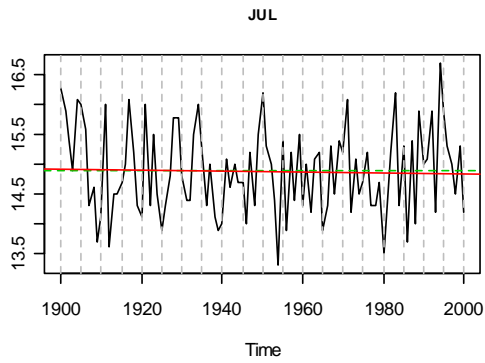
El valor máximo del estadístico de Pettitt es de 542, en el año 1986. La τ de Kendall = -0.02, supone un p-valor = 0.77 que no permite rechazar la H_0 de que no existe tendencia bilateral.

El máximo absoluto y el mínimo absoluto, vuelven a aparecer en el mismo momento y son del mismo rango que en las series anteriores. La tendencia inicial hacia valores cálidos, la oscilación rápida fría cálida de los años 30 y 40, y la bajada térmica hasta los años setenta y posterior tendencia fuerte y

mantenida de las décadas finales, son las características principales de la serie.

Las series mensuales de T Mínima Media



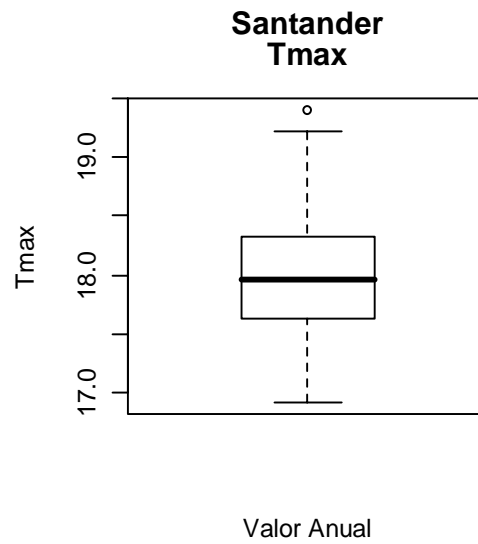
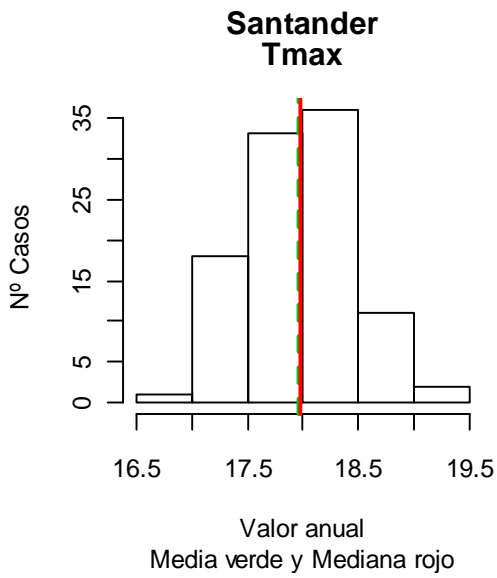
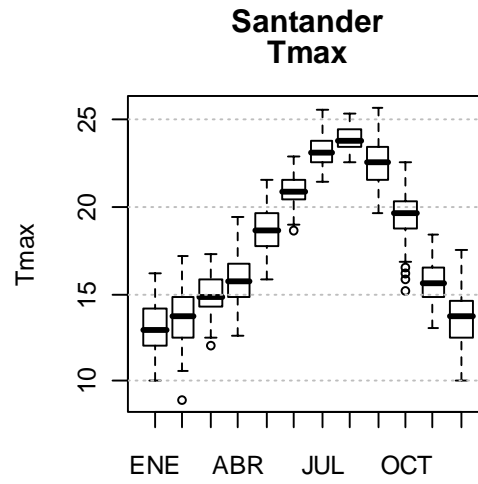
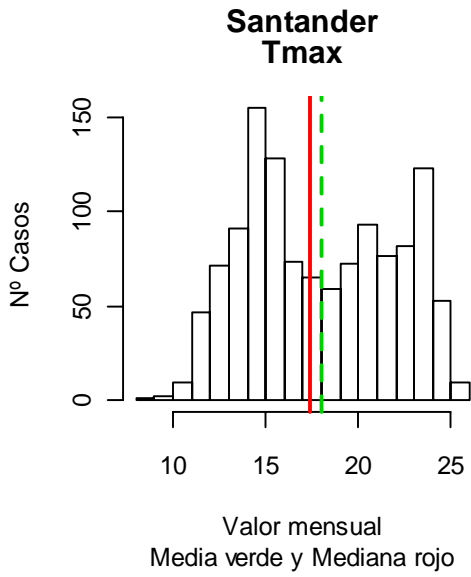


	Ruptura		Tendencia	
	Máximo estadístico de Pettitt	Año en que se alcanza	τ de Kendall	p-valor
Enero	257	1939	0.01	0.93
Febrero	350	1973	0.05	0.48
Marzo	333	1988	0.03	0.70
Abril	337	1949	-0.03	0.71
Mayo	617	1987	-0.03	0.67
Junio	413	1952	-0.04	0.57
Julio	465	1906	-0.02	0.74
Agosto	528	1986	0.01	0.84
Septiembre	333	1906	-0.05	0.45
Octubre	288	1960	0.02	0.75
Noviembre	360	1981	0.02	0.75
Diciembre	435	1976	0.02	0.81

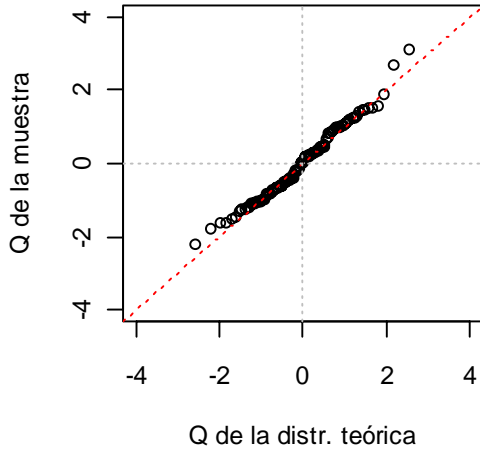
Cuadro 5: Test de ruptura y tendencia. Santander TN media mensual

De acuerdo con los resultados de los test, puede aceptarse que las series no presentan puntos de rupturas ni tendencias.

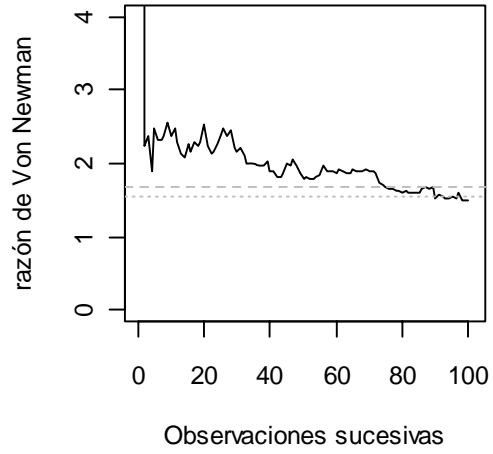
5.4.3. La Temperatura media de las Máximas



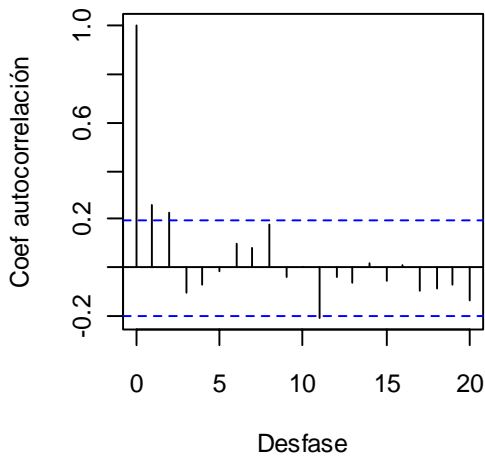
Santander Tmax



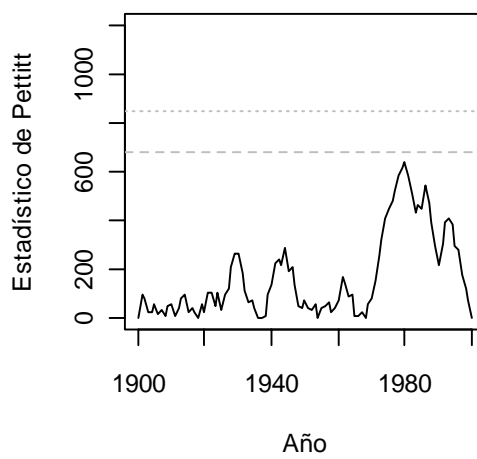
Santander Tmax

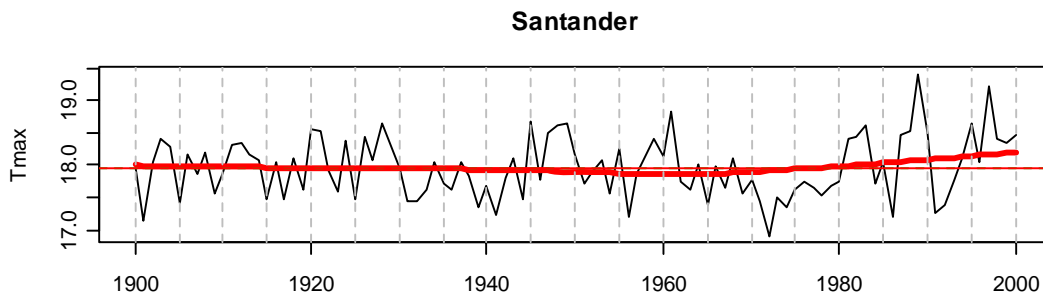


Santander Tmax

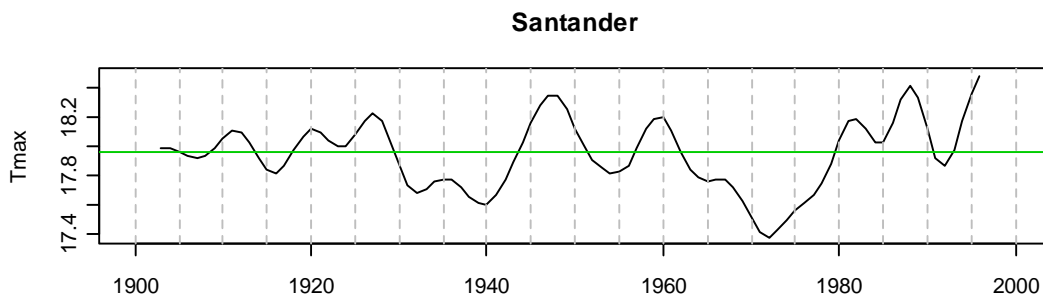


Santander Tmax

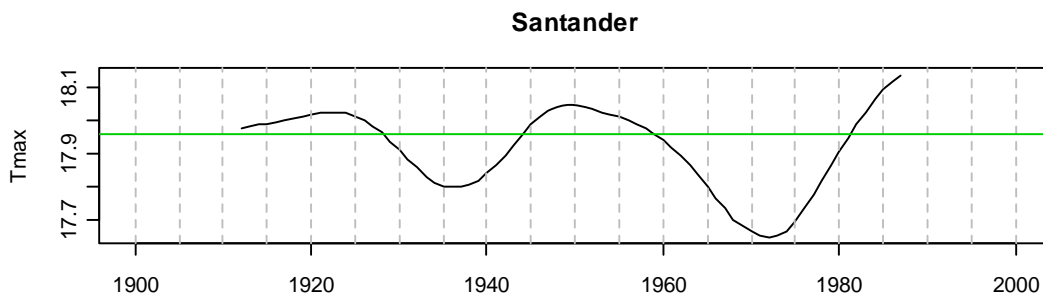




Rojo grueso: suavizado Low ess
Media(verde) y Mediana(rojo)



Filtro gaussiano de 11 términos
Media=línea verde



Filtro gaussiano de 33 términos
Media=línea verde

Valor máximo del estadístico de Pettitt: 643 que se alcanza en 1980, y es menor que el umbral de 677.

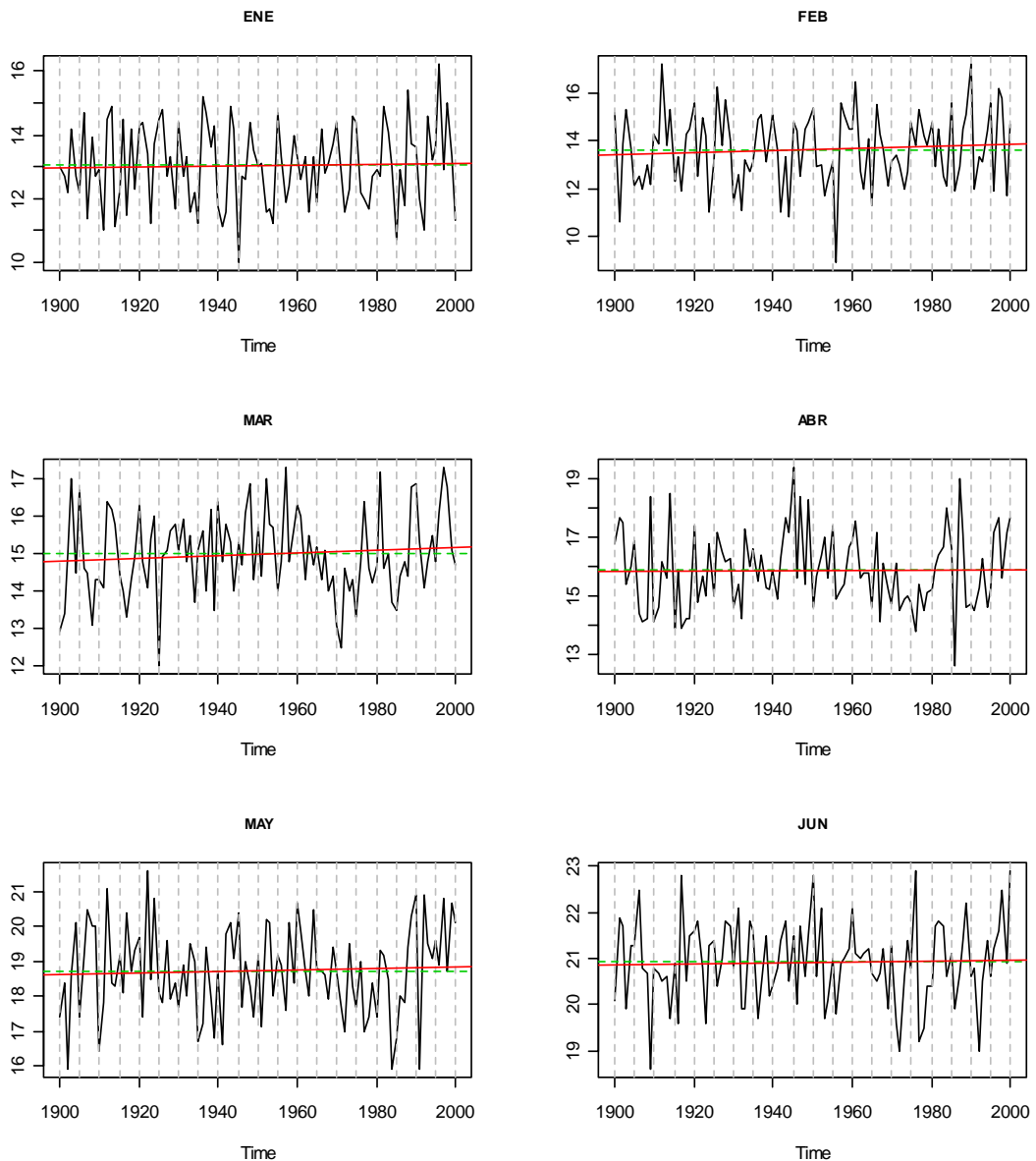
El test de tendencia de Mann-Kendall, con $\tau = 0.04$, ofrece un p-valor=0.60 que indica también ausencia de tendencia.

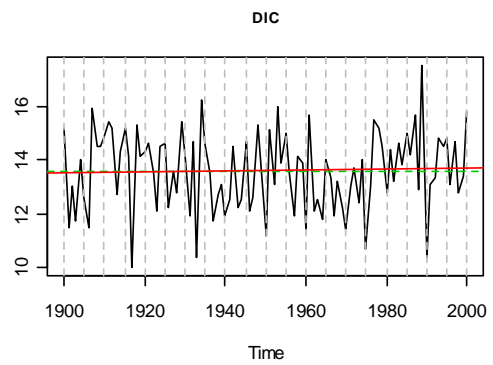
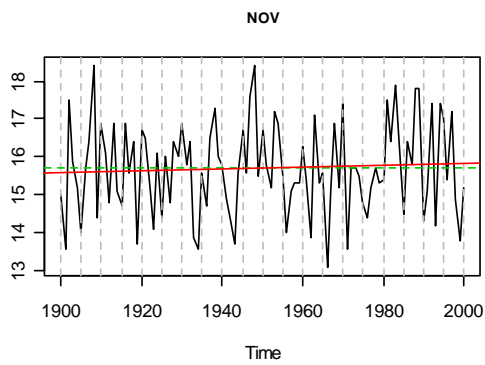
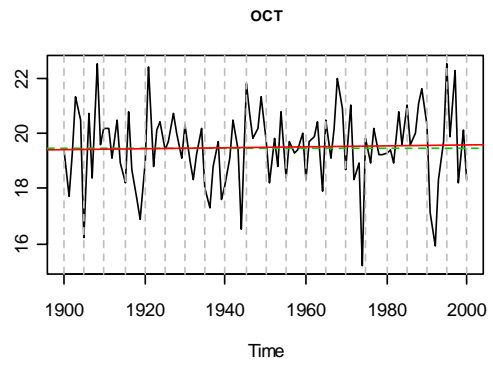
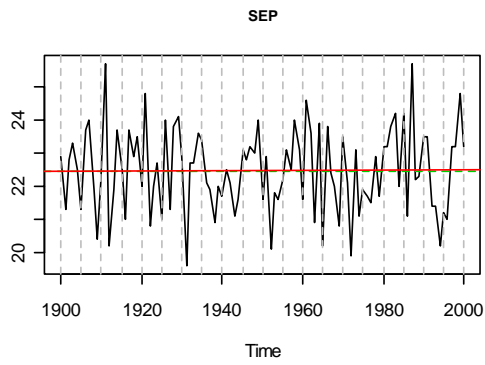
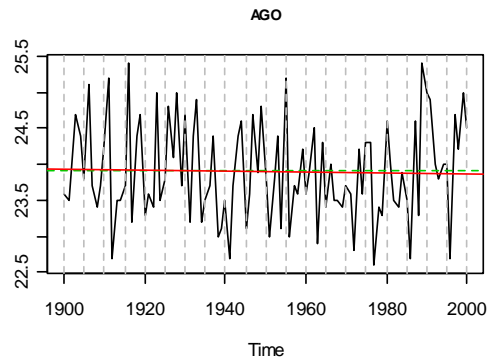
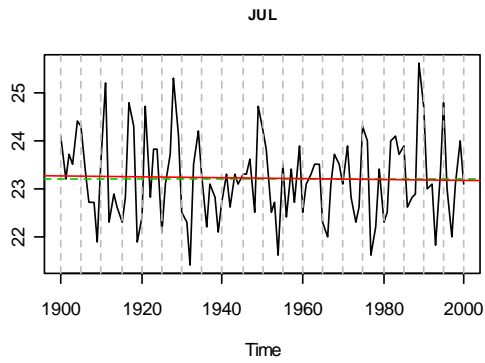
Los máximos de la serie anual están en 1989 y 1997. En la serie filtrada decenal los máximos aparecen también en esas fechas, aunque destaca uno nuevo en la segunda mitad de la década de los años cuarenta, casi del mismo

rango que el anterior, los siguientes en la segunda mitad de los años veinte, y en 1960.

En el filtro treintenial, domina el máximo de finales de siglo, pero los de 1950 y 1923 resultan del mismo rango. Los mínimos aparecen en 1936 y 1972.

Las series mensuales de T Máxima Media





	Ruptura		Tendencia	
	Máximo estadístico de Pettitt	Año en que se alcanza	τ de Kendall	p-valor
Enero	266	1987	0.02	0.76
Febrero	345	1956	0.05	0.49
Marzo	418	1988	0.05	0.51
Abril	343	1964	0.01	0.86
Mayo	581	1987	0.04	0.58
Junio	320	1980	0.02	0.81
Julio	358	1929	-0.02	0.79
Agosto	483	1988	-0.01	0.89
Septiembre	302	1979	0.01	0.91
Octubre	413	1944	0.04	0.52
Noviembre	368	1980	0.02	0.74
Diciembre	564	1976	0.02	0.82

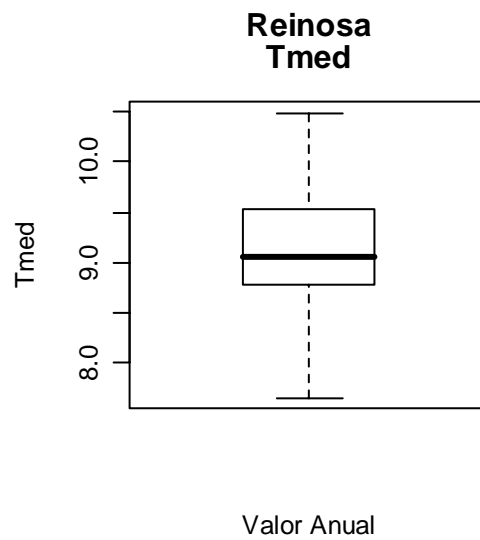
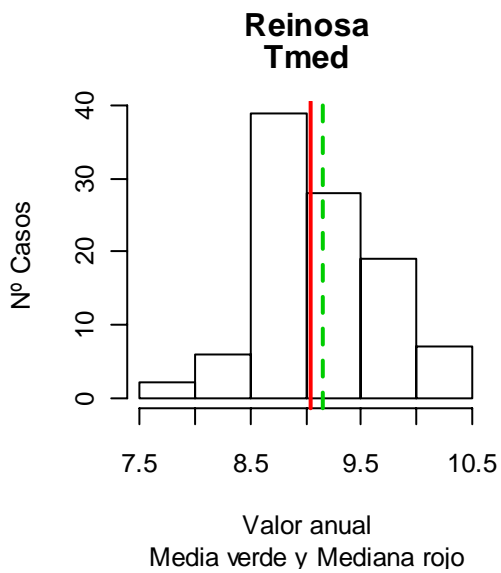
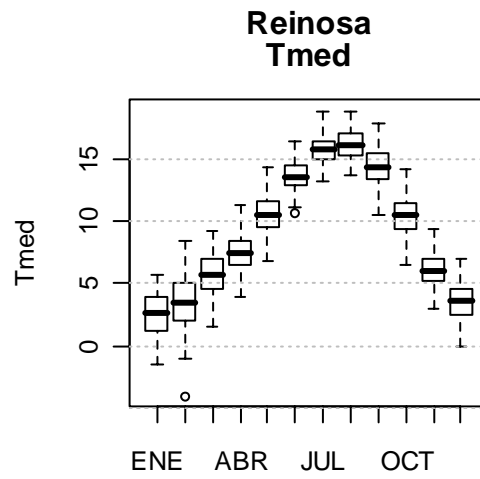
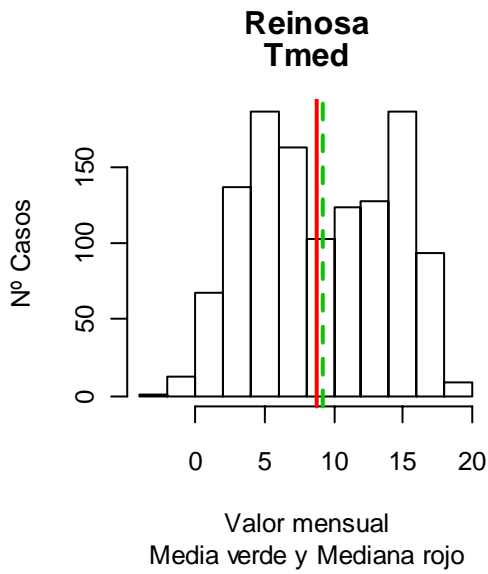
Cuadro 6: Test de ruptura y tendencia. Santander TX media mensual

Como en casos anteriores, las series mensuales de TX pueden considerarse sin tendencias ni rupturas.

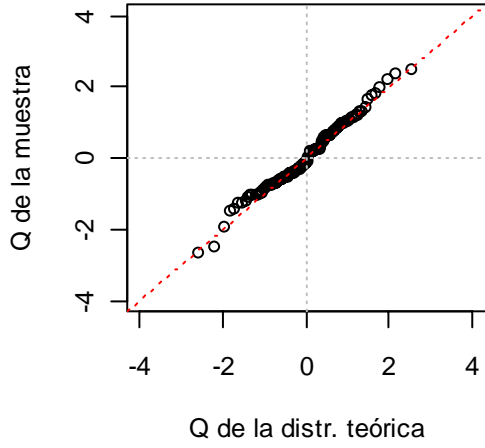
5.5. La serie de referencia de Temperatura de Reinosa

La serie de referencia de Reinosa reproduce principalmente los datos recogidos entre 1911 y 1976 por el colaborador de esta localidad. La mudanza de los instrumentos de 1930 no alteran sustancialmente la serie y ofrece una valiosa descripción de las condiciones térmicas del área de la cabecera del Ebro en la primera mitad del siglo, y en particular de los cálidos años veinte.

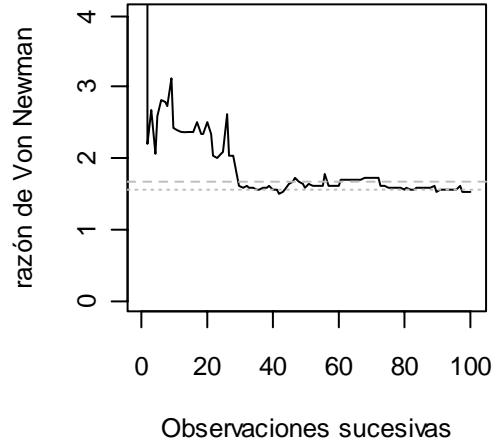
5.5.1. La Temperatura Media



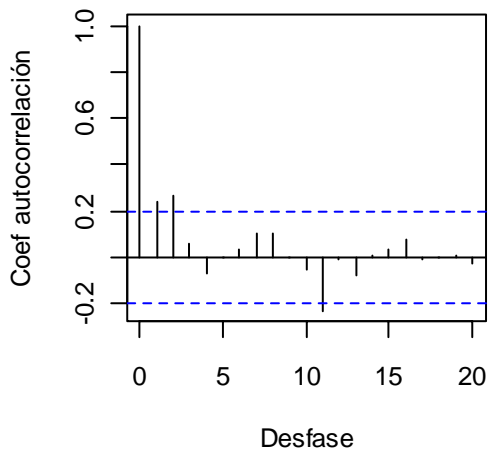
**Reinosa
Tmed**



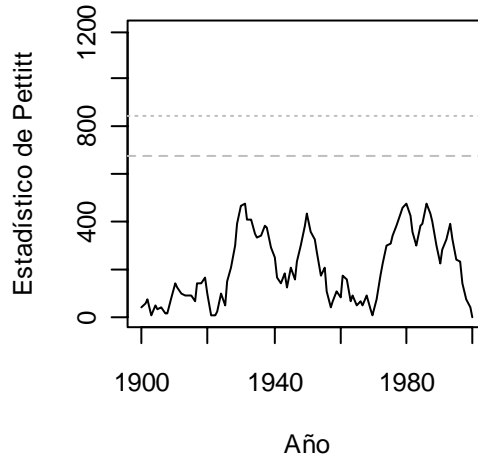
**Reinosa
Tmed**

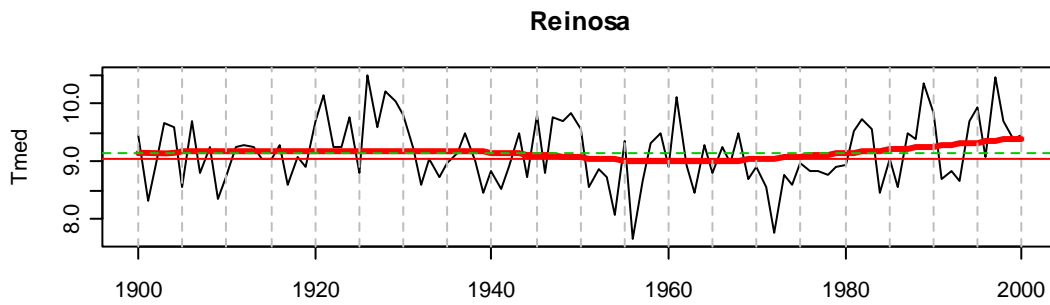


**Reinosa
Tmed**

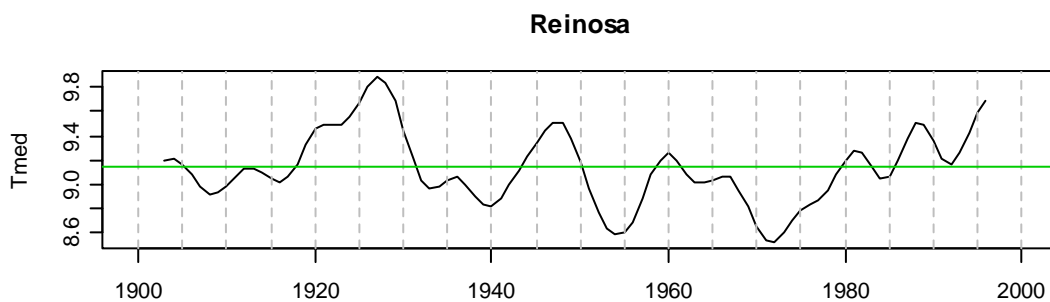


**Reinosa
Tmed**

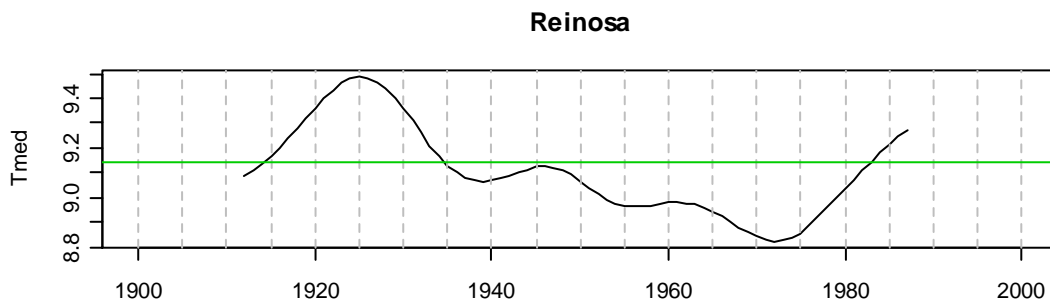




Rojo grueso: suavizado Low ess
Media(verde) y Mediana(rojo)



Filtro gaussiano de 11 términos
Media=linea verde

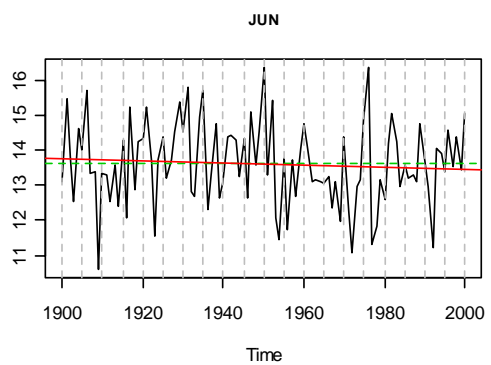
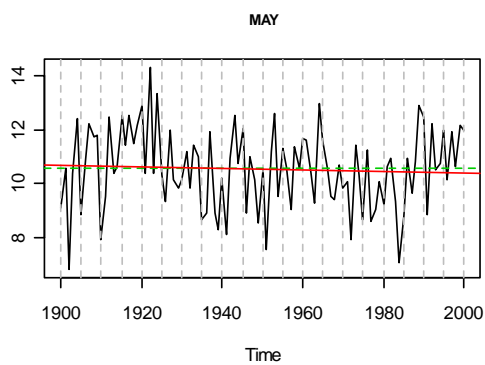
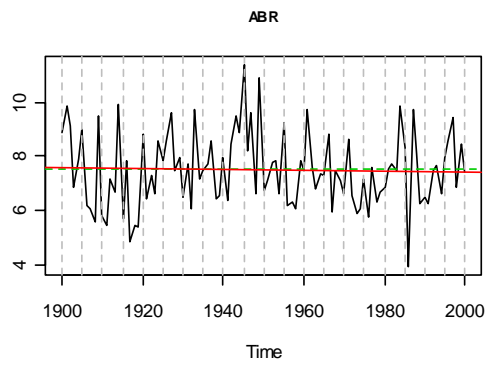
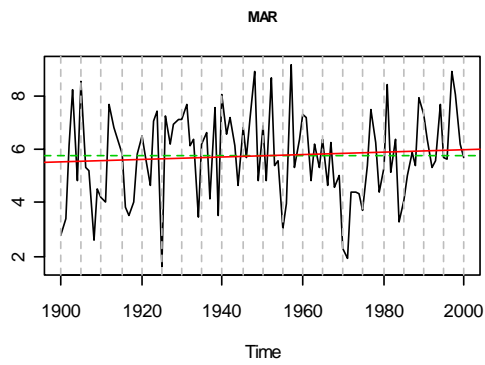
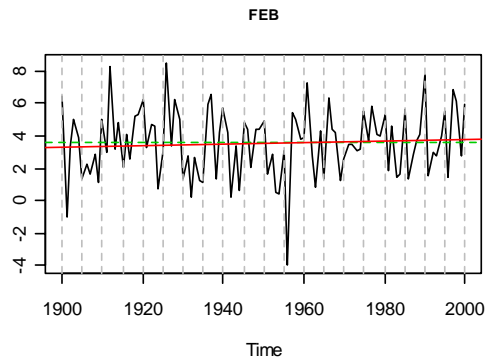
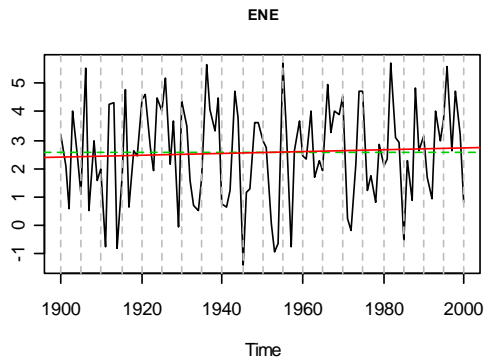


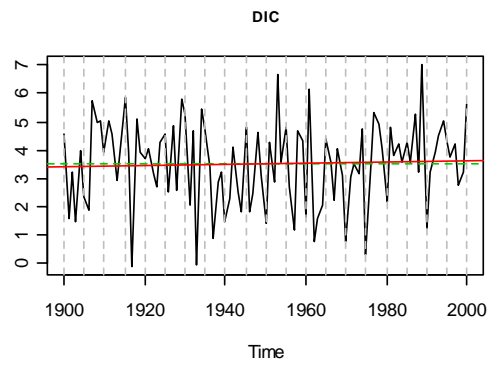
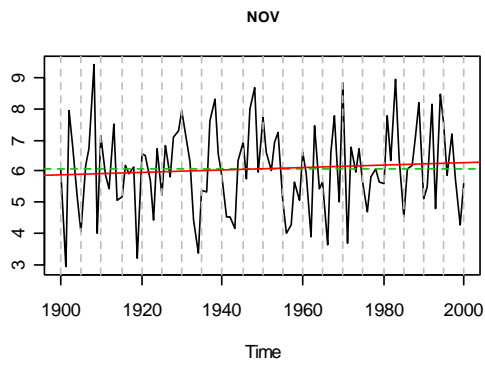
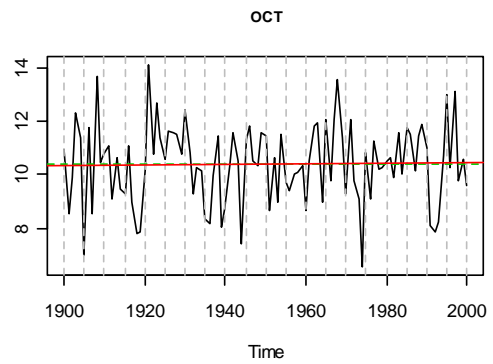
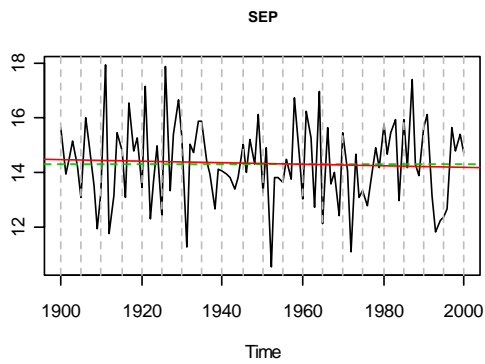
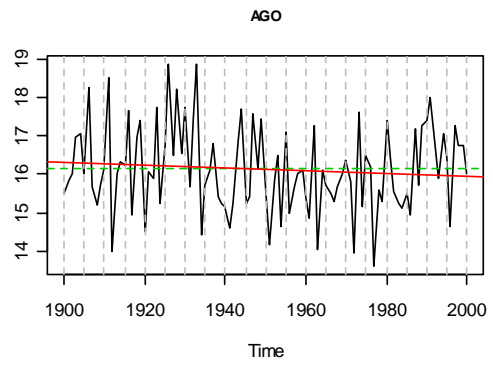
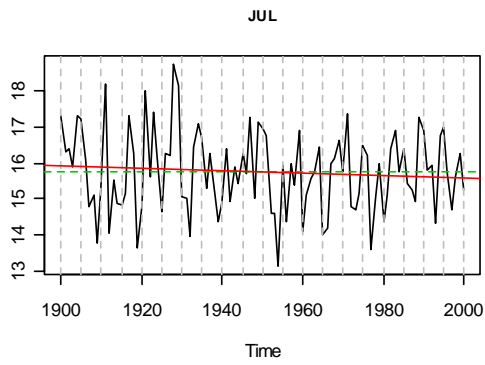
Filtro gaussiano de 33 términos
Media=linea verde

El valor máximo del test de ruptura se alcanza en 1931, y asciende a 478, muy por debajo del umbral 677 que corresponde a un nivel de confianza $\alpha=0.05$

El test de tendencia de Mann-Kendall no revela tendencia: $\tau = -0.00$, p-valor= 0.96. En el curso secular destacan los máximos del año 1925 y el segundo a finales de siglo; así como el mínimo de los años 70. Los años centrales están dominados por un progresivo enfriamiento.

Las series mensuales de T Media



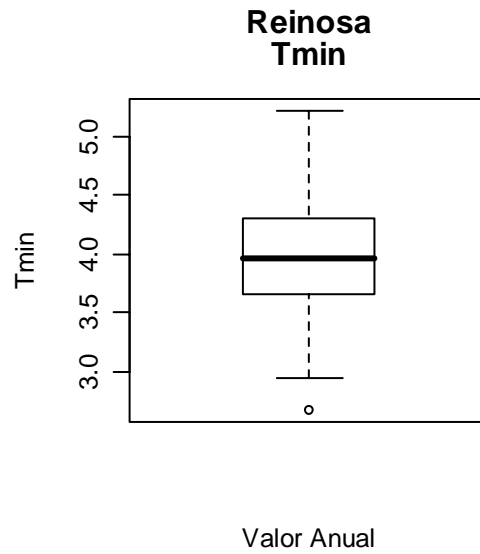
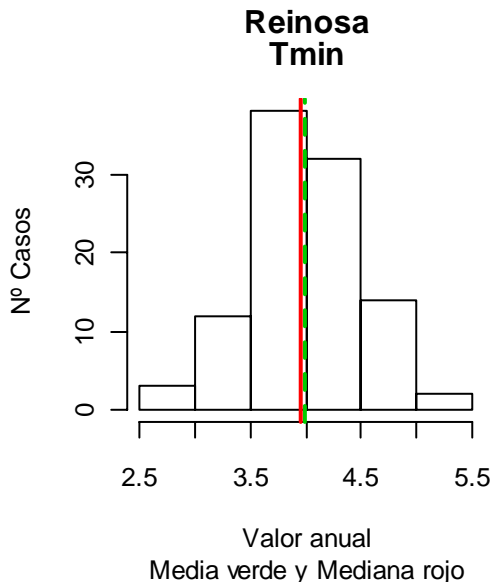
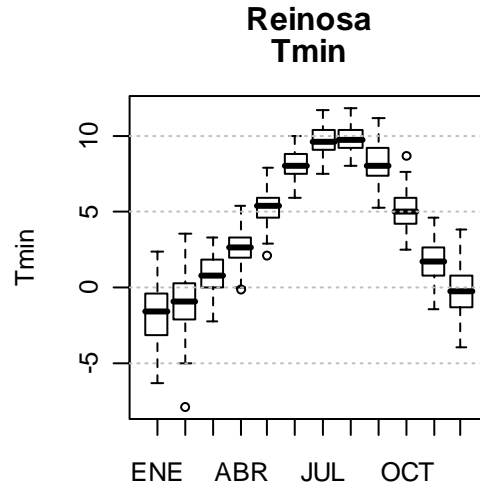
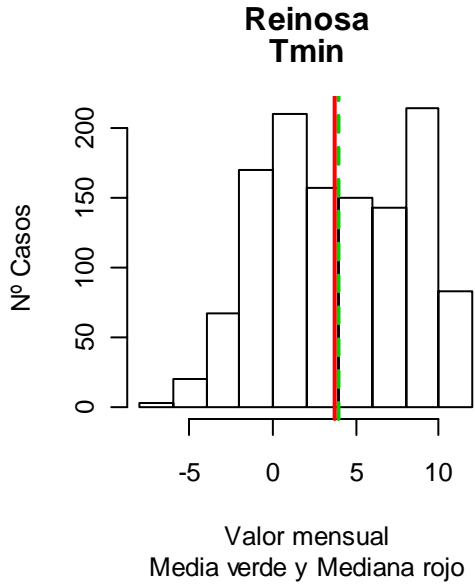


	Ruptura		Tendencia	
	Máximo estadístico de Pettitt	Año en que se alcanza	τ de Kendall	p-valor
Enero	300	1954	0.04	0.57
Febrero	360	1956	0.04	0.57
Marzo	441	1922	0.04	0.53
Abril	358	1955	-0.01	0.93
Mayo	556	1924	-0.04	0.52
Junio	662	1952	-0.05	0.47
Julio	442	1951	-0.04	0.55
Agosto	676	1933	-0.04	0.53
Septiembre	307	1936	-0.03	0.69
Octubre	302	1920	0.01	0.83
Noviembre	313	1980	0.04	0.58
Diciembre	491	1976	0.02	0.76

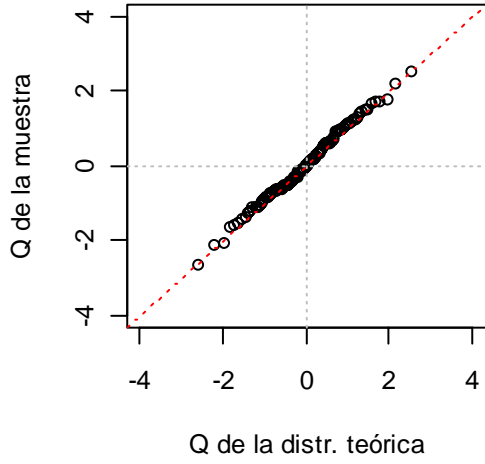
Cuadro 7: Test de ruptura y tendencia. Reinosa TM mensual

Las series mensuales no presentan tendencias ni rupturas, aunque tanto Junio como Agosto están muy cerca del umbral 677 del test de Pettitt al nivel de significación elegido $\alpha=0.05$.

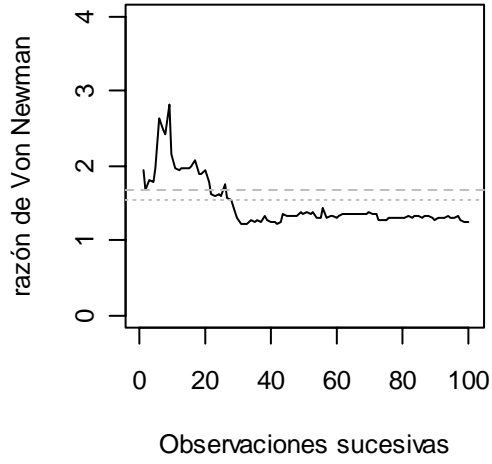
5.5.2. La Temperatura media de las Mínimas



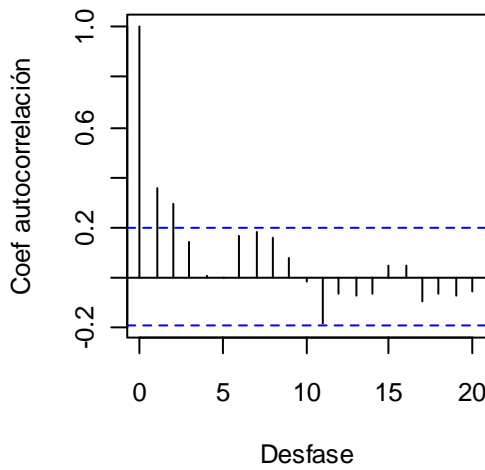
**Reinosa
Tmin**



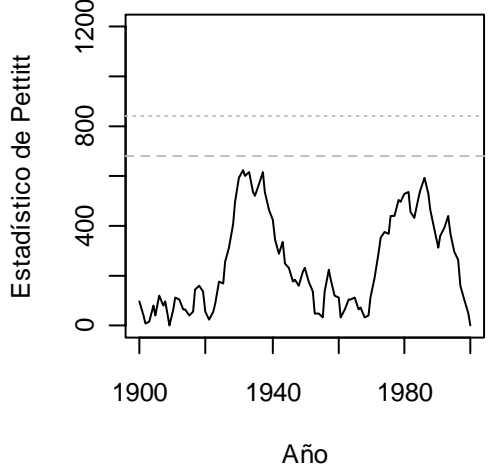
**Reinosa
Tmin**

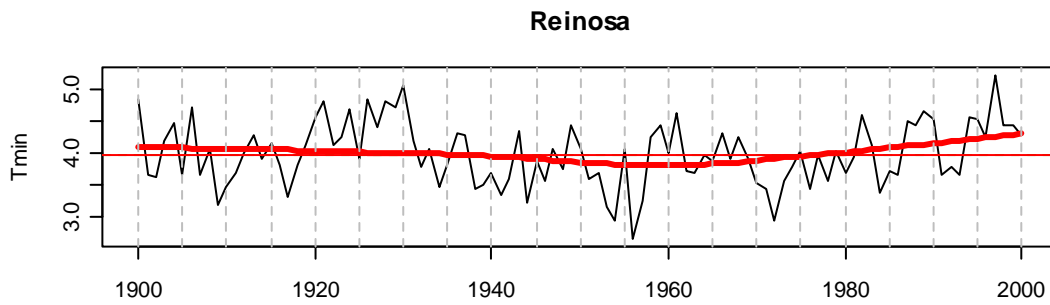


**Reinosa
Tmin**

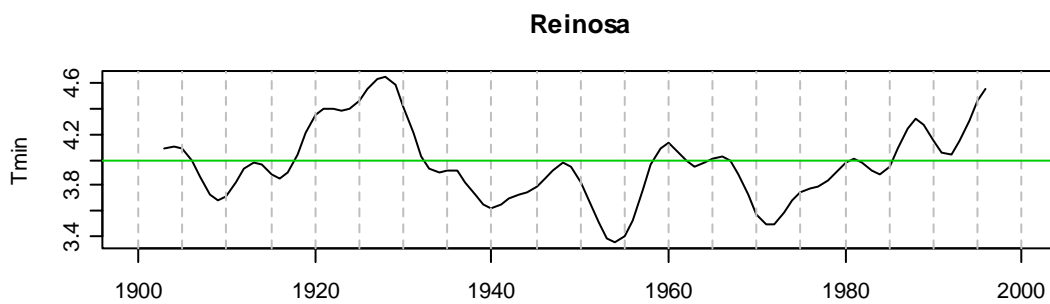


**Reinosa
Tmin**

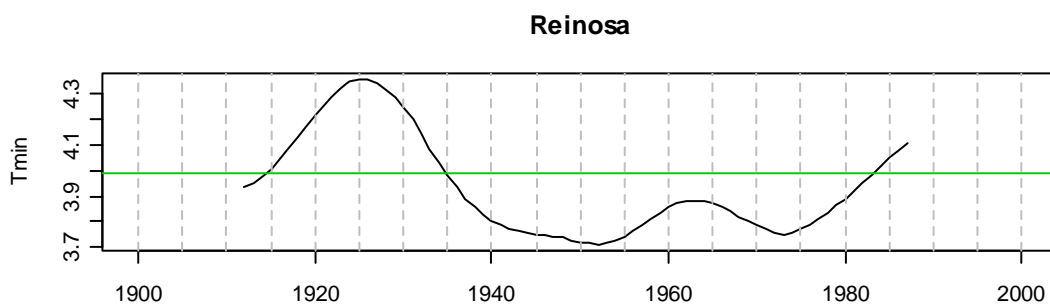




Rojo grueso: suavizado Low ess
Media(verde) y Mediana(rojo)



Filtro gaussiano de 11 términos
Media=linea verde



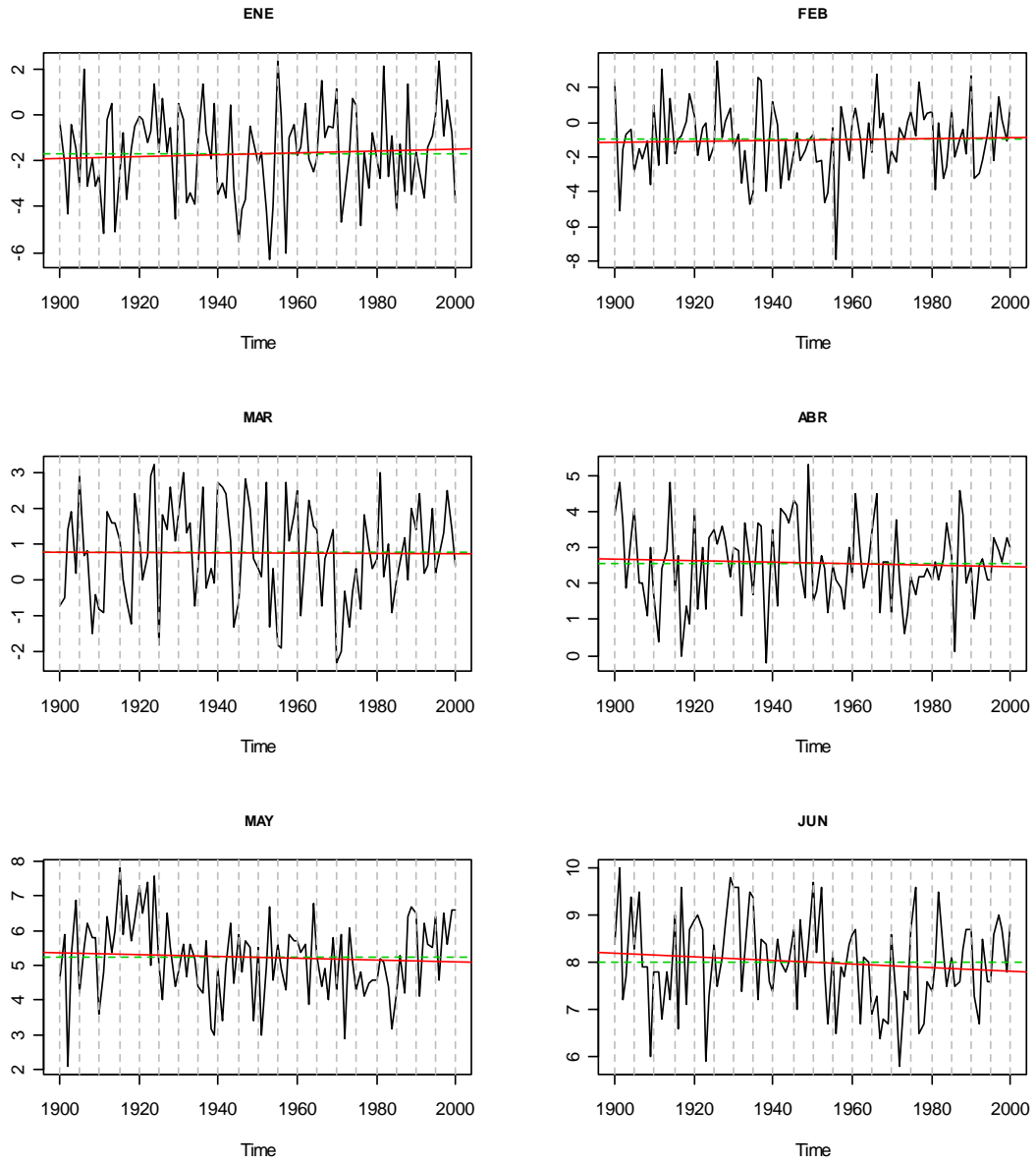
Filtro gaussiano de 33 términos
Media=linea verde

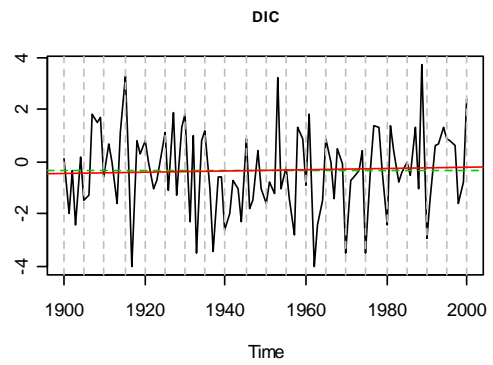
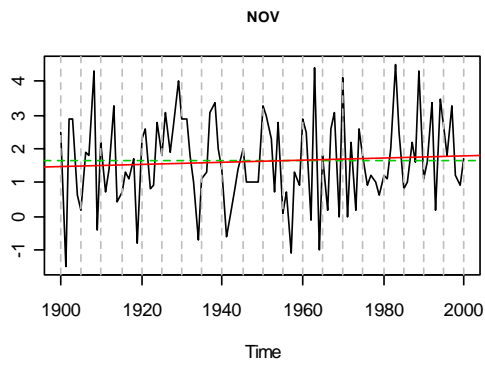
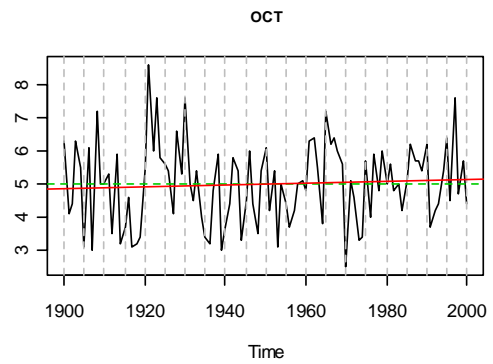
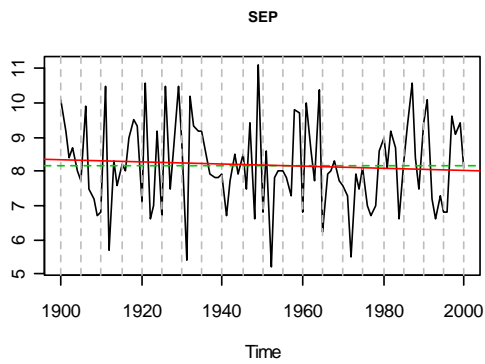
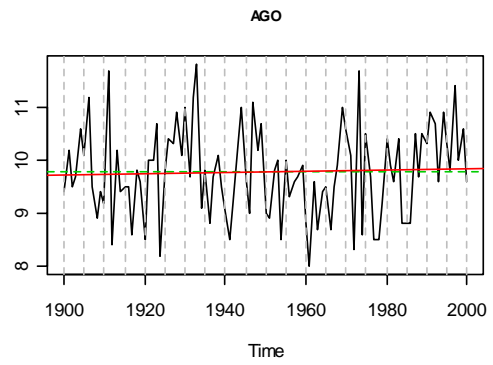
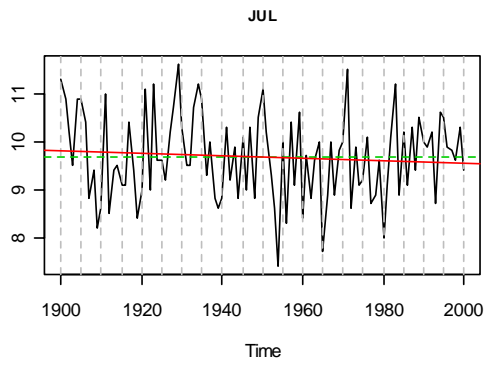
El valor máximo dec estadístico de Pettitt es 625, y se alcanza en 1931.

El test de tendencia de Mann-Kendall ofrece un valor de $\tau = 0.01$, con p-valor=0.85.

La serie filtrada recoge el máximo principal de 1925, y el segundo a finales de siglo, así como el térmicamente riguroso periodo central del siglo, con mínimos en 1950 y en 1970, separados por un débil receso de las bajas temperaturas durante los primeros años sesenta.

Las series mensuales de T Mínima media



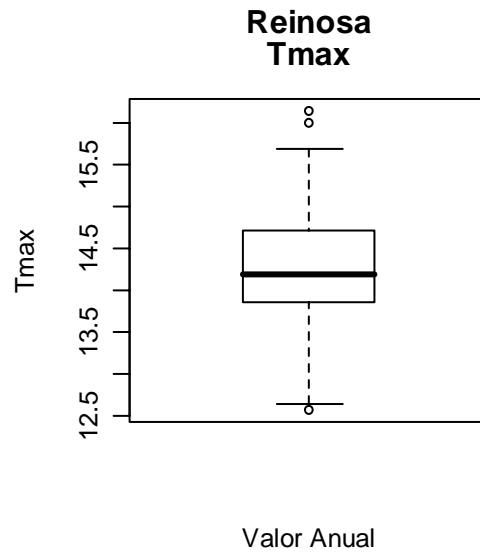
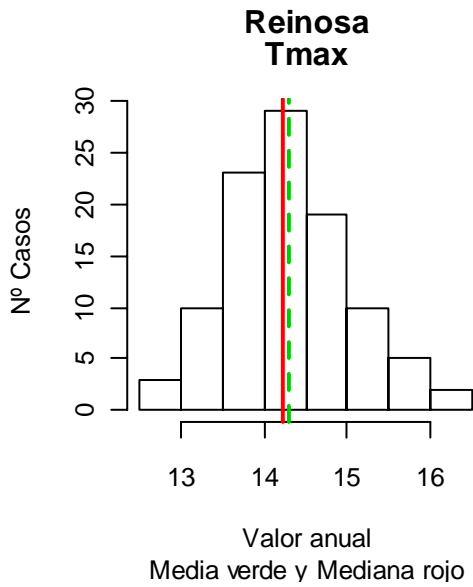
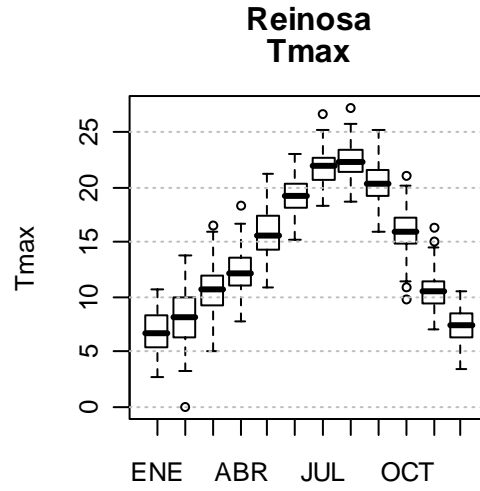
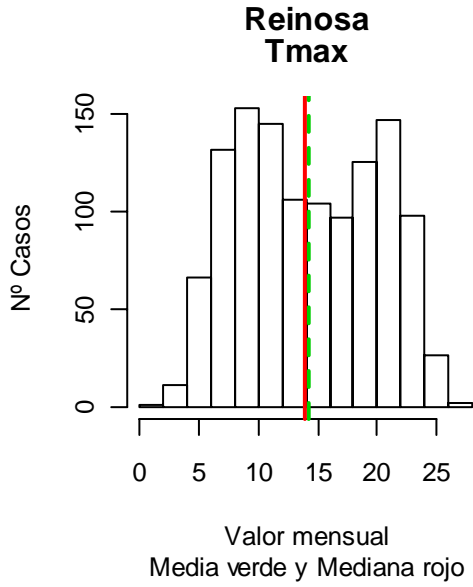


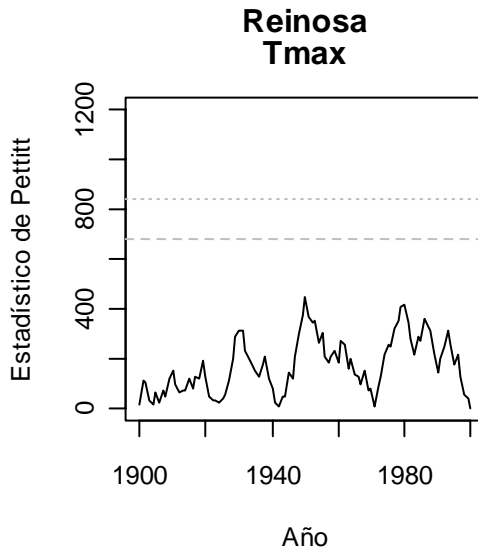
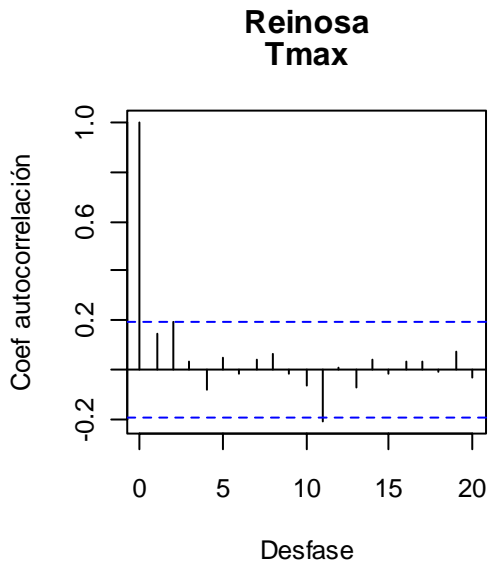
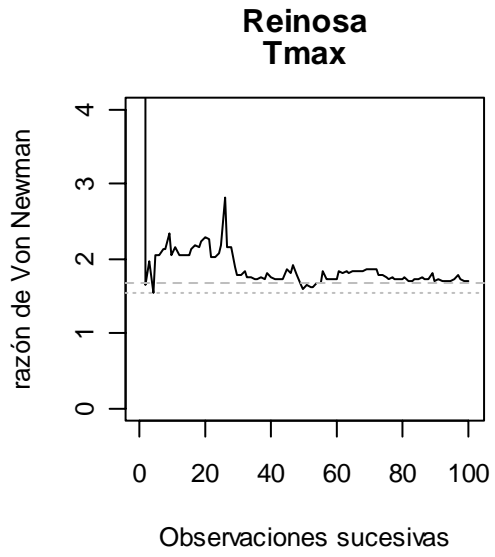
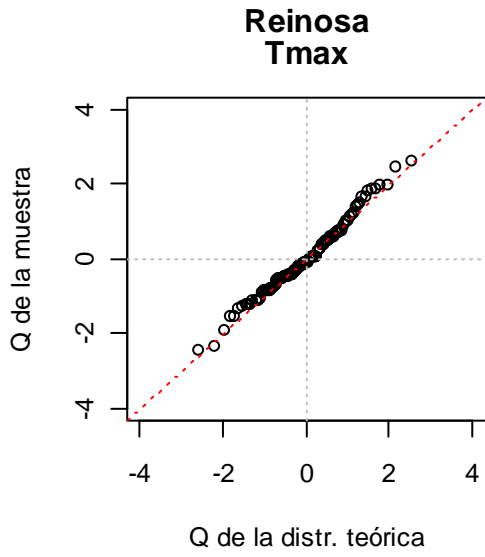
	Ruptura		Tendencia	
	Máximo estadístico de Pettitt	Año en que se alcanza	τ de Kendall	p-valor
Enero	380	1954	0.03	0.70
Febrero	473	1956	0.05	0.49
Marzo	363	1952	-0.01	0.89
Abril	440	1949	-0.02	0.72
Mayo	767	1924	-0.06	0.39
Junio	696	1953	-0.07	0.31
Julio	520	1935	-0.04	0.60
Agosto	599	1986	0.05	0.48
Septiembre	399	1936	-0.05	0.50
Octubre	520	1960	0.06	0.37
Noviembre	378	1981	0.04	0.59
Diciembre	459	1975	0.03	0.70

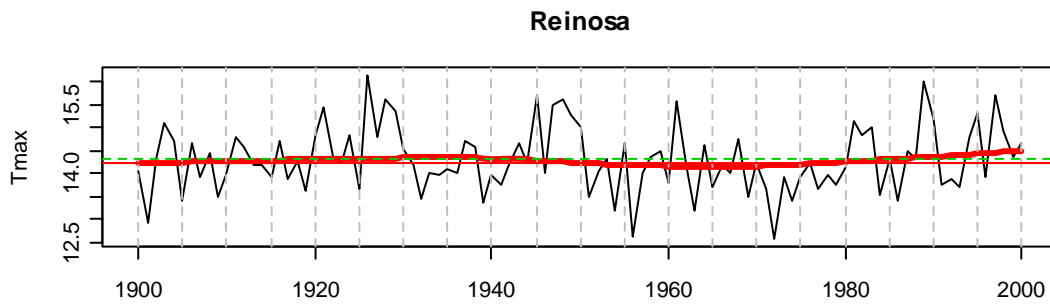
Cuadro 8: Test de ruptura y tendencia. Reinosa TN mensual media

Las temperaturas mínimas mensuales no presentan tendencia significativa, pero en los meses de Mayo y Junio, si que señala una ruptura al nivel de significación elegido $\alpha=0.05$, aunque se mantiene por debajo del umbral para $\alpha=0.01$ que se establece en 841.

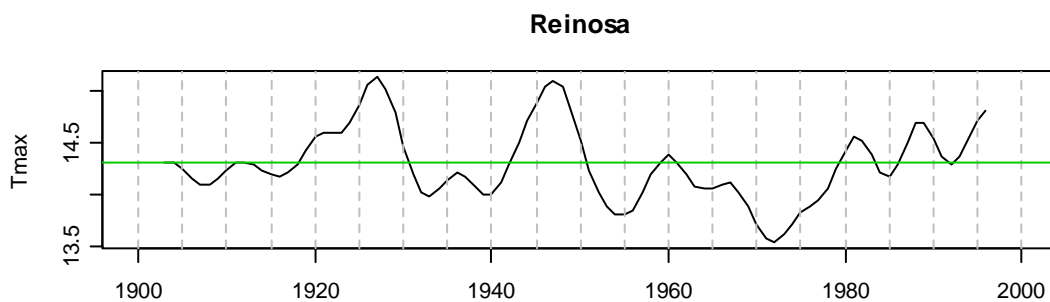
5.5.3. La Temperatura media de las Máximas



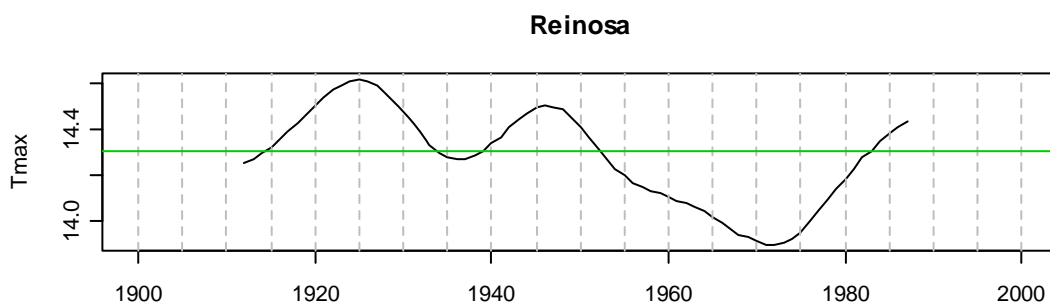




Rojo grueso: suavizado Low ess
Media(verde) y Mediana(rojo)



Filtro gaussiano de 11 términos
Media=linea verde

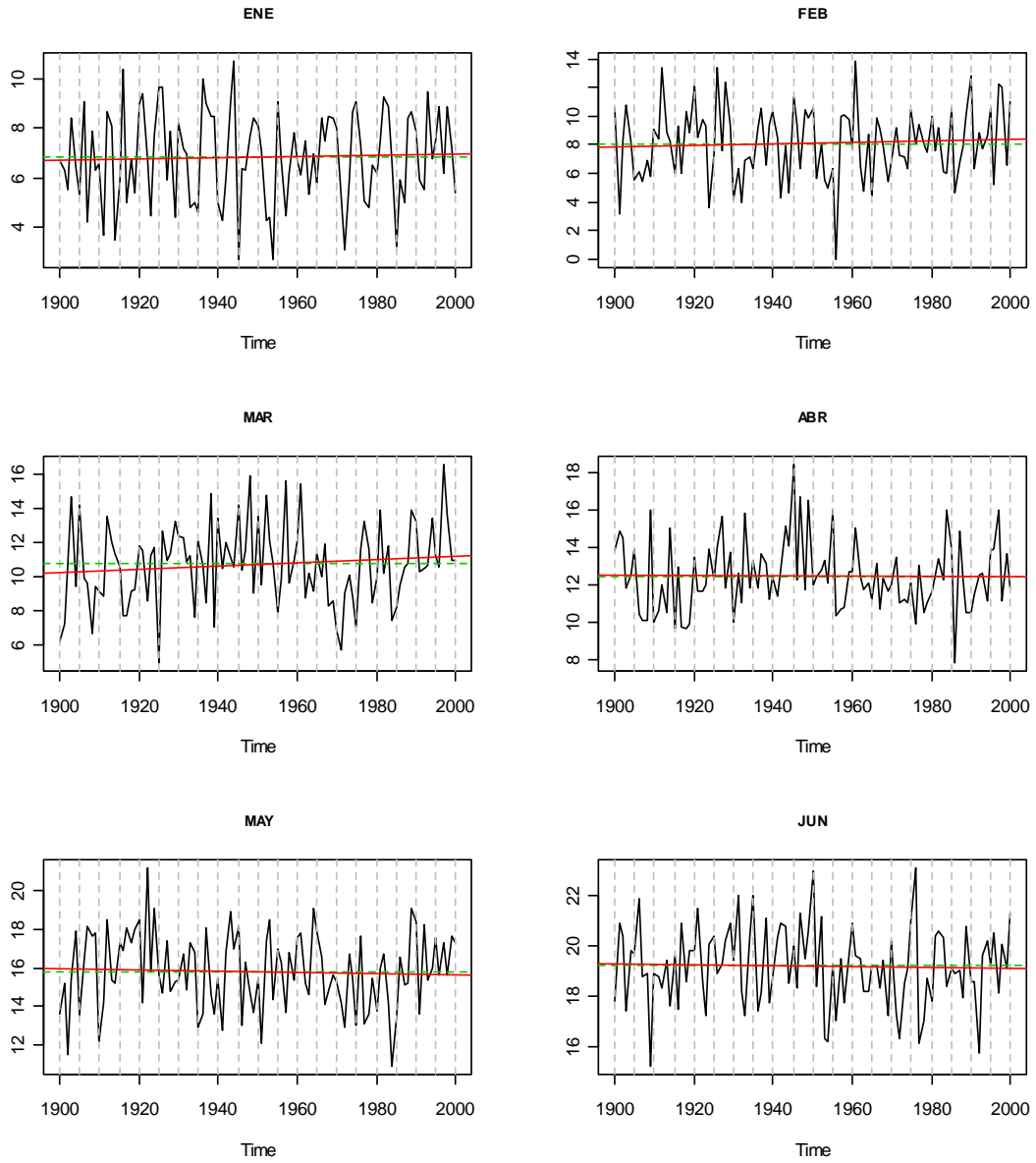


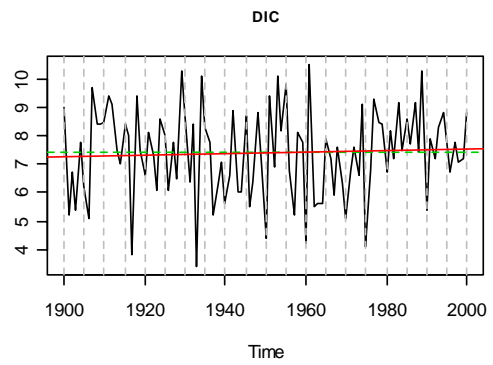
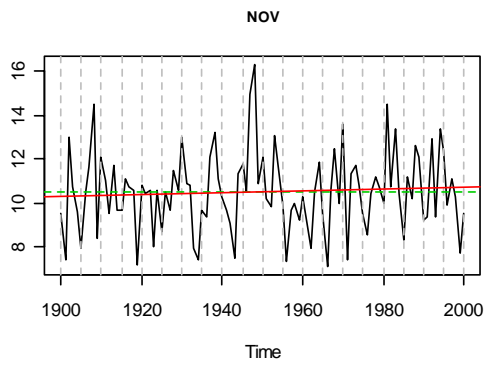
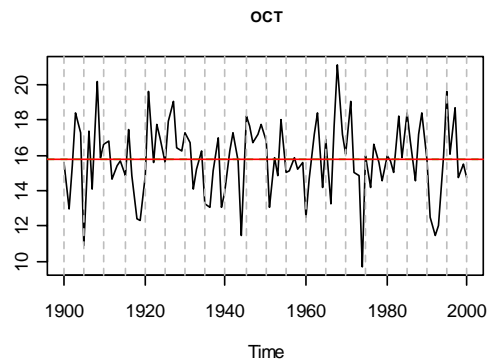
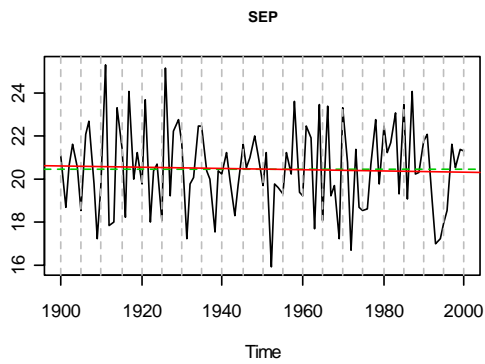
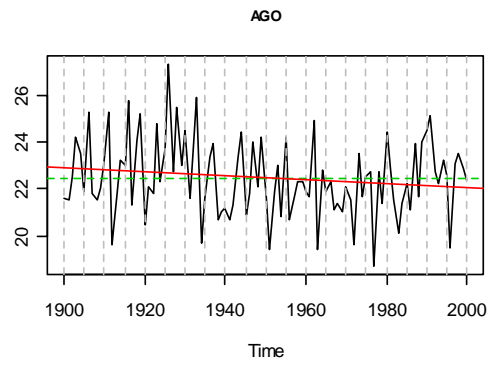
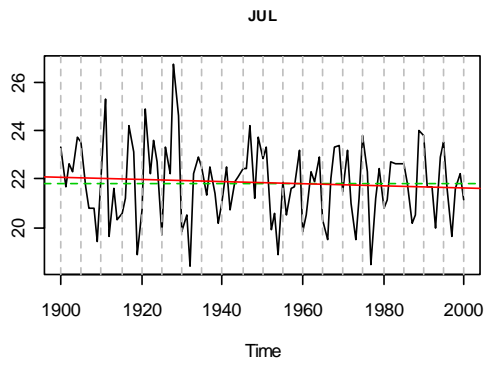
Filtro gaussiano de 33 términos
Media=linea verde

La serie no muestra rupturas ni tendencia, el valor máximo del estadístico de Pettitt es 360, que se alcanza en 1956, muy por debajo del umbral 677. La τ de Mann-Kendall da un p-valor =0.98.

Las series filtradas reflejan el máximo de 1925, y el segundo en la década de los años cuarenta, semejante al que alcanza a final de siglo. El mínimo principal en 1970 y el segundo, mucho menos severo, en 1935.

Las series mensuales de T Máxima media





	Ruptura		Tendencia	
	Máximo estadístico de Pettitt	Año en que se alcanza	τ de Kendall	p-valor
Enero	252	1987	0.03	0.63
Febrero	336	1988	0.05	0.47
Marzo	495	1925	0.06	0.35
Abril	437	1923	0.01	0.92
Mayo	410	1927	-0.03	0.68
Junio	529	1952	-0.03	0.64
Julio	410	1951	-0.04	0.53
Agosto	758	1933	-0.06	0.39
Septiembre	262	1991	-0.02	0.77
Octubre	253	1920	-0.01	0.94
Noviembre	321	1943	0.04	0.59
Diciembre	510	1976	0.03	0.71

Cuadro 9: Test de ruptura y tendencia. Reinosa TX mensual media

Las series mensuales de TX no muestran tendencias significativas ni rupturas, salvo en el mes de Agosto, cuando supera el umbral del nivel de significación 0.05, aunque se mantiene por debajo del $\alpha=0.01$

**6. Evolución de las series de referencia de Santander y
Reinosa**

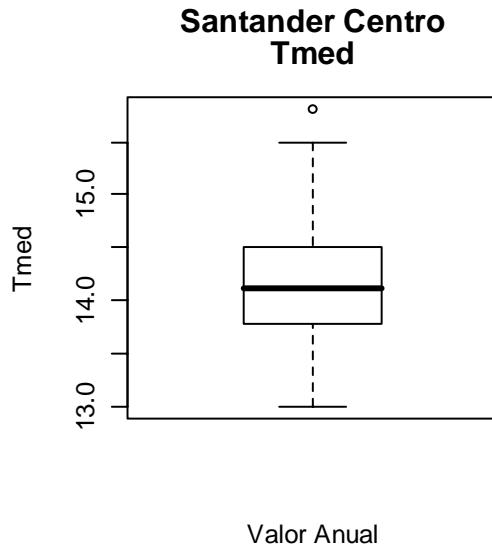
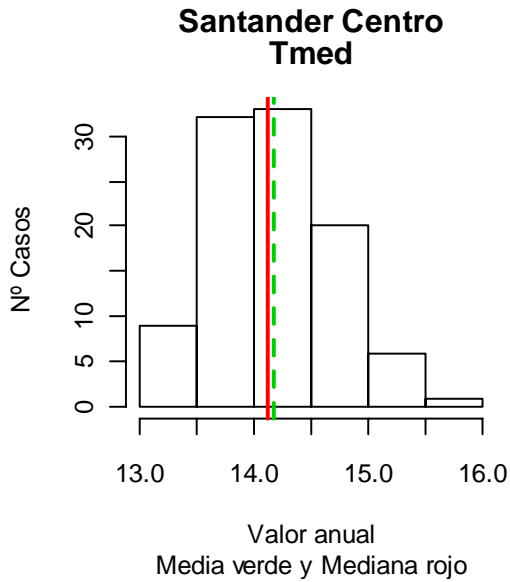
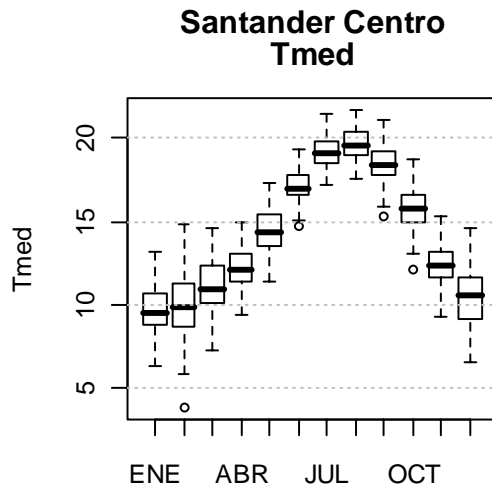
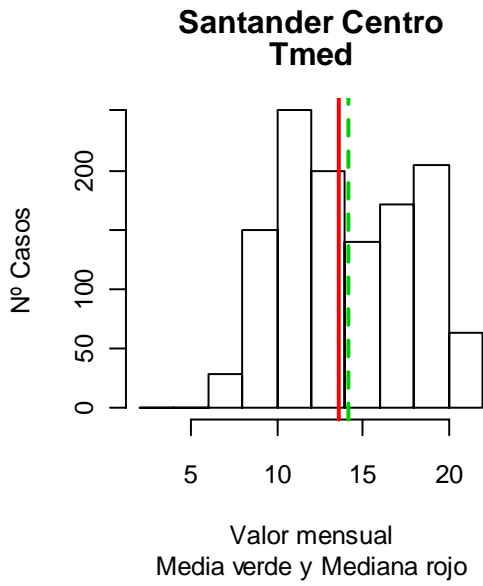
6.1. *El efecto de la urbanización del entorno del observatorio Provincial*

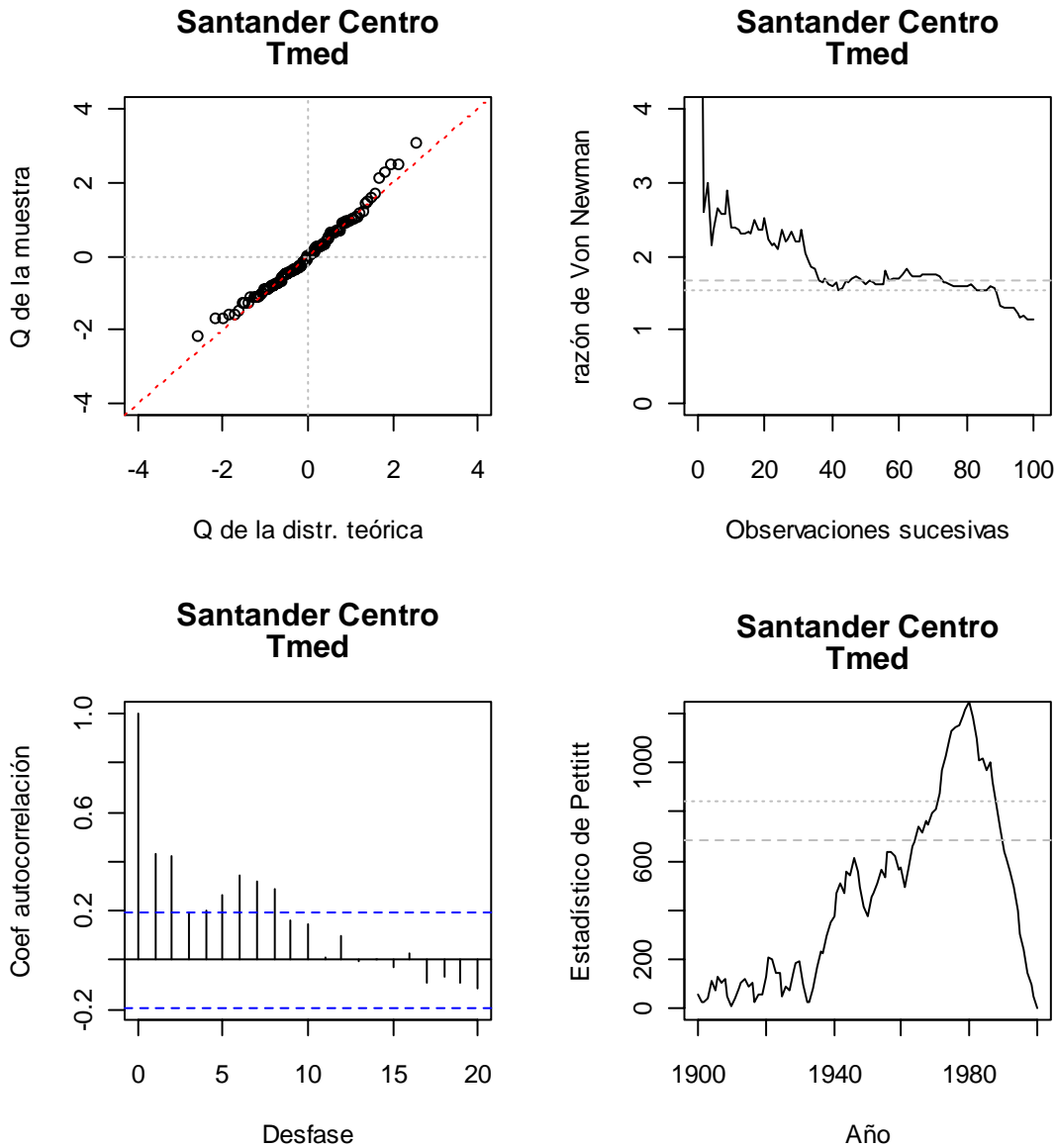
La reconstrucción de serie de Santander basada en las observaciones de la estación de Santander Centro, ubicada en el Paseo del Alta y cuyo periodo de observación se extiende desde 1923 hasta 1996, presenta en el tramo final una fuerte ruptura que la hace estadísticamente poco adecuada para tomarla como serie de referencia. Del estudio y evaluación de los elementos que producen esta falta de independencia, se observa que la causa recae principalmente en un incremento de las temperaturas máximas de los meses de verano. Dado que la fecha de ruptura fijada por el test de Pettitt es 1979, parece posible atribuir la ruptura a la urbanización del entorno del observatorio que se lleva a cabo en torno a esa fecha.

En el capítulo anterior, presentamos la serie de Santander Ojáiz como serie de referencia, y en este primer epígrafe vamos a detenernos en revisar los resultados que ofrecía la serie de Santander Centro, comparándola con otras de la periferia urbana, para justificar la elección de la primera como serie de referencia y aportando algunos argumentos a la hipótesis de la influencia de

la urbanización en la falta de independencia de las observaciones de los años finales de funcionamiento de Santander Centro.

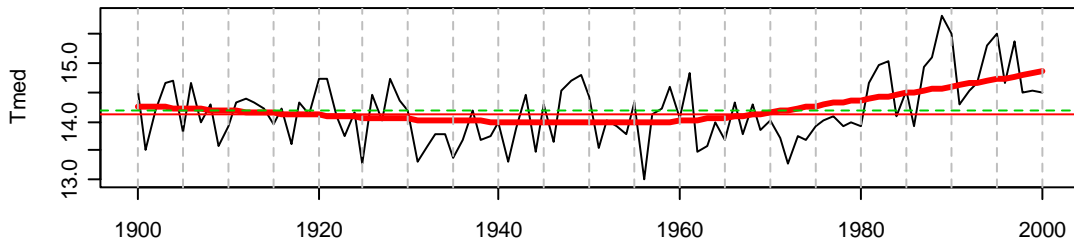
6.1.1. Revisión de las temperaturas de Santander Centro





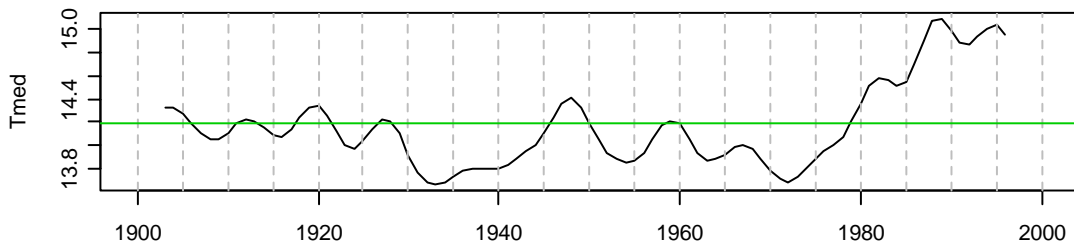
Aunque la distribución se aproxima aceptablemente a la normal, aparece una fuerte correlación provocada por la tendencia continua, primero descendente durante la primera mitad del siglo, y luego ascendente. En particular, a partir del año 1980, cuando el estadístico de Pettitt alcanza su valor máximo.

Santander Centro



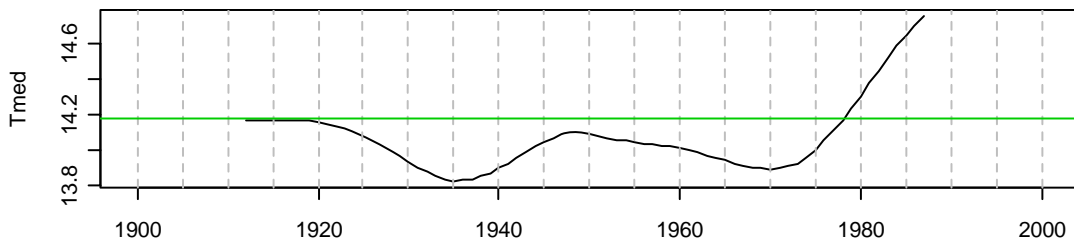
Rojo grueso: suavizado Low ess
Media(verde) y Mediana(rojo)

Santander Centro



Filtro gaussiano de 11 términos
Media=línea verde

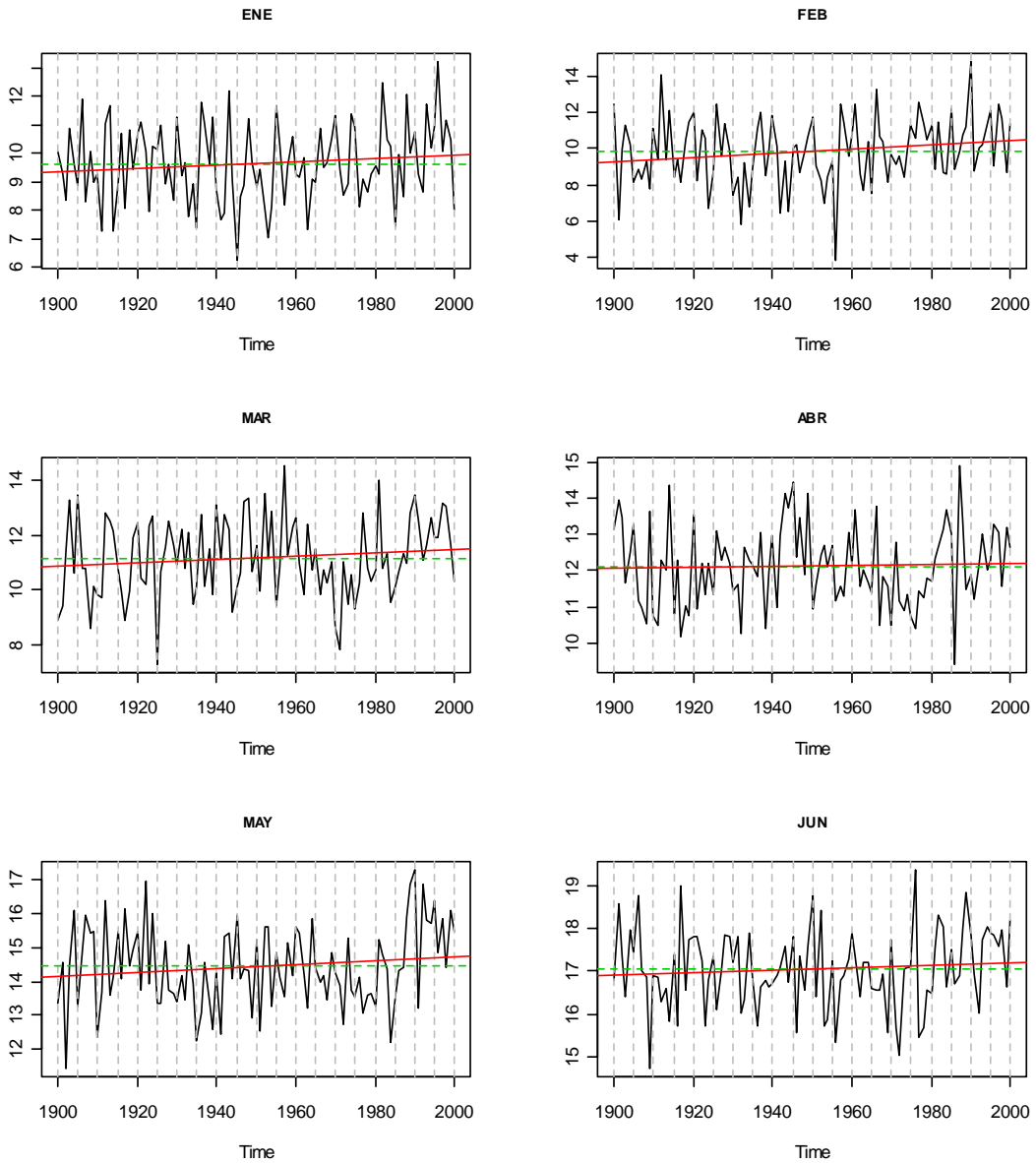
Santander Centro



Filtro gaussiano de 31 términos
Media=línea verde

El curso secular de la temperatura media anual experimenta un fuerte ascenso en el tramo final de la serie. Se aprecia también cómo la TM se ajusta más a las características de la TX que a las de las mínimas. El máximo de fin de siglo, y la fluctuación en los años centrales son reflejo también, principalmente, de la evolución de las máximas.

Las series mensuales de temperatura media se ofrecen a continuación, con el valor de la media en línea verde continua y el de la tendencia lineal en trazo rojo. Los resultados del test de ruptura de Pettit se incluyen a continuación en la Tabla 11.



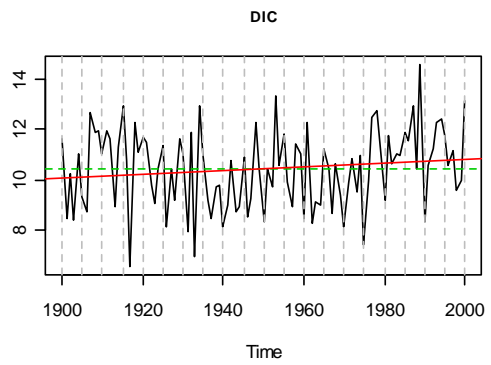
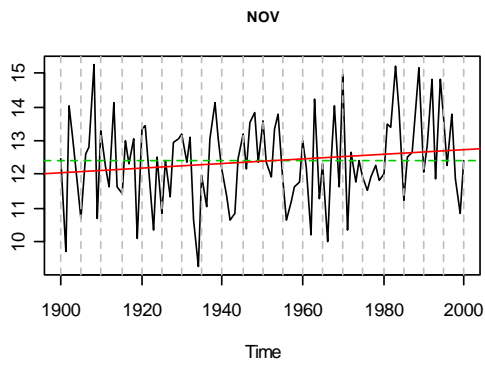
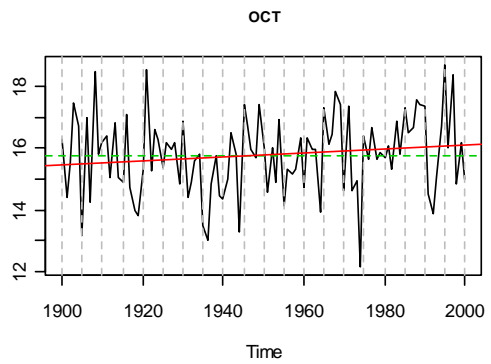
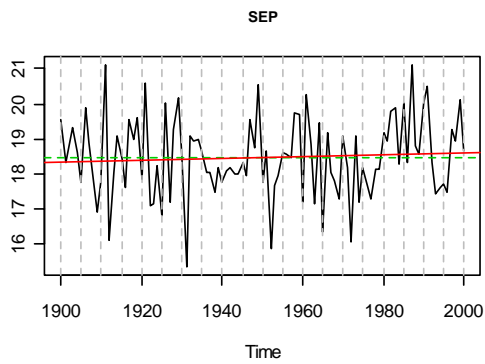
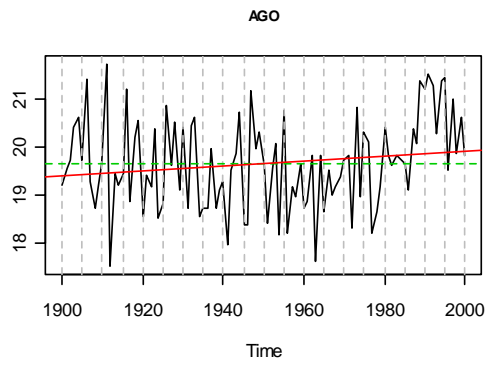
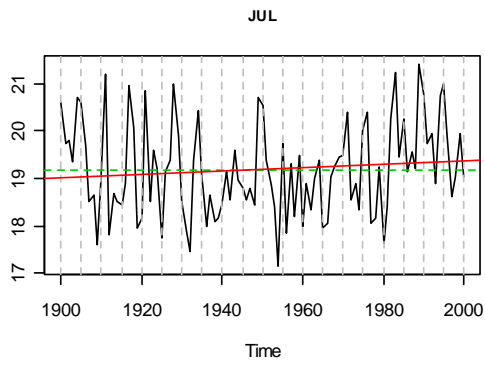


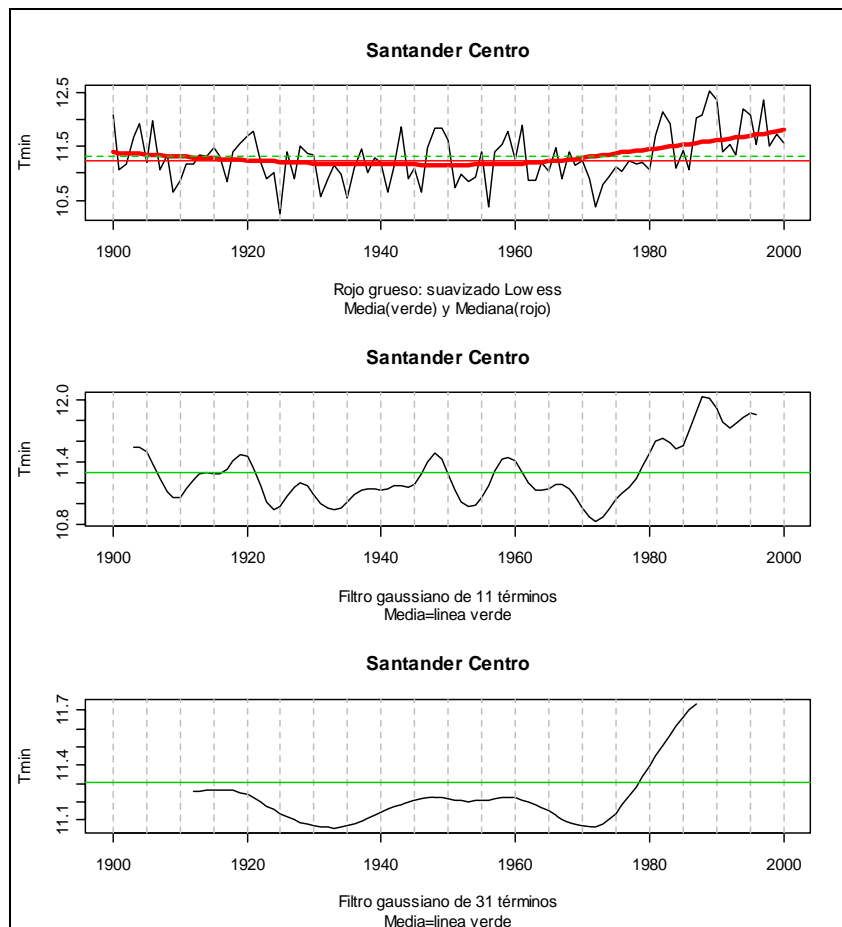
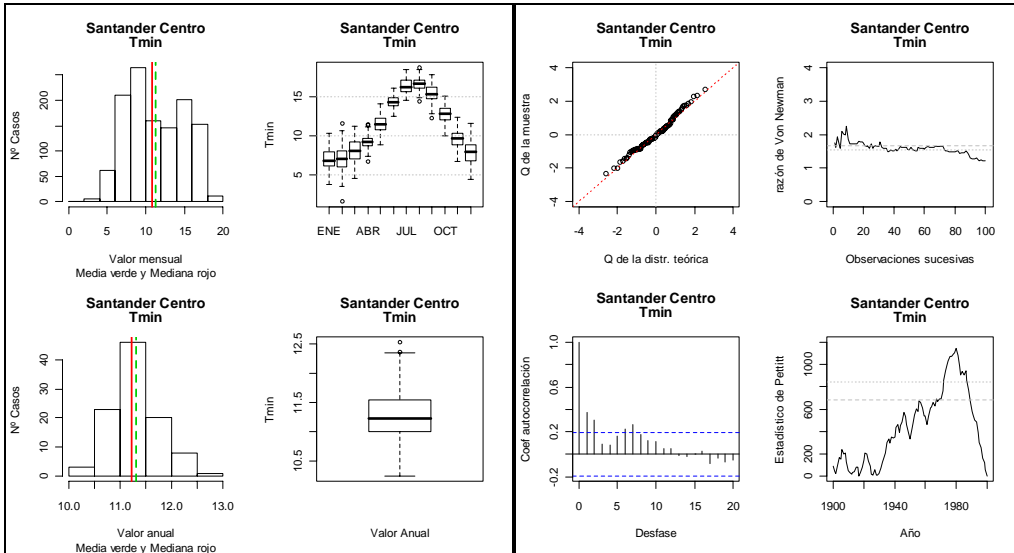
Tabla 11: Temperatura media en Santander Centro.

	Máximo estadístico de Pettitt	Año en que se alcanza
Enero	534	1965
Febrero	756	1956
Marzo	756	1956
Abril	490	1980
Mayo	780	1985
Junio	755	1980
Julio	824	1981
Agosto	937	1979
Septiembre	549	1979
Octubre	634	1964
Noviembre	630	1980
Diciembre	749	1976

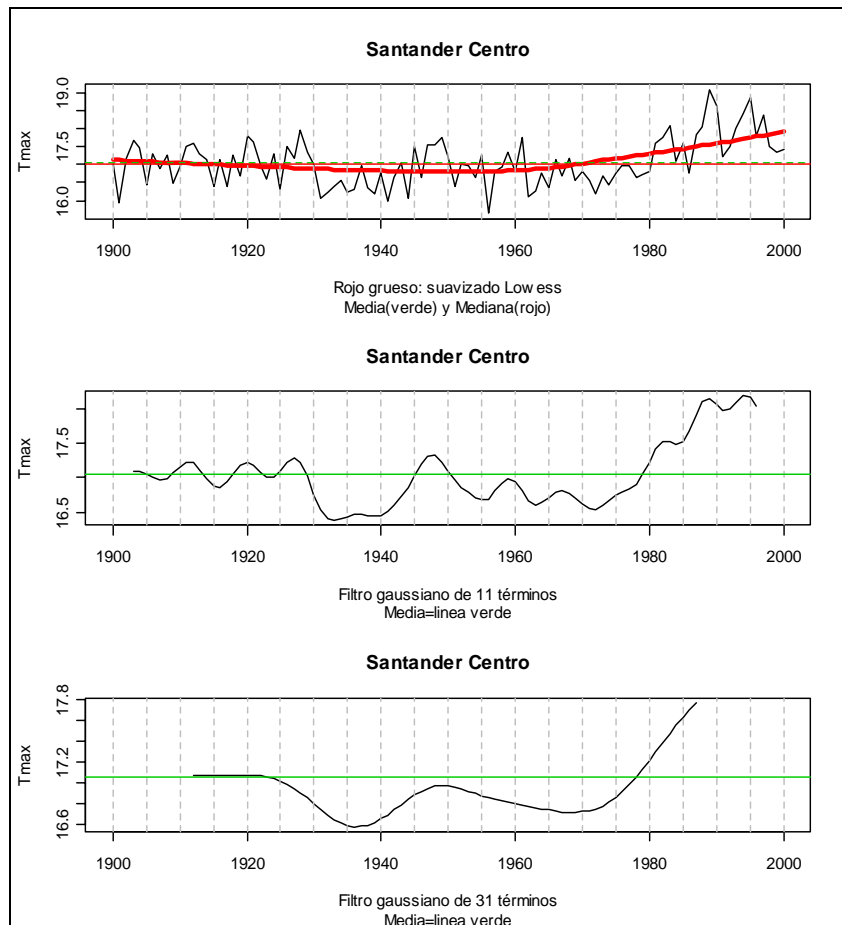
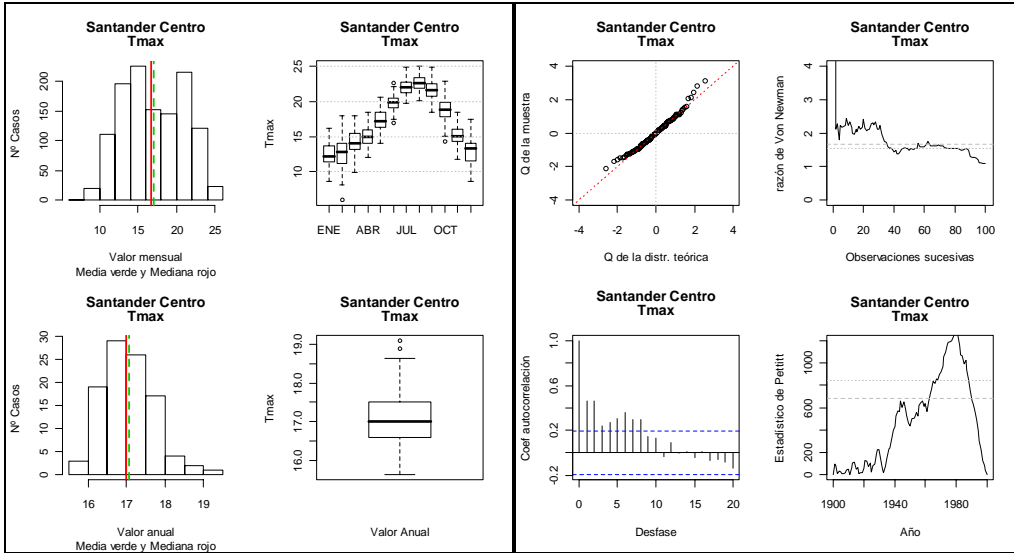
Los umbrales de 677 y 841 corresponden a un nivel de significación $\alpha=0,05$ y $\alpha=0,01$ respectivamente, para muestra de 100 valores.

Parece inevitable asignar la ruptura de la serie que tiene lugar en los meses de verano, y que el test de Pettitt sitúa entre 1979 a 1981, al efecto que sobre las temperaturas diurnas haya podido tener la urbanización del entorno del observatorio. Esto se pone de manifiesto en los meses centrales del verano, Julio y en particular Agosto, y especialmente en los registros de temperatura máxima.

La Temperatura media de las Mínimas



La Temperatura media de las Máximas



6.1.2. La influencia del crecimiento urbano

Después de constatar la fuerte tendencia final de las series de temperatura de Santander Centro hemos querido indagar sobre sus causas. En relación con el incremento de la temperatura en la ciudad respecto de su entorno, está documentada de forma general la presencia de la isla de calor urbana, y sus características diarias y anuales¹⁰⁶. No pretendemos hacer un análisis estático de la distribución de la temperatura en el área urbana y en el entorno, sino una reflexión sobre la diferente evolución que experimenta la variable, en relación con la incorporación del entorno del observatorio a la trama urbana.

El grado de ocupación del espacio próximo al observatorio a mediados de siglo se ha analizado a partir de la imagen aérea del Vuelo Catastral de escala aproximada 1:15000 de 1953, y del Vuelo de Medio Ambiente de CETFA de 1988. La fracción de la imagen del entorno del observatorio de Santander Centro de cada uno de los vuelos están reproducidas a la izquierda y a la derecha, respectivamente, en la Foto Aérea 2. En ambas se ha dibujado una pequeña estrella que sitúa la ubicación del Observatorio Provincial. El espacio representado corresponde aproximadamente a un cuadrado de 800 metros de lado en la foto de la izquierda.

106 CUADRAT, J.M.; VICENTE-SERRANO, S.M. Y SAZ, M.A. (2005): Los efectos de la urbanización en el clima de Zaragoza (España): la isla de calor y sus factores condicionantes. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, **40**: 311-237.

FERNÁNDEZ, F., LÓPEZ, A. Y ARROYO, F. (1994): Frecuencia e intensidad de la isla de calor en Madrid. *Aportaciones en Homenaje al profesor Luis Miguel Albentosa*, Tarragona, pp. 91-101.

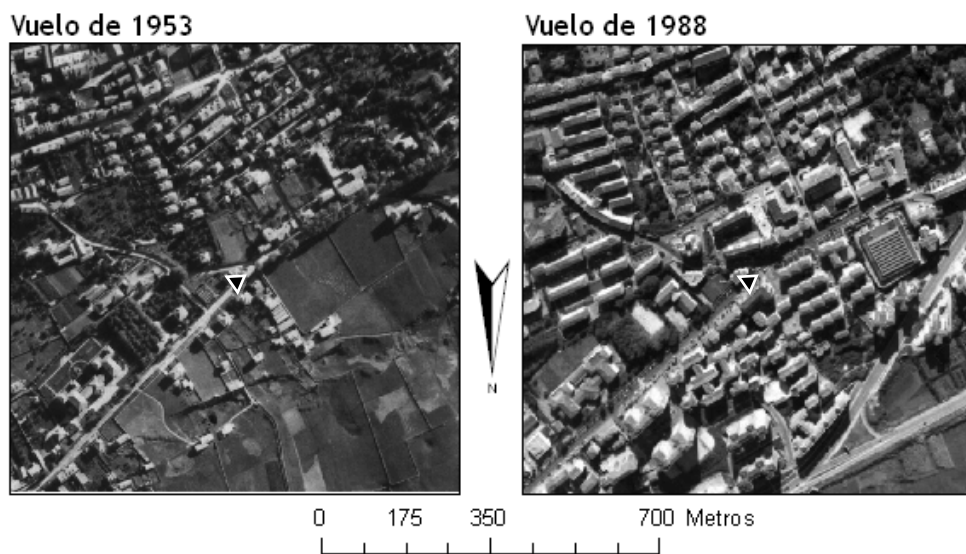
FERNÁNDEZ, F., MONTÁVEZ, J.P.; GONZÁLEZ-ROUCO, J.F. Y VALERO, F. (2004): Relación entre la estructura espacial de la isla térmica y la morfología urbana de Madrid. En: GARCÍA-CODRÓN J.C, DIEGO C.; FERNÁNDEZ P.; GARMENDIA C. Y RASILLA D. (Ed.): *El clima, entre el mar y la montaña*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC) serie A nº 4, p. 641-650.

En la imagen de 1953 se observa que la superficie edificada es del orden del 10% de la superficie total y que la mayor parte de los edificios son de menos de tres alturas. La agrupación de los edificios se alinea con las vías de comunicación principales y ocupan mayoritariamente, el espacio culminante del Paseo del Alta, que forma un rellano relativamente extenso. Domina en toda el área el uso agrario del suelo, y pueden distinguirse huertas, y fincas de labor con pequeñas construcciones diseminadas.

Foto Aérea 2: Imagen aérea de la ciudad de Santander en 1953 (Vuelo Catastral) y en 1988 (Vuelo de Medio Ambiente Diputación de Cantabria- CETFA).

La posición del Observatorio Provincial está señalada con un triángulo de fondo negro

**Observatorio de Santander.
Fotografía aérea del entorno urbano**



Escalas gráficas aproximadas

La calle que atraviesa la imagen en diagonal desde la esquina inferior izquierda, es el Paseo del Alta (hoy General Dávila), que recorre la línea culminante del relieve. Las áreas arboladas corresponden a algunas fincas residenciales en el eje de la avenida principal, al oeste del observatorio, y a ciertos servicios de la Diputación Regional hacia el este. Domina en el conjunto de la imagen, la edificación aislada o diseminada, de tipo unifamiliar de menos de tres alturas.

En 1955 se produce la incorporación progresiva del área al espacio urbano. El Plan Comarcal de 1955 otorga a la ladera norte del Paseo del Alta una edificabilidad de $4m^3$ construidos por m^2 de solar, lo que supuso el gran incentivo para los promotores¹⁰⁷ para establecer aquí sus proyectos.

La urbanización de esta área de la ciudad se produce entre 1965 y 1985, en dos oleadas. La primera tiene lugar entre los años 1955 y 1974, y agrupa el 60% del total construido en la segunda mitad del siglo. En esta etapa, los promotores se decantan por la construcción de colonias formadas por edificios de cinco alturas, de las que dos se construyen en el entorno próximo del observatorio, al norte y al este. La segunda oleada, en torno a 1980, recurre a la fórmula de agrupar la edificabilidad, lo que permitía construir el mismo número de viviendas en un solo bloque, situándolo en la parte más favorable de la parcela. Bajo esta figura, se construyeron los imponentes edificios de más de 8 alturas que cierran el límite de la ladera norte del Paseo del Alta junto a Camilo Alonso Vega, y algunos de los más cercanos al observatorio.

Al analizar la imagen aérea del año 1988, la situación se ha invertido. Apenas queda en el área de la foto, en una valoración generosa, un 20% de cubierta vegetal frente a 80% de superficie revestida. La tipología dominante son las construcciones en bloque, de cinco alturas en promedio, agrupadas en polígonos o colonias de estrechos viales. En el entorno inmediato del observatorio, en un radio de 200 metros, donde la topografía original era prácticamente llana, se han levantado auténticas barreras, lo que dejaba virtualmente hundido el emplazamiento original de los instrumentos de medida. Hacia 1975 se construye un bloque de 7 alturas con una fachada continua de 40m al norte del jardín meteorológico del que le separa únicamente el ancho de la calle, y unos años más tarde los bloques más

107 SAIZ, A. (2004) *Promoción inmobiliaria y crecimiento espacial*. Santander, 1955 1974. Universidad de Cantabria.

alejados y de mayor altura junto a la avenida de los Castros, en el límite norte de la ladera.

En consecuencia, es muy probable que las edificaciones interpuestas al norte del observatorio modifiquen la llegada de los flujos de viento de procedencia marítima. Si esto sucede al norte, otro tanto podemos deducir del efecto de la construcción en los años ochenta de los grandes bloques inmediatamente al sur del observatorio. La urbanización del área y de la calle que asciende desde la bahía, ha modificado la topografía de la ladera, al desplazar el eje de la vaguada original hacia la nueva calle, que ahora canaliza el flujo procedente del sur entre los altos bloques edificados.

En la imagen oblicua que se reproduce a continuación puede apreciarse la configuración del relieve sobre el que se acomoda la ciudad, y las características generales del emplazamiento de los distintos observatorios dentro de la trama urbana. La alineación del relieve en dirección ENE-OSO refleja la constitución alternante de la litología, que deja zonas elevadas y depresiones lineales, en una sucesión alterna de crestas y pasillos desde la bahía al sur hasta el mar Cantábrico al norte. El observatorio provincial, con la etiqueta Centro, en el paseo del Alta, los antiguos observatorios del Instituto y el parque de Bomberos, inmersos en el trazado urbano de la ladera que mira a la bahía y el nuevo emplazamiento periurbano junto al mar, en el barrio de Cueto. Al fondo de la imagen está la península de la Magdalena donde se situó el Mareógrafo originalmente.

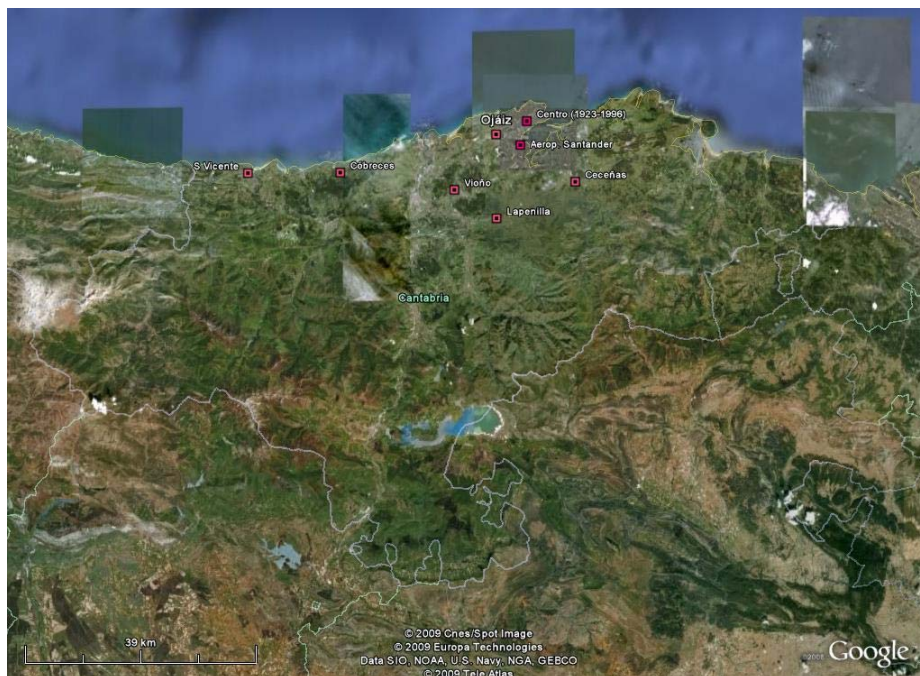


Foto Aérea 3: Imagen oblicua de la ciudad de Santander. La perspectiva está tomada en dirección Este.

En la parte superior de la imagen se aprecia la península de la Magdalena como prolongación de la ciudad, y la barra de arena que cierra la bahía, que queda a la derecha de la imagen. (© Google 2010).

6.1.3. Tendencia reciente de la Temperatura Máxima en el área de Santander y su entorno

Con la intención de obtener una referencia de la tendencia comparada de las temperaturas en el área urbana y en el entorno próximo no urbano, o más débilmente urbanizado, hemos agrupado algunas series de temperatura media mensual de las máximas diarias. Los datos mensuales de temperatura mensual media de las máximas están representados en Mapa 5, y en el Gráfico 41 los datos originales de Temperatura mensual media de las máximas de los observatorios de Santander Centro (SCEN), Aeropuerto de Santander (AEROPS), Ceceñas (CECE), Santander Ojáiz (SOJA), Vioño (VIO), La Penilla (PENI), Cóbreces (COBR), y San Vicente de la Barquera (SVIC).



Mapa 5: Estaciones seleccionadas para analizar la tendencia reciente de Temperatura

T mensual media de las máximas (°C)

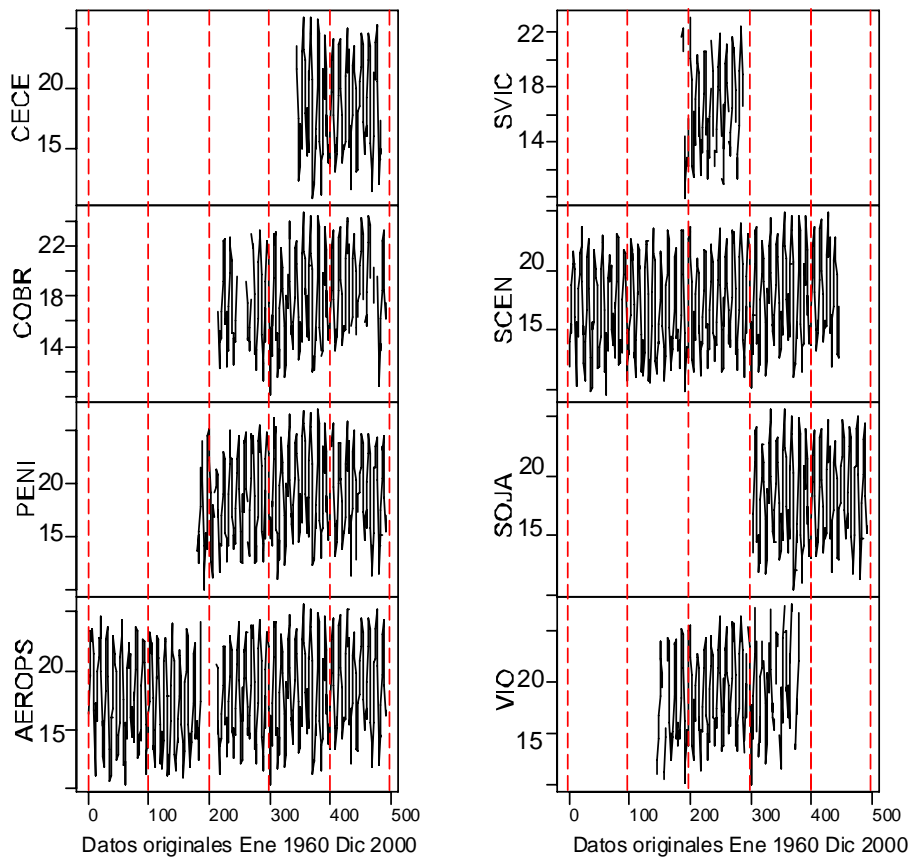


Gráfico 41: Series de datos originales de T del entorno de Santander 1960-2000

Son especialmente visibles las tendencias en las series del Aeropuerto, Santander y Cóbreces, y también la fuerte oscilación que aparece en la serie de La Penilla en los primeros años.

Las series completas de temperatura anual media de las máximas están dibujadas en el Gráfico 42, donde se aprecia con más claridad el aumento de la temperatura durante los últimos veinte años del siglo. Aumento, es verdad, que se arrastra con pequeñas fluctuaciones desde los primeros años setenta, fecha en la que se registraron los valores mínimos de la variable, dentro del periodo 1960 2000.

T Media anual de las máximas mensuales (°C)

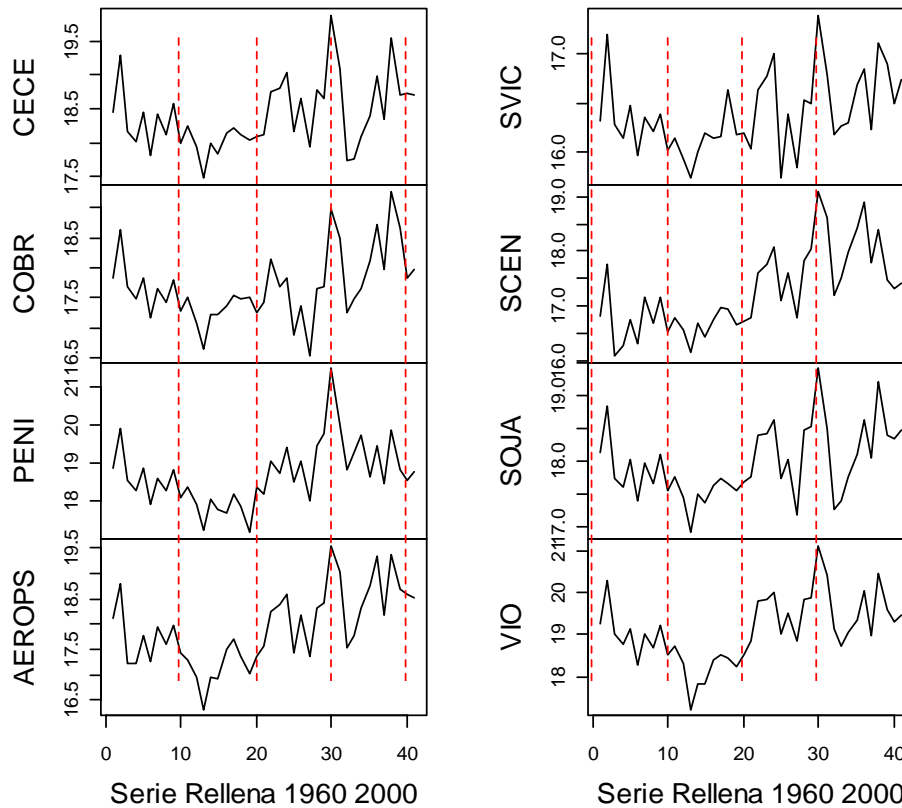


Gráfico 42: Series rellenas de T anual en el entorno de Santander.

El promedio anual de la temperatura máxima presentan correlaciones elevadas entre las series consideradas, coherente con la proximidad de los emplazamientos, y su afinidad climática, como se recoge en la Tabla 12. En la Tabla 13 los resultados de los test de Pettitt y Mann Kendall.

Tabla 12: Correlación entre las T de los observatorios del entorno de Santander

	CECE	COBR	PENI	AEROP	SVIC	SCEN	SOJA	VIO
CECE	1	0.86	0.81	0.89	0.89	0.79	0.98	0.92
COBR		1	0.73	0.87	0.89	0.75	0.89	0.8
PENI			1	0.84	0.76	0.83	0.81	0.9
AEROP				1	0.87	0.91	0.92	0.92
SVIC					1	0.77	0.9	0.84
SCEN						1	0.8	0.84
SOJA							1	0.92
VIO								1

Cabe destacar la marcada ruptura que presentan todas las series en el año 1980, con la única excepción de Cóbreces, que fija la ruptura en 1986. La evolución positiva de la tendencia de las temperaturas máximas queda de manifiesto estadísticamente en la segunda columna. En todos los casos la tendencia es significativa al 95%.

Tabla 13: Tendencia y año de ruptura de las T de observatorios del entorno de Santander

OBSERVATORIO	RUPTURA Valor Máx*/Año	TENDENCIA Valor τ y p-val	TENDENCIA °C/década
CECEÑAS	223/1980	0.21/0.06	0.14

CÓBRECES	247/1986	0.23/0.03	0.18
LA PENILLA	300/1980	0.24/0.03	0.26
S AEROPUERTO	330/1980	0.41/0.00	0.35
SAN VICENTE	238/1980	0.27/0.01	0.12
S CENTRO	384/1980	0.49/0.00	0.42
S OJÁIZ	238/1980	0.25/0.02	0.17
VIOÑO	331/1980	0.30/0.01	0.28

- Valores umbrales del estadístico de Pettitt para una muestra de 41 elementos

Al nivel de significación $\alpha= 5\%$, 174 y $\alpha= 1\%$ 217

Los resultados de los test delatan la presencia de tendencia positiva, estadísticamente significativa al nivel $\alpha=0.05$, en todos los casos, con la única excepción de Ceceñas. Esta estación junto con Cóbreces y Ojáiz, experimenta una tendencia positiva moderada, del orden de $0,15^{\circ}\text{C}$ por década y aunque superan el umbral que marca la ruptura de la serie, presentan valores cercanos al límite de la significación. Por otro lado, las estaciones de La Penilla, Aeropuerto, Santander Centro y Vioño podrían agruparse por su elevada tendencia positiva, entre $0,26$ y $0,42^{\circ}\text{C}$ por década.

Es probable que la proximidad a áreas industriales de los observatorios de La Penilla y Vioño sea uno de los motivos por los que los valores de la tendencia en estas estaciones sean equiparables a los de las áreas urbanizadas, no obstante, las hemos descartado para calcular la diferencia de temperatura entre series urbanas y no urbanas. Así pues, en la evaluación de la tendencia térmica de ambos grupos de observatorios, se puede observar que los observatorios de Santander Centro y Aeropuerto, los que consideramos urbanos, han sido más frescos durante los primeros años que los de Ceceñas y Ojáiz, que consideramos alejados de la influencia urbana. Se pone de

manifiesto también, que en los años siguientes se van aproximando los registros hasta que se invierte la relación, y pasan a ser más cálidos los observatorios urbanos.

Si expresamos la diferencia de las temperaturas estandarizada, de forma que sólo reflejan las variaciones respecto de la media y no los valores absolutos, el resultado puede verse en el Gráfico 43. Se aprecia el cambio de signo a partir de los años 80, y el aumento del valor de la diferencia a partir de entonces.

En el caso concreto de estas cuatro estaciones, parece razonable concluir que el incremento de las temperaturas máximas en los observatorios de Santander Centro y Aeropuerto, a pesar de su proximidad a la costa y estar afectado por el efecto atemperante por la cercanía del mar, está relacionado con el incremento de la superficie urbanizada. La estación de Ojáiz y especialmente Ceceñas, protegidas del influjo marítimo y que han mantenido el entorno más naturalizado, experimentan una tendencia más suave de las temperaturas máximas.

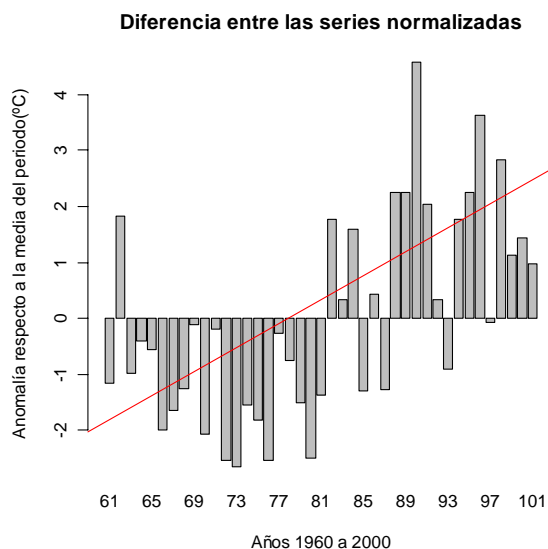


Gráfico 43: Tendencia del contraste de T entre observatorios urbanos y no urbanos en Santander y alrededores

6.2. *Las precipitación en Santander y Reinosa durante el siglo XX*

Una vez obtenidas series de referencia de precipitación para Santander y Reinosa, haremos un primer análisis otorgando a cada uno de los valores de las series mensuales y anuales una etiqueta de acuerdo con el carácter del periodo en cuestión. Consideraremos una escala de siete categorías, según se describe en la Tabla 14, y de acuerdo con el percentil que ocupa cada valor en la distribución de la serie, asignaremos un calificativo que describa el carácter pluviométrico del mes o del año, desde extremadamente húmedo hasta extremadamente seco. Analizaremos después la sucesión de periodos húmedos y secos, a partir de los datos anual y mensual (Almarza,2000)¹⁰⁸.

108 ALMARZA C (2000): Variaciones climáticas en España. Época instrumental. En BALAIRÓN L. (Coord.) *El campo* 137. Madrid. Servicio de Estudios BBVA.

Tabla 14: Criterio para la clasificación de los periodos de precipitación

Carácter	Intervalo
Extremadamente Seco	$Q \leq 5\%$
Muy Seco	$5 \leq Q \leq 20$
Seco	$20 \leq Q \leq 40$
Normal	$40 \leq Q \leq 60$
Húmedo	$60 \leq Q \leq 80$
Muy Húmedo	$80 \leq Q \leq 95$
Extremadamente Húmedo	$95 \leq Q$

Q es el percentil asignado al valor considerado dentro de la muestra.

6.2.1. Precipitación en Santander

La serie anual manifiesta que la aportación pluviométrica se produce alternativamente por encima y por debajo de la media, y que la duración de cada periodo no supera en general los dos o tres años (Figura 18). Cuando se repite el signo pluviométrico más allá de tres años consecutivos, podemos afirmar que entramos en un periodo poco frecuente de escasez o abundancia, que se verá reflejado en las características de un periodo de mayor escala temporal, bien decadal o secular.

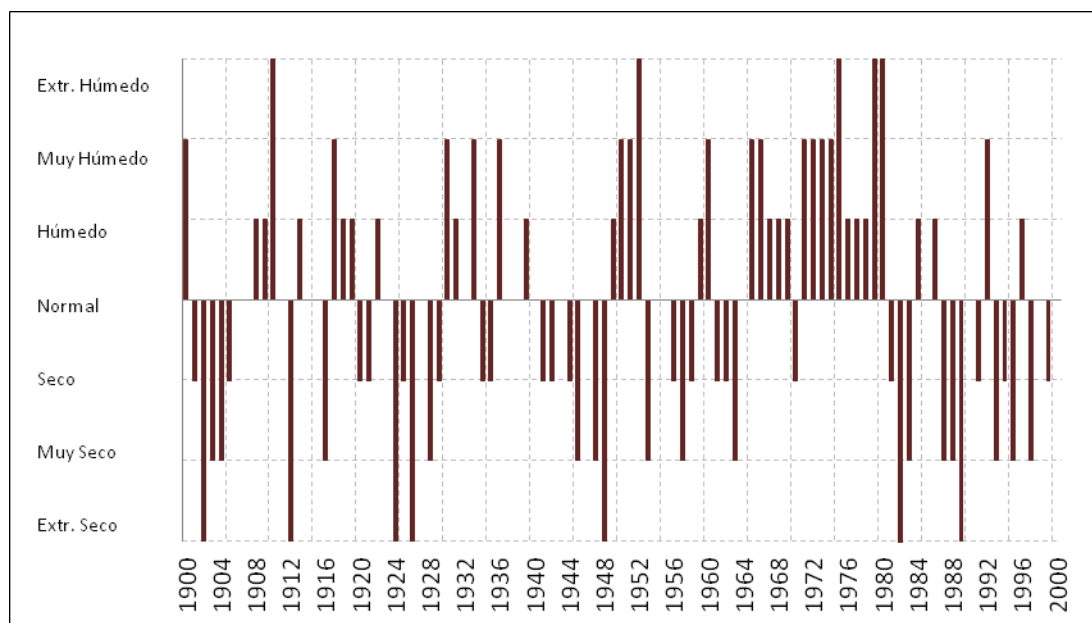


Figura 18: Santander 1900-2000. Clasificación pluviométrica anual en siete categorías

En la

Figura 19 se reproduce la clasificación de los valores mensuales y anuales, aunque reduciendo a tres el número de categorías. Las clases centrales, que corresponden a los periodos calificados como Seco, Normal y Húmedo están agrupadas, y se han dibujado sin color. Las dos categorías superiores, las clases de mayor abundancia pluviométrica que corresponden a valores por encima del percentil 80%, se han dibujado en verde (gris oscuro) y las dos más secas, por debajo del percentil 20% se han dibujado en amarillo (gris claro). Se han resaltado con trazo más grueso las filas que corresponden a los valores anuales de precipitación por debajo del percentil 0,05 y por encima del 0,95, los que corresponden a los años extremadamente secos y extremadamente húmedos, respectivamente.

Observando la última columna, que recoge el carácter pluviométrico del periodo anual, los máximos aparecen en la segunda mitad del siglo con más frecuencia que en los primeros cincuenta años. Sobre la misma columna, se aprecia también la falta de precipitación en los primeros años del siglo, también en la década de los años cuarenta, y en el periodo que abarca desde 1985 hasta 2000, caracterizados por la presencia dominante de periodos normales o secos.

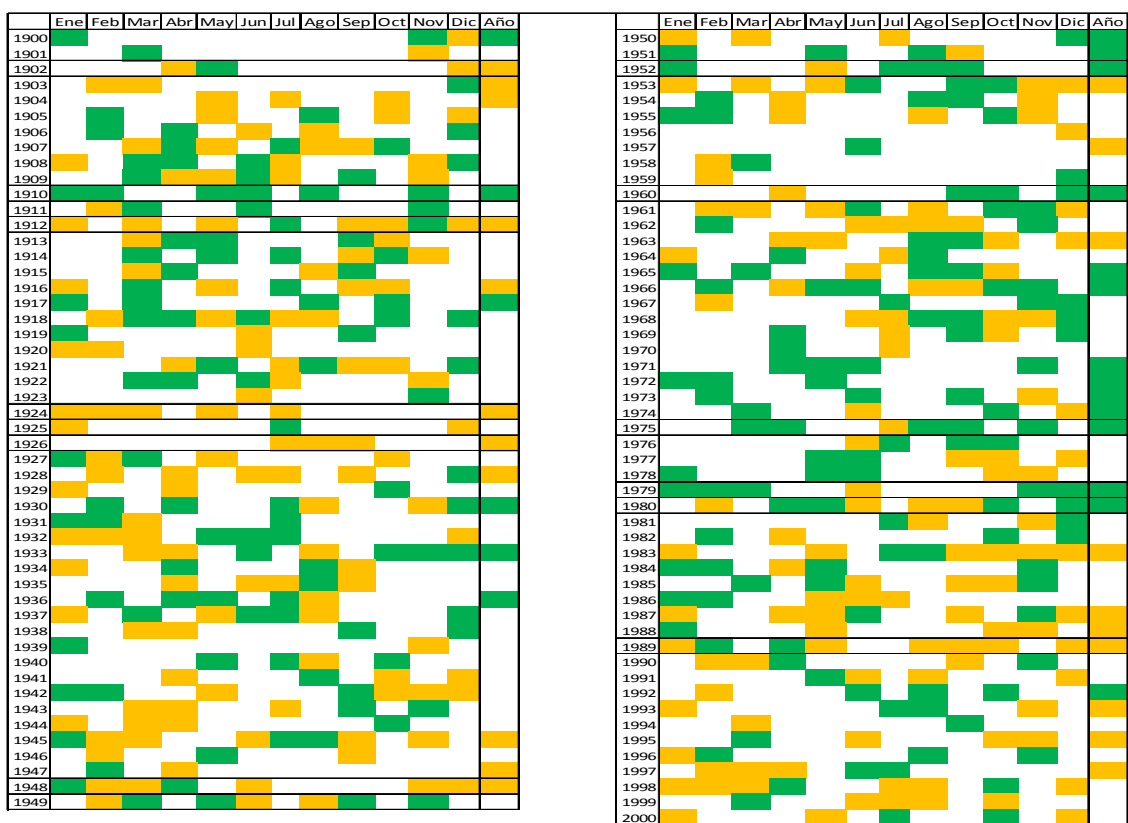


Figura 19: Santander 1900-2000. Clasificación pluviométrica mensual y anual en tres categorías

Los periodos húmedos se concentran en la segunda mitad del siglo, y principalmente en el periodo que abarca desde 1965 hasta 1980. Durante los primeros años de esta etapa, se aprecia cierta concentración de meses húmedos en el segundo semestre del año, entre agosto y diciembre. Una distribución contraria de la que se aprecia entre los años 1930 y 1936, y también en los primeros veinte años del siglo, donde los meses especialmente lluviosos se concentraron en el semestre inicial.

La acumulación de meses húmedos que se produce en el primer semestre del año durante la primera mitad del siglo, parece que se traslada al segundo semestre a partir de 1950 y hasta final de siglo.

En la Figura 20, hemos agrupado por décadas los valores anuales de precipitación acumulada, para analizar la distribución de las distintas categorías a lo largo del siglo. Cada columna hace referencia a un decenio del siglo XX, donde están los años apilados según su categoría y de acuerdo con los colores de la leyenda. La longitud de cada segmento de color es proporcional al número de años en el decenio que tienen la misma clasificación pluviométrica.

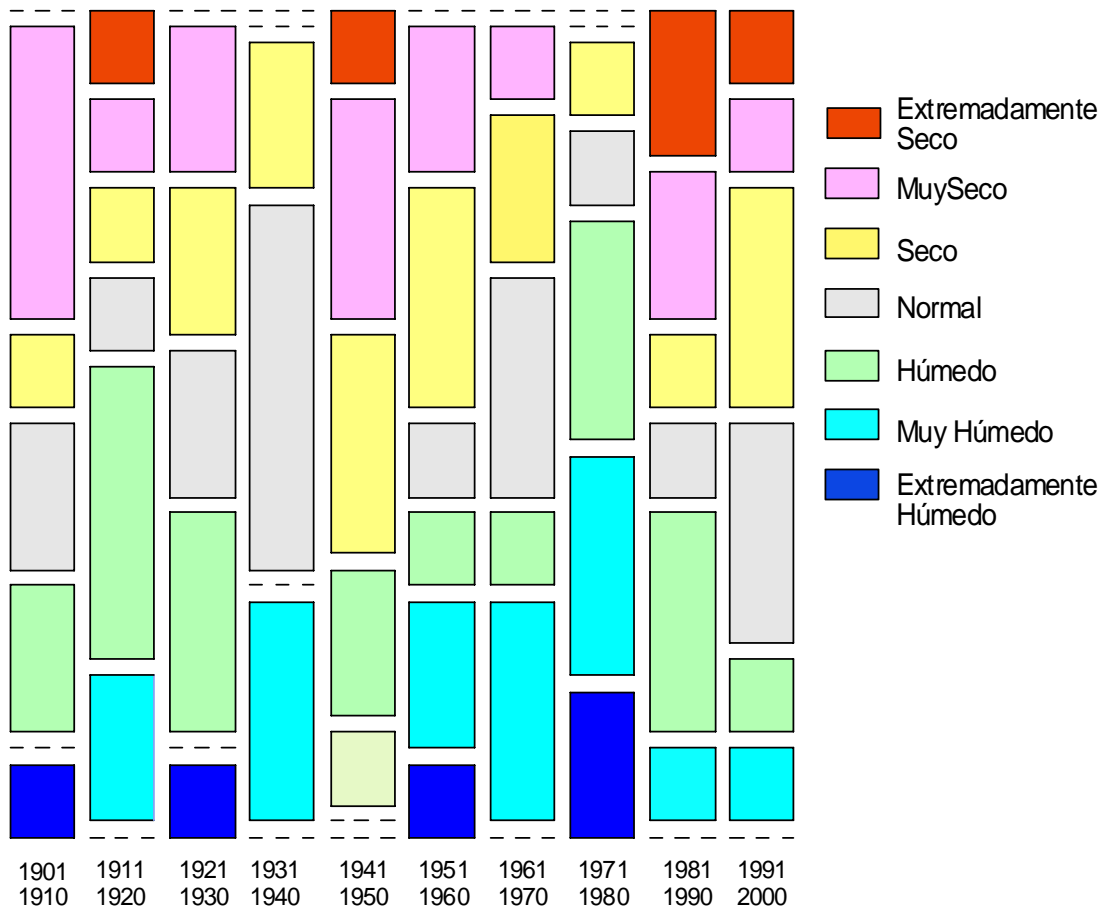


Figura 20: Santander 1900-2000. Carácter pluviométrico anual agrupado en décadas

Por ejemplo, la esquina superior izquierda del gráfico, que en esta primera columna está ocupada por una línea discontinua, denota que no hay ningún año calificado de Extremadamente Seco entre 1901 y 1910; el segundo segmento de esta primera columna, corresponde a los cuatro años Muy Secos acumulados entre 1901 y 1910 que marcaron el carácter de la década; y así se puede seguir leyendo el gráfico sucesivamente. En color gris están representados los años considerados Normales, y puede apreciarse que los

años con precipitación en torno a la mediana no son siempre los más abundantes.

En la primera década domina el carácter seco, como consecuencia de la sucesión de años muy secos entre 1901 a 1905. El año 1900 había sido muy húmedo, y hasta 1910 no se llegaría a otro del mismo carácter.

Entre 1911 y 1920 se normaliza en conjunto el aporte pluviométrico, incluso dominan ligeramente los valores por encima del punto medio de la distribución, aún con la presencia de 1912 que está calificado como año Extremadamente Seco.

Entre 1921 y 1930 vuelve a dominar el carácter seco, que pone de manifiesto los dos extremos secos de 1924 y 1926.

La década de 1930 es la única sin extremos. La única en la que dominan claramente los años calificados como *normales*, aunque aparecen tres años muy húmedos, entre 1930 y 1936.

La siguiente década es la más seca del periodo. Reúne un extremo seco, dos muy secos, tres secos, tres normales y uno húmedo. En los ocho años que median entre 1942 y 1949, la precipitación recogida solo alcanza los 8500 mm, la cifra más baja de lluvia acumulada en un periodo de tiempo equivalente durante todo el siglo.

La década que empieza en 1951 inicia una progresiva recuperación pluviométrica que continúa hasta los primeros años 80, invirtiendo el denominador de años anteriores, caracterizados por la escasez de lluvia, e incrementando de forma mantenida la presencia de los años húmedos, a la vez que se reducen de forma casi simétrica los años secos. En este periodo amplio no hay extremos secos, y se alcanza en la década de los setenta el máximo de precipitación de todo el siglo, habiéndose recogido entre 1972 y 1981 una media de 1450 mm por año.

Los años ochenta resultan en general secos, terminando con los valores mínimos de precipitación de 1987 y 1989. Así, estos diez años incluyen dos

extremos inferiores de la serie, la máxima concentración de casos excepcionalmente secos en 10 años.

Por último, los diez últimos años del siglo mantienen la tendencia apuntada por los años finales de la década anterior, y contabiliza sólo 2 años húmedos frente a 5 años secos, de los cuales tres se suceden entre 1994 y 1996, el último de los cuales resulta ser uno de los extremos secos de la serie secular.

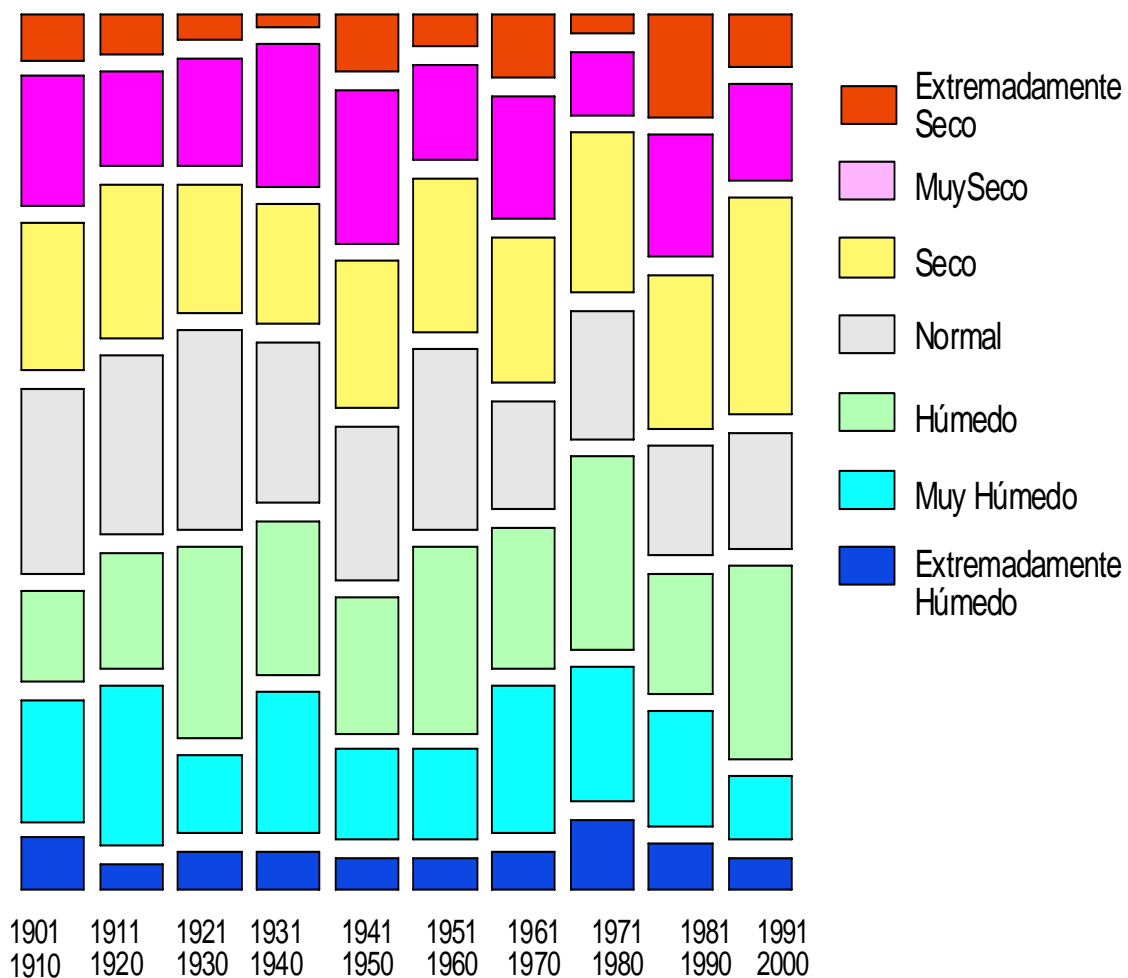


Figura 21: Santander 1900-2000. Carácter pluviométrico mensual agrupado por décadas

Para encontrar alguna pauta de repetición o de acumulación en el carácter mensual de la precipitación a lo largo del siglo XX, hemos representado un gráfico análogo al de la Figura 20, pero a partir de la serie de datos mensuales.

Al estar construida con un número mucho mayor de datos, la aparición y distribución de clases es más uniforme, pero se aprecia la misma figura

general de la evolución secular de la precipitación que observamos en la Figura 20. Hay una onda suave, de una longitud de unos cuarenta años, que recorre el siglo. Parte de una situación desequilibrada a favor de la presencia de meses secos, y evoluciona de forma lenta y progresiva hacia la situación contraria, en la que predominan los meses con precipitación por encima de lo normal. Luego se restablece de forma repentina la situación de partida, y se inicia de nuevo el ciclo. Que esta distribución de meses con pluviometría por encima o por debajo de lo normal sea característica particular de la precipitación en los cien años que estamos revisando, u obedezca a causas atmosféricas o climáticas de otra escala temporal o espacial, sería materia de otro trabajo.

6.2.2. Precipitación en Reinos

Para asignar el carácter pluviométrico a los distintos términos de las series de precipitación mensual y anual de Reinos, hemos seguido el mismo criterio de clasificación que expusimos para las series de Santander, estableciendo las siete categorías que detallamos en la Tabla 14 del epígrafe anterior.

El curso de la precipitación anual de la serie anual de precipitación de Reinos está representado en la figura siguiente.

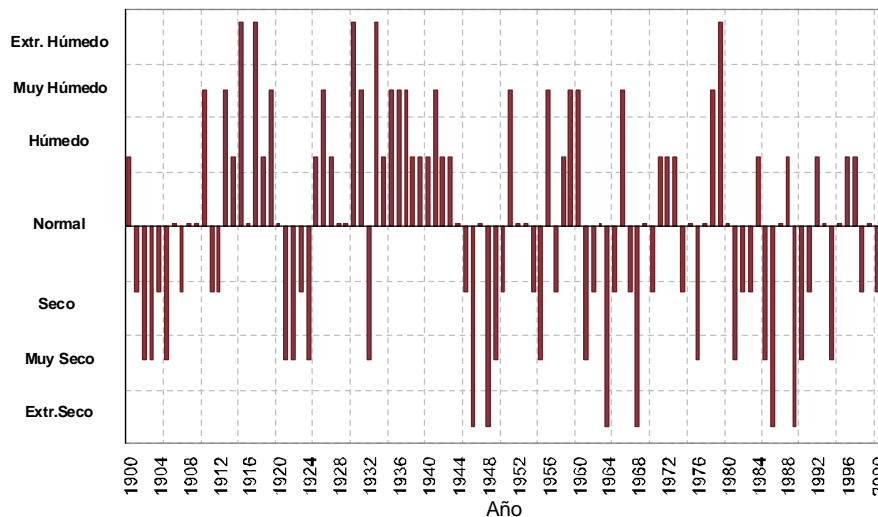


Figura 22: Reinos 1900-2000. Clasificación pluviométrica anual según siete categorías

Se distinguen dos fases periodos, el primero hasta 1944 está dominado por los años lluviosos, con episodios secos durante los primeros años del siglo y en la década de 1920. En la segunda mitad del siglo, han oscilado en torno al carácter normal de forma rápida cortos periodos húmedos con otros secos, aunque en conjunto han sido más frecuentes e intensos estos episodios de pluviometría escasa. Los máximos de la serie se localizan en su mayoría en la primera mitad del siglo, mientras que los mínimos están todos en la segunda, y especialmente al final.

En la Figura 233 hemos introducido las series mensuales, y reducido a tres las categorías representadas, destacando en color verde (gris oscuro) los

periodos, meses o años, cuya precipitación está por encima del percentil 80 de la distribución, es decir a los periodos *Muy Húmedos* o *Extremadamente Húmedos* y en amarillo (gris claro) los que quedan por debajo del percentil 20 y que corresponden a los clasificados como *Muy Secos* o *Extremadamente Secos*. Dejamos en blanco los que registran precipitación comprendida entre el percentil 20 y el 80, y que incluye las categorías *Normal*, *Seco* y *Húmedo*.

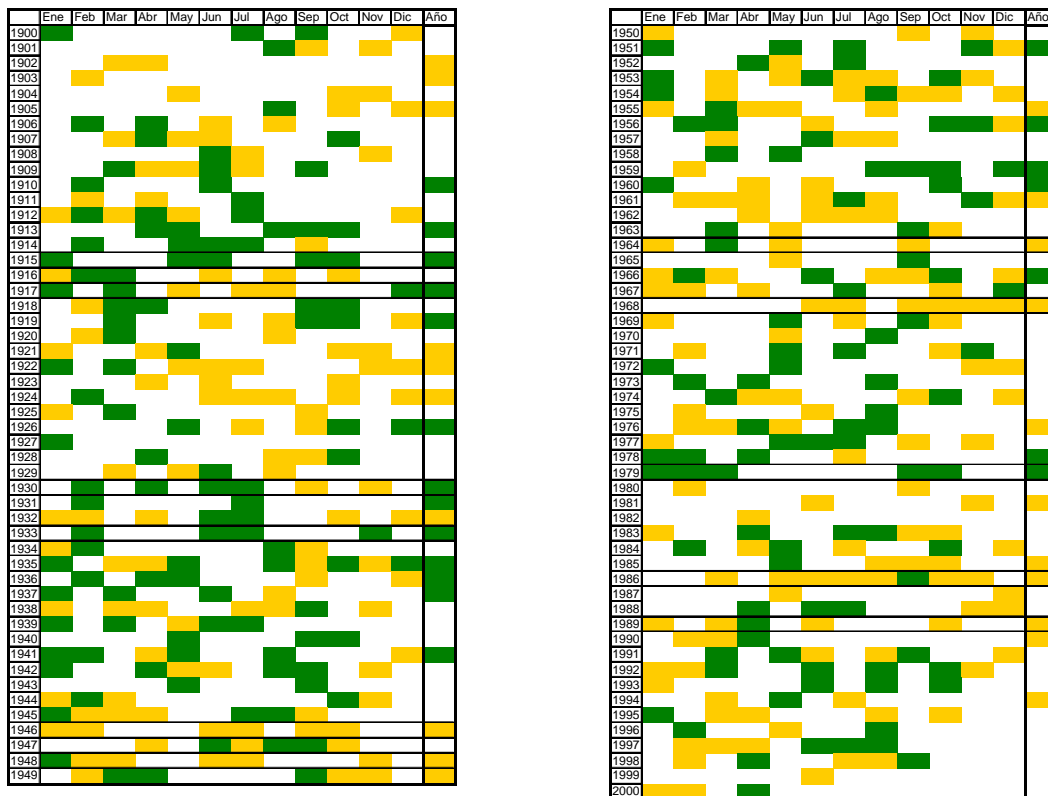


Figura 23: Reinosa 1900-2000. Clasificación pluviométrica mensual y anual en tres categorías

La presentación así agrupada, pone de relieve el carácter seco de la primera década del siglo y de las dos últimas. Resulta visible la acumulación de años húmedos en la primera mitad del siglo, que se aprecia también en la escala mensual especialmente concentrado en el primer semestre del año.

La Figura 244, análoga a la que se presentó para Santander en este mismo periodo, podemos ver la evolución a lo largo del siglo veinte de los periodos secos y húmedos, agrupados en periodos de diez años, de acuerdo con las siete clases establecidas.

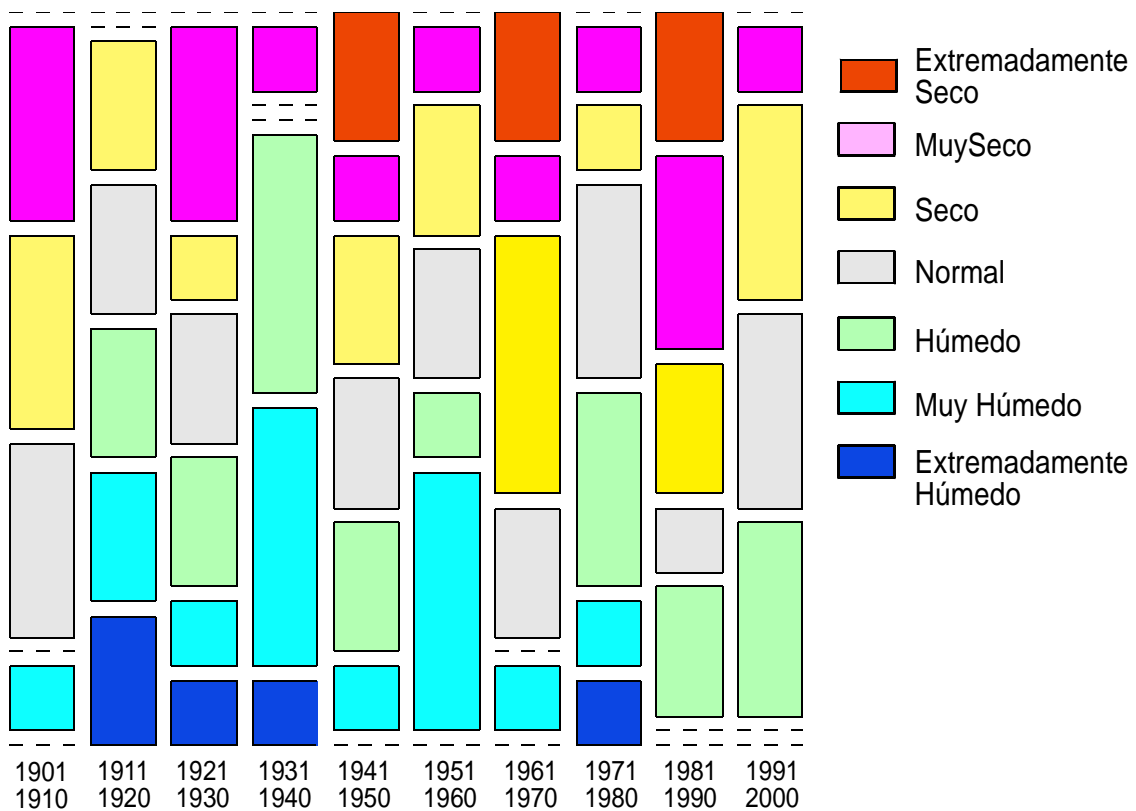


Figura 24: Reinosa 1900-2000. Carácter pluviométrico anual agrupado en décadas

En la primera década, aunque no hay años extremos, se aprecia un claro dominio de los años secos o muy secos, que se encadenan entre 1901 y 1905, dibujando una decena seca en su conjunto.

Entre 1911 y 1920, se inclina la distribución a favor de los años húmedos, entre los que destacan 1915 y 1917, marcados como *Extraordinariamente Húmedos*.

El siguiente periodo presenta un reparto pluviométrico alternante pero más centrado. Se registran cinco años consecutivos por debajo de lo normal y, a continuación, cinco que superan la mediana.

La década de los años treinta está fuertemente sesgada hacia el carácter húmedo, configurando entre 1930 y 1939 el periodo de diez años más húmedo de todo el siglo, concentrando cuatro de los 10 años más lluviosos del siglo.

En los primeros años cuarenta las lluvias se mantienen por encima de lo normal, y a partir de 1945 disminuyen drásticamente. Se suceden entonces cinco años con déficit entre los que se encuentran el segundo y el cuarto más

secos de todo el siglo, los años 1946 y 1948 respectivamente. Los meses de marzo, junio, octubre y diciembre, calificados como *Extraordinariamente Secos* marcaron el sesgo del año 1948, en el que sólo el mes de enero alcanzó la consideración de mes húmedo.

En la década que comienza en 1951 la situación pluviométrica se normaliza, y alternan años con precipitaciones por encima y por debajo de lo normal, pero que no llegan a alcanzar valores extremos.

Los años sesenta vuelven a ser secos, con siete años de escasez pluviométrica. Destaca el año 1968, el más seco de todo el siglo, cuyo segundo semestre a excepción de agosto, no superó el calificativo de muy seco. Entre 1961 y 1970 se acumuló la menor cantidad de lluvia recibida en diez años, entre toda la registrada en el siglo.

La década siguiente, de 1971 a 1980, invierte el carácter de los años precedentes, aunque de forma modesta en términos absolutos. Se suceden alternantes años ligeramente secos con otros ligeramente húmedos, hasta que al final de la década se registra el año más lluvioso del siglo, en el que tanto el invierno como el otoño, superaron la calificación de *Muy Húmedos*.

Los años ochenta experimentan nuevamente un acusado descenso de la precipitación. A parte de un año *Normal*, y dos *Húmedos*, los demás registran déficit de precipitación. La precipitación caída en la década, es del orden de la que se recogió en los años 60. En el año 1986, desde marzo hasta diciembre, la precipitación estuvo por debajo de lo normal, con la única excepción del mes de septiembre, que se situó por encima.

En los últimos diez años del siglo, no hay muestras de una modificación significativa del régimen de lluvias. Aunque no se alcanzaron los bajos valores de los últimos años 80, tampoco se ha registrado ninguno con un significativo excedente. Más bien, dominaron los años secos, con la presencia de dos muy secos en 1990 y 1994.

Repitiendo la representación pero con la calificación de los valores mensuales de precipitación observamos que se alternan periodos de 10 años, en los que

dominan periodos secos y húmedos. La oscilación regular que veíamos en el caso de Santander no aparece en Reinosa.

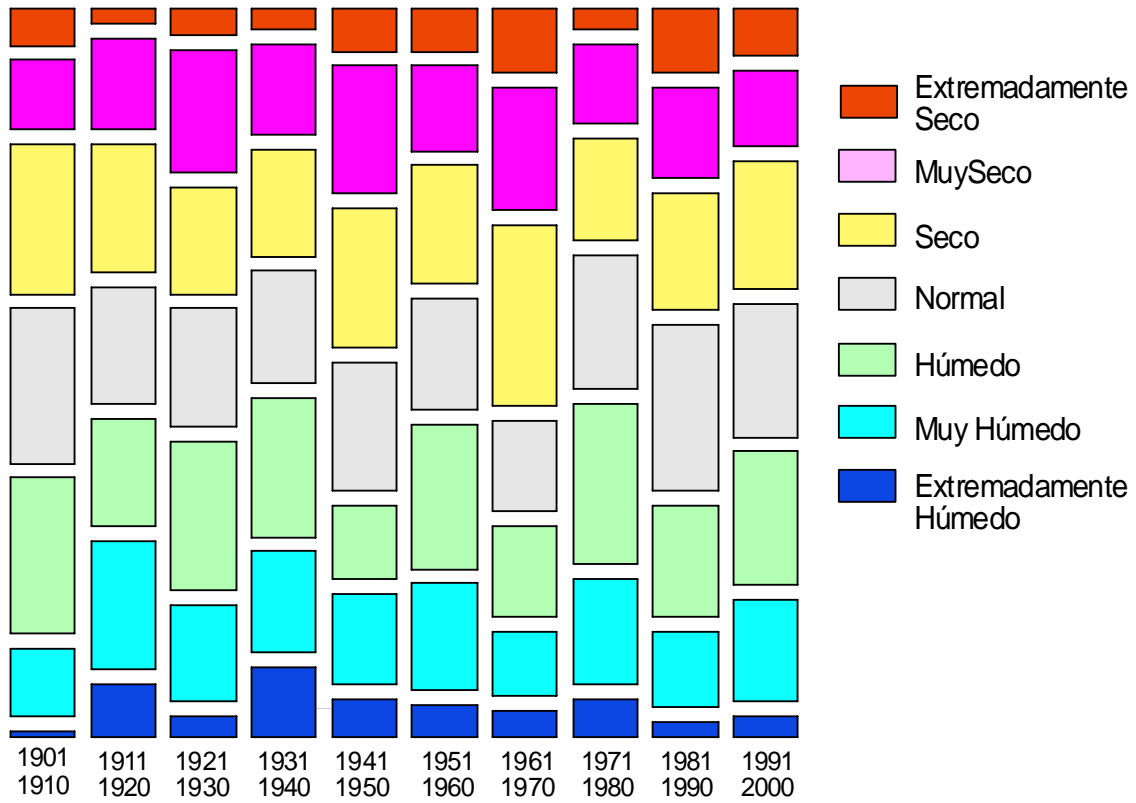
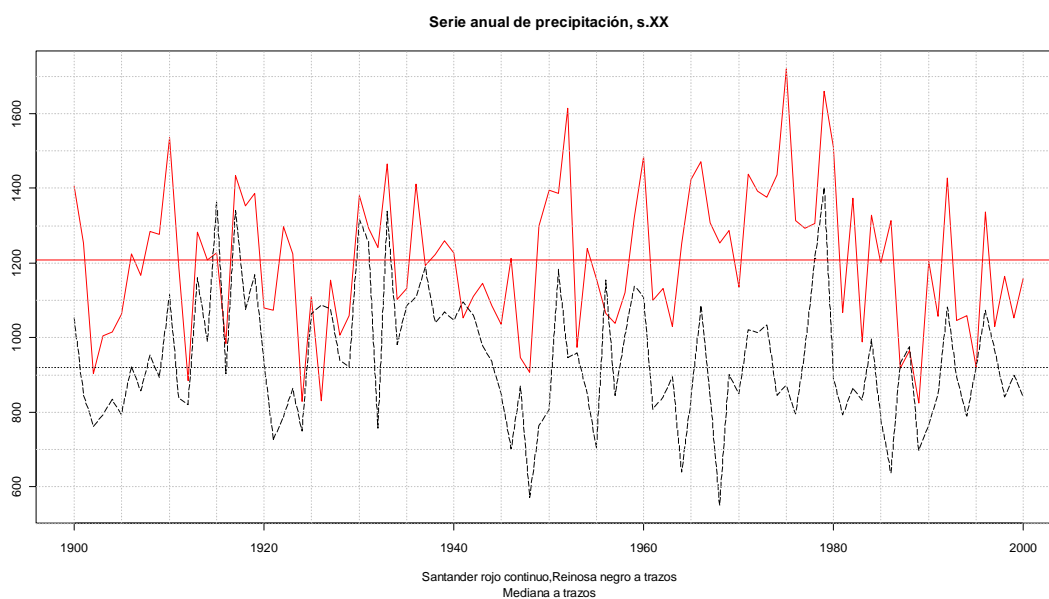


Figura 25: Reinosa 1900-2000. Carácter pluviométrico mensual agrupado por décadas

6.2.3. Evolución comparada de las series de referencia

La precipitación anual

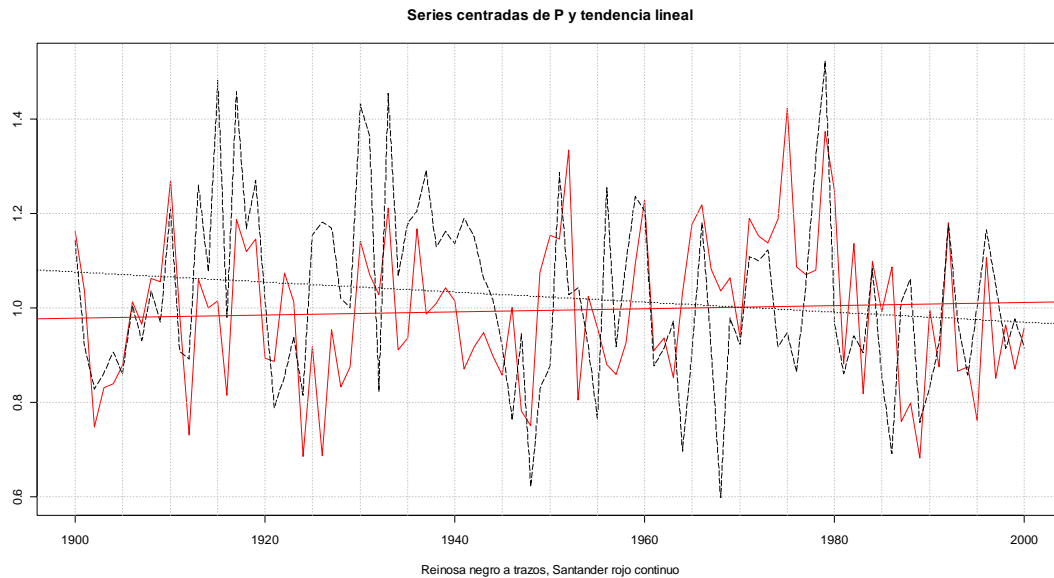
Vamos a exponer gráficamente la evolución de ambas series a lo largo del siglo XX.



La precipitación total anual en Santander a lo largo del s.XX registró valores comprendidos entre los 824 y los 1720 mm, situándose en promedio en 1203 mm y como valor más probable de la precipitación anual 1208 mm.

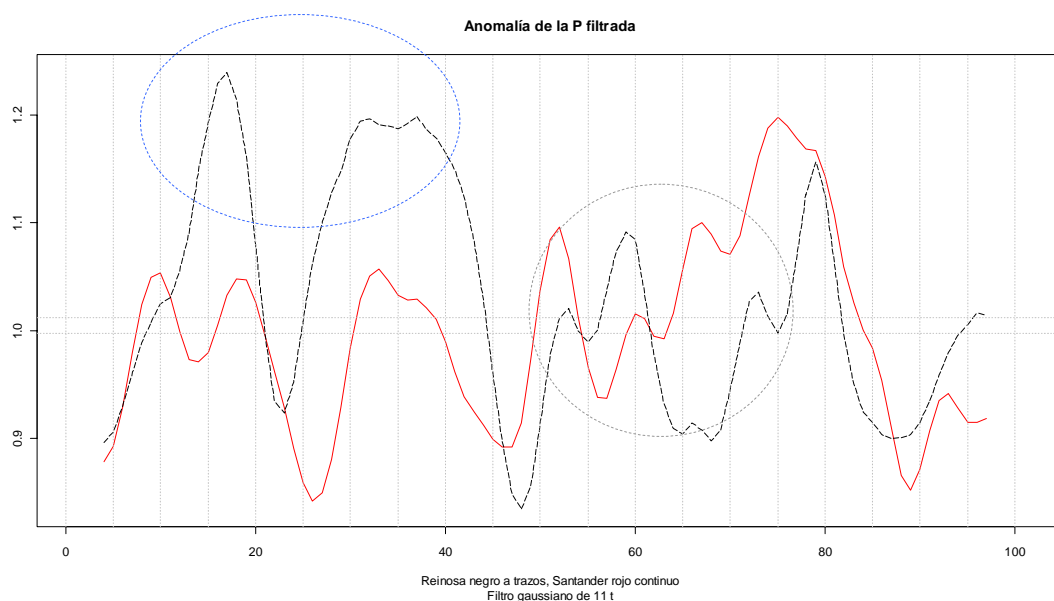
En Reinosa, los valores oscilaron entre 550 y 1400 mm aproximadamente. Como valor medio se recogieron 941 mm y como valor más frecuente 920 mm.

Como se podría deducir de su posición respecto a la costa, el clima de Reinosa tiene un régimen pluviométrico menos homogéneo que el de Santander, con mayor oscilación interanual, que se distribuye ligeramente hacia la izquierda de la media, lo que supone que se producen episodios de escasez pluviométrica apreciable.



Quando se representan las series de precipitación centradas, como cociente entre el registro anual y el valor de la mediana de la serie secular estamos expresando la anomalía de la precipitación anual respecto del siglo. Las líneas de tendencia ajustadas revelan la escasa variación de la precipitación recogida en Santander, de signo positivo según avanza el siglo, frente a la tendencia que se aprecia en la serie de Reinosa. Además de tener tendencias opuestas, el valor en este observatorio alcanza los 10 mm por década.

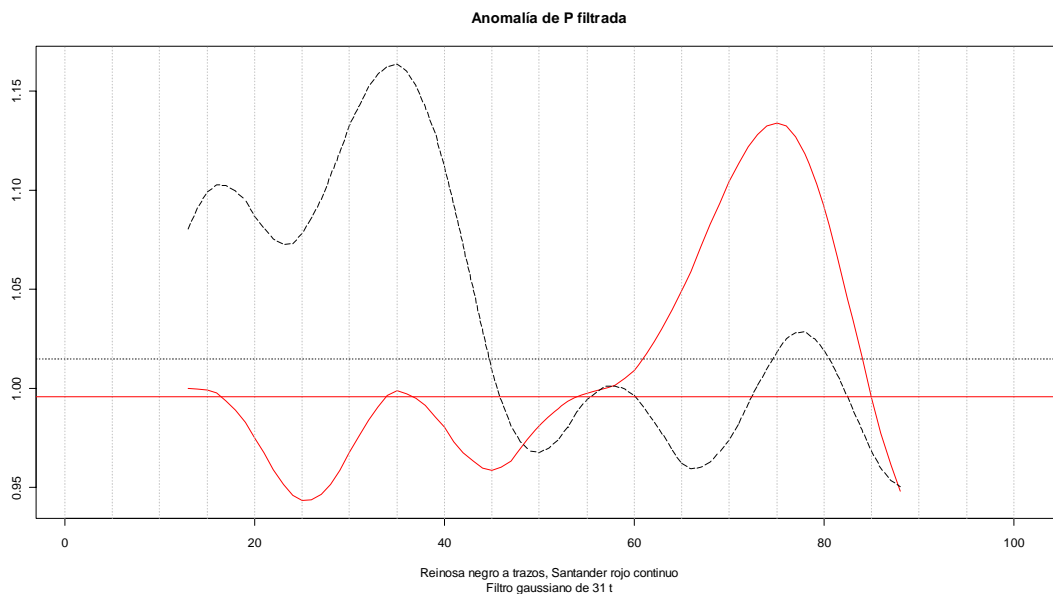
La representación suavizada que se reproduce a continuación, permite apreciar la distinta evolución de ambas series



Reinosa es el emplazamiento más lluvioso, en términos relativos en la primera mitad del siglo, y la precipitación aparece concentrada en dos etapas.

En Santander los episodios más lluviosos se localizan en la segunda mitad del siglo, y principalmente en la década de los años setenta.

En los años centrales, existe una fuerte fluctuación del carácter pluviométrico decenal, que evoluciona además de forma opuesta en ambas estaciones.

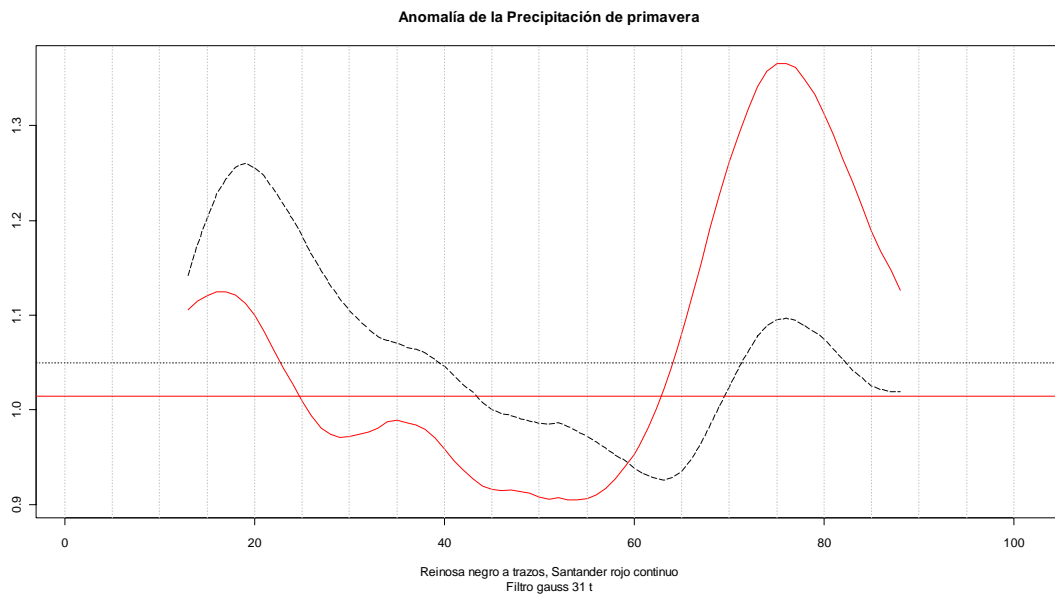
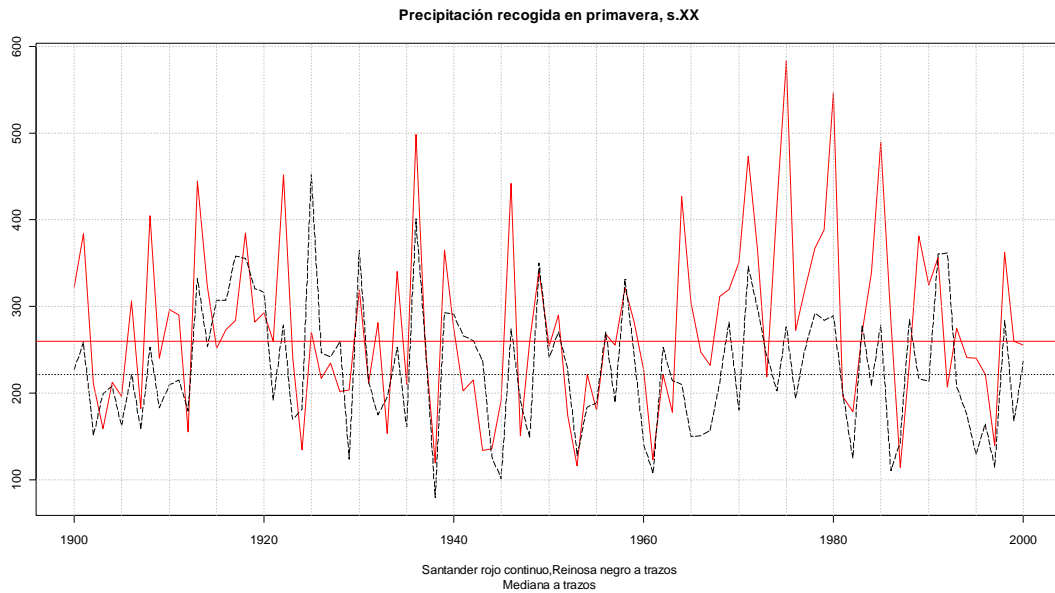


Con mayor claridad se aprecia este ciclo secular alternante, interrumpido por otro de menor amplitud en los años centrales, al aplicar un filtro de 31 términos, que ratifica el carácter extraordinario de las precipitaciones del primer periodo del siglo en Reinosa, y las de la segunda mitad en Santander. Se aprecia la aparición casi simultánea de los máximos en la década de los años setenta, y la fluctuación durante los años centrales.

La precipitación por estaciones durante el siglo XX

Presentamos gráficamente la evolución de la precipitación recogida en estos dos observatorios en cada estación del año expresada en forma de anomalía, como el cociente entre el valor de la precipitación anual y la mediana del siglo. También analizamos cómo varía la concentración de la lluvia en cada estación del año, calculada como la razón entre la lluvia estacional y la lluvia anual, a lo largo del siglo. Con el objeto de hacer la representación más elocuente, las series se han suavizado usando un filtro gaussiano de 31 términos.

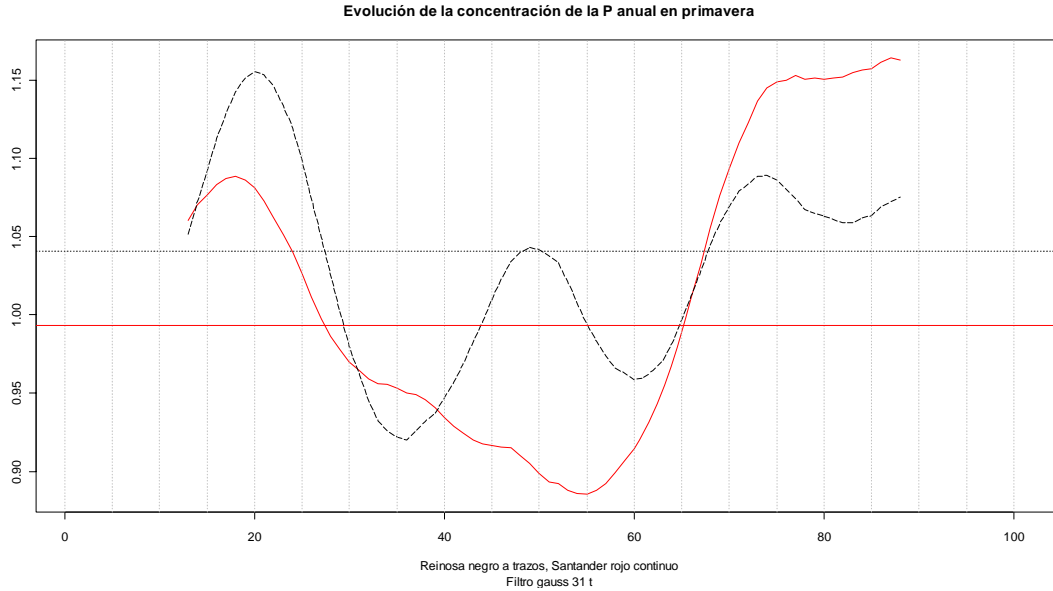
La primavera



Se aprecia el carácter lluvioso de las primeras primaveras del siglo, y una progresiva tendencia hacia valores más bajos, hasta alcanzar el mínimo entre 1945 y 1975. Después, coincidiendo con los años de abundante lluvia de las últimas décadas del siglo, se alcanza otro periodo de primaveras lluviosas.

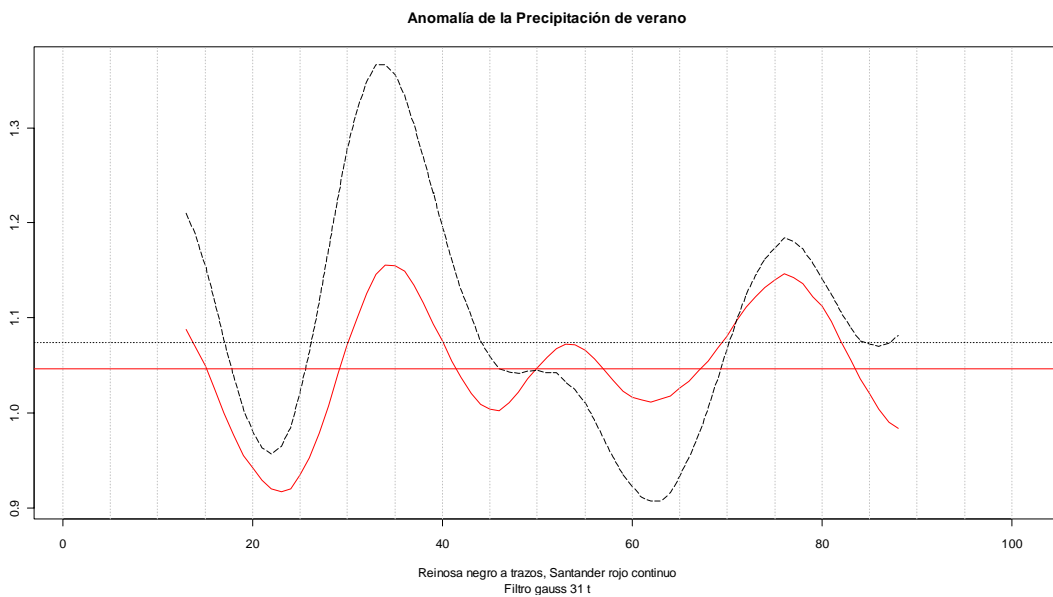
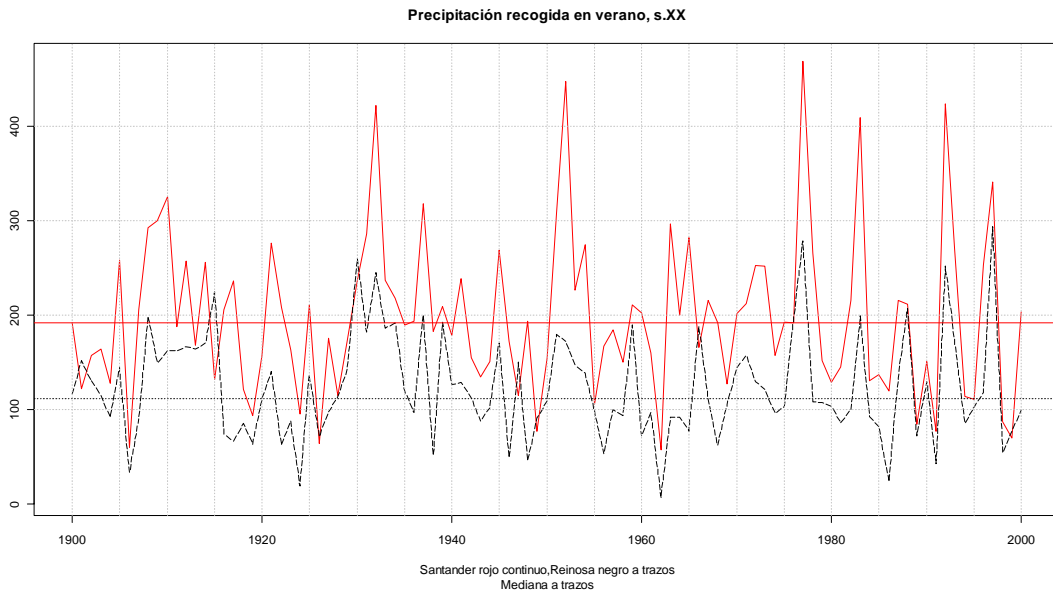
La contribución de la primavera a la precipitación total anual supone, por término medio, un 21% en Santander y alcanza el 24% en Reinosa. Aunque en

el observatorio costero la primavera de 1989 llegó a concentrar el 40% de la precipitación del año, frente al exiguo 9% de 1961

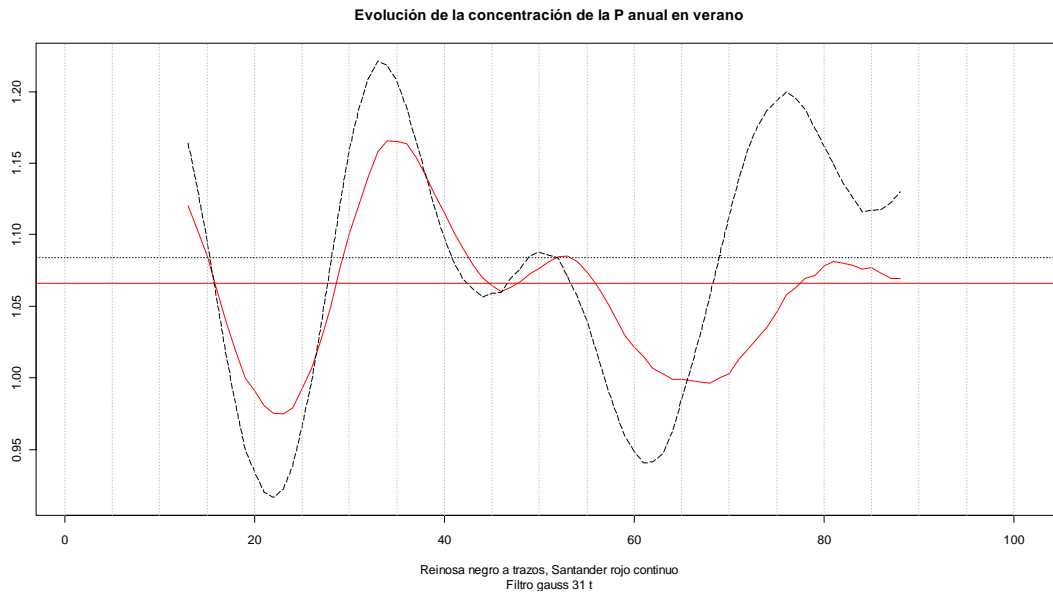


A lo largo del siglo la proporción de lluvia caída en primavera es coherente con la evolución de la precipitación total, salvo en el máximo que se produce en los años centrales en Reinosa. En este periodo se produce una mayor concentración de lluvia en época primaveral en el interior de la región, que no se refleja en el litoral.

El verano

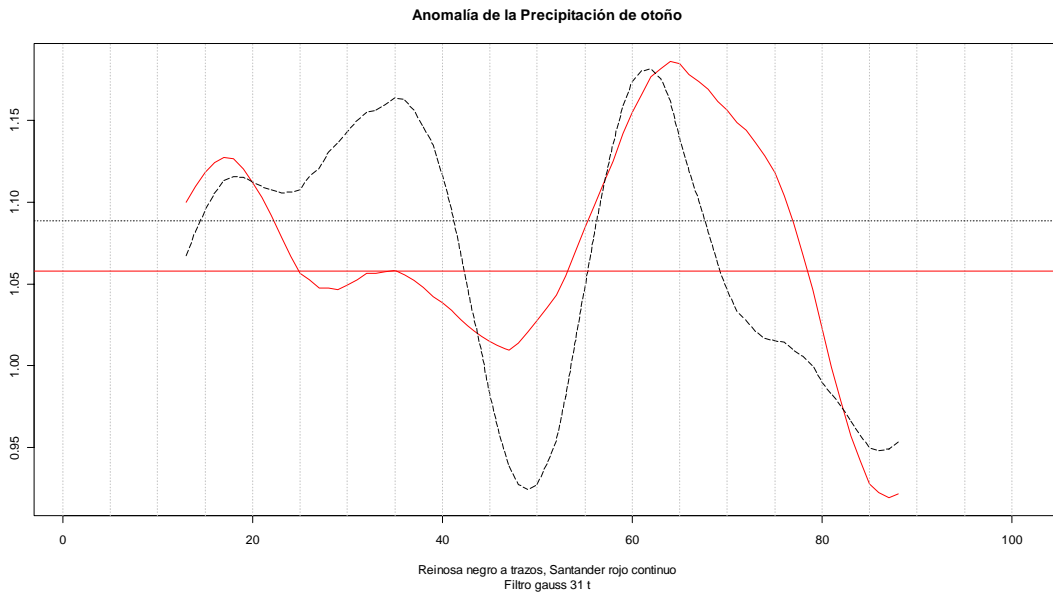
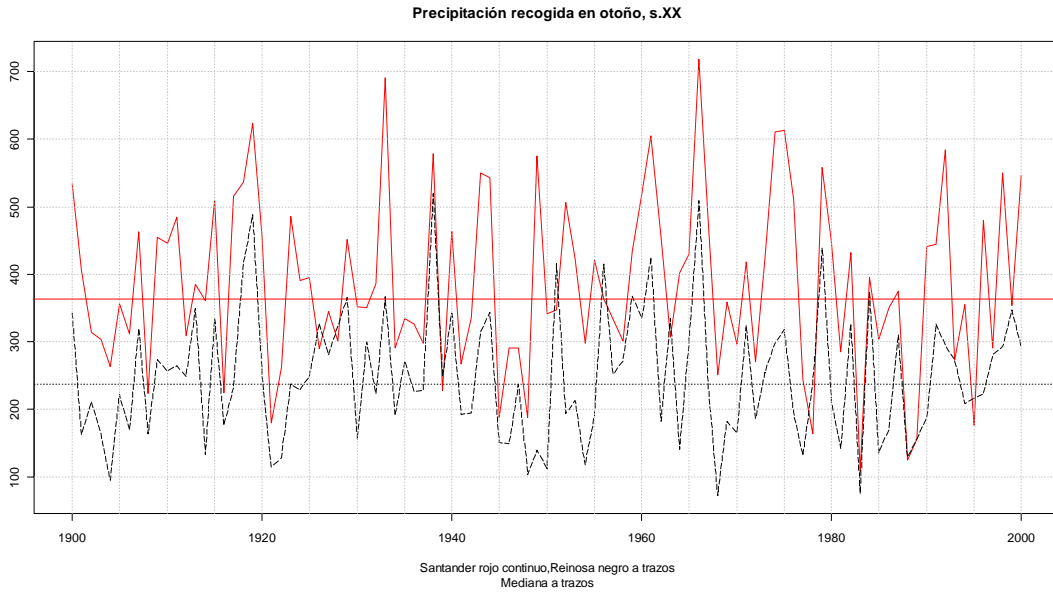


En ambos emplazamientos se reconoce una notable variabilidad de la lluvia de verano, con cambios frecuentes en torno a los valores medios. Es significativa la amplitud de las variaciones que se producen en Reinosa, que se pueden explicar como un rasgo de la degradación del clima atlántico, que se reconoce en la presencia de veranos de muy escaso aporte pluviométrico. La evolución de la variable coincide significativamente en ambas estaciones.

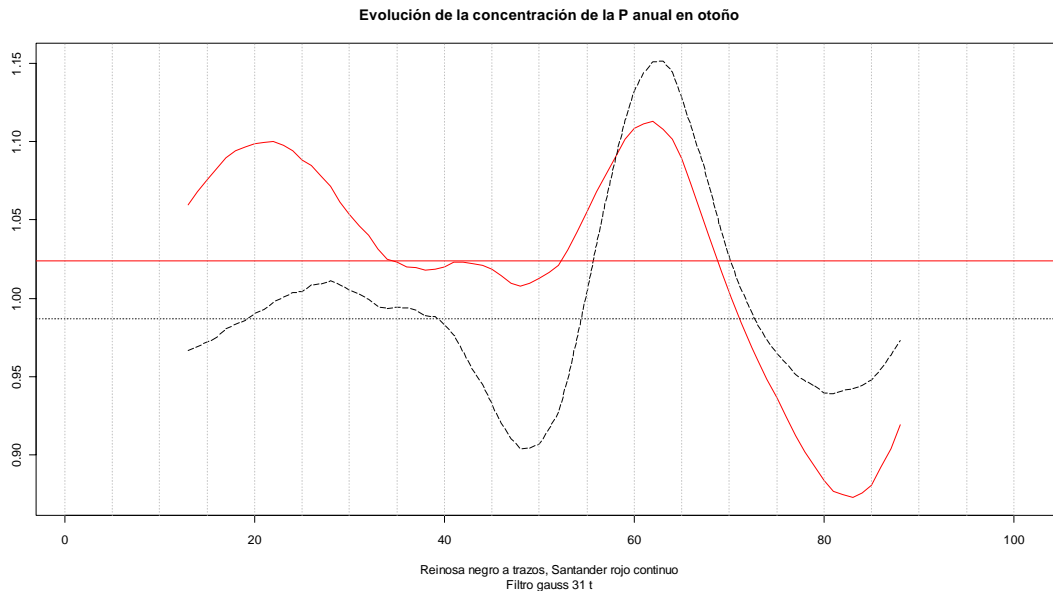


La evolución de la concentración de lluvia en verano presenta una fuerte oscilación en Reinosa, con dos ciclos completos, levemente atenuados en los años centrales del siglo, con mínimos en torno a 1922 y 1962 y máximos en 1932 y 1975. En Santander, se produce simultáneamente el primer mínimo y el primer máximo, y los de la segunda mitad de siglo prácticamente también.

El otoño

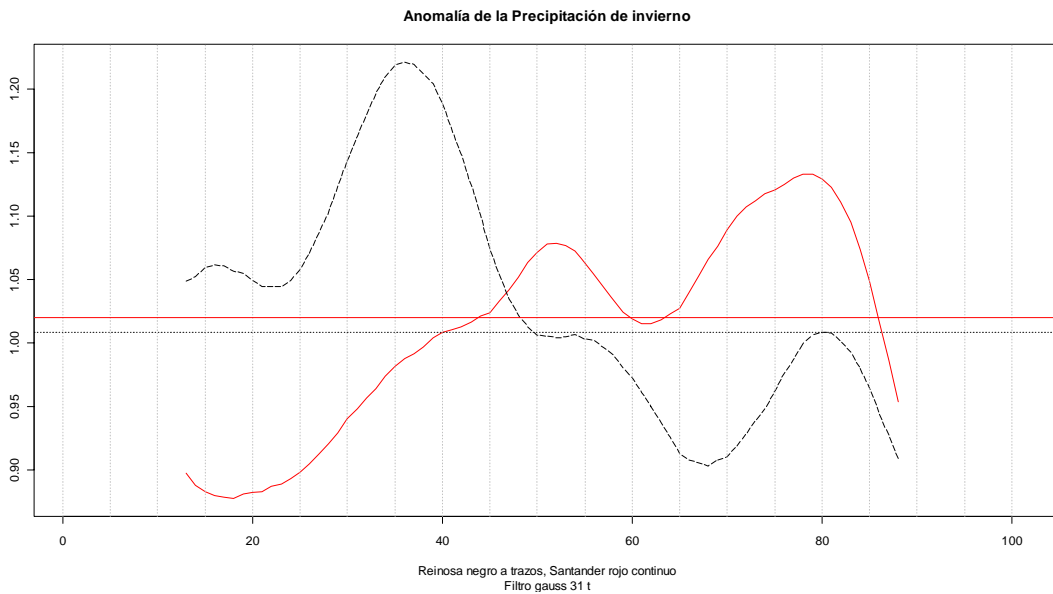
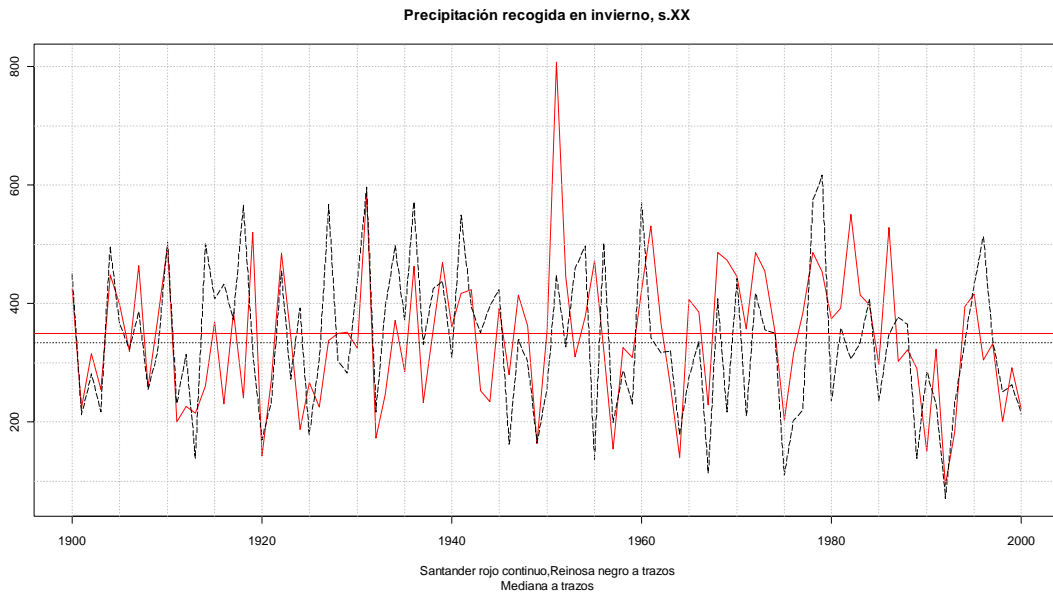


En la perspectiva secular, lo más destacado es la tendencia final hacia otoños menos lluviosos, y el contraste con los años precedentes de abundante pluviosidad. La variabilidad del emplazamiento costero es moderada durante la primera mitad del siglo, pero la de Reinosa tiene una amplitud notable con un mínimo muy agudo en torno a los años centrales.



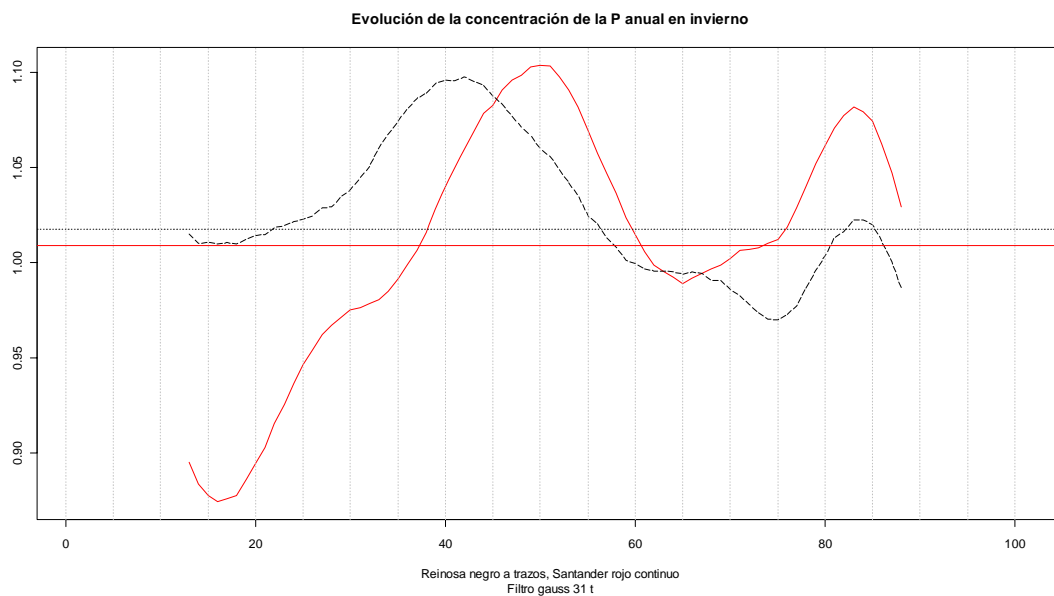
La evolución de la contribución de la lluvia en otoño al total anual pone de relieve la variación que experimenta entre la primera mitad de siglo, marcada por la regularidad de la aportación otoñal, y las variaciones fuertes y repentinas de la segunda mitad, con transiciones muy abruptas desde los años sesenta hasta el final de siglo en ambos emplazamientos, y desde el mínimo de los años centrales en el caso de Reinosa.

El invierno



La visión que ofrece el filtro treintenial confirma la alternancia del máximo de Reinosa en la primera mitad del siglo, y el que alcanza Santander en la segunda mitad. Esta disimetría puede estar condicionada por las características de la circulación atmosférica dominante durante el invierno, que puede establecer un régimen de precipitaciones más abundantes en el litoral que en el interior. Mounier denomina *Perturbaciones del oeste*

*septentrionales*¹⁰⁹ a las depresiones que circulan en latitudes medias y altas y están acompañadas de vientos de oeste y noroeste en superficie que producen precipitaciones muy abundantes en la fachada atlántica. Frente a este tipo de régimen, el que denomina *Régimen perturbado del Sur Oeste* está asociado al paso de perturbaciones por latitudes más bajas, con viento dominante de oeste o suroeste, y llevan asociados tipos de tiempo que generan disimetrías regionales en la precipitación, favoreciendo su acumulación en el interior de la región.



El aporte pluviométrico del invierno evoluciona de forma acompasada en ambos emplazamientos, y coincide en la localización de los máximos y mínimos en las dos series. En la primera parte del siglo sin embargo, los inviernos de Santander son marcadamente secos, situación que sólo afecta al litoral.

¹⁰⁹ MOUNIER J. (1979): Op. Cit. Véase Vol. 3, p. 103-125.

6.3. *Las temperaturas en Santander y Reinososa durante el siglo XX*

6.3.1. Santander, carácter térmico del siglo XX

De forma análoga a como se ha procedido para la precipitación, hemos clasificado los periodos mensuales, estacionales y anuales del siglo XX de acuerdo a siete categorías, conforme al percentil que ocupa cada valor en el seno de la distribución empírica. Así se califican en Extremadamente Cálido si el percentil supera el 95%; Muy Cálido si está entre el 80 y el 95%; Cálido entre el 60 y el 80%; Normal si está entre 40 y 60%; Frío entre el 20 y el 40%; Muy Frío si cae dentro del intervalo 5 a 20%; y Extremadamente Frío si es inferior al 5%. Los valores anuales presentan la evolución que recoge la Figura 26.

Puede observarse la aparición regular de extremos frescos a lo largo del siglo, con la única excepción del primer intervalo que se prolonga desde 1901 hasta 1924. Aparecen en total 6 casos, el último de los cuales tiene lugar en 1986. Respecto de los años extremadamente cálidos, el gráfico pone de manifiesto que los cinco extremos de todo el periodo se han localizado en los últimos 15 años del siglo.

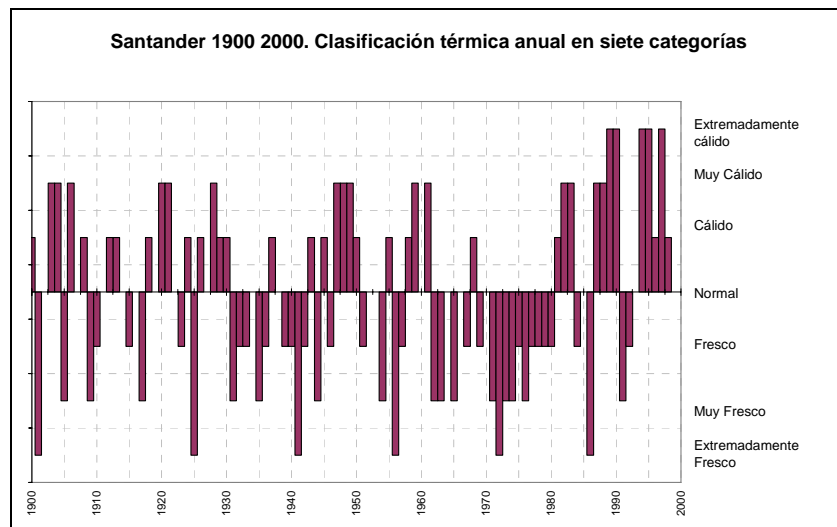


Figura 26: Santander 1900 -2000, clasificación térmica anual

También se aprecia la sucesión de años fríos consecutivos en la década de 1970, con temperatura por debajo de lo normal, y la repetición frecuente de episodios del mismo signo durante los años treinta.

En la Figura 27, se han coloreado estaciones y años, de acuerdo con los valores de la Temperatura Media TM. Para facilitar la lectura se presentan agrupados los tres intervalos centrales (cálido, normal y frío), reduciendo a cinco el número de categorías. En la columna de la derecha se ha incluido un comentario sobre las características de las distintas fases térmicas.

Comienza el siglo con periodos breves y alternos de carácter cálido o frío. Le sigue unos años entre normales y fríos que se prolongan hasta la mitad del siglo. En esta segunda mitad del siglo, concretamente a partir de 1947, se aprecia una mayor persistencia o extensión de los episodios, con fases alternas frías y cálidas relativamente bien delimitadas.

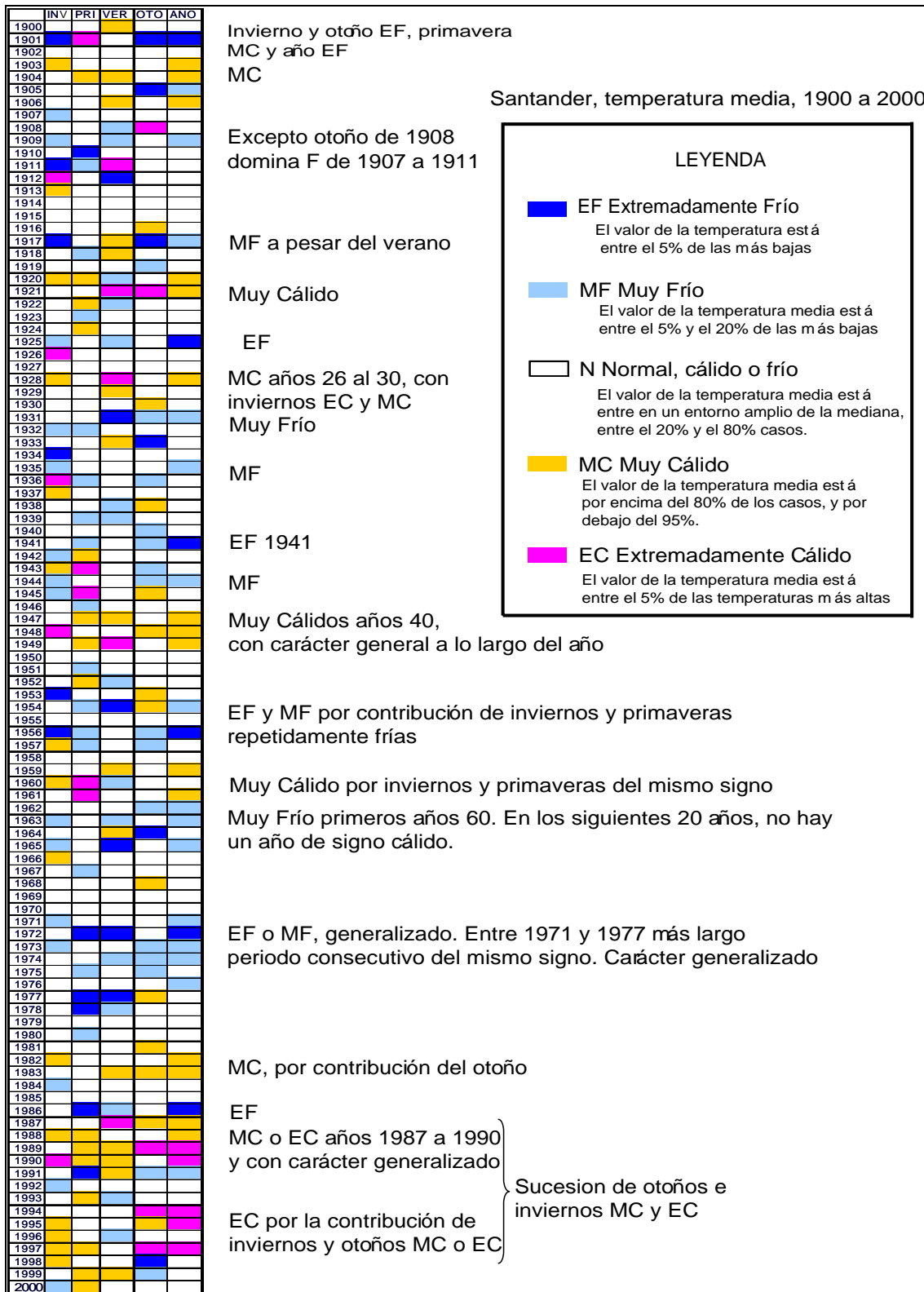


Figura 27: Santander 1900-2000. Clasificación térmica anual y estacional

El episodio más largo corresponde a la fase fría que abarca de 1962 a 1980, aunque aparece interrumpida por cuatro trimestres Muy Cálidos. Alcanza su apogeo entre 1971 y 1976, intervalo en el que agrupa cuatro años muy fríos y uno extremadamente frío. Después de un breve periodo de carácter alternante, el siglo desemboca en lo que puede considerarse un prolongado periodo cálido, aunque aparezca interrumpido en el año 1991. Estos años finales, desde 1987 a 2000, reúnen el mayor número de trimestres cálidos de toda la serie, en especial en otoño e invierno, cuya particular bonanza térmica será la que determine la aparición agrupada de todos los extremos cálidos anuales del siglo.

De la observación de los periodos trimestrales, es posible destacar como periodos frescos los siguientes:

- el año 1901
- inviernos y primaveras entre 1907 y 1911
- los años 1917 a 1919, a pesar de tener veranos muy cálidos
- los años 1925, 1931 y 1932
- desde la primavera de 1939 hasta el invierno de 1942, y en especial el año 1941.
- de 1954 a 1957 con la excepción del otoño del 54 y del invierno del 57.
- los años 1962 a 1966
- de 1971 a 1978, el más largo y persistente de los periodos frescos, que podría incluso prolongarse hasta el año 1981, si exceptuamos el otoño de 1977.

Y respecto de los periodos cálidos

- los años 1903, 1904, 1906
- 1920 y 1921, en particular el segundo
- desde 1926 a 1930,
- los dos inviernos consecutivos en 1936 y 1937
- de 1947 a 1949

- de 1959 a 1961 con la excepción del verano fresco de 1960, con dos primaveras consecutivas extremadamente cálidas.
- los años 1981 a 1983
- desde 1987 a 1990, y en particular desde la primavera de 1989 hasta el verano de 1990 con seis trimestres sucesivos muy cálidos, con una fase central en otoño e invierno que alcanzó valores extremos
- entre 1994 y 1998, cuyos otoños e inviernos marcan el carácter cálido del año.

Entre los años 1989 y 1997, se concentran los cinco extremos cálidos anuales del siglo.

Si analizamos la evolución secular por decenios, comprobamos que dominan los periodos frescos sobre los cálidos, las décadas de los años treinta, cincuenta y sesenta y muy acusadamente los años setenta. En estos diez años, no se registró ni siquiera uno cuya temperatura media estuviera próximo a la mediana. La compensación llegaría en las dos décadas siguientes, de predominio cálido y que agrupan los valores más altos de la serie secular.

En cada columna de la Figura 28 se han representado los diez años de la década agrupados por categorías. Están representadas de abajo arriba, de frío a cálido, y donde aparece una línea discontinua debe interpretarse que no hay ningún representante de la categoría correspondiente. Por ejemplo en la columna 1971-1980 no hay un solo año que merezca ser calificado como Cálido, Muy Cálido o Extremadamente Cálido. El cuadrado representa un año, y el lado mayor del rectángulo es proporcional al número de años.

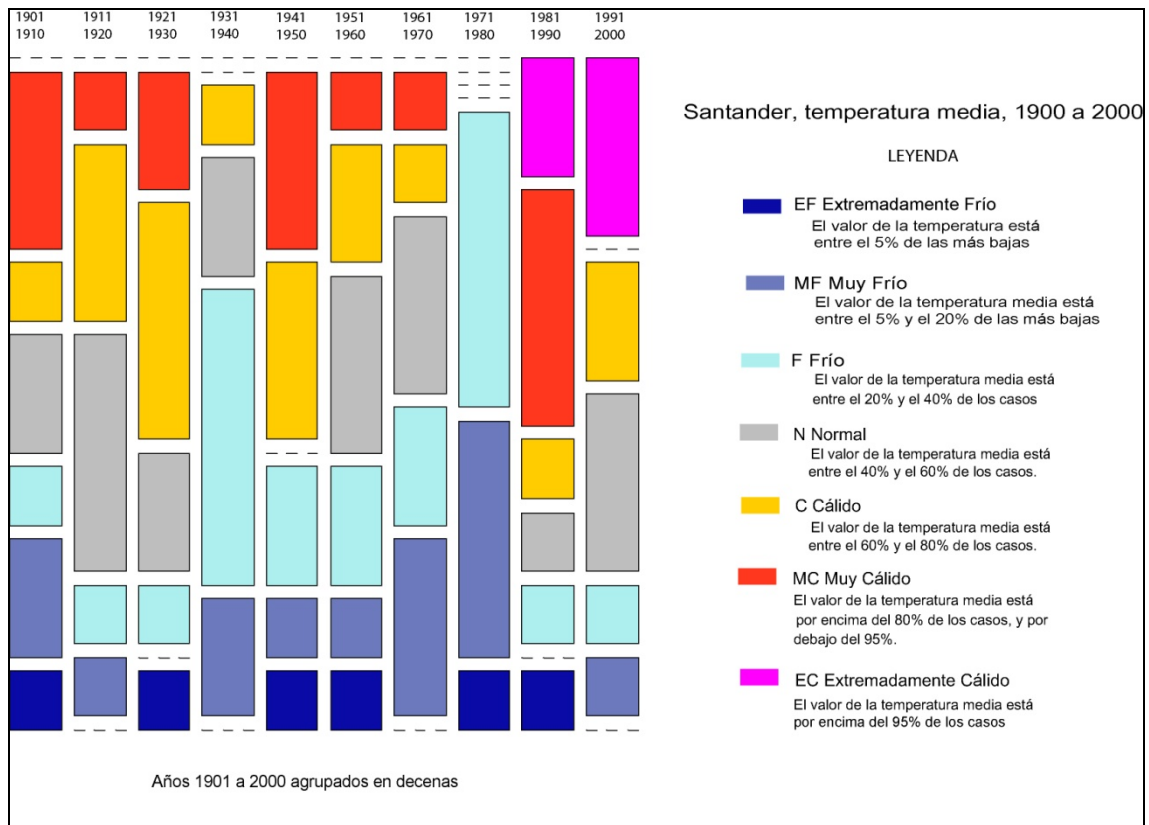


Figura 28: Santander 1900-2000. Clasificación térmica anual agrupada por décadas,

Se pone de relieve la apreciable variación interdecenal que se aprecia en fuertes contrastes que se experimentan, por ejemplo, entre la década cálida de los años veinte y la siguiente; y de forma más acusada entre la década de los años setenta y la siguiente.

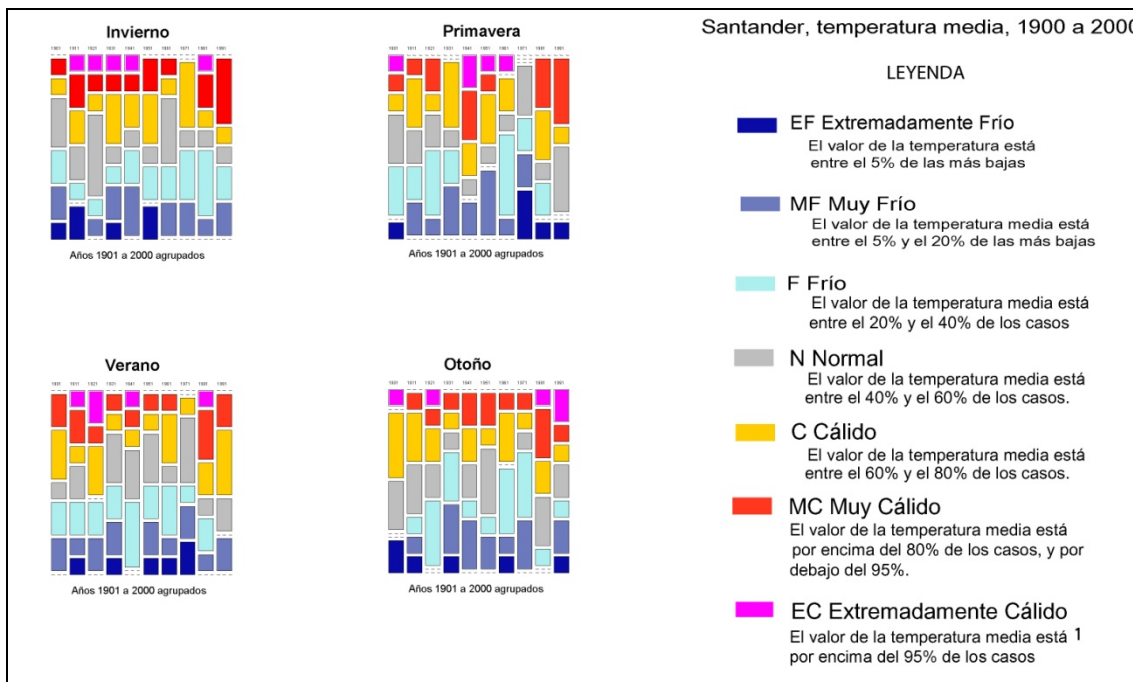


Figura 29: Santander 1900-2000. Clasificación térmica estacional agrupada por décadas, En un análisis estacional, se observa que se acumulan en las dos últimas décadas un número muy alto de episodios cálidos en todas las estaciones, y en particular en el otoño. La severidad de los años setenta, sin embargo, hay que atribuírsela a una prolongación del régimen térmico del invierno que se pone de manifiesto en que no hay una sola primavera de carácter cálido a lo largo de la década (Figura 4).

6.3.2. Reinosa, carácter térmico del siglo XX

Repetimos el procedimiento para Reinosa, clasificando los periodos mensuales, estacionales y anuales del siglo XX de acuerdo a siete categorías, en función del percentil que ocupa cada valor en el seno de la distribución empírica. Los valores anuales presentan la evolución representada en la Figura 30.

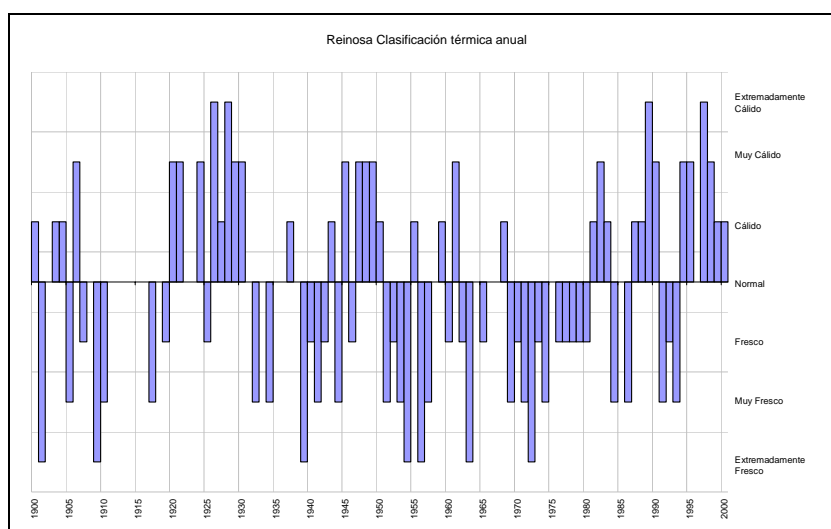


Figura 30: Reinosa 1900-2000. Clasificación térmica anual del s.XX

El siglo transcurre con un claro sesgo hacia los años de carácter frío. La distribución relativamente uniforme de los extremos de este signo durante los años centrales del siglo, contrasta con la persistencia del frío en el intervalo 1951 a 1981, que aparece interrumpido únicamente por algunos episodios cálidos de duración anual. Las fases cálidas reconocibles se sitúan en los primeros años del siglo, durante la década de 1920, en la segunda mitad de los años cuarenta, y desde 1980 hasta 2000.

En la Figura 31 se ofrece la representación en forma de matriz coloreada del carácter térmico estacional y anual durante este periodo en Reinosa.

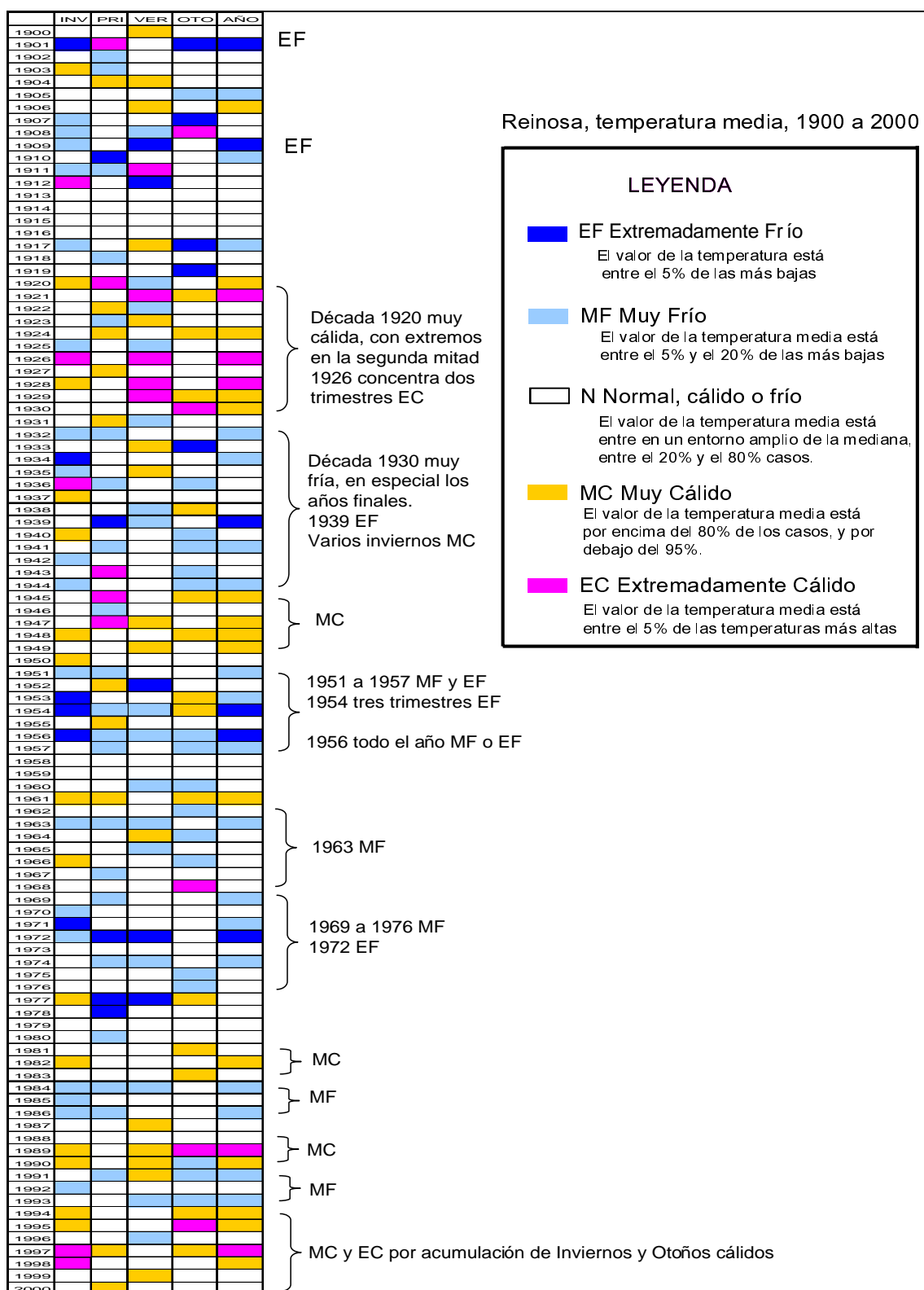


Figura 31: Reinosa 1900-2000, Clasificación térmica anual y estacional

Se observa cierta oscilación cíclica entre periodos de distinto signo, que además tienen duración semejante. Se distinguen también dos pulsaciones

cálidas: la primera entre los años 1920 y 1930; y la segunda en los años finales del siglo que, si exceptuamos el periodo comprendido entre 1991 y 1993, podemos considerar que se prolonga desde 1989 hasta 2000. Entre ambas, identificamos un periodo frío que ocupa los años centrales del siglo, prácticamente desde los años treinta hasta la década de 1980, interrumpido en la segunda mitad de los años cuarenta por una fase cálida.

Si se agrupan por décadas las categorías anuales (Figura 32), se observa un claro sesgo fresco en las primeras décadas de la segunda mitad del siglo, que compensa el carácter cálido de la primera mitad. Se presenta además con fuerte contraste entre decenios, salvo en los dos últimos, donde domina claramente el ambiente cálido.

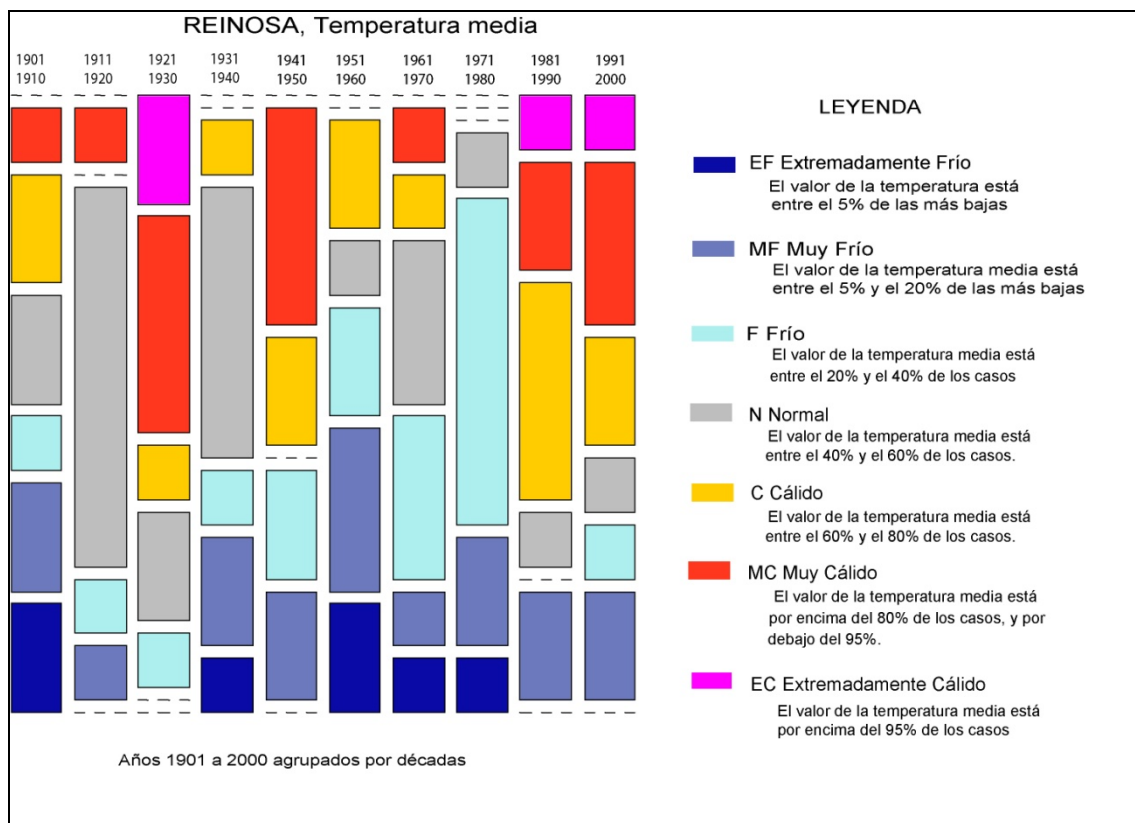


Figura 32: Calificación de la temperatura media anual agrupada por décadas

En la clasificación estacional de la Figura 33, se aprecia la acumulación de extremos cálidos en las primeras décadas del siglo, especialmente en verano que concentra en estas décadas los máximos de todo el siglo, pero también de invierno. En otoño sin embargo están mejor repartidos pues además de los

máximos de las primeras décadas, presenta en la parte final del siglo otros tres extremos cálidos. Los extremos fríos, en general, están menos concentrados en el tiempo.

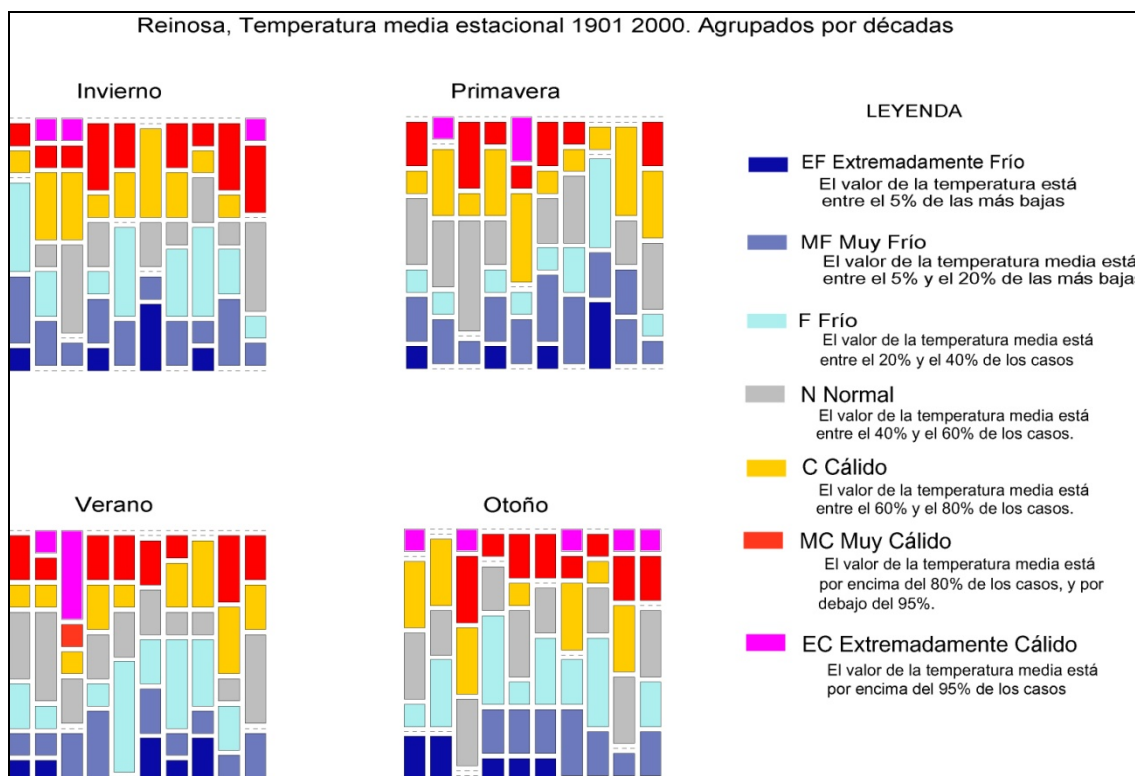


Figura 33: Calificación térmica estacional, agrupada por décadas

El siglo se inicia con un ascenso térmico que culmina al final de la tercera década. Desde aquí hasta los fríos años setenta la temperatura desciende. En realidad sufre una oscilación fuerte y corta entre el cálido quinquenio de 1945 y 1950 y el frío intenso de los años 1955 y 1956. Es interesante reseñar que el ascenso final de las temperaturas en la década de 1980 y 1990 no han alcanzado en promedio, los niveles de los años veinte, con tres de los cinco valores más altos del siglo.

Y lo mismo ocurre si observamos las series estacionales. Sólo el invierno ha superado los registros de las primeras décadas.

El otoño reproduce la evolución de las temperaturas medias anuales; y todas las estaciones coinciden en la posición del máximo térmico de 1925 y en la tendencia ascendente de los últimos años. La primavera por su parte,

experimenta un notable enfriamiento hacia 1955, que contribuye sin duda a calificar a 1951 y 1956 como años muy fríos o extremadamente fríos.

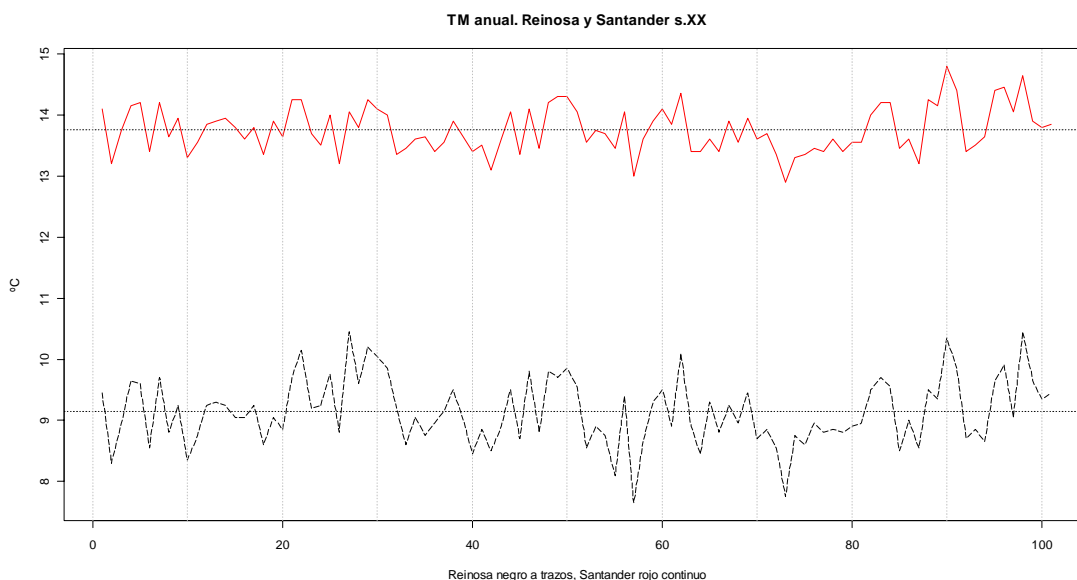
Los veranos de la primera mitad del siglo resultan cálidos. En promedio sobresalen los de la década de 1920, como en otras estaciones, pero a escala anual resultan extraordinarios en torno a 1945.

Por último, el invierno se inicia con unos años de frío intenso, que va atenuándose hasta los años veinte. Cae después abruptamente durante los finales 30 y los primeros 40, para remontar progresivamente hasta el final de la serie, con la pausa de 1960.

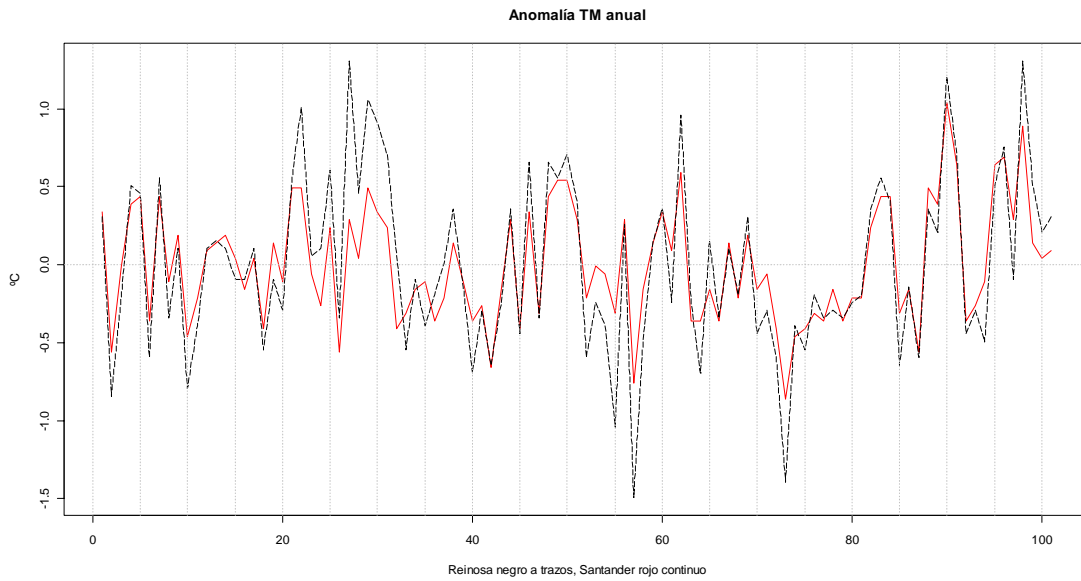
6.3.3. Evolución comparada de la Temperatura durante el siglo XX

Se analizan a continuación las variaciones de las temperaturas de las dos estaciones a lo largo del siglo. Se representan además de los valores absolutos, las anomalías respecto de la media del siglo.

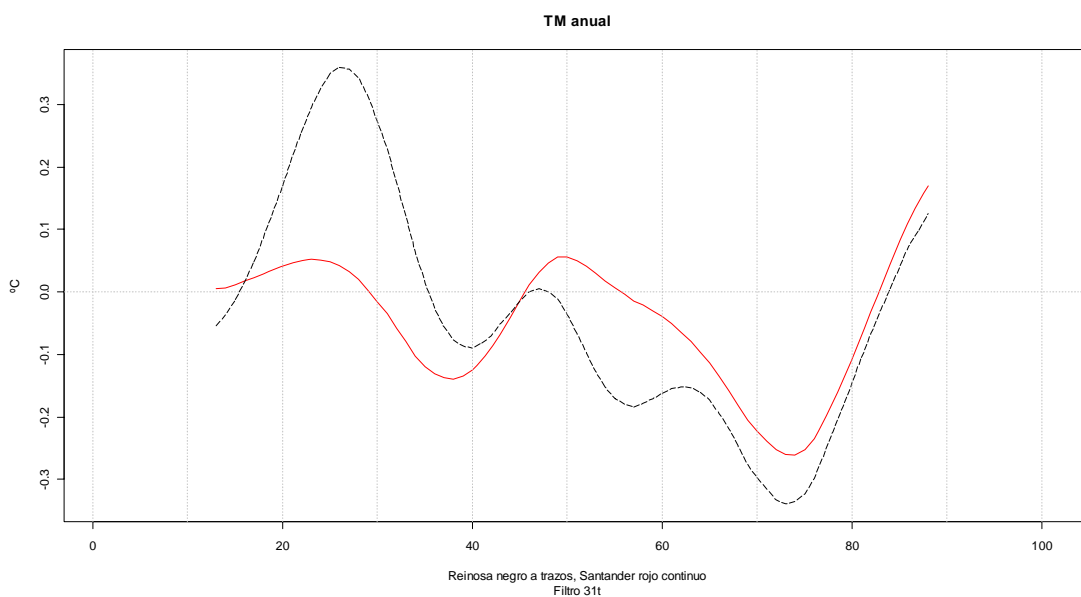
La Temperatura anual



La Temperatura Media TM anual oscila en torno a los 13,7°C en Santander, y en torno a los 9,1°C en Reinosa, aunque durante el siglo presentan un recorrido que abarca desde 12,9 a 14,8°C en Santander, que corresponden a los años 1972 y 1989; y entre los 7,7 y 10,5°C en Reinosa, alcanzados en los años 1956 y 1926.

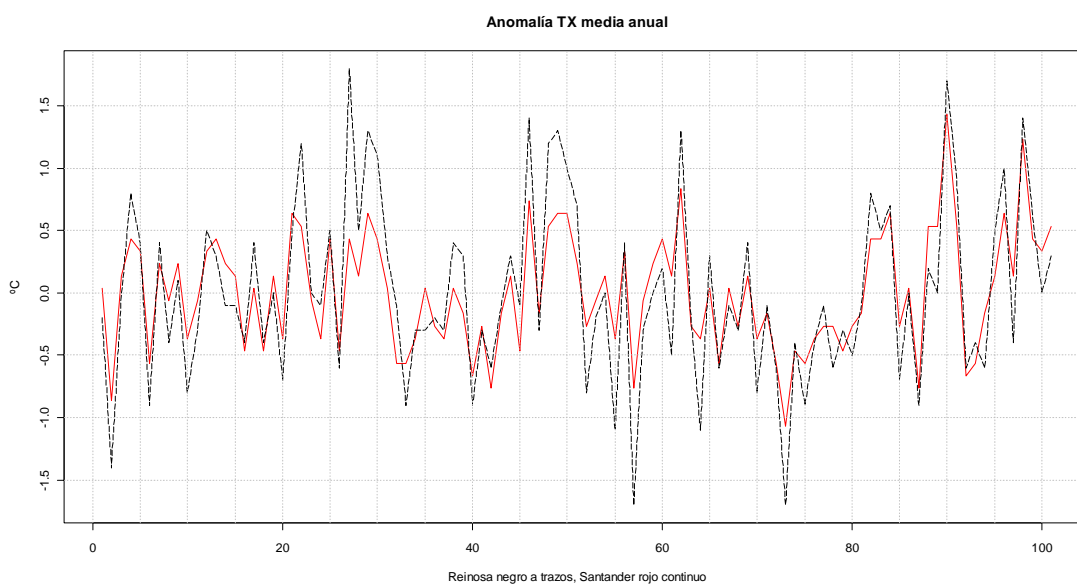


Al representar las anomalías respecto de la media de los años 1901 a 2000, se aprecia en primer lugar un periodo marcadamente cálido en las décadas de 1920 y 1930. Aunque es visible en ambos emplazamiento, es destacable el carácter extraordinario que representa para Reinosa, y que se alcanza en fecha tan temprana. Después el fuerte enfriamiento de la década de los años cincuenta, que con menor intensidad podemos reconocer hasta 1975 y que marca en Santander el mínimo de la serie en 1973



En tercer lugar, el rasgo que va a estar presente en la evolución temporal de todas las variables relacionadas con la temperatura, es la firme tendencia hacia años más cálidos que empieza hacia 1980 y destaca a partir de 1988. Puede observarse que en Santander, a partir de ese año, se supera en cinco ocasiones el máximo de temperatura que se había alcanzado en 1961.

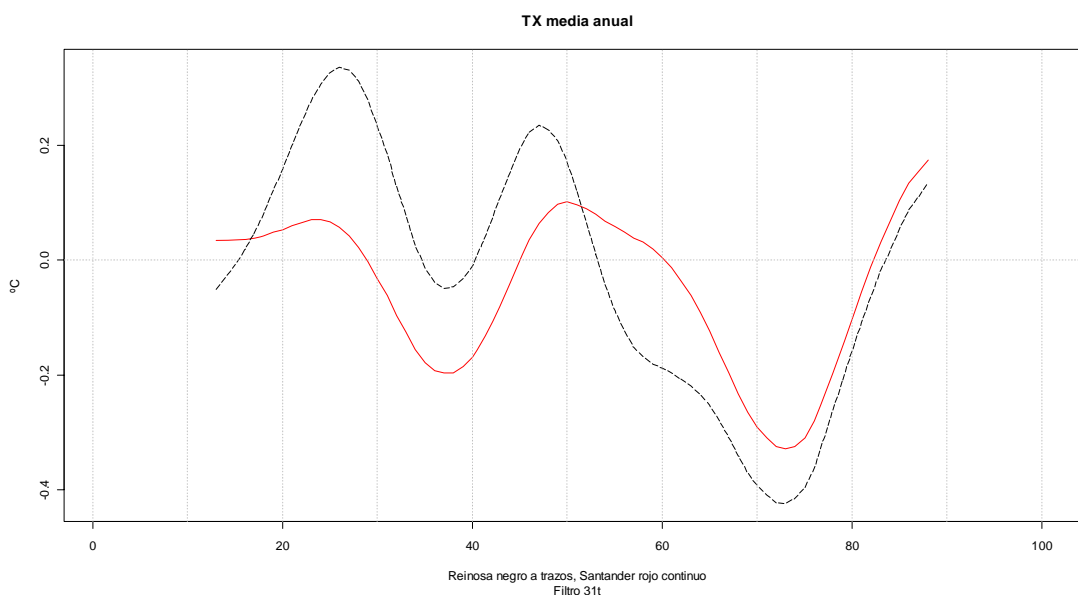
Las Temperaturas Máximas (TX), inician el siglo relativamente bajas, y con una cierta tendencia positiva hasta los años treinta. Después se mantienen sin grandes variaciones respecto de la media hasta la década de los años setenta, donde resulta fácilmente reconocible la tendencia final que se inicia en 1975, semejante a la que presentaban las TM y las TN. Los máximos y mínimos coinciden, en general, aunque la dispersión de la anomalía de la TX es la mayor de todas.



Recurriendo a un filtro de 31 años, puede representarse más sintéticamente las oscilaciones seculares. En el caso de Reinosa, se observa una oscilación cálida en la primera fase del siglo que declina hasta pasados los años setenta. En este punto se inicia una fase de tendencia positiva, que no llega a alcanzar los máximos iniciales. En Santander, la fluctuación cálida inicial es más suave que en Reinosa, y el tránsito hacia el periodo más frío menos abrupto, atenuado con la presencia de un interludio cálido centrado en 1950 y la menor inclemencia del año 1956. La fuerte tendencia final, lleva los valores de la

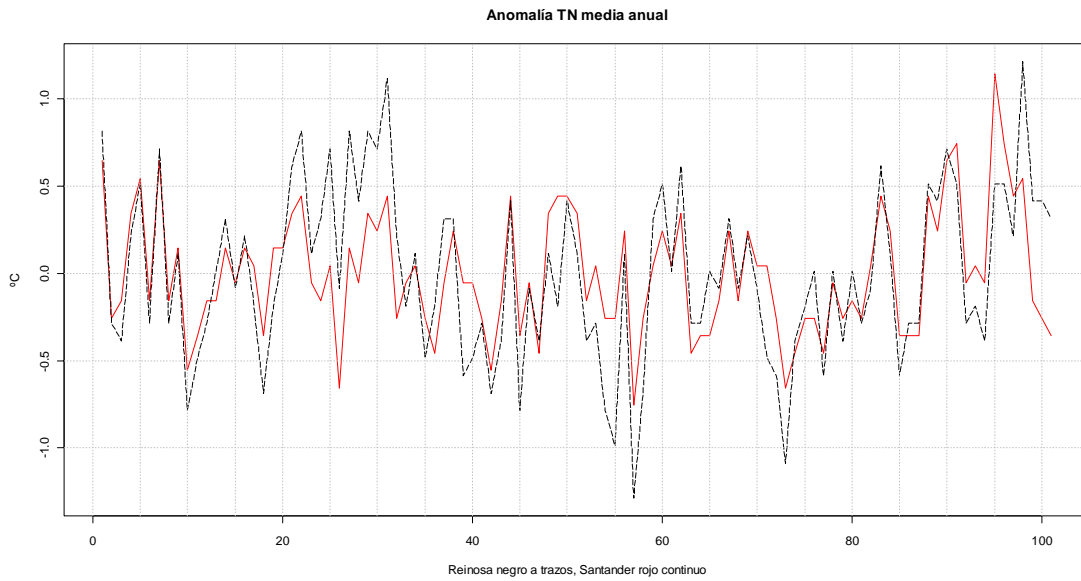
serie a sus registros más altos en todo el siglo. Esta tendencia final es común a los dos emplazamientos, pero es más intensa en la costa.

La contribución de las TX y TN a las características de la TM se presentan a continuación.

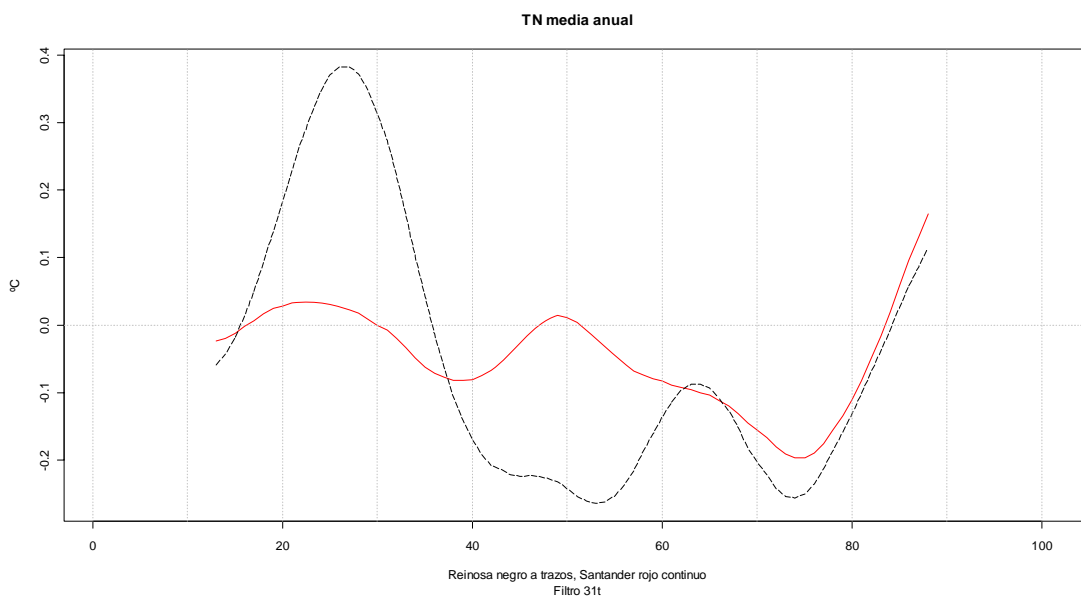


En el caso de las máximas, la evolución de las temperaturas en Reinosa tiene un repunte fuerte hacia la mitad del siglo, que no se refleja con la misma intensidad en la media anual. Otra diferencia está en la suave inflexión de los años sesenta, menor que la observada en las TM. El repunte final es análogo al de las temperaturas medias.

La Temperatura Mínima (TN) reproduce las tres fases que podíamos reconocer al analizar la temperatura media. La primera hasta 1935 con un periodo cálido entre 1920 y 1930, que resulta más evidentes en la comarca de Reinosa. La segunda entre 1935 y 1975 con valores por debajo de la media, que marcan los registros mínimos entre 1955 y 1960. La tercera, desde 1975 hasta el final del siglo, en el que la sucesión de años cada vez más cálidos conduce hacia los máximos de ambas series en la década de los años 90.



La evolución de las temperaturas mínimas, refleja probablemente la mayor complejidad en la estimación de la temperatura al amanecer. Mientras que las máximas están mejor determinadas por el ciclo diurno y el efecto de la radiación solar, las nocturnas tienen un comportamiento más variable, pues dependen de la radiación terrestre de onda larga, modulada por muchos factores locales, como la mayor o menor presencia de humedad en el aire, las nieblas y nubes, el manto de nieve sobre suelo, el efecto atemperador de la escarcha, o por la mezcla turbulenta en las noches de viento, etc.

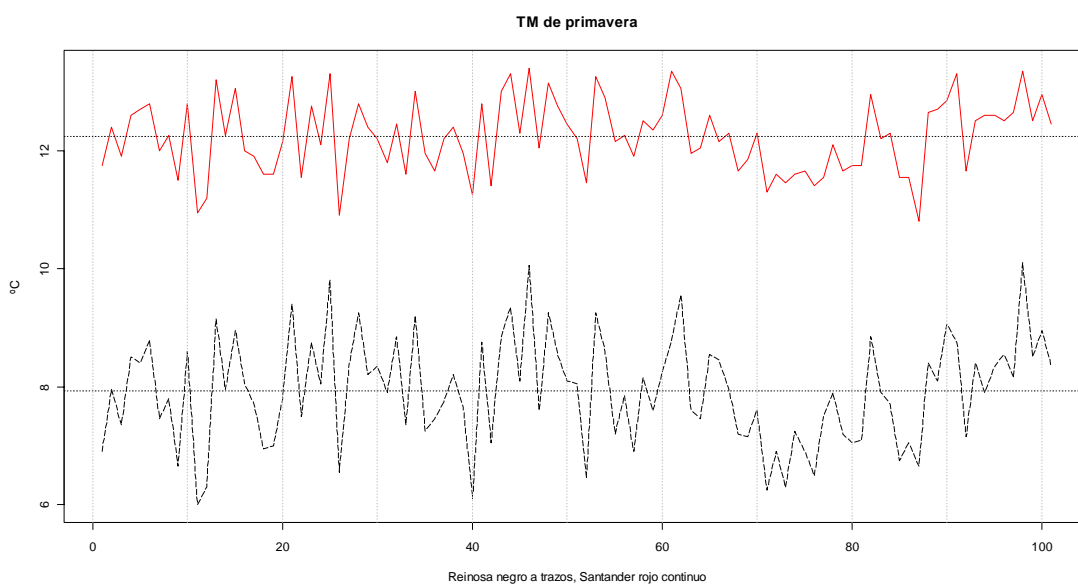


Las mínimas de Reinosa en los años centrales del siglo son francamente bajas, tienen una recuperación muy significativa en los años sesenta y se desploman de nuevo hacia los años setenta. En Santander hay una tendencia mantenida hacia TN progresivamente más bajas desde los años cincuenta hasta alcanzar la fría década de los años setenta. La tendencia final positiva, vuelve a reflejar gran semejanza con la evolución de las temperaturas medias.

A modo de síntesis podríamos concluir que al cálido comienzo del siglo XX en el litoral, contribuyen casi por igual las temperaturas diurnas y las nocturnas. En Reinosa sin embargo, el aumento de las temperaturas mínimas es más significativo y aportan más que las máximas a la calificación conjunta de este primer periodo. En los años centrales asciende la temperatura, pero si bien en Santander se produce un ascenso apreciable de máximas y mínimas, en R se produce una evolución dispar con máximas muy altas, más que las registradas en los años finales del siglo, y mínimas muy bajas, casi tan severas como las que se registran en los años setenta. Por último, en los años finales se observa que la entrada en la fase fría de la década citada, se produce de forma progresiva en Santander, y con oscilaciones en Reinosa, si bien la tendencia final positiva es prácticamente equivalente en los dos emplazamientos y se refleja en todas las variables.

Las estaciones

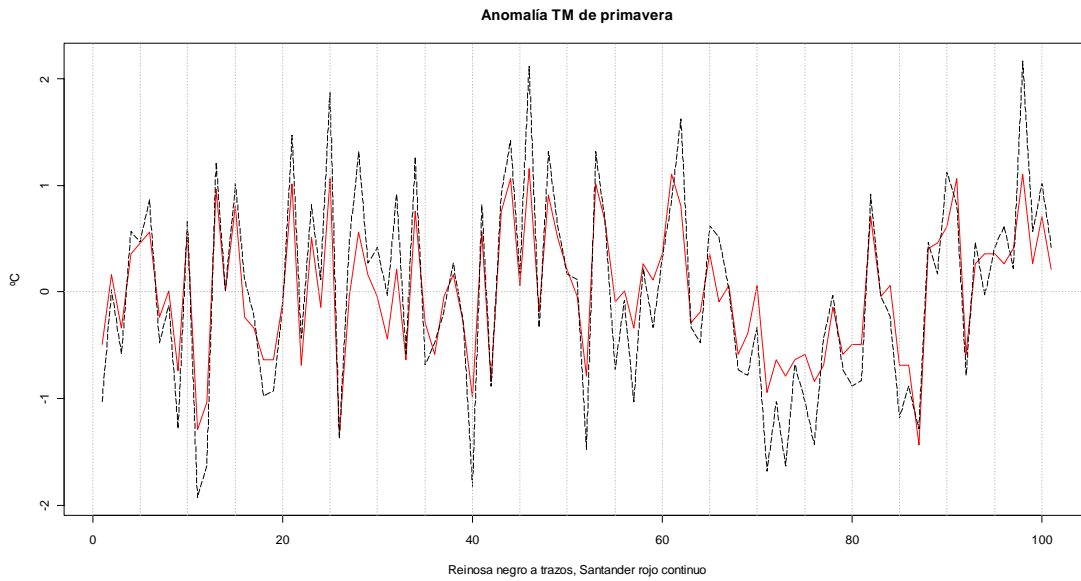
La primavera



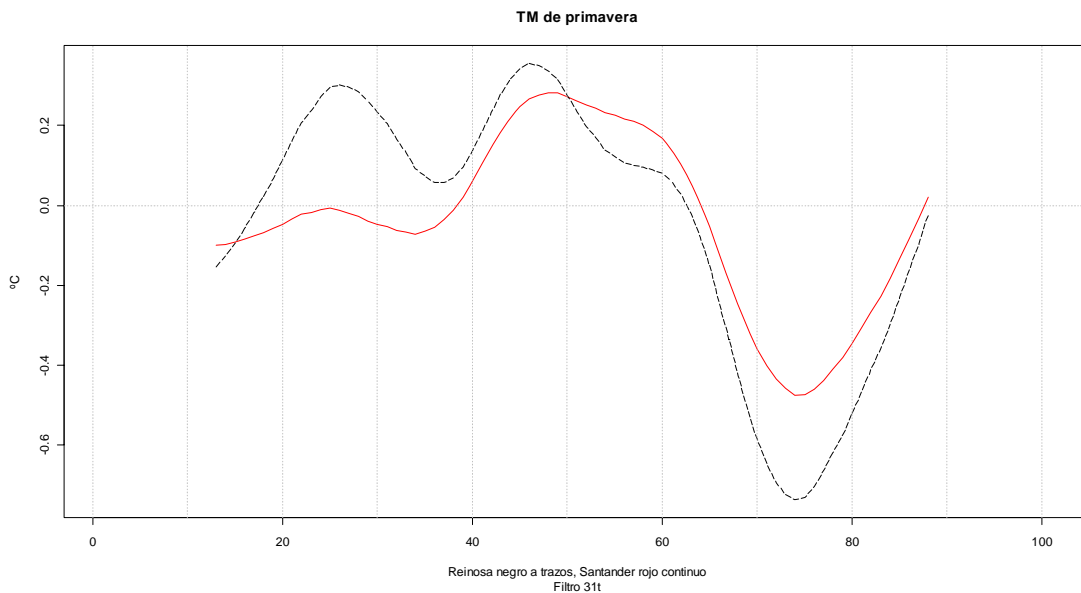
Las temperaturas de primavera en Reinosa presentan mayor dispersión que en la costa. Varían en torno al valor medio de 7,9 °C, entre 6,0 y 10,1°C en los años 1986 y 1945. Santander por su parte, alcanza un promedio de 12,2 °C que varía entre los 10,8 y los 13,4 °C de 1910 y 1997 respectivamente.

En el gráfico que representa la anomalía de TM de primavera, los valores podrían agruparse en tres fases. La primera, que duraría hasta los años sesenta, se caracteriza por el predominio de primaveras cálidas que se presentan además con cierta regularidad. En Reinosa se reconoce este periodo de primaveras cálidas consecutivas entre 1920 y 1935, y la década que empieza en 1940; en Santander, la fase que se extiende desde 1940 hasta los primeros años de la década de 1960 tiene estas mismas características.

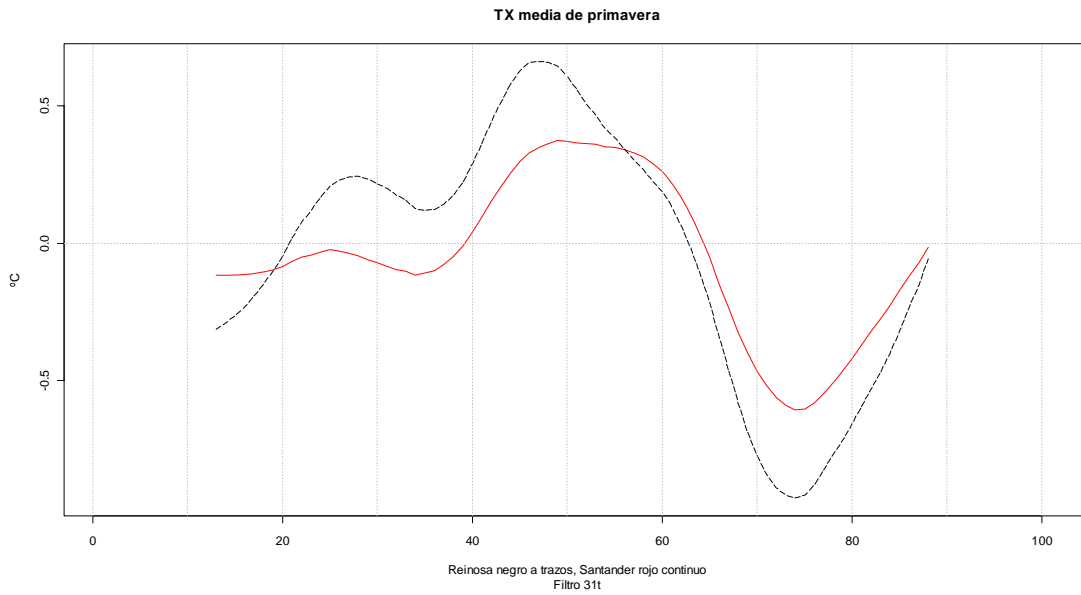
La segunda es una fase con primaveras frías que aparece en los dos emplazamientos durante los años setenta y ochenta; y la tercera, la tendencia final positiva y firme, en especial a partir del año 1988, característica del último treintenio del siglo.



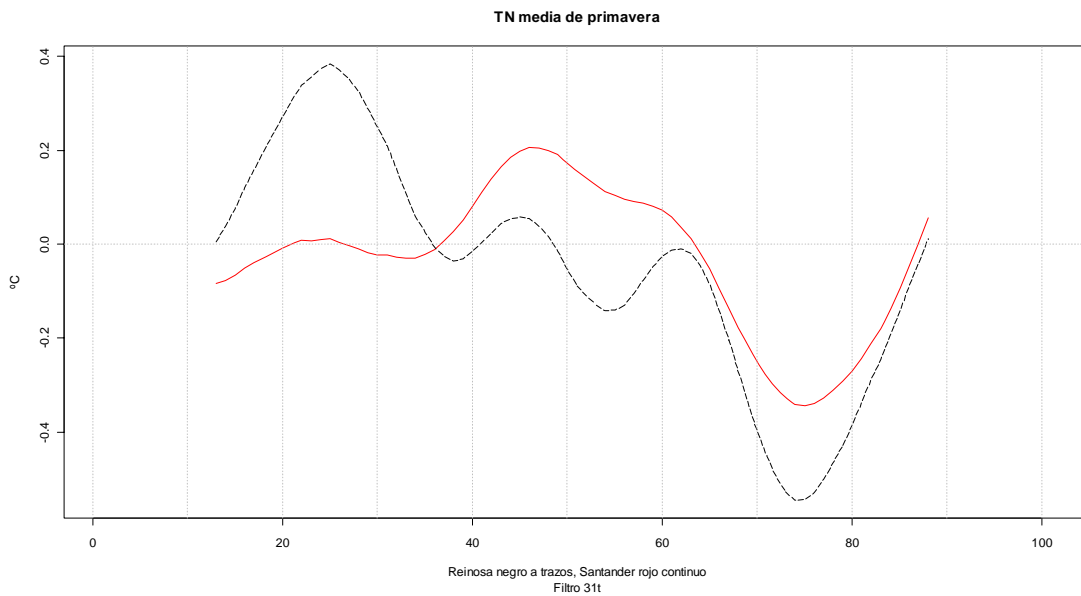
En términos climatológicos, o de promedios treintenales, puede decirse que el siglo ha finalizado habiendo alcanzado la primavera valores normales. Y esto gracias a que las temperaturas nocturnas experimentaron un aumento fuerte y repentino a partir de los años 80, que se prolongó en toda la década siguiente.



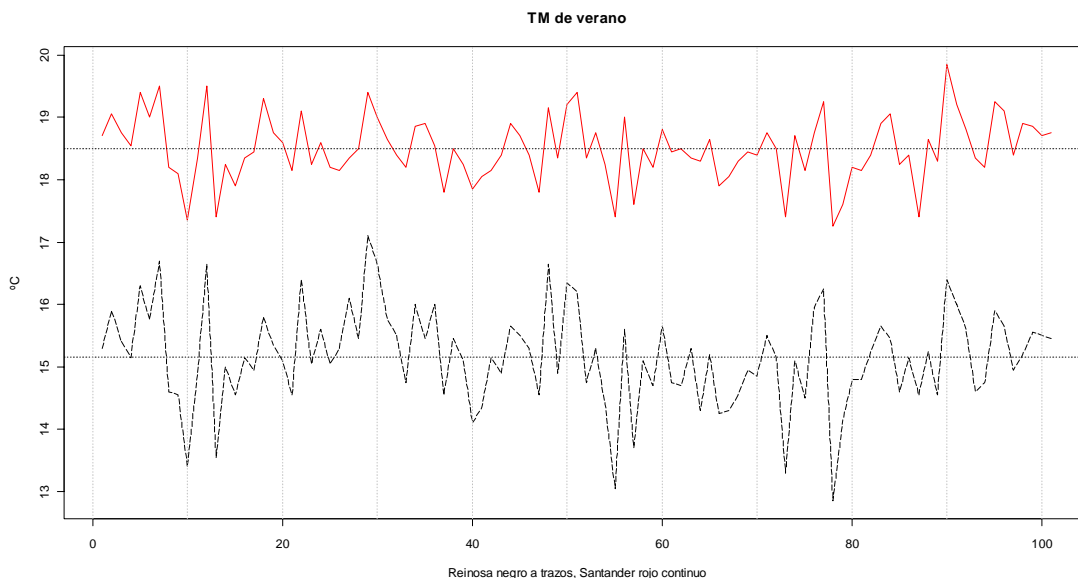
En la comarca de Reinosa, las primaveras cálidas de la primera mitad de siglo se deben a un periodo de elevadas temperaturas diurnas, a lo que se añadirían las elevadas temperaturas nocturnas de los años 20. En el litoral, la contribución de ambas variables está equilibrada.



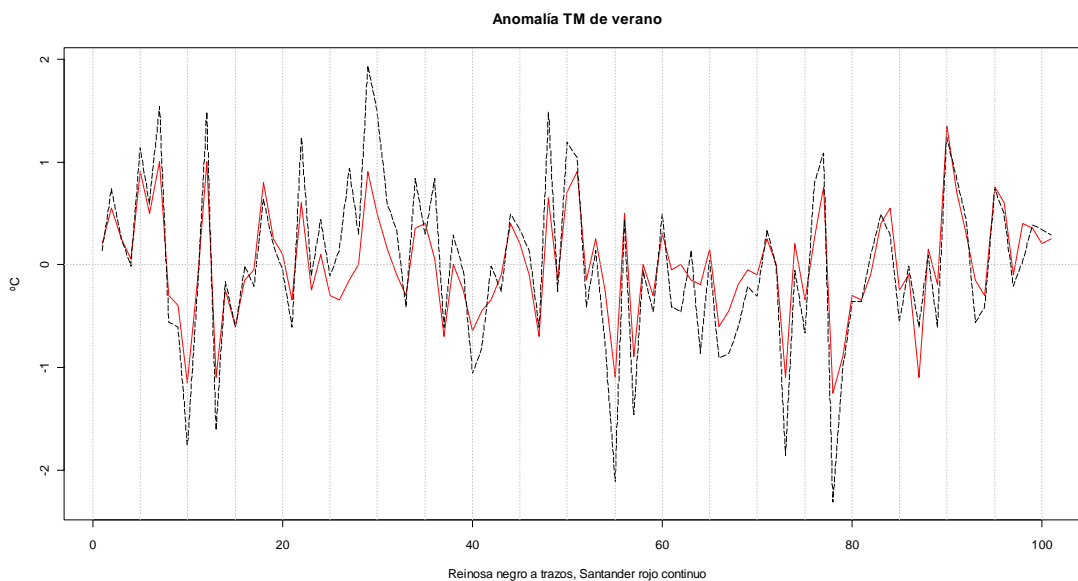
Las temperaturas nocturnas presentan mayores fluctuaciones. Al final, la pulsación fría de los años setenta, también resulta muy significativa en las temperaturas mínimas de primavera. El cambio de tendencia que se prolonga en los últimos años del siglo, supera por poco el valor promedio.



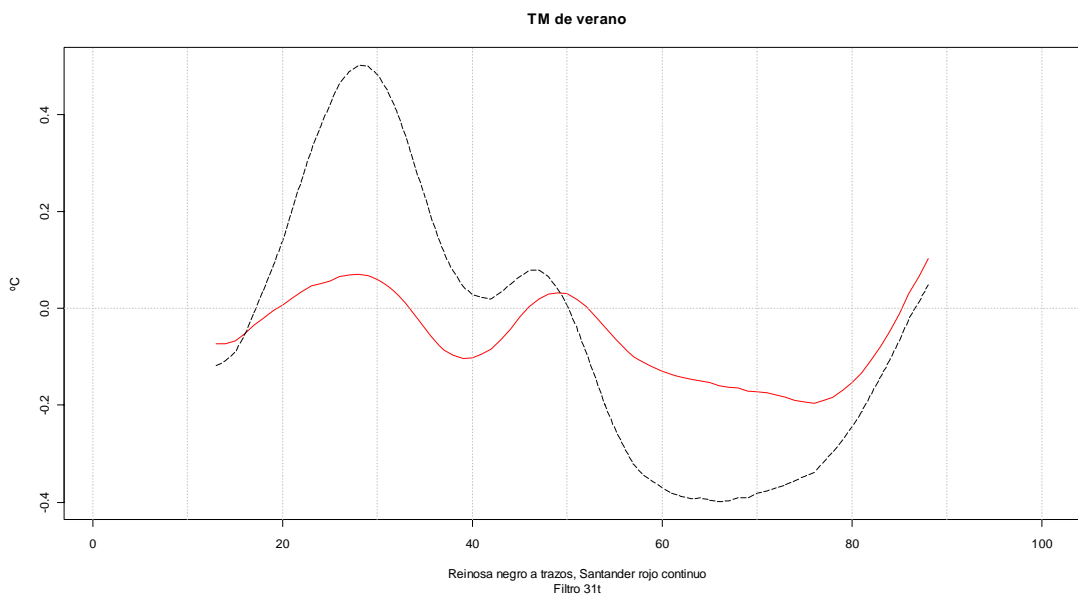
El verano



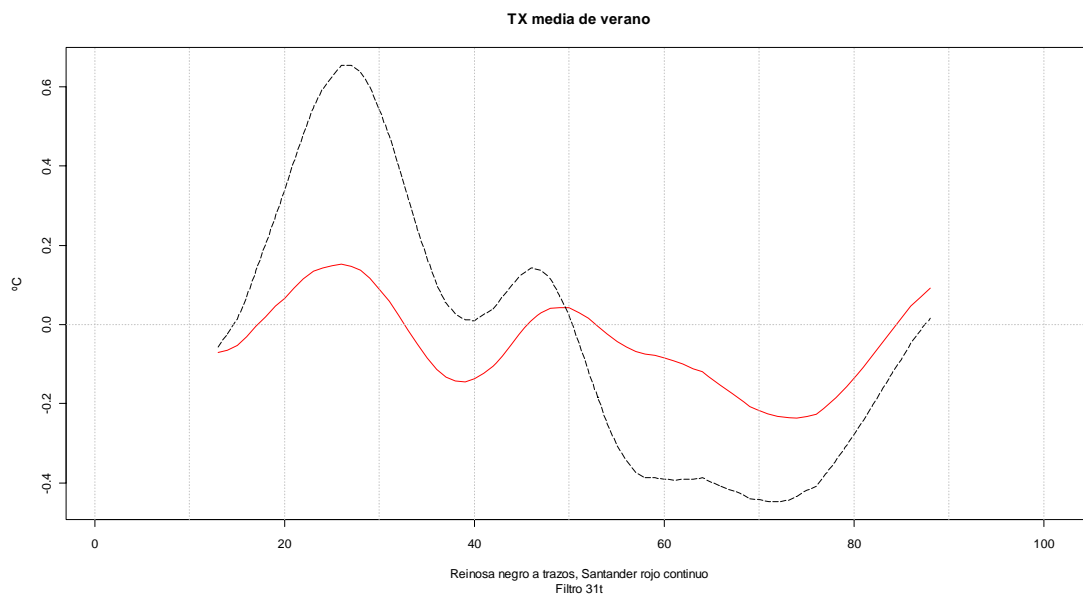
El verano en Santander es algo más de 3°C más cálido que en Reinosa. El valor medio de la temperatura en esta época es de 18,5° C por término medio, con una moderada oscilación entre los 17,3 °C y los 19,9 °C. En Campoo, la degradación del clima marítimo se traduce en una oscilación que supera los 4° C, entre 12,9 °C y 17,1 °C, con una media de 15,2° C. El verano más fresco del siglo en los dos emplazamientos fue el del año 1977. El más cálido registrado en Santander tuvo lugar en 1989 y en Reinosa en 1928.



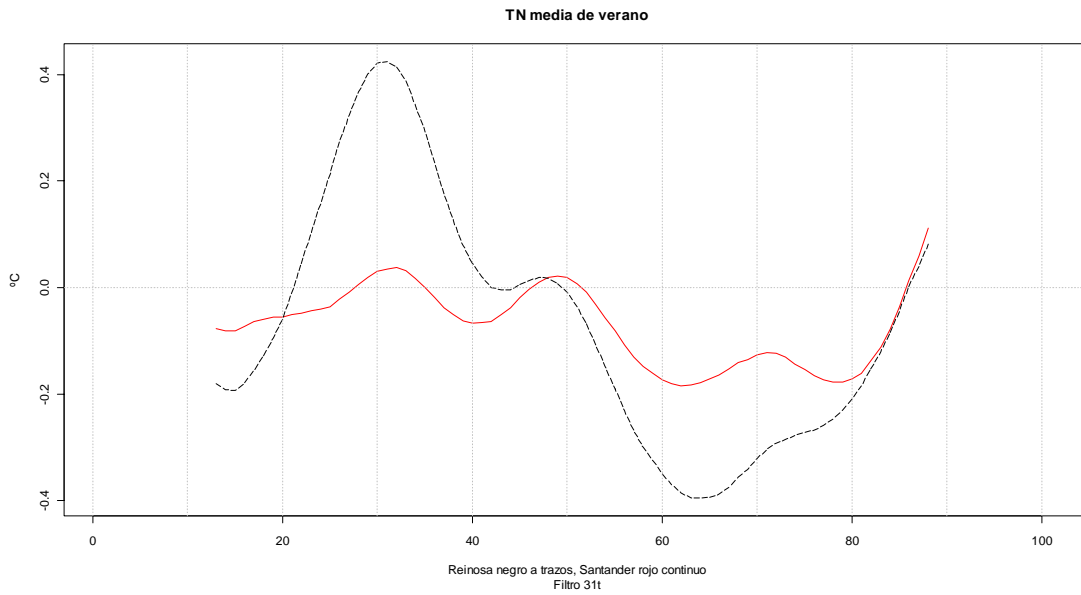
Con carácter general, la evolución térmica de los veranos del siglo veinte se caracteriza por una progresiva tendencia hacia el enfriamiento. Salvo la segunda década, con veranos frescos, la primera mitad del siglo se mantiene con temperaturas relativamente altas. Desde los años cincuenta hasta finales de los ochenta las temperaturas se mantienen frescas y después, se inicia el firme y continuado calentamiento de finales de siglo.



El comportamiento de los veranos del s. XX es por tanto alternante, con una mitad inicial cálida, inducida por las temperaturas máximas. La segunda mitad está marcada por el carácter frío veraniego hasta finales de los años ochenta, especialmente apreciable en los valores mínimos de los años sesenta en Reinosa. Por último, desde finales de los años ochenta, las temperaturas del verano en el litoral superan los valores registrados hasta entonces, iniciando un ascenso firme que es consecuencia en particular, del ascenso de las temperaturas nocturnas.

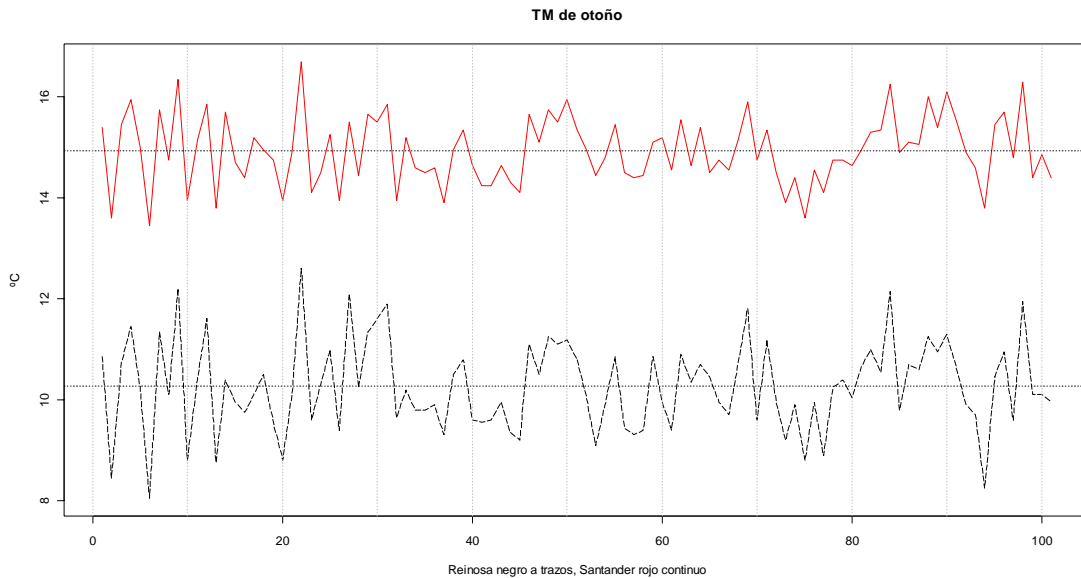


En Reinosa, la evolución en el tramo final del siglo se produce también de forma decidida hacia años más cálidos, aunque se mantiene por debajo de los valores registrados en los años veinte.



En las temperaturas mínimas de Santander se reconoce aún mejor la alternancia entre la primera mitad de siglo cálida y la segunda mitad fresca.

El otoño

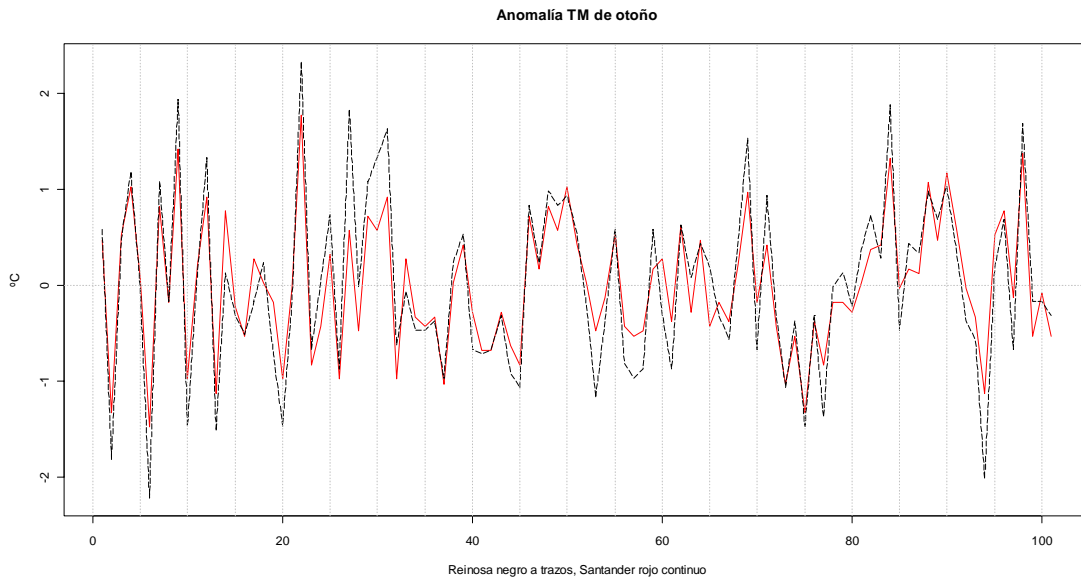


Las temperaturas medias del otoño se sitúan en Santander en 14,9 °C, y oscilan entre los 13,5 y los 16,7 °C. En Reinosa el promedio se fija en 10,2 °C, con valores extremos de 8,1 y 12,6 °C. Ambos extremos se producen a la vez en ambas series, en los años 1905 el mínimo y en 1921 el máximo.

Nuevamente, el recorrido de la variable es mayor en el ámbito donde la influencia marítima está más atenuada.

Comienza el siglo con fuertes y rápidos contrastes hasta la década de 1930, en la que se aprecia un cierto sesgo frío mantenido, que se alterna con un breve periodo cálido entre 1945 y 1950. Después del mínimo en torno a 1975, se cambia el signo de la estación hasta el fuerte enfriamiento, aunque breve, de los primeros años de la década de 1990.

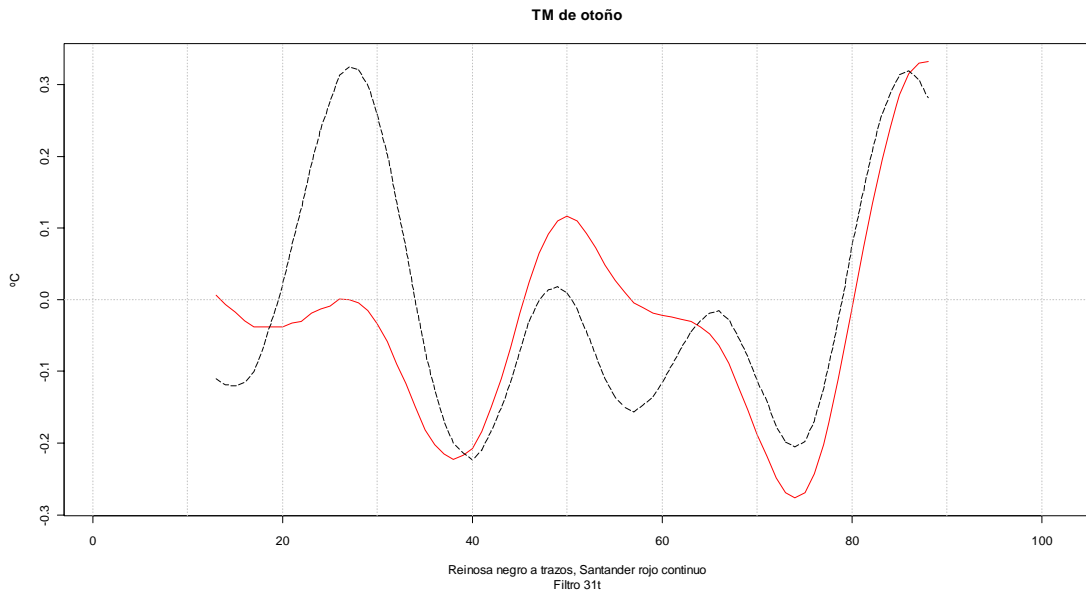
Podría afirmarse que la tendencia positiva de los otoños tiene su inicio en 1980, si omitiéramos el repentino y fuerte retroceso de los primeros años 90.



El siglo empieza con importantes fluctuaciones anuales, seguidas de cortos periodos de dominancia fría y cálida en las décadas centrales, un nuevo episodio de alternancia que se resuelve en los fríos de la década de 1970 y unos años finales marcados por la tendencia al calentamiento, pero con fuerte variabilidad interna.

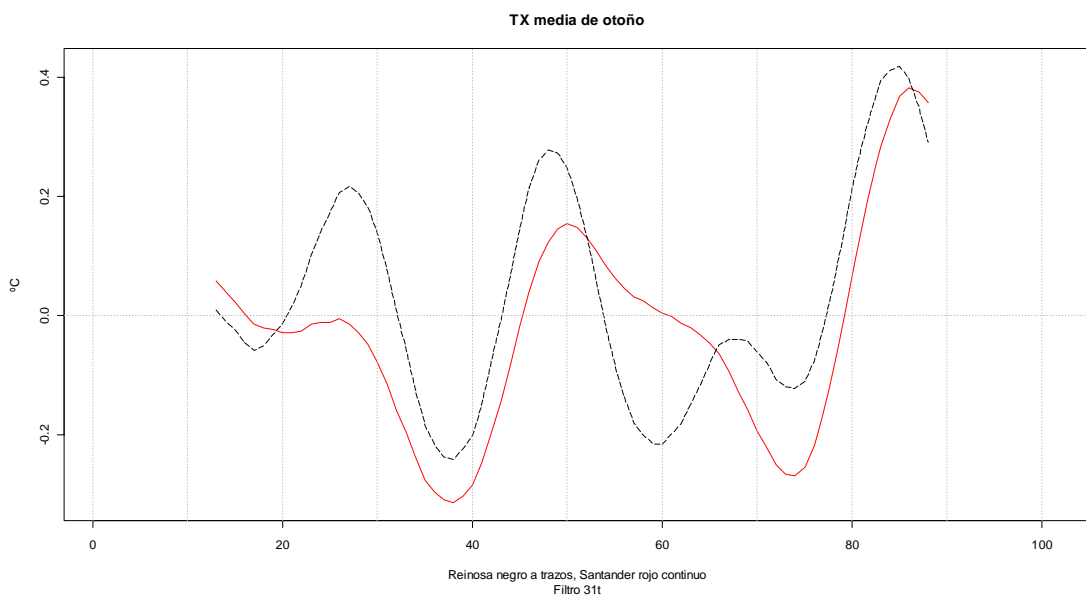
En las series suavizadas en periodos de 30 años, el rasgo más significativo es la acusada tendencia de los últimos años, y el carácter cálido del principio de siglo en Reinosa.

Evolución de las series de referencia de Santander y Reinosa



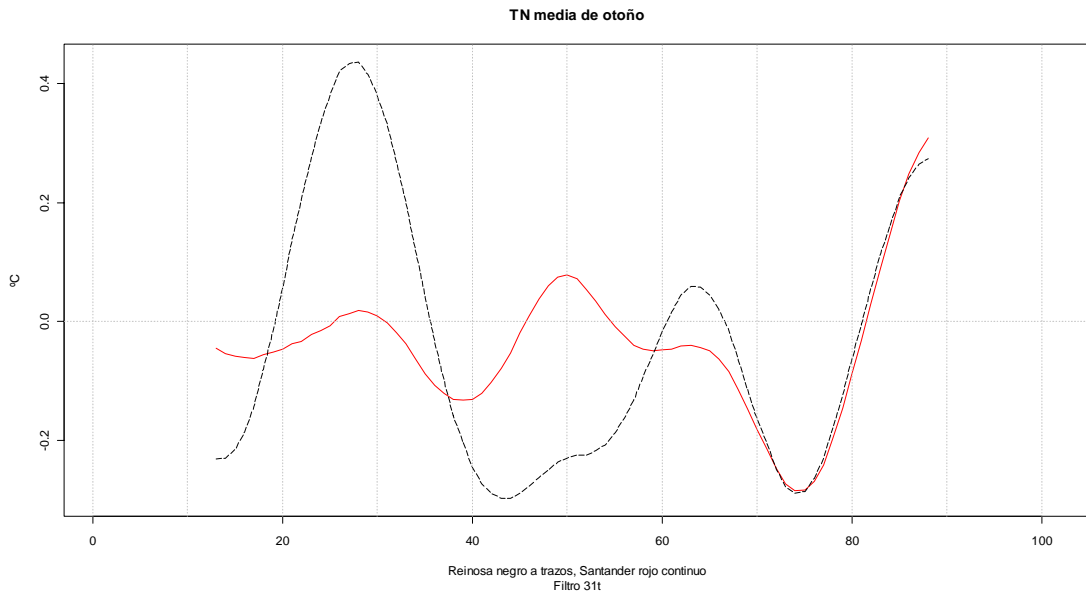
E

n general, la TM describe la misma evolución que las temperaturas nocturnas, mientras que las TX tienen una mayor fluctuación, en particular durante los años centrales del siglo.



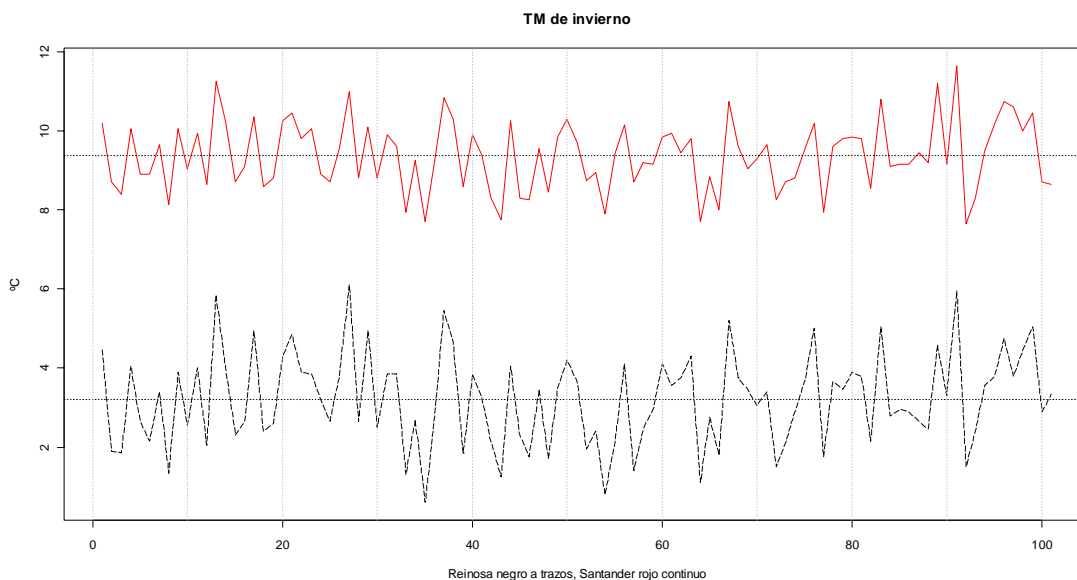
E

n las TN de Reinosa, no existe la oscilación cálida de los años cincuenta.



E

n otoño hay coincidencia en el comportamiento de la TN al principio y al final del siglo. El periodo central del siglo fluctúa, y reproduce un comportamiento casi independiente entre las temperaturas de las comarcas del litoral central y de Campoo de las que son testigos las series de Santander y Reinosa, respectivamente.

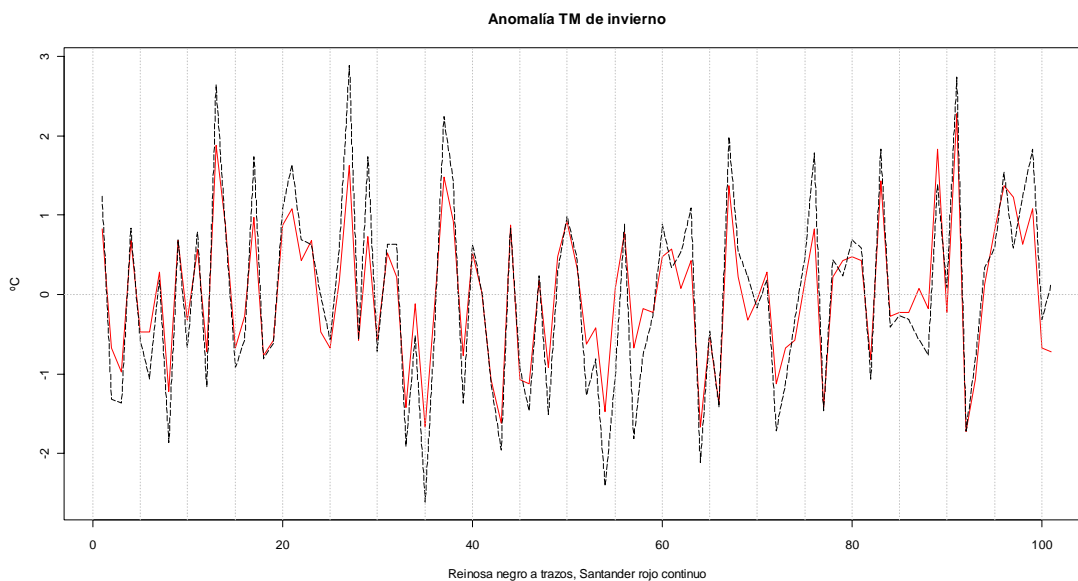
El invierno

El invierno es la estación con mayor variabilidad interna, con temperaturas medias anuales que varían en Santander entre 7,7° y 11,7 °C y en Reinosa entre 0,6° y 6,1° C. Los valores medios respectivos de las series son 9,4° C y 3,2° C.

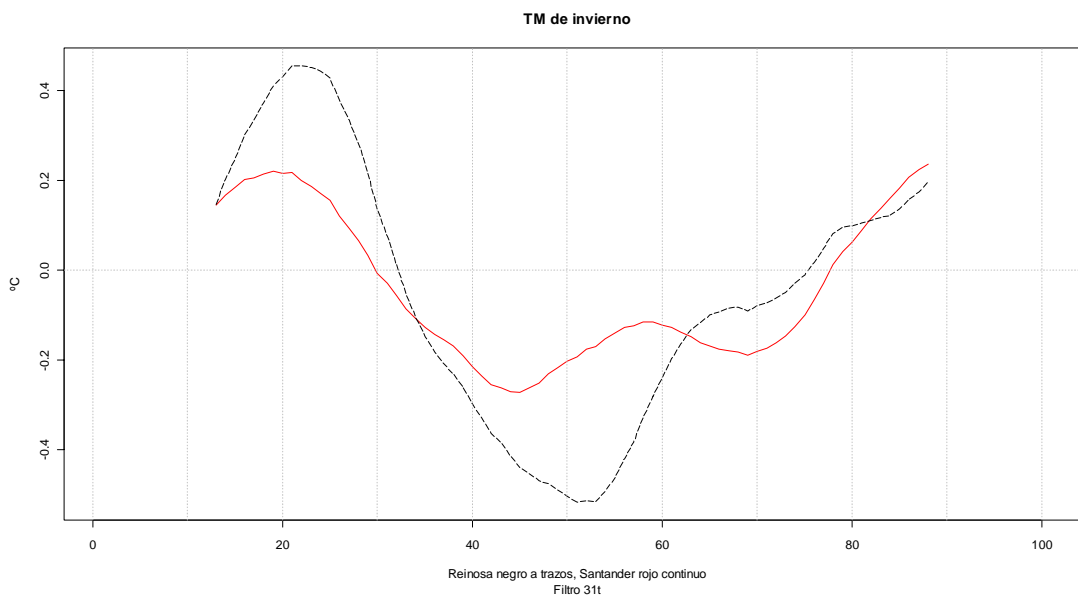
A lo largo del siglo, se reconocen dos periodos de incremento progresivo de la temperatura, el primero hasta 1930 y el siguiente desde los primeros años cuarenta. Entre ambos, los años 1932,1933 y en particular el año 1934 alcanzan los valores más bajos de todo el siglo en Campoo, mientras que en Santander, dicho valor sólo es superado por el invierno de 1991.

Respecto de los inviernos más cálidos, obsérvese que en Reinosa, el invierno del año 1926 supera en temperatura al de 1990. En Santander se alcanzan los máximos de la serie al final del siglo, en 1990 con un segundo valor en 1912.

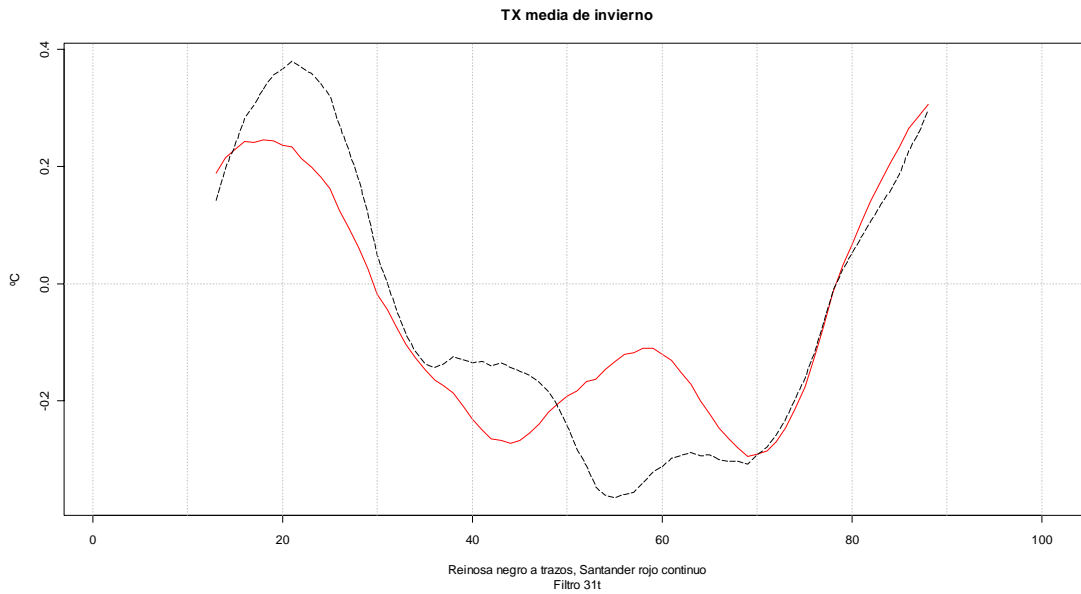
En términos de anomalía, el valor mínimo de Reinosa en el año 1934 se mantiene como el más bajo del siglo, pero en Santander se observa que inviernos tan severos vuelven a registrarse en la década de 1940 y 1960.



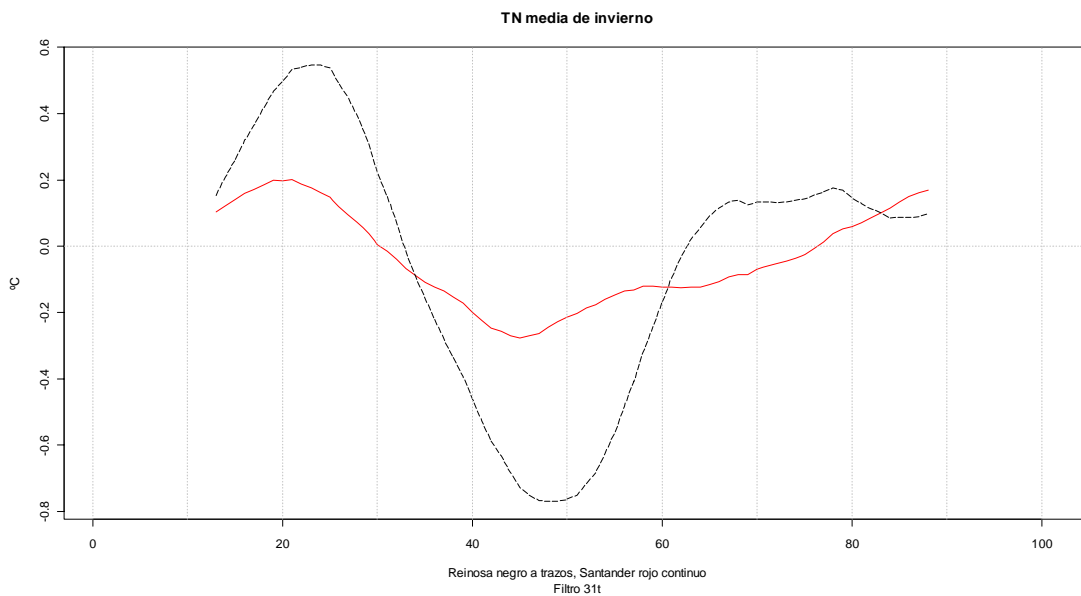
En una visión más amplia de las fluctuaciones seculares apreciamos el comienzo cálido del siglo, favorecido por las altas temperaturas máximas registradas y la tendencia positiva de la última fase, que se inicia antes que en ninguna otra estación del año.



Las máximas experimentan un aumento muy fuerte y sostenido en el tiempo desde 1970, con valores superiores a la media desde antes de 1980. El incremento se produce a la vez y a la misma velocidad en la costa que en el interior, y significativamente más tarde que lo que reflejan las temperaturas medias y mínimas.



La fase fría del siglo que se corresponde con el periodo central, incide más intensamente en el interior, y en el caso de la temperatura máxima, siguiendo una evolución alternante con respecto al observatorio costero.



Aparte del carácter general del siglo que tiene su reflejo también en las T mínimas, con máximo absoluto al principio y mínimo en los años centrales, puede afirmarse que la anticipada recuperación de las temperaturas de invierno y la inversión de la tendencia se produce por la temprana inflexión de las temperaturas mínimas en el litoral. Por su parte, las temperaturas

nocturnas de la comarca de Reinosa se suavizan muy rápidamente, superando muy pronto el valor promedio del siglo.

Por último, en el invierno de Reinosa se repite una característica común a la primavera y el verano: el calentamiento que tiene lugar al finalizar el siglo no alcanza los valores *records* registrados en las primeras décadas. En Santander sin embargo, las temperaturas máximas y medias de los inviernos de final de siglo son ya más altas que las registradas al principio. Sólo las mínimas se mantienen ligeramente por debajo de las que se registraron en las décadas iniciales.

6.3.4. A modo de síntesis

Respecto de la precipitación, podemos concluir que a lo largo del periodo de tiempo considerado, se alternan las características pluviométricas en las dos áreas que están representadas por las observaciones recogidas en Reinosá y en Santander. En los primeros cincuenta años, domina el carácter húmedo en el interior de la región frente al carácter seco de la segunda mitad del siglo. En el litoral las condiciones se invierten, y resulta más lluviosa la segunda mitad de siglo que la primera.

- Apreciamos los siguientes rasgos comunes en las series pluviométricas de referencia:

Periodos secos en la primera década del siglo, en los años veinte, en la década de 1940, y durante los últimos veinte años del siglo.

Periodos húmedos de los años treinta, y años finales en la década de los setenta.

- Las diferencias entre Santander y Reinosá a lo largo de estos cien años pueden reducirse a tres etapas:

Periodo 1911 a 1920: predominio de años húmedos en el interior y secos en la costa

Periodo 1955 a 1960: con las mismas características que el anterior

- Periodo 1966 a 1976: predominio de años secos en el interior y húmedos en la costa

En general, la precipitación recogida fluctúa más en Reinosá que en Santander, y especialmente en verano y en otoño. En el verano por el efecto de las situaciones que originan tormentas, en general asociadas a la depresión térmica peninsular, y en otoño por la aparición de depresiones atlánticas que circulan en latitudes bajas y favorecen los flujos de oeste y suroeste en las

capas bajas de la atmósfera, y que generan las características situaciones de viento sur fuerte en el litoral cantábrico central y oriental¹¹⁰.

En el emplazamiento costero la precipitación tiende a desplazarse desde el semestre de primavera, donde se concentra en la primera mitad del siglo, hacia el semestre otoñal en la segunda mitad. La mayor concentración de lluvia en primavera de la primera mitad de siglo, está acompañada de inviernos secos.

En los años finales del siglo se observa en ambos emplazamientos un nuevo aumento de la concentración de la lluvia anual en primavera. Sin embargo, a diferencia de lo que ocurría en los primeros años del siglo, en este tramo final la lluvia de primavera aumenta a expensas de la disminución de la caída durante el otoño.

Haciendo un breve análisis de cada estación del año:

- La precipitación de primavera evoluciona de forma paralela en el interior y en la costa, y presenta los máximos y mínimos simultáneamente. La aportación al total anual, sin embargo, varía más en el interior que en la costa, y presenta una periodo de contraste entre ambas series en los años centrales del siglo.
- En verano se aprecia el carácter parcialmente continentalizado del régimen de lluvias en Reinosa, que presenta una evolución más fluctuante, y por tanto con más variabilidad que en la costa, donde el aporte presenta menos oscilaciones.
- El otoño presenta en el interior una fuerte oscilación en los años centrales del siglo, que no se aprecia en el área litoral. Sin embargo coinciden en la evolución en el tramo final del siglo, con máximos simultáneos y fuerte tendencia final hacia otoños más secos. Puede

¹¹⁰ RASILLA D. (1999) Op. Cit.

afirmarse que esta estación concentra gran parte de la variabilidad pluviométrica anual de ambas estaciones.

- La precipitación caída en invierno sigue una evolución dispar en los dos ámbitos geográficos durante la primera mitad del siglo, con un claro predominio de los inviernos lluviosos en el interior, frente a un comportamiento de signo contrario en el litoral, con inviernos secos en los primeros años del siglo. Respecto a la contribución de la lluvia de invierno al total anual, no ofrece contrastes significativos entre los dos emplazamientos, sino la confirmación de que en relación a la precipitación recogida en todo el año, la contribución de invierno oscila poco.

Respecto de las temperaturas los rasgos comunes más reseñable son:

- la tendencia positiva de la última fase del siglo, común a todas las series analizadas tanto de temperatura media, mínima o máxima que está presente en cualquier zona de la región o estación del año,
- y la fase fría precedente en los primeros años setenta. Los periodos dominados por las temperaturas más bajas se sitúan en torno a la misma fecha, alcanzan parecida intensidad y son de duración semejante. La causa obedece a la presencia de primaveras y veranos con temperaturas extraordinariamente bajas, en concreto los años 1972 y 1977
- el siglo transcurrió en general levemente desequilibrado hacia valores frescos, con los episodios de frío extraordinario distribuidos con cierta regularidad
- los años más calurosos se concentraron en las dos últimas décadas del siglo. En el litoral, coinciden con la presencia repetida de trimestres con altas temperaturas en cualquier época del año, o en particular en otoño; en el interior sin embargo, es más apreciable la presencia de inviernos extraordinariamente cálidos, aunque los elevados valores

térmicos que se alcanzaron en estas fechas, no superaron los que ya se habían registrado en los cálidos años veinte.

La incidencia marítima en la regulación térmica del ámbito costero, atenúa la oscilación y la intensidad de los cambios en las temperaturas anuales de Santander a lo largo del siglo. En general, la transición entre episodios de carácter cálido y frío es más rápida, los cambios son más frecuentes, pero alcanza menor intensidad que en Reinosa, donde los rasgos continentales se manifiestan en cierta persistencia del carácter térmico anual, y en oscilaciones más bruscas. También se pone de manifiesto en la dispar evolución de las temperaturas máximas y mínimas. En el litoral, es más frecuente observar la evolución acompasada de las dos variables, mientras que en el interior es más frecuente que el curso de ambas se separe, e incidan de forma distinta, y en ocasiones opuesta, en la calificación térmica del periodo tratado.

Relacionado también con las características climáticas de cada uno de los emplazamientos, la primera mitad de siglo presenta episodios de carácter térmico alternante y breve duración en Santander, salvo durante los años treinta y cuarenta, decenios frío y cálido respectivamente. No hay extremos cálidos en estos primeros cincuenta años, y los fríos se registran a un ritmo regular, cada quince años aproximadamente. En la segunda mitad del siglo hay dos fases de signo opuesto que se prolongan casi 20 años cada una. La primera de carácter frío se extiende desde 1960 hasta 1980 y alcanza su punto álgido en la década de 1970. Esta fase queda mejor caracterizada como un periodo de frío prolongado, que por haber alcanzado valores térmicos extraordinariamente bajos. La segunda fase, de 1980 a 2000, no resulta tan uniforme y se caracteriza por lo extraordinario de las temperaturas alcanzadas. A esta calificación, contribuye en especial la repetida ocurrencia de otoños extremadamente cálidos, acompañados con frecuencia por veranos e inviernos de parecido signo.

En Reinosa se inicia el siglo con una fase fría que se prolonga hasta 1920. A partir de esta fecha se inicia la fase cálida que agrupa los extremos absolutos

de la serie. A continuación entra de nuevo en un periodo de frío intenso que se prolonga hasta mediados de los años cuarenta.

En la segunda mitad de siglo, se produce una evolución térmica semejante a la que se observa en la costa: una fase fría hasta mediados los años setenta, y otra de temperaturas extraordinariamente altas en los años finales, intercalada con algún breve episodio de signo contrario.

La evolución térmica por estaciones puede resumirse en los siguientes elementos:

- La primavera transcurre en valores térmicos normalmente hasta la fluctuación fría cálida de los últimos treinta años, a la que se llega desde el máximo común de mediados de siglo. Esta evolución conjunta se reconoce tanto en las máximas como en las mínimas.

En el interior sin embargo, se identifica una etapa de primaveras cálidas durante los años veinte que se explica por un incremento muy significativo de las temperaturas mínimas, que es exclusivo de esta área.

- El verano del interior y el del litoral tienen un comportamiento térmico más predecible, en el sentido de que la temperatura media evoluciona de forma pareja. Sólo en el caso de las temperaturas mínimas del litoral, se aprecia cierta fluctuación que no recoge la serie de Reinosa.
- En otoño el régimen térmico es más complejo y con más fluctuaciones en torno a la media que las estaciones restantes. Es muy significativa la oscilación de mediados de siglo y la fuerte tendencia positiva de finales de siglo común a los dos emplazamientos.

La temperatura máxima de otoño supera a final de siglo todos los registros anteriores tanto en Santander como en Reinosa. Las mínimas sin embargo suben de forma extraordinaria en Santander, donde se concentran los otoños más cálidos de la serie, mientras que en el interior de la región no alcanzan los valores registrados en los años veinte.

- El invierno tiene un comportamiento más regular, con extremos bien definidos al principio de siglo de carácter cálido, y a mediados de siglo, el extremo frío. La tendencia final de la temperatura se inicia prácticamente en los años cincuenta, y por tanto es más suave que en las otras estaciones.

Se aprecia también el carácter atlántico del clima costero en la menor dispersión de la variable, con la excepción de la temperatura máxima, que presenta un repunte a mediados de siglo que no aparece en la serie de Reinosa ni en las de temperatura mínima, más regulares.

7. Cartografía de la distribución de la precipitación y la temperatura sobre Cantabria en el siglo XX

7.1. *La Precipitación*

MAPA 1. La precipitación durante el siglo XX. Valor de la Mediana

En los mapas que se presentan se observa un reparto territorial congruente con otras representaciones de la misma variable durante el siglo XX.

Los principales elementos que podemos distinguir, son:

El máximo principal sobre las montañas pasiegas, que puede superar localmente los 2500 mm anuales y un segundo máximo sobre las montañas que circundan Liébana, especialmente en Picos de Europa y Peña Sagra, que podrían recoger 1700 mm al año.

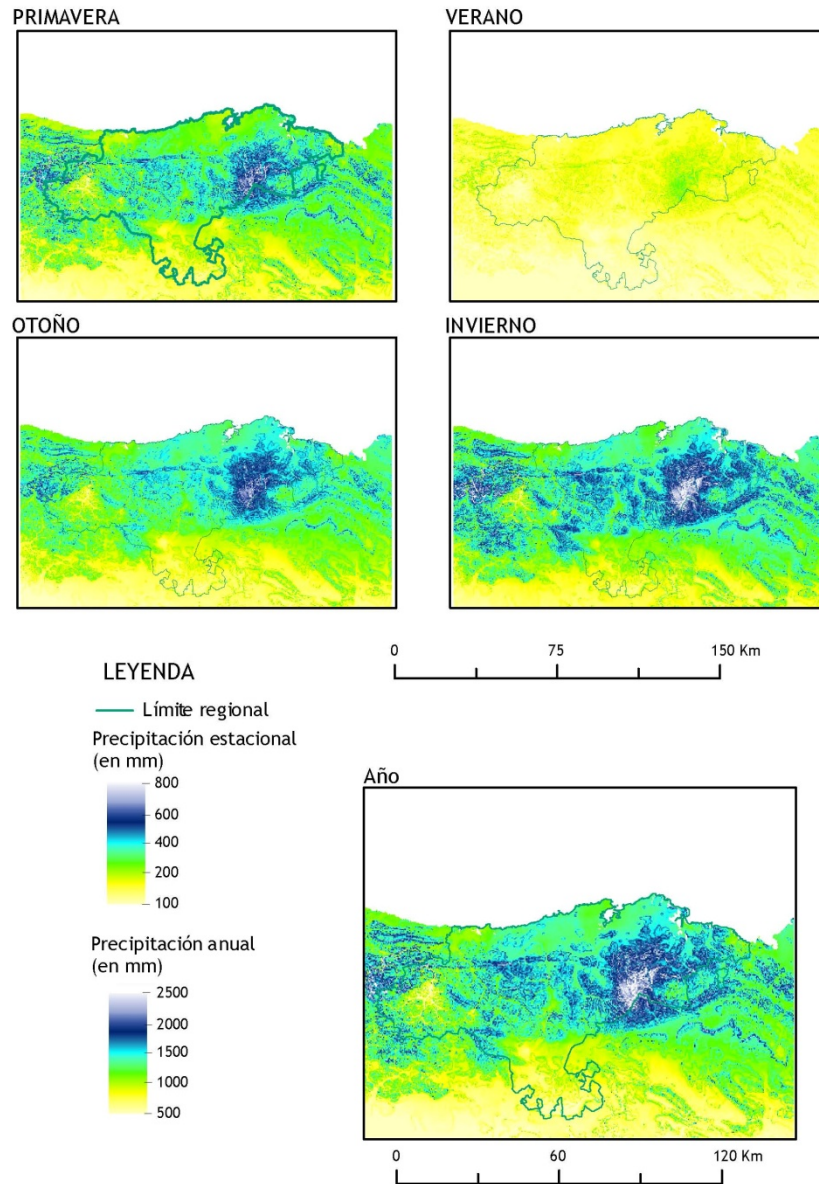
Los relieves en los interfluvios del centro de la región y la sierra del Escudo de Cabuérniga. Los mínimos absolutos del valle del Ebro y Liébana, y el mínimo relativo del valle de Soba en el límite oriental con la provincia de Burgos.

El incremento de la precipitación hacia el este en la franja costera.

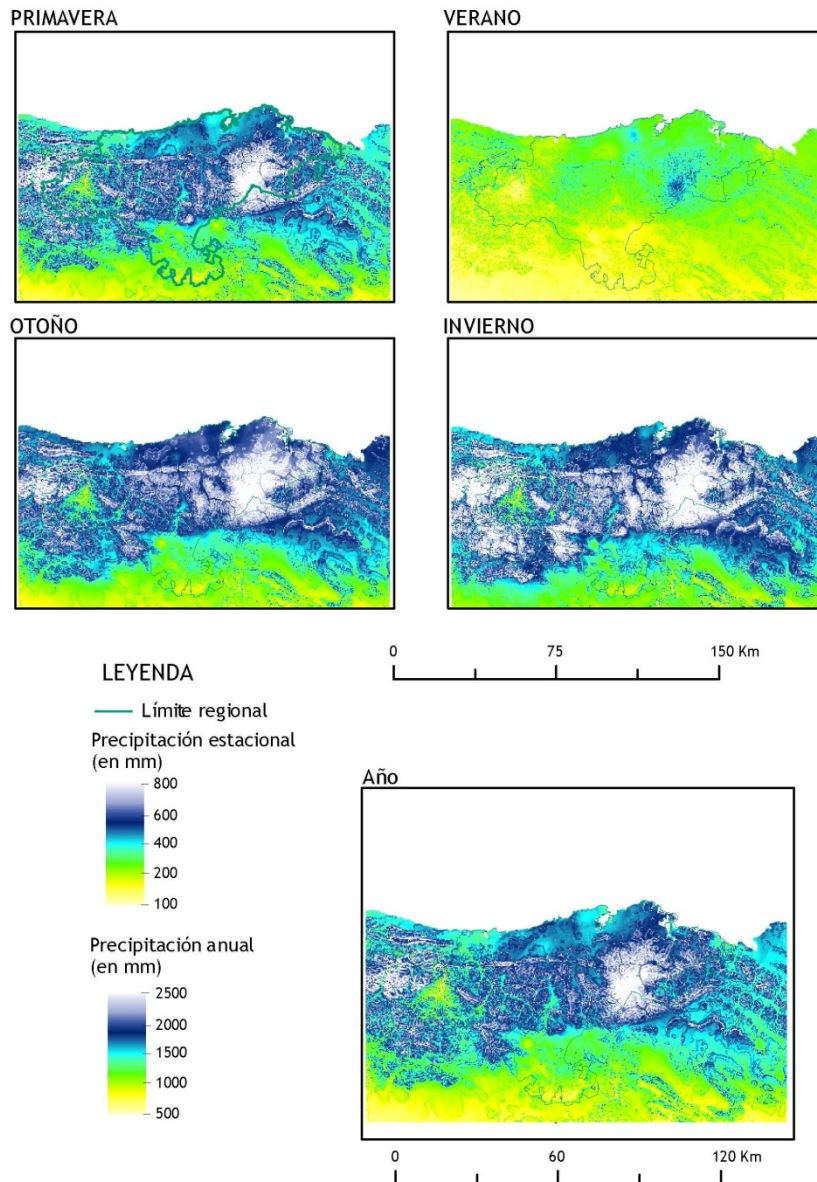
En el curso anual, se aprecia el reparto homogéneo de la precipitación a lo largo del año, excepto en verano. El invierno es la estación que más aporta al total anual.

La sequía de verano se extiende en las áreas de clima submediterráneo, del Ebro y Liébana.

Precipitación acumulada anual y estacional, 1901-2000
Valor de la mediana



Precipitación acumulada anual y estacional, 1901-2000
Valor del cuantil 95% (Extremadamente húmedo)



MAPA 2: Precipitación durante el siglo XX. Años extremadamente lluviosos

Las áreas de máxima precipitación se extienden prácticamente a toda la franja central de la comunidad y especialmente a los macizos montañosos de las cabeceras fluviales del río Pas, Miera, y a los Picos de Europa. Se marcan intensamente los interfluvios, que superan en muchos lugares los 2000mm anuales.

El total anual en las áreas más secas del valle del Ebro y en el fondo del valle de Liébana se sitúa cerca de los 800mm.

El área de Santander y su bahía recoge menos precipitación que el resto del litoral central y oriental. Esta diferencia aparece también en primavera y en invierno.

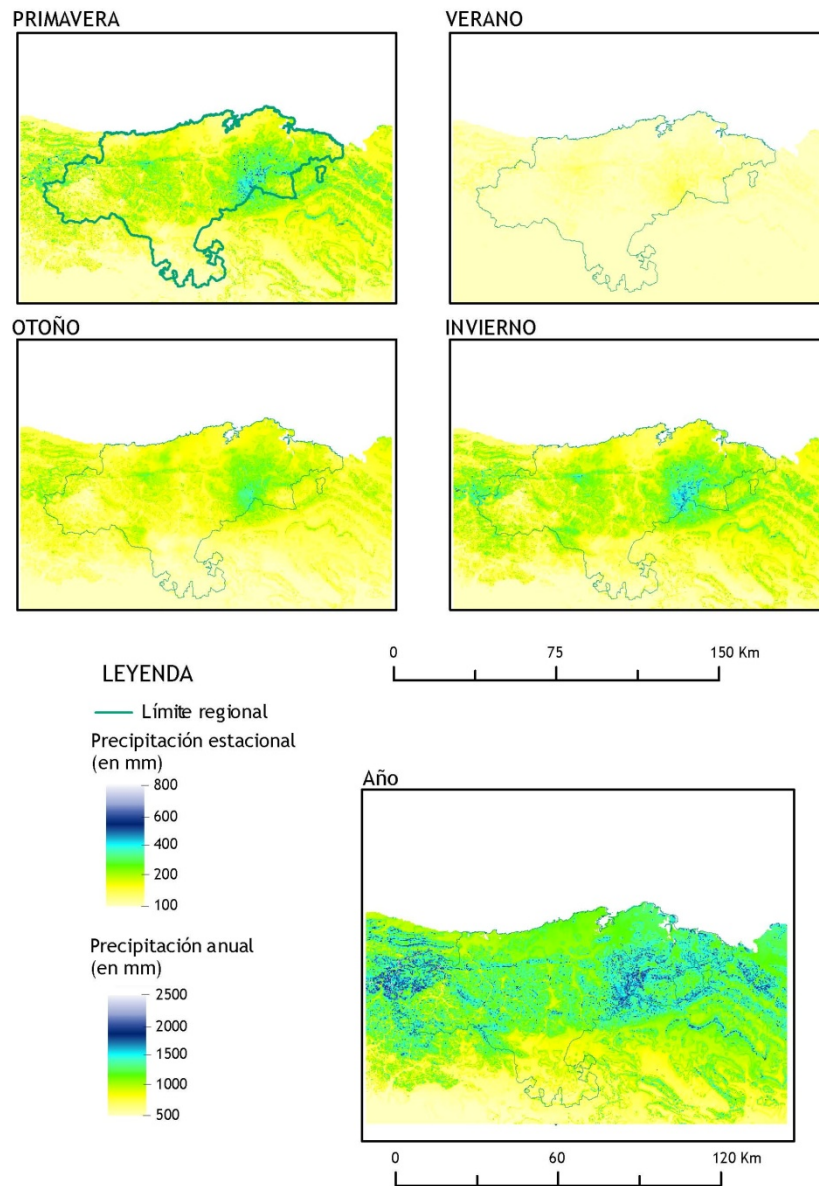
MAPA 3: Precipitación durante el siglo XX. Años extremadamente secos

La precipitación anual acumulada es inferior a 1000 mm en amplias zonas del litoral y en los valles interiores

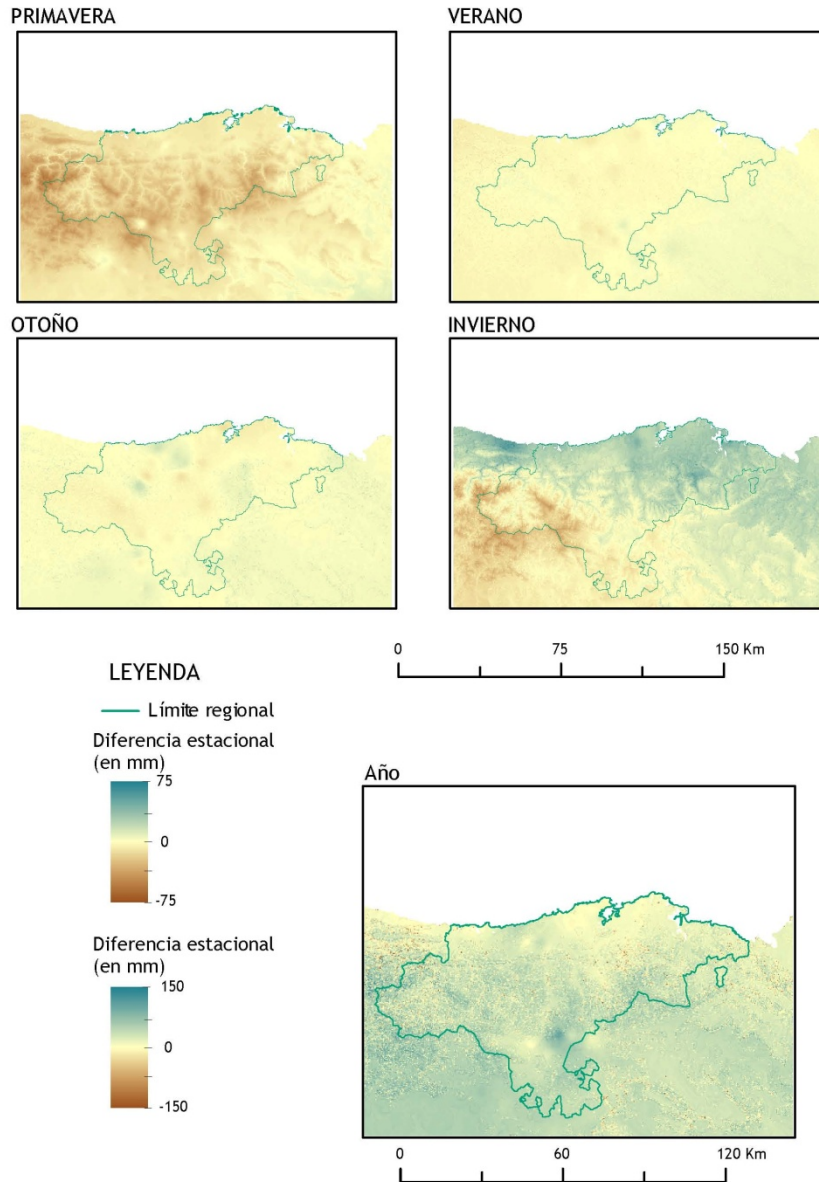
Los veranos extremadamente secos totalizan cantidades de 100mm o inferiores.

El otoño acusa más la escasez de lluvia que la primavera y el invierno, que aún en esta situación recogen precipitaciones significativas.

Precipitación acumulada anual y estacional, 1901-2000
Valor del cuantil 5% (Extremadamente seco)



Precipitación acumulada anual y estacional, 1901-2000
Diferencia entre el valor medio del siglo y el del treintenio 1901-1930



MAPAS 4, 5 y 6: Precipitación media del siglo respecto de la caída en periodos de 30 años.

La lectura directa de los colores del mapa da idea del carácter del siglo respecto del periodo de tiempo más corto. Colores marrones indican que el siglo ha sido más seco en su conjunto, que tomando sólo los treinta años considerados, y colores verdes ocupan áreas en las que los cien años tomados en conjunto han sido más lluviosos que los treinta considerados.

Si se quiere calificar el treintenio, es necesario invertir el código de color.

En el Mapa 4, p.e.: el invierno de los primeros treinta años del siglo, en el litoral y vertiente norte, se recogió menos precipitación de lo normal en el siglo, mientras que las montañas que circundan Liébana, fueron relativamente más lluviosas que el siglo en su conjunto.

MAPA 4: Diferencia entre el valor medio de precipitación de 1901-2000 y el del Primer Treintenio Internacional 1901-1930.

Considerando la cantidad anual de lluvia recogida, el siglo en su conjunto ha sido ligeramente más lluvioso que el primer treintenio, en prácticamente toda la región.

Al observar la lluvia caída en cada estación del año, podemos caracterizar estos primeros treinta años del siglo XX a través del conjunto de inviernos secos que se suceden en el área litoral, que contrastan con las primaveras húmedas en toda la región, y los inviernos también lluviosos de las comarcas del Ebro y Liébana, y zonas montañosas de la cordillera.

MAPA 5: Diferencia entre el valor medio de precipitación de 1901-2000 y el del Segundo Treintenio Internacional 1931-1960.

El siglo es más seco que el 2º treintenio en el interior y zonas de montaña. En la franja litoral, sin embargo es ligeramente húmedo.

Los veranos e inviernos son más secos con carácter general en el conjunto del siglo de lo que fueron los comprendidos entre los años 1931 y 1960.

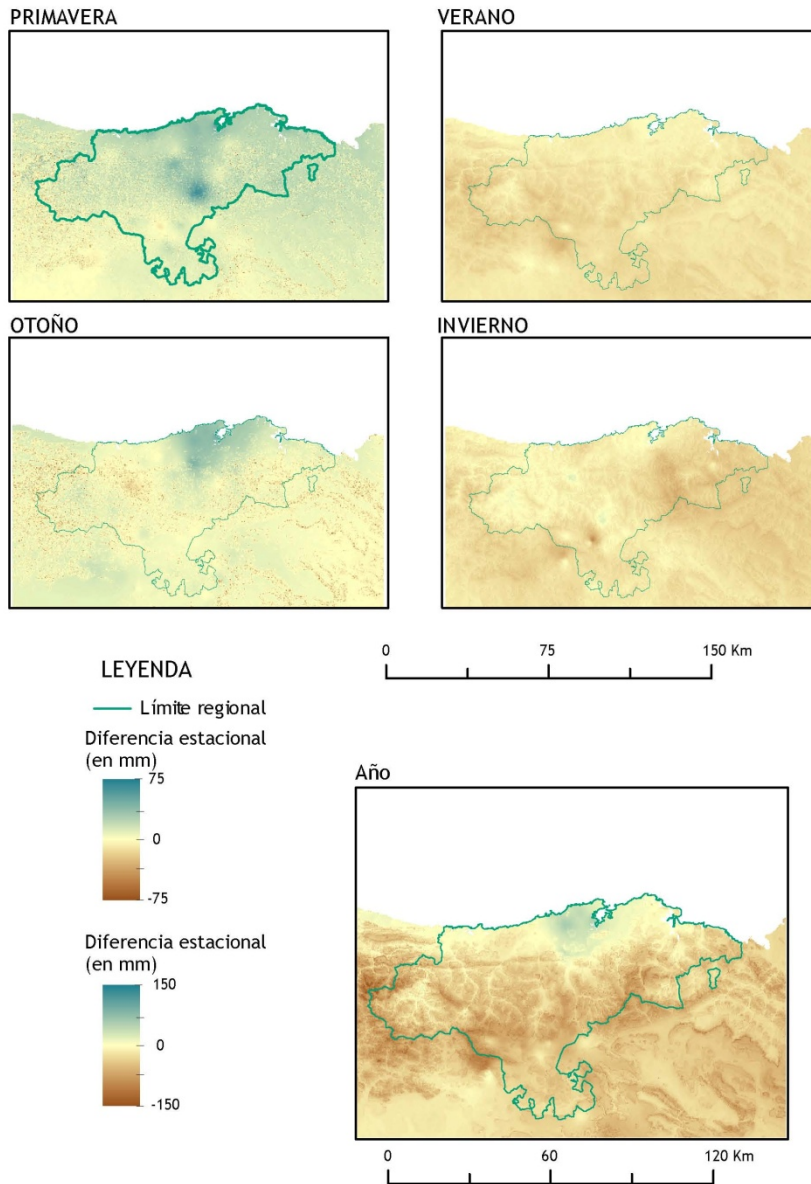
Primavera y otoño más húmedos, en especial en la zona litoral y el valle del río Besaya.

Por tanto, los años comprendidos entre 1931 y 1960, fueron más lluviosos que el promedio del siglo en verano e invierno, y más secos en primavera y otoño.

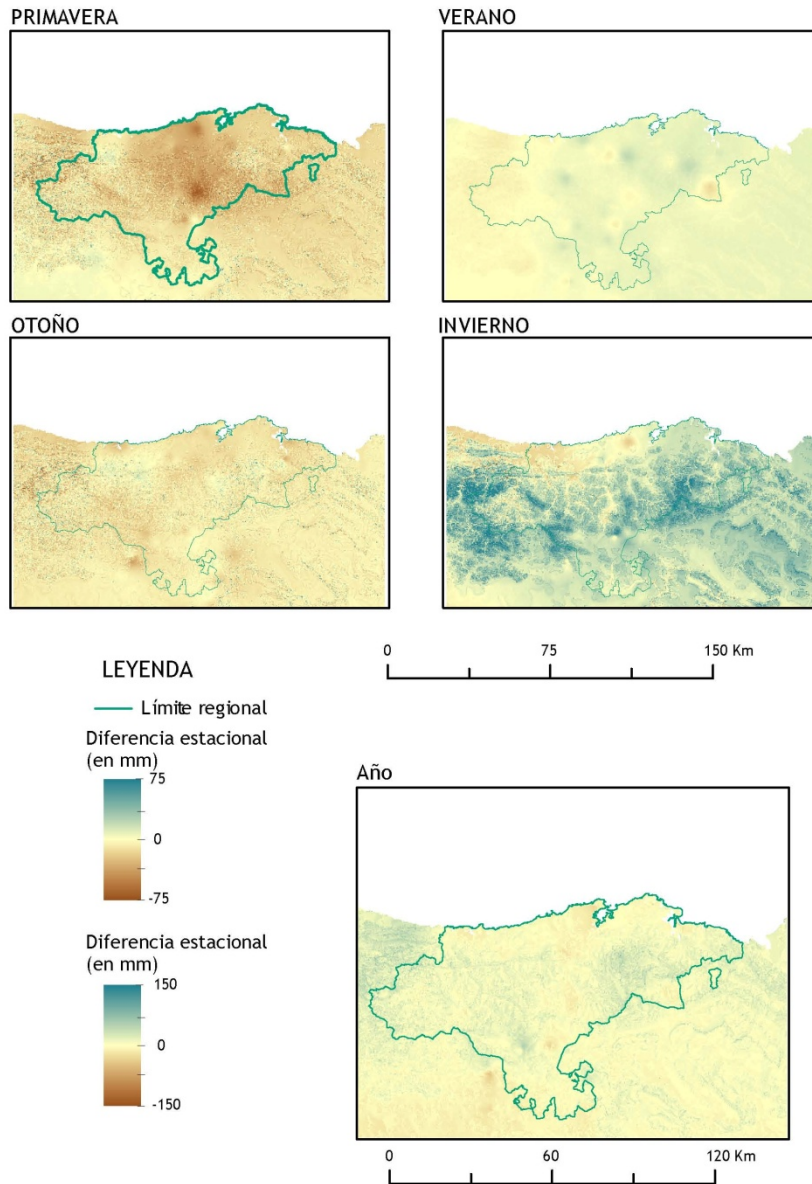
La lluvia total recogida estuvo un poco por debajo de lo normal en la franja litoral, y bastante por encima en el resto, en especial en los relieves de la vertiente cantábrica.

Cartografía de la distribución de la precipitación y la temperatura sobre Cantabria en el siglo XX

Precipitación acumulada anual y estacional, 1901-2000
Diferencia entre el valor medio del siglo y el del treintenio 1931-1960



Precipitación acumulada anual y estacional, 1901-2000
Diferencia entre el valor medio del siglo y el del treintenio 1971-2000



MAPA 6: Diferencia entre el valor medio de precipitación de 1901-2000 y el del último Treintenio Internacional 1971-2000.

El valor normal de toda la serie es un poco más alto que el promedio de los últimos treinta años del siglo, en toda la región.

Los últimos 30 años han sido por tanto, ligeramente más secos de lo normal.

El otoño del siglo fue prácticamente igual al de los últimos años, ligeramente más secos, y el verano al revés, ligeramente más húmedo.

La primavera, con carácter general más seca en promedio que los años finales

El invierno presenta características distintas en la franja litoral, donde la lluvia recogida en promedio durante el siglo es inferior a la recogida en los últimos años, mientras que en el resto de la región, y en especial en los relieves más altos y en la zona oriental, el siglo resultó notablemente más lluvioso.

Así pues, los treinta últimos años son muy levemente más secos de lo normal, como el verano. El otoño, sin embargo, y especialmente las primaveras en el centro de la región, han sido más lluviosos en estos años finales. El invierno resultó más húmedo en el litoral occidental y central, y en zonas bajas, y más seco en los relieves de la vertiente cantábrica y comarcas del Ebro.

MAPA 7, 8 y 9: Representan cómo ha variado la concentración de lluvia en cada una de las estaciones a lo largo del siglo, expresada a través de la diferencia entre la proporción media de lluvia caída en cada estación del año a lo largo del siglo XX y en un periodo de treinta años.

La concentración de la lluvia no es más que el cociente entre el volumen de lluvia recogido en cada estación del año, respecto del total anual.

Se incluye también un mapa de la diferencia de precipitación recogida en promedio, en ambos periodos de tiempo, en mm.

MAPA 7: Diferencia entre la proporción media de lluvia caída en cada estación del año a lo largo del siglo XX y en los primeros treinta años.

El mapa anual pone de manifiesto que el periodo 1901 a 1930 ha sido más seco que el siglo en su conjunto, en general.

En primavera la precipitación durante el siglo ha estado más concentrada que en los treinta primeros años, por tanto, las primeras primaveras del siglo fueron en relación al resto del año, más lluviosas de lo que fueron después.

El verano fue relativamente más seco en estos treinta años, de lo que sería en el conjunto del siglo

El invierno, plantea una distinta evolución del área costera y el valle del Ebro: años más secos en la costa, y ligeramente más lluviosos en el interior.

En los otoños de los primeros años del siglo, aparece de nuevo cierta simetría de forma que en el litoral se concentra más la lluvia en esta estación, mientras que en las comarcas del Ebro, la estación en estos primeros años resulta relativamente más seca que en el conjunto del siglo.

A la vista de los mapas podemos concluir que durante los treinta primeros años del siglo, la estación más lluviosa del año en el valle del Ebro era la primavera, en contraste con el otoño, relativamente seco. . En el área litoral, se reconoce el otoño y la primavera como especialmente lluviosas, mientras que el invierno revela una relativa escasez pluviométrica.

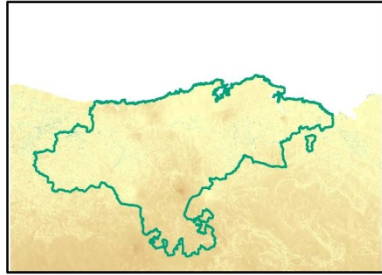
Precipitación anual y estacional, 1901-2000

Aportación de la precipitación caída en cada estación al total anual

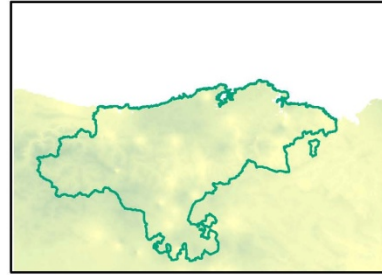
Diferencia entre el valor promedio del s.XX y el del treintenio 1901-1930 (en %)

Diferencia entre el promedio anual del s.XX y el del treintenio 1901-1930 (en mm)

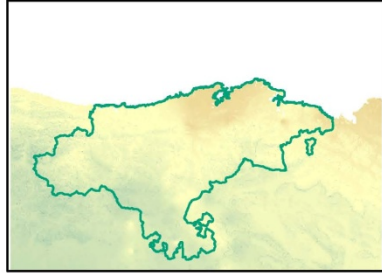
PRIMAVERA



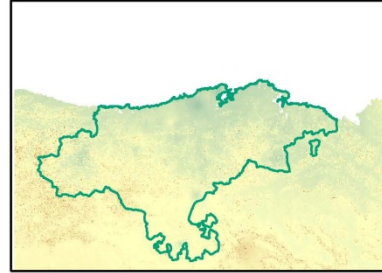
VERANO



OTOÑO



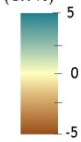
INVIERNO



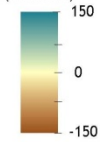
LEYENDA

— Límite regional

Diferencia estacional
(en %)

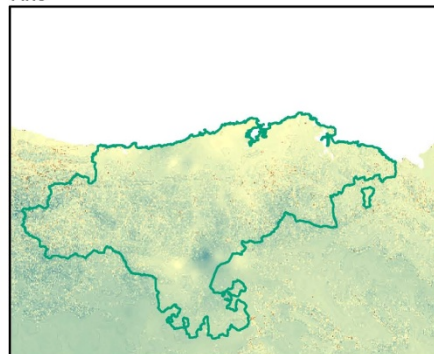


Diferencia promedio anual
(en mm)



0 75 150 Km

Año



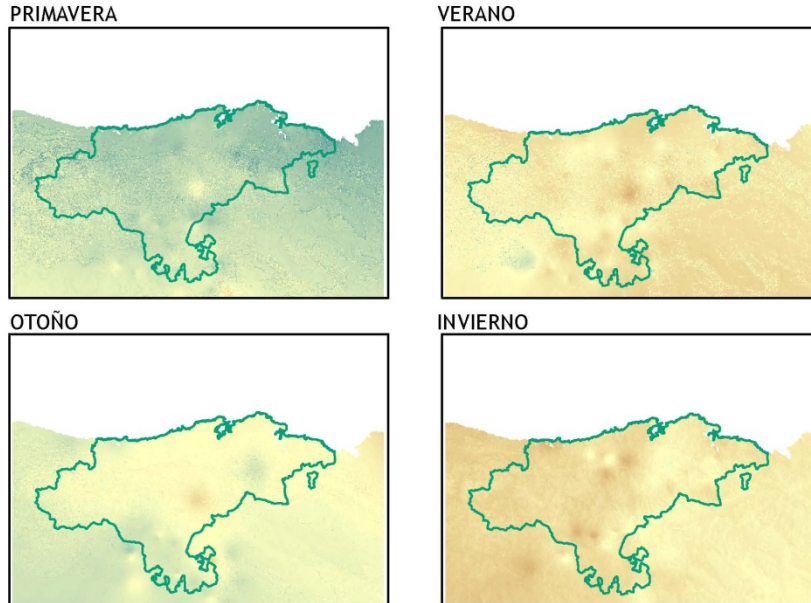
0 60 120 Km

Precipitación anual y estacional, 1901-2000

Aportación de la precipitación caída en cada estación al total anual.

Diferencia entre el valor promedio del s.XX y el del treintenio 1931-1960 (en %)

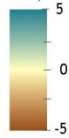
Diferencia entre el promedio anual del s.XX y el del treintenio 1931-1960 (en mm)



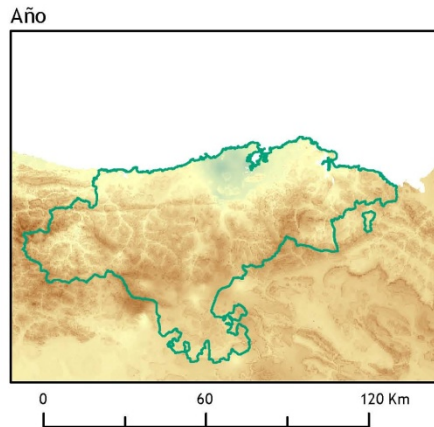
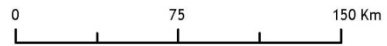
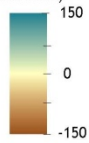
LEYENDA

— Límite regional

Diferencia estacional (en %)



Diferencia promedio anual (en mm)



MAPA 8 Diferencia entre la proporción media de lluvia caída en cada estación del año a lo largo del siglo XX y el segundo treintenio internacional 1931-1960.

Los tonos ocres del mapa anual ponen de relieve que en toda la región, salvo en la franja litoral, la precipitación media del siglo es más baja que la de las décadas centrales. En las áreas costeras, la variación no es significativa, salvo en torno a la bahía de Santander, hacia el oeste y el sur donde el promedio de lluvia en todo el periodo es superior al de los años considerados.

En los mapas estacionales se observa que las primaveras, entre 1931 y 1960 son significativamente más secas que en el conjunto del siglo, en toda la región.

El otoño, en cantidad muy discreta, tuvo también la misma característica.

El invierno concentró parte de la lluvia que no cayó en primavera.

También los veranos fueron relativamente lluviosos.

MAPA 9 Diferencia entre la proporción media de lluvia caída en cada estación del año a lo largo del siglo XX y el treintenio 1971-2000

Al evaluar las cantidades anuales de precipitación caída en el siglo y en las décadas finales, se pone de manifiesto en primer lugar, la semejanza que hay entre los promedios de uno y otro periodo, o en otras palabras, que el promedio de los últimos treinta años sirve para caracterizar el siglo.

Sin embargo, al detallar estacionalmente la situación observamos que primaveras e inviernos, han evolucionado de forma simétrica: las últimas primaveras del siglo han incrementado el carácter lluvioso en una proporción semejante a la que han perdido los inviernos.

El verano ha sido también ligeramente más lluvioso, y el otoño, en oposición, más seco.

Cabe hacer también una distinción regional, advirtiéndose que en el área litoral, la concentración de la lluvia en primavera se hace a expensas de la que se ha perdido en invierno, y en otoño.

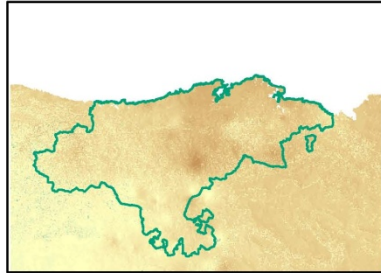
Precipitación anual y estacional, 1901-2000

Aportación de la precipitación caída en cada estación al total anual.

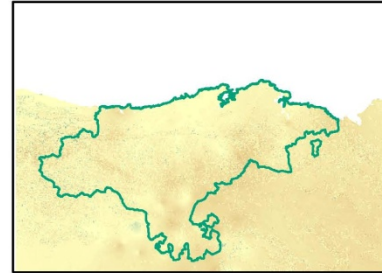
Diferencia entre el valor promedio del s.XX y el del treintenio 1971-2000 (en %)

Diferencia entre el promedio anual del s.XX y el del treintenio 1971-2000 (en mm)

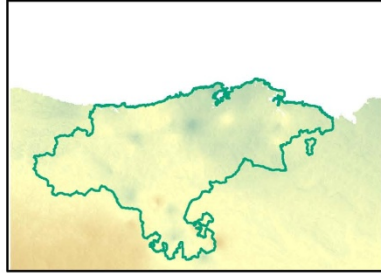
PRIMAVERA



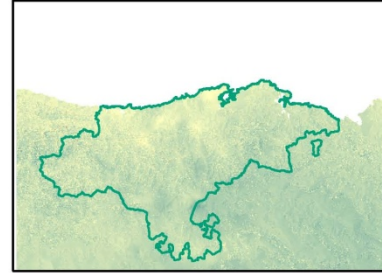
VERANO



OTOÑO



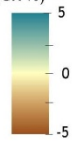
INVIERNO



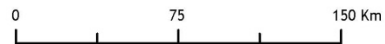
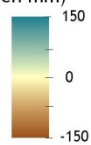
LEYENDA

— Límite regional

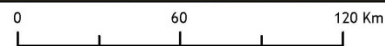
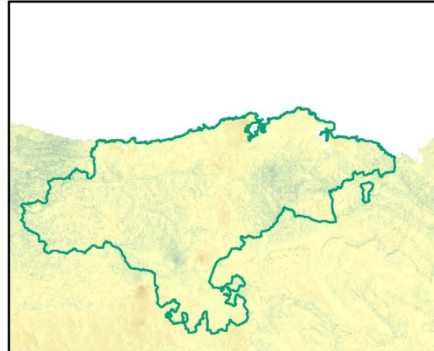
Diferencia estacional (en %)



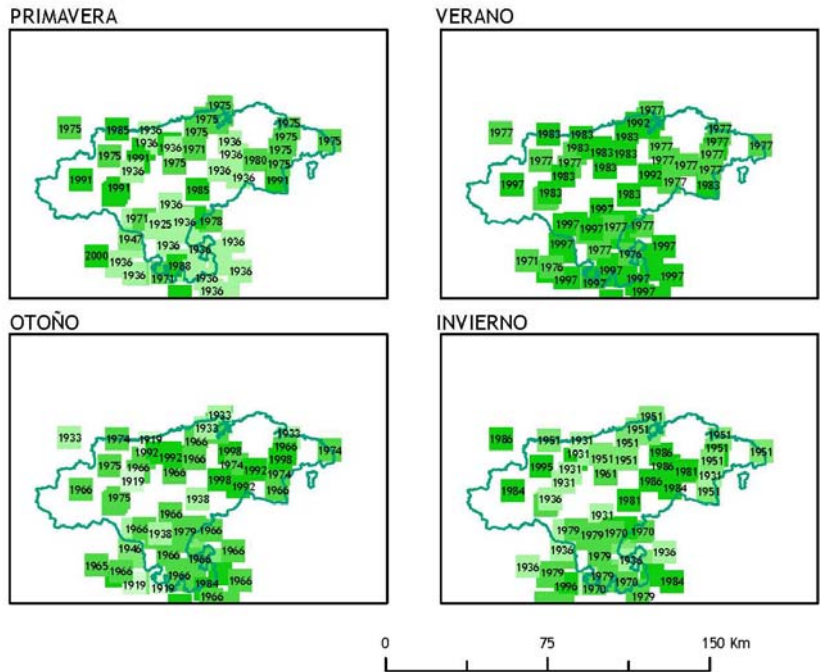
Diferencia promedio anual (en mm)



Año

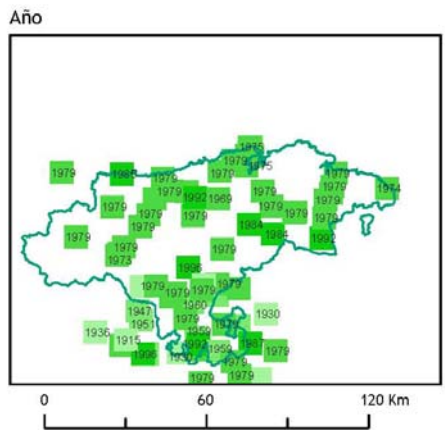


Precipitación acumulada anual y estacional, 1901-2000
 Fecha en que se registra el valor máximo



LEYENDA
 — Límite regional
 Año

- Anterior a 1920
- 1920 - 1940
- 1940 - 1960
- 1960 - 1980
- 1980 - 2000



MAPA 10 al 15. Año o periodos, que pueden ser calificados como los más húmedos o más secos de la serie. Los mapas de 10, 11 y 12 representan los valores máximos de precipitación y los mapas 13, 14 y 15 los valores mínimos. En ambos grupos, el primer mapa muestra la fecha en la que se registra el valor máximo o mínimo correspondiente, y los dos mapas siguientes sitúan el periodo de 10 y 30 años, que podría calificarse como más húmedo o más seco según corresponda, señalando la fecha que corresponde al año central de ese periodo.

MAPA 10: Fecha de la precipitación máxima anual

Los máximos anuales coinciden prácticamente en toda la región, sólo algunas estaciones del valle del Ebro y otras de los valles del Pisuerga y el Carrión recogen el máximo en las primeras décadas del siglo.

En la franja litoral, el máximo anual hay que atribuirlo a la lluviosa primavera, que alcanza también el sector oriental de la región, pero que no supera en eficiencia a las de la década de los años 30 en el interior y el Ebro.

El máximo de verano se localiza también en el último tercio del siglo, pero el de otoño, y el de invierno están más deslocalizados en el tiempo. En invierno, puede apreciarse coincidencia en el valle del Nansa, y en el Ebro en la década de 1930, y en el año 1951 en el río Besaya, Saja, y área de Santander.

MAPA 11: Periodo de 10 años más húmedo.

En el mapa anual se reconoce que con carácter general, la década más lluviosa está centrada entre 1974 y 1980, y se extiende por toda la región.

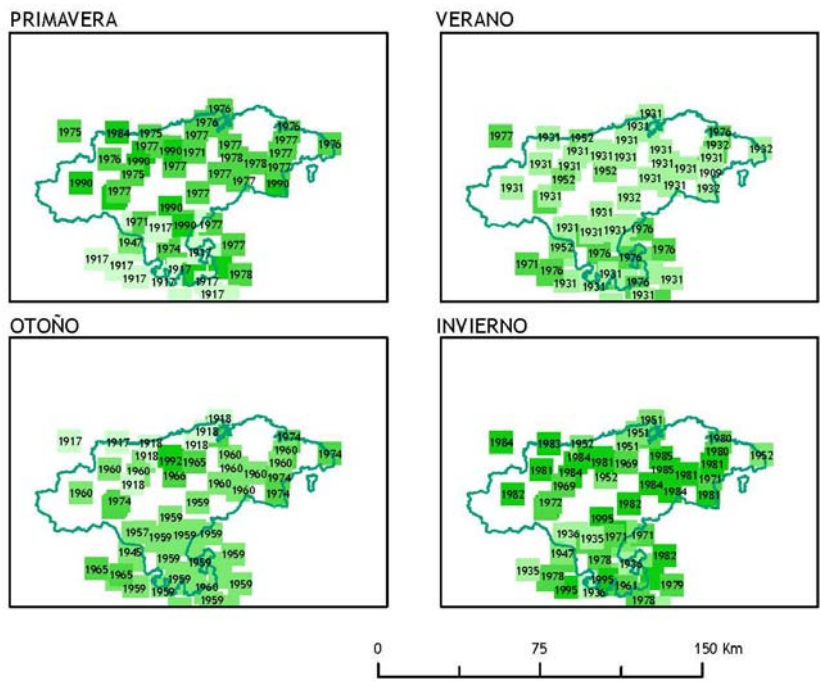
Los mapas estacionales apuntan causas levemente distintas en la vertiente cantábrica, y en la vertiente del Ebro. En el primer caso, es la contribución de una sucesión de primaveras lluviosas, y en menor medida, de inviernos. En estos mismos años, en el área de Campoo, se sitúan un conjunto de veranos lluviosos.

La sucesión de veranos húmedos, también se produce de forma generalizada en prácticamente toda la región en torno a 1930, a excepción de las comarcas del Ebro.

El otoño distingue dos áreas bien definidas: el litoral central y oriental, entre el segundo y tercer decenio del siglo, y el resto de la región, en torno al año 1960.

Cartografía de la distribución de la precipitación y la temperatura sobre Cantabria en el siglo XX

Precipitación estacional y anual, 1901-2000. Serie filtrada de 11 términos.
 Fecha en que alcanza el valor máximo
 (Año central del decenio más húmedo)

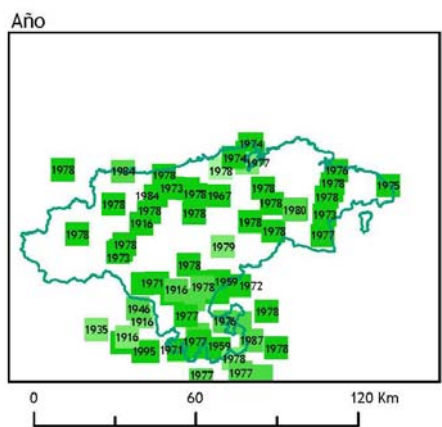


LEYENDA

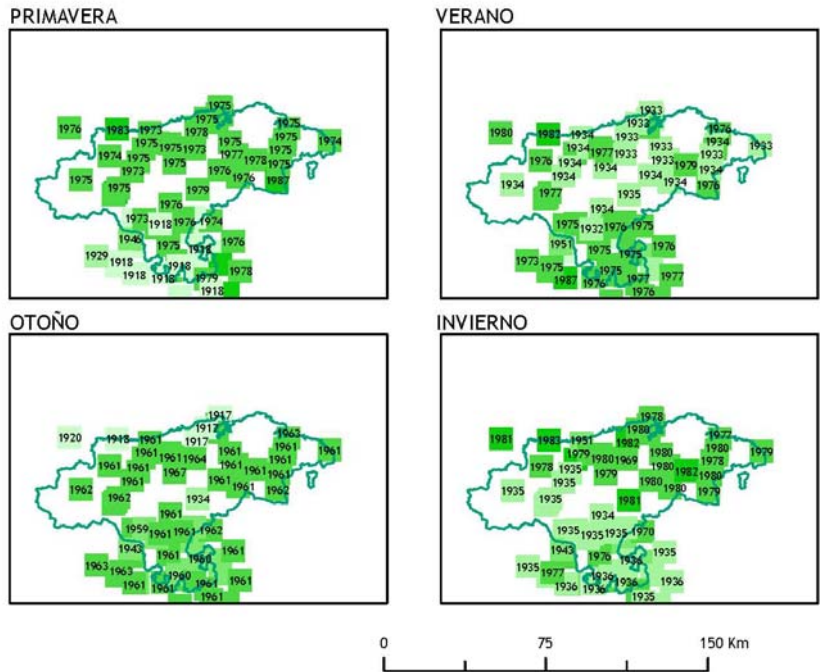
— Límite regional

Año central de la década

- Anterior a 1920
- 1920 - 1940
- 1940 - 1960
- 1960 - 1980
- 1980 - 2000



Precipitación estacional y anual, 1901-2000. Serie filtrada de 31 términos.
 Fecha en que alcanza el valor máximo
 (Año central del treintenio más húmedo)



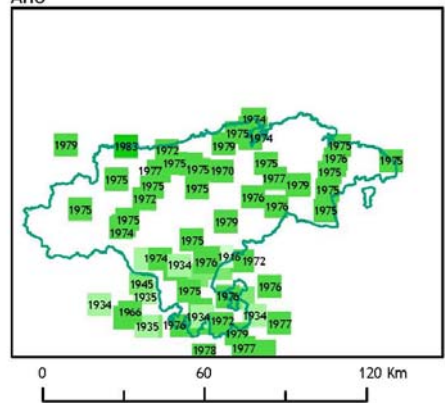
LEYENDA

— Límite regional

Año central del treintenio

- Anterior a 1920
- 1920 - 1940
- 1940 - 1960
- 1960 - 1980
- 1980 - 2000

Año



MAPA 12: Periodo de 30 años más húmedo del siglo XX.

Los periodos más lluviosos del siglo que afectaron al área litoral, se localizan en torno a la década de 1970. En las comarcas recorridas por el río Ebro, estas fechas se alternan con otro periodo húmedo en conjunto, fechado en torno al año 1935.

Observando los mapas estacionales, descubrimos que la primera fecha, corresponde a una sucesión de primaveras especialmente lluviosas, mientras la segunda responde a la agrupación de inviernos húmedos en el sur de la región.

Es destacable la coincidencia en toda la región salvo en el litoral occidental, de otoños húmedos en torno a los primeros años sesenta.

MAPA 13: Año más seco

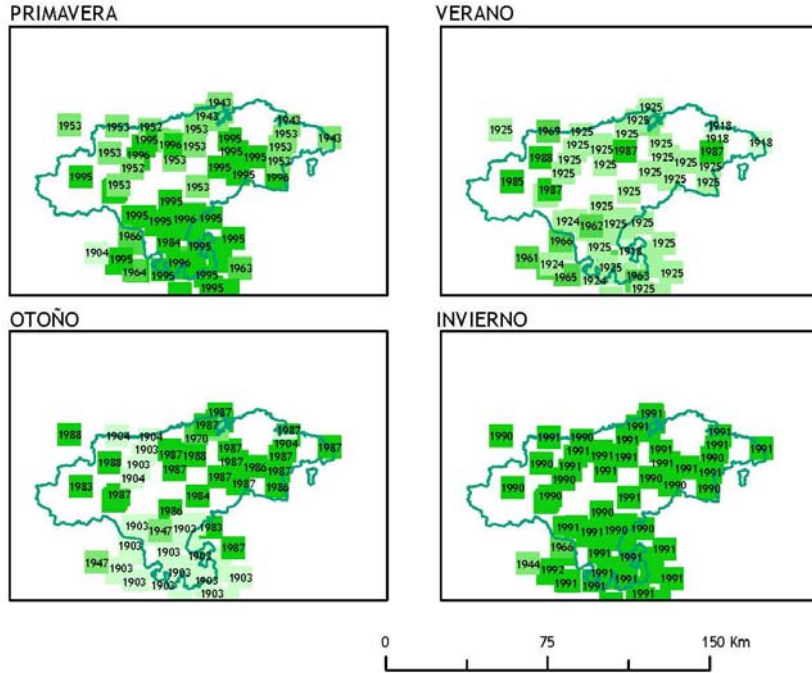
El año más seco se localiza en toda la región en las dos décadas finales del siglo, mayoritariamente en el años 1989. En el área sur de la región aparecen algunas fechas hacia mediados de siglo, y en el año 1968.

En el mapa de invierno, hay coincidencia total en la localización del mínimo pluviométrico anual en toda la región.

En otoño, aparece una pequeña discrepancia respecto a las fechas más comunes, localizando en el entorno del Ebro algunos mínimos a finales de los años sesenta.

El mapa de primavera presenta una fecha general en 1938, y una franja prelitoral o de los valles medios en 1987. El verano está dominado por fechas tempranas en los valles de Campoo y limítrofes, mientras que en el resto se alternan tres episodios, al principio, en los años centrales y en las últimas décadas del siglo.

Precipitación anual y estacional, 1901-2000. Serie filtrada de 11 términos
 Fecha en que alcanza el valor mínimo
 (Año central del decenio más seco)

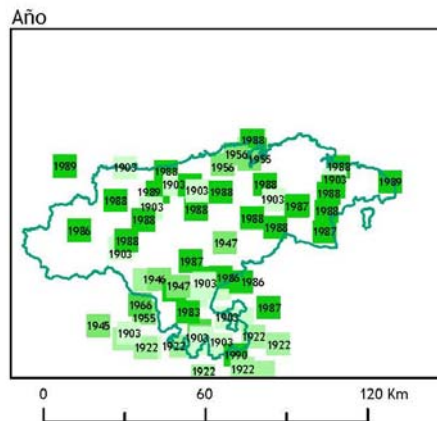


LEYENDA

— Límite regional

Año central de la década

- Anterior a 1920
- 1920 - 1940
- 1940 - 1960
- 1960 - 1980
- 1980 - 2000



MAPA 14: Periodo de 10 años, que puede calificarse como el más seco

En el mapa de totales anuales, vemos gran variedad de fechas, aunque la de 1903 está por toda la región igual que los años agrupados en torno a las últimas fechas de la década de los ochenta.

MAPA 15: Periodo de 30 años, que puede calificarse como el más seco

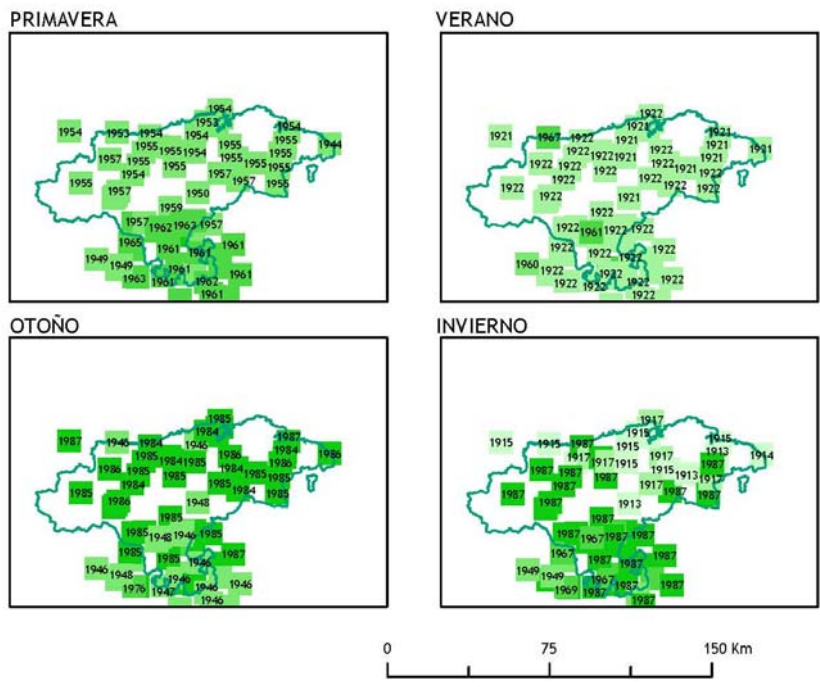
Los años más secos del siglo son los últimos 30 años, aunque puede reconocerse otra fase también seca en torno al año 1945.

Los mapas estacionales ponen de manifiesto que existe un patrón que sitúa los inviernos secos que caracterizaron los primeros años del siglo en la franja litoral, mientras que en el área de Campoo los mínimos de precipitación llegaron al final del siglo.

Toda la región atravesó de forma simultánea, los periodos de primaveras y verano secos.

En otoño también se reconoce, aunque algo más desdibujado, el patrón de sequía en la vertiente cantábrica al final de siglo, y en torno a los años centrales en el valle del Ebro.

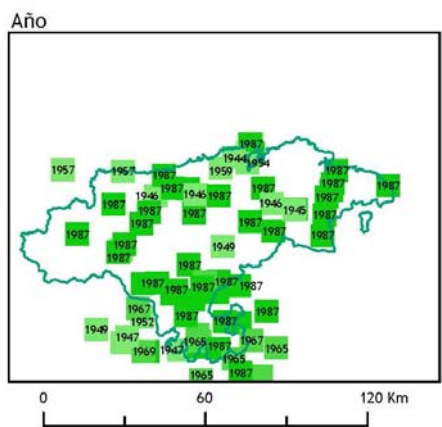
Precipitación anual y estacional, 1901-2000. Serie filtrada de 31 términos
 Fecha en que alcanza el valor mínimo
 (Año central del treintenio más seco)



LEYENDA
 — Límite regional

Año central del treintenio

- Anterior a 1920
- 1920 - 1940
- 1940 - 1960
- 1960 - 1980
- 1980 - 2000



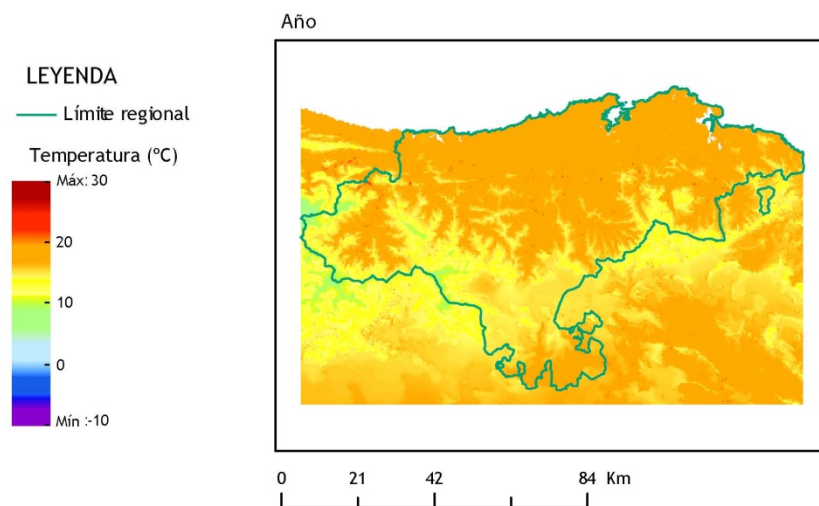
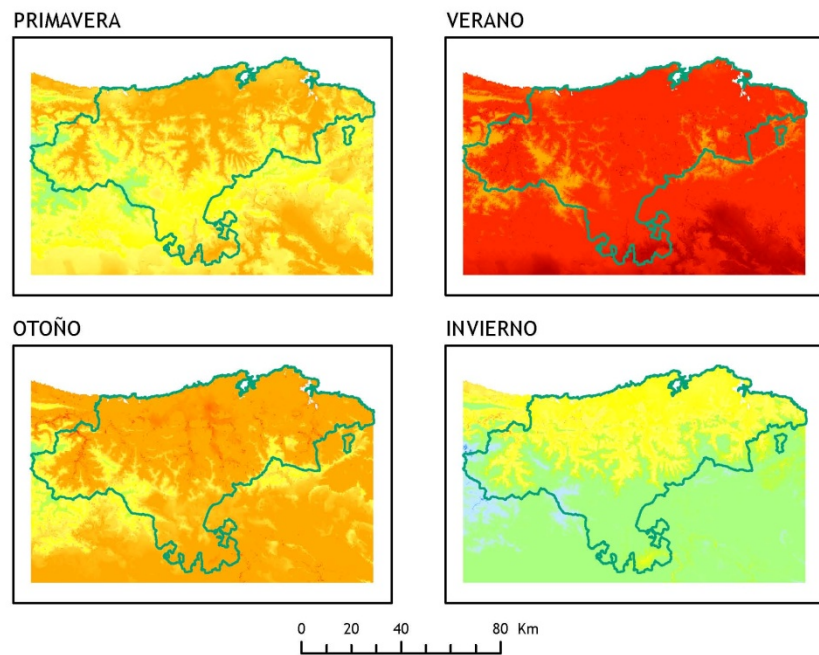
7.2. La Temperatura Máxima media

MAPA 1. La temperatura media de las máximas durante el s XX (TXM)

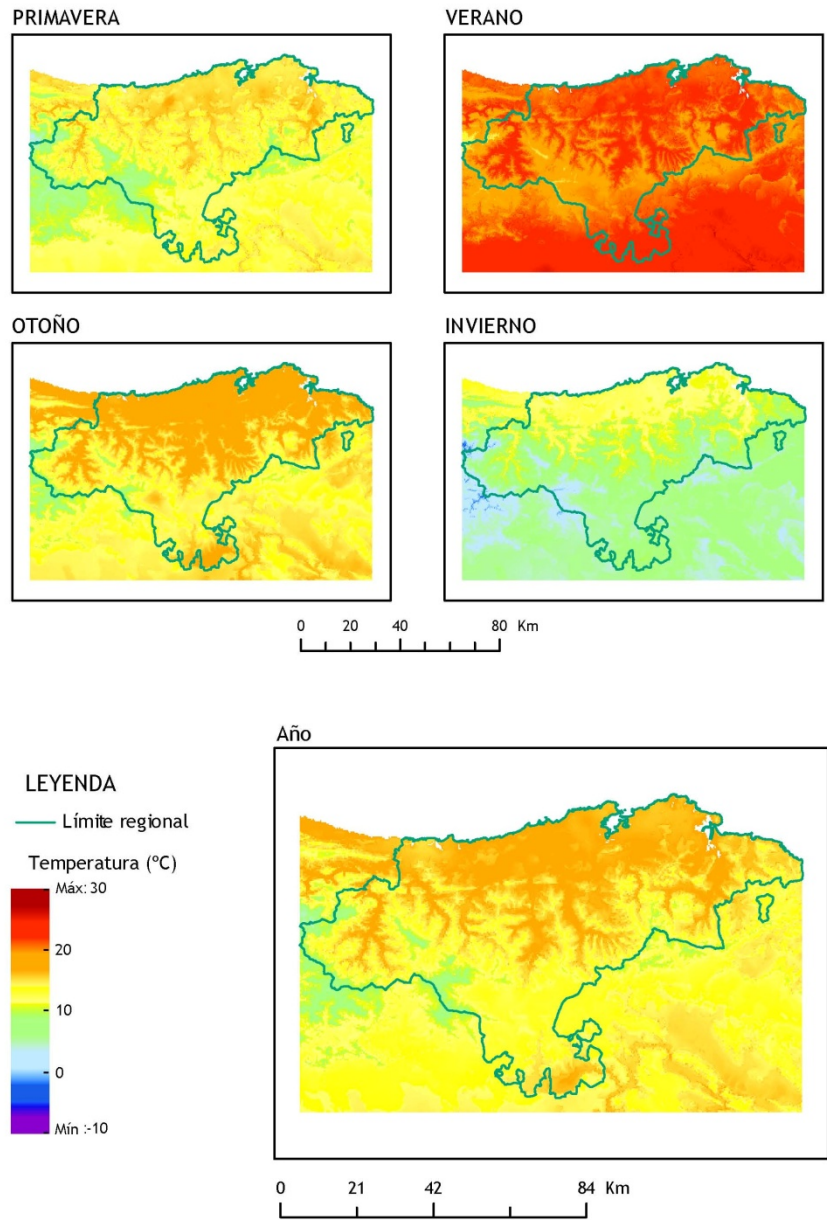
Con carácter general, la TXM, alcanza valores entre 15 y 20°C en la vertiente cantábrica, y en el fondo del valle del Ebro. En el primer caso, las temperaturas son templadas todo el año, con inviernos por encima de de 10°C, y en el segundo, porque es la zona del Ebro la que alcanza temperatura más altas, frecuentemente por encima de 30°C.

El otoño es , en general, más cálido que la primavera, especialmente el fondo de los valles.

Temperatura Media de las Máximas, 1901-2000



Temperatura Media de las Máximas, 1901-2000
Valor del cuantil 5% (Extremadamente frío)



MAPA 2: Las temperaturas medias de las máximas en los años extremadamente fríos

Las máximas anuales alcanzaron en promedio, en los años más frescos, más de 15°C en el fondo de los valles cantábricos, tramo final del valle del Ebro y en el litoral.

Sólo las zonas altas de montaña la media del invierno está por debajo de 5°C, y a excepción de los picos más altos de la Cordillera Cantábrica y áreas de Picos de Europa, ofrecen valores superiores a 0°C.

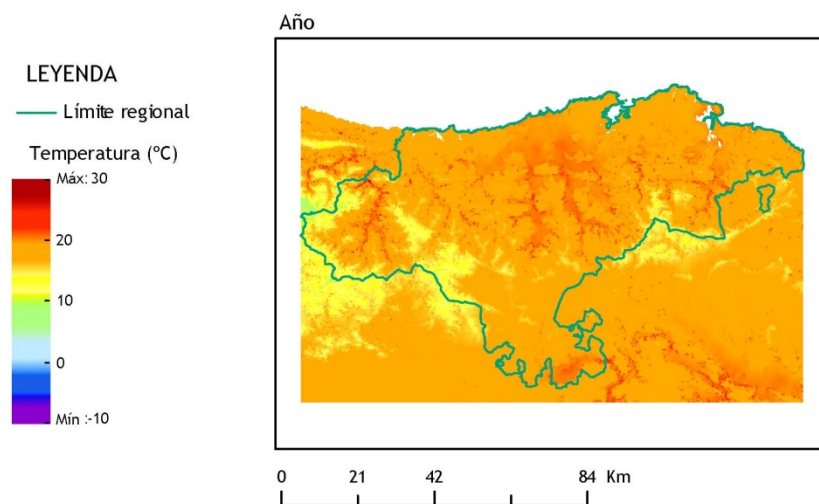
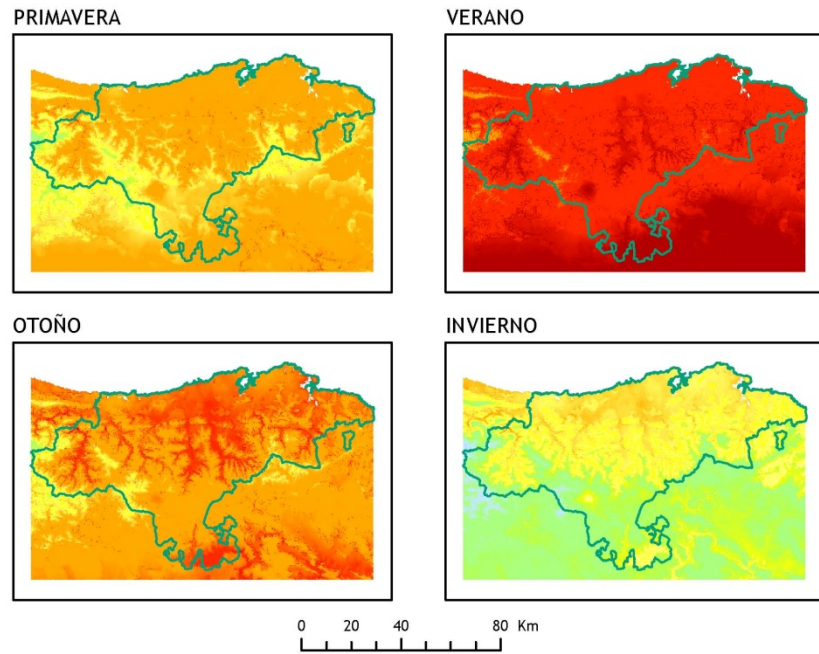
El otoño, aparece de nuevo como una estación cálida, notablemente más que la primavera, y sensiblemente más que el conjunto del año. El verano, mantiene valores de más de 20°C a excepción de las áreas de montaña.

MAPA 3: Las T medias de las máximas en los años extremadamente cálidos

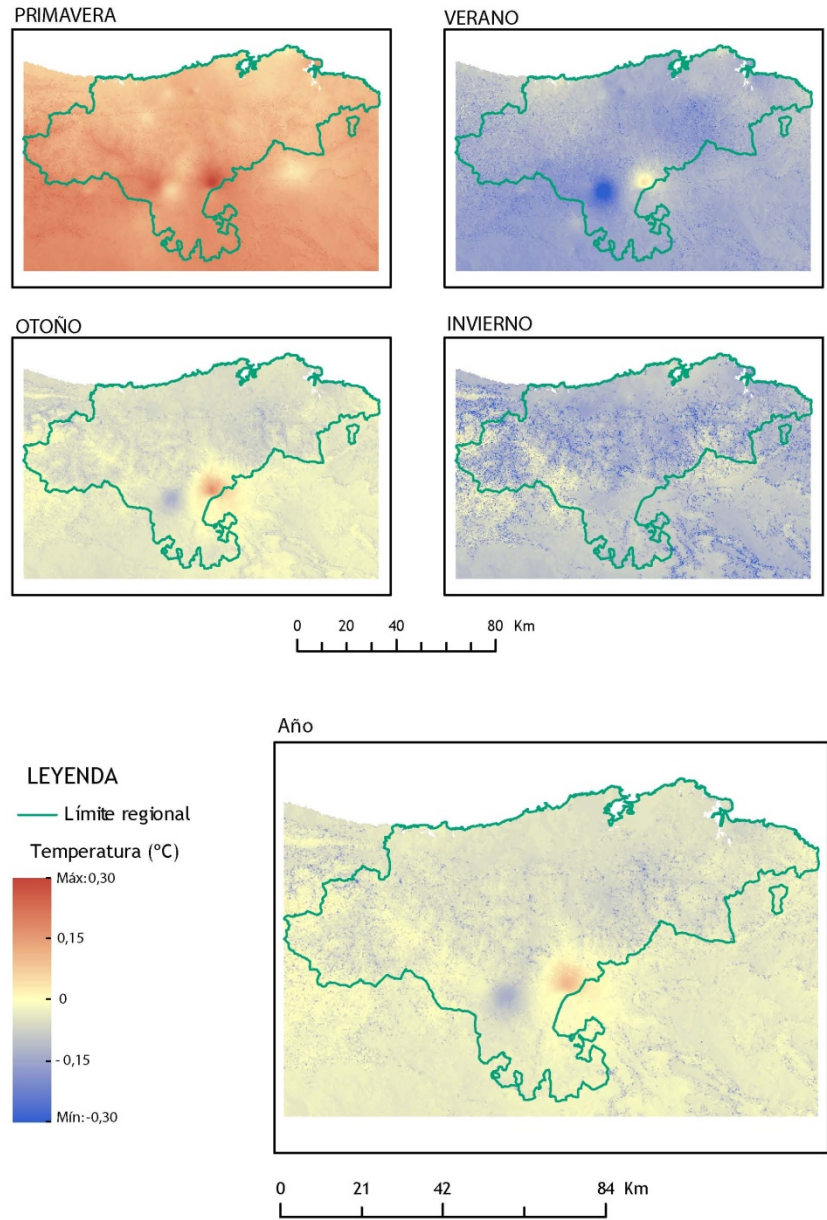
Se reproduce nuevamente el relieve sobre los mapas de TX de los años cálidos, recayendo sobre el fondo de los valles interiores, incluida Liébana, los valores más altos, que superan los 20°C.

En invierno, no existen áreas extensas por debajo de 5°C, mientras que en otoño, las temperaturas pueden superar los 20°C en zonas amplias del centro de la región. Aún con las limitaciones de la representación, se aprecia la diferencia térmica entre el ambiente marítimo litoral, y el más cálido de los valles medios.

Temperatura Media de las Máximas, 1901-2000
 Valor del cuantil 95% (Extremadamente cálido)



Temperatura Media de las Máximas, 1901-2000
Diferencia entre la Temperatura Media del siglo, y la del
treintenio 1901-1930



MAPAS 4, 5 y 6: Temperatura media del siglo, respecto de la calculada para tres periodos de treinta años.

Como en los mapas de precipitación, para evaluar la diferencia entre los promedios de temperatura de los dos periodos, hemos elegido como minuendo el valor del periodo 1901-2000, de manera que colores cálidos representan una media secular más cálida que la del treintenio, e inversamente los colores fríos. En consecuencia, advertimos de nuevo que si se quiere comparar la parte con el todo, el treintenio con el siglo, debemos invertir el código de color. Por ejemplo el mapa anual de tonos azulados puede leerse de forma directa como que el valor medio de TX durante el siglo XX es más bajo que el valor medio de la TX registrada en los primeros treinta años pero también se puede interpretar de forma inversa, como que los primeros treinta años del siglo fueron más cálidos *de lo normal*, considerando normal el valor calculado sobre el intervalo temporal más largo.

Mapa 4: TX media del siglo XX menos TX media del primer treintenio internacional

Como es de esperar, las variaciones son pequeñas en términos absolutos, aunque en términos anuales, el siglo ha sido más fresco que los primeros treinta años, casi exactamente igual que lo ocurrido en otoño. Del mismo signo, aunque con más acusada diferencia, evolucionaron verano e invierno, y con signo contrario la primavera.

En toda la región, el signo de la tendencia ha sido el mismo, si acaso la intensidad ha sido ligeramente menor en la primavera costera.

En resumen, los treinta primeros años han sido ligeramente más cálidos en toda la región, sin diferencias entre litoral e interior a pesar de que las primaveras fueron sensiblemente más frías, y los veranos e inviernos más cálidos.

MAPA 5 : TX media del siglo XX menos TX media del segundo treintenio 1931-1960

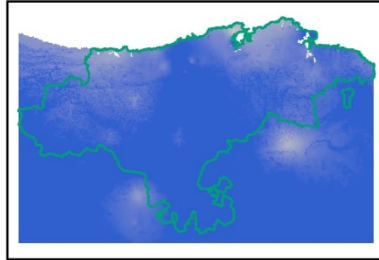
El siglo es ligeramente más cálido que los años 1931 a 1960, particularmente en la mitad oriental y sur de la región.

En el análisis estacional más detallado, se pone de manifiesto el carácter fuertemente contrastado entre los valores de primavera y el resto de las estaciones.

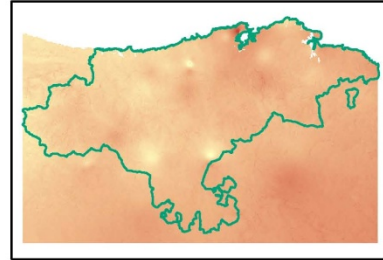
Las primaveras del segundo treintenio son notablemente más cálidas de lo normal. Frente a las otras estaciones, que presentan el signo contrario y son considerablemente más frescas.

Temperatura Media de las Máximas, 1901-2000
 Diferencia entre la Temperatura Media del siglo, y la del
 treintenio 1931-1960

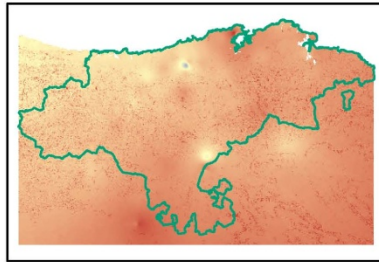
PRIMAVERA



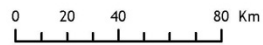
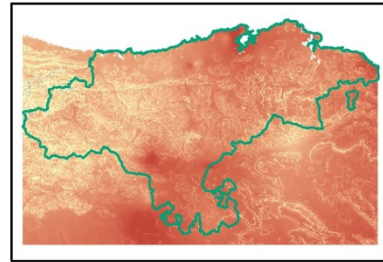
VERANO



OTOÑO



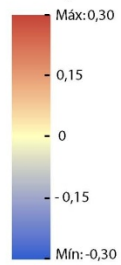
INVIERNO



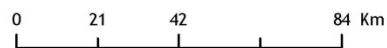
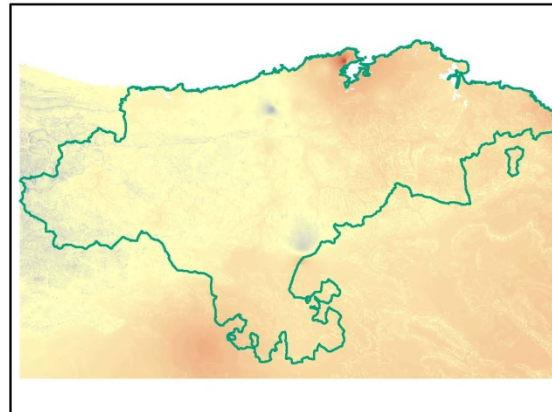
LEYENDA

— Límite regional

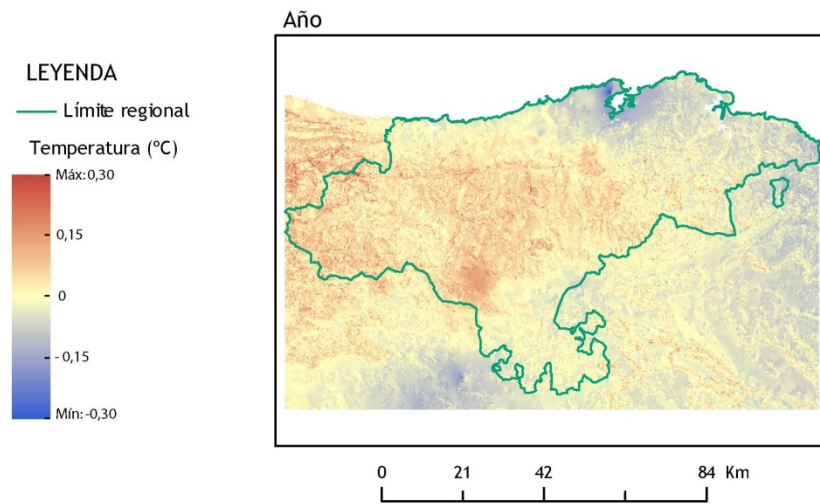
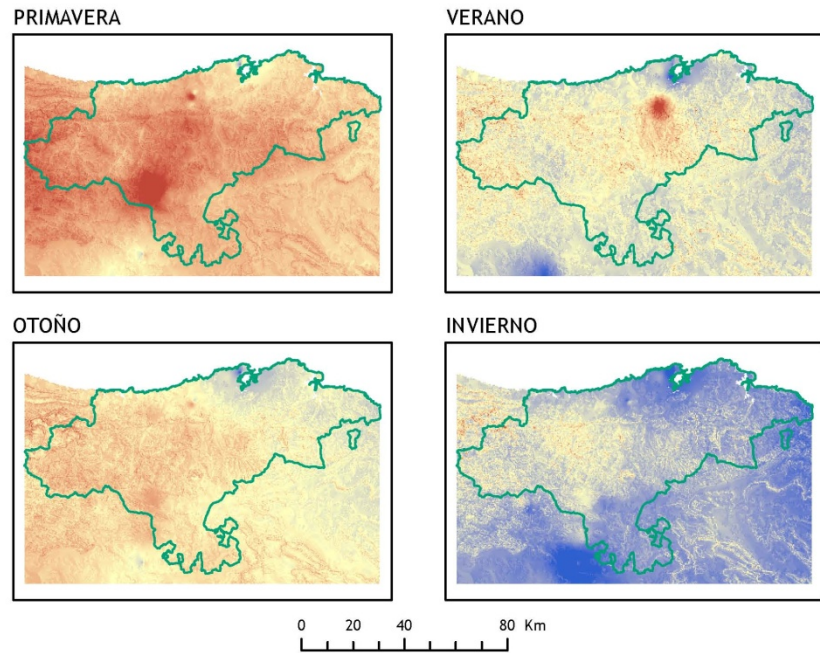
Temperatura (°C)



Año



Temperatura Media de las Máximas, 1901-2000
Diferencia entre la Temperatura Media del siglo, y la del
treintenio 1971-2000



MAPA 6 : TX media del siglo menos TX media del treintenio 1971-2000

Al comparar los valores térmicos del siglo con los de los últimos treinta años, se observa en primer lugar que hay diferencias regionales tanto en los valores anuales como en los estacionales.

En conjunto el siglo parece más levemente más cálido en el centro de la región, más fresco en el entorno de Santander y zona oriental, y prácticamente igual en el resto.

Expresando las consideraciones aludiendo a las temperaturas de los últimos treinta años, respecto de las de todo el siglo, el análisis de la evolución térmica estacional indica que

- En el interior de la región las últimas primaveras han sido más frescas de lo normal en el interior de la región. También el otoño, aunque en menor cantidad.
- En el litoral y litoral occidental, el verano, el otoño, y especialmente el invierno han sido sensiblemente más cálidos.

Es decir, que el caldeoamiento de los últimos años en la zona litoral, hay que atribuirlo a un aumento de la temperatura del invierno.

MAPA 7 a 9: Fecha en que se localizan los años de mayor TX media , anual y estacional, y años centrales del periodo de 10 y30 años más cálido.

MAPA 7: Fecha en que TX media alcanza el valor máximo de la serie 1901-2000

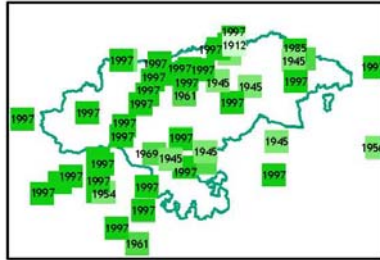
En los valores anuales, prácticamente en toda la región se registra el máximo en el año 1989.

La primavera tiene también una fecha común a casi toda la región en 1997 y una segunda en 1945 repartida irregularmente. El verano localiza los máximos en la zona litoral al final de la serie, y al principio en la zona del Ebro. El otoño más cálido se presentó, casi en toda la región en 1921.

El invierno, es la única estación que parece dibujar un patrón geográfico, de récord de TX invernal en 1990 en la zona litoral y zona central, y en 1912 en el área de Campoo.

Temperatura Media de las Máximas, 1901-2000.
Fecha en que alcanza el valor máximo

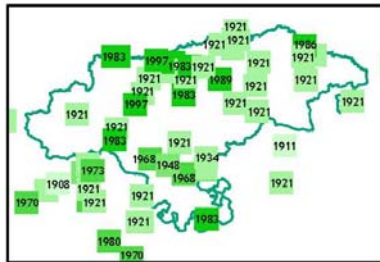
PRIMAVERA



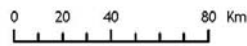
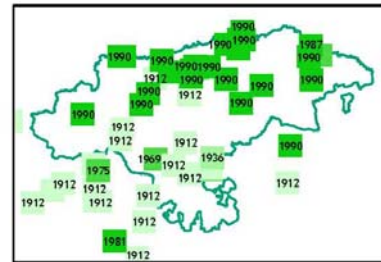
VERANO



OTOÑO



INVIERNO



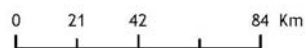
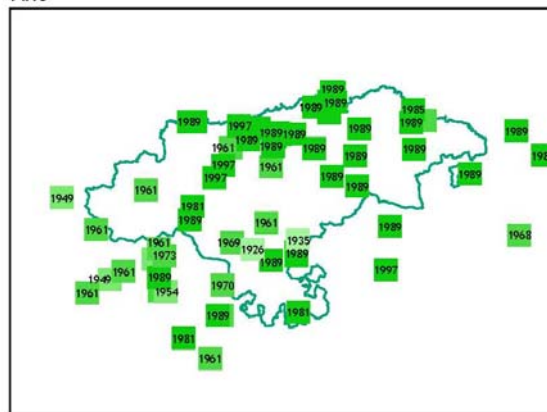
Año

LEYENDA

— Límite regional

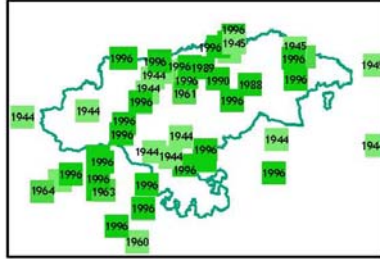
Año

- Anterior a 1920
- 1920 - 1940
- 1940 - 1960
- 1960 - 1980
- 1980 - 2000

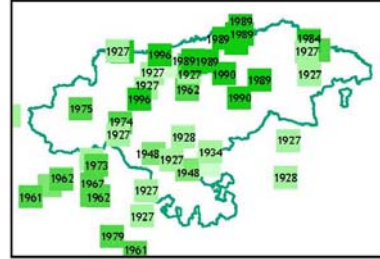


Temperatura Media de las Máximas, 1901-2000. Serie filtrada de 11 términos.
 Fecha en que alcanza el valor máximo
 (Año central del decenio más cálido)

PRIMAVERA



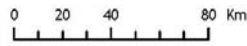
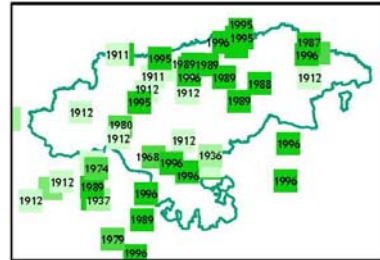
VERANO



OTOÑO



INVIERNO



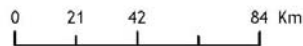
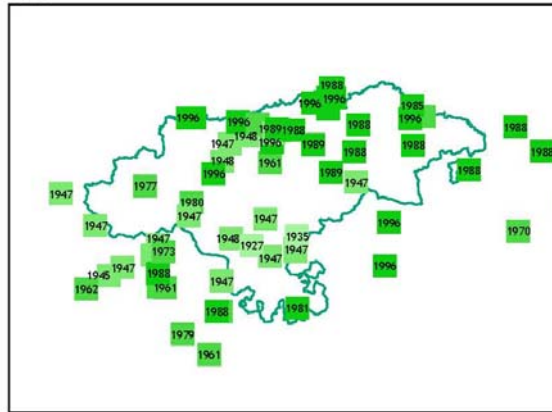
LEYENDA

— Límite regional

Año central de la década

- Anterior a 1920
- 1920 - 1940
- 1940 - 1960
- 1960 - 1980
- 1980 - 2000

Año



MAPA 8: Decenio con las mayores TX medias, anual y estacional

El decenio más cálido se sitúa al final de siglo, en los años 90 con carácter general, aunque aparece un segundo periodo cálido, en los años centrales del siglo, que afectó especialmente a las comarcas del interior de la región.

El primero, generado por la coincidencia de primaveras, veranos e inviernos cálidos, y el segundo por la dominancia del carácter del otoño, marcadamente caliente en torno a 1947

Así pues, en el área de Campoo, dominó el carácter cálido de los otoños de mediados de siglo.

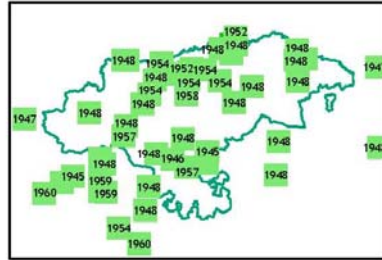
MAPA 9: Treintenio de TX media más alta.

Considerando periodos de treinta años, se distingue un patrón regional, con periodo cálido en la mitad oriental a mediados de siglo, y resto a finales de siglo.

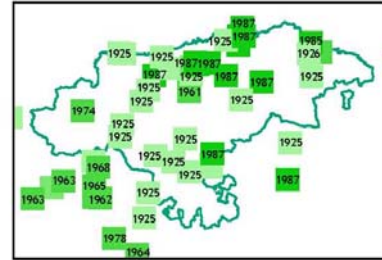
En esta área, se repite el esquema en cada una de las estaciones, situando en fechas más tempranas en la mitad occidental, los largos periodos con verano , invierno, y especialmente otoño cálidos, mientras que en la mitad occidental, y en el litoral, aparecen los mismos periodos a finales de siglo.

Temperatura Media de las Máximas, 1901-2000. Serie filtrada de 31 términos.
 Fecha en que alcanza el valor máximo
 (Año central del treintenio más cálido)

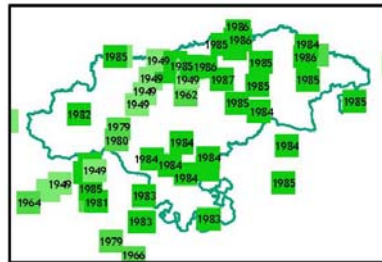
PRIMAVERA



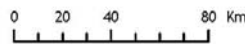
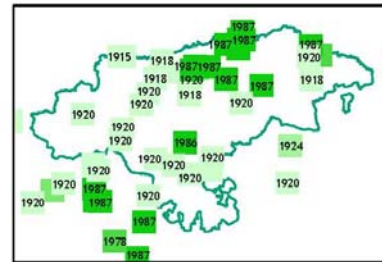
VERANO



OTOÑO



INVIERNO



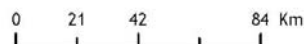
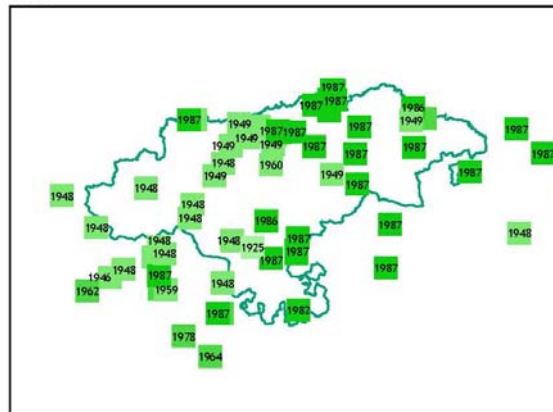
LEYENDA

— Límite regional

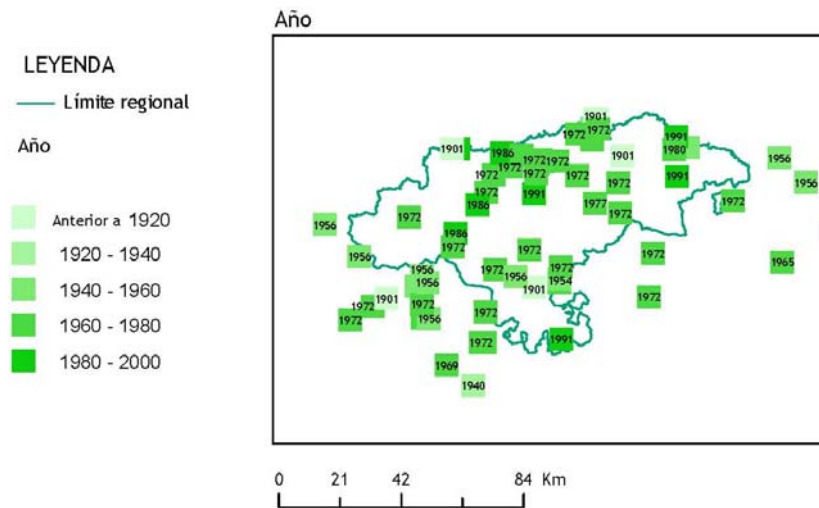
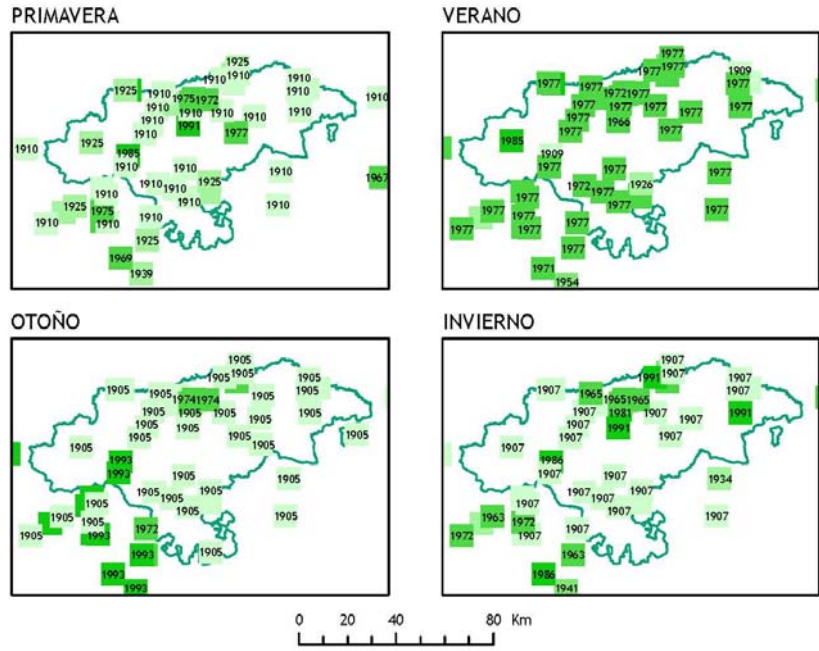
Año central del treintenio

- Anterior a 1920
- 1920 - 1940
- 1940 - 1960
- 1960 - 1980
- 1980 - 2000

Año



Temperatura Media de las Máximas, 1901-2000.
Fecha en que alcanza el valor mínimo



MAPA 10 a 12: Fecha en que se localizan los años de menor TX media , anual y estacional, y años centrales del periodo de 10 y 30 años que presentan las máximas más bajas.

MAPA 10: Fecha en que alcanza el valor mínimo.

Con carácter general los años en los que se alcanzaron las temperaturas máximas más bajas se sitúan entre 1956 y 1974, si bien los mapas de los valores estacionales ponen de manifiesto que a excepción del verano, las otras tres estaciones alcanzan el mínimo en los primeros años del siglo, principalmente en la primera década.

No hay patrones regionales ni estacionales.

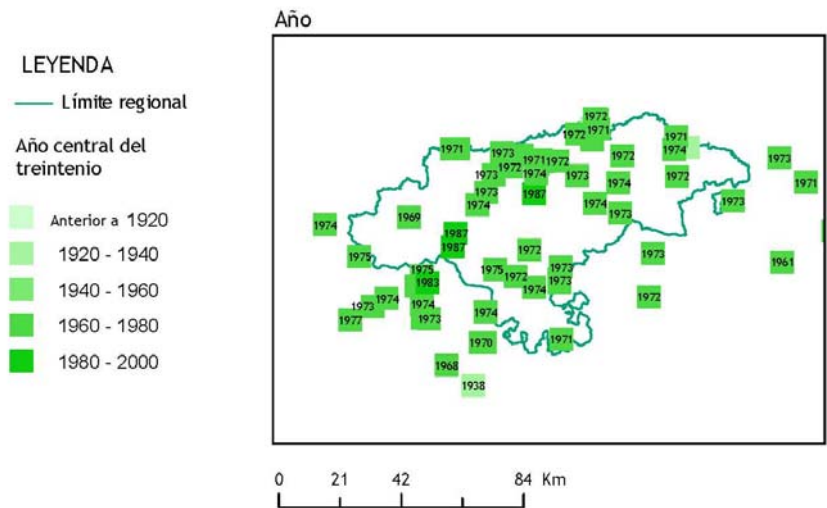
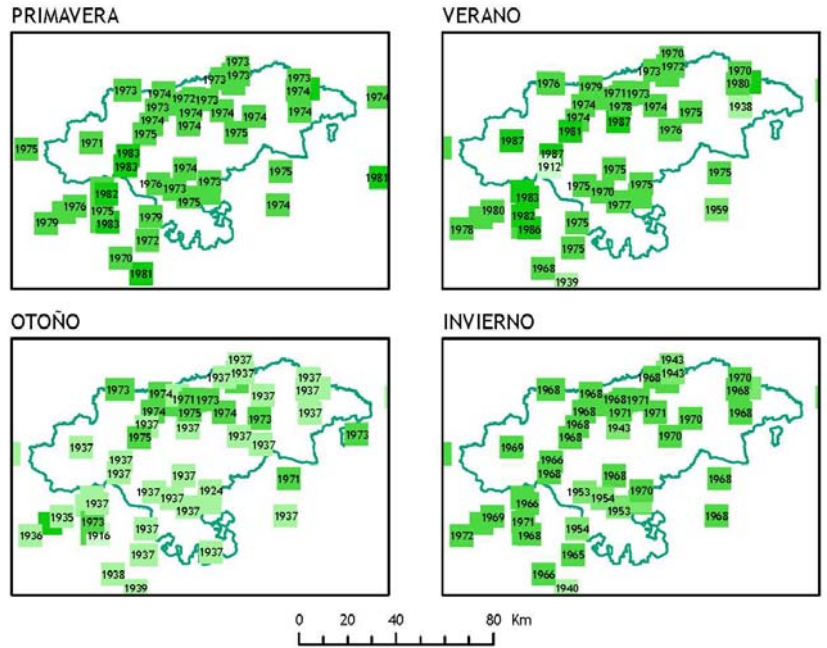
MAPA 11: Fecha central del decenio que presenta TX medias más bajas.

El mapa de valores anuales señala la década centrada en torno a 1972 como la más fresca con carácter general para toda la región.

De los mapas estacionales puede deducirse que el mínimo anual es debido a primaveras y otoños más frescos de lo habitual

No hay patrones regionales ni estacionales

Temperatura Media de las Máximas, 1901-2000. Serie filtrada de 31 términos.
 Fecha en que alcanza el valor mínimo
 (Año central del treintenio más frío)



- LEYENDA**
- Límite regional
 - Año central del treintenio
 - Anterior a 1920
 - 1920 - 1940
 - 1940 - 1960
 - 1960 - 1980
 - 1980 - 2000

MAPA 12: Fecha central del treintenio con menor TX media.

También en la valoración de un periodo extenso, la fecha de mínimas temperaturas máximas se centra con carácter general para toda la región en torno a 1972.

La sucesión de primaveras de temperaturas moderadas parece influir decisivamente en este comportamiento de la variable anual, pues ambas fechas coinciden fielmente. También los veranos se agrupan en torno a esas fechas.

El invierno presenta cierta distribución espacial, centrandose en los primeros años 70 la fase más fría, mientras en Campoo adelanta unos quince años el momento de más moderación térmica.

En otoño, el litoral oriental parece coincidir en fecha con las demás estaciones, mientras que el resto de la región experimenta el periodo de más moderación térmica centrado en 1937

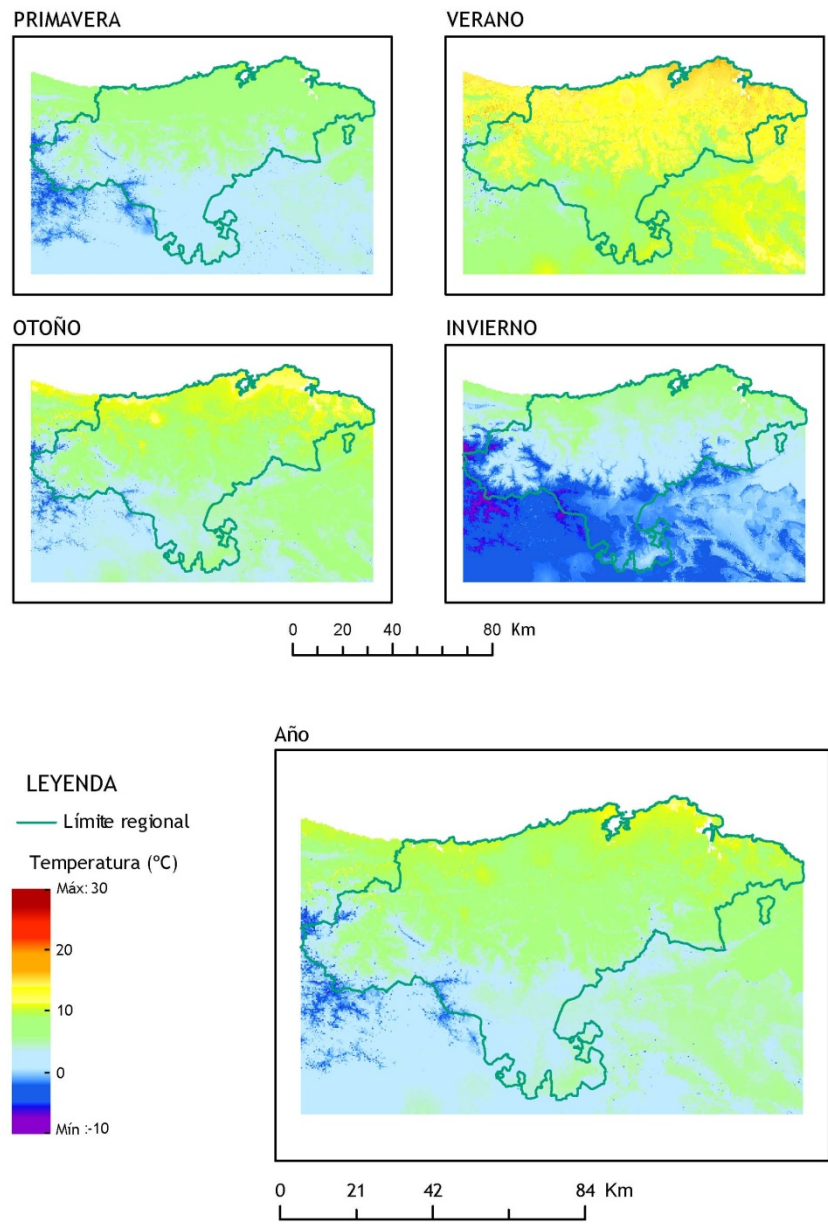
7.3. *La Temperatura Mínima media*

MAPA 1. La temperatura media de las mínimas durante el s XX (TNM)

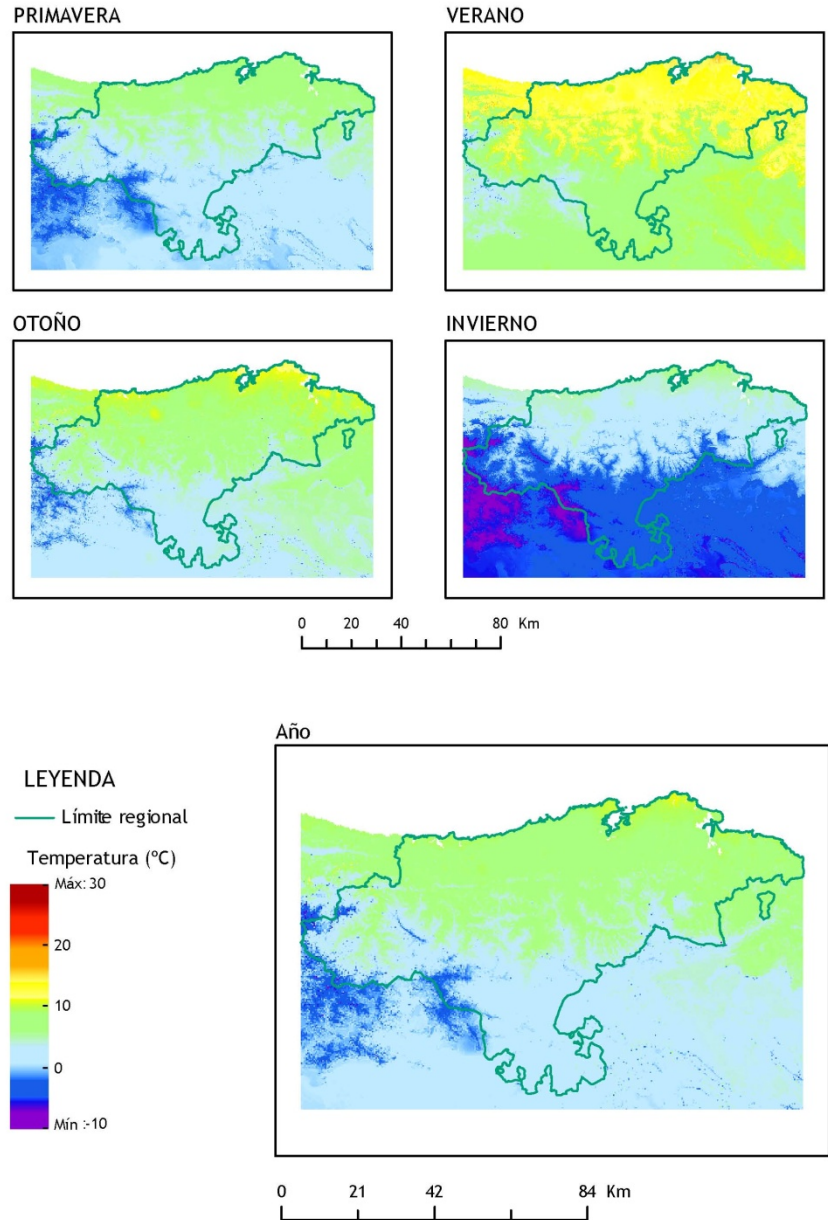
Las temperaturas mínimas anuales están por debajo de 5°C en la zona del Ebro y zonas de montaña; por encima de 10 en la costa y algunos enclaves próximos. En los valles medios de la vertiente cantábrica, las temperaturas mínimas están entre esos dos valores.

En verano, la costa central y el tercio oriental de la región, presenta valores de TN superiores a los del resto de la región.

Temperatura Media de las Mínimas, 1901-2000.



Temperatura Media de las Mínimas, 1901-2000
Valor del cuantil 5% (Extremadamente frío)



MAPA 2: La TN de los años más fríos

Prácticamente todo el litoral permanece por debajo de 5°C. Las bajas temperaturas de las comarcas del sur de la región rebasan los límites de la divisoria, y se extienden a las cabeceras de los ríos cantábricos y de los interfluvios. Las temperaturas mínimas medias anuales por encima de 2000m, están en el límite de 0°, y durante el invierno bajan por debajo de 5°C.

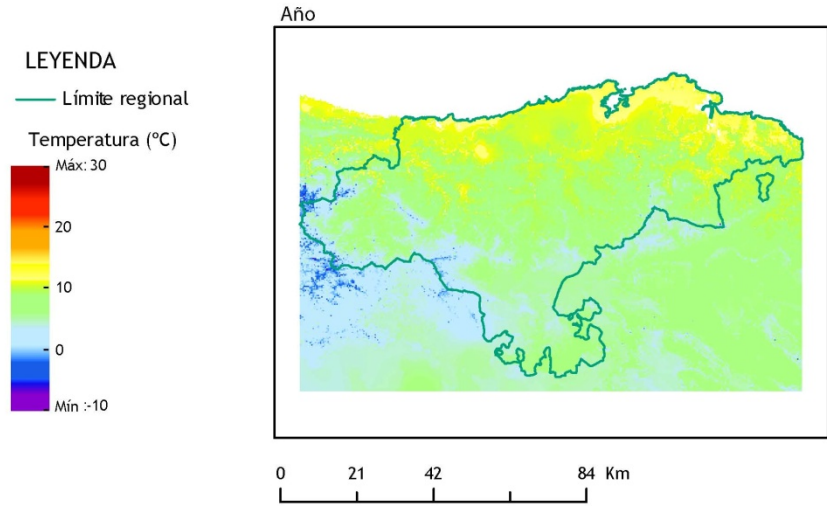
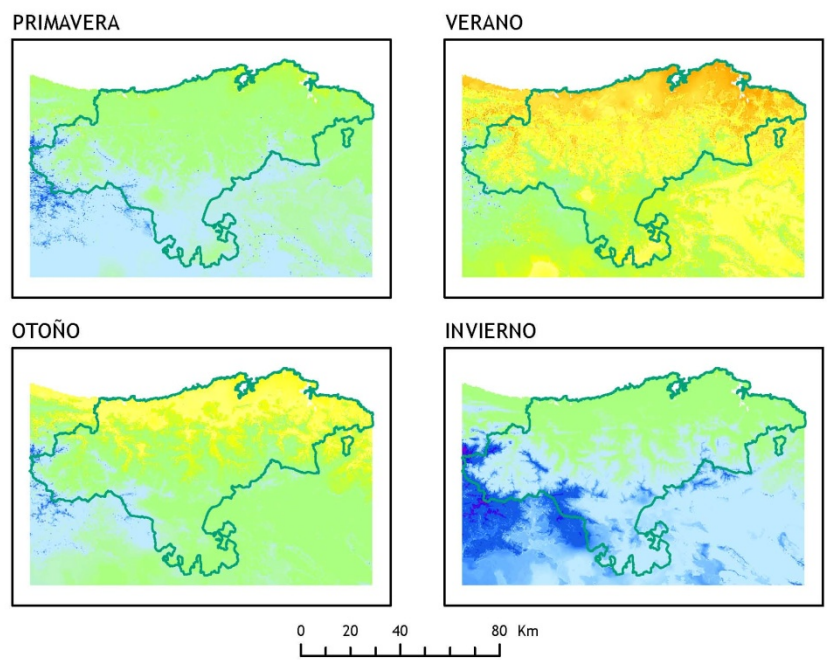
Sólo las zonas altas de montaña la media del invierno está por debajo de 5°C, y a excepción de los picos más altos de la Cordillera Cantábrica y áreas de Picos de Europa, ofrecen valores superiores a 0°C.

MAPA 3: Las TN medias en los años extremadamente cálidos

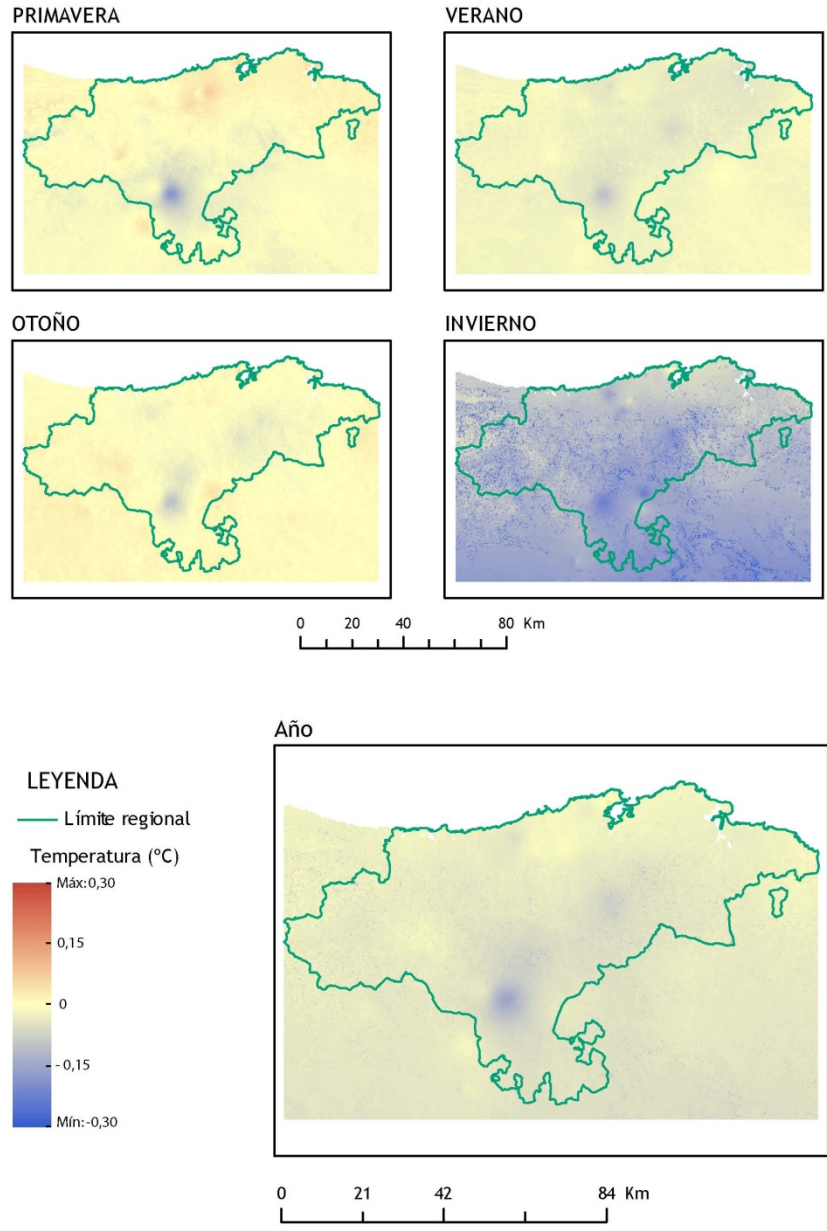
En los años más cálidos, las temperaturas mínima anuales no descienden de 0°C salvo en los picos más altos. Fuera de las áreas de montaña, por debajo de 1300, las TN superan los 5°C y en una extensa área litoral y recorriendo el curso bajo de los ríos cantábricos los 10°C.

El verano litoral alcanza los 20°C de TN media

Temperatura Media de las Mínimas, 1901-2000.
 Valor del cuantil 95% (Extremadamente cálido)



Temperatura Media de las Mínimas, 1901-2000.
Diferencia entre la Temperatura Media del siglo, y la del
treintenio 1901-1930



MAPAS 4, 5 y 6: Temperatura mínima media del siglo, respecto de la calculada para tres periodos de treinta años.

El minuendo de la diferencia es el valor en el periodo 1901-2000, como hicimos para las variables precedentes, de manera que colores cálidos representan una media secular más cálida que la del treintenio, e inversamente los colores fríos.

Mapa 4: TN media del siglo XX menos TN media del primer treintenio internacional

Como en TX, las variaciones son pequeñas, aunque indican que el siglo ha sido más fresco que los primeros treinta años. Parece que el sesgo hay que atribuirlo al carácter de los inviernos, con TN más altas de lo normal en aquel periodo.

La primavera y el otoño, tienen una leve desviación de signo contrario, aunque débil.

MAPA 5 : TN media del siglo XX menos TN media del segundo treintenio 1931-1960

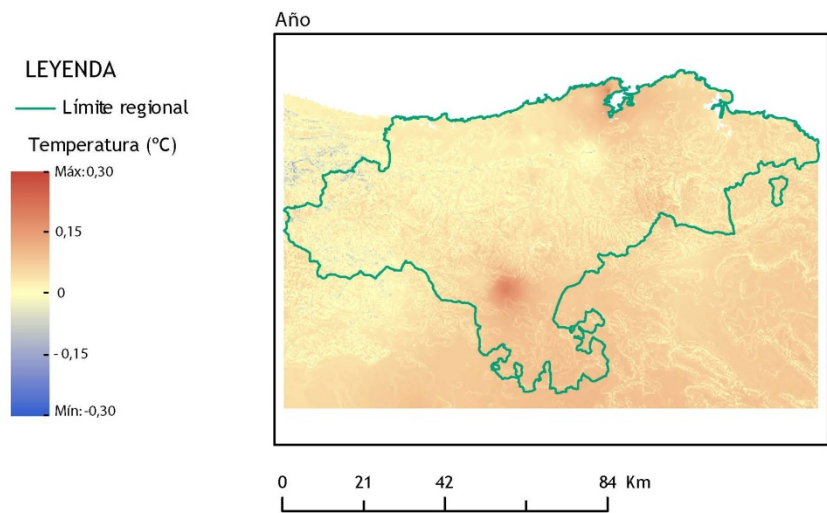
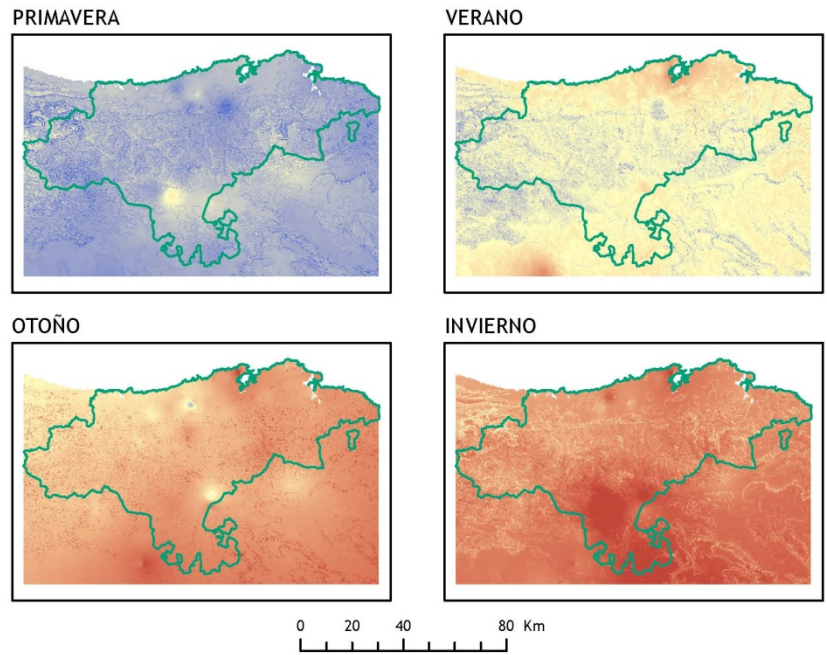
Al mirar este mapa, vale decir que es prácticamente en todo semejante al de las TX

El siglo es ligeramente más cálido que los años 1931 a 1960, particularmente en la mitad oriental y sur de la región.

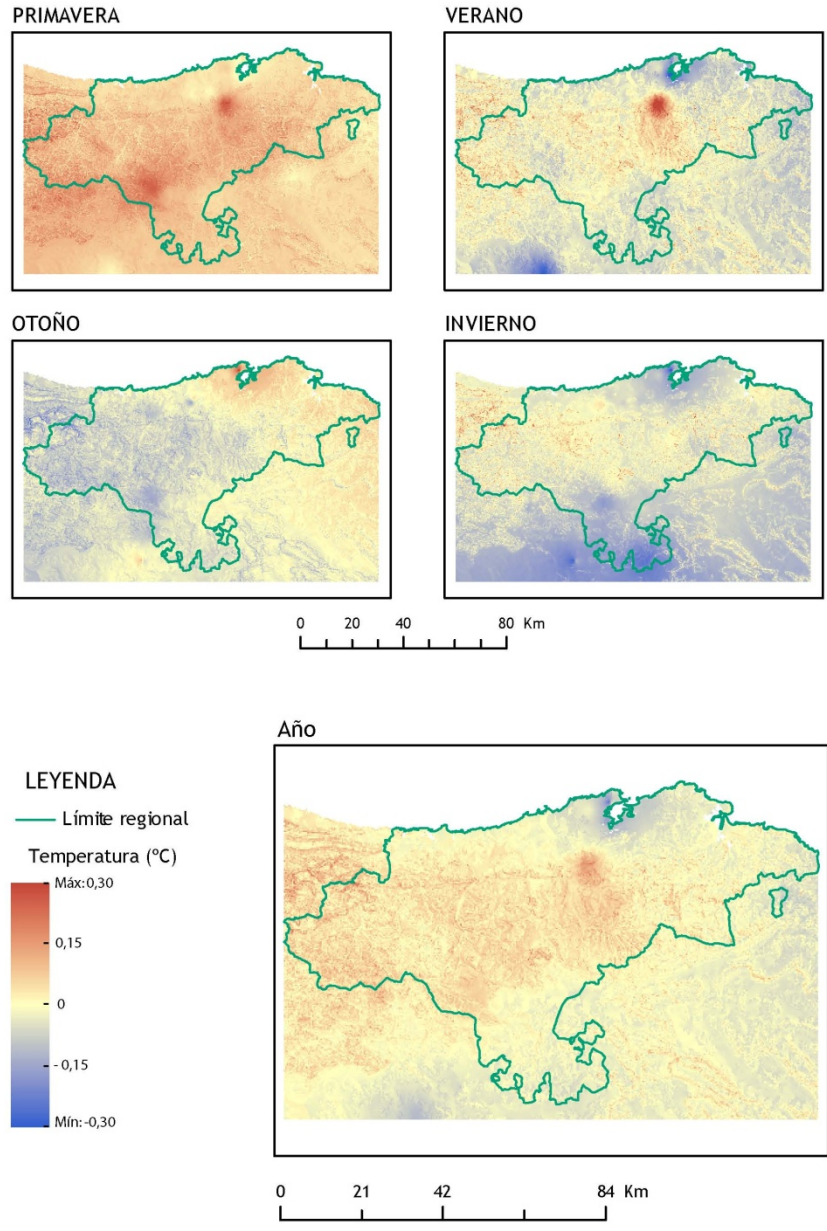
En el análisis estacional se observa también el contraste entre los valores de primavera y el resto de las estaciones, aunque menos extremado que en el caso de las máximas.

Entonces podemos repetir que como en el caso de las TN, las primaveras del segundo treintenio han sido más cálidas de lo normal, frente a las otras estaciones que presentan el signo contrario y son considerablemente más frescas.

Temperatura Media de las Mínimas, 1901-2000.
 Diferencia entre la Temperatura Media del siglo, y la del
 treintenio 1931-1960



Temperatura Media de las Mínimas, 1901-2000.
Diferencia entre la Temperatura Media del siglo, y la del
treintenio 1971-2000



MAPA 6 : TN media del siglo menos TN media del treintenio 1971-2000

Se reproduce también aquí, los rasgos principales de la evolución de las temperaturas máximas, y se aprecian también diferencias regionales tanto en los valores anuales como en los estacionales.

El siglo parece más levemente más cálido en el centro y sur de la región, y más fresco en el entorno de Santander.

Aludiendo a las temperaturas de los últimos treinta años la evolución térmica estacional indica

- Primavera más frescas de lo normal en toda la región
- En el litoral y litoral occidental verano e invierno has tenido TN más elevadas.
- En el sur de la región el invierno también ha sido más cálido, pero el verano no ha sufrido variación.
- Otoño más fresco en el litoral, y en el interior normal o más cálido.

Podría decirse también aquí que el caldeamiento de los últimos años en la zona litoral, hay que atribuirlo a un aumento de la temperatura del invierno.

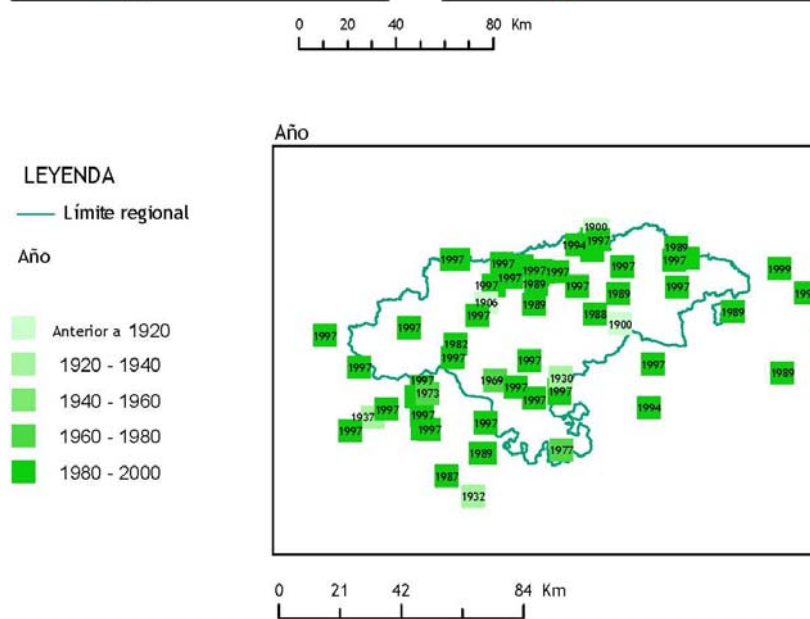
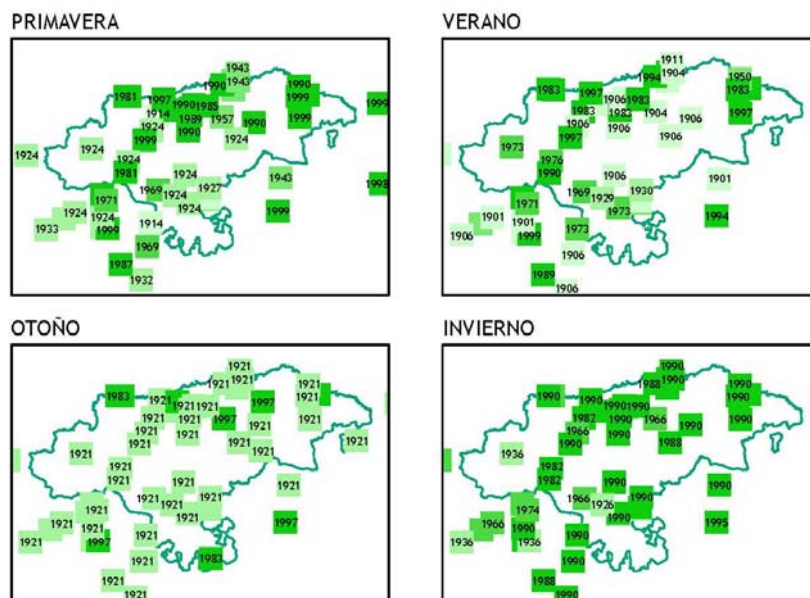
MAPA 7 a 9: Fecha en que se alcanzan las mayores TN media , anual y estacional, y años centrales del periodo de 10 y30 años más cálido respecto a la variable.

MAPA 7: Fecha en que TN media alcanza el valor máximo de la serie 1901-2000

Los valores más altos de la TN se registran en 1997, al final de la serie.

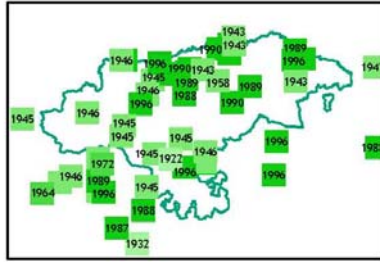
Por estaciones, no se percibe coincidencia generalizada con la fecha del mínimo anual, pero sí una localización temporal clara de las temperaturas de primavera e invierno a partir del año 1985. Tanto en primavera como en verano, se identifican varias fechas irregularmente repartidas. En otoño, sin embargo la hay notable coincidencia en 1921, como el momento de mayor TN.

Temperatura Media de las Mínimas, 1901-2000.
 Fecha en que alcanza el valor máximo

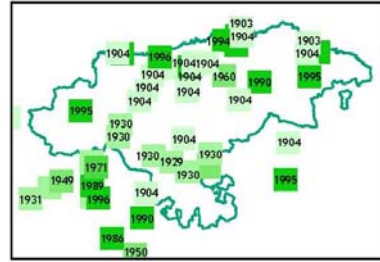


Temperatura Media de las Mínimas, 1901-2000. Serie filtrada de 11 términos.
 Fecha en que alcanza el valor máximo
 (Año central del decenio más cálido)

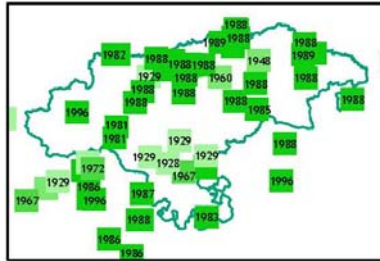
PRIMAVERA



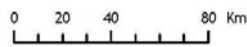
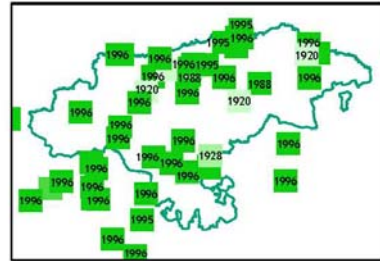
VERANO



OTOÑO



INVIERNO



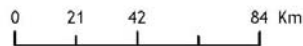
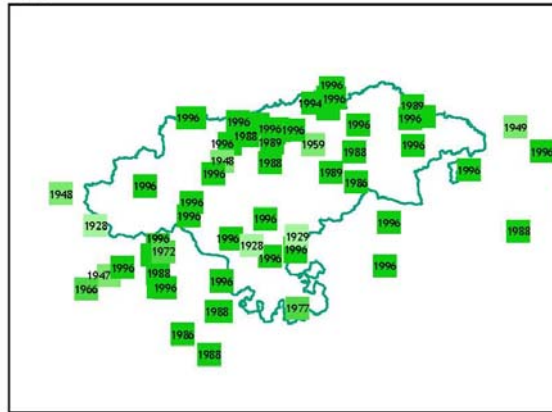
LEYENDA

— Límite regional

Año central de la década

- Anterior a 1920
- 1920 - 1940
- 1940 - 1960
- 1960 - 1980
- 1980 - 2000

Año



MAPA 8: Decenio con las mayores TN medias, anual y estacional

Vuelve a ponerse de manifiesto el carácter cálido de los últimos años, en toda la región.

Aparecen algunas singularidades de las TN en los mapas estacionales.

El mapa de primavera revela dos decenios de primaveras con noches cálidas, uno al final de siglo, más próximo al litoral, y otro en torno a 1945, más presente en las comarcas del Ebro.

Los primeros veranos del siglo parece que se equiparan con los últimos, en cuanto a TN, mientras que en el interior aparece el periodo en torno a 1930 como periodo cálido.

Otoño repite la fecha de 1930 en el interior como periodo cálido, mientras que en el resto de la región, al igual que ocurre en invierno, los máximos se dan al final del siglo.

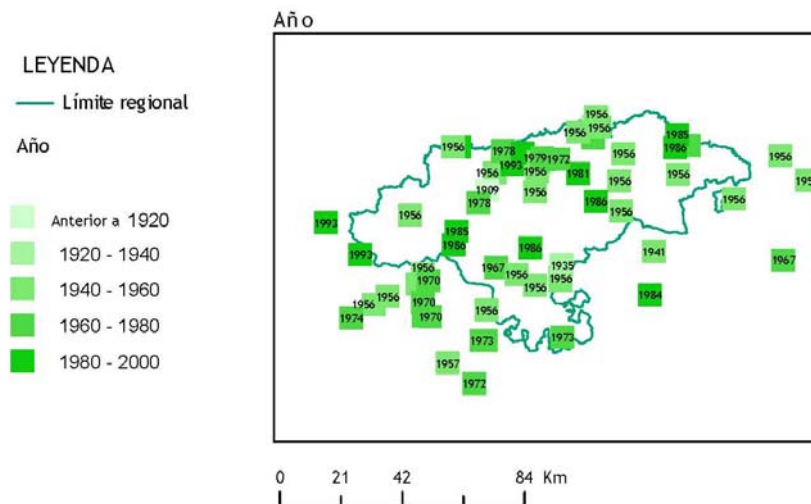
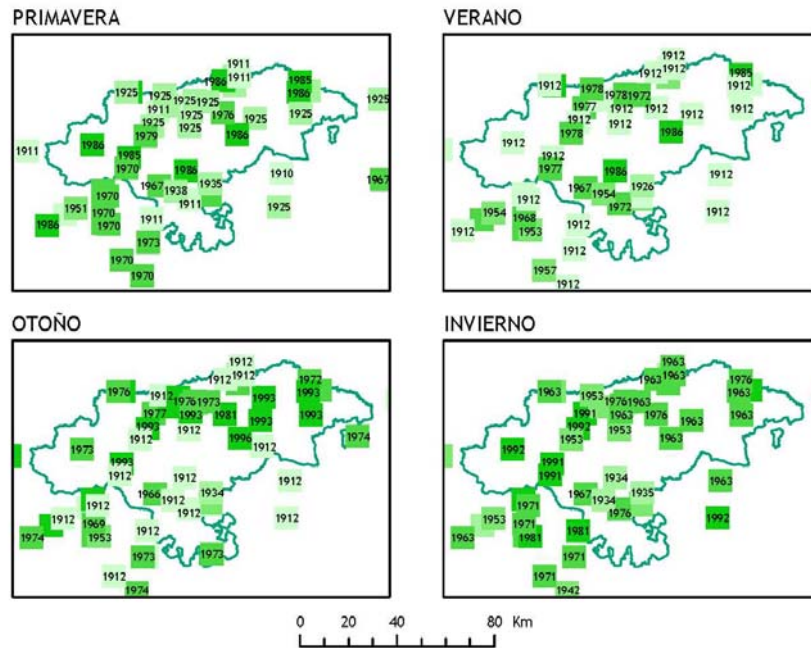
En Campoo, se confirma por tanto el carácter cálido de los años 30, al menos en verano y en otoño en relación a las TN

MAPA 9: Treintenio de TN media más alta.

Considerado el periodos de treinta años, se distingue un patrón regional, en el que aparece un comportamiento térmico distintos entre el área litoral y las comarcas del interior, especialmente Campoo. En la primera, sin duda el periodo más cálido son los años finales del siglo, pero en Campoo, es el periodo centrado en los años 20.

Para la primera área, es la acumulación de veranos y otoños cálidos, además de los ciclos cálidos de menor duración de invierno y primavera. Para Campoo son el invierno, el verano , el carácter cálido del otoño.

Temperatura Media de las Mínimas, 1901-2000.
Fecha en que se alcanza el valor mínimo



MAPA 10 a 12: Fecha en que se localizan los años de menor TN media , anual y estacional, y años centrales del periodo de 10 y 30 años que presentan las temperaturas mínimas más bajas.

MAPA 10: Fecha en que alcanza el valor mínimo.

Con carácter general los años con noches más frías se sitúan entre 1956.

No hay patrones regionales ni estacionales, aunque sí alusiones al frío de 1912, prolongado desde el verano hasta otoño. O del invierno de 1934 en Campoo.

MAPA 11: Fecha central del decenio que presenta TN medias más bajas.

El mapa de valores anuales señala a los de la década de 1970 como la más fresca con carácter general para toda la región.

Los mapas estacionales atribuyen a las mínimas de otoño y primavera, y en menor medida el verano el carácter de toda la década. Sin embargo, los inviernos de mayor rigor térmico se sitúan en torno a los primeros años 40.

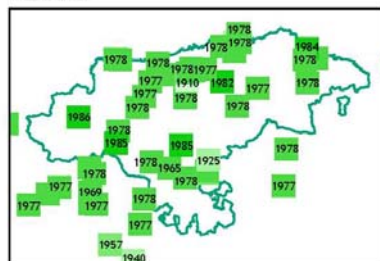
No se aprecian patrones regionales ni estacionales

Temperatura Media de las Mínimas, 1901-2000. Serie filtrada de 11 términos.
 Fecha en que alcanza el valor mínimo
 (Año central del decenio más frío)

PRIMAVERA



VERANO



OTOÑO



INVIERNO



0 20 40 80 Km

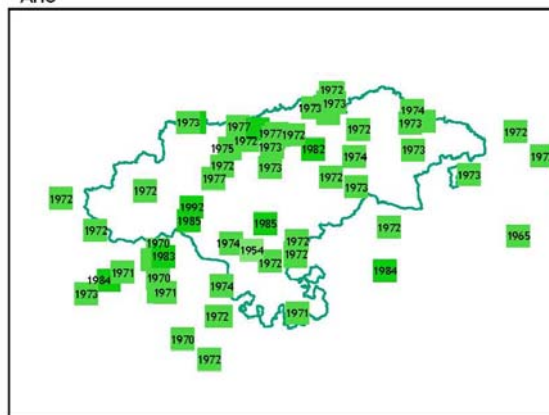
LEYENDA

— Límite regional

Año central de la década

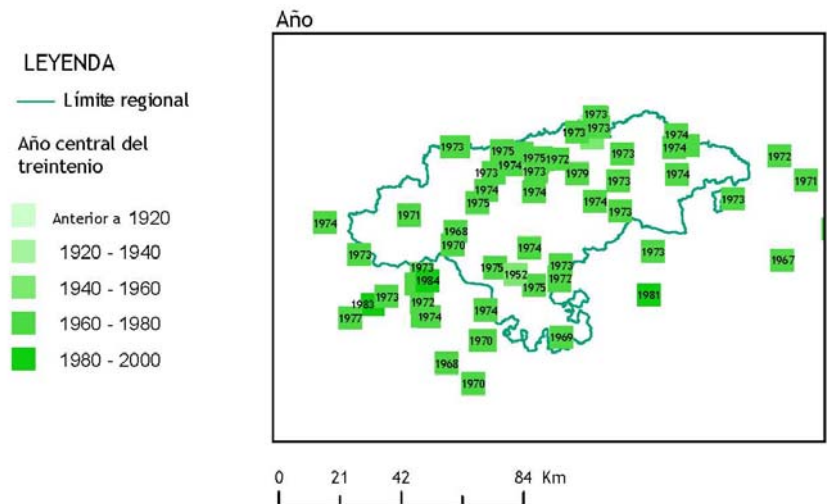
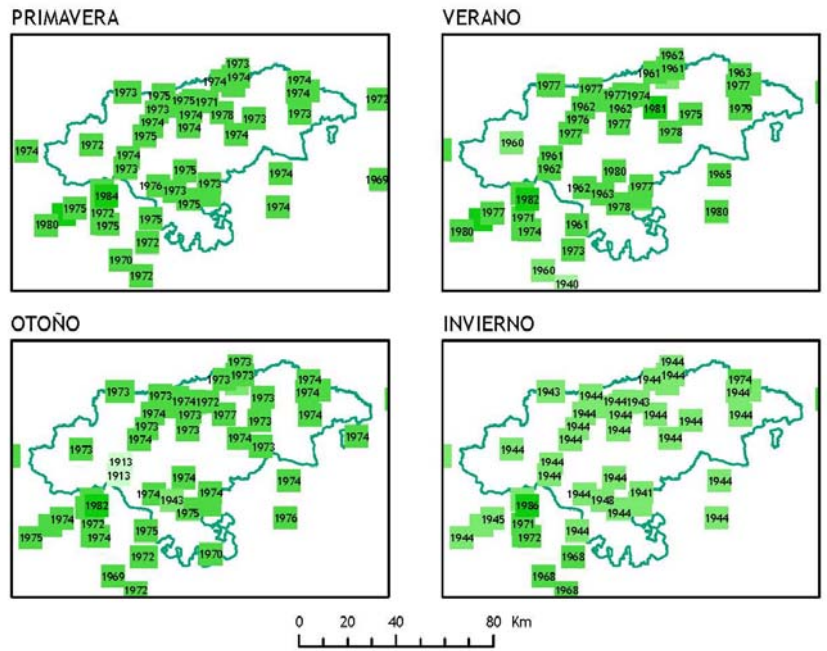
- Anterior a 1920
- 1920 - 1940
- 1940 - 1960
- 1960 - 1980
- 1980 - 2000

Año



0 21 42 84 Km

Temperatura Media de las Mínimas, 1901-2000. Serie filtrada de 31 términos.
 Fecha en que alcanza el valor mínimo
 (Año central del treintenio más frío)



MAPA 12: Fecha central del treintenio con menor TN media.

El periodo de treinta años de TN bajas, se articula en torno a la década más fría, y corresponde a los años comprendidos entre finales de los 50 y los primeros años 80.

Primavera, verano y otoño, coinciden casi perfectamente con la fase de años fríos, mientras que si consideramos el invierno el periodo prolongado de TN bajas está en torno a 1944.

No se aprecian patrones regionales.

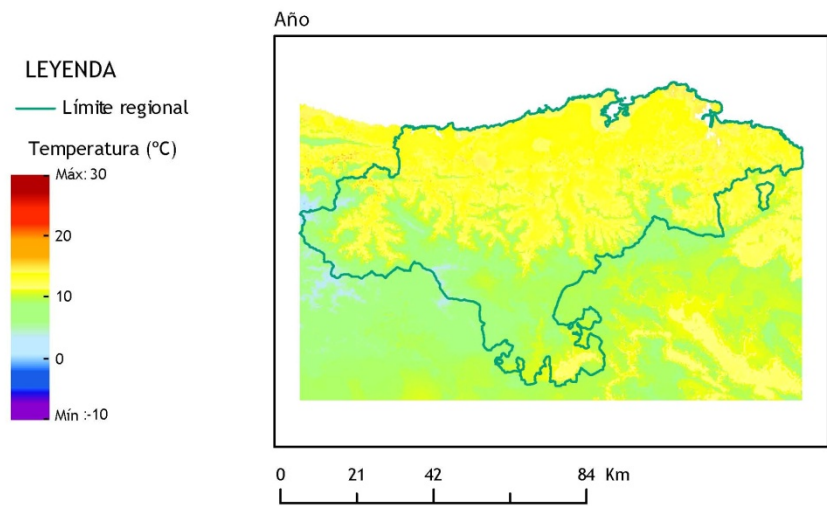
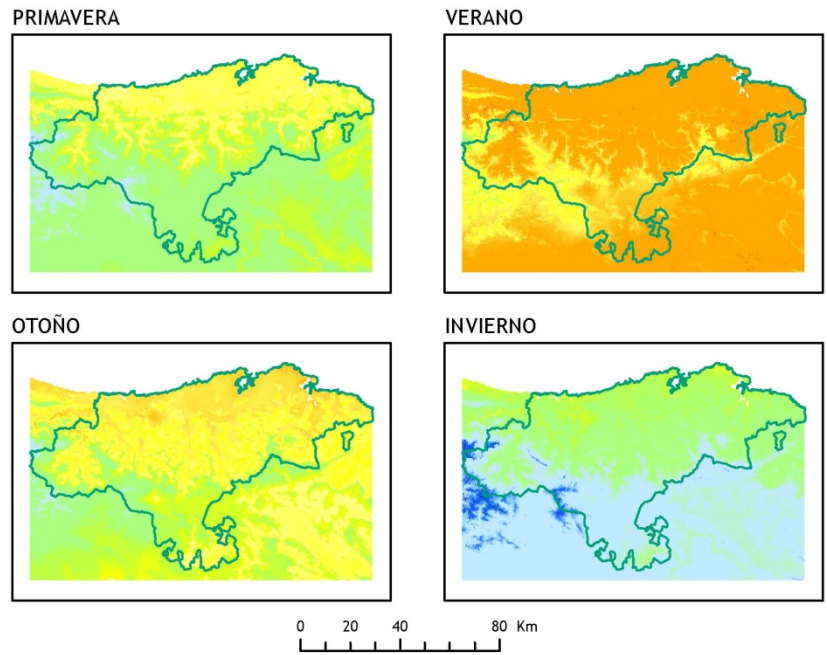
7.4. *La Temperatura Media*

MAPA 1. La Temperatura Media durante el siglo XX TM

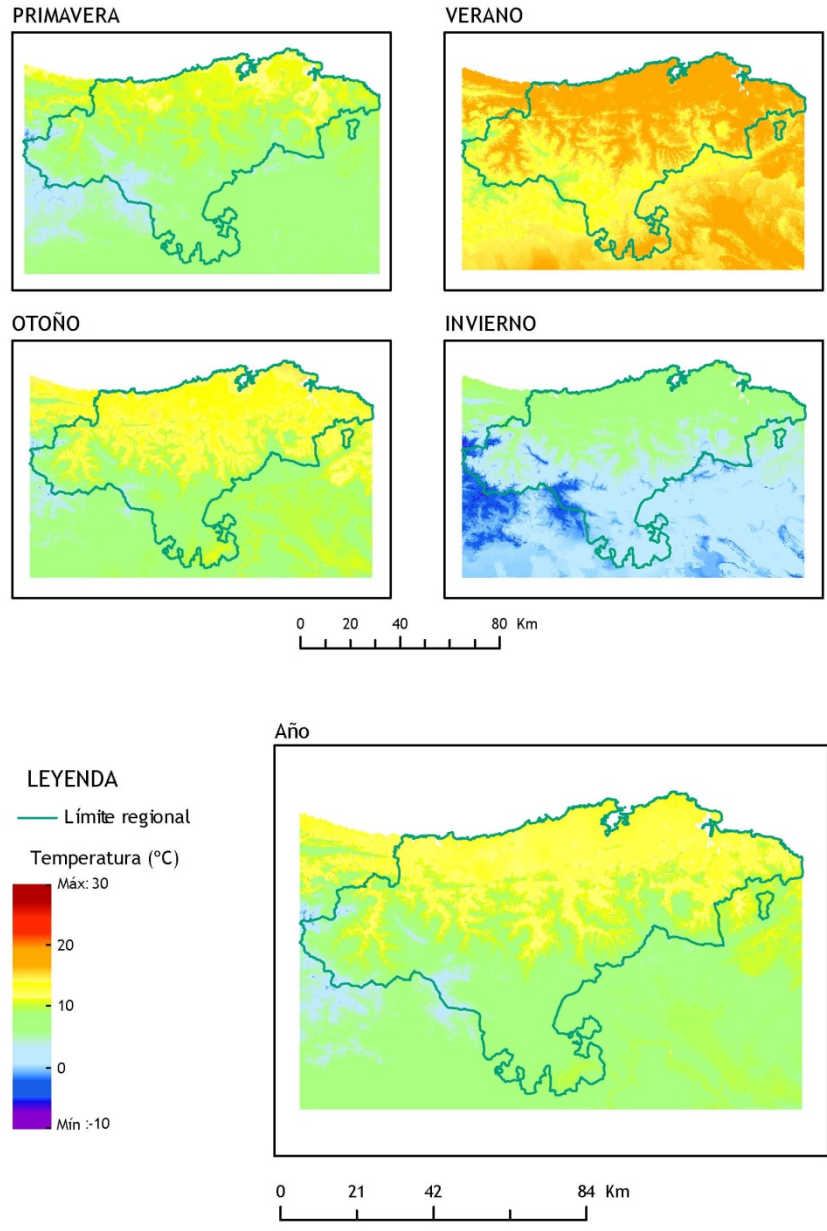
Las temperaturas medias anuales están entre 10 y 15°C en la vertiente cantábrica, excepto en las zonas altas, y entre 5 y 10°C en las comarcas del Ebro. Sólo las cotas de montaña más elevadas tienen TM inferior a 5°C.

Durante el otoño, la temperatura media distingue las áreas del litoral y el fondo de los valles bajos, que mantienen temperatura por encima de 15°C.

Temperatura Media, 1901-2000



Temperatura Media, 1901-2000
Valor del cuantil 5% (Extremadamente frío)



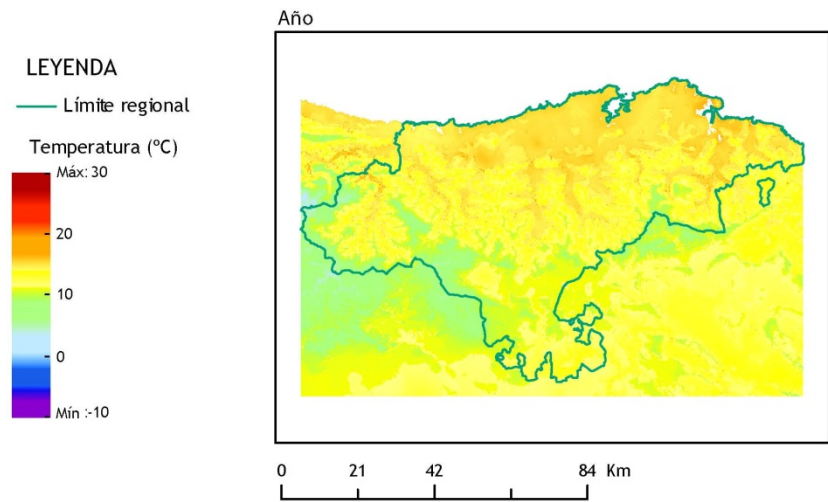
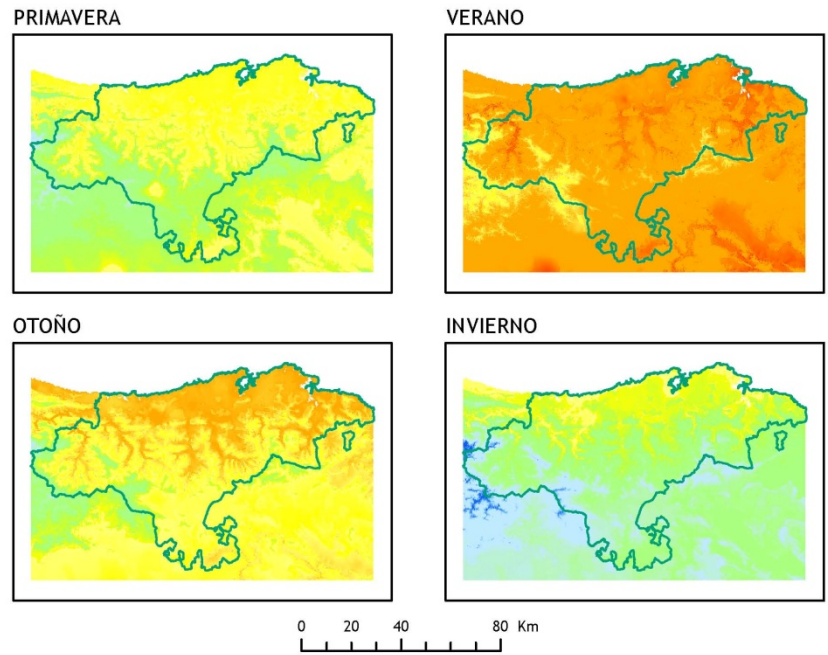
MAPA 2: La Temperatura Media de los años más fríos

El litoral y los valles fluviales del cantábrico, incluido Liébana, mantienen temperatura superior a 10°C. En el valle del Ebro y resto de la región, el valor es inferior a esa cifra, aunque las altas montañas no llegan a 0°C, salvo en invierno.

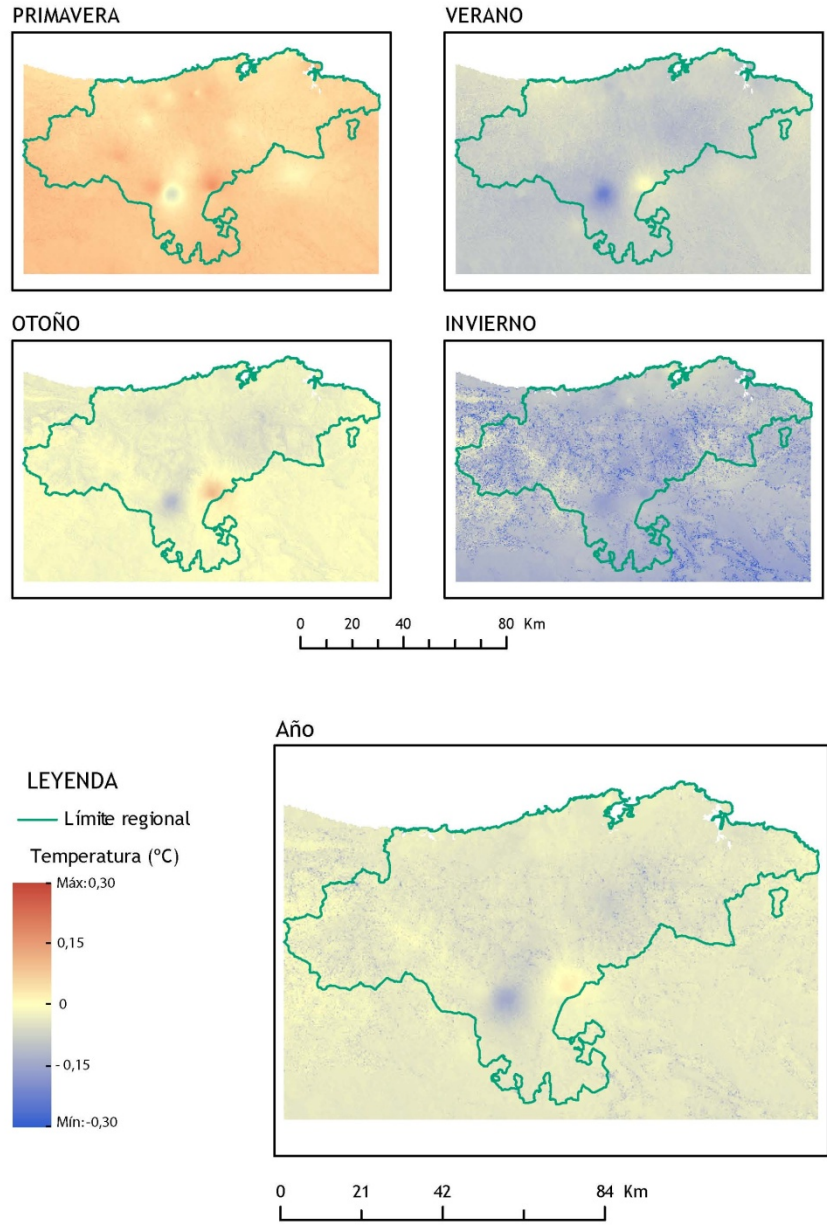
MAPA 3: Las TM en los años extremadamente cálidos

En los años más cálidos, las temperaturas medias superan los 15°C en el litoral, y prácticamente toda la región no montañosa registra temperaturas de más de 10°C. En verano, el fondo de los valles de Liébana, Ebro, centro y este de la región, alcanza temperaturas de más de 20°C

Temperatura Media, 1901-2000
Valor del cuantil 95% (Extremadamente cálido)



Temperatura Media , 1901-2000
Diferencia entre la Temperatura Media del siglo, y la del
treintenio 1901-1930



MAPAS 4, 5 y 6: Temperatura Media del siglo, respecto de la calculada para tres periodos de treinta años.

Colores cálidos representan una media secular superior a la de periodo de tiempo considerado, e inversamente para los colores fríos.

Mapa 4: TM del siglo XX menos TM del treintenio 1901-1930

En general, el siglo ha sido más fresco que los treinta primeros años. Verano, otoño e invierno tuvieron ese mismo carácter, la primavera sin embargo, ha sido en general más cálida que las del primer treintenio.

Así que los treinta primeros años fueron más cálidos en su conjunto, con inviernos cálidos y primaveras frescas.

MAPA 5 : TM del siglo XX menos TM del segundo treintenio 1931- 1960

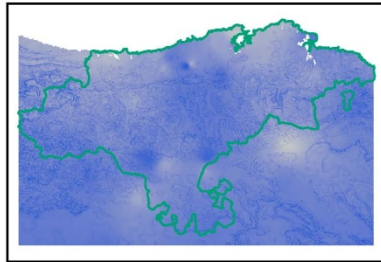
Se repite el esquema de las TX y TN.

Primaveras más cálidas en el segundo treintenio frente a inviernos y veranos más frescos de lo normal.

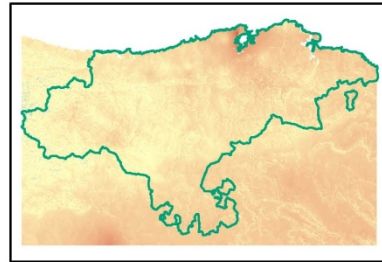
La evolución de las temperaturas en el área costera y en el área litoral no presenta diferencias significativas.

Temperatura Media , 1901-2000
Diferencia entre la Temperatura Media del siglo, y la del
treintenio 1931-1960

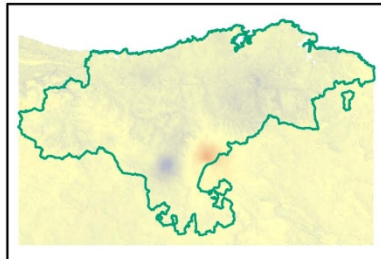
PRIMAVERA



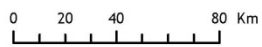
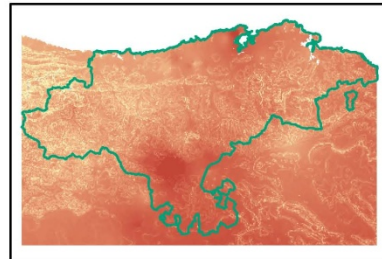
VERANO



OTOÑO



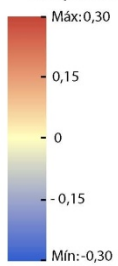
INVIERNO



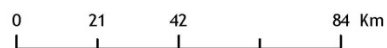
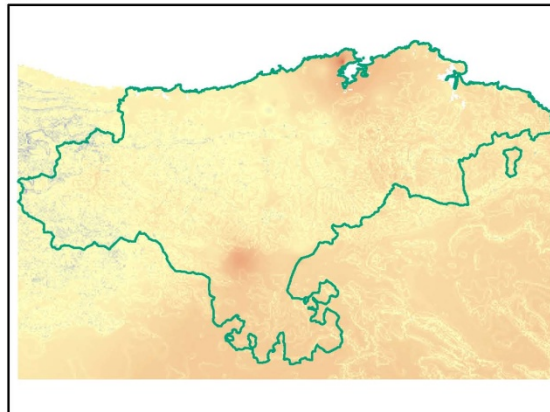
LEYENDA

— Límite regional

Temperatura (°C)

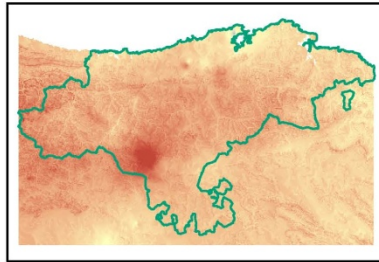


Año

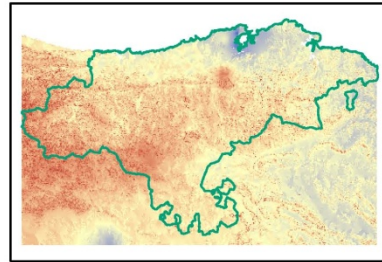


Temperatura Media , 1901-2000
Diferencia entre la Temperatura Media del siglo, y la del
treintenio 1971-2000

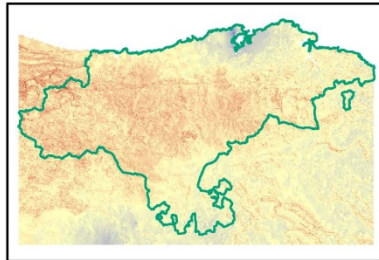
PRIMAVERA



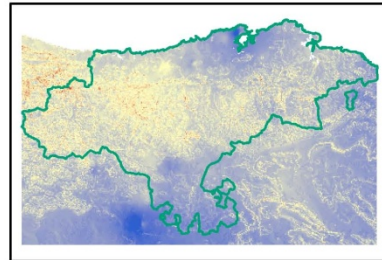
VERANO



OTOÑO



INVIERNO

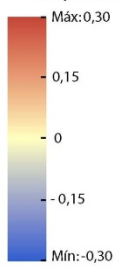


0 20 40 80 Km

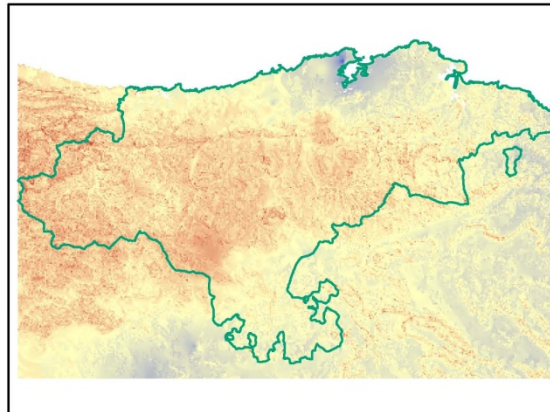
LEYENDA

— Límite regional

Temperatura (°C)



Año



0 21 42 84 Km

MAPA 6 : TM del siglo menos TM del treintenio 1971-2000

También se repiten los rasgos principales de la evolución de las temperaturas máximas y mínimas, y se aprecian algunas diferencias regionales tanto en los valores anuales como en los estacionales.

En los últimos treinta años, se observa:

- Incremento de las temperaturas de invierno en toda la región. Especialmente marcado en el sector central de la Marina, y en las comarcas del Ebro.
- Las primaveras experimentan la tendencia contraria.
- En verano y en otoño, el litoral central y oriental de una parte, y los valles medios cantábricos y Liébana por otra, han experimentado una evolución térmica de signo contrario: la zona costera ha experimentado calentamiento, y la zona interior enfriamiento.

Este ha sido en el promedio anual, el patrón que ha caracterizado los años finales del siglo.

El caldeamiento de los últimos años en el litoral, se produce por un aumento de la temperatura del invierno, principalmente.

MAPA 7 a 9: Fecha en que se alcanzan las TM más altas, y años centrales del periodo de 10 y 30 años que pueden ser considerados como los más cálidos.

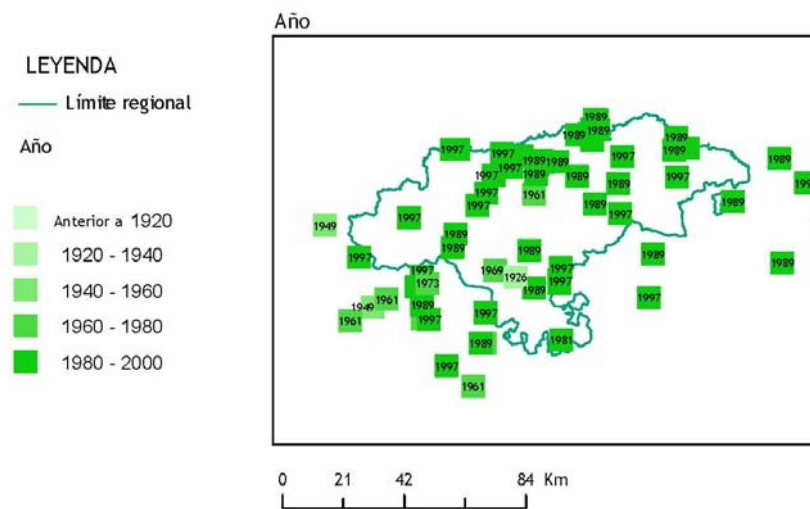
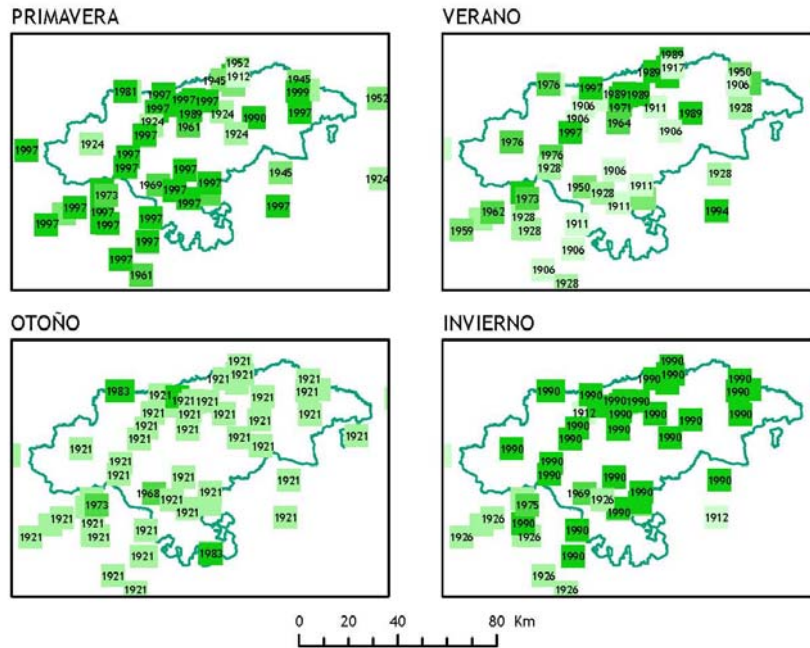
MAPA 7: Fecha en que TM alcanza el valor máximo de la serie 1901-2000

Otra vez se repiten las fechas de 1989 y 1997 como las más cálidas, en promedio anual, en la región.

La primavera marcó la tendencia que tendría todo el año con carácter general.

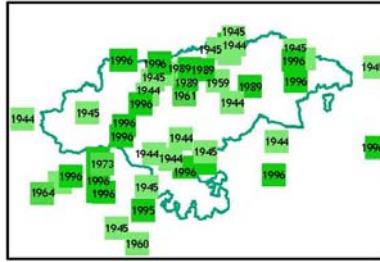
En el caso del otoño, el más cálido tuvo lugar en 1921. El invierno más cálido, también con carácter generalizado, aparece en 1990.

Temperatura Media, 1901-2000
 Fecha en que se alcanza el valor máximo

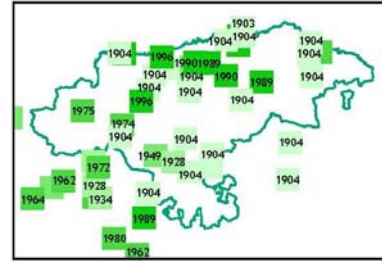


Temperatura Media, 1901-2000. Serie filtrada de 11 términos.
 Fecha en que alcanza el valor máximo
 (Año central del decenio más cálido)

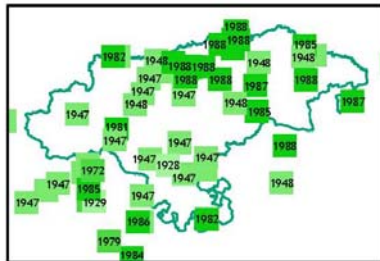
PRIMAVERA



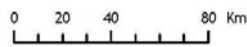
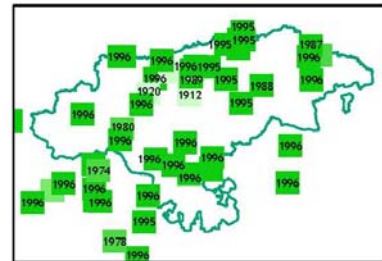
VERANO



OTOÑO



INVIERNO



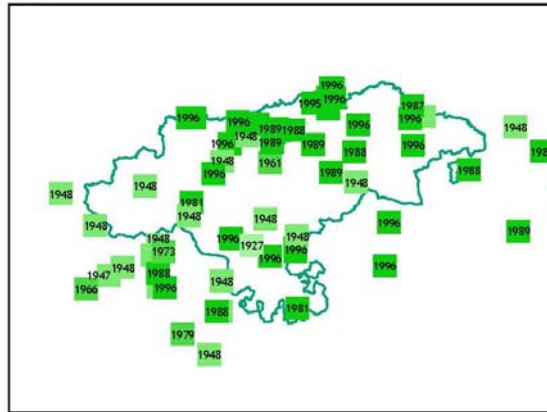
LEYENDA

— Límite regional

Año central de la década

- Anterior a 1920
- 1920 - 1940
- 1940 - 1960
- 1960 - 1980
- 1980 - 2000

Año



MAPA 8: Decenio con las mayores TM, anual y estacional

De nuevo domina el carácter cálido de los últimos años del siglo, entre 1988 y 1996 en general en toda la región. Se intercala el año 1948 como otro de los más cálidos del siglo en áreas como Liébana, valle del Nansa, y comarcas del Ebro.

La década cálida de mediados de siglo, está en relación con la presencia de primaveras y otoños cálidos, mientras que la de final de siglo, reposa además en el carácter cálido de los inviernos.

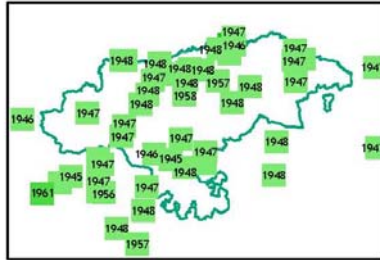
MAPA 9: Treintenio más cálido.

El mapa en el que está señalado el año central del periodo más cálido nos permite distinguir diferencias regionales tanto en la representación de los valores anuales como estacionales. En las estaciones intermedias de primavera y otoño, la fase más cálida se localiza en torno a los años centrales del siglo y en los últimos treinta años, respectivamente, con carácter general en toda la región. En invierno y verano se reconoce la coincidencia de fechas, por una parte en el ámbito de la costa central y oriental, con máximo a finales del periodo considerado; y por otra en el área del interior en Campoo, Liébana y valle del Nansa, donde los años más cálidos se localizan en la primera mitad del siglo. En el mapa de valores anuales, se repite la misma distribución, aunque en el litoral los máximos se producen por la repetición de otoño, invierno y verano cálidos, mientras que en el interior se sitúa en la misma fecha que aparece en el mapa de primavera.

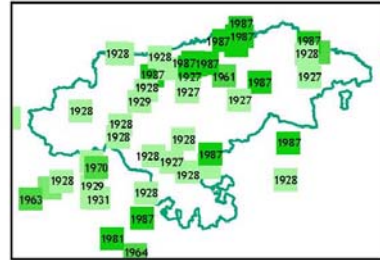
Temperatura Media, 1901-2000. Serie filtrada de 31 términos.

Fecha en que alcanza el valor máximo
(Año central del treintenio más cálido)

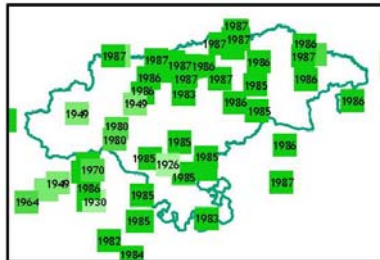
PRIMAVERA



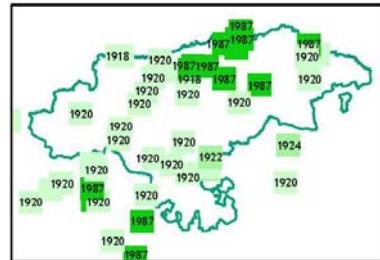
VERANO



OTOÑO



INVIERNO



0 20 40 80 Km

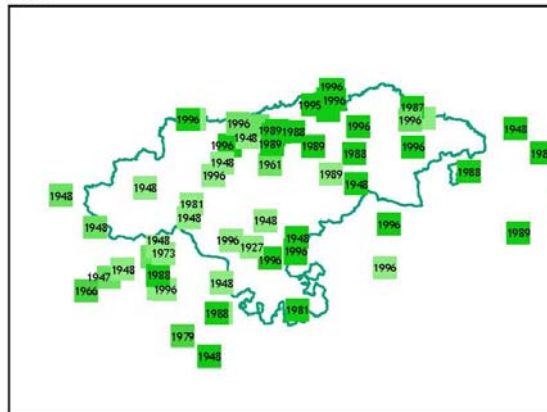
LEYENDA

— Límite regional

Año central del treintenio

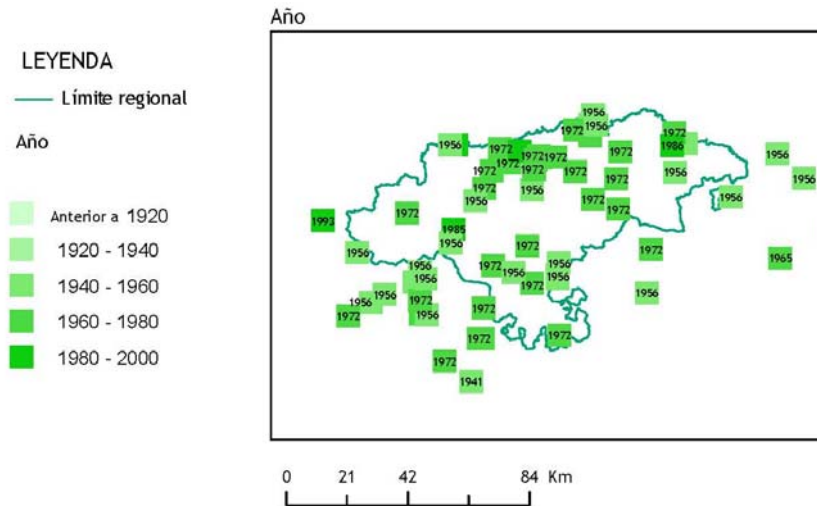
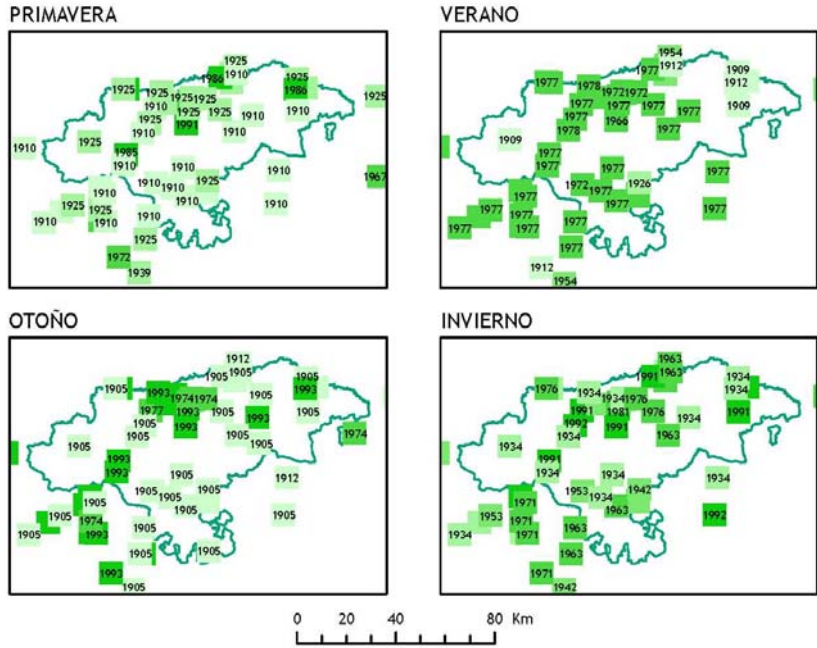
- Anterior a 1920
- 1920 - 1940
- 1940 - 1960
- 1960 - 1980
- 1980 - 2000

Año



0 21 42 84 Km

Temperatura Media, 1901-2000
Fecha en que se alcanza el valor mínimo



MAPA 10 a 12: Fecha en que se localizan los años de menor TM, anual y estacional, y años centrales del periodo de 10 y 30 años más frescos.

MAPA 10: Fecha en que alcanza el valor mínimo de la TM.

Con carácter general los años más fríos son los de 1956 y 1972.

No hay patrones en los mapas estacionales, aunque resulta destacable, que tanto en primavera como en otoño, los años de récord, están al principio del siglo. En el mapa de primavera, podría incluso distinguirse la fecha de 1925 como la más fría en el área litoral, y 1910 en el sur de la región.

MAPA 11: Fecha central del decenio más fresco.

Parece que la localización del decenio de temperaturas más bajas debe buscarse entre los años 1964 y 1978, con carácter general, tanto en términos de TM anual como si nos referimos a TM estacional. Solamente en el verano, parece que se retrasa unos cinco años el momento en que se agrupan los diez más frescos del siglo.

Temperatura Media, 1901-2000. Serie filtrada de 11 términos.

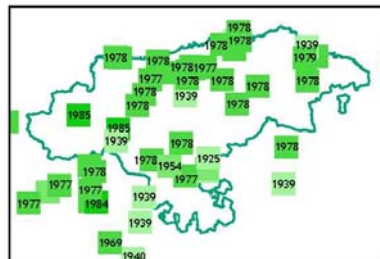
Fecha en que alcanza el valor mínimo

(Año central del decenio más frío)

PRIMAVERA



VERANO



OTOÑO



INVIERNO



0 20 40 80 Km

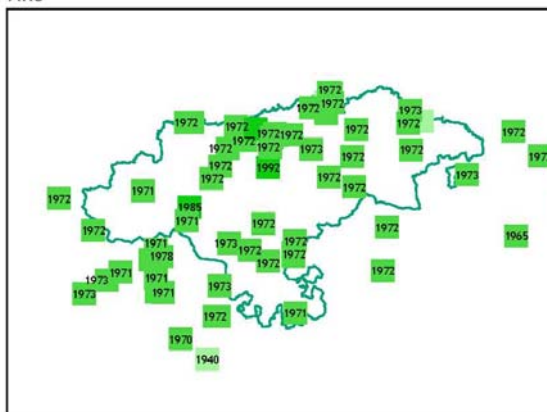
LEYENDA

— Límite regional

Año central de la década

- Anterior a 1920
- 1920 - 1940
- 1940 - 1960
- 1960 - 1980
- 1980 - 2000

Año



0 21 42 84 Km

MAPA 12: Fecha central del treintenio más frío del siglo XX.

Como si fuera un calco del mapa anterior, el periodo más frío en intervalo temporal de treinta años, se localiza en torno a los años más fríos de los años 70.

Hay en el mapa de otoño, una discrepancia en el caso de la comarca de Campoo, que sitúa esta fase en torno a 1939, y en el caso del invierno, que duda entre los años citados y los que rodean 1944

8. Conclusiones: variabilidad térmica y pluviométrica en Cantabria a lo largo del siglo XX.

Es fácil reconocer en la modesta extensión de Cantabria una notable variedad de ambientes climáticos que aparece como consecuencia de la distinta distribución y adaptación de los elementos climatológicos al complejo entramado orográfico de la región. En el mosaico climático regional resultante se distinguen al menos cuatro tipos de clima:

- el clima oceánico de carácter atlántico propio de la Marina y los valles internos cantábricos de media altitud, caracterizado por el escaso número de días de helada, la pequeña amplitud térmica anual y el elevado volumen de precipitaciones.
- el clima atlántico de montaña, propio de las cumbres de la divisoria de aguas cantábrica y de los altos macizos septentrionales como los Picos de Europa y Peña Sagra, caracterizado por el descenso térmico y el aumento de las precipitaciones.
- el oceánico atlántico degradado latitudinalmente hacia el sur, propio del Alto valle del Ebro donde va incorporando progresivamente rasgos del clima continental de la Meseta Norte de la Península Ibérica, como el mínimo pluviométrico estival, los inviernos rigurosos con heladas frecuentes, o el aumento de la insolación.
- el clima submediterráneo cálido en el valle intramontano de Liébana, donde por un lado la situación de abrigo favorecida por la barrera orográfica que interponen los Picos de Europa a la circulación atmosférica, limita la llegada de precipitación al valle y favorece la presencia de vientos descendentes; y, por otro, el aislamiento respecto del mar Cantábrico que le impide actuar como regulador térmico, facilita que se alcancen temperaturas más altas y menor volumen de precipitación, que en otros emplazamientos cercanos de clima oceánico.

En líneas generales las características climáticas de este mosaico regional están recogidas en los mapas que reflejan la distribución de la temperatura y la precipitación media en el siglo XX. Sin embargo, de la observación de los mapas y de la comparación de las series de referencia construidas previamente para Santander y Reinosa, también se pueden deducir diferencias

significativas en la evolución térmica y pluviométrica de los ambientes de los que están extraídas, aunque estas diferencias no lleguen a alterar los rasgos fundamentales del mosaico climático de Cantabria durante el siglo XX.

Esta variabilidad temporal de la distribución regional de los elementos climatológicos sólo puede observarse cuando se analiza un conjunto suficientemente grande y adecuadamente extendido sobre el terreno, de series climáticas largas, que permitan el análisis en una escala temporal suficientemente extensa. Precisamente este era nuestro primer objetivo: recuperar hasta donde fuera posible las observaciones instrumentales en la ciudad de Santander para aportar una serie de longitud superior a un siglo en el sector central de la cornisa Cantábrica, puesto que hasta el momento sólo están publicadas las series históricas de A Coruña, Oviedo, Bilbao y San Sebastián.

Sabemos que la disponibilidad de series históricas es muy escasa, entre otras causas porque el funcionamiento prolongado de un observatorio está expuesto a cambios y transformaciones que pueden introducir errores que acaben por rebajar la calidad de los registros. Con objeto de superar estas limitaciones se han desarrollado distintos métodos para conseguir registros prolongados. Normalmente, cuando se quiere retroceder a fechas anteriores a 1850, es imprescindible acudir a métodos históricos basados en el análisis de fuentes documentales, pues las series instrumentales tempranas, que en teoría podrían estar disponibles desde el siglo XVII, tienen serios problemas de homogeneidad asociados principalmente con los métodos de observación.

En nuestro caso, digitalizamos los datos diarios de temperaturas extremas y precipitación procedentes de observaciones instrumentales recogidas desde el último cuarto del siglo XIX en el Mareógrafo de Santander, ubicado en la Península de la Magdalena. Esta primera etapa está plenamente enmarcada en la época en que la Administración asume la responsabilidad de dedicar recursos al conocimiento del clima y comienza a organizar las redes de observación, y en este sentido, la serie presentaba buenas expectativas respecto de su calidad. Sin embargo, el análisis de la documentación con los datos originales y la calidad estadística de los registros ha puesto de

manifiesto distintos problemas que desaconsejan el uso directo de los datos de esta serie histórica. El gran recorrido de las variables de temperatura y el número excesivo de registros fuera de rango de los meses de verano parece que están indicando problemas de ubicación o de aislamiento de los termómetros que, quizá, estén relacionados con el uso de antiguos abrigos meteorológicos deficientemente aislados. La precipitación presenta un comportamiento más parecido al que ha tenido a lo largo del siglo siguiente, pero el cómputo anual de la variable nos alerta de un periodo de escasez pluviométrica (1876-1885) que resulta, al menos, cuestionable. Estos resultados nos hacen reflexionar sobre la necesidad de recuperar los datos de las series históricas en sus soportes y condiciones originales, para analizar con el mayor detalle las condiciones y características que rodean la observación, sin rechazar enfoques que parezcan alejados de la estadística climática o de la práctica meteorológica, entre otras cosas porque el material que acompaña a los datos recogidos, tales como la instrumentación, anotaciones o diarios de observación anejos, puede contener información imprescindible para formar una idea completa y precisa de la calidad de los datos. En este sentido, una línea futura de investigación para completar la recuperación de esta temprana fase de la observación durante el siglo XIX, debería contemplar la extracción sistemática de todas las series del cuaderno de observaciones, y la instalación del material necesario para registrar la temperatura en un abrigo de tipo Montsouris, probablemente como el usado en la época, y en una garita contemporánea, de forma simultánea durante un periodo de tiempo suficiente para estimar las desviaciones o equivalencias que se puedan producir entre ambos tipos de medidas y evaluar con estos datos las correcciones que habría que aplicar a las medidas originales.

El intento de obtener información meteorológica complementaria de la observación del Mareógrafo en el Diario El Cantábrico, editado en la ciudad de Santander desde los años noventa del siglo XIX y el primer tercio del siglo XX y que comenzó publicar en los primeros años los datos del observatorio, nos ha puesto ante una serie de limitaciones para el uso de la información meteorológica reproducida en la prensa como fuente de datos climáticos. Entre ellas, la falta de continuidad en la publicación de los datos diarios o los

errores tipográficos deslizados inevitablemente en la publicación de los datos. Ambas limitaciones pueden considerarse de menor importancia, pero la que nos ha resultado insalvable es que la presencia en el periódico de las observaciones meteorológicas, y en general de la información de contenido climatológico, está fuertemente condicionada al interés que la línea editorial de la publicación otorga a esta información. Es decir, el diario reproduce la información no por el interés que tiene en la difusión de una serie de datos que reflejan una actividad científica ni por su utilidad para la prevención o el desarrollo de determinadas actividades, sino que la difusión sólo interesa si se refiere a un acontecimiento con relevancia socioeconómica. Relevancia que otorga, como es natural el propio periódico. Si se trata de fenómenos extremos con consecuencias para las personas, para sus bienes, que afecten a los transportes, las comunicaciones, o que tengan determinada trascendencia social o económica, el periódico detallará la situación y recogerá los datos de que disponga, haciendo los análisis que considere oportunos. Sin embargo, los días en los que no se producen ningún acontecimiento reseñable, que son la inmensa mayoría y configuran el devenir climático que podemos denominar normal, la prensa no encuentra ningún interés para incluir entre sus noticias las condiciones meteorológicas que a su entender resultan banales, y con frecuencia sustituye esta información por otra, o la reproduce sin la precisión necesaria para tomarla como cierta. Por esta causa, las abundantes interrupciones y lagunas en la serie no permiten utilizar los datos procedentes del periódico como complemento de la observación realizada en el Mareógrafo de Santander. Este hecho no invalida en absoluto el uso que puede hacerse de las noticias de prensa como fuente climatológica documental para otros fines distintos de la recuperación de los datos de las series originales, y es más, hemos tratado de argumentar que la información no instrumental recogida en los diarios de observación de la estación meteorológica, es una fuente adicional de noticias meteorológicas de alta fiabilidad, al haber sido recogida por una persona con experiencia climatológica.

El procedimiento que nos ha permitido disponer de registros largos y fiables de observaciones se basa en la construcción de Series de Referencia combinando series climatológicamente semejantes. Hemos considerado las

series así obtenidas representativas del ámbito regional por el que se extiende el conjunto de estaciones incorporadas en el cálculo. Cuando los registros de los que disponemos no corresponden al mismo periodo de tiempo, no es posible establecer correlaciones entre las variaciones de unos registros en relación con otros, por lo que nos pareció más adecuado recurrir a otros métodos que permiten combinar registros no simultáneos, como promediar las series de observaciones ponderando la contribución de cada una de ellas en función de la distancia a la de referencia. Este es el procedimiento con el que hemos generado dos series de referencia en la Comunidad de Cantabria, para dos ámbitos climáticos contrastados como son el litoral central y la comarca de Campoo, continuas y de resolución mensual para todo el siglo veinte. Además del distinto comportamiento que se aprecia al comparar la evolución de ambas series, también nos han permitido identificar que una parte de la tendencia térmica de los últimos años del siglo en el observatorio de Santander Centro se debe, con toda probabilidad, al desarrollo de la trama urbana en el área circundante en la segunda mitad del siglo veinte, y en particular a partir de 1980.

Hemos representado cartográficamente el conjunto de series mensuales continuas repartidas por toda la región que obtuvimos mientras generamos las dos principales series de referencia, lo que nos ha permitido hacer un análisis temporal de las diferencias entre distintos ámbitos de la región.

- **Patrones geográficos y variabilidad en la distribución de las Precipitación en Cantabria a lo largo del siglo XX**

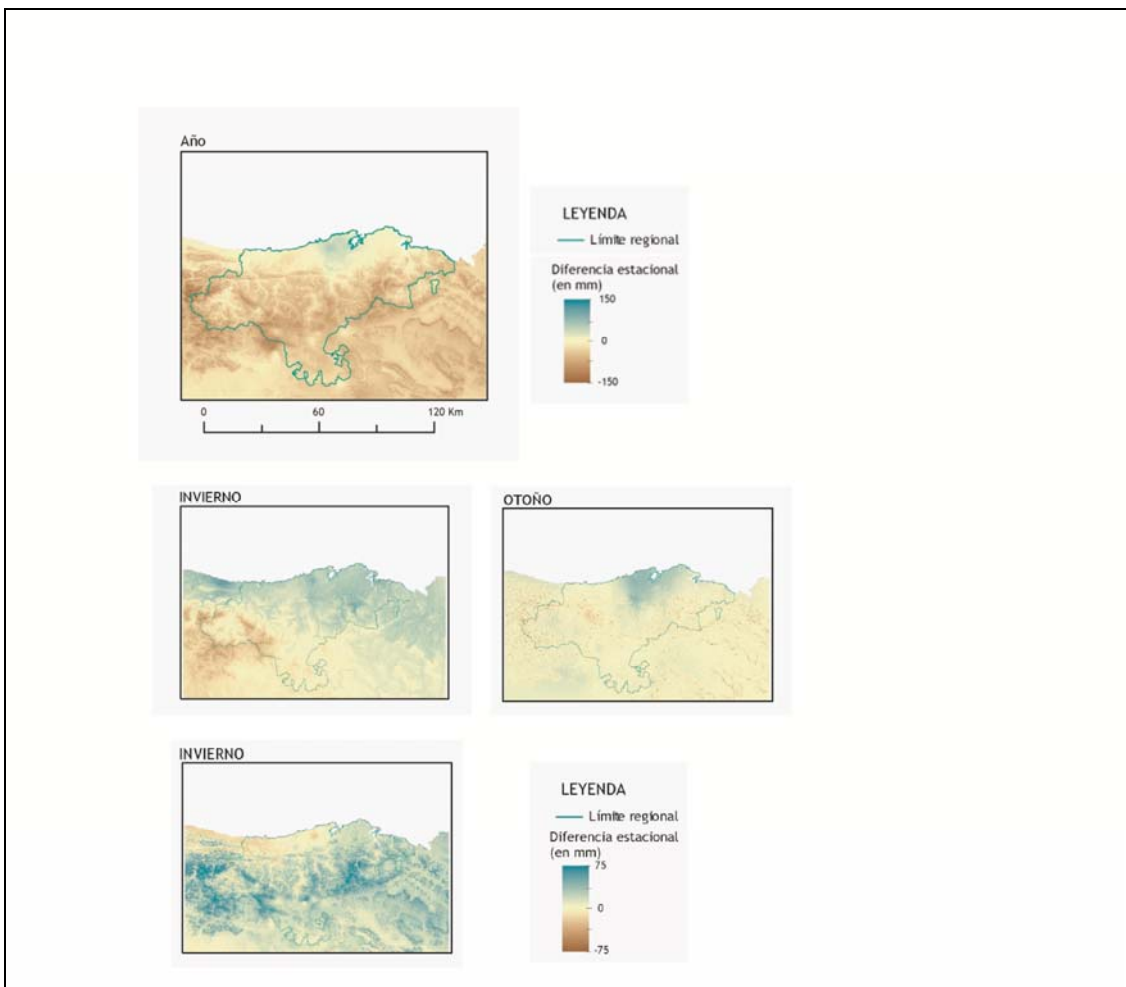
En conjunto, no es fácil encontrar pautas de variación temporal de la precipitación a lo largo del siglo salvo el reconocimiento de una primera mitad más húmeda en las comarcas de la divisoria cantábrica, que se refleja en el litoral con características semejantes en la segunda mitad de la centuria. Tampoco ciclos o tendencias reconocibles. Hemos representado la distribución de las precipitaciones en mapas obtenidos a partir de los valores promediados durante el siglo XX y, en ellos, se reflejan las etapas con exceso

o con déficit de precipitación que se han dejado sentir de modo desigual en el territorio. La discontinuidad en el reparto de la precipitación que introduce la divisoria de aguas cantábrica se manifiesta en la dicotomía pluviométrica que diferencia la Marina, franja de anchura variable en sentido este oeste, y el tramo más bajo de los valles de los cursos cantábricos, y del interior de la región, que además de las comarcas recorridas por el Ebro se extiende en ocasiones hacia el norte, a los relieves más bajos de la divisoria y los interfluvios de la vertiente cantábrica, y hacia el oeste a las montañas que circundan Liébana.

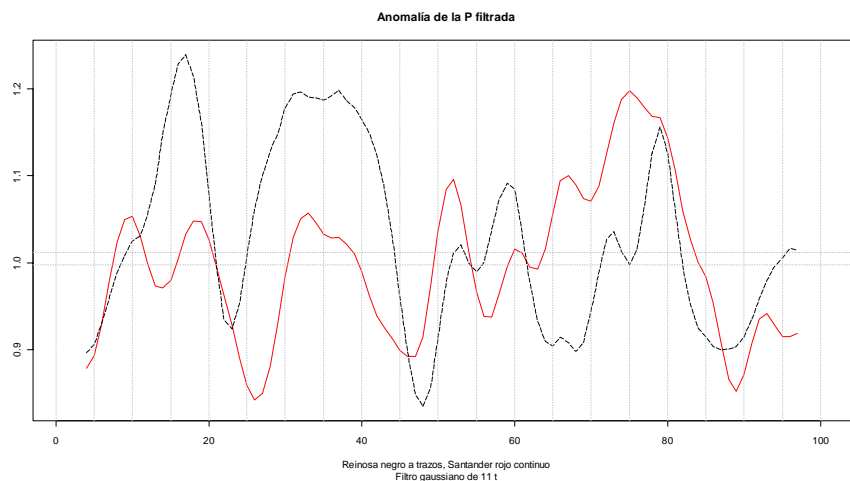
Este contraste entre el carácter pluviométrico entre la Marina y la Montaña, es el único patrón reconocible de variabilidad climática en el interior de la región. Aparece en la serie anual del periodo 1931-1960, considerando la diferencia entre la precipitación media del siglo y la de este periodo, y en las series de precipitación de otoño o invierno en los tres periodos de treinta años considerados. En los demás casos, la precipitación caída otorga rasgos pluviométricos uniformes a toda la región.

La variedad regional citada se aprecia en los mapas que se recogen en el gráfico siguiente, por ejemplo, en los resultados del segundo treintenio internacional que abarca el periodo 1931 a 1960, que se presenta como periodo seco en la franja litoral, cuando en el resto de la región transcurrió con un significativo superávit pluviométrico, en relación a la cantidad media recogida durante el siglo; o en los últimos treinta años del siglo que en términos de precipitación anual no presentan contrastes espaciales respecto del siglo en su conjunto, pero que durante el invierno ofrecen un visible contraste entre el litoral lluvioso y el interior seco. En algunas ocasiones, también permite avanzar algunos rasgos de áreas como el valle de Liébana o los relieves montañosos de la divisoria y los Picos de Europa, a pesar de estar más débilmente caracterizados con el método utilizado para la confección de los mapas. Es significativo el contraste de caracteres entre los inviernos secos del litoral y los valles bajos, frente a los inviernos lluviosos de Campoo y las montañas que circundan Liébana.

Contraste pluviométrico entre la Marina y la Montaña. Arriba: diferencia entre la precipitación media del siglo y la del periodo 1931-1960. Centro izq.: Diferencia entre la precipitación media de invierno a lo largo del siglo y la del periodo 1901-1930, Centro dcha.: *id.* de otoño respecto del periodo 1931-1960. Abajo: *id.* de invierno respecto del periodo 1971-2000



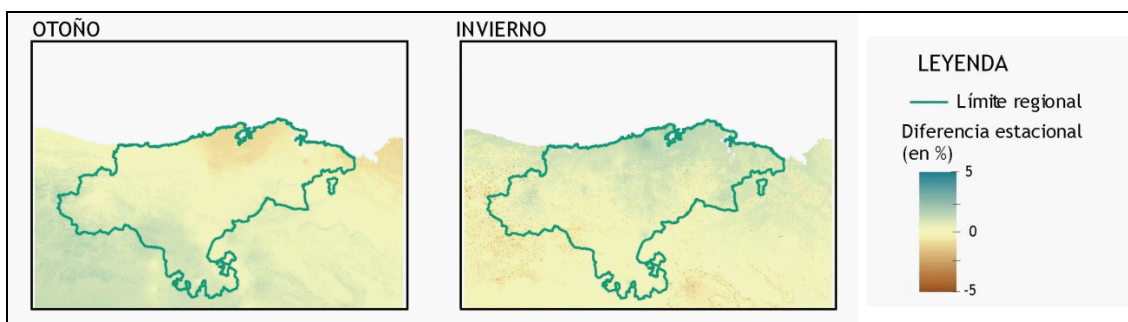
También se aprecian diferencias entre las dos áreas cuando nos referimos a periodos de tiempo más breves. A nuestro juicio, es en estos periodos donde, a nuestro juicio, debe focalizarse un futuro estudio de las causas atmosféricas responsables de este contraste. Concretamente, durante el periodo 1910 a 1920, se observa el contraste entre el carácter seco del litoral frente al carácter húmedo que predomina en el área de Campoo. Estas condiciones se repiten entre los años 1955 y 1960 y en un tercer periodo que se localiza entre los años 1966 y 1976, cuando el exceso de lluvia recogido en el litoral es sensiblemente distinto del registrado en las comarcas recorridas por el Ebro.



Otro aspecto que la cartografía permite evaluar es si se traslada la precipitación entre las estaciones del año, y si existen modelos que se pueden extender a todas las zonas.

También se aprecia algún patrón geográfico en determinados periodos. En los primeros treinta años, por ejemplo, el litoral traslada hacia el otoño parte de la precipitación de primavera, mientras que en el interior la lluvia caída durante los inviernos, compensa la escasez que se produjo en otoño.

Compensación del exceso de lluvia de otoño en la zona litoral con el déficit de invierno entre 1901 y 1930, y contraste con la tendencia contraria observable en la vertiente sur.



En el segundo periodo de treinta años, se aprecia una mayor contribución del invierno en la mitad occidental de la región. Por último, en los treinta años

finales del siglo, la concentración de la lluvia de primavera es común a toda la región, y recoge la pérdida progresiva de volumen pluviométrico de otoños e inviernos.

Los máximos y mínimos anuales se producen casi simultáneamente, aunque en las series estacionales se aprecia el comportamiento distinto de las dos áreas principales del litoral y el área de Campoo y, en general, las fases de precipitación escasa ofrecen más variedad de fechas en el tiempo, y más dispersión en el espacio.

- **Patrones geográficos y variabilidad en la distribución de las
Temperatura en Cantabria a lo largo del siglo XX**

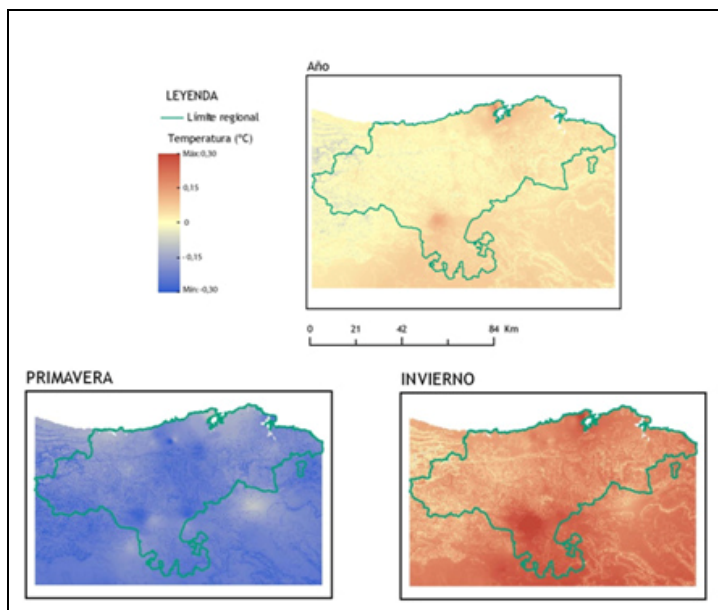
La distribución en el espacio de la variable temperatura presenta variaciones menos abruptas que la precipitación. Por esta razón, en la distribución de las temperaturas se aprecia más claramente el reflejo generalizado de las variaciones térmicas, aunque se mantienen en determinados periodos diferencias entre los principales ambientes térmicos de la región. Observamos que el comportamiento de la temperatura reproduce el contraste entre la Marina y la Montaña, de forma parecida a como se manifestaba en el caso de la precipitación. Ahora sin embargo, los límites entre ambas zonas no son tan nítidos ni guardan una disposición este oeste tan clara. Se aprecia por ejemplo que el litoral occidental aparece agrupado en varias ocasiones con las áreas montañosas de la mitad occidental de la región, los sectores más elevados de la Cordillera y la sierra de Peña Sagra a través del valle del río Nansa.

Hemos constatado que los primeros años resultaron ligeramente más cálidos que el conjunto del siglo, debido a la presencia de veranos e inviernos más cálidos de lo normal y a pesar de que las primaveras, más frías, compensaron parcialmente el sesgo cálido de este primer tercio del siglo. Se observan caracteres semejantes en la distribución de las temperaturas máximas y las temperaturas mínimas.

El segundo treintenio resulta ligeramente más fresco que la media del siglo, debido principalmente a la presencia de inviernos fríos que afectan en particular a la mitad oriental y sur de la región. El carácter térmico de este periodo refleja las características de la estación invernal, que supera incluso la tendencia de la primavera hacia valores térmicos más altos de lo normal.

Carácter térmico del periodo 1931-1960, respecto de la media del siglo.

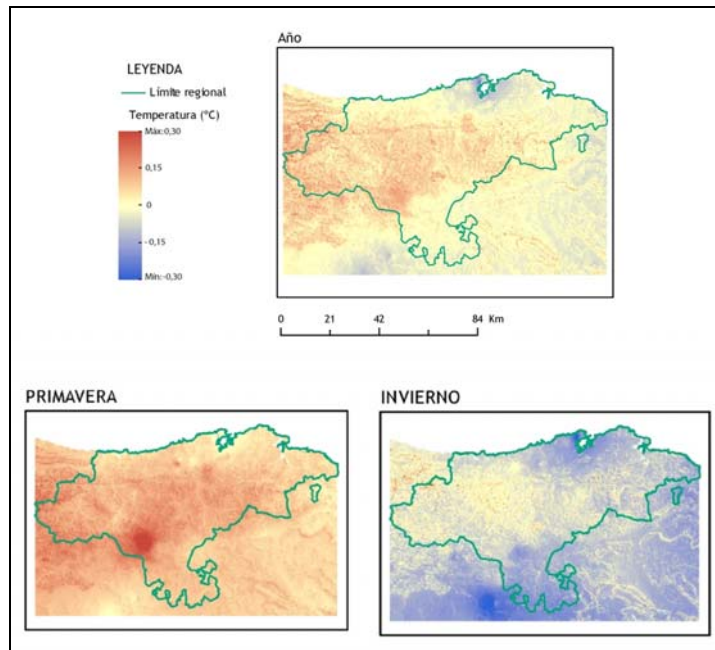
Arriba: en promedio anual. Abajo: de la primavera y el invierno



Los últimos treinta años presentan una distribución regional algo más variada. En general, se trata de un periodo cálido en el área litoral, mientras que se mantiene en torno a los valores normales o ligeramente fresco en el resto. En la zona litoral hay que atribuir el calentamiento al incremento de temperatura que experimenta la estación fría del año, mientras que en el interior de la región la influencia de los inviernos cálidos está atenuada por la presencia de primaveras frescas. Este aumento de la temperatura durante el invierno es un rasgo determinante en la calificación de esta fase final del siglo.

Carácter térmico del periodo 1971-2000, respecto de la media del siglo.

Arriba: en promedio anual. Abajo: de la primavera y el invierno



Los extremos anuales de temperatura se alcanzan en toda la región al final del siglo. Si tomamos periodos más largos, -como en el Mapa 9 donde se recoge la fecha central del treintenio más cálido-, se puede identificar un episodio cálido en el interior de la región durante la primera mitad del siglo, que no tiene reflejo en las estaciones costeras.

Fecha central del treintenio más cálido del siglo



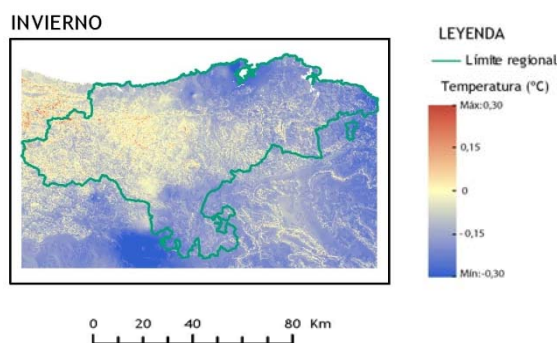
Este máximo térmico está vinculado con la sucesión de inviernos cálidos, que tampoco se identifican en el área litoral.

Los mínimos de temperatura están situados principalmente, a mediados de los años 50 y al principio de los 70. El año de 1972 es la fecha, con carácter general, en torno a la cual se agrupan los periodos más fríos de la serie, por la coincidencia de otoños y primaveras especialmente frías

Los valores de temperatura máxima (TX) son uniformes en toda la región, aunque en la vertiente cantábrica parece que están vinculados especialmente con inviernos suaves, mientras que en la zona del Ebro se justifican con unas temperaturas máximas muy altas durante el verano.

En el interior de la región las últimas primaveras han sido más frescas de lo normal, y el otoño también aunque en menor medida. En el litoral central y oriental, el verano, el otoño, y especialmente el invierno han sido sensiblemente más cálidos.

Carácter térmico de invierno en el periodo 1971-2000



Es decir, que el caldeoamiento de los últimos años en la zona litoral, hay que atribuirlo también a un aumento de las temperaturas máximas durante el invierno.

El máximo anual se alcanza en toda la región en 1989, y el de otoño en 1921. La primavera presenta dos máximos, aunque el principal tiene lugar en 1997. En verano, sin embargo, se reconoce un contraste regional entre el área de la marina, donde las temperaturas más altas se registran al final de la serie, frente a las comarcas del Ebro, donde se agrupan en los primeros años del siglo.

El invierno dibuja una distribución geográfica de la TX bien reconocible, con máximo en el litoral central y oriental en la década de 1990, y en 1912 en áreas de Campoo, y mitad occidental.

Año central del decenio con Temperatura Máxima más elevada



El decenio más cálido se sitúa en los años 90, y se debe a la coincidencia de primaveras, veranos e inviernos cálidos, aunque en el interior durante los años centrales del siglo aparece un segundo periodo cálido vinculado con la sucesión de otoños cálidos en torno a 1947.

Así pues en el área de Campoo, dominó el carácter cálido de los otoños de mediados de siglo.

En periodos de treinta años se distingue un patrón regional, con periodo cálido en la mitad oriental a mediados de siglo, y resto a finales de siglo.

Se repite el patrón geográfico en todas las estaciones: en la mitad occidental los largos periodos con verano, invierno, y especialmente otoño suceden en fechas tempranas, mientras que en la mitad occidental, y en el litoral, se retrasan hasta finales de siglo.

Las fechas con las TX más bajas se encuentran en torno a 1972 en toda la región, y pueden atribuirse a periodos de primaveras, y veranos frescos.

El invierno presenta cierta distribución espacial, centrandose en los primeros años setenta la fase más fría en el litoral, mientras en Campoo adelanta unos quince años el momento de mayor moderación térmica.

La Temperatura Mínima (TN) se distribuye suave y uniformemente por toda la región, aunque se aprecia la discontinuidad introducida por la divisoria, inducida por la altitud y por la orientación del relieve. También la costa y las cumbres de la cordillera, se diferencian térmicamente en los mapas de los valores medios.

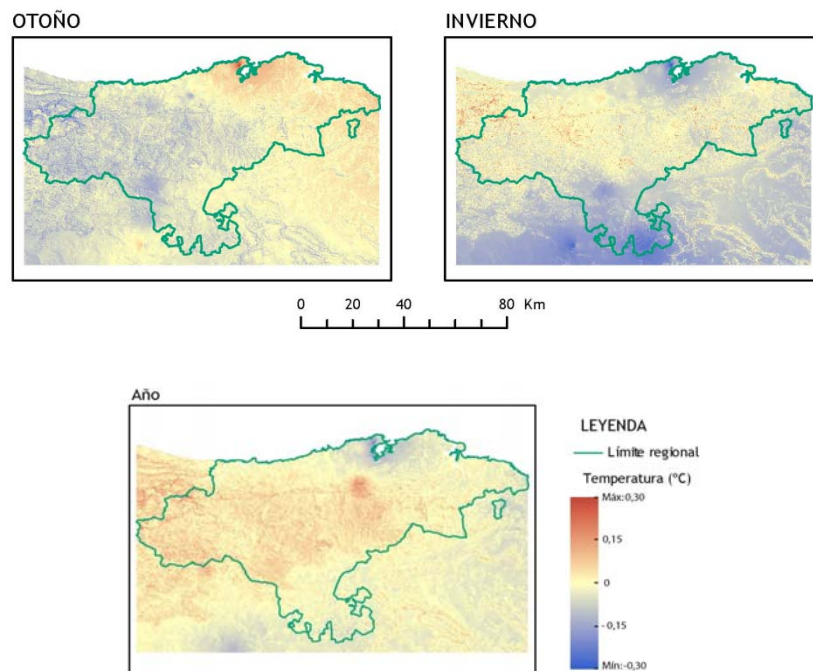
Los primeros treinta años han sido más cálidos que el promedio del siglo. Parece que el sesgo hay que atribuirlo al carácter de los inviernos, con TN más altas durante este periodo.

El segundo treintenio, se desvía en la dirección contraria, y resulta ligeramente más fresco que la media, particularmente en la mitad oriental y sur de la región, a pesar del carácter cálido de las primaveras.

Entonces podemos repetir que como sucedía con las temperaturas medias y máximas, las primaveras del segundo treintenio han sido más cálidas de lo normal.

En los últimos 30 años el incremento de temperatura en el litoral central contrasta con el carácter levemente más fresco en el centro y sur de la región.

Arriba: Carácter térmico de otoño e invierno en el periodo 1971-2000. Abajo carácter térmico anual en el mismo periodo.



La evolución térmica estacional indica que

- Las primaveras han sido más frescas de lo normal en toda la región

- En el litoral central y occidental el verano y el invierno han tenido temperaturas mínimas más elevadas.
- En el sur de la región el invierno también ha sido más cálido, pero el verano no ha sufrido variación.
- El otoño se presentó fresco en el litoral, mientras que en el interior se mantuvo en torno a los valores normales, o levemente más cálido.

Puede repetirse por tanto que atendiendo las temperaturas mínimas, el caldeoamiento de los últimos años en la zona litoral, hay que atribuirlo a un aumento de la temperatura del invierno.

Los valores más altos de la temperatura mínima se registran en 1997, al final de la serie, tanto en términos anuales, como en el caso de primavera, verano e invierno a partir del año 1985. En otoño, sin embargo hay notable coincidencia en la fecha de 1921, como el momento de máxima TN.

En la observación decenal, aparecen algunas singularidades en las TN de los mapas estacionales:

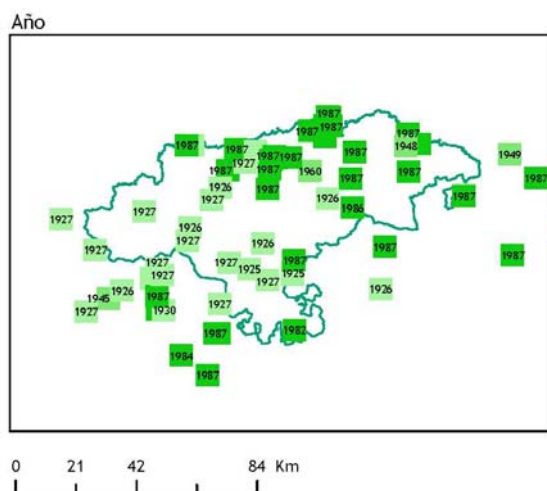
- en primavera aparecen dos decenios de primaveras con noches cálidas, uno al final de siglo, más próximo al litoral, y otro en torno a 1945, más presente en las comarcas del Ebro.
- Los primeros veranos del siglo en el litoral parece que se equiparan con los últimos, en cuanto a TN, mientras que en el interior aparece en torno a 1930 el periodo más cálido.
- Otoño repite la fecha de 1930 en el interior como periodo cálido, mientras que en el resto de la región, al igual que ocurre en invierno, los máximos se dan al final del siglo.

En Campoo, se confirma por tanto un periodo de elevadas temperaturas mínimas durante los años 30, al menos en verano y en otoño.

Considerando el periodo de treinta años, se distingue un patrón regional, en el que aparece un comportamiento térmico distinto entre el área litoral y las comarcas del interior, especialmente Campoo. En la primera, sin duda el

periodo más cálido lo constituyen los años finales del siglo, pero en Campoo, es el periodo centrado en los años 20.

Año central del periodo de treinta años con las temperaturas mínimas más elevadas



Para el área de la marina y zona oriental, es la acumulación de veranos y otoños cálidos la que regula esta situación, además de los ciclos cálidos de menor duración de invierno y primavera. Para Campoo sin embargo, son el invierno, el verano, y el carácter cálido del otoño los que sitúan en la década de los años veinte el punto central del periodo climatológico de las mínimas más cálidas.

Con carácter general los años con noches más frías se sitúan en 1956. Entre los mapas que representan los episodios con TN más bajas, no se reconocen patrones regionales ni estacionales. El mapa de valores anuales señala los de la década de 1970 como los más frescos con carácter general para toda la región. Los mapas estacionales atribuyen a las mínimas de otoño y primavera, y en menor medida a las del verano, el carácter de toda la década. Sin embargo, los inviernos de mayor rigor térmico se situaron en torno a los primeros años 40.

El periodo de treinta años de temperaturas mínimas bajas, se articula en torno a la década más fría, y corresponde a los años comprendidos entre finales de los 50 y los primeros años 80. Primavera, verano y otoño, coinciden casi perfectamente con la fase de años fríos, mientras que si consideramos el invierno, el periodo prolongado de TN bajas está en torno a 1944.

A juzgar por las escasas diferencias regionales que se aprecian en la distribución de la temperatura mínima, podemos decir que los episodios fríos tienen mayor capacidad para presentarse de forma generalizada y para afectar al conjunto de la región.

9. Bibliografía

CITADA EN EL TEXTO:

AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA DE ESPAÑA E INSTITUTO DE METEOROLOGIA DE PORTUGAL (2011) *Atlas Climático Ibérico. Temperatura del aire y precipitación (1971-2000)*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

AGUILAR, E. (Coord.): 2003, *Guidelines on climate metadata and homogenization*. World Meteorological Organization, WMO/TD n° 1186

ALEXANDERSSON, H: 1986, A homogeneity test applied to precipitation data. *J. Climatol.*, Vol. 6, p. 661-675

ALMARZA, C. (2000): Variaciones climáticas en España. Época instrumental. En BALAIRÓN L. (Coord.) *El campo* 137. Madrid. Servicio de Estudios BBVA.

ALMARZA, C., LÓPEZ, J.A., FLÓREZ, C. (1996): *Homogeneidad y Variabilidad de los registros históricos de precipitación de España*. Instituto Nacional de Meteorología, Publicación A-143.

ANDRÉS, M. S., CELIS, R., FERNÁNDEZ, J.A., MORENO, G., RODRIGUEZ, J.J. (2001): Francisco Hernández y su serie climatológica de Reinosa (1911-1975). *Cuadernos de Campoo*, 26, 22-29.

BARCIELA, C. (2005) In CARRERAS, A. (ed.): *Estadísticas históricas de España. S. XIX y XX. Vol. 1. (2ª Ed.)*. Fundación BBVA. Madrid.

BARRIENDOS, M. (2000) La Climatología Histórica en España. Primeros resultados y perspectivas de investigación. En GARCÍA-CODRÓN J.C. (coord.) *La reconstrucción del clima de época preinstrumental*. Vª Reunión Nacional de Climatología. Santander. Universidad de Cantabria.

BONA-GARCÍA DE QUESADA C. (1881): *Memoria sobre la explotación de los robles por la Marina en la provincia de Santander y noticia acerca de las hayas de la misma provincia*. Madrid, Imprenta de la Gaceta de los Caminos de Hierro. p. 47-70

BRUNET M., BAÑÓN M., GARCÍA F., AGUILAR E., SALADIÉ O., SIGRÓ J., ASÍN J, LÓPEZ D. (2004): *Una aproximación experimental tendente a la minimización*

del sesgo artificial asociado al tipo de garita. La Meteorología y el Clima Atlánticos. Publicaciones de la Asoc. Española de Meteorología. Badajoz. 93-103

BRUNET M., SALADIÉ O., JONES P., SIGRÓ J. AGUILAR E. MOBERG A, LISTER D., WALTHER, A., LÓPEZ D., ALMARZA C. (2006): The development of a new dataset of Spanish daily adjusted temperature series (SDATS) (1850-2003). *Int. J. Climatol.* **26**: 1777-1802

CAMUFFO, D. 2002, Errors in early temperature series arising from changes in style of measuring time, sampling schedule and number of observations. *Climatic Change* **53**: 331-352.

CARRACEDO V., DIEGO C., GARCÍA-CODRÓN J.C., RASILLA D. (2009). *Los incendios forestales*. Barcelona, Da Vinci.

CASADO J.L. (1977) *Breve descripción topográfico-físico-médica de la ciudad de Santander y del terreno comprendido entre su ría y la de Mogro de Juan Martínez, 1826*. Publicaciones del Instituto de Etnografía y Folklore. Vol. V. Santander.

COLLANTES A. E. Y ALFARO A (c.1853). *Diccionario de Agricultura Práctica (1852-1855)* Madrid. Imprenta D. Luis García y D. Antonio Pérez Dubrull.

CONRAD, V. y POLLACK, L.W. (1962). *Methods in Climatology*. Harvard Univ. Press, Cambridge. Massachusetts.

CUADRAT, J.M.; VICENTE-SERRANO, S.M. Y SAZ, M.A. (2005): *Los efectos de la urbanización en el clima de Zaragoza (España): la isla de calor y sus factores condicionantes*. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, **40**: 311-237.

EASTERLING, C; PETERSON, T; KARL, T.: 1996, On the development and use of homogenized climate datasets. *Journal of Climate*. **9**: 1429-1434.

ESCOURROU, G.(1981): *Climat et environnement: les facteurs locaux du climat*. París, Masson.

FERNÁNDEZ, F., LÓPEZ, A. Y ARROYO, F. (1994): *Frecuencia e intensidad de la isla de calor en Madrid. Aportaciones en Homenaje al profesor Luis Miguel Albentosa*, Tarragona, pp. 91-101.

FERNÁNDEZ, F., MONTÁVEZ, J.P.; GONZÁLEZ-ROUCO, J.F. Y VALERO, F. (2004): Relación entre la estructura espacial de la isla térmica y la morfología urbana de Madrid. En: GARCÍA-CODRÓN J.C, DIEGO C.; FERNÁNDEZ P.; GARMENDIA C. Y RASILLA D. (Ed.): *El clima, entre el mar y la montaña*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC) serie A nº 4, pp. 641-650.

FERRER R., RUIZ M. L.(2000): El lago de Campoo. El embalse del Ebro. *Cuadernos de Campoo*, **20**, 15-19.

G^a de PEDRAZA L., GIMENO, J. M. (1985): *Notas para la Historia de la Meteorología en España*. Madrid, INM, Servicio de Publicaciones del Ministerio de Transportes.

GARCÍA-BARRÓN L.; PITA M.F. (2001) Propuesta metodológica para la determinación de inhomogeneidades relativas en las series de observaciones. En PÉREZ-CUEVA, A. J. et al.(Ed.) (2001): *El tiempo del clima*. Asoc. Española de Climatología. Serie A, nº 2, p. 87-95

General Public Licence. <http://www.gnu.org/> [Consulta 3 de noviembre de 2011]

GIL, C. (1992): *Casas para baños de ola y balnearios marítimos en el litoral montañoso, 1868-1936*. Santander. Universidad de Cantabria.

GUIJARRO, J. A. (2004): Climatol: software libre para la depuración y homogeneización de datos climatológicos. En GARCÍA-CODRÓN, J.C. et al. (Eds.) *El Clima entre el Mar y la Montaña*. Asoc. Española de Climatología. Serie A, nº 4, Santander. p 493-502

GUIJARRO, J.A. (2009): *Climatol: Some Tools for Climatology*. <http://webs.ono.com/climatol/climatol.html> [Consulta 11 noviembre 2011]

HERRERA, S. (2010): Climatologías interpoladas de alta resolución: 10 km y 1 km. En: GUTIÉRREZ J.M. (coord.) *Escenarios regionales de Cambio Climático en Cantabria: Termopluiometría*. Santander. Consejería de Medio Ambiente. Gobierno de Cantabria.

- JONES, P.D., MOBERG, A. (2003): Hemispheric and large-scale surface air temperature variations: an extensive revision and an update to 2001. *Journal of Climate*. **16**: 206-221.
- JUNTA GENERAL DE ESTADÍSTICA (1859): *Anuario Estadístico de España de 1858*, Madrid. Imprenta Nacional.
- KRIGE, D. (1951): A statistical approach to some basic mine valuation problems on the Witwatersrand. *J. of the Chem., Metal. and Mining Soc. of South Africa* **52 (6)**: pp. 119-139.
- LEFEVRE G. (1999): *Comparaison d'abris météorologiques, abri modèle 1896*. Rapport d'essai PBBGB017. Trappes. Météo-France,
- LUIS A. (Dir.)(1989): *Aproximación histórica al estudio de los balnearios montañoses 1826-1936*. Santander. Cámara Oficial de Comercio e Industria.
- MARTÍN VIDE J. (2003): *El tiempo y el clima*. Madrid. Ed. Rubes.
- MARTÍN-VIDE, J. (Ed.) (1977): *Avances en climatología histórica en España*. Oikos-Tau. Barcelona.
- MATHERON G. 1971 *The theory of regionalized variables and its applications*. París. Ecole Nationale Supérieure des Mines.
- MESTRE, O. *Methodes statistiques pour l'homogeneisation de longues series climatiques* Thèse Doctorel. Toulouse. Universite Paul Sabatier.
- MOISSELIN, J.M., SCHNEIDER, M., CANELLAS, C., MESTRE, O. (2002) Les changements climatiques en France au XXe siècle. Étude des longues séries homogénéisées de données de température et de précipitations. *La Météorologie* **38**: 45-56.
- MURO, J. I.; NADAL, F.; URTEAGA, L. (1996): *Geografía estadística y catastro en España. 1856-1870*. Barcelona. Ediciones del Serbal, col.: La Estrella Polar. 275 p.
- NINYEROLA, M., PONS, X. ROURE, J.M. (2007): Objective air temperature mapping for the Iberian Peninsula using spatial interpolation and GIS. *Int. J. Climatol.* **27**: 1231-1242 DOI: 10.1002/joc.1462

- OBSERVATORIO DE MADRID (1885): *Resumen de las Observaciones Meteorológicas efectuadas en la Península y alguna de sus islas adyacentes durante el año de 1881*. Madrid. Imprenta de Miguel Ginesta.
- PARKER, E. D. (1995): Maximum and minimum temperatures: a backward and a forward look. *Atmospheric Research* **37**; 3-9
- PETTITT, A.N. (1979): A non-parametric approach to the change-point problem. *Appl. Statist.*, **28(2)**, p 126-135.
- Proyecto R-cran. <http://cran.r-project.org/> [Consulta 3 de noviembre de 2011]
- PUENTE, J.M. (2004) Olas de frío y temporales de nieve en Cantabria en los últimos cien años ¿Un síntoma de cambio climático? Parte I. *Revista del aficionado a la meteorología*. **31**. <http://www.tiempo.com/ram/1997/olas-de-fro-y-temporales-de-nieve-en-cantabria-en-los-ltimos-cien-aos/> [Consulta el 3 de noviembre de 2011]
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2009): *R: A Language and Environment for Statistical Computing*, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria
- R.D. DE 5 DE MARZO (1860). *Gaceta de Madrid*. Nº **68**, Madrid. Imprenta Nacional.
- RASILLA, D. (1999) *Viento del sur y efecto Föhn en la Cordillera Cantábrica*. Madrid. Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento. 302 p.
- RODRÍGUEZ, R. LLASAT, M.C., MARTÍN-VIDE, J. (1999): *Análisis de series temporales en climatología. Modelización y homogeneidad*. Dpto. Geografía y A.G.R. Universidad de Barcelona. Barcelona. 97 p.
- RUIZ URRESTARAZU, Eugenio (dir), Grupo de Climatología de la U.P.V./ E.M.V (1998): *El clima del País Vasco a través de la prensa*. Servicio de Meteorología del Gobierno Vasco. Bilbao. 209 p.
- RUIZ-MORALES M., RUIZ-BUSTOS M. (2000) *Forma y dimensiones de la Tierra. Síntesis y evolución histórica*. Barcelona. Ediciones del Serbal, col.: La Estrella Polar. 428 p.

SAIZ, A. (2004): *Promoción inmobiliaria y crecimiento espacial. Santander, 1955-1974*. Universidad de Cantabria. Santander. 291 p.

SÁNCHEZ F. (2001) Primeras observaciones meteorológicas en España: el papel de la prensa a finales del siglo XVIII y comienzos del XIX. En SABIO A. e IRIARTE I (Coord.) *II Encuentro sobre historia y medio ambiente*. Simposio Internacional. Huesca.

SNEYERS J. (1966): *Sobre el análisis estadístico de las series climatológicas*. OMM. Nota técnica nº **166**

TAN L.S., BURTON S., CROUTHAMEL R, VAN ENGELEN A, HUTCHINSON R, NICODEMUS L, PETERSON, T.C., RAHIMZADEH F. (2004): *Guidelines on Climate Data Rescue*. Ginebra. WMO. Technical Notes **1210**

TOEWS, M. W., WHITFIELD, P. H., AND ALLEN, D. M. (2007). Seasonal statistics: The 'seas' package for R. *Computers & Geosciences*, **33(7)**: 944-951

Von STORCH H., ZWEIRS W. (1999) *Statistical Analysis in Climate Research*. Cambridge Univ. Press. Cambridge. 494 pp.

NO CITADA EN EL TEXTO

AGUILAR, E.; LÓPEZ, J.M.; BRUNET. M; SALADIÉ. O; SIGRÓ, X. ; LÓPEZ, D: (1999) Control de calidad y proceso de Homogeneización de series térmicas catalanas. In RASO NADAL Y MARTÍN VIDE Ed. *La climatología española en los albores del s. XXI*. Oikos-Tau, Barcelona, pp. 15-24.

ALBENTOSA SÁNCHEZ, L. M. (1976): La aplicación del método estadístico en climatología: 105 años de lluvias en Barcelona (1866-1970). *Revista de Geografía* Tomo IX, nº 1 y 2, p. 59-77.

ALBENTOSA SÁNCHEZ, L. M. (1977): Evolución histórica del concepto de clima y métodos de estudio. *VII Jornadas de la A.M.E. Madrid*.

ALEXANDERSSON, H.; MOBERG, A. (1997): Homogeneization of Swedish temperature data. Part I: Homogeneity test for linear trends. *Int. J. of Climatology*. 17: 25-34.

ALMARZA MATA, C. BALAIRÓN, L (Coord.) (2000) Variaciones climáticas en España. Época instrumental. In: BALAIRÓN (Comp.) El cambio climático. *El campo de las ciencias y las artes* Nº 137, Sv. Estudios del BBVA, Madrid, p 69-84.

ALMARZA MATA, C. CHAZARRA, A., PERAZA, B. (1999) Adaptación del S.P.I. para el Análisis de la variabilidad intra anual de periodos secos. In RASO NADAL Y MARTÍN VIDE, Ed. *La climatología española en los albores del s. XXI*. Oikos-Tau, Barcelona, p. 25-31.

ÁLVAREZ USABIAGA, J.I. (1989) Variaciones observadas en el observatorio de Igueldo en 60 años. In ÁLVAREZ USABIAGA (Comp) *Cambio climático y medio ambiente. XX Jornadas de la Asociación Meteorológica Española*, San Sebastián, p. 102-116.

- ÁLVAREZ USABIAGA, J.I. (Comp.) (1989) *Cambio climático y medio ambiente. XX Jornadas de la AME 1989*. Caja Guipúzcoa, San Sebastián, pp. 279.
- ANCELL TRUEBA, R. (2009): *Aportaciones de las Redes Bayesianas en Meteorología*. Tesis Doctoral. Universidad de Cantabria.
- ARASTI BARCA, E. (2001) *Estudio de la galerna típica del Cantábrico*. Mº de Medio Ambiente. Serie Monografías, Madrid, pp. .
- AREITO PIEDRA, J. MUÑOZ, TORRIJO, JIMÉNEZ (1995) Las galernas del Cantábrico, un riesgo poco frecuente. In CREUS NOVAU (Ed) *Situaciones de riesgo climático en España. Soc. Geógr. Esp. CSIC. Inst. Pirenaico de Ecología*, Jaca, pp. 197-207.
- ASCASO LIRIA, A. (1969) *Acerca de las vicisitudes del Observatorio Meteorológico de la ciudad de Zaragoza. Esquema histórico*. Sansueña, Zaragoza, pp. 53.
- AYALA-CARCEDO, F. J. y OLCINA CANTOS, J. (Coord.) (2002): *Riesgos naturales*. Ariel. Colección Ciencia. 210 pp.
- BALAIRÓN, L (Coord.) (2000): El cambio climático. *El campo de las ciencias y las artes* Nº 137, Sv. Estudios del BBVA, Madrid.
- BÁRCENA, P. Y GARMENDIA, C. (1999) Estudio de las avenidas en Cantabria: frecuencia, intensidad y tipología. In RASO NADAL Y MARTÍN VIDE (Ed.) *La climatología española en los albores del s. XXI*. Oikos-Tau, Barcelona, pp. 43-52.
- BARNETT, J. (2009) The prize of peace (is eternal vigilance): a cautionary editorial essay on climate geopolitics. *Climatic Change*, **96**,1-6.
- BARRIENDOS VALLVÉ, M. (1994) *Climatología histórica de Catalunya. Aproximación a sus características generales (ss. XV-XIX)*. Tesis Doctoral *Inédita*. Dpto. de Geografía Física y Análisis Geo. Regional, Universidad de Barcelona, pp. 500.

BARRIENDOS VALLVÉ, M. (1995) La Climatología Histórica en el estudio de los riesgos climáticos. El episodio de Noviembre de 1617 en Catalunya. in CREUS NOVAU, (Ed.) *Situaciones de riesgo climático en España*. Soc. Geógr. Esp. CSIC. Inst. Pirenaico de Ecología, Jaca, pp. 73-83.

BARRIENDOS VALLVÉ, M. (1996) El clima histórico de Catalunya (siglos XIV-XIX). Fuentes, métodos y primeros resultados. *Revista de Geografía* Vol. 30-31: 69-96.

BARRIENDOS VALLVÉ, M. (2000) La climatología histórica en España. Primeros resultados y perspectivas de la investigación. In GARCÍA CODRÓN, (Coord.) *La reconstrucción del clima de época preinstrumental*, Santander, p. 15-56.

BARRIENDOS VALLVÉ, M. PEÑA, PROHOM, RODRIGUEZ, ESTEBAN (1999) Aportaciones recientes en la serie meteorológica instrumental más antigua de España. La presión media mensual (Barcelona 1780-1998) In RASO NADAL Y MARTÍN VIDE, Ed. *La climatología española en los albores del s. XXI*. Oiko-Tau, Barcelona, p. 63-72.

BARRY, R.G. (1981): *Mountain weather and climate*. Methuen, London-New York, p. 313.

BARRY, R.G.; CHORLEY, R.J. (1984) *Atmósfera, tiempo y clima*. OMEGA, Barcelona, p. 499.

BELTRANDO, G. (2000) La climatologie: une science géographique. *L'information géographique 3 Sedes/HER*, Lille, p. 241-261.

BENISTON, M. (ED) BARRY, R.G.; (1994) *Mountain environments in changing climates*. Routledge, Londres, p. 461.

BENISTON, M.; DÍAZ, H.F.; BRADLEY, R.S. (1997). Climatic change at high elevation sites: an overview. *Climatic Change* 36: 233-251, 1997.

- BERGER, A.L. (1992) Astronomical theory of paleoclimates and the last Glacial-Interglacial cycle. *Quaternary Science Review*. **11**: 571-581.
- BIGOT, S. (2002) Détection des discontinuités temporelles au sein des séries climatiques : point méthodologique et exemple d'application. *Actes des Journées de climatologie de la Commission Climat et Société" du Comité National Français de Géographie. Strasbourg, 21-23 mars 2002*. p. 27-47
- BLÁZQUEZ, A. (1891) El clima de España. *Boletín de la Real Sociedad Geográfica* 1^{er} Semestre, Madrid, p. 315-332.
- BÖHM, R.; JONES, P.D., HIEBL, J.; FRANK, D.; BRUNETTI, M.; MAUGERI, M. (2010) The early instrumental warm-bias: a solution for long
- BOULIGAND, R. TABEAUD, M. (1999) Les types de circulation atmosphériques à surcotes à Brest. *Annales géographiques* 607 Armand Colin, p. 227-238.
- BOX, G.E.P.; JENKINS, G.M. (1976): Time series analysis. Forecasting and Control. Holden-Day, S.Francisco.
- BRADLEY, R.S. (1984): *Quaternary Paleoclimatology. Methods of Paleoclimatic Reconstruction*. Allen & Unwin Inc., Boston, p. 472.
- BRADLEY, R.S.; JONES, P.D. (1992): *Climate Since A.D. 1500*. London. Routledge. p 706.
- BRÁZDIL, R.; WHEELER, D.; PFISTER, C. (2010). European climate of the past 500 years based on documentary and instrumental data. *Climatic Change*. **101**:1-6
- BRUNET, M.; AGUILAR, E.; SALADIE, O.; SIGRÓ, J.; LÓPEZ, D. (1999): Evolución térmica reciente de la región catalana a partir de la construcción de series climáticas regionales. In RASO NADAL Y MARTÍN VIDE Ed. *La climatología española en los albores del s. XXI*. Oikos-Tau, Barcelona, pp. 91-102.

BRUNET, M.; AGUILAR, E.; SALADIÉ, O.; SIGRÓ, J.; LÓPEZ, D. RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ, F. (Coord.) (2001) La evolución de las temperaturas en el Nordeste de España desde la segunda mitad del s. XIX hasta el presente. *Actas del XVIII Congreso de Geógrafos Españoles* Univ. de Oviedo. Dpto. de Geografía, Oviedo, pp. 140-143.

BRUNETTI, M MAUGERI, M.; NANNI, T. (2000): Variations of temperature and precipitation in Italy from 1866 to 1995. *Theoretical and applied climatology* Vol **65**: 165-174.

CAMUFFO, D.; BERTOLIN, C.; BARRIENDOS, M.; DOMINGUEZ-CASTRO, F.; COCHEO, C.; ENZI, S.; SGHEDONI, M.; DELLA VALLE, A.; GARNIER, E.; ALCOFORADO, M.J.; XOPLAKI, E.; LUTERBACHER, J.; DIODATO, N.; MAUGERI, M.; NUNES, M. F.; RODRIGUEZ R. (2010): 500-years temperature reconstruction in the Mediterranean Basin by means of documentary data and instrumental observations. *Climatic Change*. **101**:169-199

CAPEL MOLINA, J.J. (1976): *El clima de la cuenca baja del Guadalquivir*. Tipos de tiempo. Tesis Doctoral nº 109, Universidad de Granada.

CAPEL MOLINA, J.J. (1998) Modelos de circulación que afectan a la España atlántica y precipitaciones asociadas. *Revista de Geografía* Vol. **32/33**; p. 45-65.

CAPEL MOLINA, J.J. (2000) *El clima de la Península Ibérica*. Ariel, Barcelona, pp. 281.

CAPÓ E.; LLASAT M.C Y QUINTAS S, L. (1999): Caracterización pluviométrica espacio-temporal de España dentro del proyecto AMHY/FRIEND. In RASO NADAL Y MARTÍN VIDE Ed. *La climatología española en los albores del s. XXI*. Oikos - Tau, Barcelona, pp. 123-129.

CARREGA P.; DAUPHINE, A. (1984): Les températures décadaires à Lisbonne et Marseille. Études de longues séries. *Revue de Géographie de l'Est*. **1**: 65-78.

- CASALS, J.M. (1984) *Distribución de las precipitaciones. Tablas de la función Gamma incompleta simplificadas y adaptadas a la Climatología*. INM-Pub. E-23, Madrid, pp. 42.
- CASTILLO REQUENA, J. M. (1989) *El clima de Andalucía*. Instituto de Estudios Almerienses, Almería.
- CHATFIELD, C. (1984): *The analysis of time series, an introduction*. Chapman and Hall, New York. pp. 333
- CHOI, Y.; JUNG, H.S.; NAM, K. and KWON, W.T. (2003): Adjusting urban bias in the regional mean surface. *Int. J. Climatol.* **23**: 577-591
- CHOISNEL, E. (1981): Notions d'échelle en climatologie. *La météorologie VII* ; 4: 44-52.
- COANTIC, M. (1979): Les échanges océans-atmosphère: quelques certitudes et incertitudes. *La météorologie VI* ; n° 16: 87-101.
- COMITÉ DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES DEL INSTITUTO DE LA INGENIERÍA DE ESPAÑA (1998): *Energía y Cambio climático*. M° Medio Ambiente, Madrid, pp. 174.
- CORTEMIGLIA, G.C.; RAPETTI, F.; VITI, F. (2011) : Analisis climatica della serie termopluviometrica storica (1813-2008) rilevata nell' Osservatorio Merteorologico Ximeniano di Firenze. *Riv. Geogr. Ital.* **118**: 83-114.
- CREUS NOVAU, J. (1983): *El clima del Alto Aragón occidental*. Instituto de Estudios Pirenaicos, Jaca.
- CREUS NOVAU, J. (Ed) (1995) Situaciones de riesgo climático en España. *Asoc. Geógr. Esp.* CSIC. Inst. Piren. de Ecología, Jaca, pp. 327.
- CUADRAT, J. M^a; PITA, M^a. F. (1997) *Climatología*. Cátedra, Madrid, pp. 495.

DAI, A.; FUNG, I.; DEL GENIO, A. (1997) Surface Observed Global Land Precipitation Variations during 1900-88. *Journal of Climate*. **10**: 2943-2962.

DANTÍN CERECEDA, J. (1941) El ciclón del 15-16 de Febrero de 1941 sobre la Península Ibérica. *Estudios Geográficos*. CSIC, Madrid, pp. 131-141.

DAUPHINÉ, A.; DURAND-DASTÈS, F.; DE SAINTIGNON, M.F. (1981) Informatique et statistique en climatologie géographique. *Informatique et sciences humaines*. **58**: 75-86.

DAVIES, T. D; (1999): Homogenization techniques for European monthly mean surface pressure series. *Journal of Climate* **12**(8-2): 2658-2672.

DELANNOY, H.; LECOMPTE, M. (1980): Utilisation de l'analyse factorielle des correspondances pour l'étude des précipitations quotidiennes: un exemple au Maroc. *Méditerranée*. **4**: 29-36.

DELANNOY, H.; LECOMPTE, M. (1982): Introductions à l'étude des relations entre les températures des eaux océaniques et les précipitations côtières marocaines. *Norois* **116**: 535-545.

DION, J. (1972): Étude fréquentielle des précipitations mensuelles du Nord-Est de la France. *Rev. Geo. de l'Est*. Tome XII, (2 y 3): 175-223.

DIR. GRAL INST. GEOGR. Y ESTADÍSTICO (1912): Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península y algunas de sus islas adyacentes durante el año 1910. Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico, Madrid.

DOMINGUEZ-CASTRO, F.; GARCÍA-HERRERA, R.; RIBERA, P.; BARRIENDOS, M. (2010). A shift in the spatial pattern of Iberian droughts during the 17th century. *Climate of the past* **6**: 1111-1137

DOMS, F.P. (1989) *Estadística Elemental*. Paraninfo, Madrid, pp. 184.

DOUGUEDROI, A. (2004): *L'évolution de la climatologie pendant le dernier demi-siècle. Actes du Colloque "Climat, mémoire et temps", Caen, 8-10 Septembre 2004, pp. 23-25.*

DOUGUEDROIT, A.; SAINTIGNON, M. F. (1974): A propos des Alpes françaises du sud. Un nouveau mode de représentation des températures moyennes en montagne: l'orothermogramme. *Revue de Géographie Alpine* LXII, p. 204-217.

DOUGUEDROIT, A.; SAINTIGNON, M. F. (1976): Décroissance des températures en montagne de latitude moyenne: exemple des Alpes françaises du Nord. *Revue de Géographie Alpine*. p. 483-494.

DOUGUEDROIT, A.; SAINTIGNON, M. F. (1970): Méthode d'étude de la décroissance des températures en montagne de latitude moyenne: exemple des Alpes françaises du Sud. *Revue de Géographie Alpine* LVIII. p. 452-472.

DRIVER, T.S.; CHAPMAN, G.P. (Eds.) (1996): *Time-scales & environmental change*. Routledge, New York, pp. 275.

DUPLESSY, J. C. (2001): État des connaissances et incertitudes sur le changement climatique induit par les activités humaines. *Earth and Planetary Sciences*. **333**: p. 765-773.

EASTERLING D.; PETERSON T. (1995) : A new method for detecting undocumented discontinuities in climatological time series. *Int. J. Climatol.*, 15, 369-377.

ELÍAS CASTILLO, F.; RUIZ BELTRÁN, L. (1979): *Precipitaciones máximas en España. Estimaciones basadas en métodos estadísticos*. Madrid. Icona. Monografías, n° 21, p. 537.

ESCOURROU, G. (1978): *Climatologie pratique*. Masson, Paris. p. 172

ESCOURROU, G. (1981): *Climat et environnement. Les facteurs locaux du climat*. Masson, Paris, pp. 182.

FERNÁNDEZ CUESTA, C.; FUENTES GARCÍA, F. (1995) *Curso de Estadística Descriptiva*. Barcelona. Ariel, , pp. 519.

FERNÁNDEZ GARCÍA, F. (1995) *Manual de Climatología Aplicada*. Madrid, Síntesis, pp. 285.

FLOHN, H.; FANTECHI, R. (1984): *The climate of Europe: past, present and future*. Kluwer Ac. Pub. Holanda, p. 356.

FONT TULLOT, I. (1984) *Climatología de España y Portugal*. INM, Madrid, p. 422.

FONT TULLOT, I. (1988) *Historia del clima de España. Cambios climáticos y sus causas*. INM-Pub. A-123, Madrid, p. 296.

GALÁN, E. CAÑADA, R; RASILLA, D; FERNÁNDEZ, F; CERVERA, B. (1999): Evolución de las precipitaciones anuales en la meseta meridional durante el s. XX. In RASO NADAL Y MARTÍN VIDE Ed. *La climatología española en los albores del s. XXI*. Oikos - Tau, Barcelona, pp. 169-180.

GALBÍS Y RODRÍGUEZ, J. (1911): *Instrucciones para el Servicio Pluviométrico*. Madrid.

GARCÍA CODRÓN, J.C. (1989) Los microclimas urbanos y las ciudades cantábricas; papel de los factores locales. In ÁLVAREZ USABIAGA (Comp). *Cambio climático y medio ambiente. XX Jornadas de la AME.*, San Sebastián, pp. 55-79.

GARCÍA CODRÓN, J.C. (1996) *Un clima para la historia, una historia para el clima*. Univ. de Cantabria, Santander, pp. 95.

GARCÍA CODRÓN, J.C. (Coord.) (2000) *La reconstrucción del clima en época preinstrumental*. Univ. Cantabria, Santander, pp. 212.

GARCÍA DE PEDRAZA, L. (1989): Singularidades climáticas del País Vasco. In ÁLVAREZ USABIAGA, (Comp). *Cambio climático y medio ambiente. XX*

Jornadas de la Asociación Meteorológica Española , San Sebastián, pp. 229-241.

GARCÍA DE PEDRAZA, L.; GIMÉNEZ DE LA CUADRA, J.M. (1985) *Notas para la Historia de la Meteorología en España*. INM-Pub. A-104, Madrid, pp. 144.

GARCÍA-RUIZ, J.M., EDR. (1990) *Geoecología de las áreas de montaña*. Geoforma Editores, Logroño, pp. 337.

GARMENDIA, J.; TOMÁS, C.; LABAJO, J. (Eds.) (1989) *Meteorología y climatología Ibéricas*. XVII Jornadas de la AME. Univ. Salamanca. Svcio. Pub., Salamanca, pp. 259.

GARMENDIA, M.I.; PÉREZ, C.; RODRÍGUEZ, C.; GARMENDIA, J. (1989) Factores determinantes de la precipitación anual en la vertiente cantábrica In GARMENDIA ET AL. (EDS.) *Meteorología y climatología ibéricas. Actas de la XVII Jornadas de la AME*. Univ. Salamanca, Salamanca, pp. 113-117.

GERSTENGARBE, F.-W. ; WERNER, P. C. (2009) A short update on Koeppen climate shifts in Europe between 1901 and 2003. *Climatic Change*. **92**:99-107

GIL OLCINA A. y OLCINA CANTOS, J. (1977). *Climatología general*. Barcelona, Ariel.

GLASER, R; RIEMANN, D; SCHÖNBEIN, J; BARRIENDOS, M; BRÁZDIL , R; BERTOLIN, C; CAMUFFO, D; DEUTSCH, M; DOBROVOLNÝ, P; VAN ENGELEN, A; ENZI, S; HALI CKOVÁ, KOENIG, S; KOTYZA, O; LIMANÓWKA, D.; MACKOVÁ, J.; SGHEDONI, M; MARTIN B; HIMMELSBACH, I. (2010) The variability of European floods since AD 1500. *Climatic Change*. **101**:235-256

GÓMEZ NAVARRO, L.; MARTÍN VIDE, J. RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ, F. (Coord.) (2001) Regionalización de la España peninsular según la longitud de las secuencias secas. *Actas del XVIII Congreso de Geógrafos Españoles*. Univ. de Oviedo. Dpto. de Geografía, Oviedo, p. 165-168.

GONZÁLEZ FRADES, L.J. (1891) *Resumen de las observaciones realizadas desde el año 1851 hasta 1890, inclusive*. Est. Met. De Oviedo, Oviedo

GONZÁLEZ QUIJANO, P.M. (1946) Mapa pluviométrico de España. CSIC, Madrid, pp. 574.

GONZÁLEZ PELLEJERO, R. (1992): Los primeros mapas modernos de vegetación de España: los Bosquejos Dasográficos de Asturias y Santander (1862). *Ería*. 27:5-19.

GONZÁLEZ PELLEJERO, R.; ÁLVAREZ CAÑADA, A. (2004): El Mapa Forestal de España, una obra secular (1868-1966) concluida por Luis Ceballos. *Ería*. 64-65: 285-318.

GROISMAN, P. & EASTERLING, D. (1994): Variability and Trends of Total Precipitation and Snowfall over the United States and Canada. *Journal of Climate*, 7, p. 184-205

GROUPE CHADULE (1974) *Initiation aux méthodes statistiques en géographie*. Masson, París, pp. 192.

GUIJARRO J.A., (1998): Influencia de la urbanización en las series termométricas de Baleares. *IV Reunión de Climatología: "El clima y el factor urbano"*(Madrid, 27-28 Feb. 1998) p. 305-314.

HANSON, S.; NICHOLLS, R.; RANGER, N; HALLEGATTE, S; CORFEE-MORLOT, J; HERWEIJER, C; CHATEAU, J. (2011): A global ranking of port cities with high exposure to climate extremes. *Climatic Change* 104:89-111

HEINO, R. (1999) Homogeneity of the long-term urban data records. *Atmospheric Environment*, 33(24-25): 3879-3883.

HENDERSON-SELLERS, A; ROBINSON P.J. (1985) *Contemporary Climatology*. Jonh Wiley & Sons, New York, pp. 436.

- HERNÁNDEZ, E.; LABAJO, A. (1979) Estudio de la precipitación por un modelo de cadena de Markov. *3ª Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica Vol-2*, Comisión Nac. de Geodesia y Geofísica, pp. 961-977.
- HOUGHTON, J.T. (1992) Física de las atmósferas planetarias. INM (1º Ed. en Español), Madrid, pp. 271.
- HUERTA FERNÁNDEZ, F. (1984) *Bibliografía meteorológica española*. INM-Pub. E-2, Madrid, p. 458.
- HUERTA FERNÁNDEZ, F. (1990) *Catálogo de cuarenta y seis años (1944-1989) de la lluvia diaria en la vertiente atlántica y su interpretación climatológica y sinóptica*. INM Pub. A-137, Madrid, p. 115.
- HUERTA LÓPEZ, F. (1984) *La lluvia media de la España peninsular en el periodo 1931-1960*. INM Pub. A-95, Madrid, p. 26.
- IBÁÑEZ, J.J. Y MACHADO, C., (Eds.) (1995): *Análisis de la variabilidad espacio-temporal y procesos caóticos en ciencias medioambientales*. Geoforma Editores, Logroño, pp. 308.
- INM (1995) *Valores normales y estadísticos de estaciones principales, 1961-1990*. Santander-Centro. INM Pub. K-63, Madrid, pp. 56.
- INSTITUTO Y OBSERVATORIO DE LA MARINA (1911) *Instrucciones para las observaciones de las costas*. Sección Tipográfica del Observatorio de San Fernan, San Fernando (Cádiz), pp. 31.
- IZQUIERDO, M. J. (1998) Temporal behaviour of the annual mean pressure on the Northern Spanish Plateau between 1945 and 1994. *International Journal of Climatology* 18(6) May 1998, Chichester, UK, pp. 637-647.
- JAMES, I.N. (1995) *Introduction to circulating atmospheres*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, pp. 422.
- JANSÁ GUARDIOLA, J.M. (1969) *Curso de Climatología*. INM-Pub. B-19, Madrid, pp. 446.

- JONES, D.E. (1986) Daily Central England temperature: recently constructed series. *Weather*, **42-5**: 130-133.
- JONES, P. D.; BRADLEY, R.S. (1992) Climatic variations in the longest instrumental records. In Bradley & Jones (Eds.) (1992) *Climate since A.D. 1500*. Routledge, Londres, pp. 246-268.
- JONES, P. D.; NEW, M. ; PARKER, D. E.; MARTIN, S. ; RIGO, I. G. (1999): Surface air temperature and its changes over the past 150 years. *Reviews of Geophysics* **37 (2)**: 1 73-199.
- JONES, P. D.; OGILVIE, A. E. J.; DAVIES, T. D.; BRIFFA, K. R. (2001) History and Climate: Memories of the Future?. Kluwer Academic Press. pp. 310.
- JONES, P.D., KELLY, P.M.; GOODESS, M. (1989) The Effect of Urban Warming on the Northern Hemisphere Temperature Average. *J. of Climate*. **2**: 285-290
- JONES, P.D.; WIGLEY, T.M.L. (2010). Estimation of global temperature trends: what's important and what isn't. *Climatic Change*. **100**:59-69
- KHALIQA, M.N.; OUARDAB, T.B.M.J. (2007): On the critical values of the standard normal homogeneity test (SNHT). *Int. J. Climatol*. **27**: 681-687.
- KNIGHT, J. R., C. K. FOLLAND, AND A. A. SCAIFE (2006), Climate impacts of the Atlantic Multidecadal Oscillation, *Geophys. Res. Lett.*, **33**.
- LAMARQUE, PHILIPPE JOURDAIN, SYLVIE (1994) Élaboration de longues séries climatologiques homogènes pour L'étude de L'évolution climatique. *La Météorologie* **8(7)**: 61-68.
- LAMB, H. (1979) *Climate: present, past and future*. Methuen, London-New York, pp. 613.
- LAMB, H. (1982) *Climate history and de Modern World*. Methuen & Co. Ltd, London, pp. 387.

LAMB, H. FRYDENDAHL, K. (1991) *Historic storms of the North Sea, British Isles, and Northwest Europe*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, pp. 204.

LANA, X.; MARTÍNEZ, M.D.; BURGUEÑO, A.; SERRA, C.; MARTÍN-VIDE, J. and GÓMEZ, L. (2008): Spatial and temporal patterns of dry spell lengths in the Iberian Peninsula for the second half of the twentieth century. *Theoretical and Applied Climatology*, **99**: 99-116.

LAUTENSACH, H. (1971) *La precipitación en la Península Ibérica*. INM (Ed. en Español), Madrid, pp. 36.

LE ROY LADURIE, E (1983) *Historia del clima desde el año mil*. Fondo de Cultura Económico, México, pp. 522.

LEIJONHUFVUD, L.; WILSON, R.; MOBERG, A.; SÖDERBERG, J.; RETSÖ, D.; SÖDERLIND, U. (2010) Five centuries of Stockholm winter/spring temperatures reconstructed from documentary evidence and instrumental observations. *Climatic Change*. **101**:109-141

LEROUX, M. (1996) *La dynamique du temps et du climat*. Masson, Paris, pp.415 .

LINÉS ESCARDÓ, A. (1981) *Perturbaciones típicas que afectan a la Península Ibérica y precipitaciones asociadas*. INM Pub. A-90, Madrid, pp. 64.

LINÉS ESCARDÓ, A. (1990) *Cambios en el sistema climático*. INM-Pub. A-137, Madrid, pp. 125.

LÓPEZ GÓMEZ, A. (Coord.) (1993) *El clima de las ciudades españolas*. Cátedra, Madrid, pp. 268.

LÓPEZ MARTÍN, F. & LASAOSA SÁNCHEZ, M. SABIO ALCUTER, A. & IRIARTE GOÑI, I. (Coord.) (2001) Los cronistas como fuente de la climatología histórica. El ejemplo de Pedro Villacampa. *II encuentro sobre Historia y Medio Ambiente. Simposio Internacional Instituto de Estudios Altoaragoneses*. Dpto. de Historia, Huesca, pp. 58-66.

LORENTE, J.M. (1955) Series de precipitaciones atmosféricas anuales sobre España peninsular (1881-82 a 1954-55). *Revista de Geofísica* **55**

LORENTE, J.M. (1952) Casi cien años de observaciones de la temperatura en Madrid. *Calendario Meteorofenológico S.M.N.*, Madrid.

LORENTE, J.M. (1961) Un siglo de Observaciones de temperatura media anual en España. *Calendario Meteorológico I.N.M.*, Madrid, pp. 133-138.

LORENTE, J.M. (1968) Variaciones de la temperatura media anual en España. *Calendario Meteorofenológico S.M.N.*, Madrid, pp. .

MANLEY, G. (1953) The mean temperature of Central England, 1698-1952. *Q.J.R. Meteorological Society* **79**: 242-261.

MANLEY, G. (1974) Central England temperatures: monthly means 1659 to 1973. *Q.J.R. Meteorological Society* **100**: 389-405.

MANRIQUE, E. FERNANDEZ-CANCIO, A. (2000) Extreme climatic events in dendroclimatic reconstructions from Spain. *Climatic Change* Vol. **44**: 123-138.

MARISCAL ÁLVAREZ, B. (1986) Reconstrucción de la paleoflora y de la paleoclimatología durante el Holoceno en la zona oriental de la Cordillera Cantábrica. *Simpósio sobre fluctuaciones climáticas cuaternarias en el Mediterráneo Occidental 1986* Univ. Autónoma, Madrid.

MARTÍN LOBO, M. (1965) Veinticinco años de paz octaviana en los montes españoles. *Montes* Año XXI, nº **122**, pp. 131-145.

MARTÍN VIDE, J. (1987) *Característiques climatològiques de la precipitació en la franja costera mediterrània de la Península Ibèrica*. Institut Cartogràfic de Catalunya, Barcelona, pp. 245.

MARTÍN VIDE, J. (1991) *Fundamentos de climatología analítica*. Síntesis, Madrid, pp. 157.

MARTÍN VIDE, J. (Ed.) (1997) *Avances en climatología histórica en España*. Oikos-Tau, Barcelona, pp. 223.

MARTÍN VIDE, J.; BARRIENDOS VALLVÉ, M. (2000) El clima del pasado: la perspectiva histórica. In: BALAIRÓN (Comp.) *El cambio climático. El Campo de las Ciencias y las Artes* nº 137: 49-66. Svc. de Estudios del BBVA, Madrid

MARTIN, S.; MOUNNIER, J.; MARCHAND, J.P. (1981) Variations pluviométrique durant la dernière période séculaire en Europe occidentale. *La Houille Blanche* 7: 581-588.

MARTÍNEZ MOLINA, I. (1986) Estadística (Aplicada a la Hidrometeorología). INM-Pub. D-47, Madrid, pp. 212.

MARTÍNEZ MOLINA, I. GARCÍA-LEGAZ MARTÍNEZ, C. (1984) Hipótesis estadísticas en Climatología. INM Pub. A-87, Madrid, pp. 40.

MARTÍN-VIDE, J. (1996). Decálogo de la pluviometría española. In. MARZOL, M^a. V.; DORTA, D. Y VALLADARES (Eds.). *Clima y Agua. La gestión de un recurso climático*. pp. 15-24.

MARTÍN-VIDE, J.; BARRIENDOS, M. (1995): The use of rogation ceremony records in climatic reconstructions: a case study from Catalonia (Spain). *Climatic Change*, 30: 201-221.

MARTIN VIDE, J. y OLCINA CANTOS, J. (1996): *Tiempos y climas mundiales*. (Climatología a través de mapas del tiempo e imágenes de satélite). Oikos-Tau, Barcelona, 308 pp.

MARTIN-VIDE, J. (2004): Spatial distribution of daily precipitation concentration index in Peninsular Spain. *International Journal of Climatology*, 24: 959-971.

MARTIN-VIDE, J.; LOPEZ-BUSTINS, J.A. (2006): The Western Mediterranean Oscillation and rainfall in the Iberian Peninsula. *International Journal of Climatology*, 26 (11): 1455-1475.

MARTÍN-VIDE, J. (2009): Conceptos previos y conceptos nuevos en el estudio del cambio climático reciente. *Investigaciones Geográficas*, **49**, p: 51-63.

MATEO GONZÁLEZ, P. (1954) Determinación de los promedios pluviométricos en una estación con escaso número de datos. *Boletín mensual climatológico SMN*, Madrid, pp. 2-3.

MATEO GONZÁLEZ, P. (1959) *Termometría de Asturias*. S.M.N. Pub. A-31, Madrid, pp. 124.

MATEO GONZÁLEZ, P. (1965) (1) *Distribución de las frecuencias de las cantidades de precipitación en el norte de España* y (2) *Persistencia de los días con precipitación y sin precipitación en Gijón. (Costa cantábrica de España)*. INM- Pub. A-39 y A-40, Madrid, pp. 60 + 27.

MATEO GONZÁLEZ, P. (1967) *Un estudio de las temperaturas diarias de Gijón, (Costa cantábrica española)*. SMN Pub A-45, Madrid, pp. 34.

MATEO GONZÁLEZ, P. (1973) Observatorios meteorológicos de Asturias. *Gran Enciclopedia Asturiana* Vol. 10.

MATEO GONZÁLEZ, P. (1983) *Series Termométricas de la antigua estación Meteorológica de Oviedo*. INM-Pub. A-73, Madrid, pp. 47.

MATEO GONZÁLEZ, P. (1984) *Vientos violentos en el Observatorio de Oviedo*. INM Pub. A-98, Madrid, pp. 37.

MEDINA ISABEL, M. (1974) Meteorología del Cantabrico. Partes I,II,III y IV. *Revista de Meteorología Marítima* Vol. **15, 16, 17, y 18**. Madrid.

MEDINA ISABEL, M. (1976) *Meteorología básica sinóptica*. Paraninfo, Madrid, pp. 320.

MISHRA, V., AND D. P. LETTENMAIER (2011), Climatic trends in major U.S. urban areas, 1950-2009, *Geophys. Res. Lett.*, **38**, L16401, doi:10.1029/2011GL048255.

MOBERG, A.; ALEXANDERSSON, H. (1997) Homogeneization of Swedish temperature data. Part II: Homogenized gridded air temperature compared with a subset of global gridded air temperature since 1861. *Int. J. of Climat.* Vol 17. 1997 Royal Met. Soc., pp. 35-54.

MOISSELIN, J. M.; SCHNEIDER, M.; CANELLAS, C.; MESTRE, O. (2002): Les changements climatiques en France au XXe siècle Étude des longues séries homogénéisées de données de température et de précipitations. *La Météorologie*. **38**: 45-56.

MORENO MORAL, G. (1981) Notas preliminares para una climatología de Cantabria. *Anales del Instituto de Estudios Agropecuarios* Vol. **IV**, 1979-80 Ins. Cultural de Cantabria, Diputación Provincial, Santander, pp. 59-79.

MOUNIER, J. (1977) Aspects et fréquences de la sécheresse en Bretagne: essai de définition de la sécheresse en Europe océanique. *Rev. Géo. Lyon* ,Fasc.2, pp. 168-176.

MOUNIER, J. (1979) La diversité des climats océaniques de la péninsule ibérique. *La Météorologie VI*, n° **16**, pp. 205-227.

MOUNIER, J. (1979) *Les climats océaniques des régions atlantiques de l'Espagne et du Portugal*. Atelier Repro, Lille 3, Rennes, pp. 1221.

MUÑOZ JIMÉNEZ, J. (1982) El clima. In VV. AA: *Geografía de Asturias*. Tomo 1º,pp. 94-189.

NANNI, T (1998) Precipitation in Italy from 1833 to 1996. *Theoretical and Applied Climatology* **61**(1-2) 55-68.

OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE MADRID (1861-1863-1864): *Tablas barométricas, hipsométricas, termométricas y psicrométricas*. Anuario del

Real Observatorio Astronómico de Madrid 1861-1863-1864 Real Obs.Astr. Madrid, Madrid, pp. 120-168/126-128/125-160.

OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE MADRID (1865/1866) *Tablas meteorológicas*. Anuario del Real Observatorio Astronómico de Madrid 1865/1866 Real Obs.Astr. Madrid, Madrid, pp. 153-192/137-153.

OLCINA CANTOS, J. (1994): *Riesgos climáticos en la Península Ibérica*. Libros Penthalon. Madrid, 317 pp.

OLCINA CANTOS, J. y MARTÍN VIDE, J.(1999): *La influencia del clima en la historia*. Arco/libros. Colección Cuadernos de Historia. Madrid, 96 pp.

OLCINA-CANTOS, J. (2009): Cambio climático y riesgos climáticos en España. *Investigaciones Geográficas*, 49, p: 197-220

ORTEGA VALCÁRCEL, J. (2000) *Los horizontes de la Geografía*. Ariel, Barcelona, pp. 604.

ORTEGA VILLAZÁN, M^a. T. (1992) *El clima del sector norte de la Cordillera Ibérica*. Univ. Valladolid, Valladolid, pp. 359.

PAGNEY, P. (1973) *La climatologie*. oikos tau, , pp. 126.

PARKER, D.E. (1995): Maximum and minimum temperatures: a backward and a forward look. *Atmospheric Research* 37, p. 3-9

PEINADO SERNA, A. (1985) *Lecciones de Climatología*. Conceptos y técnicas. INM, pp. 111.

PEJENAUTE GOÑI, J. M^a. (1991) *Tipos de tiempo y clima de las comarcas navarras*. Diputación Foral de Navarra, Pamplona.

PEÑA SÁNCHEZ DE RIVERA, D. (1986) *Estadística. Modelos y métodos. Fundamentos*. Alianza Universidad Textos, Madrid, pp. 402.

PEÑA SÁNCHEZ DE RIVERA, D. (1986) *Estadística. Modelos y métodos. Modelos lineales y series temporales*. Alianza Universidad Textos, Madrid, pp. 745.

PEÑA SÁNCHEZ DE RIVERA, D. (2001) *Fundamentos de Estadística*. Alianza Editorial, Manuales Ciencias Sociales, Madrid, pp. 683.

PETERSON, T. C. RUSSELL, V., SCHMOYER, R., Y RAZUMAËV, V. (1998) Global historical climatology network (GHCN) quality control of monthly temperature data. *Int. J. of Climatol.* **18** :1169-1179.

PETERSON, T.C.; EASTERLING, D.R. (1994): Creation of homogeneous composite climatological reference series. *International Journal of Climatology* **14**(6):671-679.

PFISTER, C. (1989) Fluctuaciones climáticas y cambios históricos. El clima en Europa Central desde el s. XVI y su significado para el desarrollo de la población y la agricultura. *Geocrítica*. **82**: 41.

PFISTER, C.; GARNIER E.; ALCOFORADO, M. J.; WHEELER D.; LUTERBACHER, J.; NUNES, M. F.; TABORDA, J. P. (2010): The meteorological framework and the cultural memory of three severe winter-storms in early eighteenth-century Europe. *Climatic Change*. **101**:281-310

PITA LÓPEZ, M.F. (1985) La variabilidad pluviométrica en la cuenca baja del Guadalquivir. *Revista de Estudios Andaluces* N° **4**:167-184.

PRIGOGINE, I. (1991) *El nacimiento del tiempo*. Tusquets Editores, Barcelona, pp. 98.

PRIGOGINE, I. (1997) *Las leyes del caos*. Drakontos-Crítica, Barcelona, pp. 155.

QUEREDA, J.,; MONTÓN, E; ESCRIG, J.(2007): Un análisis experimental del efecto urbano sobre las temperaturas. *Investigaciones Geográficas*, **43**: 5-17

RASILLA ÁLVAREZ, D. (1994) Los regímenes de precipitación en el Norte de la Península Ibérica. *Estudios Geográficos* Tomo LV, Nº 214: 151-181.

RASILLA ÁLVAREZ, D. (1999) *Viento del Sur y efecto Föhn en la Cordillera Cantábrica*. CEDEX (Mº FOMENTO), Madrid, pp. 302.

RASILLA, D.; GARCÍA-CODRÓN, J.C.; GARMENDIA, C (2002) Los temporales de viento: propuesta metodológica para el análisis de un fenómeno infravalorado. *VII Reunión Nacional de Climatología, Albarracín*. P. 122-135

RASO NADAL, J.M. (1983) Evolución de las precipitaciones anuales en España desde 1870. *Notes de Geografía Física* Nº 22: 5-24.

RASO NADAL, J.M. Y MARTÍN VIDE, J. (Eds.) (1999) *La climatología española en los albores del s. XXI*. Serie A, Nº 1 Oikos-Tau, Barcelona, pp. 590.

REAL SOCIEDAD GEOGRÁFICA ESPAÑOLA (1890): Nota sobre los trabajos meteorológicos de España. *Boletín de la RSGE*, Sep-Oct 1890, Tomo LXXIX. Madrid.

RODRIGO F.S.; POZO-VÁZQUEZ, D.; ESTEBAN-PARRA, M.J.; CASTRO-DÍEZ Y. (2001) A reconstruction of the winter North Atlantic Oscillation index back to A.D. 1501 using documentary data in southern Spain. *Journal of Geophysical Research*, **106 (14)**: 14805-14818.

RODRIGO, F.S. (2007): El clima de Andalucía a través de los registros Históricos. *El cambio climático en Andalucía: evolución y consecuencias medioambientales* Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía): 25-41.

RODRIGO, F.S.; ESTEBAN-PARRA, M.J.; POZO-VÁZQUEZ, D.; CASTRO-DÍEZ, Y, (1999): A 500-year precipitation record in southern Spain. *Int. J. Climatol.* **19**: 1233-1253

- RODRÍGUEZ BARRERA, R. LLASAT BOTIJA, M.C.; MARTÍN VIDE, J. (1999) *Análisis de series temporales en climatología. Modelización y homogeneidad*. Dpto. Geografía y A.G.R. Univ. Barcelona, Barcelona, pp. 90.
- RODRÍGUEZ, R.; LLASAT, M.C. (1994) Análisis de series de variables meteorológicas. Perfiles actuales de la Geografía Cuantitativa en España. *Actas del VIº Coloquio de Geografía Cuantitativa*, Málaga, pp. 177-183.
- RODRÍGUEZ, R.; LLASAT, M.C. Y MARTÍN-VIDE, J. (1996) Revisión de los criterios de homogeneización aplicados a variables meteorológicas. In: JUARISTI, J. Y MORO, I. (ed.): *Modelos y Sistemas de Información en Geografía*. Asociación de Geógrafos Españoles, pp. 98-112.
- ROUSSEAU D.(2009). Les températures mensuelles en région parisienne de 1676 à 2008. *La Météorologie*. **67**. 43-55.
- RUIZ URRESTARAZU, E. (1982) *La transición climática del Cantábrico Oriental al valle medio del Ebro*. Diput. Foral de Alava, Vitoria, pp. 650.
- RUIZ URRESTARAZU, E; GALDÓS URRUTIA, R. (1990): El clima de la vertiente atlántica del País Vasco. En: Ibaiak eta haranak, San Sebastián : *Etor*,V. 1: 45-70
- RUIZ URRESTARAZU, E. (1998): Nevadas históricas. En: Servicio Vasco de Meteorología. *El clima del País Vasco a través de la prensa*. Vitoria-Gasteiz, p. 92-120
- SAENZ DE OLAZAGOITIA, A.; FORONDA ROJO, A. RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ, F. (Coord.) (2001) Una base de datos de clima histórico del País Vasco. *Actas del XVIII Congreso de Geógrafos Españoles* Univ. de Oviedo. Dpto. de Geografía, Oviedo, pp. 209-212.
- SALAS, L. (1995) Evolución del clima actual en la región de Cantabria. in CREUS NOVAU, (Ed.) *Situaciones de riesgo climático en España*. Asoc. Geógr. Esp. CSIC. Inst. Piren. de Ecología, Jaca, pp. 317-327.

SANCHEZ-LORENZO, A.; BRUNETTI, M.; CALBÓ, J. and MARTIN-VIDE, J. (2007): Recent spatial and temporal variability and trends of sunshine duration over the Iberian Peninsula from a homogenized dataset. *Journal of Geophysical Research (Atmospheres)*, Vol. 112, D20115, doi:10.1029/2007JD008677.

SÁNCHEZ PALOMARES, O SÁNCHEZ SERRANO, F.; CARRETERO CARRERO, M.P. (1999) *Modelos y cartografía de las estimaciones climáticas termo pluviométricas para la España peninsular*. M° Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, pp. 192.

SÁNCHEZ RODRIGO, F. (1994) *Cambio climático natural. La Pequeña Edad del Hielo en Andalucía. Reconstrucción del clima histórico a partir de fuentes documentales*. Tesis Doctoral Inédita. Depto. de Física Aplicada., Universidad de Granada, pp. .

SÁNCHEZ RODRIGO, F. SABIO ALCUTER, A. & IRIARTE GOÑI, I. (Coord.) (2001) Primeras observaciones meteorológicas en España: el papel de la prensa a finales del siglo XVIII y comienzos del XIX. *II encuentro sobre Historia y Medio Ambiente. Simposio Internacional Instituto de Estudios Altoaragoneses*. Dpto. de Historia, Huesca, pp. 138-147.

SANZ DONAIRE, J. J. (1999) La climatologie est morte! Vive la climatologie! Reflexiones sobre el cambio climático. *Estudios Geográficos* Tomo LX, nº 236: 467-486.

SAZ SÁNCHEZ, M.A. CREUS NOVAU, J. (2001) El clima del Pirineo centro-oriental desde el s. XV: estudio dendroclimático del observatorio de Capdella. *Boletín Glaciológico Aragonés* nº 2 Depto. Geografía Univ. Zaragoza, Zaragoza, pp. 37-79.

SCHIET, E.; KREIS, W. (1947) Valores medios de la presión atmosférica sobre la Península Ibérica (periodo 1901-1930). *Estudios Geográficos* Vol 8, nº 28. pp. 537-544.

- SCHMIDT-THOMÉ, P; GREIVING, S. (2009): La respuesta a los peligros naturales y al cambio climático en Europa. *Investigaciones Geográficas*, **49**, p: 23-49
- SCHÖNWIESE, C-D RAPP, J (1997) Climate trend atlas of Europe based on observations 1891-1990. In: SCHÖNWIESE, C-D, *Progress reports to CCI on statistical methods*. OMM TD N° 834, p. 21-115.
- SCHÖNWIESE, CH. D.; RAPP, J. (1997) *Climate Trend Atlas of Europe Based on Observations 1891-1990*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 228.
- SERRA, C. (1994) Catalanian precipitation patterns: principal component analysis and automated regionalization. *Theoretical and Applied Climatology* **49**(4):. 201-212.
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL (1943) *Las series más largas de observaciones pluviométricas en la Península Ibérica*. SMN. Serie D-N° 1, Madrid.
- SIGRÓ, F.J. (2004): *Variabilidad espacio-temporal de la Temperatura del aire en Cataluña*. Tesis de Doctorado. Departament d'Història, Història de l'Art i Geografia Universitat Rovira i Virgili, Tarragona.
- SIGRÓ, J.; BRUNET, M.; AGUILAR, E. (2009): El desarrollo de datos de calidad y el cambio climático térmico observado en España. *Investigaciones Geográficas*, **49**, p: 89-107
- SLAYMAKER, O.; SPENCER, T. (1998) *Physical Geography and Global Environmental Change*. Addison Wesley Longman, New York, pp. 3-30.
- SLONOSKY, V. C.; JONES, P. D.; DAVIES, T. D. (1999) Homogenization Techniques for European Monthly Mean Surface Pressure Serie. *Journal of Climate* **12**(8) 2658-2672.
- SNEYERS, R. (1975) *Sobre el análisis estadístico de las series de observaciones*. OMM-N° 415, Madrid, pp. 186.

SNEYERS, R. (1997) Data Homogeneity of instrumental Records Climate. Climate Change Detection Report. O.M.M. nº29.

STORCH, H. VON ZWIERS, F. W. (1999) *Statistical Analysis in Climate Research*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 484.

TABONY, R.C. (1981) A principal component and spectral analysis of european rainfall. *J. of Climatology*. 1: 283-294.

THOM, H.C.S. (1972) *Quelques méthodes de l'analyse climatologique*. OMM nº199, Ginebra, pp. 60.

TRICART, J. (1972) *La tierra, planeta viviente*. AKAL, Madrid, pp. 171.

URIEL, E. (1995) *Análisis de datos. Series temporales y Análisis multivariante*. AC, Colección Plan Nuevo, Madrid, pp. 433.

VÁZQUEZ ABELEDO, M. (1998) *La historia del sol y el cambio climático*. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, Madrid, pp. 488.

VIGNEAU, J.P. (1986) *Climat et climats des pyrenées orientales*. J.P.V. Editeur. (Hameau des Sorbiers,2), Ramonville, 31520, pp. 618.

VIGNEAU, J.P. (2001) La zone "supratropical" dans le monde..et en France. Réflexion sur la classification des climats. *Annales de Géographie* nº 619 Armand Colin, , pp. 227-242.

VILLA SÁNCHEZ, D. GUERRA SIERRA, J. Y CORRES ARGOTE, R. (1985) *Análisis estadístico de la pluviometría de la Península Ibérica*. INM Pub. A-132, Madrid, pp. .

VV.AA (2001) El clima. *Investigación y Ciencia Temas* nº 26(4). Prensa científica, pp. 96.

VV.AA. IPCC (1997) *Introducción a los modelos climáticos simples utilizados en el segundo informe de evaluación del IPCC*. Houghton ,J.T. Et al pp. 50.

WHEELER , D.; GARCIA-HERRERA, R.; WILKINSON R. C.; WARD, C. (2010). Atmospheric circulation and storminess derived from Royal Navy logbooks: 1685 to 1750. *Climatic Change*. **101**:257-280

WHEELER, D.; ZORITA, E. (2010). European climate of the past 500 years: new challenges for historical climatology. *Climatic Change* **101**:7-40.

ZABALETA VIDALES, C. (1984) Formulario Meteorológico. INM- Pub. B-7, Madrid, pp. 48.

ZORITA E, MOBERG A, LEIJONHUFVUD L, WILSON R, BRÁZDIL R, DOBROVOLNÝ P, LUTERBACHER J, BÖHM R, PFISTER C, GLASER R, SÖDERBERG J, GONZÁLEZ-ROUCO F (2010). European temperature records of the past five centuries based on documentary information compared to climate simulations. *Clim Change*. doi:10.1007/s10584-010-9824-7

ZORITA, E.; MOBERG, A.; LEIJONHUFVUD, L.; WILSON, R.; BRÁZDIL, R.; DOBROVOLNÝ, P.; LUTERBACHER, J.; BÖHM, R.; PFISTER, C.; RIEMANN, D.; GLASER, R.; SÖDERBERG, J.; GONZÁLEZ-ROUCO, F. (2010). European temperature records of the past five centuries based on documentary/instrumental information compared to climate simulations. *Climatic Change*. **101**:143-168.

10. Anexos

10.1. ***Datos relativos a la regresión lineal***

RESUMEN DE LA REGRESIÓN LINEAL						
TEMPERATURA MEDIA DE LAS MÍNIMAS						
	R ² AJUSTADO	RESIDUALES				
		Min	1Q	Median	3Q	Max
PRIMAVERA	0,886	-2,822	-0,517	0,110	0,570	1,756
VERANO	0,876	-2,842	-0,443	0,108	0,621	2,468
OTOÑO	0,896	-2,831	-0,572	0,117	0,618	1,999
INVIERNO	0,895	-2,946	-0,648	0,093	0,701	2,339
ANUAL	0,832	-5,236	-0,525	0,158	0,588	1,998
TEMPERATURA MEDIA DE LAS MÁXIMAS						
	R ² AJUSTADO	RESIDUALES				
		Min	1Q	Median	3Q	Max
PRIMAVERA	0,704	-2,650	-0,491	0,056	0,590	1,515
VERANO	0,494	-2,613	-0,525	0,105	0,727	2,154
OTOÑO	0,770	-2,871	-0,497	-0,008	0,429	1,546
INVIERNO	0,878	-2,868	-0,625	-0,089	0,721	2,089
ANUAL	0,584	-2,456	-0,556	0,039	0,608	2,317

PRECIPITACION						
	R2 AJUSTADO	RESIDUALES				
		Min	1Q	Median	3Q	Max
PRIMAVERA	0,407	-153,12	-40,459	-5,267	28,892	227,856
VERANO	0,639	-96,63	-15,639	-4,956	17,661	109,048
OTOÑO	0,625	-160,950	-34,130	-8,620	37,880	228,810
INVIERNO	0,434	-176,578	-44,345	-4,752	32,786	238,359
ANUAL	0,543	-552,590	-128,290	-24,040	129,290	798,680

ERRORES DEL MODELO LINEAL AJUSTADO DE LA PRECIPITACIÓN					
NOMBRE	ANUAL	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO
CABEZON S	240,80	89,85	41,06	49,69	74,10
CELIS	-42,68	4,39	-13,03	-18,58	-3,31
COBRECES	8,25	1,39	18,53	6,01	-4,70
GOLBARDO	216,51	54,13	17,55	90,74	72,05
LA COHILLA	138,26	81,85	47,35	18,99	-2,13
LA LAGUNA	-453,87	-148,11	-41,23	-103,53	-176,58
LA LASTRA	28,28	54,82	17,78	-9,08	-18,49
LIERGANES	216,93	52,32	19,54	72,39	67,79
LOS CORRALES B	199,24	87,60	-4,00	37,86	88,95
MIRONES	332,82	79,33	46,88	110,57	96,11
PESQUERA	-24,04	19,84	-4,96	-11,20	-16,15
REOCIN	8,12	12,48	-10,33	-8,62	18,83
RUENTE	557,75	180,16	59,62	138,96	201,69
SEL DE LA C	236,73	81,76	10,93	60,68	79,51
LA CONCHA	798,68	227,86	109,05	228,81	238,36
TAMA	-552,59	-153,13	-96,63	-160,95	-141,77
TERAN	69,50	-5,27	29,82	37,89	14,38
VIERNOLES	133,40	53,58	15,95	50,62	36,58
VILLACARRIEDO	150,88	51,66	30,67	65,47	27,00
ABIADA	109,32	-3,56	42,72	54,15	17,22
AGUILAR	-28,43	-8,52	-3,60	6,79	-23,41
ARIJA	-91,25	-11,95	-24,61	-38,12	-13,44
ARROYO VAL. 1	-35,37	-31,09	42,55	-8,78	-32,29

ARROYO VAL2	28,23	15,41	-16,35	4,52	32,91
BARCENA	-40,43	-17,01	-8,53	-7,36	-13,49
BARRIOS TAM	-61,33	-31,57	3,87	-14,10	-22,35
BARRUELO SANT1	179,26	20,17	17,51	56,29	106,09
BARRUELO SANT2	-61,34	-30,33	-11,99	-20,21	-13,91
BASCONCILLOS	47,17	-1,91	6,76	22,00	18,96
BRANOSERA	121,45	26,78	8,02	70,37	15,47
CABANAS VIR1	-130,53	-85,89	5,76	-12,48	-39,61
CABANAS VIR2	-101,43	-8,89	-7,44	-34,88	-31,61
CASTRILLO V	-50,03	-18,85	2,22	-8,89	-28,48
CERVERA P	90,69	-5,53	-7,86	21,19	31,24
CILLERUELO BR	-50,91	-38,55	-7,71	2,06	4,23
CUBILLO E	-56,45	-7,97	-6,96	-15,39	-35,31
CUBILLOS	-98,96	5,44	-9,59	-56,77	-20,28
ESPINILLA	70,54	22,41	-17,44	17,81	52,59
LOS CARABEOS	-236,80	-49,76	-35,36	-66,28	-84,18
MATAMOROSA	-298,11	-59,21	-38,01	-106,36	-73,73
ORBANEJA	-116,82	-30,73	-7,68	-44,89	-26,16

ERRORES DEL MODELO LINEAL AJUSTADO DE LA PRECIPITACIÓN					
NOMBRE	ANUAL	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO
OTERO	-162,27	-47,52	-7,37	-32,87	-76,45
PANTANO DE AGUILAR	32,30	-4,37	11,55	12,99	0,71
POBLACION DE YUSO1	169,99	-3,04	45,57	40,32	90,82
POBLACION DE YUSO2	298,19	135,66	1,17	69,22	99,32
POBLACION DE YUSO3	91,99	43,86	-14,93	58,02	14,12
POLIENTES	-214,40	-74,25	-24,89	-43,03	-77,90
PORQUERA	-126,04	-23,60	4,54	-43,89	-76,16
RUANALES	-8,06	20,28	1,39	-19,86	-11,38
SAN MAMES	-37,99	-31,17	-7,49	-10,44	-19,11
SARGENTES DE LORA	-124,71	-42,37	-11,78	-25,97	-55,12
SEDANO	-53,76	-20,03	6,48	-13,61	-17,73
SERVILLEJAS	332,28	173,14	-5,53	22,35	153,24
TABLADA	5,44	-11,51	0,03	3,14	1,55
VILLASUSO	12,60	31,01	-22,85	1,52	9,05
SANTANDER CONTINUA	-134,26	-64,99	-11,06	-20,17	-51,07
SANTANDER CENTRO	-164,16	-75,89	-12,96	-52,77	-56,57
SANTANDER CMT CUETO	-218,51	-98,98	-20,22	-36,35	-66,78
SANTANDER BOMBEROS	-219,26	-69,89	-34,26	-31,47	-91,37
SANTANDER INSTITUTO	-366,16	-69,29	-21,16	-155,37	-125,17
SANTANDER MAREOGRAFO	-353,98	-105,68	-47,33	-88,79	-133,94
AEROPUEROTO SANTANDER	76,69	-11,10	5,25	36,47	-4,75
LASTRES	-136,58	-35,13	-18,31	-43,75	-34,37
VIDIAGO	44,52	5,37	28,29	-7,95	21,43

SAN VICENTE DE LA BARQUERA	-208,57	-51,08	-34,74	-69,50	-49,08
ONTON	-447,65	-132,03	-59,60	-142,18	-106,92
LAREDO	-308,01	-87,06	-30,59	-99,81	-95,70
MACHICHACO	-423,41	-132,96	-45,39	-91,81	-146,70
PUENTE ARCE	80,47	13,21	21,95	14,88	10,98
CASTANEDA	172,85	16,25	25,72	72,58	32,66
REINOSA	-28,57	-31,44	-17,58	-17,60	30,19
OJAIZ	-176,15	-64,10	-25,83	-33,38	-65,42
ARREDONDO1	438,89	129,64	36,22	136,77	159,56
ARREDONDO2	354,93	99,90	23,35	80,93	151,40
FRESNEDO DE SOBA	-215,41	-48,22	-13,83	-83,10	-80,66
LIMPIAS	-45,84	4,40	-7,56	-15,89	-9,15
COTERILLO DE AMPUERO	131,26	32,50	15,64	32,91	39,65
RAMALES DE LA VICTORIA	352,58	136,21	28,89	83,52	114,03
UDALLA	127,32	18,81	18,39	36,50	50,13

ERRORES DEL MODELO LINEAL AJUSTADO DE TEMPERATURA MEDIA MÍNIMA Y MÁXIMA								
ESTACIÓN	T MEDIA DE LAS MÍNIMAS				T MEDIA DE LAS MÁXIMAS			
	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO
CORRALES B	-0,72	-0,69	-0,56	-0,59	-0,48	-0,40	-0,35	-0,42
CABEZON S	1,57	0,96	1,99	2,19	0,61	-0,18	1,22	1,32
GOLBARDO	-1,24	-0,61	-1,48	-1,67	1,22	0,50	0,20	0,71
LA COHILLA E	0,58	0,72	1,55	1,55	-0,49	-1,11	0,28	0,58
MIRONES	0,14	-0,28	-0,16	0,49	0,41	0,17	0,12	0,28
PESQUERA	0,07	0,16	0,63	0,71	1,52	0,72	0,79	1,29
RUENTE	-1,66	-1,15	-2,07	-2,58	0,46	-0,45	-0,40	0,51
SAN ROQUE R	0,48	0,51	0,88	1,08	0,52	0,31	0,98	1,16
TAMA	-0,03	0,95	-0,20	-1,41	0,77	0,60	0,43	-0,42
TERAN	1,51	1,06	1,76	2,34	-0,57	-1,42	-0,14	0,98
VIERNOLÉS	-1,56	-1,52	-1,43	-1,34	0,32	0,86	0,30	-0,12
VILLACARRIEDO	-0,68	-0,77	-0,48	-0,28	0,02	-0,50	0,61	0,74
CECEÑAS	-0,62	-0,15	-1,02	-1,08	0,96	0,73	0,61	0,86
COBRECES	0,37	0,29	0,40	0,75	-0,43	-0,21	-0,33	-0,13
ALAMIRA	-1,25	-1,61	-1,02	-0,79	0,42	0,39	0,49	0,26
LA PENILLA	-0,17	-0,29	-0,42	-0,67	0,41	0,26	0,41	0,53
LAREDO	0,95	1,06	1,00	1,16	-0,16	0,19	-0,01	0,08
SANT (AEROP)	-0,24	-0,44	-0,57	-0,50	0,04	0,16	0,16	-0,06
SAN VICENTE F	0,21	0,12	0,36	0,23	-1,39	-0,74	-1,14	-1,43
SAN VICENTE	0,09	-0,29	0,48	0,23	-2,64	-2,61	-1,87	-1,69
SANTANDER CEN	0,93	0,87	0,93	0,86	-0,65	-0,20	-0,51	-0,98
LIMITENORTE	0,49	1,42	1,43	1,76	0,05	0,25	0,21	0,24

SANTANDER C	1,50	0,80	0,60	0,34	-0,49	0,05	-0,67	-1,07
SANTANDER MAR	0,66	0,63	0,63	0,31	-0,65	-0,35	-0,56	-0,86
SANT OJAIZ	-0,53	-0,26	-0,73	-0,73	0,51	1,06	0,22	-0,12
SANTANDER I	0,97	0,97	0,99	0,76	-0,15	-0,07	-0,01	-0,39
SANTANDER B	0,44	0,24	0,11	0,43	-0,43	-0,09	-0,80	-0,38
SANTOÑA	0,56	0,61	0,84	0,56	0,62	1,28	1,09	0,73
TORRELAVEGA	0,29	0,53	0,19	0,17	0,67	0,81	0,05	-0,43
TORRELAVEGA (S)	0,35	0,28	0,24	1,12	0,51	-0,02	-0,06	0,70
TORR (SNIACE)	-0,26	-0,08	-0,24	-0,38	0,63	0,84	0,92	0,72
TRETO	-1,01	-0,72	-1,23	-1,08	0,54	0,50	0,42	0,72
UDALLA	0,26	0,53	0,03	0,07	1,04	0,75	0,41	0,88
VIOÑO	-1,45	-1,67	-1,34	-1,40	1,25	1,39	1,51	1,04
AGUILAR DE C	0,77	0,67	0,90	0,53	-0,77	-0,41	-0,45	-0,84
AGUILAR PTNO	0,26	0,00	0,33	0,79	-0,71	-0,68	-0,46	-0,28
ARIJA AYT	0,02	0,03	-0,27	-0,06	-0,25	-0,66	-0,56	-0,78
ARIJA C	0,57	0,46	0,13	0,10	-0,10	-0,41	-0,70	-0,93
ARIJA	-0,06	0,37	0,48	0,27	-0,19	-0,59	-0,02	-0,27
ESPINOSA M	-0,18	0,27	0,44	-0,59	-0,56	-1,11	-0,76	-0,53
ESPINILLA	1,28	0,94	0,36	-0,02	1,39	0,77	1,55	1,06
LEBANZA	0,66	1,27	0,69	0,17	0,64	0,75	0,80	1,25
LLANAVES R	-0,70	-0,44	-0,82	-0,70	0,03	0,88	-1,28	-2,08
LORES	-0,36	-0,39	-0,32	0,03	0,45	0,34	-0,08	0,48
OLMOS OJEDA	1,76	2,47	2,00	1,69	0,76	2,06	-0,12	-0,95
ORBO (VALLEJO)	-2,82	-2,84	-2,83	-2,95	-1,71	-1,38	-0,63	-1,02
POBLACION Y	-1,39	-1,83	-1,82	-2,27	0,06	-0,53	0,42	0,55
POLIENTES	0,80	0,16	0,42	1,27	0,46	0,87	1,29	2,09
URBANEJA	0,16	0,10	0,20	0,67	0,23	0,39	0,89	1,23

UZNAYO	-0,28	-1,54	-0,65	0,02	-1,36	-0,58	-0,57	-0,22
VILLARCAYO	-0,48	-0,37	-0,78	-0,57	1,07	2,15	-0,12	-0,77
REINOSA	-0,22	-0,44	-0,27	-0,26	-1,02	-1,94	-0,85	-0,66
ARCENTALES	-1,06	-0,46	-0,29	-0,80	-2,65	-2,33	-2,87	-2,87
PUNTA GALEA	0,30	-0,58	0,05	0,08	-0,73	-1,06	-0,09	-0,25

TM MÁXIMA							
PRIMAVERA	ORDENADA EN EL ORIGEN	CURVATURA	PENDIENTE	ORIENTACION	LATITUD	LONGITUD	ELEVACION
MEDIA	299,6585	0,0199	0,0162	0,0004	-6,5705	-0,5394	-0,0063
Q5	237,9550	0,0111	0,0203	0,0008	-5,1810	-0,5432	-0,0064
Q95	355,0819	0,0292	0,0128	-0,0003	-7,7978	-0,3757	-0,0061
MEDIA 1901-1930	295,7763	0,0193	0,0165	0,0004	-6,4824	-0,5352	-0,0064
MEDIA 1931-1960	305,9986	0,0207	0,0166	0,0004	-6,7111	-0,5350	-0,0063
MEDIA 1971-2000	301,8420	0,0195	0,0155	0,0005	-6,6189	-0,4937	-0,0064
VERANO	ORDENADA EN EL ORIGEN	CURVATURA	PENDIENTE	ORIENTACION	LATITUD	LONGITUD	ELEVACION
MEDIA	496,1627	0,0280	0,0105	0,0012	-10,9289	-0,1091	-0,0044
Q5	446,2394	-0,0005	0,0202	0,0014	-9,8213	-0,2780	-0,0048
Q95	540,1713	0,0537	0,0007	0,0009	-11,8919	0,1414	-0,0041
MEDIA 1901-1930	498,0008	0,0294	0,0099	0,0011	-10,9685	-0,1116	-0,0044
MEDIA 1931-1960	492,6698	0,0277	0,0104	0,0011	-10,8553	-0,1612	-0,0044
MEDIA 1971-2000	498,2821	0,0243	0,0110	0,0013	-10,9685	-0,0083	-0,0046
OTOÑO	ORDENADA EN EL ORIGEN	CURVATURA	PENDIENTE	ORIENTACION	LATITUD	LONGITUD	ELEVACION
MEDIA	253,4045	0,0182	0,0119	-0,0009	-5,4478	-0,6731	-0,0062
Q5	162,7972	-0,0067	0,0180	-0,0002	-3,4132	-0,8967	-0,0061
Q95	356,6397	0,0536	0,0017	-0,0014	-7,7764	-0,5069	-0,0064
MEDIA 1901-1930	254,5919	0,0189	0,0121	-0,0009	-5,4753	-0,6899	-0,0062
MEDIA 1931-1960	247,0158	0,0164	0,0124	-0,0009	-5,3101	-0,7527	-0,0062
MEDIA 1971-2000	247,4201	0,0183	0,0105	-0,0008	-5,3026	-0,5907	-0,0062
INVIERNO	ORDENADA EN EL ORIGEN	CURVATURA	PENDIENTE	ORIENTACION	LATITUD	LONGITUD	ELEVACION
MEDIA	-1,0167	0,0065	0,0244	-0,0008	0,2027	-1,5621	-0,0069
Q5	-38,7110	-0,0075	0,0312	-0,0002	1,0053	-1,8465	-0,0067
Q95	31,8239	0,0134	0,0183	-0,0012	-0,4950	-1,3280	-0,0068
MEDIA 1901-1930	3,8506	0,0103	0,0237	-0,0009	0,0923	-1,5728	-0,0070
MEDIA 1931-1960	-5,5216	0,0074	0,0258	-0,0008	0,2958	-1,6264	-0,0069
MEDIA 1971-2000	-0,0253	0,0053	0,0228	-0,0007	0,1909	-1,4756	-0,0069
TM MÍNIMA							
PRIMAVERA	ORDENADA EN EL ORIGEN	CURVATURA	PENDIENTE	ORIENTACION	LATITUD	LONGITUD	ELEVACION
MEDIA	-124,6184	-0,0543	0,0389	-0,0002	3,0890	0,2437	-0,0048
Q5	-154,3641	-0,0434	0,0356	0,0005	3,7448	0,2100	-0,0049
Q95	-106,8223	-0,0676	0,0439	-0,0006	2,7098	0,3399	-0,0046
MEDIA 1901-1930	-123,8732	-0,0544	0,0386	-0,0002	3,0717	0,2450	-0,0048
MEDIA 1931-1960	-119,5189	-0,0558	0,0409	-0,0001	2,9742	0,2460	-0,0049
MEDIA 1971-2000	-124,1768	-0,0527	0,0375	-0,0001	3,0792	0,2630	-0,0049
VERANO	ORDENADA EN EL ORIGEN	CURVATURA	PENDIENTE	ORIENTACION	LATITUD	LONGITUD	ELEVACION
MEDIA	-5,9356	-0,0799	0,0538	0,0009	0,4982	0,2542	-0,0059
Q5	-16,5987	-0,0562	0,0458	0,0014	0,7151	0,2695	-0,0060
Q95	9,9280	-0,0946	0,0595	0,0006	0,1633	0,2981	-0,0059
MEDIA 1901-1930	-6,8535	-0,0803	0,0538	0,0009	0,5202	0,2559	-0,0059
MEDIA 1931-1960	-5,2647	-0,0787	0,0547	0,0008	0,4810	0,2433	-0,0059
MEDIA 1971-2000	-7,7097	-0,0818	0,0532	0,0011	0,5431	0,2944	-0,0059
OTOÑO	ORDENADA EN EL ORIGEN	CURVATURA	PENDIENTE	ORIENTACION	LATITUD	LONGITUD	ELEVACION
MEDIA	-127,4464	-0,0650	0,0453	0,0001	3,2404	0,4663	-0,0056
Q5	-180,3379	-0,0707	0,0448	0,0001	4,4348	0,4786	-0,0051
Q95	-77,8903	-0,0550	0,0432	0,0000	2,1288	0,4958	-0,0060
MEDIA 1901-1930	-127,2614	-0,0653	0,0456	0,0000	3,2363	0,4648	-0,0056
MEDIA 1931-1960	-129,1714	-0,0647	0,0465	0,0001	3,2759	0,4442	-0,0056
MEDIA 1971-2000	-123,5282	-0,0662	0,0440	0,0002	3,1503	0,4730	-0,0056
INVIERNO	ORDENADA EN EL ORIGEN	CURVATURA	PENDIENTE	ORIENTACION	LATITUD	LONGITUD	ELEVACION
MEDIA	-201,9841	-0,0291	0,0332	0,0005	4,7998	0,0784	-0,0058
Q5	-289,5620	-0,0430	0,0334	0,0005	6,7746	-0,0163	-0,0054
Q95	-104,4221	-0,0150	0,0321	0,0004	2,5878	0,0957	-0,0063
MEDIA 1901-1930	-193,3171	-0,0267	0,0326	0,0005	4,6015	0,0717	-0,0058
MEDIA 1931-1960	-204,6822	-0,0282	0,0343	0,0006	4,8547	0,0456	-0,0058

MEDIA 1971-2000	-197,4486	-0,0309	0,0324	0,0006	4,6985	0,1003	-0,0058
PRECIPITACIÓN							
AÑO	ORDENADA EN EL ORIGEN	CURVATURA	PENDIENTE	ORIENTACION	LATITUD	LONGITUD	ELEVACION
MEDIANA	-62145,5770	-3,2321	11,1168	0,1323	1480,0829	219,1086	0,3590
Q5	-48856,3685	0,7905	8,8762	0,1181	1166,6041	198,6578	0,2596
Q95	-77417,5457	-6,6910	14,4155	0,2378	1838,7667	233,4690	0,5560
MEDIANA 1901-1930	-62982,5522	-1,7049	10,3827	0,1162	1499,1847	218,5385	0,3345
MEDIANA 1931-1960	-62372,5413	-3,0353	11,4934	0,1470	1486,7083	236,5039	0,4093
MEDIANA 1971-2000	-61549,9406	-3,4853	10,8961	0,0852	1466,4632	218,1243	0,3542
PRIMAVERA	ORDENADA EN EL ORIGEN	CURVATURA	PENDIENTE	ORIENTACION	LATITUD	LONGITUD	ELEVACION
MEDIANA	-13882,9445	-0,2624	3,5843	0,0474	332,8186	66,8754	0,0982
Q5	-7448,1965	0,8568	2,2408	0,0250	181,1399	58,4864	0,0357
Q95	-23088,1892	-2,2584	5,4701	0,0617	549,2472	76,9898	0,1866
MEDIANA 1901-1930	-15269,9801	-0,3654	3,6361	0,0497	364,5392	62,6528	0,1208
MEDIANA 1931-1960	-12961,6416	0,3966	3,2904	0,0391	310,7716	63,5672	0,1032
MEDIANA 1971-2000	-15153,6203	-1,1499	4,1118	0,0520	363,0207	72,6313	0,1037
VERANO	ORDENADA EN EL ORIGEN	CURVATURA	PENDIENTE	ORIENTACION	LATITUD	LONGITUD	ELEVACION
MEDIANA	-7246,2140	-0,5055	1,5814	-0,0084	173,7671	26,3623	0,0133
Q5	-4642,2203	0,1604	0,8558	-0,0014	109,8868	6,5993	-0,0012
Q95	-9585,8149	-1,3977	2,6079	-0,0135	231,8751	38,6718	0,0053
MEDIANA 1901-1930	-7343,2923	-0,3705	1,5011	-0,0037	175,5361	20,9529	0,0115
MEDIANA 1931-1960	-7323,1446	-0,5121	1,6468	0,0016	175,7578	28,0253	0,0223
MEDIANA 1971-2000	-7289,9764	-0,4517	1,6055	-0,0105	174,3933	23,7302	0,0147
OTOÑO	ORDENADA EN EL ORIGEN	CURVATURA	PENDIENTE	ORIENTACION	LATITUD	LONGITUD	ELEVACION
MEDIANA	-19885,1998	-0,2180	2,5159	0,0139	472,8170	66,3347	0,0878
Q5	-11094,2959	0,3991	1,1805	0,0040	263,3272	32,1015	0,0433
Q95	-30171,7474	-1,9254	4,0357	0,0485	715,8208	84,6807	0,1789
MEDIANA 1901-1930	-20280,6381	-0,3904	2,5529	0,0100	481,9937	66,5275	0,0894
MEDIANA 1931-1960	-19072,6676	0,3899	2,4240	0,0130	453,8355	67,8169	0,0908
MEDIANA 1971-2000	-20284,4086	-1,0232	2,9619	0,0245	481,8682	62,8135	0,0881
INVIERNO	ORDENADA EN EL ORIGEN	CURVATURA	PENDIENTE	ORIENTACION	LATITUD	LONGITUD	ELEVACION
MEDIANA	-20105,3821	-1,1757	3,3562	0,0731	477,8484	70,6631	0,1540
Q5	-10898,6716	0,6578	1,6213	0,0444	260,2637	52,3205	0,0830
Q95	-28834,2236	-3,8282	5,3623	0,1280	683,1450	79,9047	0,2695
MEDIANA 1901-1930	-19825,1173	-1,3667	3,3412	0,0516	470,5398	67,2974	0,1813
MEDIANA 1931-1960	-20462,6388	-1,1247	3,3697	0,0917	486,6928	76,4206	0,1634

MEDIANA 1971- 2000	-18243,1313	-0,4941	2,6546	0,0642	433,0479	49,5113	0,1119
-----------------------	-------------	---------	--------	--------	----------	---------	--------

10.2. ***Resumen de observaciones en la 1ª Etapa del
Mareógrafo***

Desde marzo de 1876 hasta febrero de 1893, calculados a partir de los datos diarios. Desde marzo de 1893 hasta febrero de 1896, reproducidos de los Resúmenes Mensuales

Resumen Mensual TN 1ª Etapa del Mareógrafo de Santander, 1876-1896												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1876	NA	NA	7,8	7,6	9,3	12,0	14,5	15,5	13,3	11,8	8,6	7,7
1877	7,2	4,8	4,5	7,4	11,0	15,1	16,2	17,4	13,9	11,6	10,1	8,5
1878	6,2	7,8	7,4	11,9	12,7	14,2	16,9	16,6	15,5	13,4	8,1	7,6
1879	8,8	9,6	7,6	8,3	9,2	13,5	14,2	16,5	14,2	13,0	8,9	4,1
1880	4,7	8,6	9,8	9,1	11,0	12,9	15,6	16,7	15,9	14,6	9,1	8,7
1881	6,0	9,2	11,4	11,1	11,1	14,0	17,1	16,4	14,5	11,4	11,7	6,7
1882	2,6	7,7	8,1	10,2	12,2	13,3	14,7	15,7	13,8	12,2	10,7	6,6
1883	7,3	6,2	5,6	8,1	9,9	13,0	14,9	16,4	14,6	12,1	10,3	6,4
1884	8,2	8,9	8,9	8,9	11,2	12,6	15,9	16,8	14,4	11,2	9,0	6,8
1885	5,7	9,8	7,9	8,1	10,2	14,6	16,0	16,3	14,1	10,8	10,2	6,1
1886	6,2	6,2	8,3	9,0	10,2	13,3	15,7	15,6	15,8	11,8	8,3	6,9
1887	5,9	4,8	6,4	6,6	10,3	14,8	16,2	15,9	13,2	8,3	7,8	5,6
1888	5,3	3,1	5,2	6,9	11,7	13,7	14,2	14,9	13,8	11,1	8,8	8,1
1889	5,1	5,7	5,6	7,5	10,1	13,7	15,3	15,5	14,2	10,7	9,1	4,9
1890	7,2	5,4	5,5	9,0	10,0	13,8	19,4	14,9	13,5	11,5	7,7	4,6
1891	3,9	4,7	6,2	8,3	9,7	13,3	15,6	14,6	14,5	11,4	8,6	7,2

Resumen de observaciones en la 1ª Etapa del Mareógrafo

1892	5,9	6,5	6,2	7,9	11,3	14,7	15,8	16,0	14,7	11,1	9,8	5,8
1893	4,7	7,7	9,1	10,7	11,9	14,6	16,5	18,1	14,7	12,1	7,4	6,2
1894	5,5	5,4	7,5	9,2	9,9	13,6	15,5	15,4	14,0	11,7	9,4	7,2
1895	5,2	5,7	6,3	9,5	11,3	14,0	15,9	16,8	17,3	12,0	11,9	8,6
1896	6,4	5,8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Resumen Mensual TX 1ª Etapa del Mareógrafo de Santander, 1876-1896												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1876	NA	NA	14,5	14,6	15,2	19,0	23,3	23,6	21,9	21,3	17,6	16,4
1877	16,2	13,8	13,4	17,1	17,5	22,2	22,9	24,5	20,8	19,1	16,5	13,1
1878	10,7	14,1	12,7	18,7	19,8	20,3	22,2	24,2	21,7	20,7	13,6	12,4
1879	14,0	18,9	13,8	14,0	14,5	21,0	20,2	22,4	20,9	18,9	12,8	10,9
1880	12,1	14,6	17,2	15,0	17,5	18,6	21,4	23,2	22,7	20,8	15,5	14,6
1881	11,9	15,9	18,0	17,3	17,5	20,4	23,7	22,8	21,5	17,5	19,6	13,2
1882	14,7	15,0	13,6	16,9	18,6	19,3	21,9	22,1	21,4	18,6	16,2	13,1
1883	14,7	13,9	11,3	14,6	16,6	19,5	21,3	22,9	21,8	18,8	16,0	11,5
1884	13,6	15,1	14,5	14,0	17,2	17,6	22,5	22,8	21,2	17,0	14,6	12,2
1885	11,4	16,8	13,6	13,9	15,7	20,0	20,9	22,4	20,7	16,5	15,9	12,2
1886	10,8	11,7	14,9	16,6	17,8	18,9	23,1	21,6	23,1	20,0	14,9	13,2
1887	12,4	11,4	12,9	13,2	15,7	21,0	22,1	23,4	20,4	14,7	13,9	11,0
1888	11,5	8,3	11,8	13,6	18,5	20,2	21,0	21,9	20,6	18,6	15,7	14,4
1889	10,3	10,8	12,2	13,0	16,5	19,3	21,6	22,0	21,3	16,5	15,3	10,9
1890	13,7	11,7	12,3	14,7	17,1	19,9	20,6	21,9	20,9	18,4	13,4	10,4
1891	9,8	12,1	12,7	14,8	16,9	20,7	21,5	22,0	21,9	19,2	14,4	13,9
1892	11,7	12,5	13,1	14,4	17,7	21,0	22,2	23,2	21,4	17,6	16,4	11,9

Resumen de observaciones en la 1ª Etapa del Mareógrafo

1893	10,7	13,9	16,1	19,3	19,6	21,5	21,8	23,9	21,1	19,2	14,0	11,8
1894	11,7	12,1	14,2	16,4	15,2	19,8	22,0	21,9	21,3	18,6	15,5	12,8
1895	10,3	11,6	12,6	15,8	17,3	20,3	23,0	22,6	24,6	18,8	18,7	14,0
1896	12,0	13,1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Resumen Mensual P 1ª Etapa del Mareógrafo de Santander, 1876-1896												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1876	NA	NA	107	66,3	43,8	81,1	4,5	76,7	133,2	82,5	19,2	66,6
1877	55,2	35,1	94,7	57,9	30,3	67,6	66,7	26,7	26,3	104,4	97,8	107,2
1878	94,4	15,6	29,3	34,1	31,5	49,8	31,2	27,4	83	83,2	266,9	230,1
1879	94,3	158,7	69,1	83,3	100,4	6,4	35,4	21,1	110,9	82,6	61	63,6
1880	37,2	45,6	33	164,4	32,1	71,9	17	92,8	93	43,7	68,4	74,1
1881	106,4	57,2	7,7	92	89,6	80,3	53	150,8	130,6	70	27,3	124
1882	16,5	14,6	29,3	66,2	28,7	41,5	43,2	32,9	150	74,6	54,1	146,3
1883	49,2	34,9	81,6	47,6	61	43,9	30,6	10,9	80,9	125,7	111,7	47,5
1884	22,4	53,2	37,6	138,8	106	23,8	16,7	27,4	29	149,2	113,3	116,2
1885	100,8	21,1	50,1	85	33,3	83,7	28,8	73,2	87	196,2	34,3	24,4
1886	130,6	33,8	83,1	77,2	48,3	35	49,4	106,3	59,2	102,8	112,5	128,2
1887	143,3	30,5	33,6	56,5	48,3	7,8	124	34,2	105	125,7	157,8	130,8
1888	43,2	137,9	99,2	109,8	27,7	65,9	40,8	102	45,1	104	107	195,5
1889	116,6	104,7	105,8	94,1	76,4	86,4	33,8	84	58,3	193,3	65,8	110,5
1890	39,8	52,9	90,4	134,9	102	12	50,2	88,9	21,9	119,6	226,7	70,8
1891	49,3	2,7	68,6	144,6	95,8	33,9	54,2	74,3	108,9	127,6	86,1	31,6
1892	86	90,4	135,4	44	68,8	72	64,9	48,5	43,6	162	98,6	92,2
1893	68,2	42,5	14	56	40	51	32	24	135	126	130	84
1894	86	20	37	64	68	19	22	27	44	13	41	87

Resumen de observaciones en la 1ª Etapa del Mareógrafo

1895	153	56	86	60	39	89	41	29	30	134	59	111
1896	35	35	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

10.3. ***Resumen de observaciones de la 2ª Etapa del
Mareógrafo***

Resumen Mensual TN 2ª Etapa del Mareógrafo de Santander, 1902-1914

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1902	4,8	6,5	8,1	10,1	9,3	13,9	17,0	16,6	15,5	12,3	10,4	8,0
1903	7,5	7,4	8,7	8,5	12,0	14,2	16,3	17,3	16,2	14,2	10,5	7,2
1904	6,8	7,2	7,8	9,8	13,0	15,4	18,0	17,9	15,7	13,5	9,1	8,4
1905	5,8	5,4	9,4	10,4	11,1	14,5	17,8	17,1	15,1	11,3	8,3	7,5
1906	9,0	6,1	7,7	8,5	11,9	15,4	17,2	18,2	16,7	13,6	9,9	7,5
1907	5,7	5,8	7,9	8,5	12,6	14,1	15,4	15,9	14,2	10,2	8,9	8,3
1908	5,8	6,0	5,9	7,4	11,9	13,7	15,7	15,4	14,1	14,5	11,6	8,5
1909	5,3	4,3	6,9	9,5	12,1	12,4	14,5	16,0	14,1	12,4	7,9	8,5
1910	5,5	7,6	6,4	8,0	10,3	13,9	15,1	16,1	14,2	12,5	9,5	7,5
1911	3,8	5,1	6,3	6,8	11,2	13,8	17,6	18,5	16,9	12,8	8,5	8,1
1912	7,5	10,2	8,2	8,7	12,3	13,4	14,6	14,3	13,0	11,1	8,6	7,9
1913	8,0	6,0	8,3	8,7	10,8	13,5	15,2	16,5	14,7	12,8	10,7	6,4
1914	4,2	9,1	8,2	10,6	11,7	13,2	15,3	16,4	15,3	11,6	9,1	8,2

Resumen Mensual TX 2ª Etapa del Mareógrafo de Santander, 1902-1914												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1902	11,0	13,1	13,7	16,2	15,0	20,6	22,5	23,1	22,0	18,8	16,9	12,8
1903	13,3	14,4	16,0	14,6	17,6	19,0	22,1	23,7	22,2	20,1	15,3	11,8
1904	11,6	12,5	13,6	15,1	18,9	20,2	23,3	23,5	21,5	19,6	14,8	13,6
1905	11,4	10,7	15,5	15,7	16,5	20,2	23,2	22,5	20,7	16,0	13,6	12,6
1906	13,8	11,3	13,3	14,0	18,1	21,0	22,1	24,2	22,5	19,7	15,1	11,8
1907	10,6	10,6	13,3	13,7	19,6	19,8	21,4	22,4	22,7	17,8	15,8	15,2
1908	13,1	11,9	12,0	13,8	18,8	19,6	21,2	21,8	20,7	21,1	17,6	14,1
1909	11,6	10,7	13,1	16,6	18,8	17,9	20,5	22,1	19,9	18,7	14,1	14,1
1910	11,9	13,4	13,1	13,7	15,5	19,7	22,3	23,3	21,3	19,4	16,3	14,5
1911	9,9	12,8	13,1	14,1	16,9	19,6	24,1	24,4	24,0	19,4	15,6	14,7
1912	13,9	17,1	15,2	14,8	19,7	19,7	20,6	21,1	19,8	17,6	14,3	14,6
1913	14,4	12,8	14,9	15,1	17,4	19,2	20,9	21,7	21,0	18,8	15,8	12,7
1914	10,1	15,5	14,9	16,9	17,6	18,5	20,6	20,9	21,5	17,4	14,4	14,4

Resumen Mensual P 2ª Etapa del Mareógrafo de Santander, 1902-1914												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1902	70.5	40.8	42.6	36.4	106.0	60.9	29.5	42.9	122.6	84.1	79.8	74.1
1903	119.2	19.4	14.6	45.9	74.5	40.4	77.9	30.2	68.0	76.1	117.1	182.1

1904	92.6	99.9	55.8	90.8	40.8	47.2	20.1	46.9	105.1	27.9	121.3	148.3
1905	45.2	155.7	94.6	44.8	38.0	59.4	47.6	112.3	127.1	29.7	156.1	24.1
1906	58.4	202.1	71.3	131.0	70.5	3.5	45.9	12.7	51.8	114.7	117.4	201.9
1907	74.7	107.5	19.9	128.3	7.8	49.2	131.6	19.5	38.6	270.4	97.5	90.6
1908	44.2	83.0	152.0	150.1	64.0	191.3	12.2	53.6	92.0	75.4	35.0	170.4
1909	76.2	52.4	179.6	13.1	31.4	154.0	21.9	82.9	220.3	129.1	56.1	104.6
1910	164.8	150.4	47.1	93.5	121.6	120.8	54.5	106.2	85.1	94.7	213.5	74.7
1911	66.9	19.4	105.9	60.5	96.4	93.8	28.7	45.3	95.0	104.9	224.0	103.0
1912	36.1	45.4	34.8	61.8	43.6	43.5	105.5	75.1	28.2	40.9	195.6	54.8
1913	61.7	89.2	44.9	136.2	207.7	54.3	29.9	60.1	185.5	60.4	103.8	107.3
1914	70.1	57.0	119.5	69.1	123.0	46.0	127.3	55.4	49.4	239.2	57.9	119.5

Ofrecemos a continuación una pequeña elaboración de los valores diarios.

- Tx ABS: Temperatura máxima absoluta registrada en el mes
- TMx: Temperatura media de las máximas diarias
- TM: Temperatura media mensual
- TMm: Temperatura media de las mínimas diarias
- TmABS: Temperatura mínima absoluta registrada en el mes
- PM: Precipitación acumulada en el mes
- PX24h: Precipitación máxima en 24h.
- Tmx: Temperatura mínima más alta del mes
- Txm: Temperatura máxima más baja del mes
- Nº DIAS: Número de días con datos

AÑO 1902	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBR E	DICIEMBRE
Tx ABS	17,00	19,80	17,00	24,00	19,20	26,80	26,20	26,10	30,00	23,10	22,50	18,80
TMx	10,98	13,14	13,70	16,16	15,00	20,61	22,47	23,08	21,95	18,79	16,93	12,80
TM	7,88	9,83	10,90	13,11	12,13	17,26	19,72	19,81	18,75	15,53	13,66	10,40
TmM	4,78	6,53	8,10	10,05	9,26	13,90	16,97	16,55	15,54	12,27	10,38	8,01
TmABS	-2,00	-2,50	4,00	6,40	1,50	10,00	13,80	13,70	10,70	8,00	1,00	1,70
PM	70,47	40,76	42,60	36,37	106,01	60,92	29,51	42,88	122,55	84,09	79,81	74,08
PX24h	29,01	7,08	11,75	15,85	31,98	10,33	14,79	13,37	25,19	14,86	31,84	19,10
Tmx	11,20	11,80	10,80	13,80	14,50	18,50	18,80	19,50	19,80	17,40	15,80	12,00
T xm	4,50	3,80	10,80	12,80	11,20	15,80	20,20	20,70	17,20	16,20	12,20	7,20
Nº DIAS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
AÑO 1903	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBR E	DICIEMBRE
Tx ABS	18,00	21,60	24,80	19,60	25,30	22,80	25,70	28,00	25,90	26,20	19,20	15,80
TMx	13,26	14,36	16,04	14,56	17,63	18,99	22,06	23,71	22,21	20,07	15,34	11,75
TM	10,37	10,89	12,37	11,53	14,79	16,59	19,17	20,48	19,21	17,15	12,92	9,49
TmM	7,48	7,43	8,70	8,50	11,95	14,20	16,27	17,25	16,21	14,22	10,50	7,23
TmABS	-0,30	2,80	4,60	5,00	8,60	10,80	14,00	13,80	11,00	9,80	3,20	2,20
PM	119,15	19,42	14,58	45,85	74,45	40,36	77,89	30,17	68,00	76,05	117,10	182,13
PX24h	30,99	16,13	5,24	17,97	27,17	12,81	20,94	13,58	18,68	15,21	23,00	37,64
Tmx	13,70	13,20	16,40	12,40	16,20	17,80	18,50	20,20	20,40	18,60	15,20	12,00
T xm	4,80	10,40	11,60	10,80	13,50	14,80	19,60	20,40	17,00	15,20	8,60	6,50
Nº DIAS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
AÑO 1904	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBR E	DICIEMBRE
Tx ABS	14,60	17,90	17,20	21,50	26,50	23,20	26,20	26,80	25,40	23,60	21,20	18,00
TMx	11,61	12,52	13,56	15,06	18,90	20,22	23,32	23,48	21,52	19,59	14,79	13,59
TM	9,18	9,88	10,65	12,40	15,94	17,80	20,66	20,68	18,62	16,55	11,92	10,97
TmM	6,76	7,24	7,75	9,75	12,97	15,37	18,01	17,88	15,71	13,51	9,05	8,35
TmABS	2,20	3,50	2,80	5,00	9,00	11,40	15,30	13,20	12,40	9,00	2,60	4,40
PM	92,62	99,91	55,84	90,78	40,76	47,20	20,07	46,91	105,15	27,95	121,28	148,31
PX24h	19,32	18,96	9,72	39,62	7,08	15,57	10,61	12,03	21,23	14,15	32,05	54,91
Tmx	12,00	11,20	12,50	12,80	16,40	17,80	21,00	20,80	20,40	17,20	16,80	12,40
T xm	6,20	6,80	8,50	12,20	13,80	16,80	20,20	19,80	17,00	16,20	8,60	9,80
Nº DIAS	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
AÑO 1905	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBR E	DICIEMBRE
Tx ABS	15,60	12,40	26,60	20,40	21,40	25,00	25,60	25,40	27,00	18,80	19,00	19,30
TMx	11,37	10,71	15,50	15,69	16,54	20,18	23,19	22,48	20,69	16,03	13,61	12,57
TM	8,60	8,03	12,45	13,03	13,80	17,35	20,47	19,81	17,87	13,67	10,97	10,04
TmM	5,84	5,36	9,39	10,37	11,05	14,51	17,75	17,13	15,05	11,30	8,34	7,50
TmABS	1,20	3,00	4,60	6,40	8,00	11,40	14,00	13,70	12,80	6,20	3,60	3,70
PM	45,21	155,66	94,61	44,80	38,00	59,44	47,55	112,29	127,09	29,70	156,09	24,06
PX24h	13,09	26,53	30,42	18,11	7,78	14,86	25,47	38,21	67,71	11,04	25,47	6,86
Tmx	11,20	9,40	12,80	14,40	14,80	18,00	20,80	20,60	19,00	15,10	14,60	13,70
T xm	5,00	6,80	8,80	11,00	12,80	15,40	19,40	19,00	17,60	11,80	9,30	9,30
Nº DIAS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31

Resumen de observaciones de la 2ª Etapa del Mareógrafo

AÑO 1906	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBR E	DICIEMBRE
Tx ABS	19,00	16,20	19,60	19,30	30,40	25,70	25,30	30,00	28,40	25,30	19,80	17,30
TMx	13,80	11,30	13,33	14,00	18,09	21,02	22,08	24,17	22,54	19,70	15,11	11,84
TM	11,40	8,69	10,51	11,25	15,00	18,19	19,63	21,20	19,62	16,67	12,50	9,69
TmM	9,01	6,08	7,70	8,49	11,91	15,36	17,18	18,24	16,71	13,63	9,89	7,54
TmABS	3,40	2,40	2,70	5,40	6,20	12,80	14,80	15,50	12,60	5,60	7,20	1,50
PM	58,42	202,08	71,25	131,04	70,48	3,47	45,86	12,74	51,79	114,70	117,38	201,86
PX24h	9,06	36,37	16,98	18,47	16,63	3,47	17,41	5,24	18,96	24,06	31,77	30,42
Tmx	14,40	9,30	13,70	12,40	19,30	18,70	19,40	21,20	21,00	21,60	13,10	12,60
T xm	6,20	8,00	7,30	11,20	12,20	18,50	19,20	21,70	19,30	12,00	12,20	5,70
Nº DIAS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
AÑO 1907	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBR E	DICIEMBRE
Tx ABS	14,50	19,30	17,30	17,80	25,30	24,30	25,50	24,20	26,30	22,00	22,30	17,60
TMx	10,55	10,57	13,30	13,73	19,62	19,83	21,37	22,42	22,72	17,75	15,82	15,21
TM	8,12	8,20	10,61	11,09	16,10	16,98	18,39	19,15	18,48	13,99	12,33	11,77
TmM	5,69	5,83	7,91	8,46	12,57	14,12	15,40	15,87	14,24	10,23	8,85	8,34
TmABS	2,30	1,20	2,40	2,70	8,00	10,00	10,20	11,50	10,00	6,20	5,30	4,80
PM	74,72	107,48	19,89	128,28	7,80	49,18	131,61	19,53	38,63	270,43	97,50	90,64
PX24h	15,21	26,89	6,08	17,97	2,83	19,25	44,15	5,87	28,02	45,57	41,04	11,89
Tmx	9,70	9,80	11,30	11,60	18,30	16,90	19,20	19,20	17,30	14,00	11,90	11,10
T xm	8,40	4,20	9,30	11,60	14,40	15,60	16,00	20,60	19,30	13,90	12,00	11,70
Nº DIAS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
AÑO 1908	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBR E	DICIEMBRE
Tx ABS	16,70	15,00	15,20	27,20	27,50	23,20	23,90	24,30	25,00	28,30	24,00	18,60
TMx	13,05	11,88	11,98	13,82	18,78	19,58	21,24	21,78	20,72	21,07	17,56	14,14
TM	9,44	8,92	8,96	10,59	15,34	16,62	18,45	18,60	17,41	17,77	14,59	11,30
TmM	5,84	5,97	5,94	7,36	11,89	13,66	15,67	15,41	14,10	14,47	11,63	8,46
TmABS	2,30	1,30	-1,90	3,30	7,80	9,30	13,00	12,60	10,70	7,80	6,00	5,00
PM	44,22	83,00	151,98	150,14	64,04	191,27	12,24	53,56	91,98	75,36	34,96	170,45
PX24h	11,32	14,50	32,55	31,70	25,19	76,63	5,66	22,78	18,25	35,09	9,20	25,47
Tmx	9,50	8,60	11,30	12,00	14,20	16,70	19,30	18,70	17,00	20,50	16,90	14,00
T xm	8,40	8,70	7,00	9,20	14,20	15,00	18,90	19,70	15,80	14,20	13,80	11,20
Nº DIAS	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
AÑO 1909	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBR E	DICIEMBRE
Tx ABS	16,20	15,00	17,80	21,30	22,50	19,00	25,30	26,30	23,20	25,10	19,00	21,00
TMx	11,57	10,65	13,05	16,61	18,75	17,88	20,45	22,06	19,87	18,73	14,07	14,12
TM	8,43	7,48	9,96	13,04	15,43	15,13	17,48	19,01	16,97	15,57	10,98	11,32
TmM	5,29	4,31	6,86	9,47	12,11	12,38	14,51	15,96	14,07	12,41	7,90	8,52
TmABS	1,00	0,50	2,50	5,70	8,00	10,40	11,00	13,60	11,80	7,00	1,80	3,60
PM	76,20	52,43	179,58	13,09	31,42	153,96	21,94	82,93	220,26	129,06	56,11	104,58
PX24h	32,69	14,43	35,02	6,01	9,34	22,22	8,49	29,43	63,82	30,57	9,20	33,96
Tmx	9,90	8,10	11,50	13,30	14,80	15,30	18,30	19,20	17,20	17,10	12,80	16,20
T xm	7,30	6,10	8,00	13,00	15,00	15,30	17,40	19,80	17,00	10,90	9,30	10,50
Nº DIAS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31

Anexos

AÑO 1910	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBR E	DICIEMBRE
Tx ABS	14,80	17,70	17,80	19,30	19,80	25,20	27,80	30,00	27,80	23,40	19,40	18,20
TMx	11,85	13,42	13,11	13,67	15,50	19,73	22,31	23,28	21,33	19,40	16,34	14,54
TM	8,66	10,52	9,77	10,81	12,88	16,79	18,73	19,68	17,77	15,96	12,90	11,03
TMm	5,48	7,62	6,43	7,95	10,27	13,85	15,14	16,09	14,21	12,52	9,47	7,52
TmABS	1,60	3,20	1,30	2,30	5,00	10,20	12,00	13,80	10,00	8,40	4,80	1,60
PM	164,79	150,43	47,06	93,48	121,64	120,80	54,49	106,21	85,06	94,67	213,47	74,72
PX24h	31,13	18,82	8,28	21,37	28,30	35,09	14,15	27,59	33,96	27,24	37,50	14,15
Tmx	11,00	11,70	10,40	11,50	13,20	17,20	18,00	19,80	20,00	17,40	15,80	12,40
T xm	9,40	10,00	9,80	9,20	12,20	14,80	18,80	20,20	18,20	15,20	12,00	10,00
Nº DIAS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
AÑO 1911	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBR E	DICIEMBRE
Tx ABS	12,20	20,00	17,20	18,40	20,00	25,00	27,20	27,00	31,80	24,00	20,20	18,80
TMx	9,87	12,78	13,07	14,12	16,87	19,63	24,05	24,42	23,99	19,44	15,57	14,72
TM	6,84	8,95	9,70	10,44	14,05	16,70	20,80	21,46	20,45	16,13	12,06	11,41
TMm	3,81	5,13	6,32	6,77	11,23	13,77	17,56	18,50	16,90	12,83	8,54	8,09
TmABS	1,00	0,20	1,40	1,40	7,80	10,40	13,00	15,80	10,20	8,20	5,80	3,80
PM	66,87	19,39	105,92	60,50	96,44	93,84	28,73	45,29	95,03	104,87	224,01	103,02
PX24h	20,80	5,94	22,64	15,00	15,57	18,11	13,44	15,92	21,23	24,76	60,71	24,76
Tmx	7,20	11,40	11,80	12,20	15,00	16,60	20,20	21,60	21,00	17,60	11,80	13,00
T xm	6,60	9,20	10,00	6,80	14,20	17,00	19,20	21,80	19,00	15,00	11,80	10,20
Nº DIAS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
AÑO 1912	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBR E	DICIEMBRE
Tx ABS	17,00	20,20	19,80	19,00	33,20	28,00	26,20	26,20	23,20	22,00	18,80	18,80
TMx	13,89	17,12	15,23	14,81	19,72	19,66	20,56	21,05	19,79	17,63	14,31	14,64
TM	10,69	13,65	11,70	11,77	15,99	16,54	17,56	17,66	16,38	14,36	11,46	11,26
TMm	7,48	10,17	8,17	8,73	12,26	13,41	14,56	14,28	12,97	11,09	8,61	7,88
TmABS	2,40	5,60	5,00	5,20	6,00	11,00	11,00	11,60	9,40	6,80	4,20	5,00
PM	36,09	45,43	34,82	61,84	43,59	43,52	105,50	75,15	28,23	40,90	195,57	54,77
PX24h	10,47	15,92	4,95	37,08	13,09	26,53	36,79	16,98	12,38	19,25	25,47	26,53
Tmx	12,40	15,00	11,40	11,80	18,00	17,80	17,60	16,40	18,00	16,40	12,00	11,60
T xm	9,20	13,80	9,20	12,20	15,20	16,40	18,00	18,80	14,80	14,80	9,40	12,00
Nº DIAS	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
AÑO 1913	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBR E	DICIEMBRE
Tx ABS	17,20	17,00	18,00	21,40	29,00	23,80	27,20	30,30	27,50	23,20	18,60	16,00
TMx	14,36	12,81	14,85	15,11	17,36	19,17	20,90	21,65	21,04	18,76	15,83	12,68
TM	11,20	9,40	11,56	11,90	14,08	16,32	18,03	19,08	17,89	15,77	13,24	9,56
TMm	8,04	5,98	8,28	8,69	10,80	13,46	15,16	16,51	14,74	12,79	10,65	6,44
TmABS	5,20	0,40	5,40	4,60	7,60	8,80	12,80	14,00	11,30	7,40	6,80	2,00
PM	61,70	89,22	44,93	136,21	207,67	54,34	29,87	60,15	185,52	60,36	103,80	107,27
PX24h	23,49	19,25	10,19	28,87	50,94	21,79	11,32	18,25	86,04	20,94	18,68	18,96
Tmx	12,20	11,80	11,80	13,00	15,80	16,60	18,20	18,70	21,60	17,00	14,60	11,70
T xm	12,40	8,00	13,00	11,40	13,00	13,40	17,60	19,00	17,30	14,00	13,00	7,20
Nº DIAS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
AÑO 1914	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBR E	DICIEMBRE
Tx ABS	15,00	20,70	22,80	23,00	25,60	22,40	23,60	26,00	29,80	20,60	19,40	18,40
TMx	10,10	15,54	14,85	16,85	17,57	18,48	20,63	20,87	21,51	17,42	14,42	14,43
TM	7,13	12,34	11,51	13,73	14,63	15,84	17,98	18,63	18,39	14,51	11,75	11,33
TMm	4,16	9,14	8,16	10,61	11,68	13,19	15,34	16,39	15,27	11,59	9,09	8,23
TmABS	-0,80	3,60	4,00	6,40	8,20	8,20	12,40	13,20	11,00	6,60	3,40	2,00
PM	70,08	57,03	119,51	69,06	122,98	46,02	127,30	55,41	49,39	239,15	57,88	119,50
PX24h	12,74	12,17	17,55	37,08	30,85	10,26	25,47	16,42	12,31	57,74	17,41	21,79
Tmx	7,80	15,00	11,60	14,80	14,80	17,40	18,20	19,40	19,80	16,40	14,40	14,00
T xm	5,00	11,40	10,60	13,40	13,60	14,40	18,40	0,10	17,80	13,40	9,60	9,40
Nº DIAS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31

10.4. ***Información en el diario El Cantábrico***

Datos

OBSERVACIONES: NOTICIAS CON CONTENIDO METEOROLÓGICO

- 18 Nov. 1896 Pag. 1 Temporal
- 6 Mar. 1897 Pag. 2. Temporal
- 7 Mar. 1897 Pag. 2. Temporal
- 7 Mar. 1897 Pag. 3. Temporal en San Sebastián
- 2 Abril 1897 Pag. 2. Temporal
- 4 Abril de 1897 Pag. 2. Temporal
- 19 Nov. 1897 Pag. 3. Incendio favorecido por el viento sur
- 7 Dic. 1897 Pag. 2. Naufragio con oleaje y fuertes vientos en Castro Urdiales
- 30 Dic. 1897 Pag. 2 y 3. Incendio en Seña y en Santander, viento.
- 7 Ene. 1898 Pag. 2. Desgracia en el mar. Habla de vientos y destrozos. San Sebastián
- 26 Feb. 1898 Pag. 3. Tempestad en Castro Urdiales
- 19 Febr. 1900 Pag. 3. Temporal
- 3 Dic. 1905 Pag. 2 Temporal
- 4 Dic. 1905 Pag. 2 Temporall
- 9 Abril. 1906 Enfriamiento de la tierra

OBSERVACIONES

Los datos son facilitados por el Sr García desde el 15 de mayo de 1895 hasta 5 de julio de 1895 y por el Sr Arce del 6 de julio de 1895 hasta 24 enero de 1912

En algunos días consecutivos se repiten los mismos datos dos días seguidos (durante año 1896 varias veces, p.e: 19 y 20 Junio)

A veces aparecen datos que son claramente erróneos, p.e: la T máxima más baja que la mínima (16 Oct. 1903)

Cuando hay una noticia importante (llegada de los reyes a Santander en 1900), no se deja espacio para las observaciones meteorológicas.

Algunos datos diarios aparecen borrosos o cortados por lo que se deja en blanco.

Se dan tres datos barométricos al día y su tendencia. En algunos días los datos barométricos van bajando a lo largo del día y en la tendencia indica que sube, o viceversa.

El 3 de marzo de 1908 la temperatura mínima es 0,01, está mal si se tiene en cuenta que los termómetros miden grado y décima.

A partir del 4 de julio de 1911 aparece un nuevo cuadro con notas meteorológicas. Los datos del Sr. Arce no coinciden con el nuevo cuadro.

A partir del 24 de enero de 1912 surge un nuevo cuadro que sustituye a los dos anteriores. El cuadro con los datos del Sr Arce desaparece y el otro cuadro también. El nuevo cuadro incluye estado de la mar, vientos, pluviómetro, etc

En el 8 de mayo de 1913 desaparece el apartado de recorrido del viento.

En el nuevo cuadro son frecuentes los errores, p.e; el 26 de junio de 1914 la temperatura máxima es de 71,7. El dato se deja en blanco.

Resumen de los datos recogidos en el diario El Cantábrico

Numero de Datos													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1895					8	21	22	28	30	26	26	28	189
1896	20	18	17	14	8	7	1						85
1897													
1898													
1899								8	24	25	23	24	104
1900	24	19	24	23	22	23	22	25	24	23	24	21	274
1901	25	22	24	24	26	24	23	23	22	23	24	22	282
1902	21	20	20	17	20	20	16	22	20	23	24	15	238
1903	13	16	17	21	21	22	23	24	21	24	21	23	246
1904	19	15	16	17	22	22	23	13	19	19	24	23	232
1905	19	18	24	21	21	20	21	25	23	14	8	23	237
1906	19	15	18	17	21	20	12	14	18	16	17	10	197
1907	16	19	16	21	22	20	23	22	23	22	19	19	242
1908	23	22	19	23	22	22	24	21	22	23	23	24	268
1909	23	18	23	22	24	23	25	24	22	26	22	20	272
1910	23	19	22	24	23	25	21	20	22	25	22	23	269
1911	19	20	20	24	21	22	21	23	22	21	23	25	261
1912	14												14
1913													
1914													
1915													

Total	278	241	260	268	281	291	277	292	312	310	300	300	3410
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

Promedio mensual de T Máxima													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1895					22,4	23,4	24,5	23,8	24,9	18,9	18,6	14,4	21,2
1896	12,4	12,4	14,8	13,9	16,2	21,9	21,0						14,4
1897													
1898													
1899								26,3	24,0	22,1	16,9	13,2	19,7
1900	12,6	14,6	12,3	16,6	19,1	22,0	26,0	24,2	23,8	20,2	15,5	14,6	18,5
1901	12,6	8,6	12,6	16,9	19,3	23,1	24,4	24,0	22,2	17,9	14,0	11,6	17,3
1902	11,3	13,1	15,2	17,1	16,3	21,6	24,1	23,9	22,1	19,0	16,9	13,0	17,8
1903	12,9	14,4	15,7	15,7	18,6	20,4	23,5	24,4	23,5	20,1	16,2	11,9	18,5
1904	12,0	13,4	12,1	16,0	20,0	22,4	25,2	25,2	22,8	20,3	16,1	14,8	18,4
1905	13,0	11,9	15,9	19,0	19,1	23,0	25,7	25,4	22,4	19,5	14,4	13,7	19,0
1906	15,6	12,0	14,3	14,2	18,4	24,1	24,0	25,4	24,2	20,2	15,4	12,7	18,4
1907	11,6	11,1	13,8	15,4	20,8	22,1	22,8	24,4	23,7	18,2	16,7	15,8	18,4
1908	14,3	13,0	12,9	15,1	20,3	20,9	23,1	24,2	22,0	22,1	19,0	15,4	18,6
1909	13,1	12,0	12,9	18,2	20,3	19,6	21,8	24,3	21,0	20,1	13,7	14,3	17,8
1910	12,2	13,7	14,6	14,8	17,0	21,3	23,0	23,7	21,2	19,5	15,9	14,4	17,6
1911	10,1	12,9	13,8	15,0	18,4	21,4	26,1	25,9	24,5	20,1	15,7	15,0	18,3
1912	14,6												14,6
1913													
1914													
1915													
Total	12,7	12,5	13,9	16,0	19,0	21,9	24,1	24,5	23,1	19,9	16,2	14,0	18,3

Temperatura Máxima mensual													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1895					29	30	30	25,5	29	25,3	22,3	16,8	30
1896	17,2	19,5	19	17,8	19,3	23,4	21						23,4
1897													
1898													
1899								28,6	29,7	24,9	21,9	18,9	29,7
1900	15,3	21,9	16,4	21,8	23,4	25,8	29	26,9	27,3	24,8	22,5	18,8	29
1901	16,2	13,4	16,2	25,8	26,4	25,8	29,8	26,4	25,3	23,3	19,2	15,8	29,8
1902	15,9	16,9	17,6	21,6	21,4	27,3	25,6	26,2	24,7	23,3	20,9	16,4	27,3
1903	17,8	17,6	22,4	20,2	28,3	24,9	26,6	27,4	28	23,8	19,8	16	28,3
1904	14,8	16,9	16,2	18,9	26,4	25,2	28,8	27,6	28,8	24	21,2	19	28,8
1905	18	14,8	21,9	23,2	22	27,4	28,9	27,7	26,8	21,2	17,5	17,2	28,9
1906	20	14,8	21,9	17,8	24,9	26,4	26,8	27,3	29,2	24,3	18,2	15,8	29,2
1907	14,7	15,8	17,2	18,6	24,9	24,6	25,9	26	26,9	20,8	20	18,3	26,9
1908	19	16,3	14,2	19,9	23,4	23,8	24,8	26,9	24,8	26,6	23	19,2	26,9
1909	19	16,3	19	22	24,4	24,8	23,3	27,9	23,8	23,8	18	19,9	27,9
1910	15,8	18	18,8	21	20,6	24,7	25,3	26	24,6	23,6	18,8	18,4	26
1911	12,6	16,8	18	20,3	21,4	25,9	28,9	27,8	28,5	23,7	17,9	18	28,9
1912	17,5												17,5
1913													
1914													
1915													
Total	20	21,9	22,4	25,8	29	30	30	28,6	29,7	26,6	23	19,9	30

Promedio mensual de T Mínima													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1895					13,0	13,8	16,0	16,7	16,4	10,8	11,4	8,0	13,3
1896	6,7	4,9	7,1	7,2	8,8	13,2	14,0						7,3
1897													
1898													
1899								18,7	16,5	15,4	9,8	6,1	12,5
1900	5,8	8,5	5,4	8,8	11,2	13,4	17,1	16,6	16,3	13,2	9,2	7,6	11,1
1901	6,8	2,7	6,4	9,4	11,6	14,8	16,2	16,2	15,2	12,1	7,7	5,7	10,4
1902	4,9	6,9	8,4	10,8	9,0	14,1	15,4	15,2	14,4	11,6	10,1	7,1	10,7
1903	6,0	6,9	8,8	9,0	11,1	12,6	15,7	15,9	14,9	13,0	9,1	5,1	11,0
1904	5,8	7,2	5,5	8,1	12,2	14,5	17,5	17,4	14,1	11,8	8,2	7,7	10,9
1905	5,7	5,2	8,5	10,8	10,9	15,3	18,0	18,1	14,4	10,7	7,2	6,6	11,4
1906	8,2	4,4	6,8	6,5	10,7	15,5	16,7	17,6	15,5	12,0	7,9	5,9	10,7
1907	4,1	3,5	6,6	8,2	11,3	12,8	12,9	14,6	13,8	9,9	8,0	7,2	9,7
1908	6,2	5,4	5,7	6,9	9,7	10,0	11,7	13,0	12,4	13,2	10,6	7,9	9,4
1909	5,5	4,4	5,7	9,2	10,2	10,1	11,5	15,0	13,2	11,9	6,9	7,5	9,4
1910	5,0	5,6	6,2	6,7	9,1	13,0	14,9	15,4	12,7	11,9	8,6	7,2	9,7
1911	2,9	4,1	5,7	5,9	10,2	12,9	17,5	17,9	16,9	13,3	8,5	8,0	10,4
1912	6,3												6,3
1913													
1914													
1915													
Total	5,7	5,3	6,7	8,3	10,6	13,3	15,3	16,2	14,8	12,3	8,9	7,0	10,5

Temperatura mínima mensual													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1895					10,0	11,0	14,5	14,3	13,0	5,5	4,6	5,3	4,6
1896	2,8	2,5	5,0	4,0	5,0	12,0	14,0						2,5
1897													0,0
1898													0,0
1899								16,9	12,4	12,2	4,3	2,4	2,4
1900	0,1	2,9	1,9	4,3	8,9	9,2	12,0	10,8	13,3	9,3	3,4	5,7	0,1
1901	2,2	0,0	3,2	0,0	8,4	12,5	13,3	14,2	13,9	9,3	3,2	1,8	0,0
1902	1,2	0,2	6,2	8,9	5,8	10,0	10,3	13,4	12,3	9,0	8,4	4,1	0,2
1903	0,3	4,2	6,0	3,8	7,2	9,9	13,2	13,2	10,2	10,2	5,0	0,6	0,3
1904	1,3	4,8	2,2	5,8	8,0	11,0	11,2	13,0	10,0	8,9	0,2	3,6	0,2
1905	0,0	1,0	2,0	8,3	7,6	10,2	13,6	14,0	9,3	9,8	4,0	3,9	0,0
1906	2,0	1,9	1,2	4,9	5,9	13,2	13,2	11,8	11,0	7,9	5,0	1,9	1,2
1907	1,0	0,0	2,6	5,2	8,0	11,2	1,0	11,0	11,2	7,0	6,0	4,6	0,0
1908	2,5	3,7	0,0	3,0	6,8	7,2	9,9	10,9	9,4	9,2	7,0	5,0	0,0
1909	1,9	1,9	1,2	6,9	7,4	7,9	8,2	12,8	10,0	7,2	2,0	3,9	1,2
1910	1,9	2,2	3,9	1,9	6,0	8,3	11,2	14,0	10,2	8,3	5,0	2,9	1,9
1911	1,0	1,0	2,8	-1,9	8,3	8,0	14,0	15,9	12,0	10,0	5,9	3,8	-1,9
1912	2,3												2,3
1913													
1914													
1915													
Total	0,0	0,0	0,0	-1,9	5,0	7,2	1,0	10,8	9,3	5,5	0,2	0,6	-1,9

11. Relación de Tablas, Mapas, Figuras e Ilustraciones

CUADROS

CUADRO 1: RESULTADO DEL TEST DE PETTITT APLICADO A LAS SERIES DE PRECIPITACIÓN	152
CUADRO 2: TEST DE VON NEWMANN APLICADO A LAS SERIES DE PRECIPITACIÓN	154
CUADRO 3: TEST DE NORMALIDAD (<i>KS</i>) Y DE TENDENCIA (<i>MANN-KENDALL</i>) APLICADOS A LAS SERIES DE PRECIPITACIÓN	155
CUADRO 4: RESULTADO DE LOS TEST DE RUPTURA Y TENDENCIA. SANTANDER DE REFERENCIA <i>TM</i> MENSUAL	194
CUADRO 5: TEST DE RUPTURA Y TENDENCIA. SANTANDER <i>TN</i> MEDIA MENSUAL	200
CUADRO 6: TEST DE RUPTURA Y TENDENCIA. SANTANDER <i>TX</i> MEDIA MENSUAL	206
CUADRO 7: TEST DE RUPTURA Y TENDENCIA. REINOSA <i>TM</i> MENSUAL	214
CUADRO 8: TEST DE RUPTURA Y TENDENCIA. REINOSA <i>TN</i> MENSUAL MEDIA	220
CUADRO 9: TEST DE RUPTURA Y TENDENCIA. REINOSA <i>TX</i> MENSUAL MEDIA	226

FIGURAS

FIGURA 1: REGISTRO DE LAS PUBLICACIONES PERIÓDICAS EDITADAS EN SANTANDER EN EL SIGLO XIX Y PRIMEROS AÑOS DEL SIGLO XX. FUENTE: BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SANTANDER. CATÁLOGO DE PUBLICACIONES PERIÓDICAS. ELABORACIÓN PROPIA.....	33
FIGURA 2: NOTICIAS DE CONTENIDO METEOROLÓGICO O CLIMÁTICO APARECIDAS EN EL DIARIO EL CANTÁBRICO ENTRE 1895 Y 1930. NO SE INCLUYEN LOS BOLETINES METEOROLÓGICOS DIARIOS.	34
FIGURA 3: PROPORCIÓN DE DATOS PUBLICADOS EN EL DIARIO EL CANTÁBRICO, ENTRE 1895 Y 1912.	35
FIGURA 4: EXTENSIÓN TEMPORAL DE LAS SERIES SELECCIONADAS PARA ELABORAR LA SERIE <i>P</i> DE SANTANDER	51
FIGURA 5: EXTENSIÓN TEMPORAL DE LAS SERIES SELECCIONADAS PARA ELABORAR LA SERIE <i>P</i> DE REINOSA	56
FIGURA 6: EXTENSIÓN TEMPORAL DE LAS SERIES DE ASTURIAS SELECCIONADAS	58
FIGURA 7: EXTENSIÓN TEMPORAL DE LAS SERIES DE <i>T</i> SELECCIONADAS PARA CALCULAR LA DE SANTANDER.	61
FIGURA 8: EXTENSIÓN TEMPORAL DE LAS SERIES SELECCIONADAS PARA ELABORAR LA SERIE DE <i>T</i> DE REINOSA	63
FIGURA 9: OTRAS SERIES DE <i>T</i> UTILIZADAS CERCANAS A REINOSA, Y DURACIÓN DE LAS MISMAS	64
FIGURA 10: EXTENSIÓN TEMPORAL DE LAS SERIES DEL PAÍS VASCO SELECCIONADOS	66
FIGURA 11: FUNCIÓN PESO	69
FIGURA 12: EJEMPLO DE PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	73
FIGURA 13: EJEMPLO DE PRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS TEST ESTADÍSTICOS	75

FIGURA 14: PRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS RESULTADOS.....	76
FIGURA 15: EJEMPLO DE REPRESENTACIÓN DE SERIES MENSUALES CON LA MEDIA EN VERDE Y UNA TENDENCIA LINEAL	77
FIGURA 16: SERIES DE LLUVIA ANUAL DEL ÁREA CANTÁBRICA, CONTEMPORÁNEAS AL INICIO DE LA OBSERVACIÓN EN EL MAREÓGRAFO DE SANTANDER.....	126
FIGURA 17: REINOSA 1900-2000. SERIE DE PRECIPITACIÓN ANUAL ACUMULADA	174
FIGURA 18: SANTANDER 1900-2000. CLASIFICACIÓN PLUVIOMÉTRICA ANUAL EN SIETE CATEGORÍAS.....	250
FIGURA 19: SANTANDER 1900-2000. CLASIFICACIÓN PLUVIOMÉTRICA MENSUAL Y ANUAL EN TRES CATEGORÍAS.	251
FIGURA 20: SANTANDER 1900-2000. CARÁCTER PLUVIOMÉTRICO ANUAL AGRUPADO EN DÉCADAS.....	252
FIGURA 21: SANTANDER 1900-2000. CARÁCTER PLUVIOMÉTRICO MENSUAL AGRUPADO POR DÉCADAS	254
FIGURA 22: REINOSA 1900-2000. CLASIFICACIÓN PLUVIOMÉTRICA ANUAL SEGÚN SIETE CATEGORÍAS	256
FIGURA 23: REINOSA 1900-2000. CLASIFICACIÓN PLUVIOMÉTRICA MENSUAL Y ANUAL EN TRES CATEGORÍAS....	257
FIGURA 24: REINOSA 1900-2000. CARÁCTER PLUVIOMÉTRICO ANUAL AGRUPADO EN DÉCADAS	258
FIGURA 25: REINOSA 1900-2000. CARÁCTER PLUVIOMÉTRICO MENSUAL AGRUPADO POR DÉCADAS	260
FIGURA 26: SANTANDER 1900-2000, CLASIFICACIÓN TÉRMICA ANUAL	274
FIGURA 27: SANTANDER 1900-2000. CLASIFICACIÓN TÉRMICA ANUAL Y ESTACIONAL.....	275
FIGURA 28: SANTANDER 1900-2000. CLASIFICACIÓN TÉRMICA ANUAL AGRUPADA POR DÉCADAS,.....	278
FIGURA 29: SANTANDER 1900-2000. CLASIFICACIÓN TÉRMICA ESTACIONAL AGRUPADA POR DÉCADAS,	279
FIGURA 30: REINOSA 1900-2000. CLASIFICACIÓN TÉRMICA ANUAL DEL S.XX	280
FIGURA 31: REINOSA 1900-2000, CLASIFICACIÓN TÉRMICA ANUAL Y ESTACIONAL	281
FIGURA 32: CALIFICACIÓN DE LA TEMPERATURA MEDIA ANUAL AGRUPADA POR DÉCADAS	282
FIGURA 33: CALIFICACIÓN TÉRMICA ESTACIONAL, AGRUPADA POR DÉCADAS	283

GRÁFICOS

GRÁFICO 1: EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA DEL AIRE EN LOS ÚLTIMOS AÑOS	104
GRÁFICO 2: TX DIARIA. MAREÓGRAFO 1ª ETAPA.....	105
GRÁFICO 3: CALENDARIO DE LA TX DIARIA, MAREÓGRAFO 1ª ETAPA.	107
GRÁFICO 4: TN DIARIA. MAREÓGRAFO 1ª ETAPA	108
GRÁFICO 5: CALENDARIO DE TN DIARIA. MAREÓGRAFO 1ª ETAPA.....	109
GRÁFICO 6: TM DIARIA. MAREÓGRAFO 1ª ETAPA	110

GRÁFICO 7: CALENDARIO DE TM DIARIA. MAREÓGRAFO 1ª ETAPA.....	111
GRÁFICO 8: PRECIPITACIÓN DIARIA. MAREÓGRAFO 1ª ETAPA.	112
GRÁFICO 9: PERIODOS SECOS Y HÚMEDOS. MAREÓGRAFO 1ª ETAPA	113
GRÁFICO 10: TENDENCIA DE TX DIARIA, MAREÓGRAFO 1ª ETAPA	116
GRÁFICO 11: ESTACIONALIDAD DE LA TX DIARIA. MAREÓGRAFO 1ª ETAPA.	117
GRÁFICO 12: COMPONENTE ALEATORIA DE TX DIARIA ESTANDARIZADA.	117
GRÁFICO 13: TENDENCIA TN, MAREÓGRAFO 1ª ETAPA.	118
GRÁFICO 14: COMPONENTE ESTACIONAL DE TN DIARIA. MAREÓGRAFO 1876-1893	119
GRÁFICO 15: COMPONENTE ALEATORIA DE TN DIARIA ESTANDARIZADA.....	120
GRÁFICO 16: TX MEDIA MENSUAL. MAREÓGRAFO 1ª ETAPA	121
GRÁFICO 17: DISTRIBUCIÓN DE LA TX MEDIA MENSUAL. MAREÓGRAFO 1876-1893.....	122
GRÁFICO 18: SERIE MENSUAL DE TN MEDIA MENSUAL. MAREÓGRAFO 1876-1893	123
GRÁFICO 19: DISTRIBUCIÓN DE TN MEDIA MENSUAL. MAREÓGRAFO 1ª ETAPA.....	124
GRÁFICO 20: SERIE MENSUAL DE TM MENSUAL. MAREÓGRAFO 1876-1893.....	125
GRÁFICO 21: DISTRIBUCIÓN DE LA TM MENSUAL. MAREÓGRAFO 1876-1893	126
GRÁFICO 22: LLUVIA MENSUAL EN EL MAREÓGRAFO.....	127
GRÁFICO 23: PRECIPITACIÓN ACUMULADA MENSUAL Y ANUAL MAREÓGRAFO 1876-1893	128
GRÁFICO 24: TX DIARIA, MAREÓGRAFO 2ª ETAPA	131
GRÁFICO 25: CALENDARIO DE LA TX DIARIA, MAREÓGRAFO 2ª ETAPA.	132
GRÁFICO 26: TN DIARIA. MAREÓGRAFO 1902-1915.....	134
GRÁFICO 27: CALENDARIO DE LA TN DIARIA, MAREÓGRAFO 2ª ETAPA.	135
GRÁFICO 28: TM DIARIA. MAREÓGRAFO 1902-1915.....	136
GRÁFICO 29: CALENDARIO DE LA TN DIARIA, MAREÓGRAFO 2ª ETAPA	137
GRÁFICO 30: PRECIPITACIÓN DIARIA EN EL MAREÓGRAFO 2ª ETAPA.....	138
GRÁFICO 31: PERIODOS SECOS Y HÚMEDOS, MAREÓGRAFO 2ª ETAPA	139
GRÁFICO 32: TX MEDIA MENSUAL. MAREÓGRAFO 2ª ETAPA.	140
GRÁFICO 33: DISTRIBUCIÓN DE LA TX MEDIA MENSUAL. MAREÓGRAFO 2ª ETAPA.....	141
GRÁFICO 34: TN MEDIA MENSUAL. MAREÓGRAFO 2ª ETAPA.....	141
GRÁFICO 35: DISTRIBUCIÓN ANUAL DE LA TN MEDIA. MAREÓGRAFO 2ª ETAPA	142

GRÁFICO 36: TM MENSUAL. MAREÓGRAFO 2ª ETAPA	143
GRÁFICO 37: DISTRIBUCIÓN DE LA TM MENSUAL. MAREÓGRAFO 2ª ETAPA	144
GRÁFICO 38: LLUVIA MENSUAL A PARTIR DEL DIARIO DE OBSERVACIONES DEL MAREÓGRAFO DE SANTANDER 1902-1914.	145
GRÁFICO 39: PRECIPITACIÓN ACUMULADA MENSUAL Y ANUAL. MAREÓGRAFO 1902-1915	145
GRÁFICO 40: SERIE DE PRECIPITACIÓN ACUMULADA ANUAL DE SANTANDER HOMOGÉNEA, 1900-2000	158
GRÁFICO 41: SERIES DE DATOS ORIGINALES DE T DEL ENTORNO DE SANTANDER 1960-2000	243
GRÁFICO 42: SERIES RELLENAS DE T ANUAL EN EL ENTORNO DE SANTANDER.	244
GRÁFICO 43: TENDENCIA DEL CONTRASTE DE T ENTRE OBSERVATORIOS URBANOS Y NO URBANOS EN SANTANDER Y ALREDEDORES	247

IMÁGENES

IMAGEN 1: CUADERNO DIARIO DE OBSERVACIONES DEL MAREÓGRAFO DURANTE LA PRIMERA ETAPA	36
IMAGEN 2: HOJA DE OBSERVACIONES TERMOMÉTRICAS DEL LIBRO CÁLCULOS	37
IMAGEN 3: CUADERNO DE OBSERVACIONES DE LA 2ª ÉPOCA DE OBSERVACIONES DEL MAREÓGRAFO DE SANTANDER	37
IMAGEN 4: SITUACIÓN ATMOSFÉRICA DEL DÍA 26 DE DICIEMBRE DE 1906.	41
IMAGEN 5: SITUACIÓN ATMOSFÉRICA DEL DÍA 28 DE DICIEMBRE DE 1906. ID. IMAGEN 4.	42
IMAGEN 6: SITUACIÓN ATMOSFÉRICA DEL DÍA 30 DE DICIEMBRE DE 1906. ID. IMAGEN 4.	42

MAPAS

MAPA 1: ESTACIONES DE ASTURIAS SELECCIONADAS PARA LAS SERIES T.	58
MAPA 2: ESTACIONES SELECCIONADAS PARA ELABORAR LA SERIE DE T DE SANTANDER	61
MAPA 3: ESTACIONES SELECCIONADAS PARA LA ELABORACIÓN DE LA SERIE T DE REINOSA	64
MAPA 4: ESTACIONES DEL PAÍS VASCO SELECCIONADAS PARA ELABORAR LAS SERIES T	66
MAPA 5: ESTACIONES SELECCIONADAS PARA ANALIZAR LA TENDENCIA RECIENTE DE TEMPERATURA.....	242

TABLAS

TABLA 1: ESTACIONES SELECCIONADAS PARA ELABORAR LA SERIE P DE SANTANDER.....	50
TABLA 2: ESTACIONES SELECCIONADAS PARA ELABORAR LA SERIE P DE REINOSA	55
TABLA 3: ESTACIONES DE ASTURIAS SELECCIONADAS PARA ELABORAR LAS SERIES DE T	59
TABLA 4: ESTACIONES SELECCIONADAS PARA EL CÁLCULO DE LA SERIE T DE SANTANDER.....	60

TABLA 5: ESTACIONES SELECCIONADAS PARA ELABORAR LA SERIE T DE REINOSA.	62
TABLA 6: ESTACIONES DEL PAÍS VASCO SELECCIONADAS PARA ELABORAR LAS SERIES T	65
TABLA 7: LA VOZ <i>CLIMA</i> EN EL DICCIONARIO DE AGRICULTURA DE 1853.....	86
TABLA 8: RESUMEN DE OBSERVACIONES. TERÁN DE CABUÉRNIGA 1870 Y 1871.....	90
TABLA 9: DOTACIÓN INSTRUMENTAL PROPORCIONADA A LOS PRIMEROS OBSERVATORIOS OFICIALES	93
TABLA 10: VARIABLES OBSERVADAS Y HORA DE LA OBSERVACIÓN- MAREÓGRAFO 1ª ETAPA	100
TABLA 11: TEMPERATURA MEDIA EN SANTANDER CENTRO.....	234
TABLA 12: CORRELACIÓN ENTRE LAS T DE LOS OBSERVATORIOS DEL ENTORNO DE SANTANDER	245
TABLA 13: TENDENCIA Y AÑO DE RUPTURA DE LAS T DE OBSERVATORIOS DEL ENTORNO DE SANTANDER	245
TABLA 14: CRITERIO PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS PERIODOS DE PRECIPITACIÓN	249

12. Índice

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DE ESTUDIO.....	1
2. METODOLOGÍA	7
2.1. Climatología y tradición geográfica	8
2.2. La climatología: desde la descripción a la predicción.....	11
2.3. La mirada retrospectiva de la Climatología Histórica.....	17
2.4. El análisis del clima en Cantabria durante el siglo XX: un intento de integración de herramientas y técnicas.....	22
3. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS.....	25
3.1. Fuentes de error y control de calidad. La homogeneidad de las series	26
3.2. Recuperación de la información original	31
3.2.1. Los datos seriados	31
3.2.2. Información en la prensa local: el diario El Cantábrico	32
3.2.3. Anotaciones y observaciones en los cuadernos de la estación del Mareógrafo de Santander	35
3.2.4. Tratamiento documental de las observaciones del Mareógrafo	38
3.2.5. La conservación de las fuentes y la digitalización de los datos	46
3.3. Elaboración de series de referencia.....	48
3.3.1. Selección de estaciones para el cálculo de las series de Precipitación	49
Observatorios afines al observatorio de Santander.....	49
Observatorios afines al observatorio de Reinosa.....	51
3.3.2. Selección de estaciones para el cálculo de la series de Temperatura.....	57
Observatorios afines de Asturias	57
Observatorios afines de Cantabria.....	59
Observatorios afines del País Vasco.....	64
3.3.3. Control de calidad de los datos de partida.....	67
3.3.4. Cálculo de la matriz de ponderación	68
3.3.5. Relleno de lagunas y corrección de errores puntuales	70
3.3.6. Control de saltos y tendencia	71
3.3.7. Presentación gráfica de los resultados de temperatura	72

3.3.8.	Presentación gráfica de los resultados de precipitación	77
3.4.	La representación espacial de los resultados a través de la cartografía	79
4.	LAS PRIMERAS SERIES DE OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS EN SANTANDER.....	83
4.1.	Antecedentes	84
4.2.	Las observaciones meteorológicas en el Mareógrafo	96
4.2.1.	La red de mareógrafos y la nivelación geodésica	96
4.2.2.	Emplazamiento, instrumentos y técnicas de observación	97
4.2.3.	Primera Etapa de registros: 1876-1896. Series diarias.....	100
	De Temperatura.....	105
	• Temperatura Máxima Diaria.....	105
	• Temperatura Mínima Diaria	107
	• Temperatura Media Diaria	110
	Precipitación Diaria	112
	Componente estacional, aleatoria y tendencia en las series de T	115
4.2.4.	Primera Etapa de registros: 1876-1896. Series mensuales	121
	De temperatura	121
	• Temperatura Máxima Media mensual	121
	• Temperatura Mínima Media mensual.....	123
	• Temperatura Media mensual	125
	Precipitación Mensual Acumulada	126
4.2.5.	Segunda Etapa de registros: 1902-1914. Series diarias.....	129
	De temperatura	131
	• Temperatura Máxima Diaria.....	131
	• Temperatura Mínima Diaria	134
	• Temperatura Media Diaria	136
	Precipitación Diaria	138
4.2.6.	Segunda Etapa de registros: 1902-1916. Series mensuales	140
	De Temperatura.....	140
	• Temperatura Máxima Media Mensual	140
	• Temperatura Mínima Media Mensual.....	141
	• Temperatura Media Mensual	143
	Precipitación Mensual Acumulada	144
4.3.	El Observatorio Provincial de la ciudad de Santander	147

5.	SERIES DE REFERENCIA PARA SANTANDER Y REINOSA	149
5.1.	Elaboración de un conjunto de datos mensuales sin lagunas	150
5.2.	La serie de referencia de Precipitación de Santander	157
5.2.1.	Precipitación acumulada anual. Santander 1900-2000.....	158
5.2.2.	Precipitación acumulada mensual. Santander 1900-2000.....	160
5.3.	La serie de referencia de Precipitación de Reinosa.....	173
5.3.1.	Precipitación acumulada anual Reinosa 1900-2000.....	174
5.3.2.	Precipitación acumulada mensual. Reinosa 1900-2000.....	176
5.4.	La serie de referencia de Temperatura de Santander.....	188
5.4.1.	La Temperatura Media.....	189
	Las series mensuales de T Media.....	192
	Series de Referencia de Temperaturas de SANTANDER.....	195
5.4.2.	La Temperatura media de las Mínimas	195
	Las series mensuales de T Mínima Media.....	198
5.4.3.	La Temperatura media de las Máximas.....	201
	Las series mensuales de T Máxima Media	204
5.5.	La serie de referencia de Temperatura de Reinosa.....	208
5.5.1.	La Temperatura Media.....	209
	Las series mensuales de T Media.....	212
5.5.2.	La Temperatura media de las Mínimas	215
	Las series mensuales de T Mínima media.....	218
5.5.3.	La Temperatura media de las Máximas.....	221
	Las series mensuales de T Máxima media	224
6.	EVOLUCIÓN DE LAS SERIES DE REFERENCIA DE SANTANDER Y REINOSA...	227
6.1.	El efecto de la urbanización del entorno del observatorio Provincial	228
6.1.1.	Revisión de las temperaturas de Santander Centro.....	229
	La Temperatura media de las Mínimas.....	235
	La Temperatura media de las Máximas	236
6.1.2.	La influencia del crecimiento urbano	237
6.1.3.	Tendencia reciente de la Temperatura Máxima en el área de Santander y su entorno.....	242

6.2.	Las precipitación en Santander y Reinosa durante el siglo XX	248
6.2.1.	Precipitación en Santander	249
6.2.2.	Precipitación en Reinosa	256
6.2.3.	Evolución comparada de las series de referencia	261
	La precipitación anual	261
	La precipitación por estaciones durante el siglo XX.....	264
	La primavera.....	265
	El verano.....	267
	El otoño	269
	El invierno	271
6.3.	Las temperaturas en Santander y Reinosa durante el siglo XX	273
6.3.1.	Santander, carácter térmico del siglo XX	273
6.3.2.	Reinosa, carácter térmico del siglo XX	280
6.3.3.	Evolución comparada de la Temperatura durante el siglo XX.....	285
	La Temperatura anual.....	285
	Las estaciones	291
	La primavera.....	291
	El verano.....	294
	El otoño	298
	El invierno	302
6.3.4.	A modo de síntesis	306
7.	CARTOGRAFÍA DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN Y LA TEMPERATURA SOBRE CANTABRIA EN EL SIGLO XX	313
7.1.	La Precipitación	314
7.2.	La Temperatura Máxima media	344
7.3.	La Temperatura Mínima media	368
7.4.	La Temperatura Media	392
8.	CONCLUSIONES: VARIABILIDAD TÉRMICA Y PLUVIOMÉTRICA EN CANTABRIA A LO LARGO DEL SIGLO XX.	417
	• Patrones geográficos y variabilidad de la distribución de las Precipitación en Cantabria a lo largo del siglo XX.....	422

- Patrones geográficos y variabilidad de la distribución de las Temperatura en Cantabria a lo largo del siglo XX..... 426

9. BIBLIOGRAFÍA.....435

10. ANEXOS469

10.1. Datos relativos a la regresión lineal..... 470

10.2. Resumen de observaciones en la 1ª Etapa del Mareógrafo 483

10.3. Resumen de observaciones de la 2ª Etapa del Mareógrafo 490

10.4. Información en el diario El Cantábrico..... 497

11. RELACIÓN DE TABLAS, MAPAS, FIGURAS E ILUSTRACIONES507

12. ÍNDICE..... [I](#)