



UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos

***TEMPERATURAS EXTREMAS EN URUGUAY. ANALISIS DE LA
VARIABILIDAD TEMPORAL DE BAJA FRECUENCIA Y SU RELACION CON
LA CIRCULACION DE GRAN ESCALA.***

Tesis presentada para optar al título de Doctor de la Universidad de Buenos Aires en
el área de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos.

Madeleine Renom Molina

Directora de Tesis: Dra. Matilde Mónica Rusticucci

Consejero de Estudios: Dra. Matilde Mónica Rusticucci

Buenos Aires, 2009

*TEMPERATURAS EXTREMAS EN URUGUAY. ANALISIS DE LA
VARIABILIDAD TEMPORAL DE BAJA FRECUENCIA Y SU RELACION
CON LA CIRCULACION DE GRAN ESCALA*

Resumen

El presente trabajo de tesis estudia la variabilidad de los eventos extremos de temperatura en Uruguay, el cual incluye desde la generación de la base de datos diaria de temperatura máxima y mínima hasta el estudio de la variabilidad decadal de estas variables. La variabilidad temporal y espacial, y su relación con patrones de la circulación de gran escala, así como la dependencia de estas relaciones con el período de estudio, son analizadas.

El análisis de *la variabilidad temporal* mostró para el período 1950-2005 una tendencia negativa en la ocurrencia de los extremos fríos así como en los días cálidos a escala anual. A escala estacional se encuentra que el verano presenta una disminución en la ocurrencia de días cálidos así como de noches frías, e invierno una disminución significativa de los extremos fríos. Otoño se destaca por una tendencia al calentamiento nocturno.

A partir del análisis de *homogeneidad temporal*, en el cual se detectaron los años 1945 y 1976 como saltos de origen climático, se investigaron los *cambios en la homogeneidad espacial* así como la relación de los índices de extremos con las anomalías de

temperatura de superficie del mar y la circulación de gran escala en los períodos 1946-1975 y 1976-2005. Los cambios en las teleconexiones entre la ocurrencia de eventos extremos en Uruguay y la circulación de gran escala muestran cambios en la relación con el fenómeno ENSO y el Modo Anular del Sur (SAM) antes y después de 1976.

Palabras clave: eventos extremos de temperatura - variabilidad de baja frecuencia- temperatura de superficie del mar- teleconexiones atmosféricas-ENSO-SAM- Uruguay

*EXTREME TEMPERATURE IN URUGUAY: LOW- FREQUENCY
VARIABILITY AND ITS RELATIONSHIP WITH LARGE SCALE
ATMOSPHERIC CIRCULATION*

Abstract

This work investigates the variability of temperature extremes in Uruguay. We first develop a daily data-base of maximum and minimum temperature and then study its temporal and spatial variability from interannual to decadal time scales. We focus on the relationship with large scale circulation patterns as well the dependence of this relation with the time period.

A significant negative trend in cold extremes and in warm days at annual scale for the period 1950-2005 was found. Seasonal analysis showed a negative trend in warm days and cold nights for summer while for winter a negative trend is found for cold days and nights. For autumn the most relevant result consists of a significant warming in night time temperature.

The temporal homogeneity analysis shows steps in the time series in years 1945 and 1976, which we considered arising from variability. Based on these results we study changes in the spatial variability and in the relationship of the extreme events with sea surface temperature anomalies and large scale circulations patterns for the periods 1946-1975 and 1976-2005. Results show changes in the teleconnections between the ENSO

phenomenon and the Southern Annular Mode (SAM) with extreme events over Uruguay before and after the 1976 climatic shift.

Key Words: extreme temperature events- low-frequency variability- sea surface temperature- atmospheric teleconnections- ENSO – SAM – Uruguay

Agradecimientos

A mis amores Andrés, Martín y Guillermo, por su comprensión, contención y apoyo durante los años dedicados a este trabajo de tesis así como por haber sobrellevado mis ausencias.

A mis padres quienes me enseñaron que con esfuerzo ninguna meta es inalcanzable.

A la Dra. Matilde Rusticucci quién no tuvo reparos en embarcarse en esta modalidad “diferente” de trabajo y siempre estuvo cerca desde la distancia.

A los integrantes del Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, quienes siempre me hicieron sentir como de la “casa”, brindando un especial agradecimiento a los docentes de los cursos en los que participé, por tener en cuenta mi condición de extranjera.

A los compañeros de ambas márgenes del Plata. En especial a Olga, Maria Laura, Federico, Barbara y Mariana porque siempre estuvieron a la orden para cualquier tipo de ayuda tan necesaria sobre todo a la hora de los tramites.

A mis compañeros de todos los días:

- Arturo y Cecilia por su apoyo y comprensión alentándome a seguir adelante.
- Nancy y Alejandro por siempre creer en mi
- En especial a Marcelo por su invaluable apoyo y ayuda en la última etapa.

Distintas instituciones han contribuido para la ejecución de este trabajo de tesis mediante becas y subsidios de investigación

Proyecto IAI-CRN-055- PROSUR: “Development of a Collaborative Research Network for the Study of Regional Climate Variability and Changes, their Prediction and Impact in the MERCOSUR Area” (2000-2004).

Programa de Desarrollo Tecnológico (PDT) del Ministerio de Educación y Cultura-Uruguay. : código S/C/BE/33/16 (2004-2009)

Proyecto CLARIS (A Europe-South America Network for Climate Change Assessment and Impacts Studies, 2004-2007).

*A los varones de la casa,
Andrés, Martín y Guillermo*

La ignorancia afirma o niega rotundamente; la ciencia duda.
Voltaire

ÍNDICE

Resumen.....	i
Abstract.....	iii
Agradecimientos.....	v
Capítulo 1: Introducción	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Objetivos y Motivación del trabajo.....	10
Capítulo 2: Base de datos diaria de temperaturas extremas	
2.1 Base de datos de temperatura máxima y mínima.....	12
2.1.1 Datos faltantes.....	14
2.1.2 Control de calidad.....	18
2.2 Análisis de la homogeneidad temporal de las series.....	26
2.2.1 Test utilizados.....	26
2.2.2 Selección de la variable a testear.....	28
2.2.3 Resultados de los test.....	31
Capítulo 3: Climatología de temperaturas extremas en Uruguay	
3.1 Temperatura máxima y mínima media anual.....	36
3.2 Extremos absolutos de las temperaturas extremas.....	42
3.3 Temperaturas mínimas por debajo de 0°C.....	46
Capítulo 4: Eventos extremos de temperatura	
4.1 Índices de extremos.....	49
4.2 Tendencias anuales de los índices de extremos.....	52
4.2.1 Resultados período 1935-2002.....	54
4.2.2 Resultados período 1950-2005.....	56
4.3 Tendencias estacionales de los índices de extremos: 1950-2005.....	59

Capítulo 5: Otras escalas de variabilidad temporal de los índices de extremos

5.1 Observando la variabilidad interanual y decadal.....	64
5.2 Análisis espectral: Método multitapper.....	73
5.2.1 Variabilidad interanual.....	74
5.2.2 Variabilidad decadal y multidecadal.....	75

Capítulo 6: Homogeneidad espacial de los índices de extremos

6.1 Una primera mirada a la homogeneidad espacial.....	77
6.2 Homogeneidad espacial: Metodología utilizada.....	80
6.3 Cambios en la homogeneidad espacial: escala anual.....	82
6.3.1 Índices de extremos.....	82
6.3.2 Ocurrencia de días con heladas.....	87
6.4 Cambios en la homogeneidad espacial: escala estacional.....	88
6.5 Zonas espacialmente homogéneas: construcción de índices.....	97

Capítulo 7: Cambios en las teleconexiones entre los extremos de temperatura antes y después de 1976.

7.1 El salto climático de 1976.....	99
7.2 Relaciones de los índices de extremos con la temperatura de superficie del mar.....	102
7.3 Variables de circulación atmosférica utilizadas.....	108
7.4 Resultados.....	109
7.4.1 Verano.....	109
7.4.2 Otoño.....	122
7.4.3 Invierno.....	133
7.4.4 Primavera.....	147

Conclusiones	155
---------------------------	-----

Bibliografía	161
---------------------------	-----

Anexo	167
--------------------	-----

Capítulo 1

Introducción

1.1 Antecedentes

El estudio de los eventos extremos climáticos ha tomado importancia en los últimos años debido al impacto que ellos tienen sobre la sociedad en general así como en el medio ambiente. El informe del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) del año 2001, es el primer informe donde se realiza una mención sobre los eventos extremos, destacándose la necesidad de más información y estudios sobre el tema a nivel mundial.

Para la región del Sud-Este de Sudamérica (SESA), donde los países que la conforman tienen una economía fuertemente basada en la agricultura, además de contar como principal fuente de energía la generada en forma hidroeléctrica, los eventos extremos de mayor importancia son los eventos extremos de temperatura y precipitación. A pesar de ello, los estudios sobre el tema en la región son recientes, debido principalmente al requerimiento de contar con bases de datos diarios confiables necesarios para realizar este tipo de análisis. La identificación de los eventos extremos a escala diaria requiere que la base de datos de la que se parte no contenga errores que puedan llevar a confundir un evento extremo con un error de medición, por ejemplo.

La creación de una base de datos de esas características, implica no solo el control de calidad de los datos, sino además el estudio de la homogeneidad de las series y la posible homogenización, para que dichas series puedan ser utilizadas en diferentes tipos de análisis climático. En relación con la importancia que ha tomado la existencia de bases de datos diarias para el estudio de los eventos extremos, los trabajos encontrados en la bibliografía son relativamente nuevos. A escala regional, Klein-Tank et al. (2002) presentan la base de datos diaria de precipitación y temperatura generada

para Europa y el cercano Oriente, la cual fue compilada en el marco del proyecto European Climate Assessment (ECA). Esta base de datos cubre el período de 1961-1990 y se encuentra disponible en: <http://eca.knmi.nl>. Feng et al (2004) describen la generación de una base de datos diaria que incluye más variables de las convencionales (temperatura y precipitación). Los autores generan una base de datos conformada por 10 variables atmosféricas, provenientes de 726 estaciones meteorológicas de superficie en China, para el período 1951-2000, describiendo el control de calidad aplicado así como los análisis de homogeneidad y la homogenización realizada. En la región del Sudeste de Sur América, el trabajo de Rusticucci y Barrucand (2001) fue el único encontrado en la bibliografía sobre la generación de bases de datos diarios de calidad. En su trabajo presentan la consistencia de los datos de temperaturas extremas de Argentina y el análisis de los mismos.

El estudio de la ocurrencia de eventos climáticos, ya sean extremos o no, requiere además de un análisis de homogeneidad de las series temporales que se utilizarán. A diferencia de series mensuales y anuales donde los métodos estadísticos para realizar test de homogeneidad están bien definidos, existe una falta de consenso en la comunidad científica sobre la metodología a aplicar para testear series diarias.

Wijngaard et al. (2003) proponen diferentes tests de homogeneidad que aplican a la base de datos europea y los criterios para seleccionar y evaluar cuándo la serie es homogénea o no. La metodología estadística seleccionada fue realizada en base a la sensibilidad de los diferentes test en la detección de saltos en la serie. Feng et al (2004) aplican algunos de los test aplicados por Wijngaard, pero experimentan con otros test en la base de datos diaria de China.

Uno de los mayores problemas a nivel mundial sobre el estudio de la homogeneidad de las series es la casi no existencia de metadatos que informen sobre los cambios sufridos por las distintas estaciones, ya sea cambios en la exposición como cambios en la forma de medición. Esto genera un problema dado que no es posible saber si un salto detectado en la serie es debido por ejemplo a un cambio antrópico o debido a causas naturales. Frente a este problema Vincent (1998) propone un

test de homogeneidad basado en la autocorrelación de los residuos, utilizando 4 modelos de regresiones lineales, para determinar inhomogeneidades en la serie testeada. Los modelos de regresión son ajustados a una secuencia de potenciales puntos de salto y aquel cuya suma cuadrática de los residuos sea mínima, se convierte en la fecha estimada de la inhomogeneidad, minimizando la utilización de la historia de la estación.

Si una inhomogeneidad fue detectada en la serie, entonces se tiene la opción de trabajar con la serie original o la serie homogeneizada. Las metodologías para homogeneizar datos anuales y mensuales están bien estudiadas, mientras que hay relativamente pocos métodos para homogeneizar datos diarios. Homogeneizar las series diarias no es un problema menor, debido a la gran variabilidad natural inherente al dato diario, además de necesitar un potencial ajuste individual. Básicamente, para homogeneizar es necesario poder comparar la serie con una serie de referencia que sea homogénea, siendo éste el principal inconveniente para realizar esta acción.

Como ejemplos de metodologías desarrolladas en este sentido están las propuestas por Vincent et al. (2002) proponiendo un método simple que aplican a la temperatura máxima y mínima diaria de Canadá, basado en ajustes con técnicas estándar a escala mensual que luego es interpolado a la base diaria; Maugeri et al (2002), utilizan una función trigonométrica para interpolar correcciones diarias entre las correcciones mensuales determinadas a partir de tests de homogeneidad aplicados a la serie mensual, en la base de temperatura diaria de Milán, Italia; Della-Marta y Wanner (2006), utilizan un modelo no lineal para estimar las relaciones entre la estación “candidato” y la de referencia. En el trabajo de Peterson et al (1998) se presenta una revisión de los diferentes métodos estadísticos desarrollados en este sentido. Se muestra que las diferentes metodologías de ajuste sobre una misma serie naturalmente producen diferentes resultados, y por lo tanto, la decisión de cuál o cuáles metodologías aplicar es una decisión fundamental. Por ejemplo las metodologías que utilizan datos de estaciones cercanas como estaciones de referencia indefectiblemente introducen una señal climática regional en la estación testeada.

En cuanto a los estudios sobre eventos extremos de temperatura, la gran mayoría se basa en estudios de caso, particularmente en la región del Sud-Este de Sur América.

La mayoría de estos estudios se focalizan en el análisis dinámico de incursiones de aire frío y heladas debido al impacto económico y social que dichos eventos representan en nuestra región que es principalmente agrícola-ganadera.

Entre los estudios que analizan la circulación asociada con incursiones de aire frío en SESA encontramos el trabajo de Garreaud (2000) donde describe la circulación media así como la dinámica que contribuye a las incursiones de aire frío en la región. Vera y Vigliarolo (2000) realizan el estudio de olas de frío de 6 inviernos realizando un diagnóstico de la dinámica asociada a las mismas. Escobar et al (2004) analizan secuencias de patrones de superficie y troposfera media (1000 y 500 hPa) asociados con las irrupciones de aire frío en el centro de Argentina durante el invierno (mayo a setiembre) del período 1979-1993. Mediante la técnica del análisis de componentes principales, obtienen que las estructuras de circulación en superficie que anteceden a las irrupciones de aire frío son mas variables que las obtenidas en la atmósfera media, correspondiendo en general a diferentes tipos de anticiclones postfrontales que advectan aire frío sobre la zona central de Argentina. Por otro lado, la estructura obtenida en la troposfera media presenta una importante cuña en el Océano Pacífico, provocando movimientos descendentes sobre la zona central de Argentina.

Marengo et al (2002) analizan la circulación atmosférica asociada a incursiones de aire frío para el sur y sureste de Brasil, utilizando un modelo baroclínico. Sus resultados indicarían que una actividad convectiva anómala sobre el Océano Pacífico oriental (120° E) podría ser un factor importante en la generación de ondas frías sobre América del Sur.

Entre los trabajos referidos específicamente sobre heladas, podemos mencionar el trabajo de Müller et al (2005) donde se analiza la circulación media en superficie y en altura asociada a eventos

generalizados de heladas para SESA (donde la información utilizada para la caracterización de las heladas está basada siempre en la Pampa Húmeda) durante el período Mayo a Setiembre detectando fuertes anomalías positivas en el anticiclón semipermanente del Océano Pacífico. Recientemente Müller y Ambrizzi (2007) presentan un análisis de los mecanismos físicos de gran escala que pueden generar heladas generalizadas en SESA. En dicho estudio plantean un posible mecanismo físico de gran escala que explicaría las heladas generalizadas en América del Sur. Ondas de Rossby estacionarias generadas en el Océano Índico ecuatorial se propagan entre el jet subtropical y el jet subpolar, los cuales al llegar a América del Sur entran en fase, convirtiéndose en una sola onda, favoreciendo el desarrollo de una intensa anomalía del sur en el viento, intensificando la circulación anticiclónica en el sur de América del Sur.

Estudios de caso sobre eventos extremos de calor son menos frecuentes en la bibliografía, entre ellos podemos mencionar el trabajo de Campetella y Rusticucci (1998) donde realizan el análisis sinóptico de la ola de calor extrema de Marzo de 1980 en Argentina. Recientemente Cerne et al (2007), presentan las características básicas de la ola de calor ocurrida entre el 25 de Enero y 2 de Febrero de 2003, en el centro de Argentina la cual produjo la temperatura más alta del mes de febrero de los últimos 35 años. El análisis demuestra la acción combinada entre la variabilidad a escala intraestacional y la escala sinóptica que favoreció la generación de la ola de calor en América del Sur.

Los estudios sobre temperaturas extremas en Uruguay en su mayoría son realizados en un contexto regional. Existen muy pocos estudios de eventos extremos de temperatura específicamente para Uruguay. Estos trabajos, enfocados desde un punto de vista climatológico, se basan en el comportamiento de las temperaturas extremas condicionadas según la fase de El Niño-Oscilación Sur (ENSO). Bidegain y Podesta (2000) analizan las anomalías de temperaturas máxima, mínima y media mensual asociadas con la fase del evento ENSO durante el período 1931-1996. Bidegain y

Renom (2001 y 2002) estudiaron la distribución de las temperaturas extremas (temperatura máxima y mínima) diarias del período 1931-2000 condicionadas con el fenómeno ENSO, encontrando que durante eventos La Niña, existe mayor frecuencia eventos extremos en ambas series. Estos trabajos fueron realizados en base a la información proveniente de muy pocas estaciones meteorológicas (3) dado que eran las estaciones que se encontraban disponibles en formato digital hasta ese momento.

Hace pocos años los estudios sobre cambio climático se han enfocado a estudiar los cambios en frecuencia así como en la intensidad de los eventos extremos. Dichos estudios están basados en índices generados a partir de base de datos diarios de cada localidad, haciéndose de esta forma comparable a nivel global.

Frich et al (2002) proponen 10 indicadores para caracterizar eventos extremos climáticos (5 para temperatura y 5 para precipitación) realizando un análisis global donde destacan que América del Sur era una de las regiones del mundo hasta ese momento con muy poca información.

Para solucionar este problema, se conforma el grupo “Expert Team on Climate Change Detection and Indices” (ETCCDTI) de WMO/CLIVAR, el cuál comienza la realización de diferentes reuniones de trabajo (“workshop”) regionales en todo el globo promoviendo el análisis de los eventos extremos climáticos, basados en 27 índices diferentes para temperatura y precipitación. En el año 2004 dicho grupo realizó el workshop en Brasil para promover el análisis de eventos extremos en América del Sur. Como resultado del mismo Vincent et al (2005) presentan el análisis de las tendencias observadas de los eventos extremos de temperatura para el período 1960-2000 mostrando que las tendencias detectadas son significativas en los índices que se basan en la temperatura mínima, concluyendo que existe una tendencia a menor frecuencia de noches frías y mayor frecuencia de noches cálidas, mientras que los índices basados en las temperaturas máximas no presentan tendencias significativas. Haylock et al (2006) estudian las tendencias observadas en los eventos extremos de precipitación y su relación con la Temperatura de Superficie del Mar

(TSM) para América del Sur durante el período 1960-2000. Los autores observan una tendencia positiva en la precipitación en las regiones del norte de Perú y Ecuador y en la zona Paraguay, Uruguay, sur de Brasil y centro y norte de Argentina, mientras que la zona de sur de Chile y sur de Perú presentan tendencias negativas. Cabe destacar que Uruguay estaba representado por apenas 3 estaciones en estos trabajos. Con esta misma información Alexander et al (2006) realizan un análisis global de los eventos climáticos diarios de temperatura y precipitación.

Rusticucci y Barrucand (2004) estudian las tendencias de temperatura máxima y mínima para Argentina basado en datos diarios, concluyendo que la temperatura mínima es la que presenta una tendencia positiva significativa, mientras que la temperatura máxima presenta tendencias negativas significativas en el zona centro de Argentina.

La variabilidad climática en las escalas interanuales y decadales está fuertemente asociada a la variabilidad de la temperatura de superficie del mar (TSM) y a la circulación de gran escala. Dentro de los estudios que analizan la relación entre eventos extremos de temperatura y la TSM global, podemos encontrar el trabajo de Rusticucci et al (2003) donde se analiza la variabilidad temporal de olas de calor y de frío estacionales en Argentina, cuyos resultados muestran para otoño, invierno y primavera una variabilidad interanual entre los 3-5 años, siendo para primavera la frecuencia entre 4-5 años asociada a la frecuencia del ENSO, en la escala decadal la variabilidad detectada se presenta principalmente en el verano. Al relacionar dichos eventos con la TSM del Pacífico Sur y del Atlántico Sur, obtienen como resultado que el principal modo de variabilidad de los eventos en todas las estaciones está relacionado a la variabilidad del Océano Atlántico sur. Profundizando dicho trabajo, recientemente Barrucand et al (2008) analizan los modos de variabilidad de los eventos extremos de temperatura en Argentina y su relación con las anomalías de TSM principalmente del océano Atlántico Sur y su relación con el Modo Anular del Sur (Southern Annular Mode, SAM). Los modos de variabilidad más significativos son detectados en las bandas

de 2 a 4 años en casi todas las estaciones del año, mientras que en primavera una periodicidad de 8 años se presenta como significativa, principalmente para eventos fríos.

Ellos analizan los modos de las anomalías de TSM del Atlántico Sur, Pacífico Sur y del SAM obteniendo un modo de variabilidad entre 3 y 8 años al igual que en los eventos fríos. Dicha onda de 8 años desaparece a principios de los años 90.

Kenyon y Hegerl (2008) realizan un análisis global de las correlaciones entre los eventos extremos de temperatura durante invierno y verano y 3 de los principales modos de variabilidad climática de gran escala, la Oscilación del Atlántico Norte (NAO en inglés), El Niño-Oscilación Sur y la variabilidad decadal del Pacífico, la cual es analizada mediante el índice del Pacífico Norte (NPI en inglés). Dicho trabajo concluye que cambios en los modos de variabilidad climática afectan los extremos de temperatura a nivel global. Específicamente para la región de Sudamérica, donde la información disponible es escasa, detectan la influencia del ENSO principalmente durante el verano sugiriendo un aumento (disminución) en la ocurrencia de noches cálidas (frías) durante la fase cálida (fría) del ENSO. Los índices basados en las temperaturas máximas, presentan muy poca relación con el ENSO en la zona sur de Sudamérica. En el caso del NPI detectan en Sudamérica una respuesta aun más fuerte que en el caso del ENSO en los extremos fríos de la temperatura mínima, no obteniendo ninguna relación significativa con los índices basados en la temperatura máxima.

El estudio de la variabilidad de baja frecuencia (escala interanual a interdecadal) en el sistema climático ha adquirido gran importancia en los últimos años.

La variabilidad de baja frecuencia en la circulación atmosférica en el hemisferio sur y su relación con las anomalías de TSM se encuentra analizada en el trabajo de Mo (2000). Power et al (1999) analizan la variabilidad decadal de la precipitación y temperatura en Australia durante el siglo XX y su relación con las anomalías de TSM de los océanos circundantes; Arblaster et al (2002) estudian la variabilidad interdecadal de la precipitación en Australia y su relación con el índice de

Oscilación Interdecadal del Pacífico (Interdecadal Pacific Oscillation (IPO) index), mientras que Kiem y Franks (2004) analizan la variabilidad multidecadal del riesgo de sequías en Australia. Einfeld et al (2001) estudian la relación entre la oscilación multidecadal del Océano Atlántico (AMO) y la precipitación y caudales de los ríos en Estados Unidos. La variabilidad interanual e interdecadal de los caudales de los ríos Paraguay, Paraná, Uruguay y Negro es investigado en el trabajo de Robertson y Mechoso (1998), donde se analizan a escala global las relaciones entre las anomalías de TSM y los caudales en dichas escalas temporales. Kayano y Andreoli (2007) estudian la variabilidad de la precipitación relacionada con el ENSO durante el verano en América del Sur separando los eventos según las fases de la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO).

Boulanger et al (2005) describen los comportamientos de largo plazo de las precipitaciones en la cuenca del Plata, encontrando una tendencia positiva significativa en las precipitaciones a partir de mediados de los años 60. Muestran además que las anomalías de precipitación en dicha región son sensibles a la dinámica del ENSO. No obstante, se observa un desplazamiento en los patrones de teleconexiones entre un evento y otro lo cual impide encontrar una relación robusta estadísticamente entre el ENSO y la precipitación en la región de la cuenca del Plata.

Considerando estos antecedentes a nivel global y regional, se presentan a continuación la motivación y objetivos de este trabajo de Tesis.

1.2 Objetivos y Motivación del trabajo de Tesis

La motivación principal de este trabajo es la necesidad de estudios locales sobre la variabilidad de las temperaturas extremas en Uruguay que puedan ser utilizados en la evaluación de los impactos de eventos extremos, así como generar un aporte para la predicción climática de los mismos, evaluando su variabilidad en escalas de baja frecuencia y sus relaciones con la circulación de gran escala.

La hipótesis es que la variabilidad local de estos eventos si bien responden a características regionales, al mejorar la calidad y aumentar la cantidad de información, puede cambiar el patrón localmente, lo que significaría cambios en los impactos en distintos sectores. Por otro lado, como se ha observado en estudios globales la relación con los patrones de circulación es fuertemente dependiente de la época del año, entonces se plantea aquí, si esta relación también es dependiente del período de estudio, basado en posibles variaciones temporales de mayor escala, que estuvieran influyendo esta relación.

El objetivo general de este trabajo de tesis es el estudio de la ocurrencia de eventos extremos de temperatura diarios observados en Uruguay, partiendo de toda la información disponible, evaluar su variabilidad temporal y espacial, y su relación con patrones de la circulación de gran escala, así como la dependencia de estas relaciones con el período de estudio.

Esto se llevará a cabo a través de los siguientes objetivos particulares:

Conformación de una base de datos diarios de alta calidad, y creación de la estadística correspondiente (Capítulos 2 y 3).

Evaluación de la homogeneidad temporal y espacial de la ocurrencia de eventos extremos en Uruguay (Capítulos 2 y 6).

Estudio de las tendencias de los eventos extremos de temperatura y el análisis de otras escalas de variabilidad temporal (Capítulos 4 y 5).

Impacto del Salto climático de 1976/77 en la homogeneidad espacial y en las teleconexiones con patrones de circulación de gran escala y las condiciones de la temperatura de superficie del mar (Capítulos 6 y 7).

Capítulo 2

Base de Datos diaria de Temperatura máxima y mínima

2.1 Base de datos de temperatura máxima y mínima

Para poder alcanzar los objetivos de este trabajo, es necesario contar con una base de datos diaria consistida y lo mas extensa posible en el tiempo. Si bien Uruguay es un país pequeño (aprox. 177.000 Km²) cuenta con largas series de temperaturas extremas.

En la actualidad en Uruguay funcionan 17 estaciones meteorológicas de superficie pertenecientes a la Dirección Nacional de Meteorología (DNM) y 5 estaciones agro-meteorológicas pertenecientes al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA). De las 5 estaciones pertenecientes a INIA, sólo se tomó en cuenta una de ellas (La Estanzuela), debido a que las restantes comienzan sus registros a principios de la década de los años `80, consideradas cortas para los fines de este estudio. La información diaria proveniente de las estaciones INIA se encuentra on-line y es de acceso público (<http://www.inia.org.uy>).

De las estaciones pertenecientes a la DNM se tomaron en cuenta las que tenían los registros más largos. Uno de los mayores inconvenientes fue que la mayoría de la información se encontraba en formato papel.

Solo una estación contaba con información diaria de temperaturas extremas en soporte magnético desde sus comienzos (Paysandú) previa a la realización de esta tesis. El resto de las estaciones presentaban distintos escenarios:

- 1) Los períodos más largos en soporte magnético en la DNM eran de 30 años y en general cubrían el período 1970-2000.
- 2) información digitalizada durante períodos cortos (ej: 1993-1996)
- 3) estaciones que nunca se había digitalizado la información.

Debido a esto se debió digitalizar la información que se encontraba en las libretas meteorológicas para la mayoría de las estaciones.

La digitalización de la información se realizó por medio de dos convenios en diferentes etapas, entre la DNM y los proyectos IAI-PROSUR CRN-055, en una primera instancia y CLARIS-UE en segunda etapa, en los que la Universidad de la República (Uruguay) estaba participando obteniendo financiación para realizar la digitalización y la compra de la información digitalizada proveniente de dos estaciones que cubrían el período 1971-2000 (Salto y Carrasco).

Esta es la primera vez que se genera una base de datos en formato digital a escala diaria de estas variables tratando de recobrar toda la información disponible hasta el momento de la mayor cantidad de estaciones.

La Tabla 2.1 muestra el período total que se encuentra en soporte magnético para cada estación utilizada en este análisis.

Nombre	Lat	Long	Alt	Período
Artigas	30° 23,9'S	56° 00,7'W	120.88 m	1937-2005
Salto	31° 23,8' S	57° 57,9'W	32.89 m	1942-2005
Paysandú	32° 20,9'S	58° 02.2'W	61 m	1935-2005
Mercedes	33° 15'S	58° 04,1'W	17.01 m	1908-2005
La Estanzuela	34° 27' S	57° 50.6' W	80 m	1931-2005
Carrasco	34° 50'S	56° 00.7'W	32.88 m	1949-2005
Rocha	34° 29,6'S	54° 18,7'W	18.16 m	1906-2005
Paso de los Toros	32° 48'S	56° 31.6'W	76.38 m	1907-2002
Melo	32° 22.1' S	54° 11.6' W	100.36 m	1907-2005
Prado	34° 51.7' S	56° 12.4' W	16.27 m	1908-2005
Rivera	30° 53.8' S	55° 32.6' W	241.94 m	1906-2005

Tabla 2.1 Nombre, ubicación y período de datos diarios en soporte magnético

Dos estaciones meteorológicas que no se encuentran en dicha lista, cuentan con series temporales largas, sin embargo, no fue posible la finalización de la digitalización debido a que no se obtuvieron más fondos para continuar la misma, es el caso de las estaciones de Colonia y Treinta y Tres, esperando en un futuro próximo obtener fondos para completar la base de datos.

Durante la digitalización se realizó un primer intento en generar una base de Metadatos de las estaciones, donde se fue completando una planilla con la información más importante anotada en las Libretas Meteorológicas. A partir de esta información observamos que la frecuencia de las observaciones fue variando desde 3 o 4 observaciones diarias, hasta aproximadamente la década de 1960, pasando a 8 observaciones durante la década del 70, llegando a 24 observaciones diarias en la década del 90 casi hasta el final del período.

2.1.1 Datos faltantes

Se seleccionaron las estaciones que cubrían un período lo suficientemente largo por lo menos 40 años. La figura 2.1 muestra la ubicación geográfica de las estaciones utilizadas.

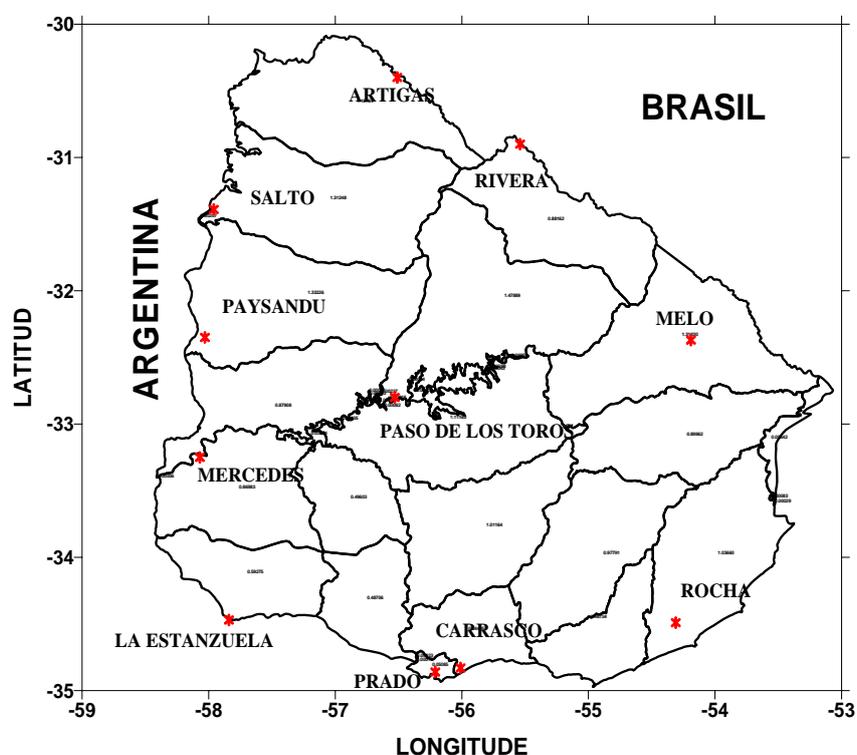


Fig 2.1 Distribución geográfica de las estaciones analizadas

En una primera leída se detectó un alto porcentaje de datos faltantes. En la medida de las posibilidades se intentó recuperar el dato faltante mediante la lectura de bandas de termógrafo cuando estas se encontraban disponibles. Sobre las estaciones que estaban en soporte magnético se realizó un control sobre el dato faltante, encontrándose por ejemplo para la estación Carrasco (suministrada en forma digital por la DNM) un alto porcentaje de dato faltante principalmente en la década del '90. Se procedió a verificar en las libretas meteorológicas constatando que de los 214 datos faltantes en el archivo solo 14 realmente faltaban en las libretas.

Uno de los mayores problemas detectados en los datos faltantes, es que se encuentran agrupados en períodos de días o meses consecutivos. En muchas estaciones los períodos de datos faltantes pueden alcanzar a varios meses.

Estación	Faltantes Tx (%)	Faltantes Tn (%)
Artigas	20.3	20.3
Carrasco	1.8	0.8
Melo	14.6	12.6
Mercedes	4.7	5.3
Paso de los Toros	6.1	6.6
Paysandú	0.25	0.25
Prado	8.8	9.2
Rivera	18	16.3
Rocha	11.8	11.7
Salto	0.3	0.3

Tabla 2.2 Datos faltantes finales de las estaciones con registros mas largos

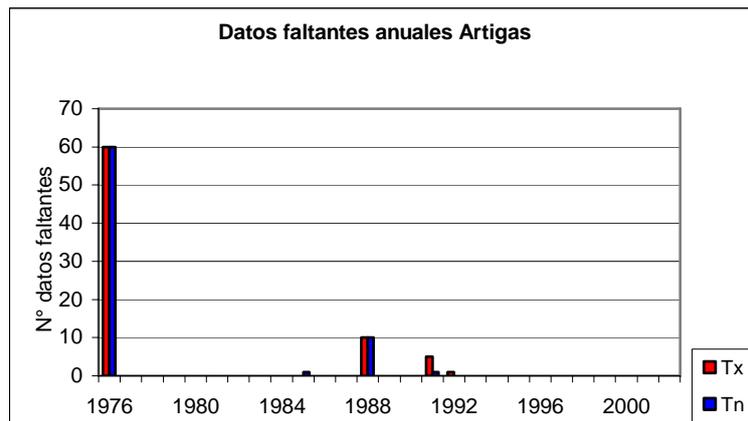
En la Tabla 2.2 se presenta el porcentaje final de los datos faltantes por estación y por variable, para el período total de cada estación (ver Tabla 2.1). Las estaciones que presentan un alto porcentaje de datos faltantes es debido a largos períodos en que las mismas permanecieron cerradas. La Tabla 2.3 presenta los cortes prolongados de las mismas.

Estación	Período cierre
Artigas	1963-1975
Prado	1971 y 1975-1981
Rocha	1932-1941
P. de los Toros	1948
Rivera	1932-1938 y 1985-1989
Melo	1946 y 1952-1954 y 1972-1976

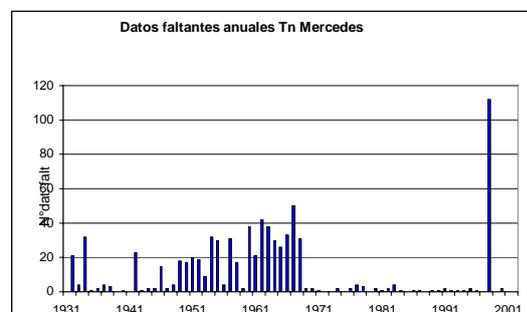
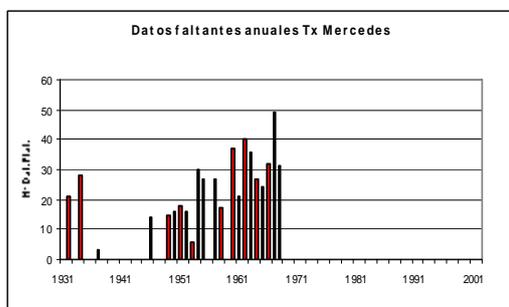
Tabla 2.3 Períodos de cierre de las estaciones

Para poder identificar los años con mayor cantidad de datos faltantes, exceptuando los períodos de cierre, se realizaron gráficos para cada estación con la cantidad de datos faltantes por año. Brindando información al momento de realizar nuestro análisis así como para identificar posibles inhomogeneidades en las series debido a la falta de datos. A modo de ejemplo se presentan los gráficos siguientes:

Artigas

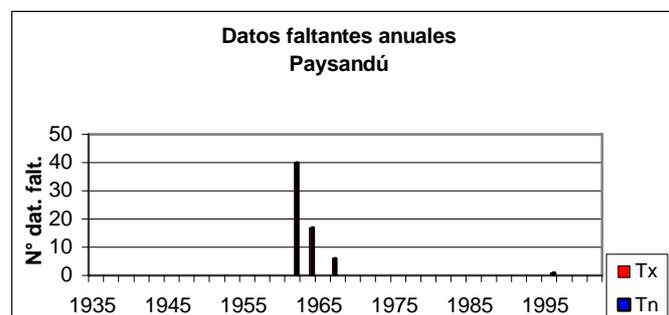


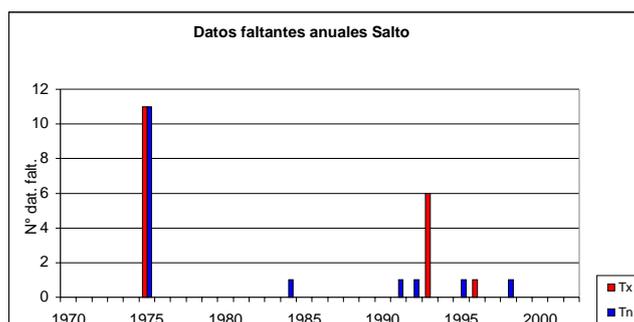
Mercedes



En esta estación se graficó por separado los datos faltantes para cada variable, ya que la diferencia era significativa. La temperatura mínima presenta en el año 1998 una importante cantidad de datos faltantes.

Paysandú



Salto

Es importante mencionar que debido a que se cuenta con pocas estaciones meteorológicas se debieron bajar las exigencias respecto a la cantidad de datos faltantes, ya que una exigencia alta en este sentido, hubiese significado un análisis en base a muy pocas estaciones.

La estación La Estanzuela es la única que se encuentra completa en todo su período.

2.1.2 Control de Calidad

El control de calidad se llevo a cabo siguiendo la metodología aplicada en Rusticucci y Barrucand (2001) para la base de datos diaria de temperatura en Argentina. Este aspecto es importante para poder lograr en un futuro una base de datos regional con la misma consistencia de los mismos.

En principio se utilizó el software RClindex 1.0 (disponible en <http://ccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI/software.html>) que detecta algunos de los errores más comunes, como temperatura máxima inferior a la temperatura mínima así como 'outliers'. Debido a que encontramos algunos errores que este software no detectó se aplico además otra metodología.

Cabe mencionar que al detectarse el dato como erróneo se procedió a verificar la información de la libreta meteorológica correspondiente, con el fin de minimizar el dato faltante. Cuando la información en dicha libreta no era legible o inconsistente con las demás variables observadas se asigno como dato faltante.

Tipos de errores encontrados:

- Errores de tipeo
- **Tmax inferior a Tmin**, si bien es un error frecuente es fácil de detectar. Se encontró también que este error no siempre era debido a error de tipeo sino a una confusión en la interpretación debido a una reglamentación poco clara acerca del período en que se deben considerar estas variables. Cambios en el mensaje SYNOP generaron confusiones en los digitalizadores.

Este mensaje hasta el año 1982 exigía el reporte de estas variables de la siguiente manera: Tmax a las 21 hrs. Local (00 UTC) y Tmin a las 9 hrs. Local (12 UTC), en el año 1982 la clave fue modificada, exigiendo el envío de las 2 variables a las 12 y 00 UTC. Esto generó confusiones en la digitalización, debido a que tenían 4 datos para el mismo día.

El criterio para obtener las variables de temperatura máxima y mínima es el siguiente: Temperatura máxima del día a la registrada a las 21 Hrs local y Temperatura mínima a la registrada a las 9 Hrs local, este criterio fue adoptado debido a que la mayoría de los datos entregados en soporte magnético seguían este criterio y que en la actualidad se continúa con el mismo. Considerando además que de haber seleccionado otro se tendría que reingresar la información.

Se verificaron además los días en que la amplitud térmica ($T_{max} - T_{min}$) era igual a 0, encontrándose algunos casos con estas características que estaban mal considerados. Se presenta un ejemplo de la estación Carrasco, donde **tmax** y **tmin**, representa el dato real obtenido de la libreta.

Carrasco:

Año	Mes	Día	tmax	tmin	tx-tn	tmax	tmin
1991	8	26	13,0	13,0	0	13,0	12,0
1992	11	20	15,0	15,0	0	18,6	15,0
1993	5	24	13,8	13,8	0	18,4	16,2
1974	1	9	23.0	33.0	-10.0	33.0	23.0
1982	4	28	24.4	26.6	-2.2	24.4	16.6
1983	12	4	23.0	25.0	-2.0	23.0	15.0
1987	9	18	13.0	16.6	-3.6	12.4	6.6
1993	5	24	13.8	16.2	-2.4	18.4	16.2

- Outliers

El software RCLimDex 1.0 identifica los valores extremos de temperaturas máximas y mínimas diarias. Considera valores extremos diarios como valores diarios que se encuentran fuera de un rango definido por el usuario. Este rango se define como n veces la desviación estándar del valor del día, esto es $[\text{media} - n \cdot \text{std}, \text{media} + n \cdot \text{std}]$. Donde std representa la desviación estándar para el día. Se utilizó el valor de $n = 4$. Se comprobó que esta metodología no siempre detectaba errores que se verificaron en los datos.

Como ejemplo de este tipo de error no detectado por el RCLimDex se presenta el caso de la estación Paso de los Toros. La Tabla 2.4 presenta errores de tipeo detectados mediante la lectura de dicho archivo observando previamente cambios en las amplitudes térmicas diarias en dicha estación.

Año	Mes	Día	Dato real		
			Tx	Tn	Tx
1992	2	3	29,6	8,4	19,8
1992	3	4	22,6	19,9	29
1992	7	4	11,0	8,1	13,3
1992	9	7	20,5	12,2	7,4
1993	1	1	28,8	17,4	20,5
1993	1	2	26,6	12,0	24,5
1993	1	3	25,6	13,2	19,6
1993	4	10	15,2	8,9	27,6
1993	4	15	13,0	15,4	17
1993	4	16	23,2	-1,2	15,2
1993	8	11	7,0	3,5	19,4
1994	2	1	26,5	20,5	34,8
1994	2	3	31,9	23,6	19,6
1994	2	8	22,9	18,2	31

Tabla 2.4. Errores en Paso de los Toros

Los casilleros pintados de amarillo representan los errores detectados en las diferentes variables y luego se pone el valor real.

En la Tabla 2.5 se presenta la salida del RClmDex con un intervalo de +/- 3STD. Se puede apreciar que ninguno de los 15 casos erróneos fue detectado por el software al considerar dicho intervalo. La Tabla 2.6 idem a la Tabla 2.5 pero con intervalo de +/- 2STD se aprecia que solo 4 de los 15 casos erróneos es detectado dejando pasar diferencias de hasta 8 °C con el dato real.

year	month	day	tmaxlow	tmax	tmaxup	tminlow	Tmin	tminup
1992	1	16	21.03	27.3	40.18	8.31	8.2	28.52
1992	3	23	17.06	22.5	39.23	7.05	6.9	25.63
1993	10	9	12.55	31.6	31.6	-0.29	13.8	23.18
1993	10	11	11.4	35.2	34.19	0.8	15.8	22.23
1993	12	15	18.12	17.6	40.96	8.54	17.5	24.23
1994	9	19	8.96	33.4	29.89	-4.55	19.8	23.25
1994	9	20	9.88	32.2	30.82	-4.46	24	23.01
1994	9	23	9.06	34	32.93	-0.2	19.6	20.79

Tabla 2.5. Salida RClmDex con intervalo +/- 3 STD

year	month	day	tmaxlow	tmax	tmaxup	tminlow	tmin	tminup
1992	2	3	24.4	29.6	36.23	11.13	8.4	25.25
1993	4	10	17.01	15.2	31.47	5.59	8.9	21.4
1993	4	16	15.94	23.2	29.8	3.22	-1.2	21.65
1993	8	11	7.8	7	26.28	-0.6	3.5	15.71

Tabla 2.6. Idem tabla 2.5 con intervalo +/- 2STD

Debido a esta debilidad que presenta el software utilizado en detectar datos erróneos se aplicó la metodología de diferencias interdiurnas para detectar los mismos.

Diferencias interdiurnas

Se analizaron las diferencias interdiurnas de temperatura por estación (“diferencias de temperatura máxima y mínima entre un día y el anterior”) y por mes, tanto para la temperatura máxima como para la temperatura mínima. A partir de las desviación Standard se determinaron los rangos de aceptación de la variable que se estaba controlando siguiendo lo presentado en Rusticucci y Barrucand (2001). Se decidió controlar los casos en donde la diferencia superara cuatro veces la desviación standard del mes correspondiente.

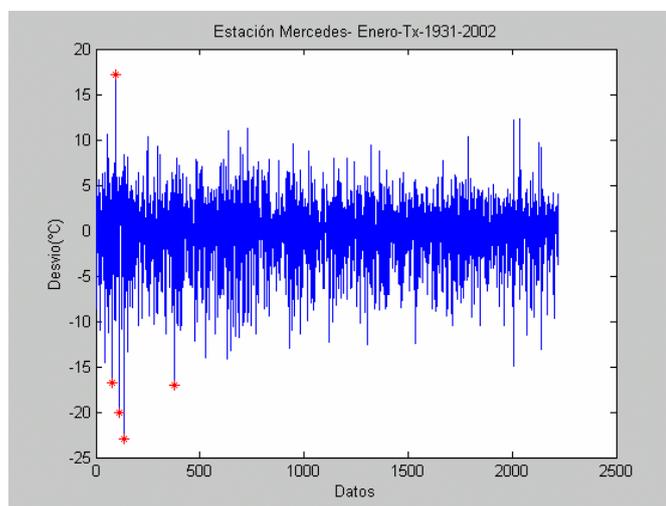


Fig. 2.2. Salida del programa de diferencias interdiurnas

La figura 2.2 es un ejemplo de la salida del programa que se realizó para este fin. Se marca en rojo los valores que superan el rango especificado, luego se obtiene la fecha en que se registran estos eventos. Este tipo de gráfico permite también visualizar la variabilidad de la variable testeada en cada mes.

Fuera del rango aceptable se detectaron 151 casos, de los cuales el 79% de los mismos se registraron en la temperatura máxima y 21% en la temperatura mínima. Los errores más comunes encontrados fueron debido a errores de tipeo como a confusiones entre la temperatura máxima y

mínima. Particularmente en la estación Salto se detectó que todo el mes de abril de 1980 contenía datos erróneos en ambas variables sospechando que tal vez se ingresaron valores correspondientes a otra variable atmosférica, la Tabla 2.7 muestra parte del mes con los datos que se encontraban en el archivo y los datos que contenía la libreta meteorológica.

Año	Mes	Día	Tx archivo	Tn archivo.	Tx libreta	Tn libreta
1980	4	1	9.1	6.8	28	18.8
1980	4	2	9.2	6.3	30	20
1980	4	3	9.1	6.6	28.5	20
1980	4	4	9.6	5.4	31.8	19.7
1980	4	5	9.5	6.5	28.8	21.8
1980	4	6	9.9	6.3	29.4	20.8
1980	4	7	9.8	5.9	29	20.9
1980	4	8	9.8	5.5	27.2	19.9
1980	4	9	9.8	5.6	30.5	18
1980	4	10	9.8	6.4	31.2	21.8

Tabla 2.7 Estación Salto, Abril 1980.

Este error tampoco fue detectado por el RCLimDex.

Los casos detectados con las diferencias interdiurnas, tienen estadísticamente una baja probabilidad de ocurrencia y no siempre son debido a errores en los datos. Algunas de las grandes diferencias interdiurnas pueden estar asociadas a fenómenos sinópticos. Debido a estas dos características los casos fueron analizados uno a uno.

Un ejemplo de grandes diferencias debido a un fenómeno sinóptico es el caso del 25 de Agosto de 1996. Ese día fue detectado por el método en tres estaciones con una diferencia en la temperatura máxima comparada con la temperatura máxima del día anterior superior a 20°C. Este caso también fue detectado en Argentina como lo muestra el trabajo de Rusticucci y Barrucand (2001).

Concluyendo en este caso que la diferencia en la temperatura máxima fue debido a una situación sinóptica y no a un dato erróneo.

Casos detectados como “fuera del rango aceptable” (FRA) coincidentes en las fechas en más de una estación ocurrieron sólo para la variable de temperatura máxima.

Ejemplos sobre este tipo de eventos que se detectaron en la temperatura máxima, en más de 4 estaciones son los casos de: 5/1/1943, 6/2/1949, 1/4/1957, 21/8/2003, 13/9/1991, 6/9/2004 y 26/12/1945.

En lo que respecta a las temperaturas mínimas no se encontró ninguna fecha que coincidiera en más de una estación.

Este método permite en un análisis primario de los datos la detección de posibles olas de calor así como la región afectada.

2.2 Análisis de homogeneidad temporal de las series

Para que los resultados sean lo más precisos posible, la información climática utilizada para un análisis climático de largo plazo, particularmente los análisis de cambio climático, las series deben ser lo más confiables posible. Desafortunadamente, la mayoría de las series largas están afectadas por varios factores no climáticos dificultando la identificación de las variaciones del clima a lo largo del tiempo. Para ello es importante detectar los posibles saltos o inhomogeneidades que presente la serie así como la posible causa de los mismos. Una serie temporal climática se define como homogénea cuando las variaciones detectadas son causadas únicamente por variaciones del tiempo y del clima. Las inhomogeneidades en las series climáticas son generalmente causadas por cambios en la ubicación de la estación, cambios en el instrumental así como cambios en las rutinas de observación entre algunas de las causas. Uno de los mayores problemas a nivel mundial, es la poca información histórica de las estaciones que permita identificar si la causa de los saltos es de origen artificial o climático. La homogeneidad de las series a escala diaria no es trabajo fácil de abordar (Vincent, 1998) en este trabajo se detectarán los saltos o inhomogeneidades de las series que serán tenidas en cuenta para todo el análisis, pero las series no serán homogeneizadas.

2.2.1 Test utilizados

Para estudiar la homogeneidad de las series se seleccionaron distintos test de homogeneidad basados en distintas teorías, para la posterior comparación de sus resultados. Los test utilizados fueron:

- 1) Standard Normal Homogeneity Test (SNHT; Alexandersson, 1986),
- 2) Buishand Range Test (Buishand, 1982)
- 3) Test de Homogeneidad propuesto por Vincent (1998) que utiliza modelos de regresión.

Los dos primeros test suponen bajo la hipótesis nula que los valores anuales Y_i de la variable testada Y son independientes y están idénticamente distribuidos. Bajo la hipótesis alternativa, estos test asumen que un salto en la media está presente. Si bien tienen muchas características en común, presentan algunas diferencias. El SNHT test detecta relativamente fácil los saltos cerca del comienzo y fin de la serie, mientras que el Buishand Test es más sensible a saltos en el medio de la serie.

El test propuesto por Vincent realiza un ajuste a una regresión lineal a la serie. Si la autocorrelación de los residuos es significativamente diferente de cero, el modelo es rechazado y un segundo modelo es utilizado. Los modelos de regresión son ajustados a una secuencia de potenciales puntos de salto y aquel cuya suma cuadrática de los residuos sea mínima, se convierte en la fecha estimada de la inhomogeneidad, minimizando la utilización de la historia de la estación. Esta característica del test es muy útil debido a la poca información histórica de las estaciones en Uruguay. Una de las debilidades de este test, para la base de datos aquí utilizada, es que si faltan más de 3 días consecutivos o más de 5 días en un mes, no calcula la media mensual y si falta el promedio de un mes no calcula la media anual.

Los test SNHT y Buishand detectan un solo salto en la serie, mientras que el test de Vincent es capaz de detectar múltiples saltos.

Se debe tener en cuenta que los datos faltantes pueden afectar algunos de los test de homogeneidad.

2.2.2 Selección de la variable a testear

Para SNHT y Buishand Test la variable a testear seleccionada en un principio fue la media anual de la amplitud térmica diaria (medium diurnal temperature range (mDTR)), sugerida por Winjngaard et al (2003) como variable a testear para temperatura, aplicado a la base de datos diaria europea.

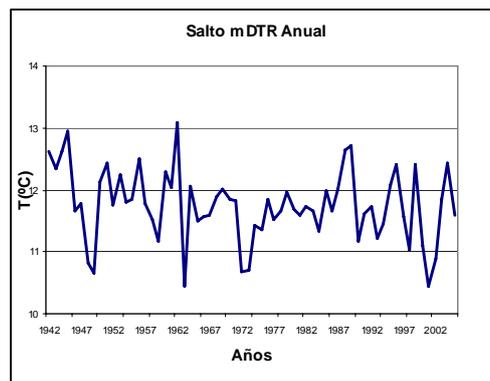


Fig. 2.3. Serie anual de mDTR Salto

La figura 2.3 presenta la serie anual de mDTR para la estación Salto en el período 1942-2005. Ningún salto abrupto es observado en dicha variable. Al aplicar los test de Buishand y SNHT a dicha variable ambos dan homogéneos como se presenta en la figura 2.4.

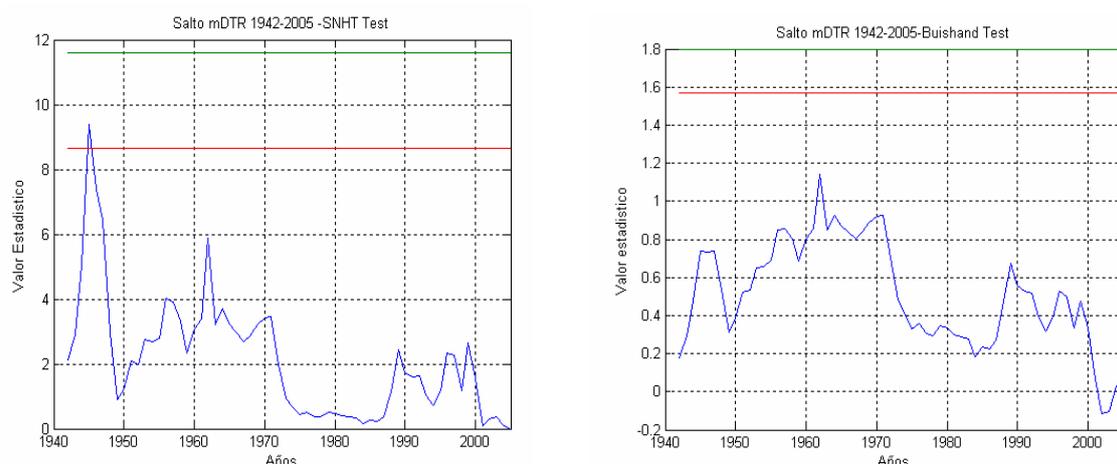


Fig 2.4 Resultado de SNHT test (izquierda) y Buishand (derecha) aplicados a mDTR, Salto. La línea roja el nivel de 5% de significancia y la línea verde el 1%

Analizando la información histórica de dicha estación meteorológica, está registrado un cambio de ubicación de la estación en el año 1976. Al graficar por separado las variables de temperatura máxima y mínima anual (Fig.2.5) es evidente el salto que ambas series presentan en 1976, concluyendo que el cambio de ubicación había afectado claramente a dichas variables.

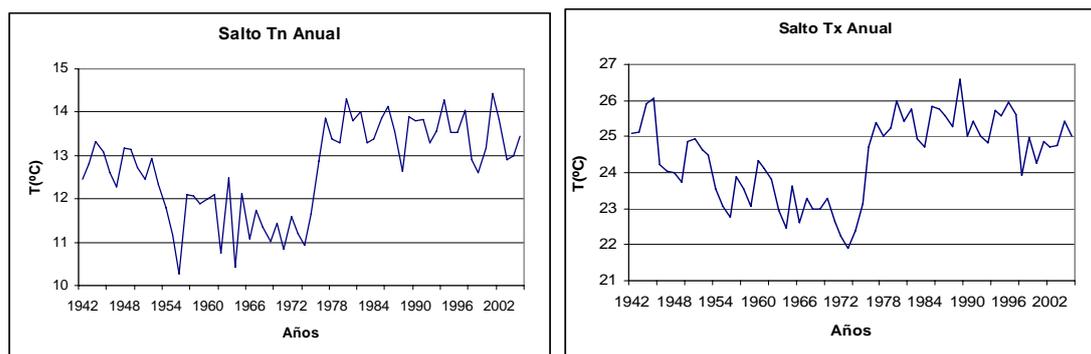


Fig 2.5 Temperatura mínima media anual (izquierda) y Temperatura máxima media anual (derecha). Salto 1942-2005

Presentando ambas variables un salto hacia valores mayores luego de 1976. Se aplicaron ambos test a las variables por separado (temperatura máxima y mínima media anual) para investigar si los mismos eran capaces de detectar dicha inhomogeneidad. Como se muestra en la figura 2.6 al aplicar los test a cada variable por separado ambos son capaces de detectar el salto del año 1976 siendo estadísticamente significativo al 99%.

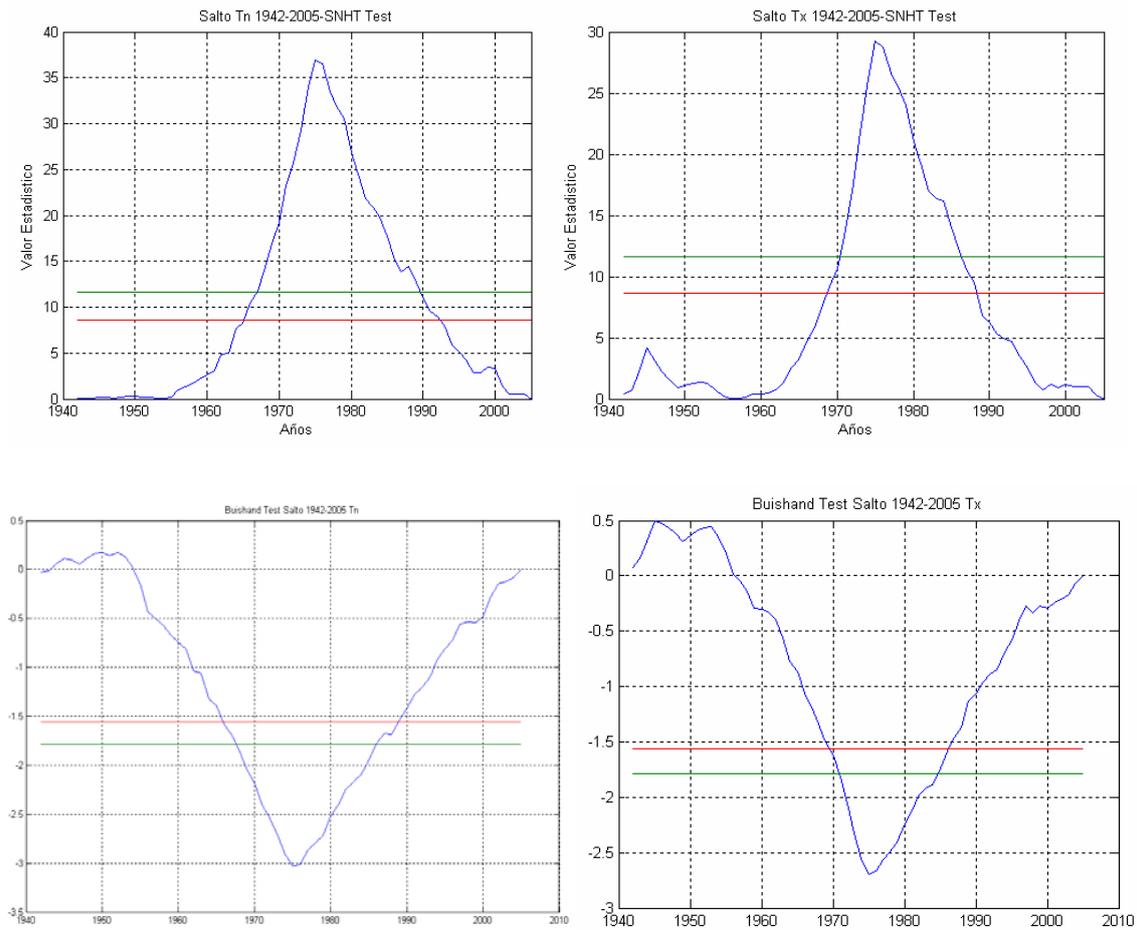


Fig. 2.6 Resultados de test de SNHT (panel superior) y Buishand (panel inferior) de Tn (izquierda) y Tx (derecha)

Concluyendo que el cambio de ubicación sí había afectado a ambas variables. Debido a que el cambio de ubicación afectó en la misma forma a ambas variables, por la propia construcción de mDTR ($T_x - T_n$), no será detectado como inhomogeneidad. Concluyendo que la mDTR no siempre es una buena variable de temperatura para identificar inhomogeneidades en las series.

En el caso del test de Vincent, las variables a testear son la temperatura máxima y mínima media anual.

2.2.3 Resultados de los test

Como se mencionó anteriormente, la base de datos se fue agrandando durante el período en que transcurrió la tesis. En un primer estudio de la homogeneidad de las series, donde se contaba con la información de 7 estaciones, La Estanzuela (1931-2002), Salto (1970-2002), Paysandú (1935-2002), Mercedes (1931-2002), Carrasco (1970-2002), Paso de los Toros (1960-2002) y Rocha (1950-2002). Los siguientes resultados fueron obtenidos, los cuales se encuentran publicados en Rusticucci y Renom (2008).

La tabla 2.8 presenta los resultados obtenidos al realizar los test

Estación	Período	Variable	Salto
Salto	1970-2002	Tx	<u>1976</u> ** 1997**
		Tn	<u>1976</u> **
	1977-2002	mDTR	1998
		Tx	<u>1997</u> **
Paysandú	1935-2002	mDTR	1946 ** <i>1957</i> ** 1989 *
		Tn	<i>1957</i> ** 1969 **
		Tx	<u>1946</u> ** <u>1977</u> ** <u>1945</u> *
	1935-1970	mDTR	1945 ** <i>1957</i> **
		Tx	<i>1945</i> ** <i>1954</i> **
		Tn	<i>1957</i> **
	1971-2002	Tn	1996 * 2001 **
Mercedes	1931-2002	mDTR	1997 *
		Tn	<u>1940</u> ** 1997 *
		Tx	<u>1942</u> *
	1931-1970	Tn	<u>1939</u> **
	1971-2002	mDTR	1996 * 2001 *
		Tn	<u>1983</u> ^ 1997 ** 1985 *
La Estanzuela	1931-2002	mDTR	1935 ** 1982 * <i>1945</i> *
		Tn	1937 ** <u>1939</u> ^ <u>1962</u> * 1943 *
		Tx	1935 * <u>1945</u> *
	1931-1970	mDTR	1935 ** <i>1945</i> *
		Tn	1938 ** 1935 * <u>1939</u> * <u>1962</u> ^
	1971-2002	mDTR	1982 *
Tn		2001 *	
Carrasco	1970-2002	mDTR	1976 **
		Tx	<u>1976</u> **
		Tn	2001 *
Paso de los Toros	1960-2002	Tn	1967 **
Rocha	1950-2002	mDTR	<i>1978</i> * 1990 *
		Tn	<i>1979</i> * 1990 * 2001 *

Tabla 2.8 Resultados de los test de homogeneidad aplicados: **SNHT: negrita**, *Buishand: itálica*, Viencent et al: subrayado. Nivel de Significancia: 1%: **, 5%: *, 10%: ^. Los saltos detectados en un mismo año en más de una estación se encuentran coloreados.

Las causas más frecuentes de los saltos en las series de temperatura son los cambios de ubicación en las estaciones. La información histórica de las estaciones es de crucial importancia para poder evaluar si los saltos detectados en las mismas son debido a causas no-climáticas así como también para evaluar una posible homogenización las mismas. Lamentablemente existe muy poca información documentada al respecto.

No obstante es importante mencionar que cambios de ubicación que sí se encuentran registrados, no fueron detectados como saltos por los test. Es el caso por ejemplo de Mercedes y Paysandú, donde existen registros del cambio de ubicación en 1977 para la primera y 1967 para la segunda estación mencionada, concluyendo que los cambios en la ubicación en esas estaciones no afectó a las variables testeadas.

A partir de estos resultados primarios se detectaron saltos que ocurrieron alrededor de un mismo año en diferentes estaciones. Un ejemplo de ello es el salto detectado en la temperatura mínima alrededor de los años 1938-39, detectado en 2 de las estaciones más largas con que se contaba en este primer análisis, Mercedes y La Estanzuela. Para verificar el posible origen climático de este salto, se analizó la serie diaria de la estación Observatorio Central de Buenos Aires (OCBA), Argentina, la cuál cubre el período 1909-2004. El salto alrededor de dichos años también fue detectado. Siendo estadísticamente significativo para la temperatura mínima. Sugiriendo la posibilidad de que el salto alrededor de estos años sea de origen climático.

Otro salto significativo al 99% detectado en más de una estación, en las series de temperatura mínima se registra en el año 2001, cuando se considera el período 1971-2002. Dicho salto solo es detectado por el test SNHT, el cuál como se mencionó es sensible a los saltos en las colas de las series. Analizando las series de temperatura mínima media anual en el período 1971-2002, el año

2001 presenta la temperatura mínima anual más alta del período en las 7 estaciones analizadas. Con un máximo de la desviación estándar de 1.5°C para todas las estaciones.

Debido a que las series terminan en el año 2002, solo se podría concluir que fue un año con temperatura mínima mayores al promedio del período 1971-2002 y que el resultado puede estar influenciado por encontrarse en uno de los extremos de la serie.

Al agrandar la base de datos se procedió a realizar los test de homogeneidad nuevamente. La Tabla 2.9 presenta los mismos resultados que la Tabla 2.8 ahora aplicado a todas las estaciones disponibles en los períodos completos de registro.

Estación	Período	Variable	Saltos
Salto	1942-1975	Tx	1945** 1953** 1963*
		Tn	1953**
	1976-2005	Tx	1997*
Paysandú	1935-2005	Tx	1945* 1946**
		Tn	1955**
La Estanzuela	1931-2005	Tx	1935* 1945*
		Tn	1937** 1939^ 1943* 1962*
Carrasco	1949-2005	Tx	1976**
		Tn	1956** 1965** 1976**
Paso de los Toros	1907-1948	Tx	1930**
		Tn	1912** 1927**
	1960-2005	Tn	1967** 1976*
Rocha	1907-1931	Tx	1930*
	1942-2005	Tx	1945**
Artigas	1937-1962	Tn	1961*
Melo	1907-1944	Tx	1928* 1931*
Prado	1909-1973	Tx	1912** 1918* 1924*
		Tn	1912** 1935**
Rivera	1907-1931	Tx	1912* 1918** 1924**
	1942-2005	Tx	1945*
		Tn	1975**

Tabla 2.9. Idem Tabla2.8

Se procedió a cortar las series cuando estas tenían varios años consecutivos de interrupción en los registros, o inhomogeneidades ya detectados, como en el caso de la estación Salto.

Un salto alrededor del año 1945, es detectado en 5 estaciones, al igual que en análisis anterior (ver Tabla 2.8), en la temperatura máxima. En el último informe del IPCC (2007), donde se muestran las temperaturas medias globales desde la era pre-industrial, se observa un cambio en el comportamiento de la serie aproximadamente a mediados de la década del 40. Por otro lado varios autores (Qian y Zhu, 2001, Jungo y Beniston, 2001, etc.) han detectado una tendencia positiva en la temperatura máxima desde las primeras décadas del siglo XX hasta aproximadamente mediados de los años 40, principios de los 50, presentando a partir de esos años una tendencia negativa hacia mediados de los años 70. A escala regional el trabajo de Minetti y Vargas (1983), donde analizan las temperaturas de Argentina, detectan un enfriamiento a partir de la década del 50 respecto a la anterior década. Concluyendo que la inhomogeneidad aquí detectada puede deberse a un salto climático.

Otro salto que fue detectado en las diferentes etapas del estudio de la homogeneidad, es el que se presenta en el año 1976 aproximadamente. Cabe señalar, sobretudo en este último análisis donde se utilizan todas las series durante todo el período, que dicho salto no es detectado en más estaciones debido a que algunas de ellas se encontraban cerradas durante dichos años (ver Tabla 2.3).

Un salto en el sistema climático alrededor de dicho año, denominado el “salto climático del 76”, ha sido registrado en varios trabajos habiendo consenso sobre tal evento en la comunidad científica, aunque aún no son claras las causas del mismo. Sugiriendo que la inhomogeneidad detectada se deba a dicho salto climático.

Es importante mencionar que los cambios que habían sido detectados en el análisis anterior, 1938-39 y 2001 no son detectados en el nuevo análisis.

En el caso del año 2001, que había sido detectado cuando se consideraba principalmente el período 1970-2002, se puede inferir que al considerar series más largas, los saltos son dependientes del largo de las series. De todas formas como se verá en los capítulos sucesivos el año 2001 fue un año anómalamente cálido, en relación a las temperaturas mínimas.

El salto anteriormente detectado en 1938-39, en La Estanzuela y Mercedes, solo se presenta en la estación La Estanzuela. Mercedes la cual ahora cubre un período mayor, 1907-2005, así como en las otras estaciones largas dicho año no es detectado como salto. Concluyendo que algunos de los saltos detectados dependen del largo de las series consideradas.

Capítulo 3

Climatología de Temperaturas Extremas en Uruguay

3.1 Temperatura máxima y mínima media anual

Finalizado el trabajo de la generación de la base de datos diaria, lo suficientemente consistida, de temperaturas extremas en soporte magnético se procedió a realizar una estadística básica de las series de temperatura máxima y temperatura mínima para el período disponible en cada estación meteorológica. Motivó este análisis estadístico el hecho de que la climatología sobre temperaturas extremas en Uruguay disponible se encuentra dentro de la publicación “Normales Climatológicas Período 1961-1990”, publicado en el año 1996, perteneciente a la DNM. En dicha publicación se presentan los valores medios así como los absolutos dentro del período antes mencionado. Tomando en cuenta que la mayoría de las estaciones cubren un período mayor, se consideró relevante para este estudio tener información básica para analizar los cambios que han tenido las variables estudiadas. El análisis se llevo a cabo considerando períodos de décadas y no un período fijo de 30 años. Se generaron tablas para cada estación meteorológica donde se procedió al cálculo mensual y anual de la siguiente información en las diferentes décadas disponibles: Temperatura máxima (mínima) media, máxima Temperatura máxima (mínima) y mínima T máxima (mínima). A modo de ejemplo se presenta en la tabla 3.1 la climatología de temperaturas extremas para la estación Artigas, durante el período 1937-2005. En la fila correspondiente al valor medio de la variable, como subíndice se presenta la cantidad de datos utilizados para la construcción de dicho valor, cuando es diferente al máximo correspondiente (10). Las tablas pertenecientes al resto de las estaciones se encuentran en el Anexo

Las temperaturas máximas medias anuales decádicas varían entre 21 °C en el sur del país y 25 °C al norte, mientras que la temperatura mínima media anual toma valores entre 11°C en la zona sureste y centro, alcanzando los 13 °C en la zona norte del país.

ARTIGAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AN	
40-49	TXx	41,5	40,4	37,6	36	30	29,4	29,5	32	34	36,6	39,8	40,2	25,6 (7)
	TXm	(9)32,3	(9)31,9	(8)29,1	(7)25,9	(9)21,9	(9)19,5	(8)18,9	(9)21,1	(9)22,5	25,0	28,6	(8)31,2	
	TXn	20,6	19,4	18,0	11,8	8,4	8,6	8,2	10,0	9,5	13,6	17,0	20,4	
50-59	TXx	41,4	41,2	40,8	36	35,6	27,6	36	33,2	36	34,6	39,6	40,4	25,7 (9)
	TXm	33,3	32,5	30,3	24,9	22,4	18,8	19,3	(9)20,5	21,9	(9)24,7	29,5	31,8	
	TXn	21,6	18	16,4	15,5	12	7	7	8	12	12,6	15	21,6	
60-69	TXx	40	39,6	37,6	33,5	29	29,5	28,5	31	33,2	34	39	39,5	26,2 (2)
	TXm	(3)33,6	(4)32,2	(4)29,4	(4)25,6	(4)22,3	(3)19,5	(3)17,7	(3)21,5	(3)22,7	(3)25,9	(3)29,4	(2)32,0	
	TXn	25,0	21,0	20,0	12,4	10,5	9,2	6,0	8	13,0	18,0	18,2	21,0	
70-79	TXx	40	39,9	37,5	32,5	29,9	28,8	29,7	29,3	34	36,1	35,6	37,2	25 (3)
	TXm	(3)31,9	(3)30,7	(4)28	(4)24,2	(4)20,7	(4)19,1	(4)19,3	(4)19,7	(4)23	(4)25,5	(4)26,8	(4)30,1	
	TXn	23,5	21	20	13,3	10,4	9,5	10,6	9,7	11	16,7	16,4	21,8	
80-89	TXx	40,6	38,9	37,4	34,4	31,7	27,9	28,7	31,7	31,7	36	40,8	39,2	25
	TXm	32,5	30,6	29,1	25,1	21,5	18	18,3	20,2	21,3	25	(9)27,7	31,1	
	TXn	20	21,1	18,3	13,8	9,7	8,2	7,9	9,2	12	14,3	14,4	20,6	
90-99	TXx	39,4	37,3	36,7	33,5	30,4	27,7	29	34,4	35,2	36,7	37,9	41	25,1
	TXm	31,8	29,9	28,7	24,8	21,5	18,7	18,1	21,6	22,3	24,9	27,9	31,1	
	TXn	21,5	19,2	18	13,8	9,6	7,4	6	7,3	11,2	14,2	16,5	18,9	
00-05	TXx	40,2	38,5	38,9	35,8	31,4	29	30,4	33	35,1	34,8	37,2	36,9	25,3
	TXm	32,8	31	29,2	25,1	21,4	19,9	18,6	21,6	22,2	25	27,4	29,6	
	TXn	21	20,6	17,2	15,8	13,9	10	6,7	9	9,8	13,6	15,6	21,8	

ARTIGAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AN	
40-49	TNx	26,8	25,8	23,8	22,2	22	20	21,2	21,4	22,4	23,6	25,8	25,4	13 (7)
	TNm	(9)18,4	18,4	(8)16,2	(7)13,5	(9)10,4	(8)9,3	(8)8,1	(8)9,4	10,8	12,5	14,7	(8)17,2	
	TNn	9,8	9,2	4	3,8	-2	-3,5	-4,3	-2	-0,8	1,2	4,2	7,6	
50-59	TNx	26,6	30	32	19,8	23	18,6	18,8	20,2	23	24,6	25,5	25,5	13,4 (7)
	TNm	18,8	18,6	17,1	13,1	11,1	9,5	(7)9,3	(7)8,9	10,7	(9)12,2	(9)14,6	(8)16,9	
	TNn	10	10	6,8	2	0	0	0	-0,4	0	2,8	6,4	9	
60-69	TNx	25,8	24,2	23,8	19,8	17,8	20	19,4	20	20,2	22	22	22,6	13,1 (2)
	TNm	(3)17,9	(4)17,8	(4)16,8	(4)11,6	(4)8,8	(3)8	(3)8	(3)8,8	(3)10,5	(3)13,2	(3)14,6	(2)16,4	
	TNn	9	8,8	6	2	-3	-3,5	-5	-1,8	0,8	4	5	9,5	
70-79	TNx	24,1	23	24,5	20,3	18,3	17	20,3	21,1	22,8	21,4	21,3	24,1	13,6 (3)
	TNm	(3)19,3	(3)19,1	(4)16,2	(4)11,6	(4)8,3	(4)7,3	(4)9,8	(4)9,6	(4)10,8	(4)14,1	(4)14,6	(4)17,9	
	TNn	13	13,3	4,2	4,2	-2,5	-3	-5,2	-0,6	0,5	4,3	6,5	11,2	
80-89	TNx	27,3	28	24	24,5	23,4	19,6	21,7	22	21,2	23,6	24	24,7	13,6
	TNm	19,5	19,3	17,3	14,2	10,8	7,9	8,1	9,4	10,1	13	(9)15,7	17,9	
	TNn	9	9,4	6,8	3,8	-1,4	-3,3	-3,6	-2,8	-0,8	3,6	6,6	7,2	
90-99	TNx	26	25,8	25	23	22,8	20,2	19,4	23,2	24,1	26	25,7	25,2	13,6
	TNm	19,2	18,6	17,3	14,2	10,7	8,3	8	9,5	10,8	13,7	15,4	18	
	TNn	8,6	7,9	6,3	2,2	-1	-4,5	-4,2	-4,3	-0,7	2,3	3,4	8,8	
00-05	TNx	30,1	24,9	25,7	24,2	21,7	22	20,7	21,5	22,9	22,6	22,8	24,3	14,1
	TNm	19,5	18,9	18,3	15	11,4	11,2	7,9	10,2	10,8	14,3	15,3	17,3	
	TNn	9,6	10,1	9	4,6	1,8	-2,8	-3	-1,8	0,3	5,3	3,5	6,9	

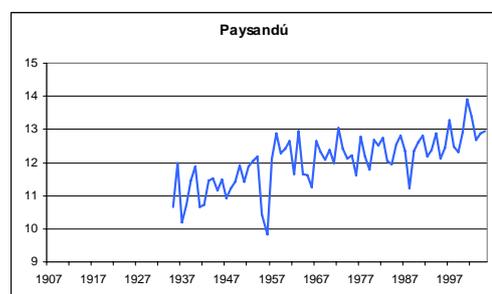
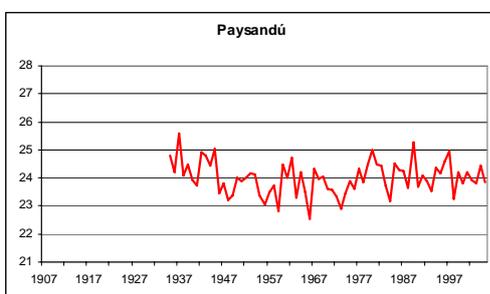
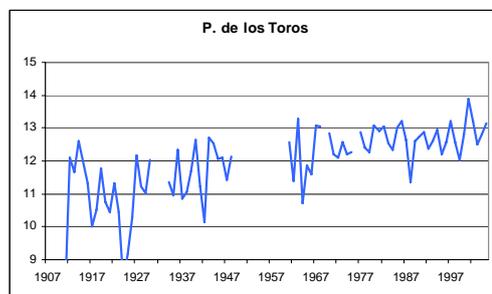
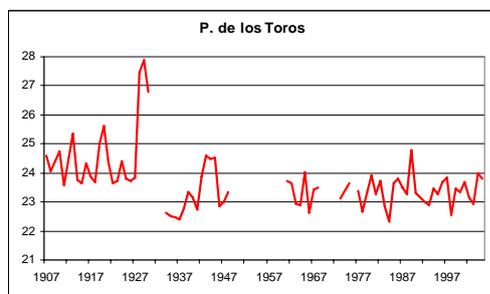
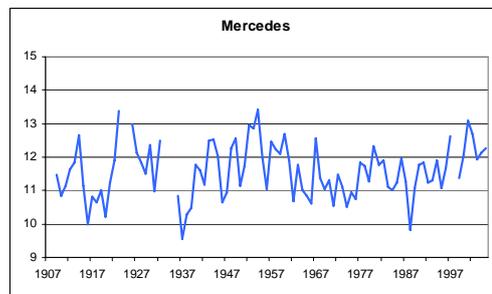
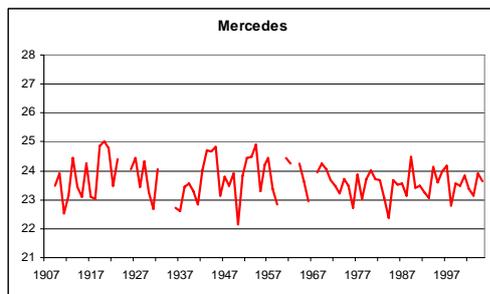
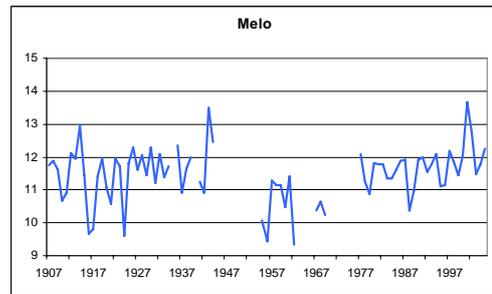
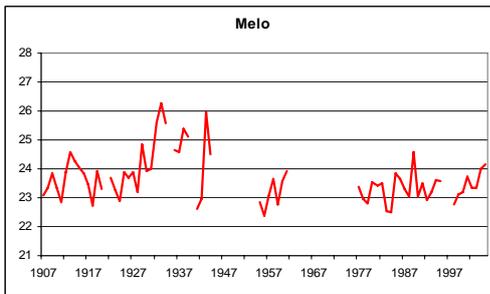
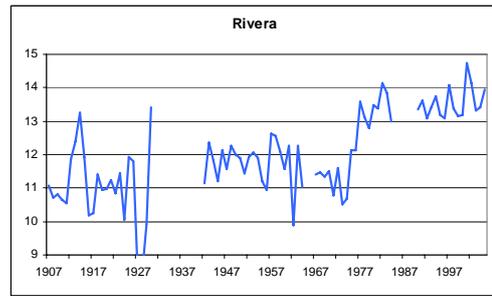
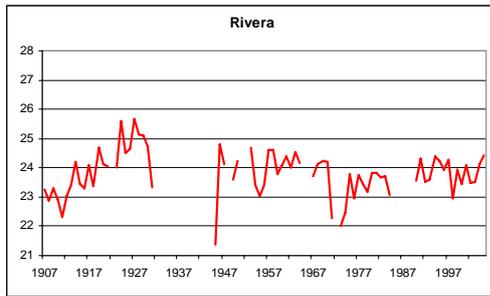
Tabla 3.1 Climatología de las temperaturas extremas para la estación Artigas. T máxima (mínima), panel superior (inferior). Sombreado gris(amarillo) máximo (mínimo) valor anual alcanzado por la variable .

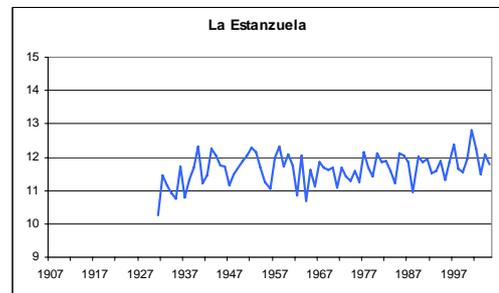
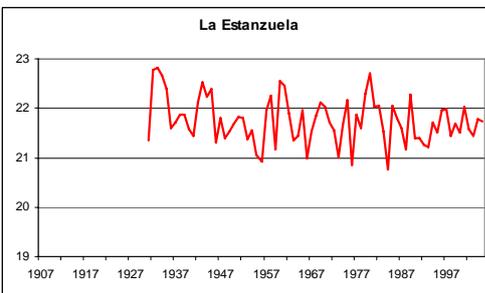
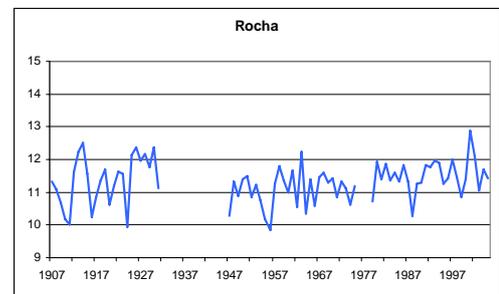
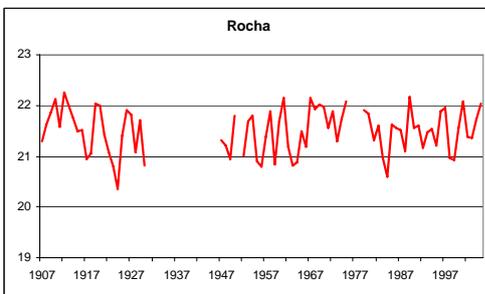
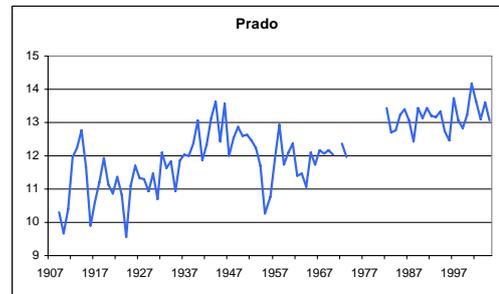
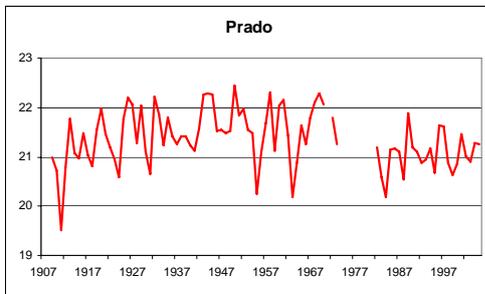
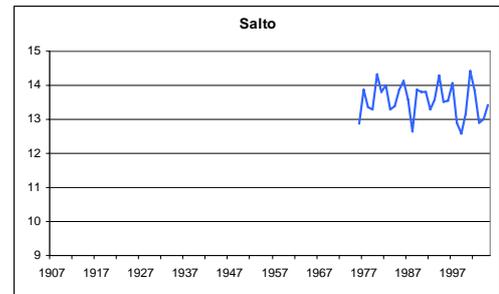
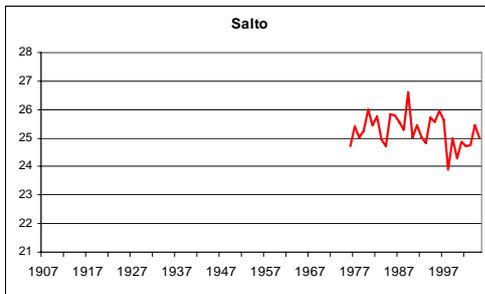
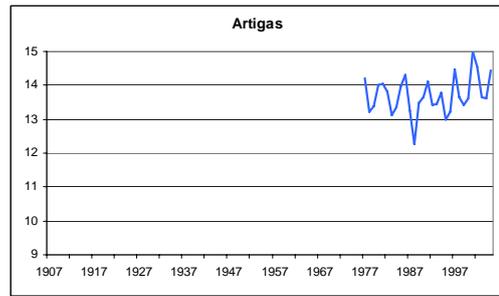
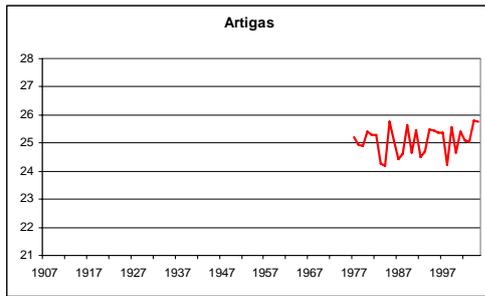
Como era de esperar los valores absolutos máximos anuales de ambas variables se concentran en los meses cálidos (Noviembre-Marzo), mientras que los valores absolutos mínimos se concentran en los meses fríos (Junio-Agosto).

El aumento de la temperatura media global es un hecho (IPCC 2007) y obviamente Uruguay se encuentra en dicho escenario. El valor medio diario muchas veces es calculado como el promedio entre la temperatura máxima y la temperatura mínima del día, lo cuál implicaría que un cambio en estos extremos podría afectar al valor medio de la temperatura. Para observar los posibles cambios en la figura 3.1 se presentan los gráficos de las series temporales de las temperaturas máximas y mínimas medias anuales de las estaciones meteorológicas analizadas, en su correspondiente período de registro. Las estaciones de Artigas y Salto se presentan desde 1977 a 2005, debido al cierre prolongado de la primera (tabla 2.3) y a la inhomogeneidad detectada en la segunda (debido al cambio de ubicación, Cap. 2).

En general se observa un aumento en las temperaturas mínimas medias anuales, siendo más marcado en algunas estaciones (Rivera, Paysandú, Paso de los Toros, Prado y Carrasco). En ninguna se observa una disminución en los valores de temperaturas mínimas medias anuales.

El comportamiento de la temperatura máxima no es tan uniforme, por ejemplo en la estación La Estanzuela se observa una disminución, mientras que Paysandú no presenta cambios importantes en esta variable. Estos resultados están en concordancia con los resultados obtenidos por Rusticucci y Barrucand (2004), donde analizan las tendencias de las temperaturas mínimas y máximas medias en Argentina, para el período 1959-1998, concluyendo que la temperatura mínima presenta una tendencia positiva significativa, mientras que la temperatura máxima presenta diferentes comportamientos; en la región centro de Argentina una tendencia negativa significativa está presente principalmente en verano, mientras que en la misma época del año, la región sur de Argentina presenta una tendencia positiva.





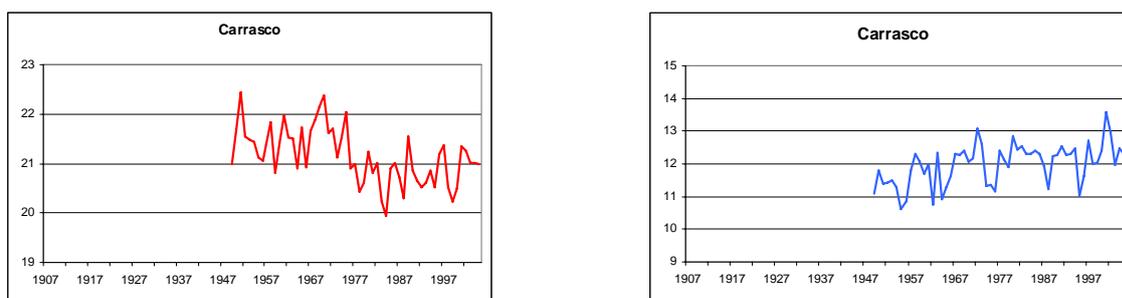


Fig. 3.1. T máxima media anual (izquierda) y T mínima media anual (derecha)

En estos resultados primarios debemos tener en cuenta los resultados de la homogeneidad de las series obtenidos en el capítulo anterior. En el caso de la estación Paso de los Toros en la temperatura máxima y mínima se detectaron los años 1930 y 1927 respectivamente como años que presentan inhomogeneidades (Tabla 2.9, Capítulo 2). Esto se observa claramente en ambas series anuales de dicha estación (Fig 3.1). Al observar las otras series de temperatura máxima que comienzan a principios del siglo XX, se observa en general una tendencia positiva hasta los años 30, lamentablemente muchas de ellas presentan luego el problema de datos faltantes, así como con muy poca información histórica de la estación. En este escenario, no queda claro al observar todas las series en su conjunto si el salto en 1930 es debido a un salto artificial o climático. Fortaleciendo la conclusión del riesgo de homogeneizar una serie sin contar con información que asegure que el mismo es debido a causas artificiales. Otro comportamiento anómalo que fue detectado en el análisis de homogeneidad en la estación Salto y es evidente en la serie de temperatura máxima media, es en el año 1997. Para este caso ya que existen registros del cambio de ubicación de la estación en dicho año, se concluye que el salto si es debido a causas artificiales.

3.2 Extremos absolutos de las temperaturas extremas

En esta sección se estudiarán los valores extremos absolutos anuales de ambas series.

Si bien este es un valor único por año, que muestra la intensidad de los eventos, su variabilidad es importante. En esta instancia surgen entonces las siguientes preguntas: ¿Cómo han cambiado los extremos absolutos anuales? ¿Qué variable se vio más afectada?. Se construyeron las series anuales de los siguientes índices: el día más cálido del año (TXx), el día más frío (TXn), la noche más cálida (TNx) y la noche más fría (TNn).

Se seleccionaron algunas de las series más largas con las que se cuenta, Rocha, Prado, Rivera (1907-2005) y La Estanzuela (1931-2005) y de esta manera poder observar los cambios en el siglo XX de estos índices.

La figura 3.2 presenta los índices basados en la temperatura máxima, día más cálido (TXx) y día más frío del año (TXn). Respecto al día más cálido del año, como se mencionó anteriormente, está representando el valor máximo alcanzado durante los meses cálidos del año. Se observa en general que este índice alcanzaba o superaba los 40°C con mayor frecuencia hasta aproximadamente fines de los años 50, mientras que en el último período dichos eventos no son tan frecuentes. Las series temporales sugieren una tendencia a la disminución en los valores alcanzados para el día más cálido, esta tendencia negativa estaría evidenciando, veranos con extremos de temperatura menos cálidos que a principio de siglo XX. En cuanto al día más frío del año, una tendencia positiva es detectada en los últimos 10 años de las series temporales.

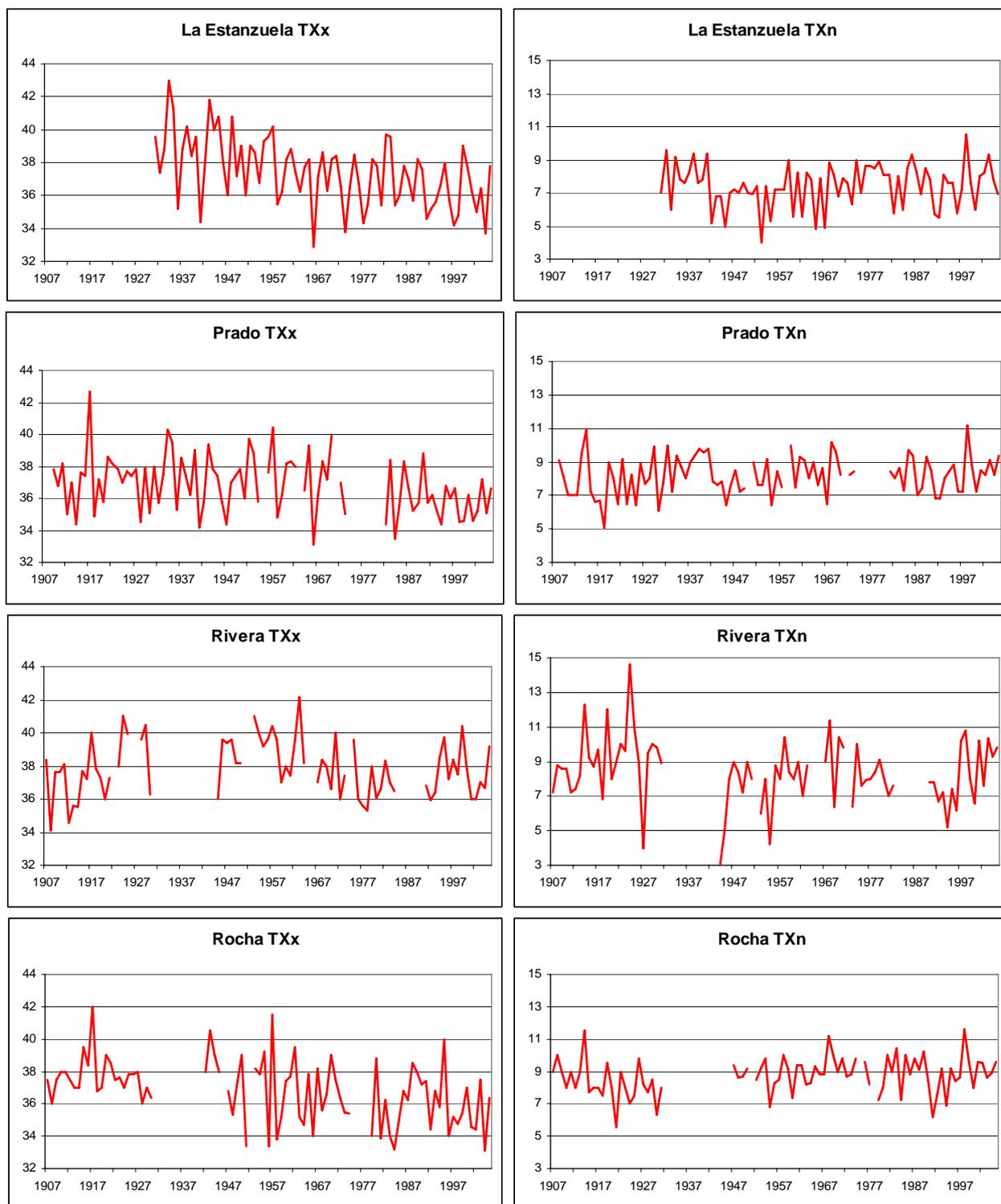


Fig. 3. 2 Serie anual del día más cálido (TXx) (izquierda) y día más frío (TXn). La Estanzuela, Prado, Rivera y Rocha

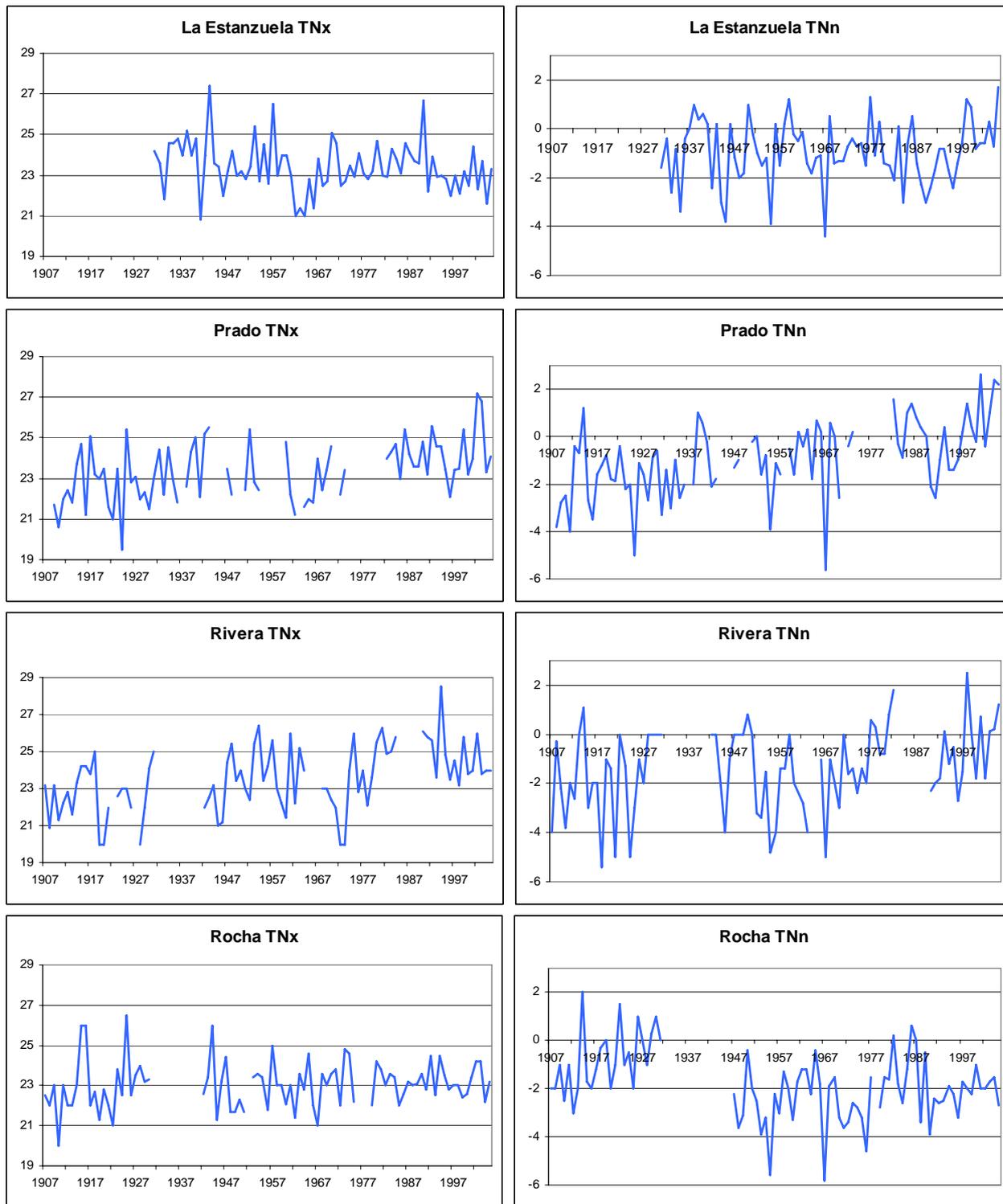


Fig. 3.3 Idem Fig. 3.2 para valores absolutos de temperatura mínima

La figura 3.3 presenta las series temporales que representan a la noche más fría del año así como a la más cálida. La noche más fría presenta en los últimos años una tendencia positiva, al igual que el día más frío. Ambos extremos (TNn y TXn) ocurren en la época más fría del año, sugiriendo inviernos con eventos extremos fríos menos intensos.

El mínimo absoluto de las series de TNn (noche más fría) en las estaciones de La Estanzuela, Prado, Rocha se presenta en el año 1967, alcanzando valores de $-4.4\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-5.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-5,8^{\circ}\text{C}$ respectivamente. En el caso de Rivera, si bien dicho año no es el mínimo absoluto de la serie, es uno de los valores más bajos, alcanzando los $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Mientras que el día más cálido no hay un año en común en que dicho máximo sea alcanzado por varias estaciones.

Realizando una mirada a largo plazo es evidente que el cambio más importante se presenta en el día más cálido y la noche más fría (TXx y TNn). Evidenciando una tendencia negativa en el primero y tendencia positiva en el segundo. Ambos resultados, están en concordancia con los gráficos de las temperaturas máximas y mínimas medias anuales presentados en la sección anterior. Si bien, las tendencias son de menor pendiente que en los casos del análisis de valores medios mencionados anteriormente.

Estos resultados coinciden con los obtenidos en Rusticucci y Tencer (2008), donde analizan los extremos absolutos de temperatura máxima y mínima anual durante el período 1956-2003 para Argentina. Al analizar las tendencias lineales de dichos índices, detectan una tendencia negativa significativa en el día más cálido en la región centro-este de Argentina, así como una tendencia positiva significativa en la noche más fría del año para toda Argentina.

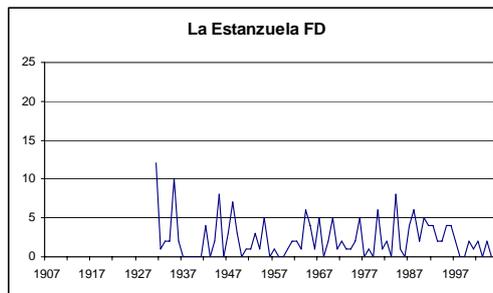
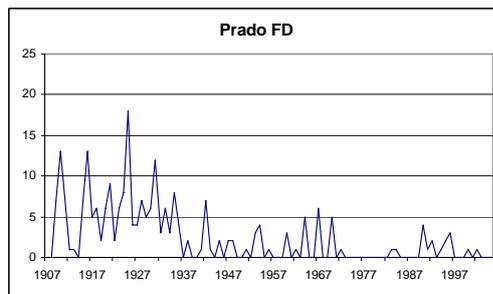
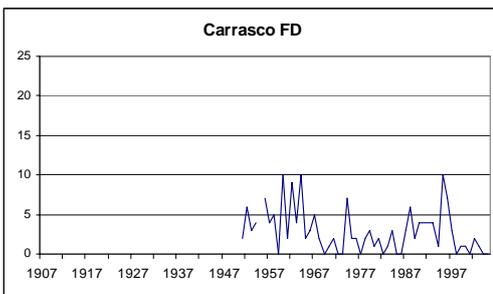
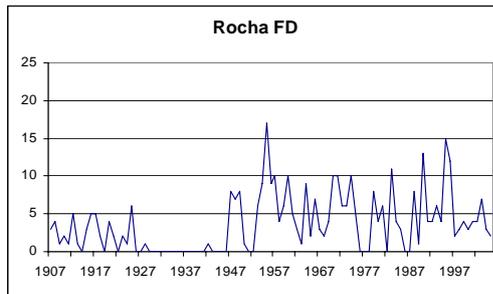
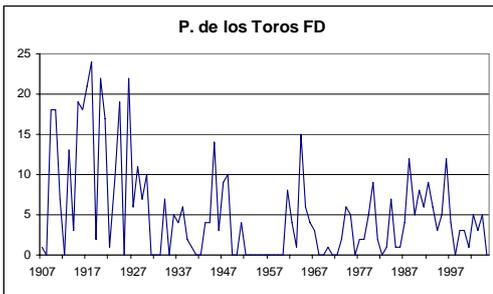
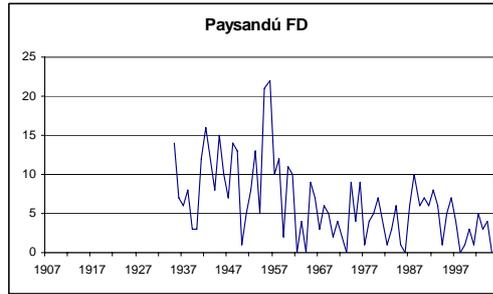
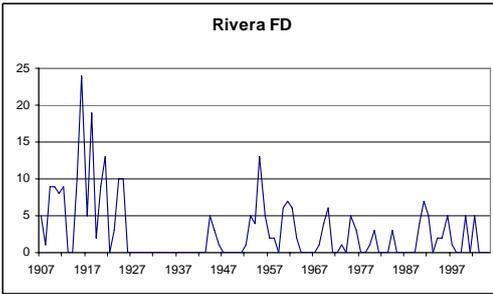
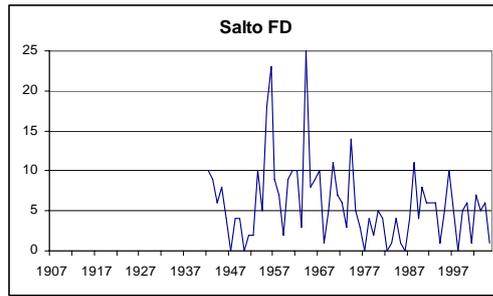
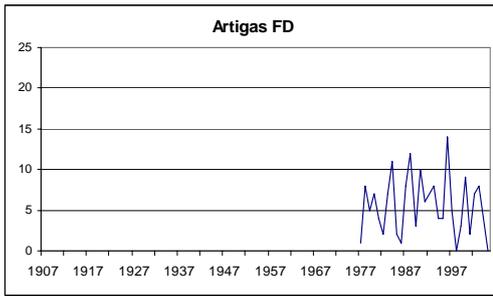
Estando en concordancia también con los resultados obtenidos en Rusticucci y Barrucand (2004) y a escala regional, con el trabajo de Vincent et al (2005), donde analizan a nivel de Sudamérica las tendencias de los extremos absolutos de temperatura en el período 1960-2000. Detectando una tendencia positiva significativa en la noche más fría.

3.3 Temperaturas mínimas por debajo de 0°C

Otro índice muy utilizado el cual representa un evento extremo importante principalmente para el sector agropecuario es el de frecuencia de días al año con temperaturas mínimas por debajo de 0°C (días con heladas meteorológicas, Frost Days (FD) en inglés). Claramente para la región en estudio este índice representa la frecuencia de días durante el período que va desde Abril - Mayo hasta Setiembre - Octubre.

Hasta el momento se ha observado un aumento en la temperatura mínima media en la mayoría de las estaciones, al igual que lo observado para el mínimo absoluto anual de la misma serie. ¿Como afectaron estos cambios en la frecuencia de días con helada meteorológica?

En la figura 3.4 se presentan las series de frecuencia de días con heladas meteorológica para todas las estaciones analizadas. En general se observa que el número de días con temperaturas mínimas por debajo de 0°C al abrigo meteorológico ha disminuido en la mayoría de las estaciones. Mientras que durante las primeras décadas del siglo XX la frecuencia anual del evento muchas veces superaba los 15 días (con máximos de 38 y 33 días en las estaciones de Mercedes y Melo respectivamente), en las últimas décadas de dicho siglo y primeros años del siglo XXI en promedio no superan los 5 días al año. Las estaciones de Melo y Mercedes presentan una mayor frecuencia respecto al resto de las estaciones, por tal motivo la escala es diferente en la frecuencia de días con heladas. Sospechándose, para estas estaciones, que el emplazamiento sea el causante de una frecuencia mayor, dado que ambas se encuentran en terrenos bajos con cerros circundantes.



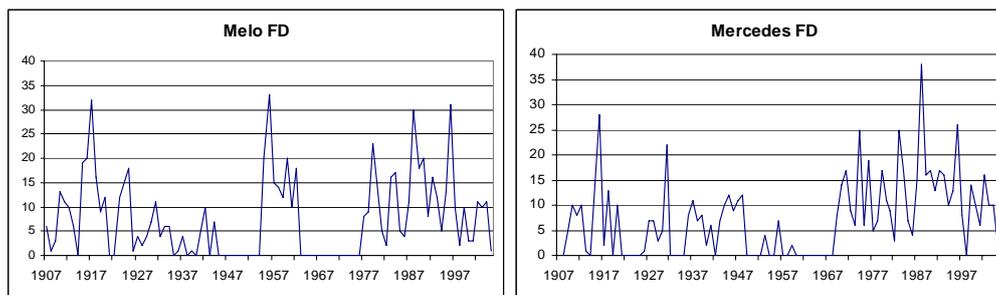


Fig. 3.4 Frecuencia de días por año con ocurrencia de heladas meteorológicas (días/año).

En general se observa una disminución en la variabilidad interanual principalmente en los últimos años de las series.

Es importante mencionar que los años 1955-56 y 1988 se presentan como años con mayor ocurrencia de heladas en la mayoría de las estaciones. En ambos casos eventos fríos del ENSO (La Niña) tenían lugar en el Pacífico tropical. Destacándose una persistencia de más de 1 año en el primer caso 1955-56, mientras que en el segundo caso, el evento fue muy intenso.

Sin embargo el evento La Niña de los años 1999-2000, el cuál tuvo una persistencia en el tiempo similar a la del año 1955-56, no se presenta como un año con mayor ocurrencia de días con heladas es esos años. Sugiriendo que no siempre se obtiene la misma respuesta frente a este fenómeno.

Se observó un aumento en las temperaturas mínimas, tanto en las medias anuales, como en los extremos absolutos. Este aumento en los extremos absolutos sugiere inviernos menos fríos, lo cuál se ve reflejado en una disminución en la ocurrencia de días con temperaturas mínimas por debajo de 0°C. En el siguiente capítulo se realiza un análisis, más detallado de los cambios a largo plazo observado en los extremos de ambas series.

Capítulo 4

Eventos Extremos de Temperatura

4.1 Índices de extremos

El tercer informe del IPCC (2001) es el primer informe donde se menciona la necesidad de mayores estudios sobre eventos extremos climáticos, donde se destaca que una de las mayores dificultades para este tipo de estudio es la necesidad de bases de datos diarias de alta calidad disponibles para la comunidad científica. Otra problemática que se plantea en dicho informe es el de la utilización de diferentes metodologías para definir un evento extremo, lo cual dificulta la comparación a nivel mundial de los cambios acontecidos en los mismos. Una de las metodologías más utilizadas, es la de definir el evento como extremo cuando la variable a estudiar supera o está por debajo de un cierto umbral fijo, estando la determinación de dicho umbral ligado a la climatología de la región en estudio. Una de las debilidades de dicha metodología es la dificultad de poder comparar a nivel regional como global si dichos eventos extremos han cambiado tanto en intensidad como en frecuencia, si bien es una metodología útil en los casos en los que el umbral determina algún efecto significativo (por ejemplo, temperaturas mínimas debajo de cero determina la ocurrencia de heladas). En el capítulo anterior se realizó un análisis básico de este tipo de extremos, pero el fin de esta tesis es analizar extremos que puedan ser comparables tanto a nivel regional como mundial.

El trabajo de Frich et al (2002) es el primer trabajo donde existe una propuesta de definición de índices que puedan ser comparables a nivel mundial. Proponen un conjunto de 10 indicadores de extremos climáticos (5 para la temperatura y 5 para precipitación) donde uno de los 5 propuestos para temperatura y los 5 de precipitación están basados en la cantidad de días en que se supera el percentil 90 (temperatura mínima) y 95 (precipitación) de la distribución de datos diarios (T_{n90} para temperatura y R_{95t} para precipitación).

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) bajo el programa CLIVAR (Climate Variability and Predictability) conforma un equipo de expertos “Expert Team on Climate Change Detection, Monitoring and Indices” (ETCCDMI) el cual desarrolló un set de distintos índices que representan eventos extremos que permiten monitorear los mismos en escalas globales y regionales y de alguna manera uniformizar los mismos. Dicho grupo realizó una serie de reuniones de trabajo (“workshop”), cubriendo regiones del mundo en donde fuera notoria la falta de resultados. La región de Sudamérica había sido identificada en ese sentido (Frich et al, 2002) es por esto que en el año 2004 dicho workshop se realiza para el sur de Sud América. Como resultado de esta reunión Vincent et al (2005), presentan los resultados obtenidos al analizar las temperaturas extremas. Posteriormente, con los resultados de varios ‘workshop’ realizados en diferentes partes del globo, Alexander et al (2006) realizan un análisis global de los eventos extremos.

De los índices propuestos para temperatura por dicho grupo para este trabajo de tesis se utilizó el siguiente conjunto de índices, basados en la temperatura máxima y mínima diarias:

Índice	Definición	Unidades
TN10 Noches Frías	Porcentaje de días en los que la Temperatura Mínima es inferior al percentil 10	% días
TN90 Noches Cálidas	Porcentaje de días en los que la Temperatura Mínima es superior al percentil 90	% días
TX10 Días Fríos	Porcentaje de días en los que la Temperatura Máxima es inferior al percentil 10	% días
TX90 Días Cálidos	Porcentaje de días en los que la Temperatura Máxima es superior al percentil 90	% días

El cálculo de los mismos se realizó con el software de libre acceso, denominado RCLIMDEX 1.0 (Cap.2), el cual es un software generado por el ETCCDMI. Estos índices son calculados en función

de la frecuencia de días en que la variable supera o está por debajo del percentil 90 y 10 respectivamente, de la serie temporal analizada.

El procedimiento de estimación del percentil está definido en forma diaria, con una ventana móvil de 5 días centrada en cada día calendario, obteniendo de esta manera una mayor cantidad de datos que representan cada fecha calendario, durante un período base de 30 años designado por el usuario. Sin embargo dichos índices deben ser calculados con cierta precaución, para evitar posibles discontinuidades al comienzo y fin del período base, debido a que el intervalo calculado puede estar afectado por errores de muestreo. Zhang et al (2005) proponen la utilización del método de remuestreo denominado bootstrapping, el cual remueve dicho tipo de inhomogeneidades.

Esta metodología esta considerada en el software utilizado.

Los índices fueron calculados en forma mensual, anual y estacional.

A escala regional se utilizó la misma definición para el estudio de eventos extremos de temperatura en Argentina (tesis doctoral de Mariana Barrucand, (2008)), así como para el análisis a escala de toda de Sudamérica, Vincent et al (2005).

En una primera etapa cuando se contaba con 5 estaciones con período de registro lo suficientemente largo se utilizó el período base 1961-1990 para el cálculo de los percentiles. Durante el transcurso de esta tesis, se amplió la base de datos, desde el punto de vista temporal y espacial. Las nuevas estaciones obtenidas, presentaron el problema de los datos faltantes en las series de datos diarios. Si bien se cuenta con una mayor resolución espacial, las nuevas estaciones incorporadas presentaban cortes en las series dentro del período base 1961-1990, por lo que la exigencia respecto al porcentaje de datos faltantes que considera el software utilizado, producía que no se realizara el cálculo de los índices.

Ya que para este estudio se cuenta con solo 11 estaciones meteorológicas, el prescindir de la información de 1 o 2 de ellas hubiese significado en perder tal vez la información de toda una zona del país. Tratando de mantener la mayor cantidad de estaciones posibles, se realizó un primer

intento utilizando como período base el 1971-2000 y de esta manera poder completar un período base de 30 años ya que los últimos años en general están más completos, pero al seleccionar dicho período la estación Melo, presentaba problemas en el cálculo.

En comunicación personal con Dr. Xuebin Zhang (Canadá) quien es parte del equipo que desarrolló dicho software, sugirió utilizar el período 1976-2000 lo cual no variaría los resultados respecto a la utilización del período 1971-2000 obteniéndose de esta forma la información perteneciente a la estación antes mencionada. Por otro lado, dicho período es consistente climáticamente, por lo que se consideró el mismo como período base para el total de las estaciones, en la segunda etapa del análisis. De esta manera se obtuvieron los 4 índices para cada una de las 11 estaciones meteorológicas en Uruguay, con período base 1976-2000.

4.2 Tendencias anuales de los índices de extremos

La pregunta más frecuente es ¿Cómo se manifestó el cambio climático en la frecuencia de ocurrencia de eventos extremos de temperatura?, ¿son ahora más o menos frecuentes? ¿A que índice afectó más?

Para poder contestar dichas preguntas se realizó un análisis de las tendencias a largo plazo de los 4 índices en cada estación.

En una primera instancia se calcularon las tendencias de las estaciones con las que se contaba hasta ese momento, se analizaron diferentes períodos, los cuales fueron seleccionados en función de la disponibilidad de información de las estaciones: 1935-2002 (3 estaciones), 1950-2002 (4 estaciones) y 1961-2002 (5 estaciones), donde los índices fueron calculados utilizando el período base 1961-1990, como ya se mencionó (Rusticucci y Renom, 2008).

Luego se realizó el mismo análisis para período 1950-2005 de los índices de la mayoría de las estaciones meteorológicas utilizando el período base 1976-2000. Debido a la problemática de los datos faltantes, para esta instancia se presentan los resultados obtenidos de 6 estaciones.

El análisis de la significancia estadística de la tendencia en ambos análisis se realizó aplicando el test de Sen (Sen, 1968). El cual es un método no paramétrico que admite datos faltantes. Lo único que requiere es que la serie temporal sea equiespaciada temporalmente. El estimador es la mediana de la serie de pendientes obtenidas al realizar el cálculo entre pares sucesivos de datos obtenidas de la siguiente forma:

$$Q = \frac{X_{i'} - X_i}{i' - i}$$

Donde Q= pendiente entre los puntos $X_{i'}$ y X_i

$X_{i'}$ y X_i = dato en el tiempo i' e i respectivamente

i' = tiempo después del tiempo i

A partir de esta serie de pendientes se calcula la mediana de la misma. Se obtiene el estadístico Z de un test de 2 colas para una distribución normal al nivel de significancia seleccionado, luego se estima la varianza del estadístico de Mann-Kendall (VAR(S)) (Yue y Hashino, 2003). Luego se estima en función de los datos obtenidos el límite inferior y superior del intervalo de confianza para la mediana de las pendientes, si el 0 pertenece al mismo, la mediana de las pendientes no es significativa. La significancia estadística fue fijada al nivel del 10% y 5%.

La estación Salto si bien está completa en el período 1950-2005, como se vió en el capítulo anterior la inhomogeneidad importante que presenta en el año 1976, daría una tendencia ficticia en la serie por ese motivo no se toma en cuenta.

4.2.1 Resultados período 1935-2002

La figura 4.1 presenta las tendencias anuales para el período 1935-2002, de los 4 índices de temperatura analizados en 3 estaciones: Paysandú, La Estanzuela y Mercedes.

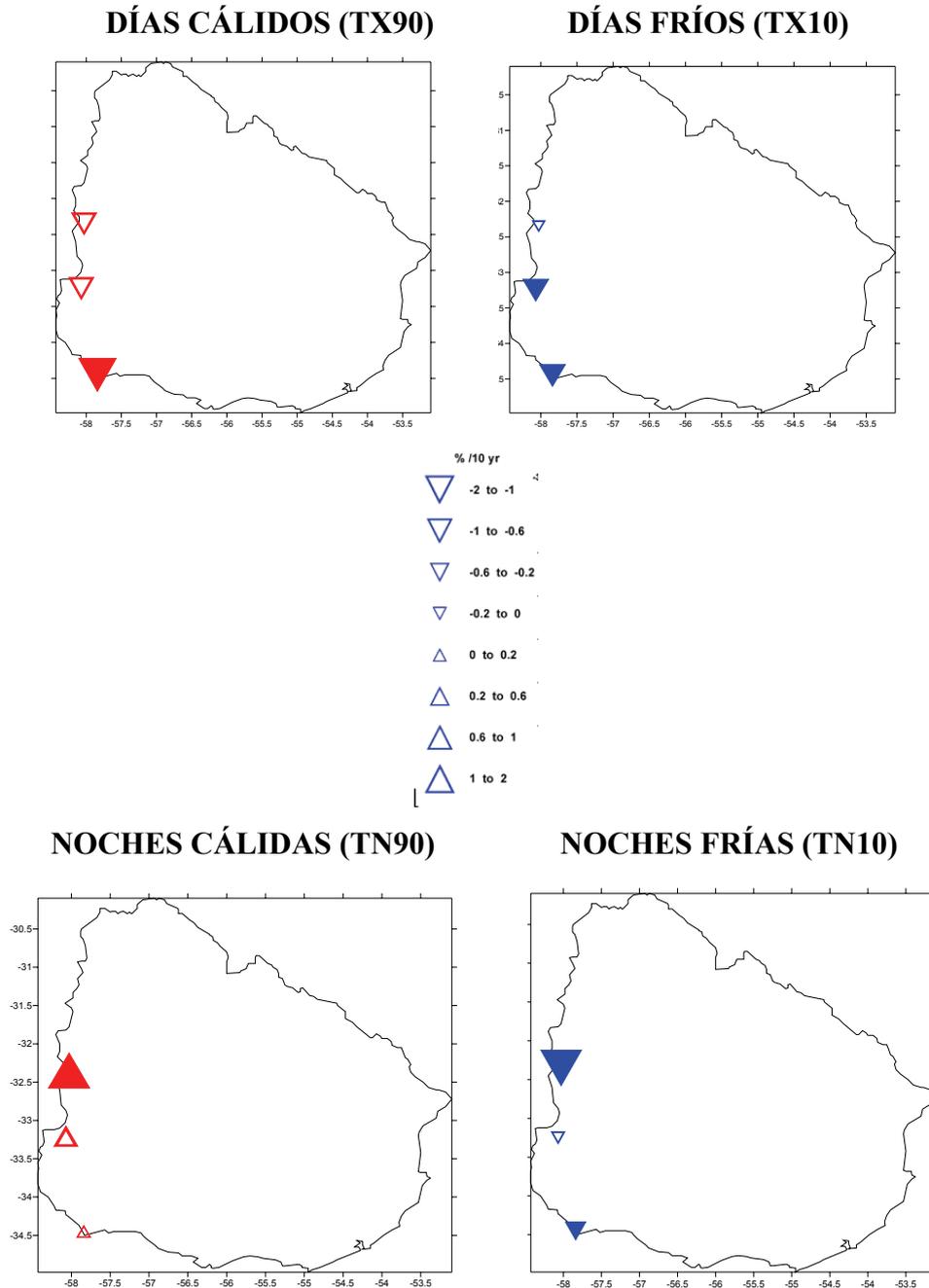


Fig. 4.1 Tendencias anuales de TX90 y TX10 (panel superior) y TN90 y TN10 panel inferior en el período 1935-2002(período base 1961-1990). Sentido hacia arriba (abajo) del triángulo indica tendencia positiva (negativa). Triángulos rellenos indican tendencia significativa al 10%. Tamaño es proporcional a la magnitud de la tendencia en %/década.

En general, para el período 1935-2002 los resultados muestran una tendencia negativa significativa en la ocurrencia de días cálidos (TX90), así como en los extremos fríos de ambas series de temperatura (TX10 y TN10), siendo estos estadísticamente significativos en 2 de las 3 estaciones analizadas, mientras que la ocurrencia de noches cálidas (TN90) presenta una tendencia positiva aunque no es significativa en todas las estaciones, durante el período en estudio. Estos resultados están en concordancia con los presentados en el capítulo anterior, donde se detectó una marcada tendencia negativa de los máximos absolutos anuales de la temperatura máxima, encontrándose ahora reflejado en la tendencia negativa de los días cálidos (TX90). Mientras que la tendencia positiva detectada en los mínimos absolutos de la temperatura mínima es coincidente con la tendencia negativa significativa obtenida en la frecuencia de noches frías (TN10).

Al comparar los índices basados en la temperatura mínima para la estación Paysandú (la más al norte en la fig. 4.1), con los resultados presentados en la figura 3.1 (Capítulo 3) donde la temperatura mínima media anual de dicha estación presenta una clara tendencia positiva, estos resultados estarían evidenciando, en este caso, que el cambio detectado en los extremos estaría influenciando el cambio detectado en el valor medio de la serie.

Concluyendo que durante el período 1935-2002, existe una tendencia a noches más cálidas (menor frecuencia de noches frías y mayor frecuencia en noches cálidas), mientras que ambos extremos relacionados con la temperatura máxima presentan una tendencia negativa.

4.2.2 Resultados período 1950-2005

La mayoría de los trabajos publicados sobre análisis de las tendencias de los eventos extremos de temperatura y de precipitación a nivel mundial, se centran en la segunda mitad del siglo XX, debido a una mayor cantidad de información proveniente de estaciones meteorológicas así como a una mejor calidad de la misma. Entre las publicaciones donde se recoge la información global encontramos el trabajo de Alexander et al (2006), donde analizan las tendencias de los eventos extremos para el período 1951-2003, entre las que abarcan regiones podemos citar, Klein Tank y Konnen (2003) donde realizan un análisis de las tendencias de los índices de temperatura y precipitación para Europa durante el período 1946-1999; Manton et al (2001) analizan las tendencias de los eventos extremos para el Sureste de Asia y el Pacífico Sur en el período 1961-1998 y dentro de la región podemos citar el trabajo de Vincent et al (2005) analizando el período 1960-2000. Existen también trabajos sobre las tendencias de los eventos extremos de temperatura a escala de los países de la región, Rusticucci y Barrucand (2004) analizan las tendencias de los extremos de temperatura para Argentina para el período 1959-1998, mientras que Marengo y Camargo (2008) presentan el análisis de las mismas variables, para la zona sur de Brasil durante el período 1960-2002.

La figura 4.2 presenta los resultados del análisis de las tendencias de los eventos extremos para el período 1950-2005, de 6 estaciones: Paysandú, Mercedes, Paso de los Toros, La Estanzuela, Carrasco y Rocha. No fue analizada la tendencia en el resto de las estaciones debido a la importante falta de información, que si bien el método de significancia estadística aplicado acepta datos faltantes, pero no durante un período prolongado.

Comparando con los resultados anteriores, se puede notar en los extremos fríos (TX10 y TN10) que si bien la tendencia negativa se mantiene, en este período todas las estaciones se presentan estadísticamente significativas. Lo cual indica una disminución de eventos fríos que afectan tanto a

las temperaturas mínimas como a las máximas excepto el caso de Mercedes en TN10, donde presenta una tendencia positiva (no significativa), en desacuerdo con el resto.

1950-2005

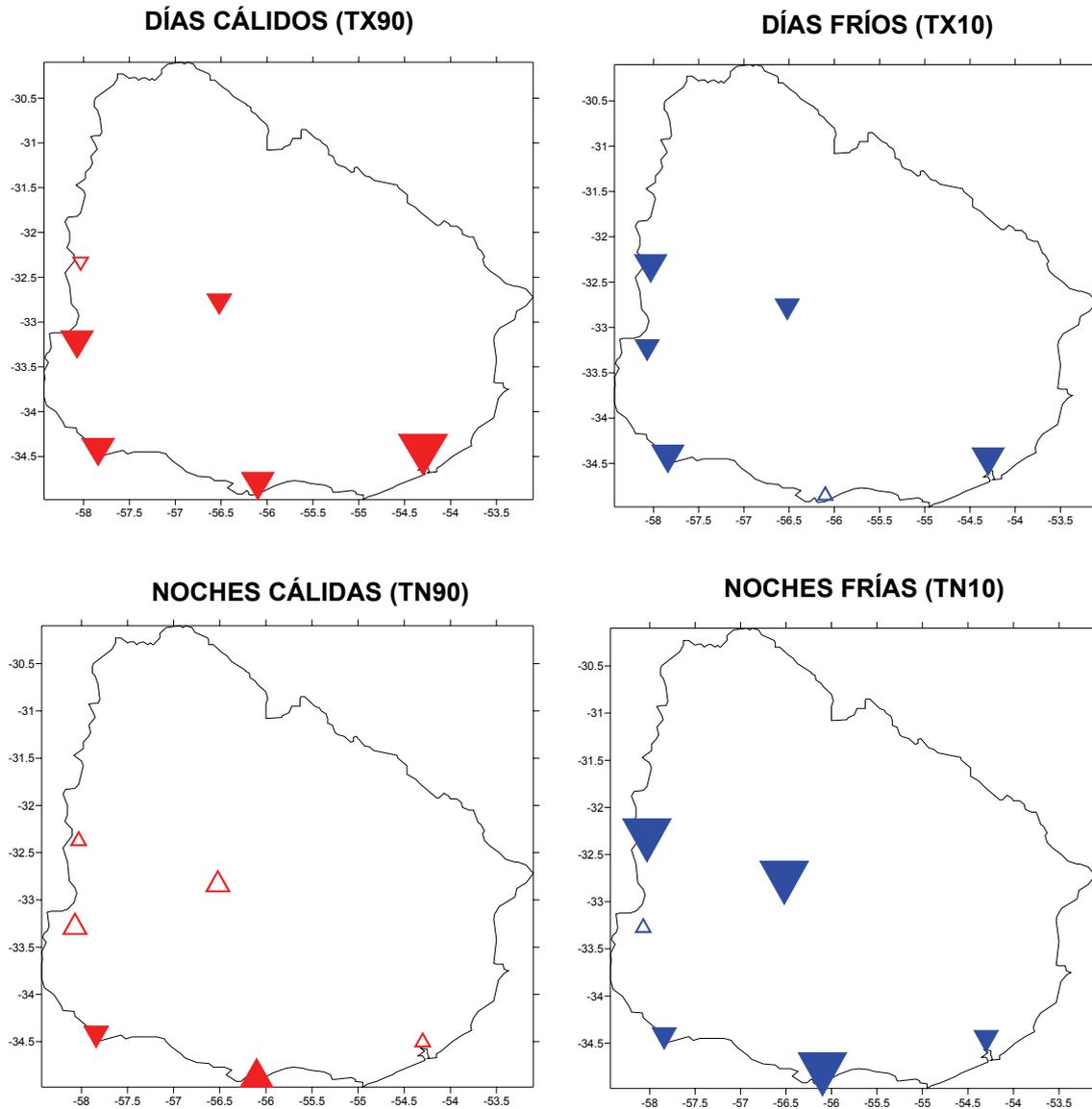


Fig.4.2 Tendencias anuales de TX90 y TX10 (panel superior) y TN90 y TN10 panel inferior en el período 1950-2005(período base 1976-2000). Sentido hacia arriba (abajo) del triángulo indica tendencia positiva (negativa). Triángulos rellenos indican tendencia significativa al 90%. Tamaño es proporcional a la magnitud de la tendencia en %/década.

En cuanto a los extremos cálidos (TX90 y TN90) se puede apreciar que el índice basado en la temperatura máxima presenta tendencia negativa significativa al 10 % en la mayoría de las

estaciones, en concordancia con los resultados obtenidos tanto para las temperaturas máximas medias como en los extremos absolutos en el capítulo 3.

Mientras que las noches cálidas, si bien en general presentan una tendencia positiva, en la mayoría de las estaciones no es estadísticamente significativa. La Estanzuela presenta tendencia negativa significativa para este índice, la cual está en desacuerdo con el resto, tal vez asociada a la inhomogeneidad detectada en el año 1962 en la serie de temperatura mínima. Los resultados obtenidos concuerdan parcialmente con los estudios a escala regional, por ejemplo Vincent et al (2005) si bien para la zona de estudio obtienen una tendencia negativa estadísticamente significativa en la ocurrencia de noches frías, en el período 1960-2000, al igual que nuestros resultados, por el contrario la tendencia positiva significativa en la ocurrencia de noches cálidas, no se presenta como estadísticamente significativa en este análisis, para el período 1950-2005. Esto puede ser debido a los diferentes períodos utilizados.

Concluyendo que los resultados de las tendencias dependen del período analizado, tal es el caso de las estaciones La Estanzuela (TN90) y Mercedes (TN10), donde existe un cambio en el signo de la tendencia al analizar 1935-2002 respecto al período 1950-2005. Observándose también en algunos casos, cambios en la significancia estadística, por ejemplo Paysandú TX10 y TN90.

4.3 Tendencias estacionales de los índices de extremos: 1950-2005

En las secciones anteriores se realizó el análisis de la tendencia anual. ¿Cuál es el comportamiento de las tendencias en las diferentes estaciones del año? Para responder esta pregunta se realizó un análisis de tendencias de los índices a escala estacional durante el período 1950-2005, ya que representa el período en que se cuenta con la mayor cantidad de información.

En la Tabla 4.1 se presentan las tendencias de los índices de extremos para las cuatro estaciones del año para el periodo 1950-2005, verano (DEF), otoño (MAM), invierno (JJA) y primavera (SON). Solo se presentan las tendencias estadísticamente significativas al 95 % (sombreado) y al 90%.

ESTACION	DEF				MAM				JJA				SON			
	TX90	TX10	TN90	TN10												
Paysandú	-			-		-		-		-		-	+	-	+	-
Mercedes	-				-	-	+									
La Estanzuela	-			-						-				-		-
Rocha	-	-		-		-			-	-		-				
Carrasco	-		+	-	-		+							+	+	
P. de los Toros				-			+						+			-

Tabla 4.1. Tendencia de los índices de extremos de temperatura (1950-2005). Verano (DEF), Otoño (MAM), Invierno (JJA) y Primavera (SON). Se indican las tendencias positivas (+) y negativas (-). Sombreadas significativas al 5%.

El índice TN10 es el que presenta una tendencia negativa significativa al 95% más marcada durante los meses más cálidos del año (DEF, MAM), disminuyendo la cantidad de estaciones que presentan dicha tendencia como significativa. En invierno solo 3 estaciones son significativas al 95% y en primavera, 1 estación significativa al 95% y 2 estaciones significativas al 90%. Sugiriendo que la tendencia anual negativa observada en las noches frías se debe principalmente a la disminución de eventos de TN10 durante los meses cálidos del año. La tendencia negativa durante estas estaciones

del año para este índice concuerda con los resultados obtenidos para Argentina, donde un análisis mensual es realizado, detectando una tendencia negativa significativa durante principalmente los meses cálidos del año, Barrucand (2008).

La estación de verano es la que muestra una disminución importante en la frecuencia de ocurrencia de días cálidos (TX90). Siendo significativa al 95% en las estaciones que se encuentran más al sur del país, disminuyendo la significancia al alejarnos de la costa. En las otras épocas del año, disminuye la cantidad de estaciones con tendencia negativa en otoño e invierno, encontrando durante la primavera en la zona central del país un cambio en el signo de dicha tendencia, pasando a ser positiva. Al igual que los resultados obtenidos en el análisis de los eventos extremos en Argentina, donde la tendencia negativa de TX90 es significativa en los meses de verano, mientras que octubre presenta una tendencia positiva en dicho índice. Marengo y Camargo (2008) analizan las tendencias de las temperaturas del aire en el sur de Brasil, si bien definen otro tipo de índices (basados en umbrales fijos) y el período considerado (1960-2002) es menor al aquí analizado, obtienen como resultados del análisis de las tendencias durante DEF una tendencia negativa significativa para las temperaturas máximas, en las estaciones que se encuentran sobre la frontera Brasil-Uruguay.

Las estaciones intermedias, otoño y primavera son las épocas del año en que la ocurrencia de noches cálidas presenta una tendencia positiva significativa, siendo más importante en otoño. Al igual que lo detectado en el análisis estacional para Sudamérica por Vincent et al (2005), para el período 1960-2000 donde el índice TN90 a escala estacional es significativa principalmente en la estación de otoño. Es importante mencionar que ninguna estación presenta tendencias significativas durante el invierno para este índice.

Durante el invierno, los extremos fríos de ambas series son los que presentan una tendencia negativa significativa, disminuyendo la ocurrencia de eventos fríos debido tanto a la temperatura máxima como a la temperatura mínima, coincidente con lo observado al analizar los extremos absolutos de temperatura máxima y mínima en el capítulo anterior.

Resumiendo los resultados aquí obtenidos para el período 1950-2005, se encuentran veranos con menor ocurrencia de días cálidos así como de noches frías, mientras que invierno presenta una disminución en los eventos fríos tanto debido a temperaturas máximas frías como a temperaturas mínimas frías. Otoño es la estación que presenta cambios significativos en todos los índices analizados, siendo el resultado más significativo el calentamiento nocturno. Primavera, presenta un comportamiento más dispar en las tendencias de los índices

Los cambios observados principalmente en verano e invierno pueden estar afectando la amplitud térmica diaria. Para analizar rápidamente dichos cambios, a modo de ejemplo se presenta en la figura 4.3, el gráfico de la amplitud térmica de la estación La Estanzuela.

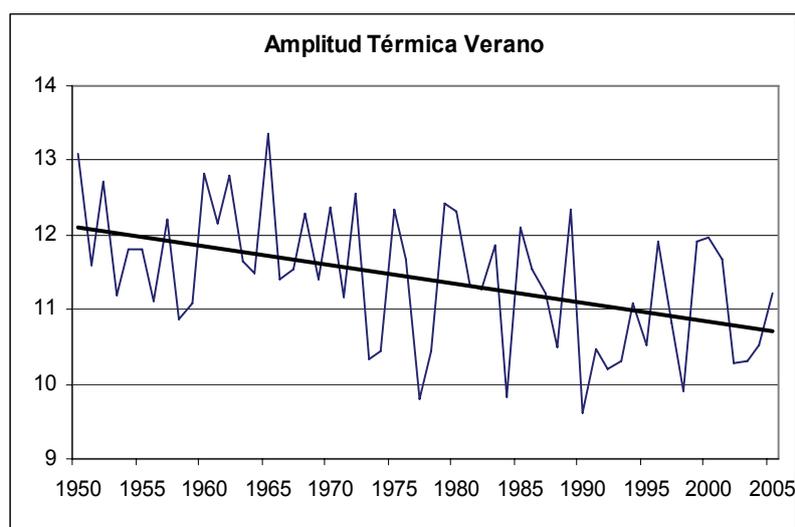


Fig. 4.3 La Estanzuela, amplitud térmica de verano. 1950-2005. Expresada en °C

Claramente la amplitud térmica de verano disminuyó como consecuencia de los cambios observados en las temperaturas mínimas y máximas. Coincidente con lo obtenido por Marengo y Camargo (2008) para el sur de Brasil y por Barrucand (2008) para Argentina. Como se puede observar en la figura 4.4, donde se presenta la temperatura máxima media y mínima media de verano para dicha estación se puede concluir que la disminución de la amplitud térmica diaria en el verano ha disminuido debido a la tendencia negativa en la temperatura máxima media, asociada a la tendencia negativa en la ocurrencia de días cálidos (TX90) y una tendencia positiva en la temperatura mínima media, asociado a la disminución en la ocurrencia de noches frías (TN10).

Analizando la disminución de la temperatura máxima media de verano, para cada uno de los meses que la conforman, en la estación La Estanzuela, se puede ver que si bien la tendencia es negativa en los 3 meses, varía desde -1,5 % / año en diciembre, - 1,8% en enero y febrero es el mes que presenta una disminución mas importante de - 2,6% por año.

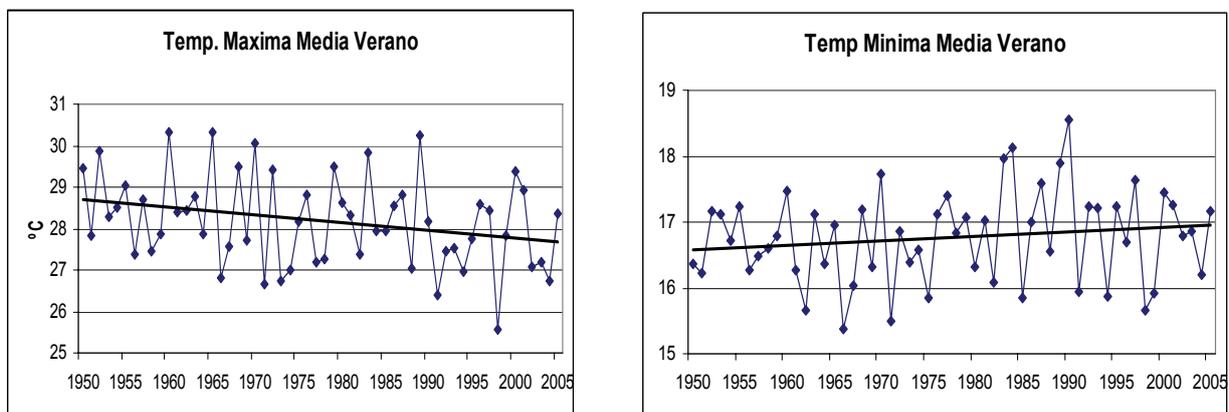


Fig. 4.4. Temperatura Máxima media y mínima media (°C) de Verano. Estación La Estanzuela.

En cuanto a la amplitud térmica diaria durante el invierno, se puede ver claramente un aumento en dicha variable, Figura 4.5.

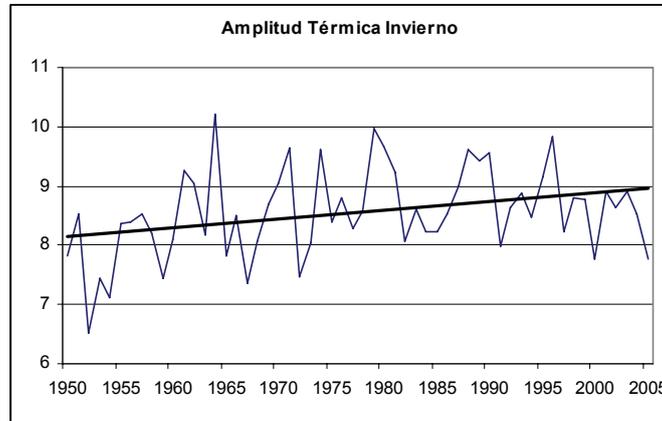


Fig. 4.5 Amplitud Térmica diaria Invierno La Estanzuela.

A diferencia del verano este aumento en la amplitud térmica diaria es debido a un aumento en la temperatura máxima media de invierno, asociada a una disminución en la ocurrencia de días fríos (TX10), así como a un aumento en las temperaturas mínimas, asociado a una disminución de noches frías (TN10).

Capítulo 5

Otras escalas de Variabilidad Temporal de los índices de Extremos

5.1 Observando la variabilidad interanual y decadal

En el capítulo anterior se analizó la tendencia de los 4 índices seleccionados para este estudio. El análisis de la tendencia lineal de las series, es un primer análisis de la variabilidad. En este capítulo se quiere estudiar las otras escalas de variabilidad temporal de las series de índices de extremos de temperatura.

¿Cuál es la variabilidad temporal natural de los índices de extremos? Para contestar esta pregunta analizamos la variabilidad temporal de los índices, cuya tendencia lineal fue removida de las mismas.

En una primera instancia se generaron los gráficos de los índices anuales sin tendencia por cada estación meteorológica con la información disponible.

Para visualizar la existencia de oscilaciones en la escala decadal o interdecadal, se aplicó a dichas series una media móvil de 10 años. En las figuras 5.1, y 5.2 se presentan los gráficos de las series anuales sin tendencia y superpuesta se encuentra la serie suavizada, de los índices basados en la temperatura máxima (TX90 y TX10) y los basados en la temperatura mínima (TN90 y TN10) respectivamente. Se presentan los resultados obtenidos para las estaciones de La Estanzuela, Paysandú y Mercedes para el período 1935-2002, Rocha 1950-2002 y Paso de los Toros 1960-2002.

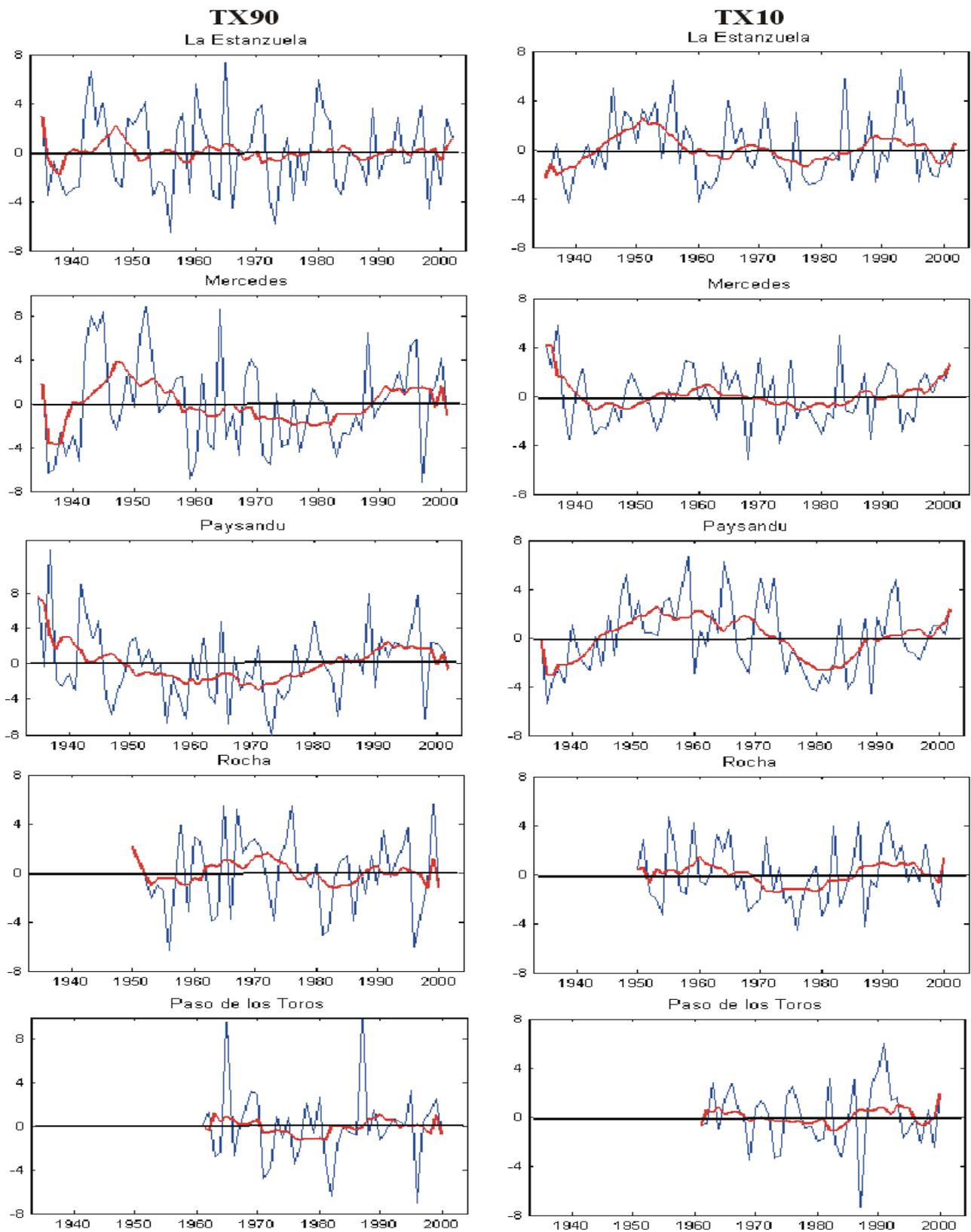


Fig. 5.1 Series temporales anuales sin tendencia (línea azul) y suavizadas (línea roja) de los índices basados en temperatura máxima.

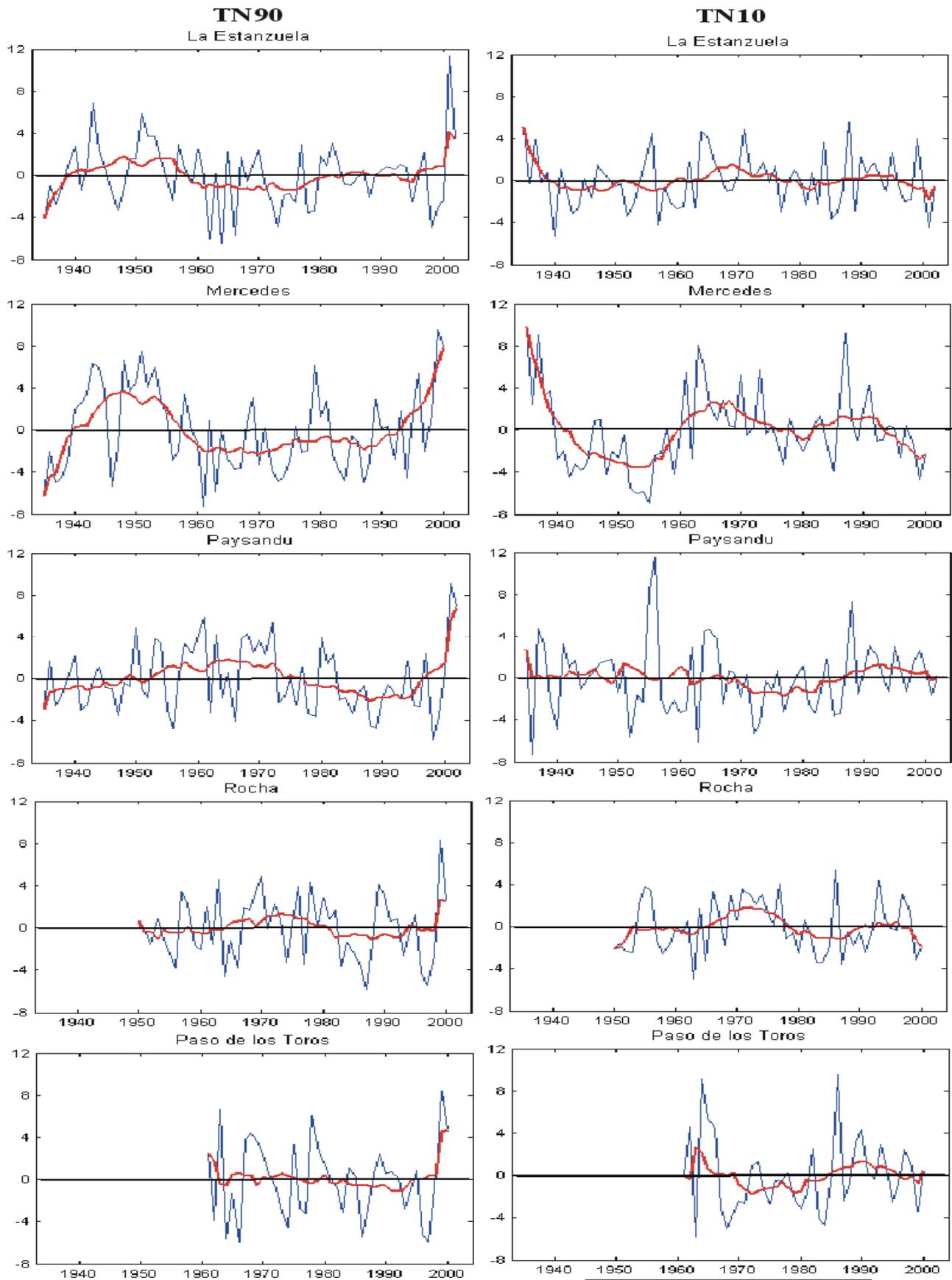


Fig. 5.2 Igual a Figura 5.1, pero para los índices basados en temperatura mínima

Estos gráficos muestran, al analizar las serie suavizada, principalmente en las 3 estaciones más largas (La Estanzuela, Mercedes y Paysandú) una época cálida entre los años 1935 y fines de la década del 50', evidenciado principalmente en los extremos cálidos de ambas series (TX90 y TN90). Sugiriendo una época con mayor frecuencia de días cálidos y noches cálidas. Luego de este período, desde 1960 hasta aproximadamente 1990, un cambio de fase es detectado en las mismas series, sugiriendo una época con menor frecuencia de eventos cálidos, mientras que hacia el final de las series existe una tendencia nuevamente a mayor frecuencia de días y noches cálidas, teniendo ésta última una tendencia aún más marcada. El año 2001 se presenta como un máximo en las series de noches cálidas. Recordando el análisis de homogeneidad realizado en el Capítulo 2, donde el año 2001 fue detectado en la mayoría de las estaciones como un salto en la serie, siendo un caso interesante para próximos estudios.

Al contar con toda la información se realizó el mismo análisis para las series estacionales, de los índices seleccionados. En este caso se presentan los resultados de las estaciones La Estanzuela 1931-2005, Prado, Mercedes y Paso de los Toros para el período 1907-2005. Las figuras 5.3, 5.4, 5.5 y 5.6, presentan los gráficos correspondientes a Invierno (JJA), Primavera (SON), Verano (DEF) y Otoño (MAM), respectivamente.

En el caso de la estación Paso de los Toros, en los gráficos presentados para los índices TN10 y TX90 en primavera, así como el índice TX90 en otoño, presenta un valor muy alto en el año 1930 aproximadamente, pudiendo ser lo que ocasiona la inhomogeneidad detectada en dicho año en la temperatura máxima y un salto detectado en 1927 en la temperatura mínima, lo cual ya fue detectado en los capítulos anteriores, influenciando la serie. Es por este motivo en que en dichos casos y para esta estación meteorológica no se ajustaron los ejes de coordenadas.

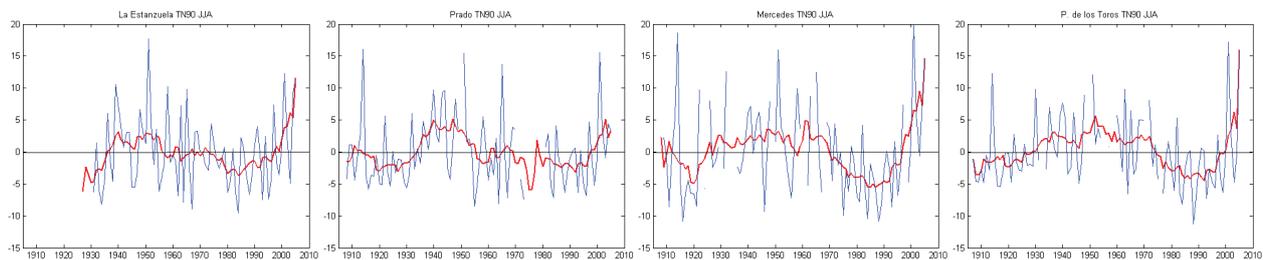
En general es importante observar la gran variabilidad interanual que presentan las 4 estaciones del año, así como al observar las series suavizadas, es importante mencionar que no siempre los extremos fríos y cálidos de una misma serie se encuentran fuera de fase, por ej. si durante un

período largo, existe mayor frecuencia de eventos cálidos, eso no siempre implica una menor frecuencia de eventos fríos de la misma variable, indicando la asimetría de los cambios.

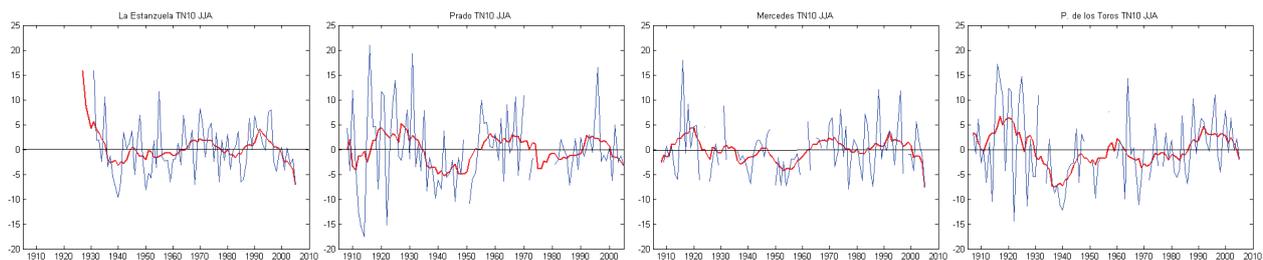
Invierno parece ser la estación del año donde la variabilidad decadal está bien marcada. El comportamiento tanto de las noches y días cálidos, es muy similar a lo descrito en el análisis de las series anuales, donde para este caso la época con mayor frecuencia de eventos cálidos, tanto días (TX90) como noches cálidas (TN90), se extiende hasta principios o mediados de los años 70', para comenzar un período de menor frecuencia de los mismos hasta comienzos de los 90' y durante los últimos años de las series existe una tendencia nuevamente a una mayor ocurrencia de dichos eventos. En las demás épocas del año, como puede observarse, las oscilaciones decádicas no se presentan claramente definidas, teniendo a veces un comportamiento diferente para el mismo índice, en las diferentes estaciones meteorológicas. En particular es importante destacar que primavera es la única estación donde todos los índices, aproximadamente a partir de los comienzos de los años 90' sugiere una tendencia hacia mayor frecuencia de ocurrencia de los eventos extremos.

Otro punto a considerar de los gráficos estacionales de las noches cálidas respecto a lo antes mencionado sobre el año 2001 (un año anómalamente cálido), que se desprende de los gráficos es que, excepto para el verano fue un año con una alta frecuencia con noches cálidas desde otoño hasta la primavera, siendo el invierno donde dicho índice alcanza sus mayores valores en frecuencia de ocurrencia. Esto muestra que un año cálido puede estar definido por la presencia de eventos extremos cálidos en la época fría.

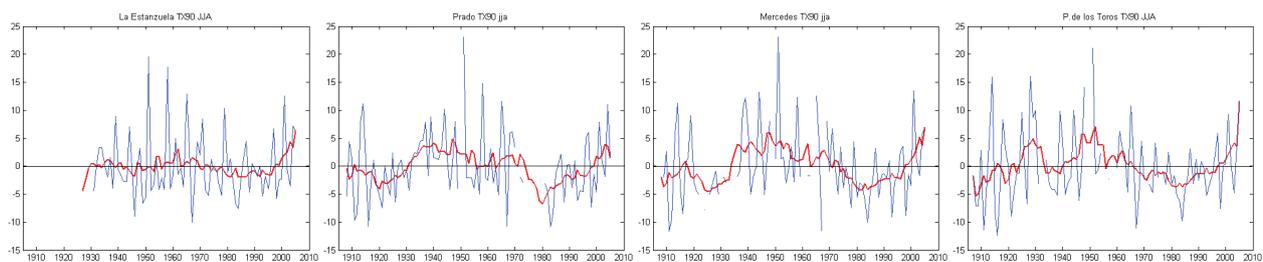
INVIERNO
NOCHES CÁLIDAS



NOCHES FRÍAS



DÍAS CÁLIDOS



DÍAS FRÍOS

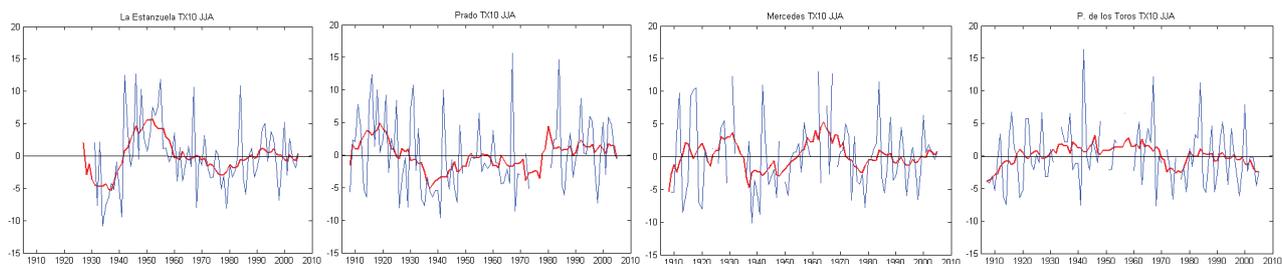
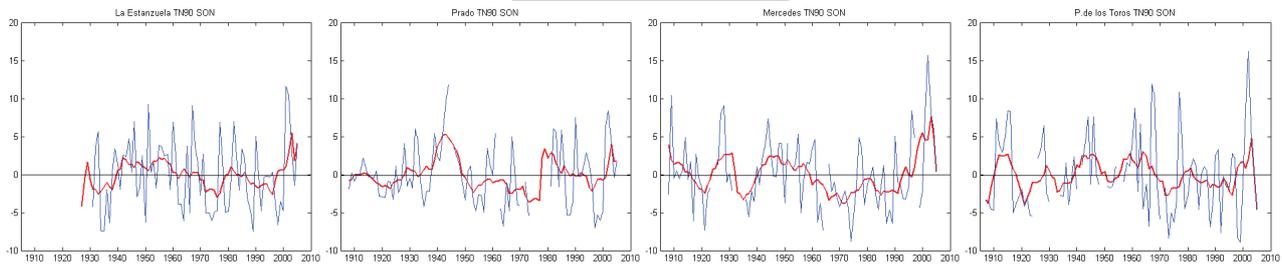


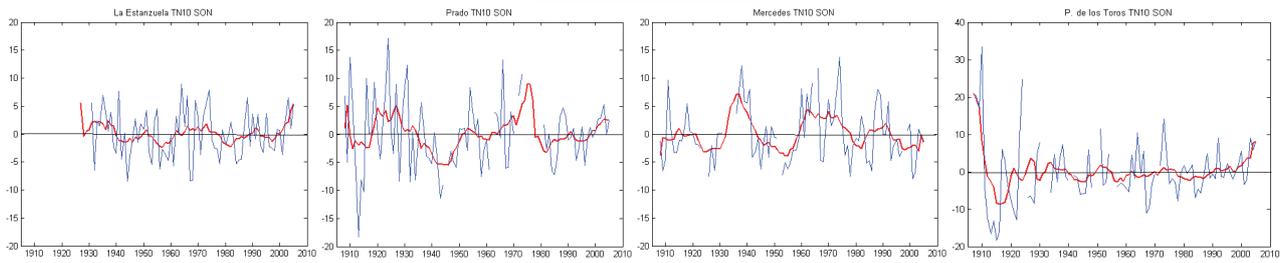
Fig. 5.3. Series anuales sin tendencia y suavizadas para Invierno (JJA). TN90, TN10, TX90 y TX10 (arriba hacia abajo). La Estanzuela (izquierda), Prado, Mercedes (centro) y Paso de los Toros (derecha).

PRIMAVERA

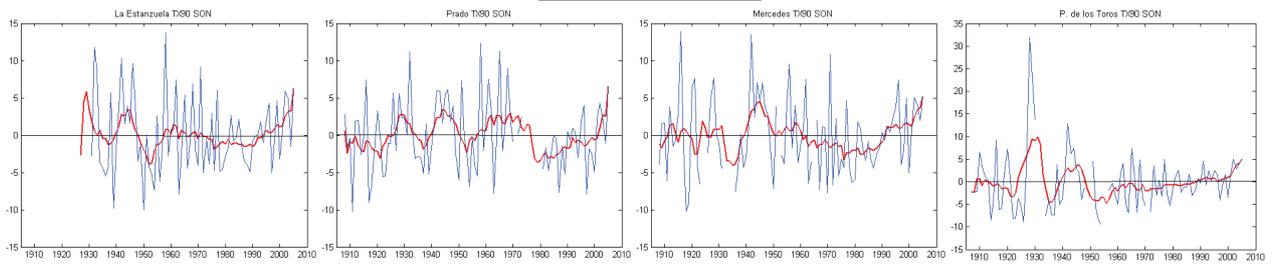
NOCHES CÁLIDAS



NOCHES FRÍAS



DÍAS CÁLIDOS



DÍAS FRÍOS

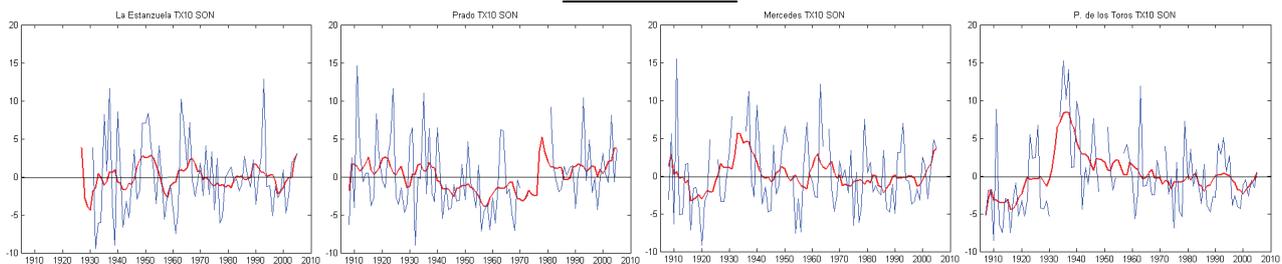
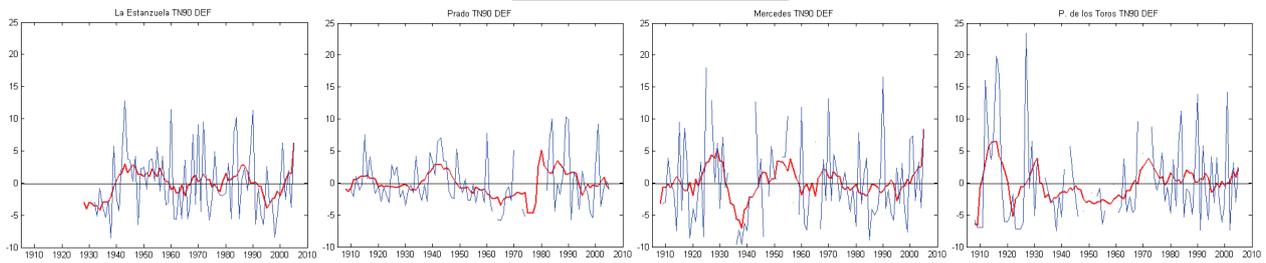


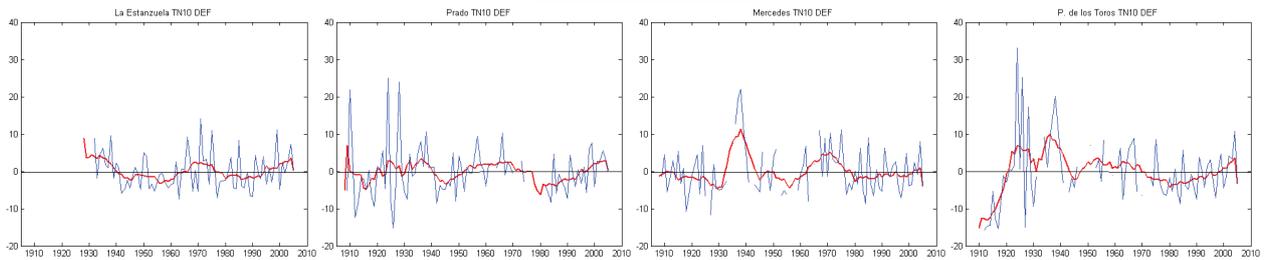
Fig. 5.4. Idem Fig. 5.3, para Primavera (SON).

VERANO

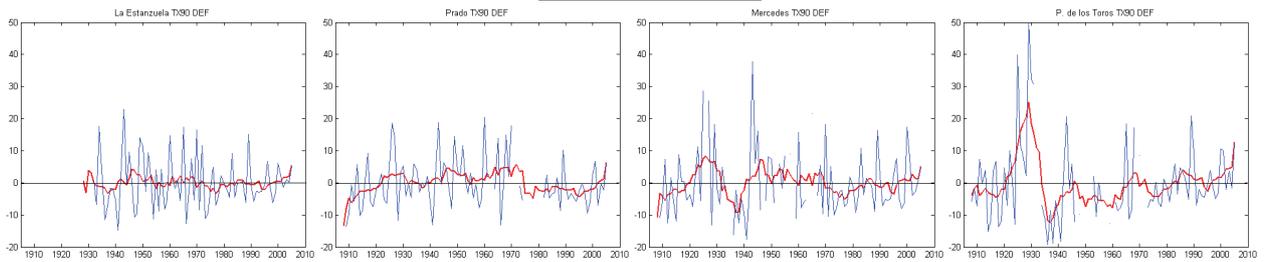
NOCHES CÁLIDAS



NOCHES FRÍAS



DÍAS CÁLIDOS



DÍAS FRÍOS

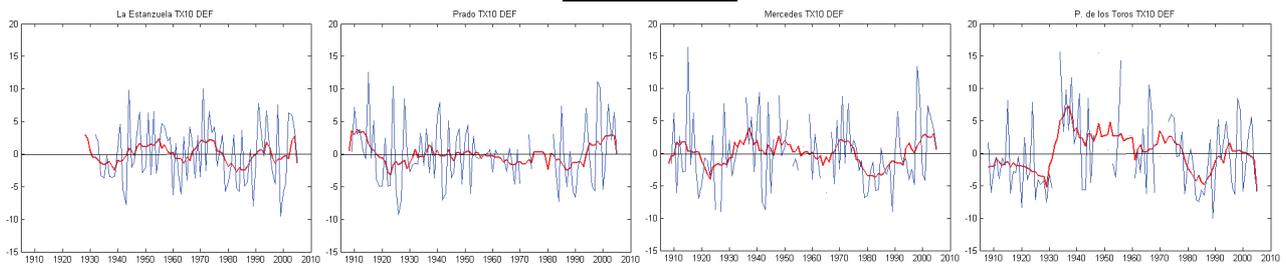
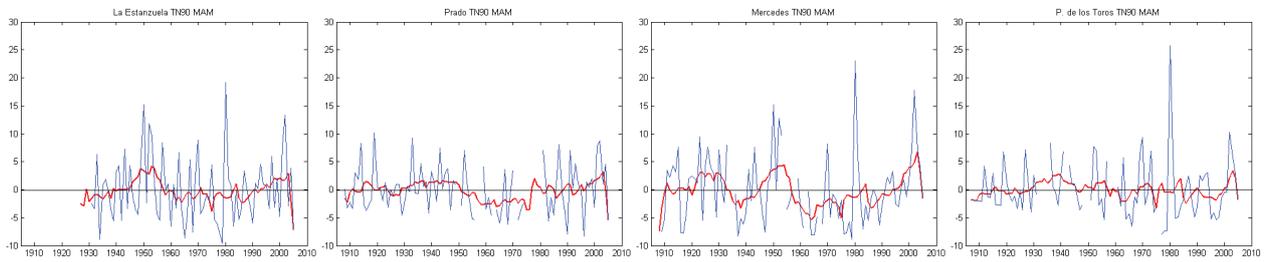


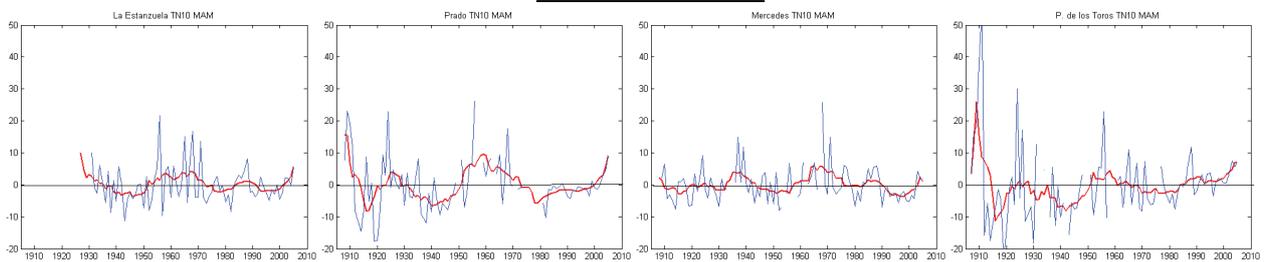
Fig. 5.5. Idem fig. 5.3 para Verano (DEF)

OTOÑO

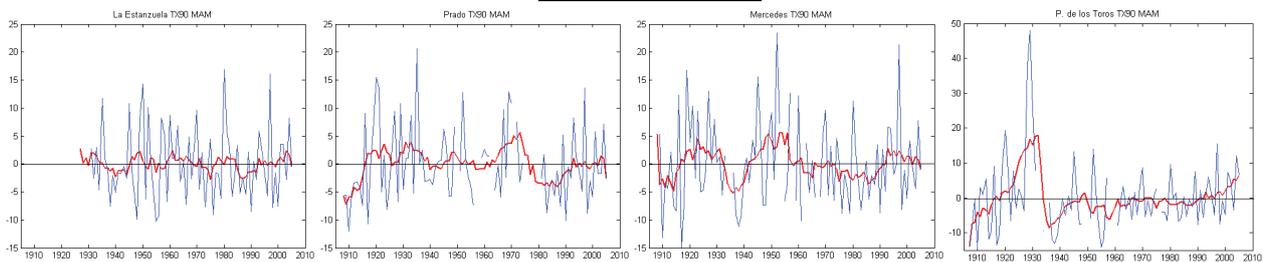
NOCHES CÁLIDAS



NOCHES FRÍAS



DÍAS CÁLIDOS



DÍAS FRÍOS

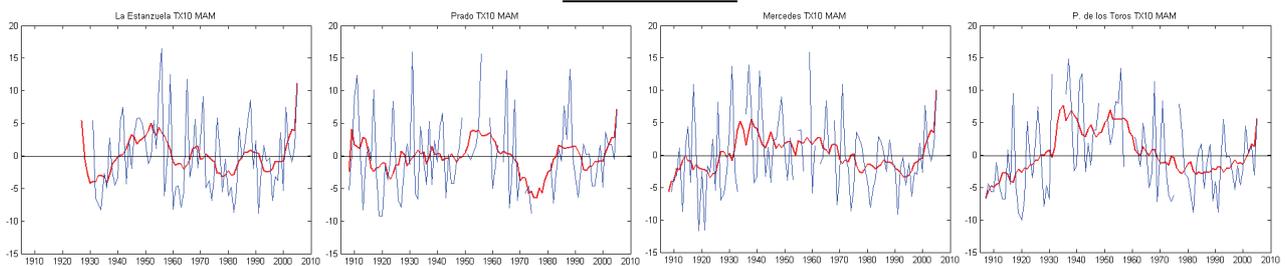


Fig. 5.6. Idem fig 5.3 para Otoño (MAM)

5.2 Análisis espectral - Método Multitapper

El estudio de la variabilidad temporal de los índices se realizó aplicando la técnica de análisis espectral denominada Método Multitapper (MTM), (Percival y Walden, 1993).

Esta metodología ha sido muy aplicada en diferentes análisis atmosféricos como oceánicos, entre algunos podemos mencionar los trabajos de Robertson y Mechoso, 1998; Ghil y Vautard, 1991; Mann y Park, 1996.

El MTM al igual que método de Blackman y Tukey (1958), es un método no paramétrico. La ventaja que presenta el MTM, es que reduce la varianza del espectro estimado al utilizar un pequeño conjunto de ventanas, llamados “tapers”, a diferencia del método Blackman-Tukey que utiliza una única ventana espectral. Este conjunto de estimadores independientes del espectro de potencia es calculado premultiplicando los datos por “tapers” ortogonales que son construidos para minimizar el problema generado por ser series finitas (problema de los lóbulos laterales). Este conjunto discreto de “tapers” o funciones propias, minimiza el problema mencionado fuera de la banda de frecuencia cuyo medio ancho de banda esta dado por: $p\Delta f$ donde $\Delta f = 1/N\Delta t$ es la frecuencia de Rayleigh y p es un numero real (ej. $p=1$ se reduce al método de Blackman-Tukey).

Para realizar este análisis se utilizó el kit de herramientas de libre acceso “SSA-MTM Toolkit for Spectral Analysis”, disponible en <http://www.atmos.ucla.edu/tcd/ssa/> (Ghill et al 2002).

La significancia estadística de los picos espectrales se determina utilizando el test de Chi cuadrado bajo la hipótesis nula de ruido rojo.

En este estudio el MTM fue aplicado tanto a las series de índices de temperatura anuales y estacionales, así como a las series suavizadas, luego de removida la tendencia.

Los niveles de significancia fueron fijados en 99 %, 95% y 90%.

5.2.1 Variabilidad interanual

Como ejemplo se presenta el espectro obtenido al aplicar el método MTM, a la serie anual sin tendencia de noches cálidas de estación Mercedes. Dicha serie es una serie de 70 puntos, la cual utilizando $p=2$ “tapers”, permite un medio ancho de banda en la resolución espectral de $pfR = 0.028$ ciclos/año (Figura 5.7).

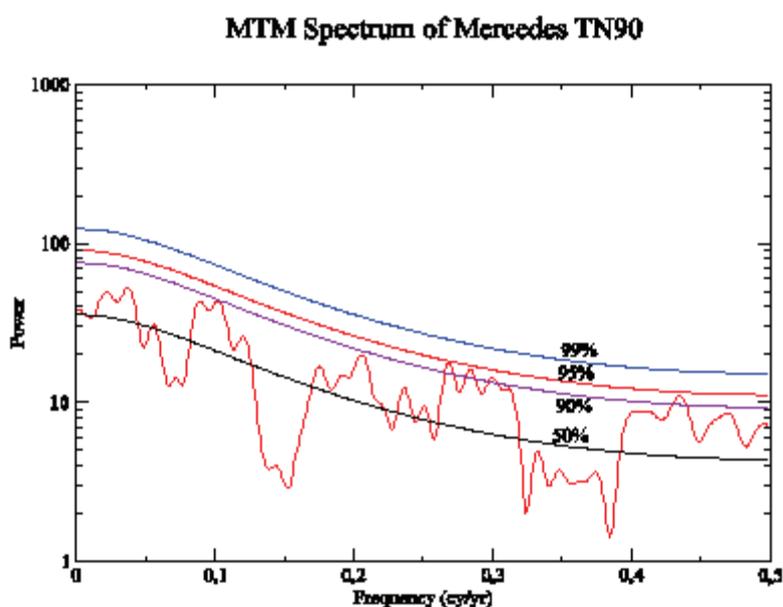


Fig. 5.7 Espectro obtenido por MTM aplicado a serie anual TN90 Mercedes

En este caso, se detectan picos espectrales significativos al 95% en períodos de 3.5 y 2.5 años, un pico significativo al 90 % es detectado en períodos de 4.7 años.

En general todos los índices presentan picos espectrales, significativos al 95% en períodos entre los 3 y 5 años, tal vez asociados con el fenómeno del ENSO. Una oscilación quasi bienal se destaca con períodos entre 2-2.5 años significativa al 99%. Para el índice TN90 (noches cálidas) un pico entre

los 8-10 años aparece como significativo al 90 % , iguales resultados se obtienen para los días cálidos (TX90), siendo no significativo para las estaciones de Mercedes y Paso de los Toros.

Estos diferentes períodos de oscilación fueron detectados en los caudales de los ríos Uruguay y Negro, (Robertson y Mechoso, 1998) aplicando la misma metodología (MTM). Obteniendo como conclusión que la oscilación de 3.5 años detectada en los caudales de dichos ríos presenta un patrón ENSO en las anomalías de temperatura superficial del mar en el Pacífico.

Al analizar las series estacionales de verano (DEF) e invierno (JJA), la variabilidad cuasi-bienal es más importante durante el verano en todos los índices, siendo significativa al 99% principalmente en los índices basados en la temperatura máxima (TX90 y TX10). Iguales resultados se obtuvieron para estaciones de Argentina (Rusticucci y Vargas, 2002).

Mientras que en invierno presenta un pico espectral entre los 3 y 6 años, el cual se presenta más significativo que en verano. En el trabajo de Rusticucci et al (2003) , donde realizan un análisis de eventos fríos y cálidos en Argentina y su relación con los Océanos Pacífico y Atlántico, detectan en invierno una oscilación significativa al 95% entre 3.5-4 años, aplicando la misma metodología (MTM).

5.2.2 Variabilidad decadal y multi-decadal

Como ya se mencionó, también se les aplicó el MTM a las series suavizadas sin tendencia de los índices de extremos. Entre los resultados más significativos, se puede mencionar que fueron detectados picos significativos al 99% entre 15-25 años en todos los índices analizados. En el caso del análisis estacional, se detectaron picos significativos en el espectro del MTM entre 15-25 años significativos al 95% en los días cálidos (TX90), días fríos (TX10) y noches frías (TN10), principalmente en verano. El trabajo de Rusticucci et al (2003), fueron detectados similares resultados en la estación de verano, principalmente para los días fríos (cabe destacar que la

definición de días fríos no es la misma definición utilizada en esta tesis, definiendo día frío cuando las anomalías tanto de la temperatura máxima como mínima pertenecen al primer cuartil de la distribución respectiva). Si bien la variabilidad interdecadal detectada en dicho trabajo no es significativa, puede ser debido a que se utilizan series más cortas (40 años).

Un pico espectral en los 20 años significativo al 99% es detectado en el análisis de las estaciones en Uruguay durante el invierno en todos los índices analizados.

Capítulo 6

Homogeneidad Espacial de los Índices de Extremos

6.1 Una primera mirada a la homogeneidad espacial

Hasta el momento se ha observado un cambio a mediados de los años 70 al realizar diferentes análisis. El año 1976 se presenta como un salto en las series de temperatura mínima en varias estaciones (Cap. 2). Al analizar las series suavizadas sin tendencia, se observa un cambio de fase en la mayoría de los índices de extremos analizados, así como se demostró la existencia de variabilidad decadal (Cap. 4). Por otro lado, un cambio en el régimen climático-oceánico, denominado como “salto climático de 1976”, fue detectado por la comunidad científica en general evidenciado en cambios en diferentes patrones de circulación de gran escala (Trenberth, 1990). En base a esta evidencia de que el “salto climático del 76” afectó a las series de extremos se planteó la siguiente pregunta: ¿Cómo afectó el salto climático de 1976 en la homogeneidad espacial de los eventos extremos de temperatura?

Previo a eso y considerando que Uruguay no es un país extenso pero a pesar de ello, ¿existen diferencias espaciales desde el punto de vista de los extremos, zonas que tengan comportamientos similares?

Para observar en conjunto la evolución de la variabilidad de los índices en todas las estaciones y detectar algún posible cambio en común, se generó la matriz anual de cada índice de extremos de las 11 estaciones analizadas.

La figura 6.1 muestra las series temporales de los 4 índices analizados, sin tendencia de todas las estaciones meteorológicas para el período 1930-2005.

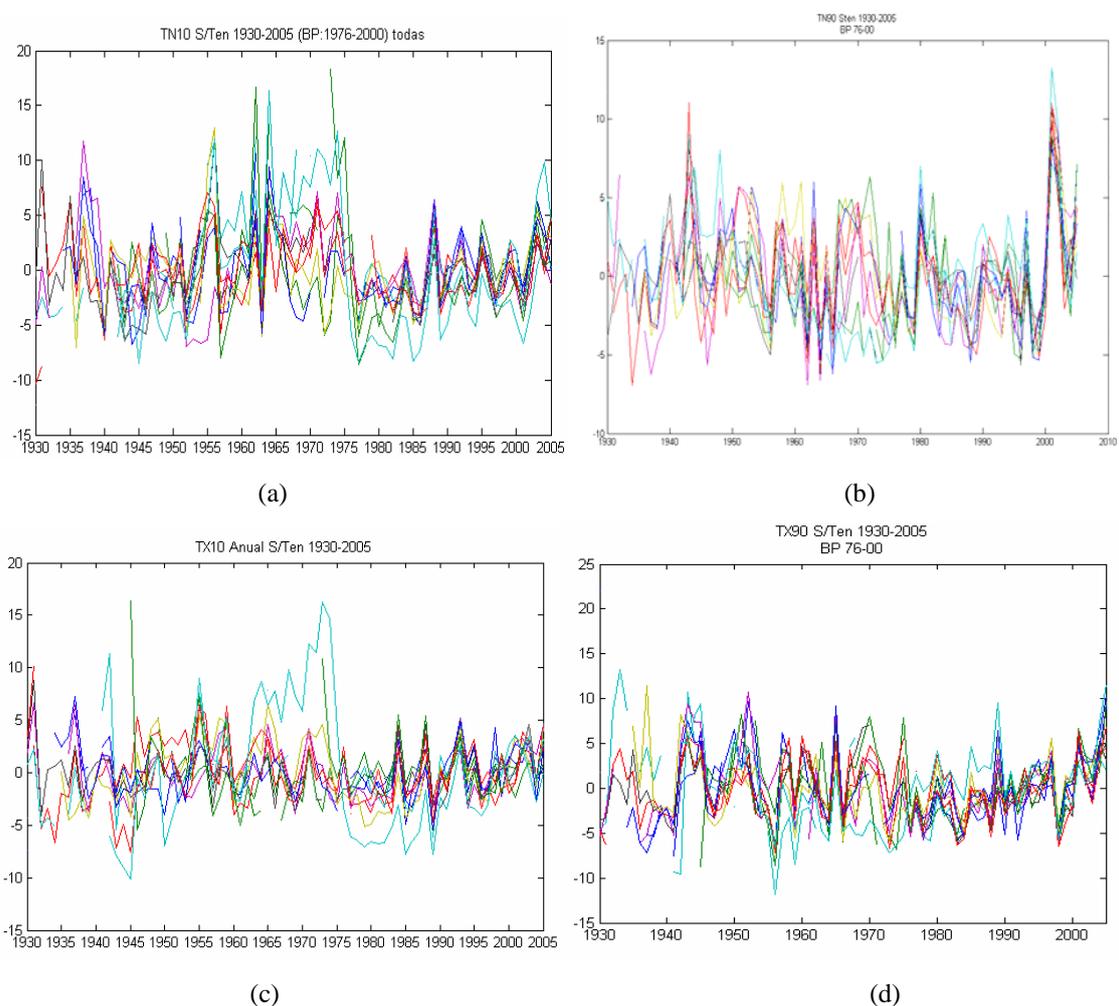


Fig. 6.1 Índices anuales sin tendencia de las 11 estaciones analizadas, desde 1930-2005, (a) TN10, (b) TN90, (c) TX10 y (d) TX90.

Se puede observar fundamentalmente en las noches frías (TN10) un período que comienza alrededor de los años 1950, donde las series presentan una mayor dispersión entre ellas teniendo dicho período un abrupta caída alrededor del año 1975 y a partir de dicho año todas presentan un comportamiento más homogéneo. Si bien esto es más marcado en dicho índice, en general se observa una disminución de la variabilidad en el último período en todos los índices.

Con el fin de cuantificar lo antes mencionado se calculó la desviación standard espacial, la cual se define de la siguiente manera; se genera la serie compuesta por la información de todas las estaciones en cada año y a dicha serie se le calcula la desviación estándar, la cual muestra la variabilidad espacial de cada índice.

Al analizar la desviación standard espacial de todas las series, se observa en la figura 6.2 un cambio significativo en la variabilidad de las series luego de 1976, presentando una disminución importante, coincidente con lo antes observado.

Siendo este resultado más evidente en los extremos fríos de ambas series (TN10 y TX10) y en las noches cálidas (TN90), mientras que los días cálidos (TX90) el salto es menos pronunciado alrededor del año mencionado.

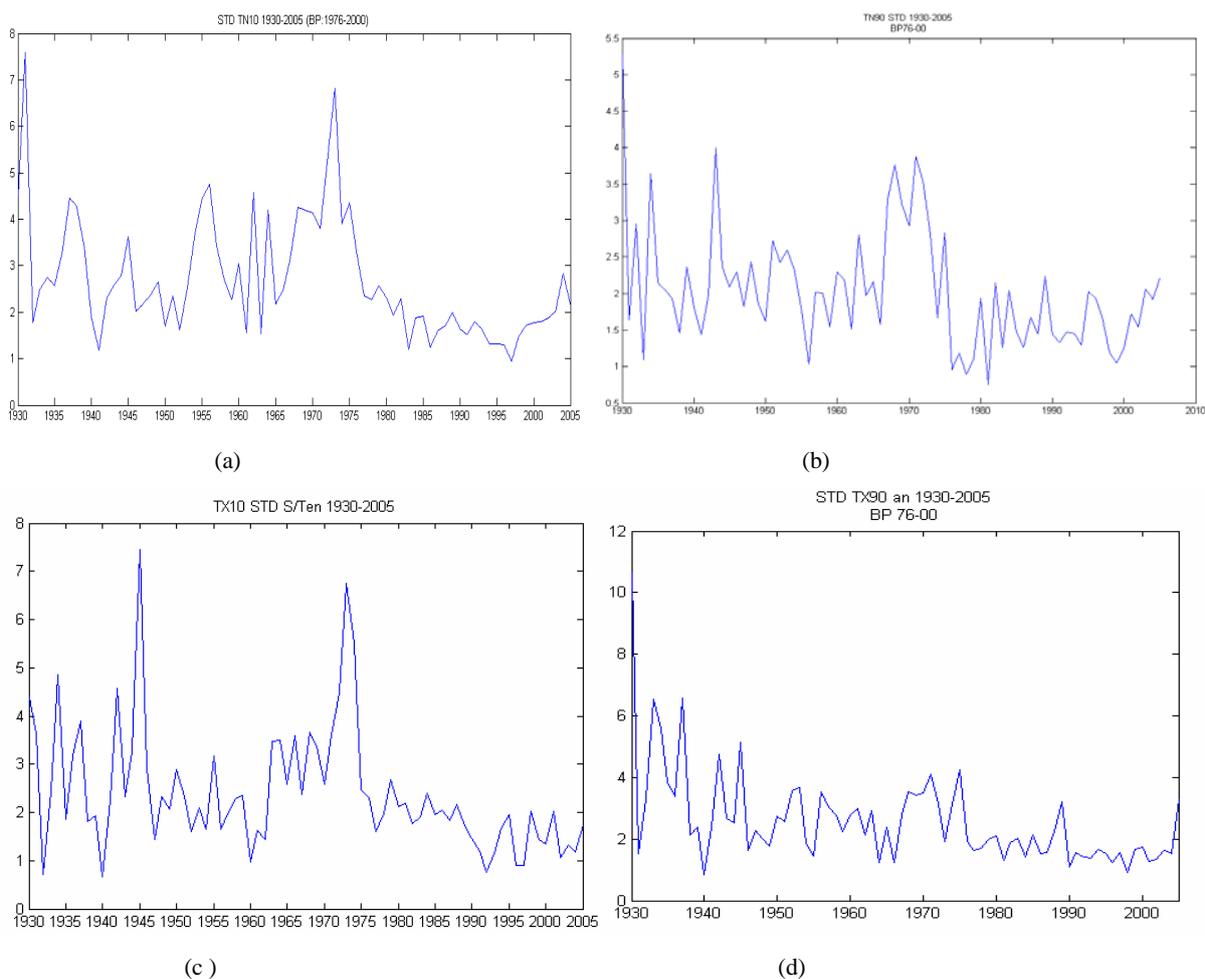


Fig.6.2 Desviación estándar de las series anuales del periodo 1930-2005, TN10 (a), TN90 (b), TX10 (c) y TX90 (d).

Se concluye que un cambio alrededor del año 1976 es evidente en las series analizadas.

En base a ello se analizarán 2 períodos, uno a partir de año 1976 y hasta el fin de la series (2005), generando así un período de 30 años y otro período también de 30 años que comienza en 1946, fecha que también se presenta como un posible cambio en el sistema climático.

Es importante mencionar que a partir de este capítulo, el análisis estará centrado en los índices obtenidos en los períodos antes mencionados, a los cuales se les removi6 la tendencia correspondiente a cada lapso de 30 años.

Otro punto no menos importante de mencionar es que el determinar zonas espacialmente homogéneas, permitirá generar una o mas series que estarían representando dicha zona, sorteando de alguna forma el problema de los datos faltantes.

Siendo esto un punto muy importante para los siguientes análisis, ya que como se ha mencionado a lo largo de los capítulos anteriores, uno de los mayores problemas al trabajar con datos observados es el problema de los datos faltantes

6.2 Homogeneidad espacial: metodología utilizada

Para comenzar el análisis de la homogeneidad espacial de los eventos extremos de temperatura, se utiliz6 la metodología de las Funciones Ortogonales Empíricas (EOF en ingles) que es una de metodologías que permite, inferir la covariabilidad entre las series analizadas. Permitiendo de esta forma definir zonas que sean homogéneas espacialmente. Dicho método se aplic6 a la matriz de correlaci6n de los índices a escala anual y estacional.

El problema de los datos faltantes, no es un problema menor.

La cantidad de estaciones con la que se cuenta, no permite tomar la resolución de descartar alguna de ellas, teniendo en cuenta además que existe una sola estación (La Estanzuela) que presenta los registros completos.

¿Cómo generar la matriz de correlación de cada índice con series incompletas?

Como solución a este problema, se propone calcular las matrices de correlación tomando de a pares la información, si una estación presenta dato faltante no se realiza la correlación en ese año y se continúa al siguiente.

Para obtener esta matriz se utilizó el ‘toolkit’ para MATLAB software, generado para realizar ciertos análisis estadísticos con series que contienen datos faltantes, llamado “Stats toolbox handling missing values and NaN’s” desarrollado por el Dr. Alois Schlogl (Institute for Human-Computer Interface, University of Technology Graz, Alemania), de libre acceso en <http://www.dpmi.tugraz.at/schloegl>. Entre las funciones definidas en este toolkit, se encuentra la función correlación la cual calcula las correlaciones entre pares de datos, al detectar un dato faltante (o NaN en lenguaje de MATLAB), no realiza la correlación.

De esta manera se obtuvo la matriz de correlación de cada índice a la que se le aplicó la metodología EOF.

Para complementar el análisis de EOF se realizó un análisis de las correlaciones entre las estaciones por índice de extremos en ambos períodos seleccionados. Cuando una estación no tenía el dato no se calcula la correlación con el resto de las estaciones.

Esto generó una matriz de correlación para cada estación meteorológica, donde además se cuenta con la información de cuantos datos reales fueron correlacionados (N).

Luego para establecer la significancia estadística de las correlaciones se aplicó el test de Student basado en los datos reales que fueron correlacionados. Los niveles de significancia fueron

establecidos al 1 % y 5 %. De esta manera se obtuvieron 11 mapas (uno por cada estación meteorológica) por cada índice de temperatura en cada período (1946-1975 y 1976-2005).

El análisis de la homogeneidad esta basado en los patrones espaciales obtenidos por medio del análisis EOF y mapas de correlaciones entre las estaciones por cada índice.

6.3 Cambios en la homogeneidad espacial : escala anual

6.3.1 Índices de extremos

Además de los índices calculados basados en los percentiles 90 y 10 de las series diarias correspondientes, lo cual generó los frecuencia de días cálidos (TX90), días fríos (TX10), noches cálidas (TN90) y noches frías (TN10), se analizará la homogeneidad del índice de ocurrencia de heladas (FD), que representa la ocurrencia por año de días con temperatura mínima por debajo de 0°C. La figura 6.3 presenta los resultados obtenidos de la 1ra EOF, y la varianza explicada por la misma, para los 4 índices de extremos de temperatura a escala anual; TN10, TN90, TX10 y TX90.

Antes de comenzar el análisis, se observa un comportamiento extraño que ha presentado la estación Mercedes (litoral oeste del país), respecto a las circundantes, principalmente durante el primer período no habiéndose podido identificar las causas del mismo. Si bien en el análisis de homogeneidad de la serie, dicha estación se presenta como homogénea en si misma, tal vez cambios de ubicación o el entorno ambiental de la misma, pueden generar comportamientos que no concuerdan con el resto, como se mencionó también en el capítulo 3. Otro caso a tener en cuenta en este sentido, es la relación entre las estaciones Prado y Carrasco, con una ubicación muy cercana entre ambas, donde el análisis de correlación, presenta correlación no significativa, principalmente durante el 1er período. Se podría suponer que dicho resultado puede estar influenciado por un efecto urbano gradual en ese período, que haya afectado los registros de la estación Prado, en relación a la

estación Carrasco, que se encuentra ubicada dentro del Aeropuerto de Montevideo a las afueras de la ciudad. O quizás cambios de ubicación o entorno no registrados que afecten dicha correlación.

En general, un cambio significativo en la varianza explicada en la 1ra EOF, se puede apreciar al comparar ambos períodos, presentando un aumento de alrededor del 10% durante el período 1976-2005, respecto al anterior, siendo el índice de las noches cálidas (TN90) el que presenta el mayor cambio en este sentido (aproximadamente de un 30%). Apreciándose durante el último período considerado (1976-2005), una disminución en la variabilidad espacial, presentando todo el país el mismo comportamiento en todos los índices, confirmando lo observado al comienzo de este capítulo.

La Tabla 6.1 presenta los porcentajes de la varianza explicada por la 2da. y 3ra. EOF para cada índice. Si bien en general la varianza explicada por estas EOF, disminuye hacia el último período considerado, la disminución más importante se detecta en los eventos tanto fríos como cálidos basados en la temperatura mínima.

% Var Exp. 1946-1975	TN10	TN90	TX10	TX90
2da EOF	13	14	15	12
3ra EOF	7	10	11	8

% Var Exp. 1976-2005	TN10	TN90	TX10	TX90
2da EOF	6.5	4	12	10
3ra EOF	6		8	7

Tabla 6.1. Porcentajes de varianza explicada por la 2da y 3ra EOF obtenidas en los diferentes períodos analizados

1ra. EOF ÍNDICES DE EXTREMOS

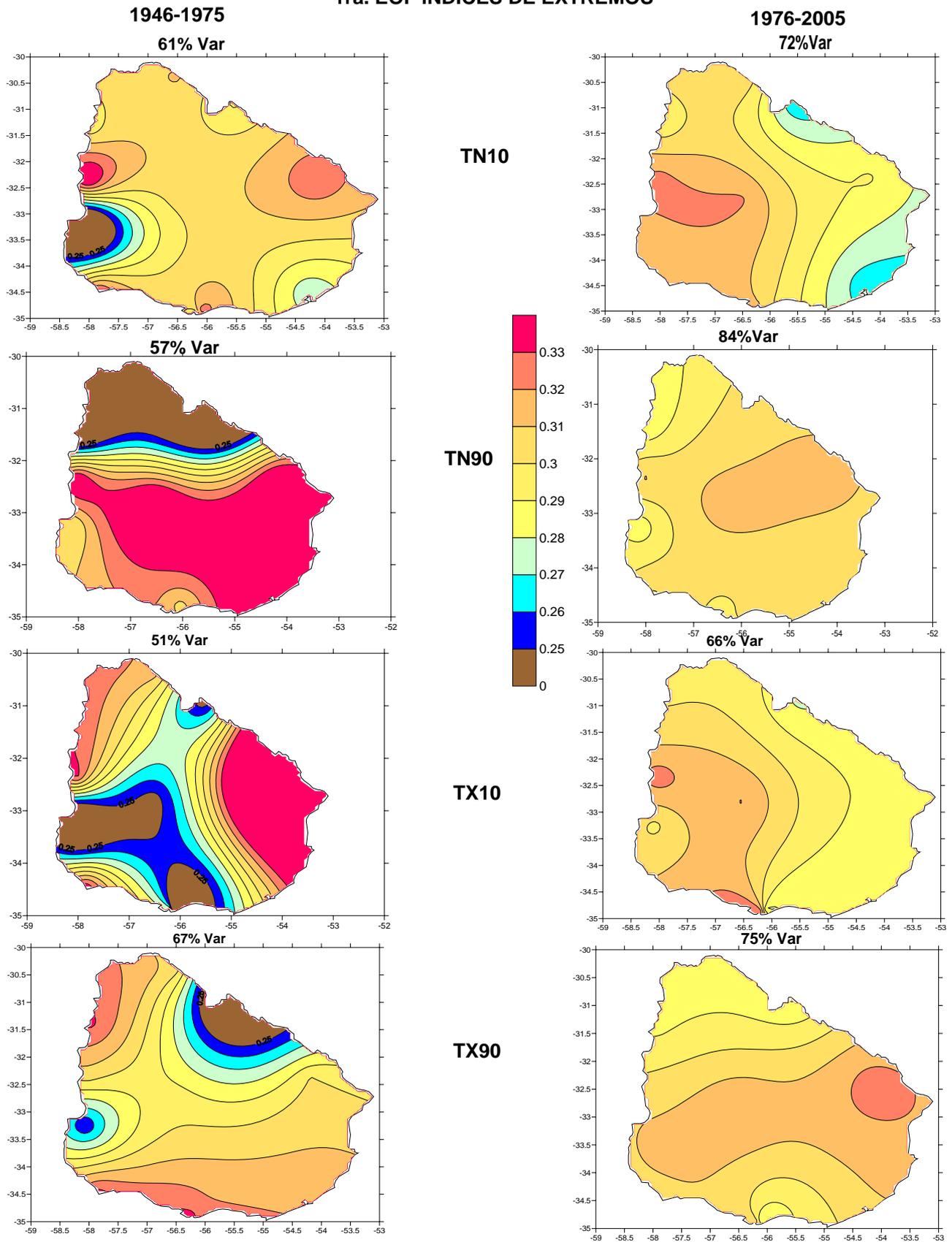


Fig. 6.3. 1ra EOF obtenida y % de varianza explicada por la misma para las series de índices anuales de: TN10, TN90, TX10 y TX90

En el caso de las noches cálidas, se puede inferir del análisis de la 1ra EOF, que existe una zona homogénea en el primer período la cual representa la zona sur y centro del país, mientras que la zona norte que comprende las estaciones de Artigas, Rivera y Salto presenta un comportamiento diferente, aunque sin poder concluir con este análisis, que entre las mismas el comportamiento sea homogéneo. La figura 6.4 presenta los resultados de las correlaciones entre las estaciones para el índice TN90, durante el período 1946-1975. Concluyendo a partir de este análisis que durante el período 1946-1975 las estaciones de la zona norte no presentan correlación entre ellas, no pudiendo definir la zona norte del país como una zona en sí homogénea espacialmente. El mismo análisis para el período 1976-2005, arroja como resultado correlaciones significativas al 99% entre todas las estaciones.

Ambos resultados concuerdan con el resultado obtenido por la 1ra EOF para dicho índice en ambos períodos.

Al analizar la estructura de la 1ra EOF durante el 2do período, se observa en los extremos fríos de ambas variables (TN10 y TX10) una leve estructura en dirección W-E. Mientras que los extremos cálidos (TN90 y TX90) sugieren una estructura N-S.

Se concluye en general, que existieron cambios en la homogeneidad espacial de los índices a escala anual al comparar ambos períodos. Evidenciando la influencia del salto climático del 76 en la homogeneidad espacial. Cambios en la homogeneidad espacial en el tiempo de los índices de extremos para Argentina también fueron detectados (Barrucand, 2008). Donde al realizar un análisis en diferentes décadas; 1964-1975, 1976-1987 y 1988-1999, obtienen como resultado más significativo el cambio en la homogeneidad espacial principalmente en el índice de noches frías a partir del año 1976.

TN90 correlaciones 1946-1975

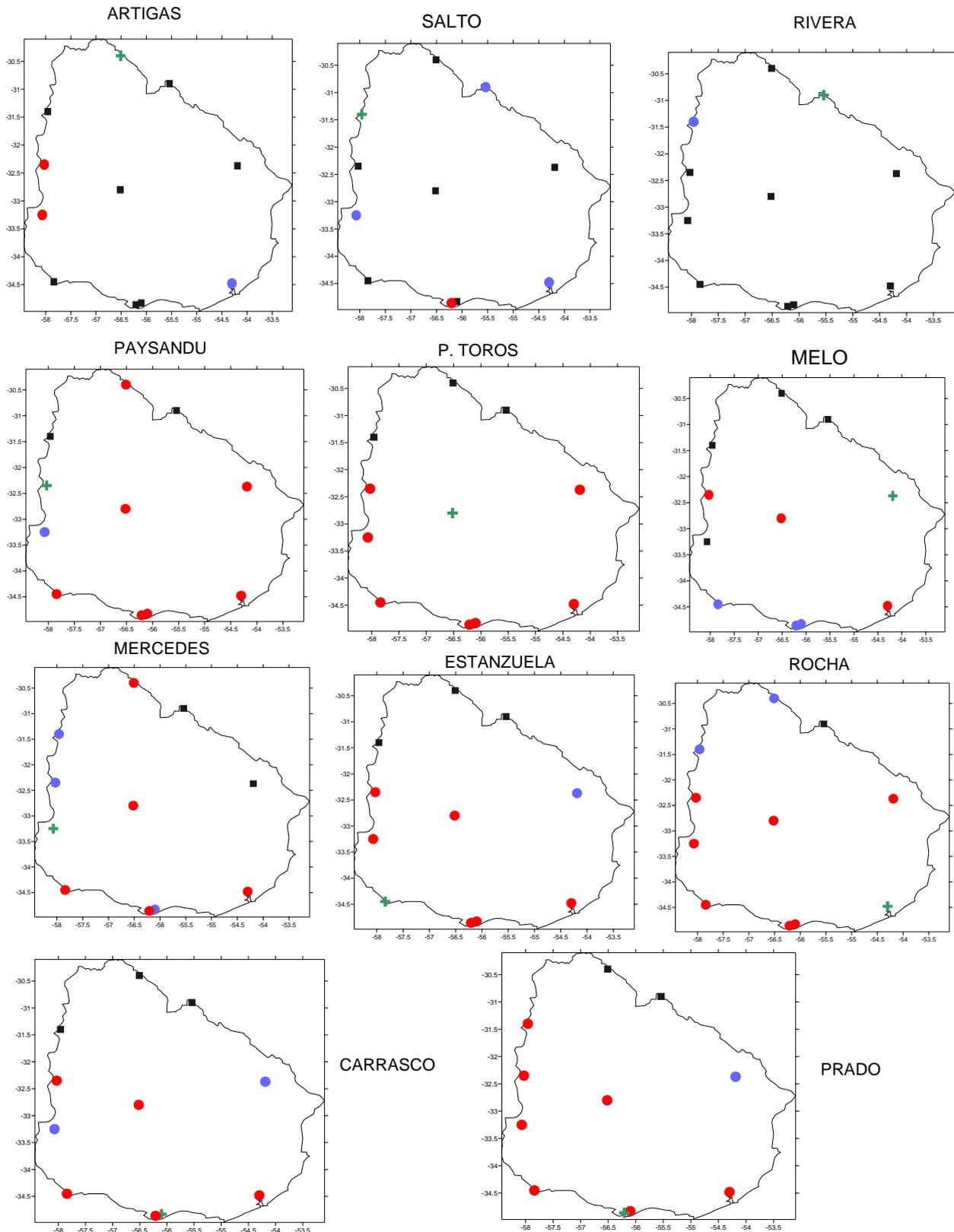


Fig .6.4 Resultado de las correlaciones de TN90 en todas las estaciones, período 1946-1975. La cruz verde (+) es la estación que esta siendo correlacionada con las demás. Los símbolos representan correlación, ■: No Significativa, ●: Sign al 95% y ●: Sign al 99%.

Otro aspecto importante de mencionar al realizar el análisis de la correlación entre los índices anuales en cada estación en ambos períodos, es el cambio en la significancia estadística de la correlación entre los índices basados en la temperatura mínima. Mientras que durante el período 1946-1975, todas las estaciones (excepto Artigas) presentan una correlación negativa significativa entre las noches cálidas y las noches frías, en la misma estación meteorológica, al considerar el período 1976-2005 en la mayoría de las estaciones ambos extremos pierden correlación significativa entre ellos. Salto y Mercedes son las únicas que permanecen sin cambios. Pudiendo concluir que durante el último período, por ejemplo, una mayor ocurrencia de noches cálidas no implica una menor ocurrencia de noches frías, en la escala anual.

6.3.2 Ocurrencia de días con heladas

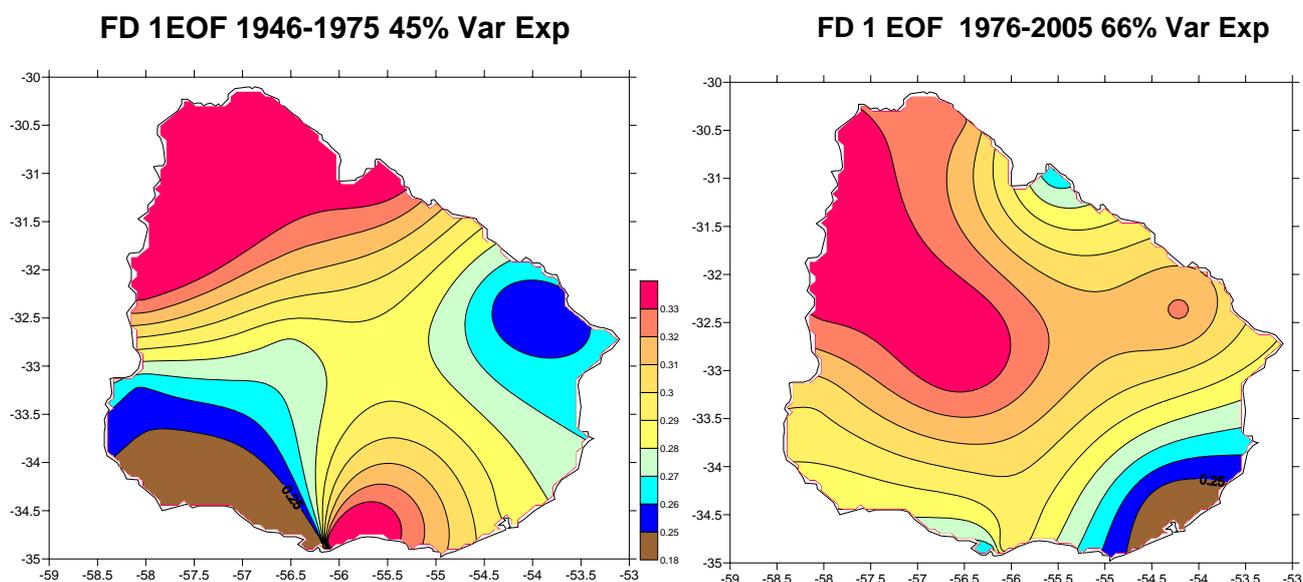


Fig. 6.5 1ra EOF del índice FD anual.

Al analizar la homogeneidad espacial en ambos períodos para la ocurrencia de días con helada (figura 6.5), se evidencia un cambio importante en el patrón espacial. Durante 1946-1975, se observa que la zona norte y sur se presentan como zonas espacialmente homogéneas, quedando excluida la zona del SW del país. Respecto a la zona que se encuentra representada principalmente

por la estación Melo cabe destacar que en dicho período solo cuenta con 13 años de datos, lo que tal vez este influenciado los resultados. Durante el período 1976-2005, la estación Rocha que representa la zona SE del país, no presenta un comportamiento espacial homogéneo respecto al resto. Como se vio en el análisis de los índices de extremos, se puede concluir que para el caso de las noches frías (TN10), dicha zona presenta un comportamiento diferente al resto, lo cual es verificado al realizar las correlaciones entre las estaciones, tanto para las noches frías como para la ocurrencia de heladas. Así como se observó un comportamiento diferente al realizar los gráficos de dicho índice en el capítulo 3.

Tal vez la ubicación de esta estación, próxima a la costa Atlántica, sea el factor que contribuye a este comportamiento.

La zona comprendida por el litoral oeste y el centro del país se presenta como una zona claramente homogénea en la ocurrencia de heladas en el período 1976-2005. Esto presenta una consecuencia directa en el sector agrícola. Concluyendo que en el período reciente, el litoral oeste y el centro del país se vería afectado simultáneamente por la misma cantidad de días al año con ocurrencia de heladas a escala anual, mientras que el sector atlántico no.

6.4 Cambios en la homogeneidad espacial: escala estacional

Se aplicó la misma metodología mencionada para la escala anual, separando a la serie original en cuatro submuestras que representan las estaciones astronómicas: Verano: Diciembre-Enero-Febrero (DEF), Otoño: Marzo-Abril-Mayo (MAM), Invierno: Junio-Julio-Agosto (JJA) y Primavera: Setiembre-October-Noviembre (SON). Luego de generadas las series estacionales, se procedió a remover la tendencia de las mismas en los períodos seleccionados y por cada estación del año.

Debido a que el análisis en el capítulo siguiente se centrará en la escala estacional, especial énfasis se pondrá en esta sección para definir claramente zonas que sean espacialmente homogéneas.

A modo de ejemplo sobre el procedimiento se presenta por separado la 1ra EOF obtenida para el índice de noches frías durante el verano y las correlaciones entre las estaciones para el mismo índice y estación del año.

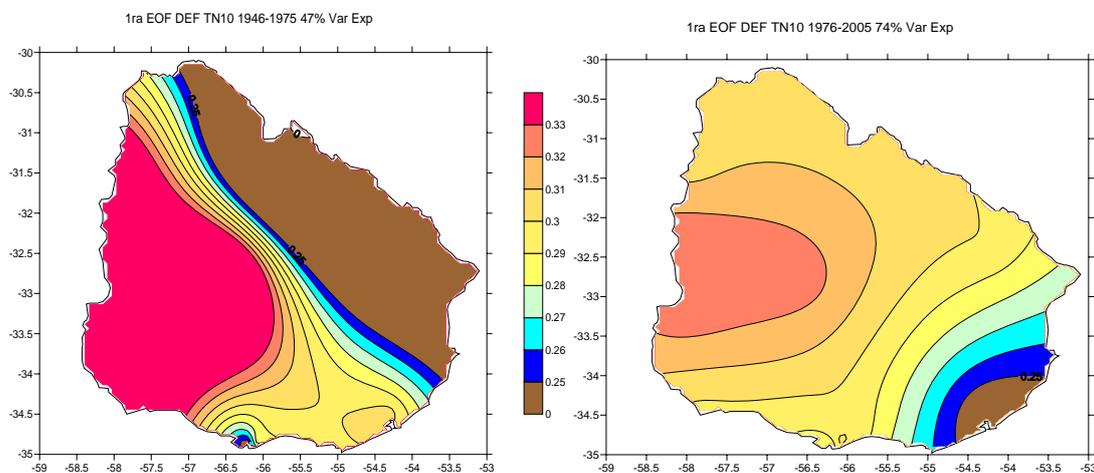


Fig. 6.6. 1ra EOF del índice TN10 durante el período 1946-1975 (izquierda) y 1976-2005 (derecha).

En la figura 6.6 se presentan los resultados obtenidos de la 1ra EOF.

Se observa que la zona noreste de Uruguay se presenta como zona no homogénea con el resto del país en el primer período, mientras que durante el segundo período la zona SE (Rocha) no tiene un comportamiento homogéneo con el resto.

Al comparar los resultados obtenidos a partir de las correlaciones entre las estaciones (figura 6.7), se concluye que ambos resultados durante el primer período son coincidentes.

Durante el 2do período se observan correlaciones significativas al nivel del 5% entre Rocha y las estaciones de Paso de los Toros, Artigas y Rivera, y con el resto presenta correlaciones significativa al 1 %. En este caso se concluye que no existiría zonificación para TN10 durante el verano en el período 1976-2005, como lo presenta la 1ra EOF.

De esta manera se definen las siguientes zonas espacialmente homogéneas para TN10 durante el verano:

TN10 Verano: 1946-1975: Uruguay- Sin zona NE (Artigas- Rivera-Melo)

1976-2005: Uruguay

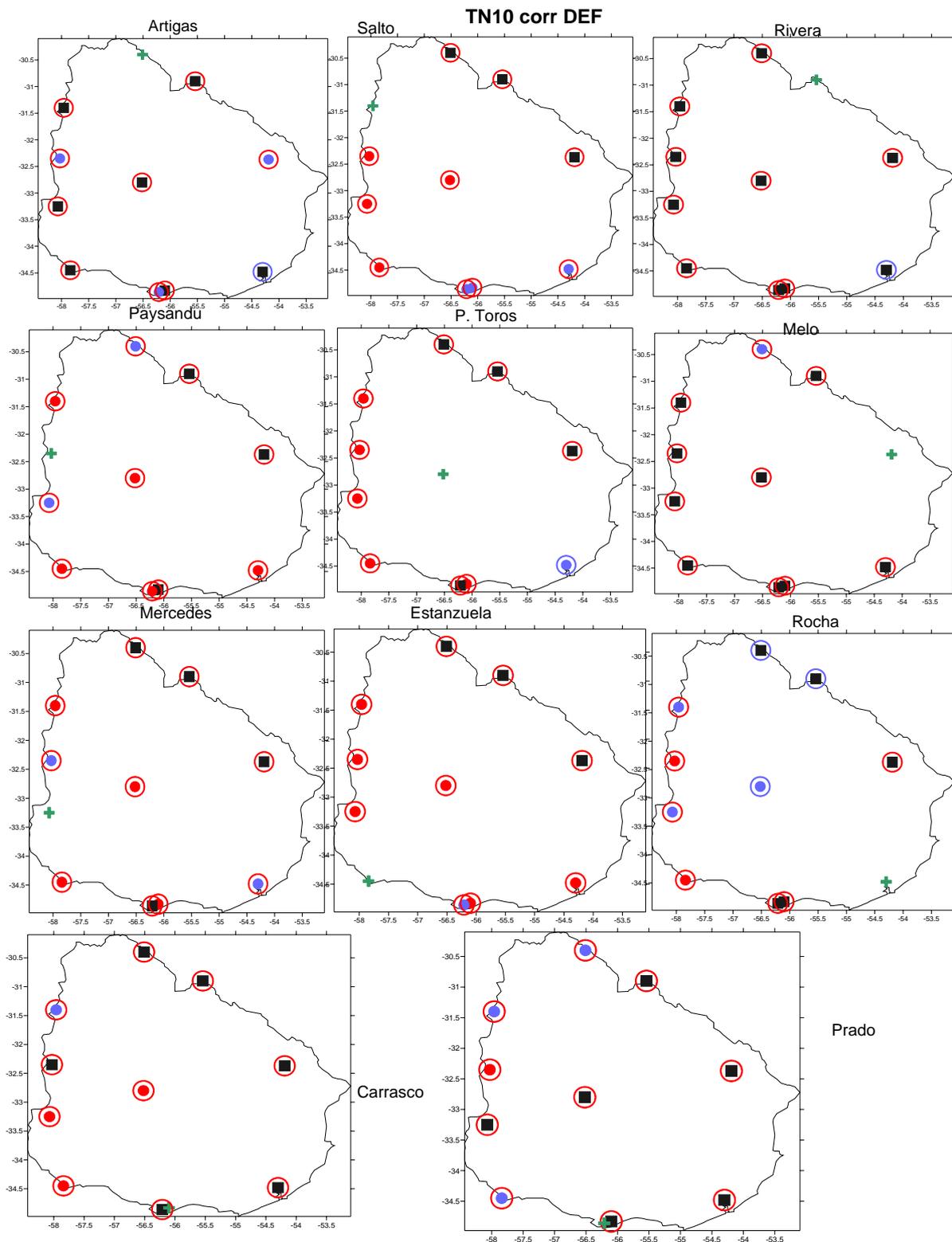


Fig.6.7. Correlación entre el índice TN10 del verano entre todas las estaciones utilizadas. La cruz verde (+) es la estación que está siendo correlacionada con las demás. Los símbolos representan, ■: No Significativo, ●: Sign al 95% y ●: Sign al 99%. Símbolos rellenos: 1946-1975, circundantes: 1976-2005.

Aplicando de esta manera la metodología explicada a los índices estacionales. Se construyeron los mapas de homogeneidad espacial de los 4 índices en las cuatro estaciones del año. Las figuras 6.8 a 6.11 presentan los gráficos de la 1ra EOF de cada índice.

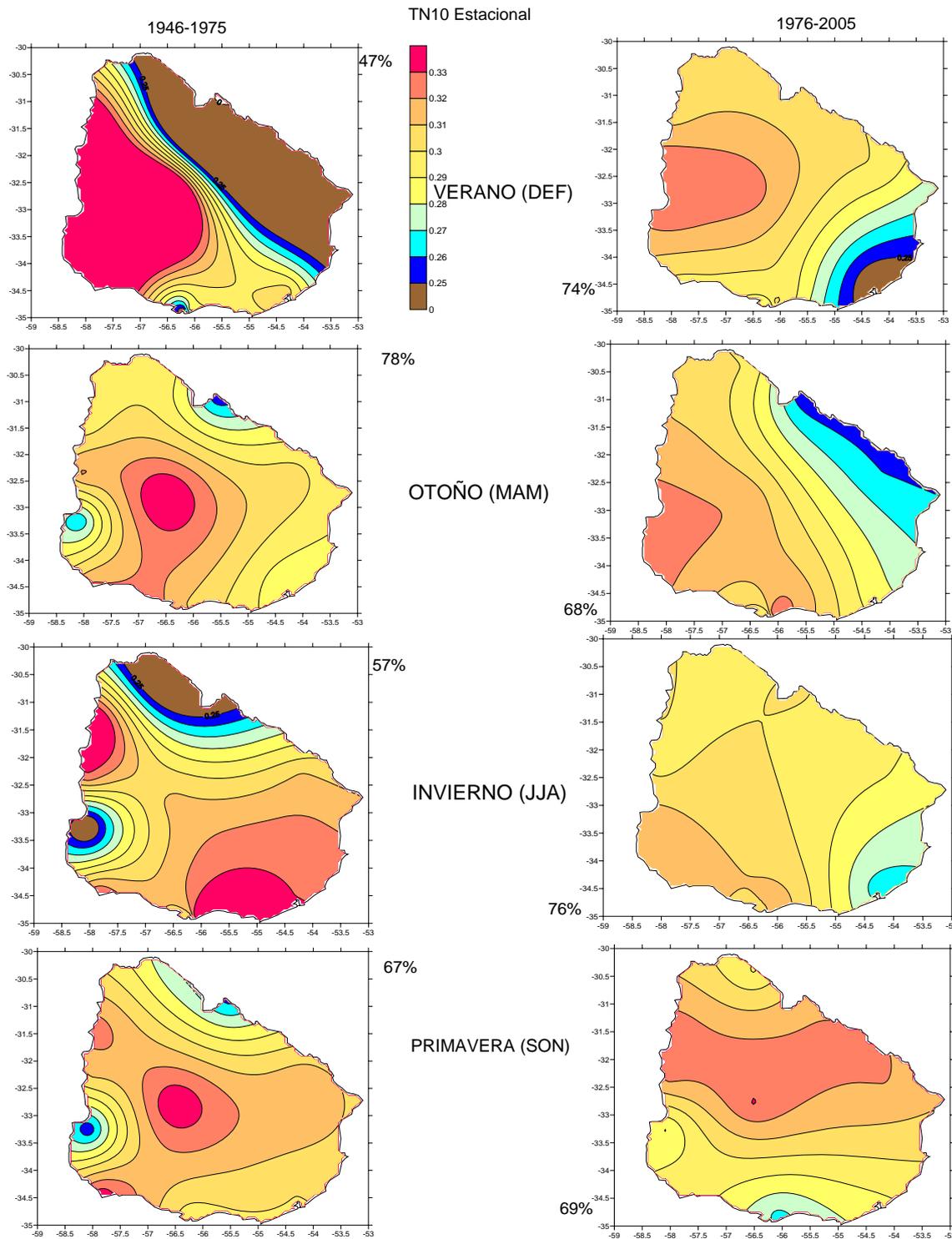


Fig. 6.8 1ra EOF TN10 estacional. Izquierda: 1946-1975, derecha: 1976-2005

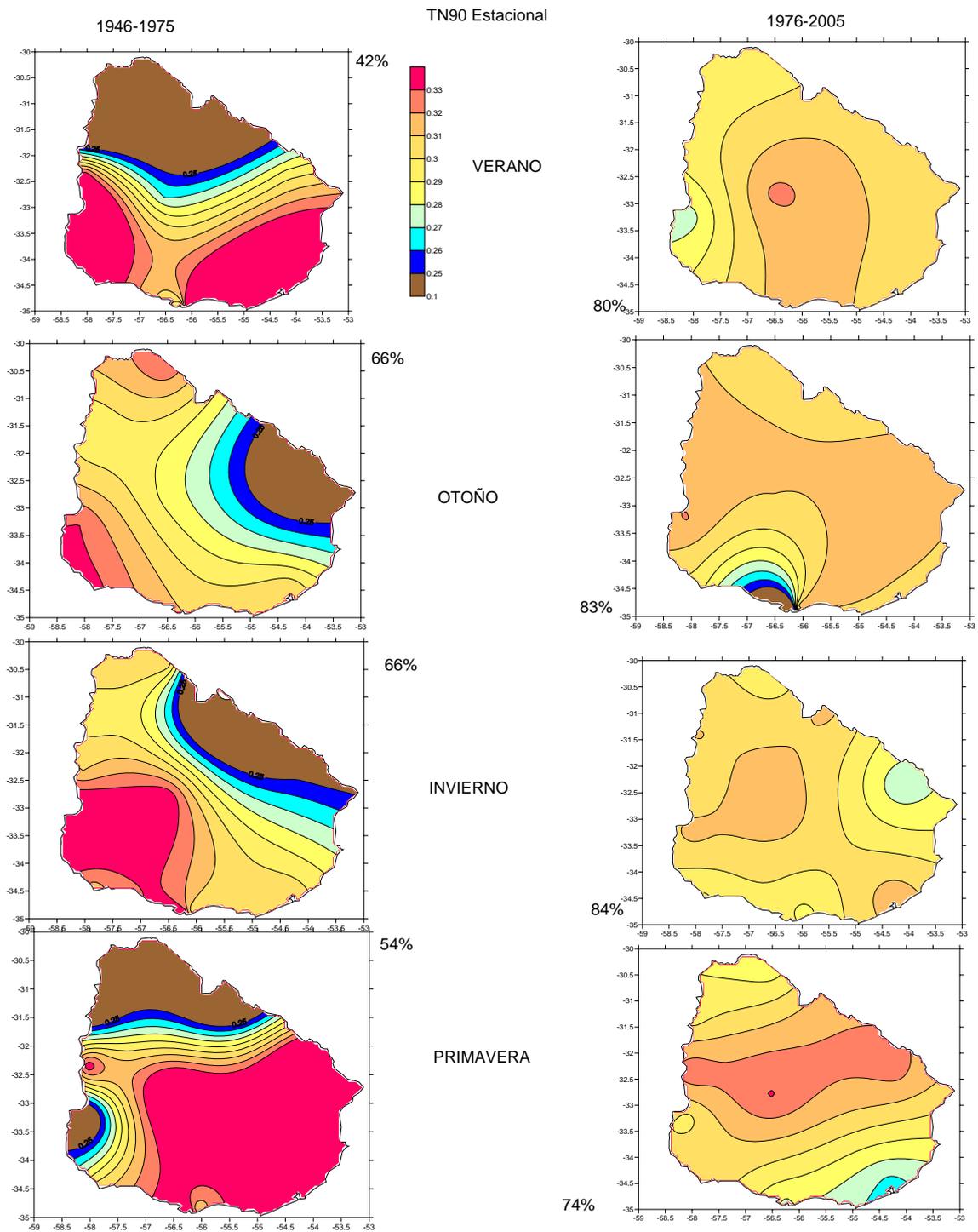


Fig..6.9 Idem fig. 6.8 pero para TN90

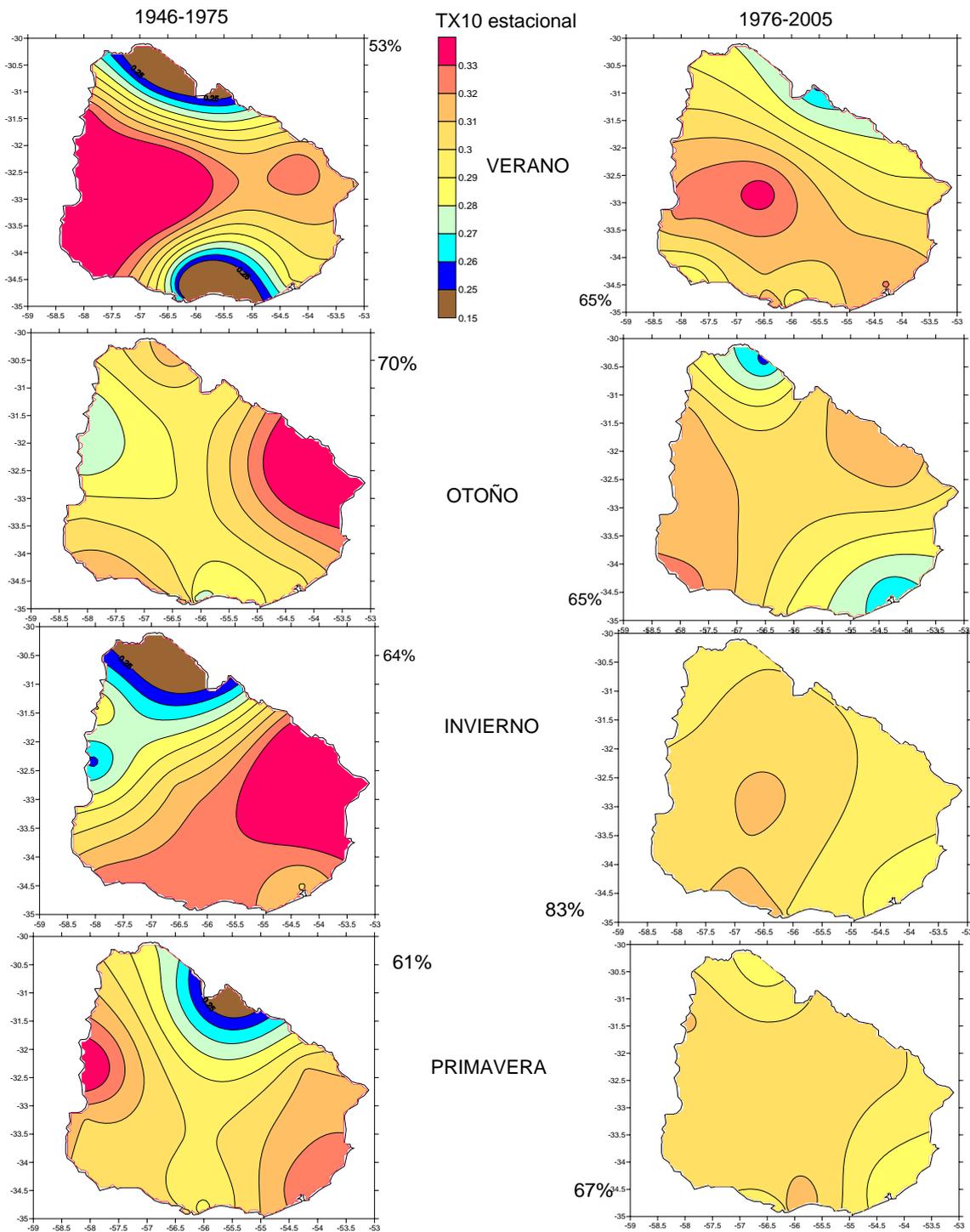


Fig. 6.10 Idem fig. 6.8 pero para TX10

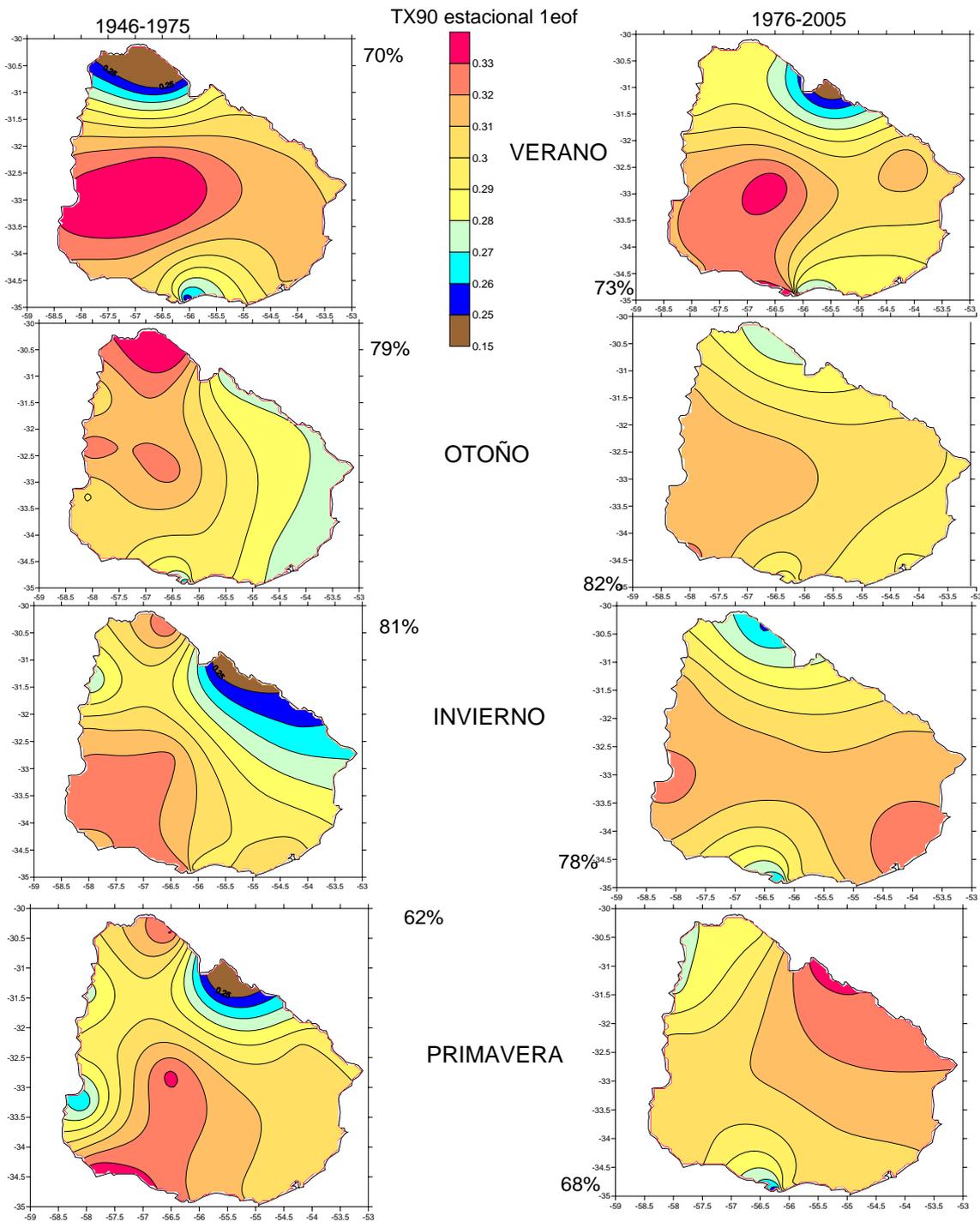


Fig. 6.11 Idem fig. 6.8 pero para TX90

Al igual que se observó a escala anual, existe un marcado aumento de la varianza explicada por la 1ra EOF durante el período 1976-2005, respecto al anterior. Siendo nuevamente las noches cálidas las que presentan el mayor aumento en este sentido. Verano, aumenta aproximadamente al doble de 42 % a 80%, Otoño de 66% a 83%, Primavera de 54% a 74%, durante 1946-1975 y 1976-2005 respectivamente.

Las noches frías presentan también un aumento importante en la varianza explicada, fundamentalmente en verano.

Los extremos fríos (TN10 y TX10) de la estación de otoño, son los únicos índices que presentan un comportamiento contrario, disminuyendo la varianza explicada hacia el período 1976-2005. En invierno, los días cálidos (TX90) es el único índice que presenta una disminución en la varianza explicada al comparar el último período respecto al primero, mientras que el resto de los índices la varianza aumenta.

Verano

Durante esta época del año, los índices basados en la temperatura mínima son los que presentan un mayor cambio de la homogeneidad espacial entre los períodos estudiados.

Las noches cálidas durante 1946-1975 presentan una regionalización N-S, igual a la regionalización identificada a escala anual en dicho índice, mientras que para en el segundo período no se presenta dicha diferencia.

Las noches frías presentan una regionalización SW-NE durante el primer período y durante el segundo período (como se mencionó anteriormente) el comportamiento se presenta uniforme en todo el país.

En cuanto a los índices basados en la temperatura máxima los días cálidos no presentan en general cambios significativos en la homogeneidad espacial. Respecto a los días fríos los cambios muestran un leve desplazamiento hacia el NE del país de la zona homogénea durante el segundo período.

Otoño

Tanto las noches cálidas como las noches frías en esta estación durante el primer período presentan la misma regionalización, presentándose el NE (Artigas-Rivera y Melo) con un comportamiento diferente al resto del país. Para el segundo período las noches cálidas se presentan homogéneas en todo el país y las noches frías no presentan prácticamente cambios.

El índice que presenta el mayor cambio es el de los días fríos (TX10), donde en un primer período la zona norte (Artigas y Salto) tiene un comportamiento diferente respecto al resto, mientras que en el segundo período la zona que presenta comportamiento diferente es la zona sur (Rocha, Carrasco y Prado).

Invierno

En general durante el primer período todos los índices presentan el mismo cambio en la homogeneidad espacial. Durante el primer período, la zona norte y noreste tiene un comportamiento diferente al resto, mientras que durante el segundo período todo el país estaría representado por una sola zona.

Primavera

En esta estación se destaca durante el primer período prácticamente la misma regionalización en los extremos fríos (días y noches frías) presentándose el NE del país con un comportamiento diferente al resto. En cuanto a las noches cálidas, presenta una misma estructura N-S que se había detectado en el verano. Los días cálidos presentan a la zona E (Rivera, Melo y Rocha), con comportamiento no homogéneo respecto al resto.

Al considerar el período 1976-2005, el comportamiento de todos los índices es igual al detectado en el invierno, teniendo todo el país un comportamiento homogéneo.

6.5 Zonas espacialmente homogéneas: construcción de índices

Una de las ventajas que presenta la metodología EOF es la de obtener una serie asociada a cada patrón de máxima variabilidad. En este caso esto no es posible pues no se cuenta con una matriz original de datos continua en el tiempo.

Debido a esto, la construcción de los índices que representan las zonas espacialmente homogéneas, esta basado en los resultados obtenidos a partir del análisis de la 1ra EOF así como de los mapas de correlación entre las estaciones por cada índice en las diferentes estaciones del año en ambos períodos. La metodología para la construcción de dichos índices fue la siguiente, se promedió la información de las estaciones que resultaron homogéneas espacialmente a partir del análisis estacional. La tabla 6.2 describe las zonas que representa cada índice en los diferentes períodos en cada estación del año. Donde Per. I: 1946-1975 y Per. II: 1976-2005.

Las zonas están representadas por las siguientes estaciones:

NE: Rivera-Artigas-Melo

N: Rivera-Artigas-Salto

NNE: Rivera-Artigas

ENE: Rivera-Melo

S: Rocha-Prado-Carrasco

E: Rivera-Melo-Rocha

URU: Todo Uruguay

	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Per.I	Per.II	Per.I	Per.II	Per.I	Per.II	Per.I	Per.II
TN10	URU-Sin NE	URU	URU- SinNE	URU- SinENE	URU-SinNE	URU	URU- SinNNE	URU
TN90	URU-Sin ENE	URU	URU- SinNE	URU	URU- SinENE	URU	URU-SinN	URU
TX10	URU-Sin N	URU- SinNNE	URU-Sin N	URU-Sin S	URU-Sin N	URU	URU-Sin NE	URU
TX90	URU-Sin NNE	URU-Sin NNE	URU	URU	URU-Sin ENE	URU	URU-Sin E	URU

Tabla 6.2. Detalle de la construcción de los índices en cada estación del año.

Se destaca de todo este análisis que un cambio importante en la variación temporal de la homogeneidad espacial, principalmente en las noches cálidas a escala anual, evidenciándose en el análisis estacional que dicho cambio es más importante en las estaciones cálidas del año (verano y primavera). Estos cambios estarían reflejando posibles cambios en la circulación observada antes y después de 1976 que se evaluarán en el capítulo siguiente, donde se utilizarán los índices definidos en la Tabla 6.2.

Capítulo 7

Cambios en las Teleconexiones entre los extremos de temperatura antes y después de 1976.

7.1 El salto climático de 1976

En los capítulos anteriores se ha demostrado que la tendencia lineal en las series de extremos de temperatura en Uruguay, ha sido más importante durante los últimos 55 años que al considerar períodos más largos (70 años), tanto a escala anual como estacional.

Con la finalidad de analizar otras escalas de variabilidad interanual, se remueve la tendencia de las series encontrándose una marcada variabilidad de baja frecuencia tanto en la escala interanual como decadal. Se ha detectado un cambio importante en las series temporales a partir del año 1976 con una aparente disminución en la variabilidad espacial de las mismas. Cambios en la homogeneidad espacial, antes y después de dicho año fueron detectados, principalmente en los índices basados en la temperatura mínima. Todo indicaría que el “salto climático” de 1976, afectó la ocurrencia de eventos extremos de temperatura. El salto climático del 76 se evidencia por cambios cualitativos en la circulación atmosférica y oceánica de gran escala (Trenberth, 1990, Mantua y Hare, 2002; Trenberth y Hurrell, 1994; Overland et al, 1999; Zhang et al, 1997; etc.). Alrededor de ese año los patrones de temperatura de superficie del mar en el Océano Pacífico cambiaron rápidamente, presentándose el Pacífico tropical más cálido que las décadas precedentes, a mediados de la década del 40 el clima del Pacífico tuvo un cambio en la dirección opuesta a la de 1976. Si bien existen diferentes hipótesis sobre los mecanismos físicos que pueden contribuir a la variabilidad decadal de la temperatura superficial del mar en el Océano Pacífico (Barsugli y Battisti, 1998; Trenberth, 1990; Graham, 1994; Gu y Philander, 1997, etc) aún no hay consenso científico sobre el mismo. Mantua et al (1997), denominan este evento como Oscilación Decadal del Pacífico

(PDO en inglés), que alrededor del año 1976 cambia de fase negativa o fría a la fase positiva o cálida. El anterior cambio de fase es detectado por estos autores hacia mediados de los años cuarenta (1945-46). En el capítulo 2 hemos demostrado que dicho año fue detectado en el análisis de homogeneidad de las series de temperaturas extremas como un año que presenta un salto.

Varios autores sugieren la posibilidad de que hacia fines de los años 90 haya comenzado nuevamente una etapa hacia el cambio de fase del PDO, estimándose que el evento de El Niño 1997/98 haya sido el último evento de la fase cálida del mismo, (Minobe, 2000, Schwing y Moore, 2000).

Garreaud y Battisti, (1999), analizan la señal de la variabilidad decadal del Pacífico sobre la circulación en el Hemisferio Sur, identificando cambios simétricos en la circulación atmosférica asociados con el PDO. Kayano y Andreoni (2007), analizan la relación entre la precipitación en América del Sur y sus cambios antes y después de 1976. Basados en el estudio de la variabilidad interanual en 2 períodos: 1948-1976 y 1977-2002, obtienen como resultado una relación más intensa entre la precipitación en SESA asociada con los eventos El Niño, durante la fase cálida del PDO.

Boulangier et al (2005), describen los comportamientos de largo plazo de las precipitaciones en la cuenca del Plata. Mostrando que las anomalías de precipitación en dicha región son sensible a la dinámica del ENSO. Antico (2008) analiza las anomalías de precipitación durante el otoño en SESA y su relación con eventos El Niño en el período 1950-2000. Realiza una clasificación del evento El Niño, considerando fase positiva del mismo cuando las anomalías de TSM en la región Niño 3.4 ocurren antes del máximo en la región Niño 1+2 y fase negativa cuando el máximo en la región Niño 3.4 ocurre luego del máximo en la región Niño 1+2. En base a esta clasificación obtiene como resultado que los eventos El Niño en fase positiva, los que ocurren en su mayoría después de 1970, están asociados con anomalías positivas de precipitación sobre SESA durante AMJ(+), sugiriendo que una fase positiva del PDO fortalece la señal de EL Niño.

En este capítulo se quiere responder las siguientes preguntas: ¿Cuáles son los patrones de gran escala que afectan a los eventos extremos de temperatura en Uruguay?, ¿Han cambiado la teleconexiones antes y después de 1976?

Para ello, al igual que en el capítulo anterior, el análisis se centrará en 2 períodos de 30 años: 1946-1975 y 1976-2005 a escala estacional que se denominarán como período I y período II, respectivamente, representando la fase fría y la fase cálida del PDO. Los índices de extremos de temperatura que se utilizarán en el análisis estacional, son los que se obtuvieron a partir del análisis de la homogeneidad espacial realizado en el capítulo 5.

7.2 Relaciones de los Extremos con la Temperatura de Superficie del Mar (TSM)

Para poder identificar las regiones de los océanos que afectan a la ocurrencia de extremos de temperatura, se realizaron las correlaciones lineales entre las anomalías de TSM (TSMa) y los índices de extremos (TN10, TN90, TX10 y TX90) para las cuatro estaciones del año: verano (DEF), otoño (MAM), invierno(JJA) y primavera(SON), en los períodos I y II.

Las TSM mensuales se obtuvieron de la base Extended Reconstructed Sea Surface Temperature (ERSST) v 3.0, la cual tiene un grillado de 2°x2° (Smith et al, 2008). Para el cálculo de las anomalías de TSM, se procedió de la siguiente manera: se calculó la climatología como la media mensual en cada período y se removi6 de las series. A partir de las anomalías mensuales se calcularon las anomalías estacionales (DEF, MAM, JJA y SON), para luego removerles la tendencia lineal, y de esta forma asegurar el mismo procedimiento que se les realizó a las series de índices de extremos. Este cálculo fue realizado en ambos períodos de 30 años.

La significancia estadística de las correlaciones se obtuvo por medio del test de Student, donde se fijó el nivel de significancia al 95%. Las técnicas para este procesamiento fueron obtenidas a partir de Scoccimarro y Carril (2006).

Las figuras 7.1, 7.2, 7.3 y 7.4, presentan los resultados para verano, otoño, invierno y primavera respectivamente de las correlaciones entre los índices TN10, TN90, TX10 y TX90 y las anomalías de TSM globales en cada período analizado; debajo de cada mapa se presenta por separado las zonas que presentan correlaciones significativas al 5%.

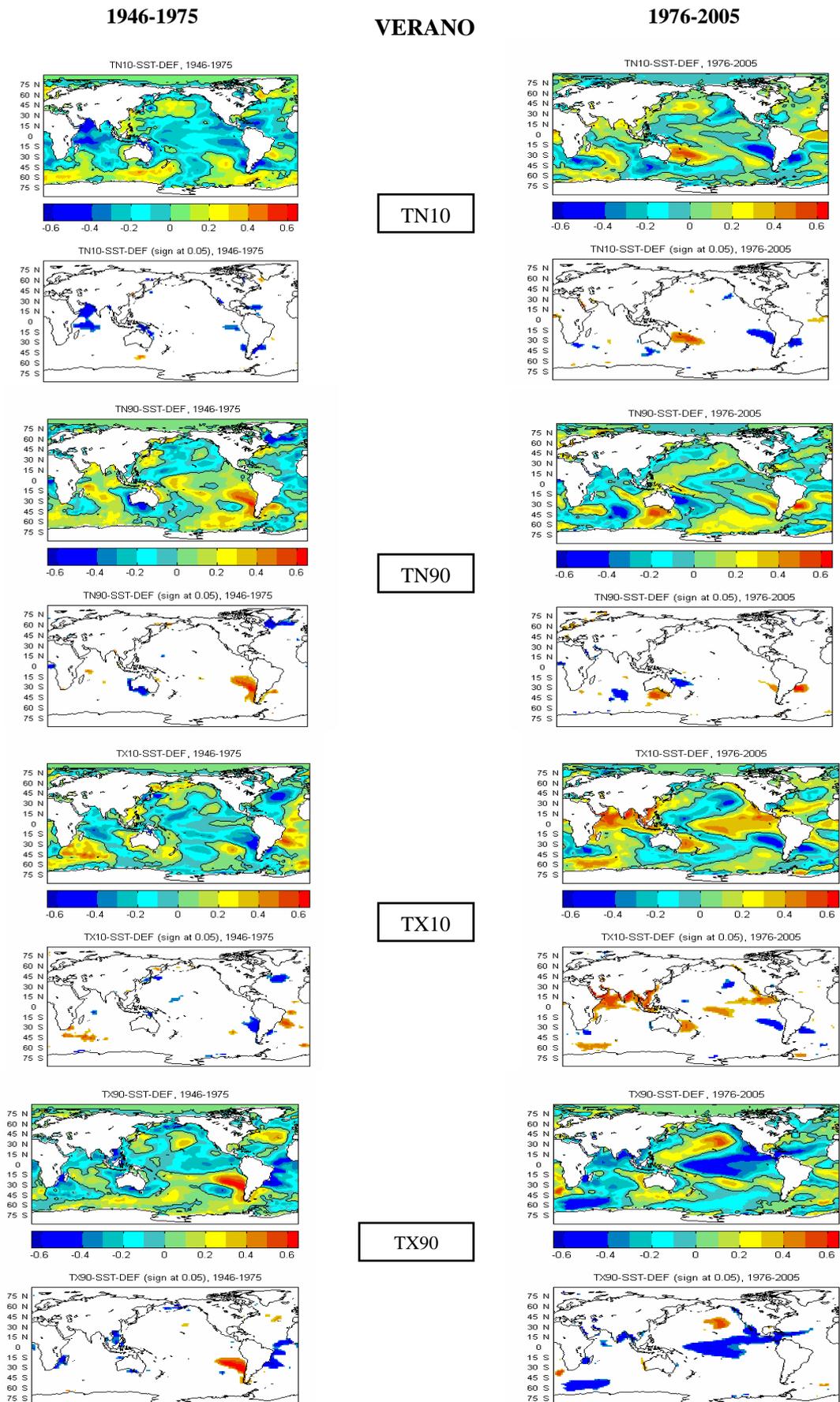


Fig. 7.1. Correlaciones verano entre TN10, TN90, TX10 y TX90 y TSMa (panel superior respectivo). Período I (II) izquierda (derecha). Regiones significativas al 5% (panel inferior respectivo)

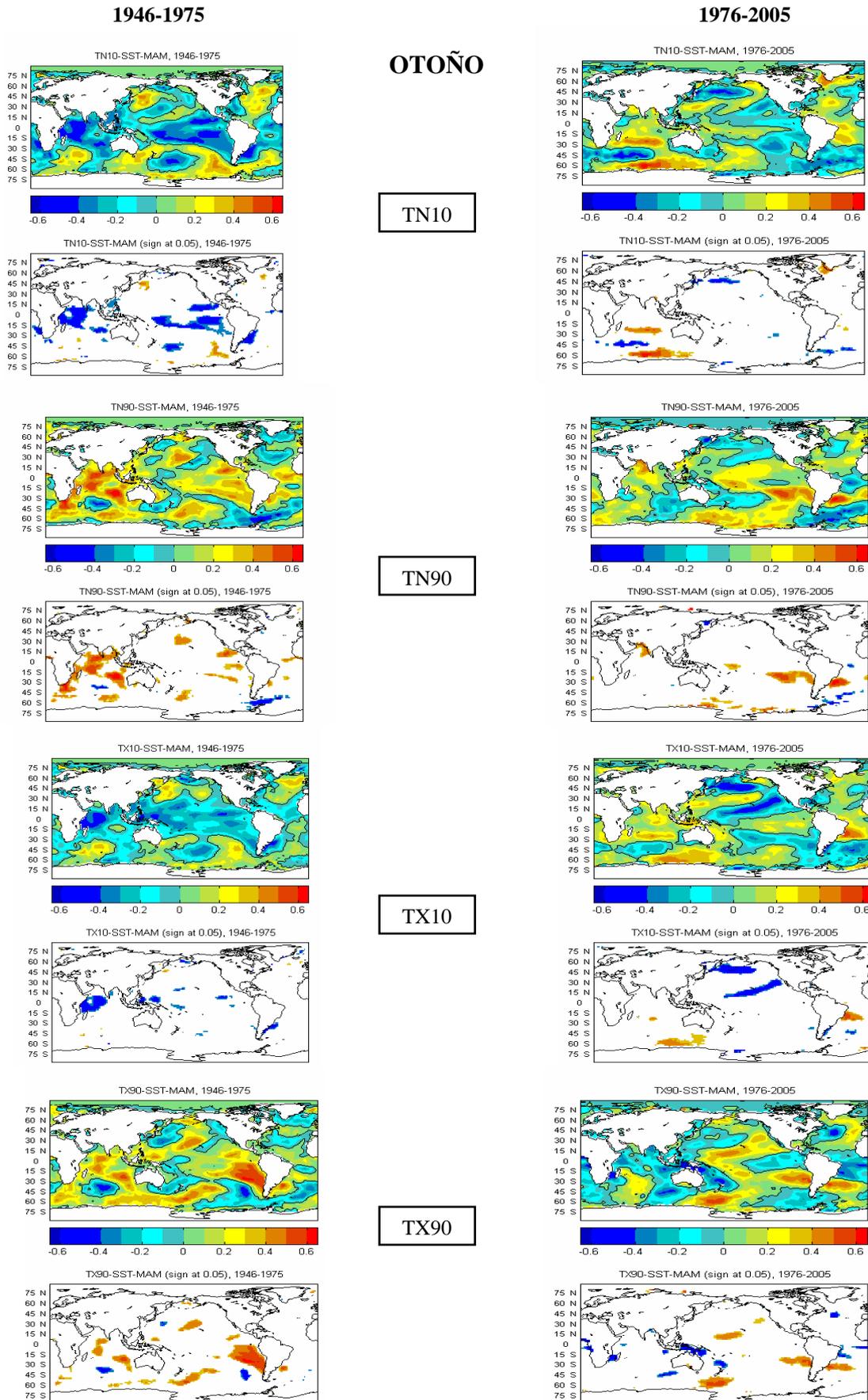
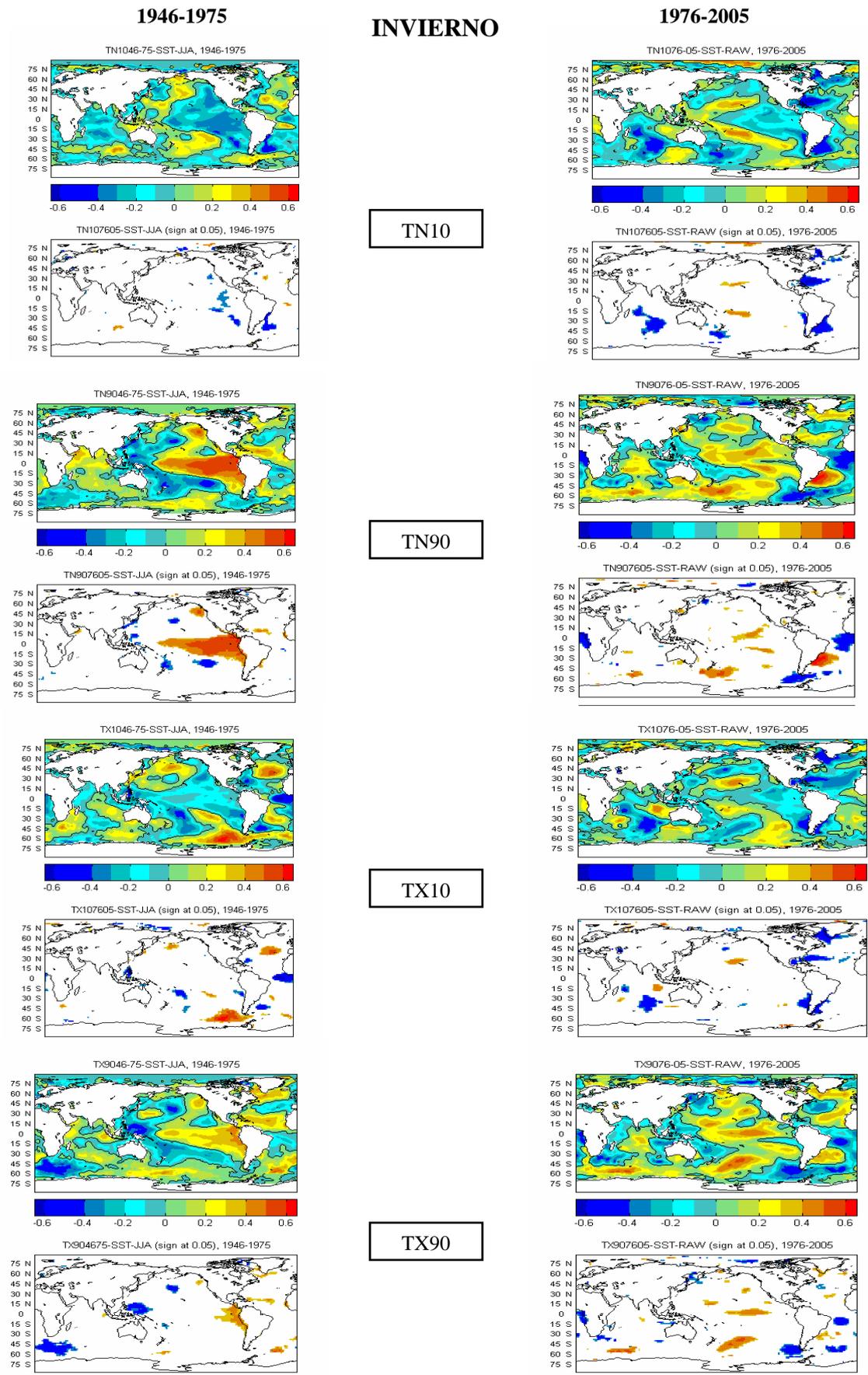


Fig. 7.2. Idem fig. 7.1 para Otoño



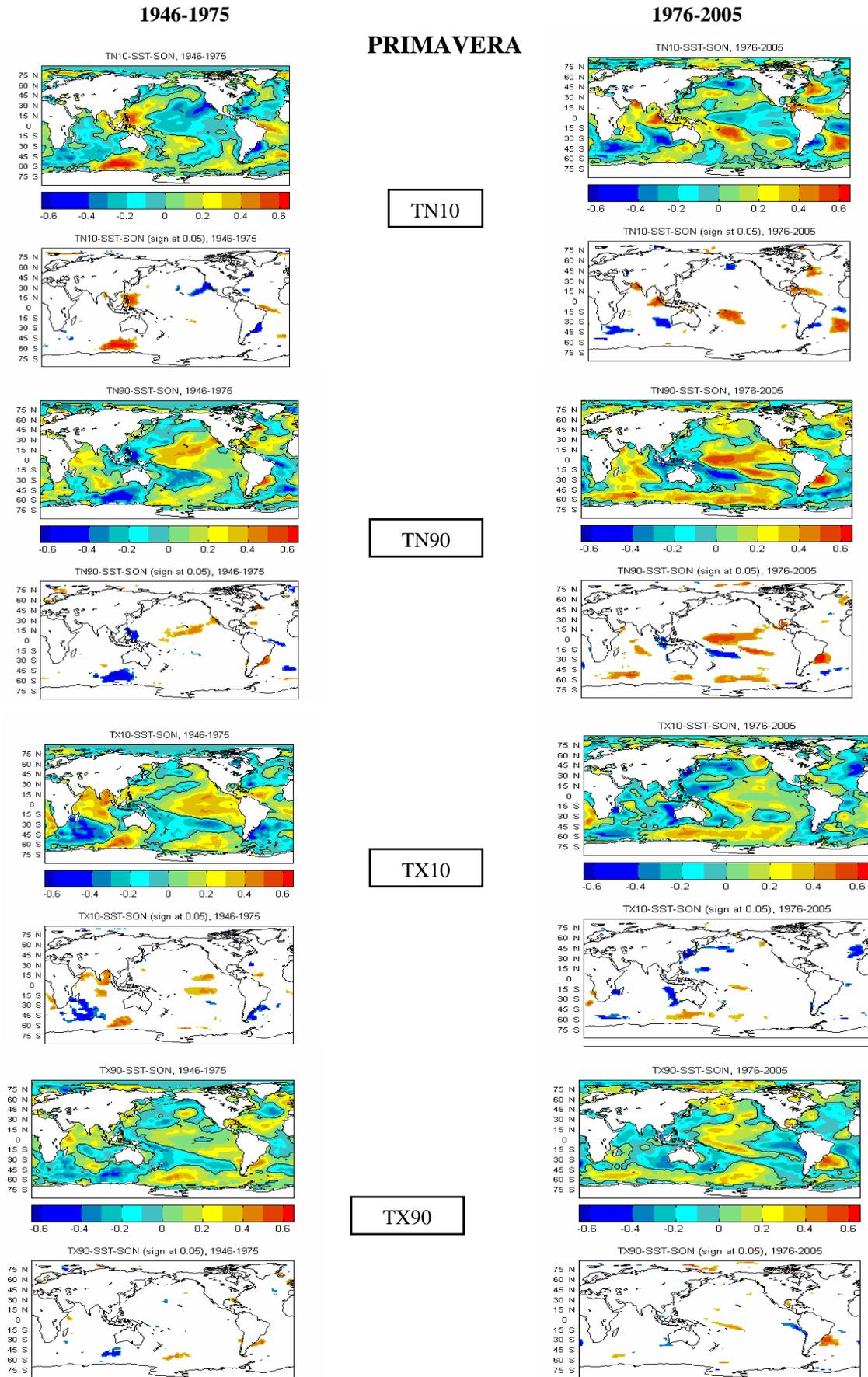


Fig. 7.4. Idem fig. 7.1 para Primavera

Aspectos Generales:

En verano (DEF) se destaca en el caso de los extremos cálidos (noches y días cálidos), que las zonas que presentan una correlación significativa con las anomalías de TSM, se encuentran ubicadas sobre la costa este del Océano Pacífico Sur y costa oeste del Océano Atlántico Sur durante el período I. Presentando en los días cálidos (TX90), un cambio en dichas correlaciones hacia el período II, donde el Océano Pacífico tropical central se presenta como la zona de mayor correlación significativa. Sugiriendo que un evento frío en el Pacífico tropical central está relacionado con una mayor ocurrencia de días cálidos en el verano, en el clima actual.

En esta estación, pero al considerar los extremos fríos (noches y días fríos), se destaca la pérdida de correlación significativa de las noches frías (TN10) con el Océano Índico tropical hacia el período II. Mientras que los días fríos (TX10) presentan correlaciones positivas significativas con dicho Océano pero en el último período. En ambos extremos se observa en el período II un aumento en las regiones de correlación significativa en el Océano Atlántico Sudoccidental, así como en la región sobre la costa este del Océano Pacífico sur.

Durante la estación de otoño (MAM) es importante notar que durante el período I todos los índices de eventos extremos de temperatura presentan correlación significativa con el Océano Índico tropical.

Al considerar el período II dichas correlaciones en general pierden significancia y en algunos casos, como el de los días cálidos y las noches y días fríos presenta una tendencia hacia un cambio en el signo en la correlación aunque no es estadísticamente significativa.

Para la estación de invierno (JJA), el cambio más relevante al comparar ambos períodos se presenta en la ocurrencia de noches cálidas, donde una importante correlación positiva con el Océano Pacífico tropical es evidente durante el período I, la cual se pierde al considerar el período II.

Para este último período y principalmente en los extremos cálidos (TX90 y TN90), el Océano Atlántico sur se presenta como una zona de covariabilidad importante.

Durante la primavera (SON) en general existe muy poca correlación con las TSMa en el Océano Pacífico, excepto en el caso de las noches cálidas durante el período II, cuando una correlación significativa en la zona del Océano Pacífico tropical oeste es observada.

7.3 Variables de circulación atmosférica utilizadas

Para el análisis de las variables de circulación atmosférica se utilizaron las salidas del reanálisis NOAA NCEP-NCAR CDAS-2, Kalnay et al (1996). Si bien es sabido que la utilización de la información del reanálisis previo a la década del '70 no es muy recomendada, esta es la única fuente de información con la que se cuenta para este tipo de estudio. Al utilizar datos del reanálisis, el período I, para las variables atmosféricas representa el comprendido entre 1948-1975 debido a que la información del reanálisis esta disponible a partir de 1948.

Para analizar los posibles cambios en la circulación atmosférica se seleccionaron las siguientes variables: Presión a nivel del mar (PNM), Viento en 925 hPa (componente zonal (u) y meridional (v)), Viento en 200 hPa (componente zonal (u) y meridional (v)) y Espesor 1000/500.

El cálculo de las anomalías estacionales de las variables atmosféricas se realizó de la misma manera que la explicada para las TSM; al igual que en el análisis anterior la tendencia lineal fue removida de las series.

7.4 Resultados

En cada estación del año se seleccionaron, uno o dos índices de eventos extremos de temperatura, para realizar el análisis de la circulación atmosférica. Más adelante se describe en cada caso cuál fue el índice seleccionado y los motivos por los cuales fueron elegidos.

Se realizaron las regresiones lineales entre las anomalías de circulación y el índice de temperatura extrema estandarizado. Luego se realizaron las correlaciones entre ambos y a dicha correlación se le aplicó un test de Student de 2 colas para estimar la significancia estadística, la cual fue fijada al 95%. Las zonas significativas se encuentran sombreadas en los gráficos.

7.4.1 Verano

Uno de los resultados más relevantes obtenidos es que los índices basados en la temperatura mínima, noches frías y noches cálidas, durante esta estación del año presentan un cambio importante en su homogeneidad espacial disminuyendo la variabilidad durante el último período. Con un aumento significativo de la varianza explicada por la 1ra EOF.

Como primer paso se llevó a cabo un análisis de la correlación lineal entre los 4 índices de temperatura, para investigar la existencia de covariabilidades entre los mismos.

La Tabla 7.1 presenta los resultados obtenidos de la correlación de los índices en los períodos I y II para verano

1946-1975	Tn90	Tx10	Tx90
Tn10	-0.4278	0.4827	-0.2654
Tn90		-0.5922	0.6459
Tx10			-0.7389

1976-2005	Tn90	Tx10	Tx90
Tn10	-0.6865	0.6465	-0.3622
Tn90		-0.5406	0.3599
Tx10			-0.7382

Tabla 7.1 Correlaciones entre los índices de extremos. Período I (II) izquierda (derecha). Rojo: significativo al 1%, Azul: significativo. al 5%

En general, al comparar las correlaciones en ambos períodos los índices presentan un aumento en las mismas hacia el último período considerado. La excepción se presenta en los extremos cálidos (TX90 y TN90) los cuáles pierden correlación significativa en el período II.

El índice seleccionado para realizar las regresiones lineales con las variables de circulación atmosférica es el de las noches frías (TN10) ya que presenta un cambio importante durante el verano en su homogeneidad espacial en ambos períodos.

A partir de la tabla 7.1, se puede inferir que el comportamiento atmosférico para TN90 y TX10 será similar -con el signo adecuado- al mostrado a continuación para TN10.

Análisis de Resultados: Período I (1946-1975) - TN10

Relaciones con TSMa.

Para un mejor análisis de los resultados se reitera parte de la figura 7.1

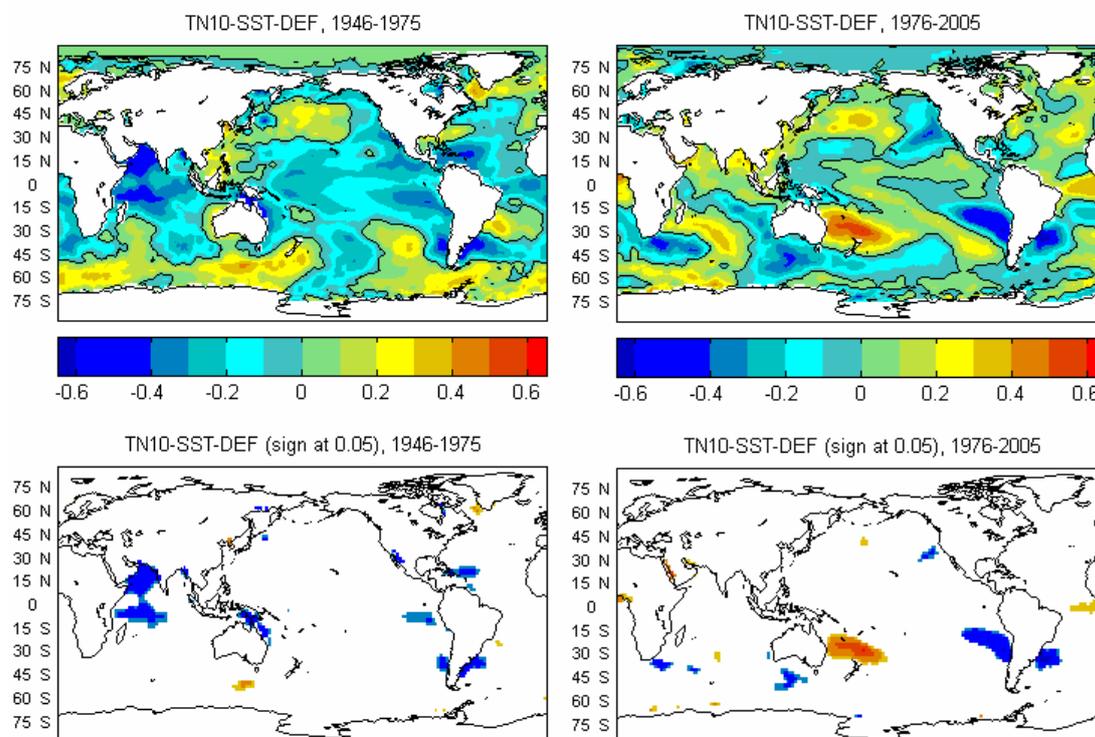


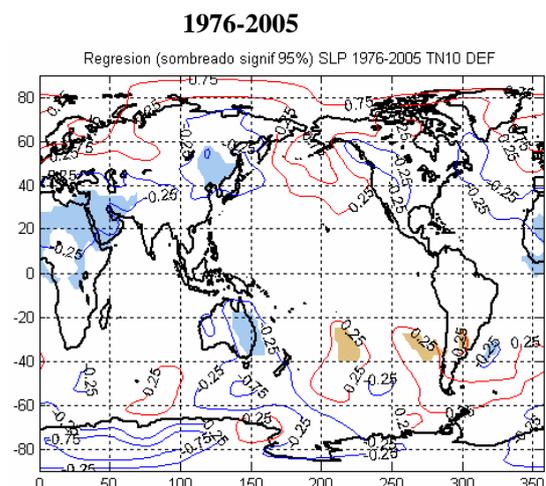
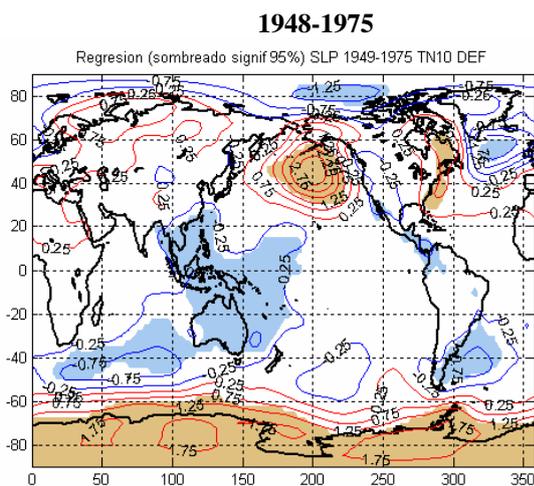
Fig. 7.5 Correlaciones TSMa y TN10 verano. Izquierda: 1946-1975, derecha 1976-2005

De la figura 7.5 se observa una zona de correlación negativa sobre la costa oeste del Océano Atlántico Sur cercano a Uruguay y costa este del Pacífico Sur ubicadas aproximadamente a los 45 °S. Dicha correlación muestra, que anomalías negativas en la temperatura de superficie del mar en las zonas mencionadas, coinciden temporalmente con un aumento en la ocurrencia de noches frías en verano.

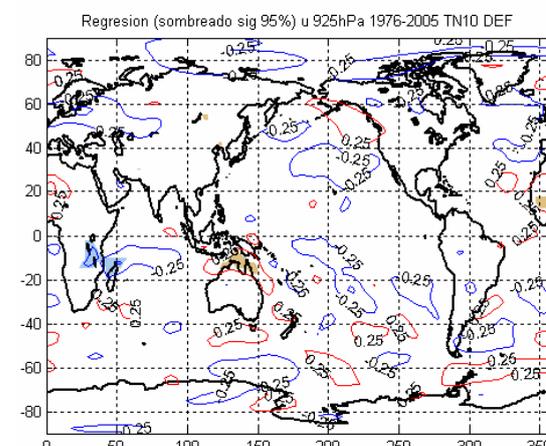
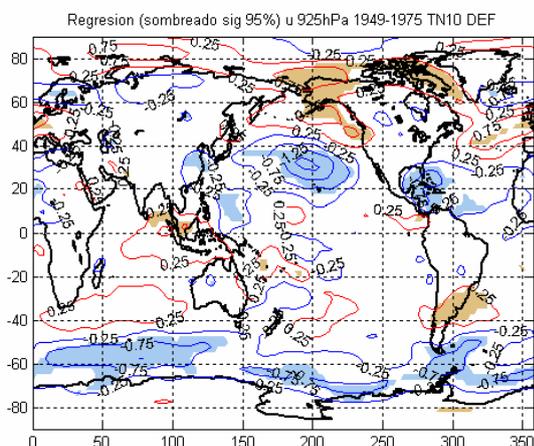
El Océano Índico tropical es la zona que presenta la señal más robusta, presentando una correlación negativa significativa importante con la ocurrencia de noches frías en este período.

Relaciones Atmosféricas:

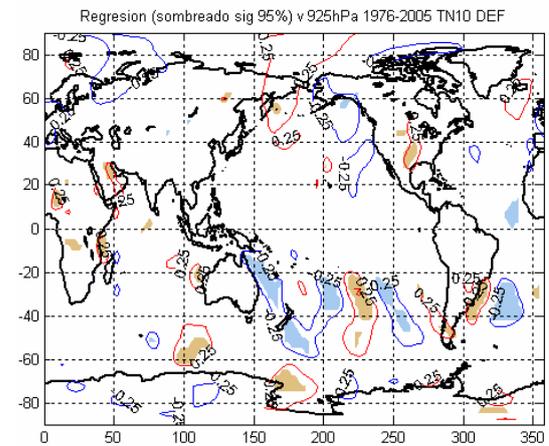
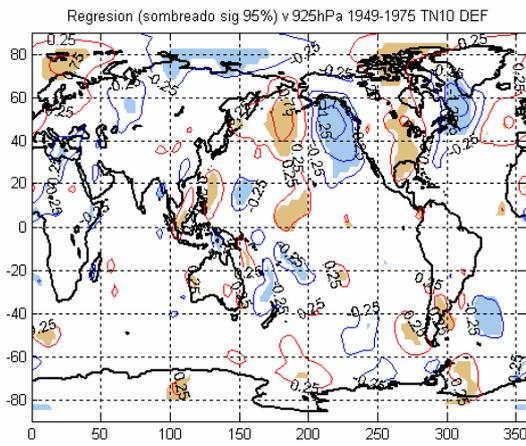
PNM



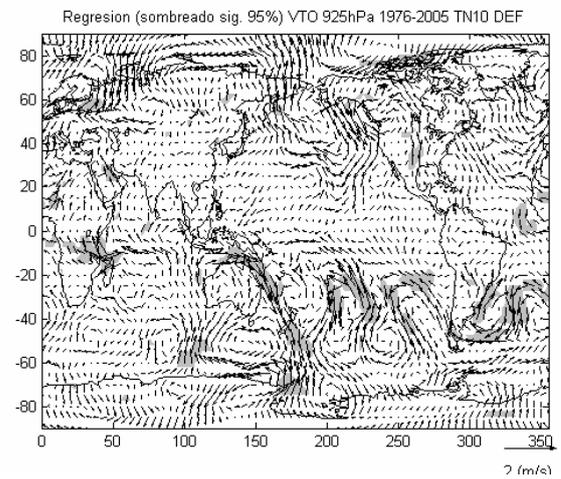
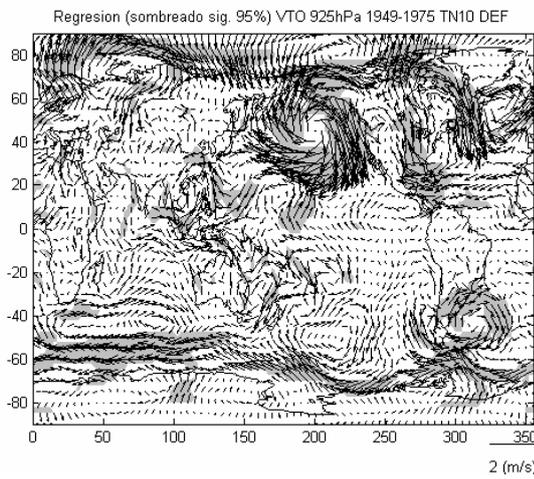
Componente zonal del viento en 925 hPa.



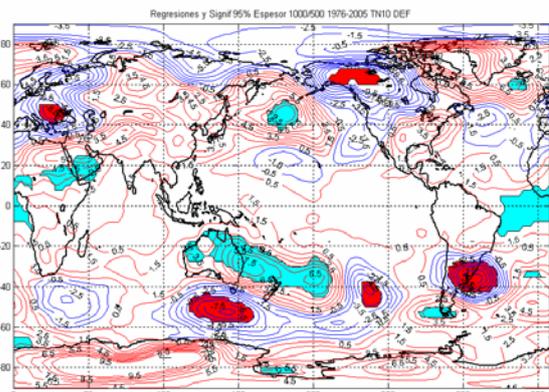
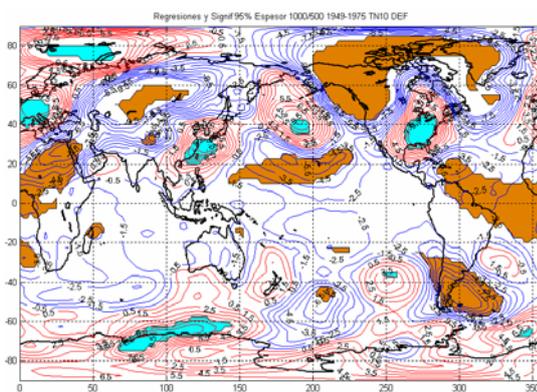
Componente meridional del viento en 925 hPa.



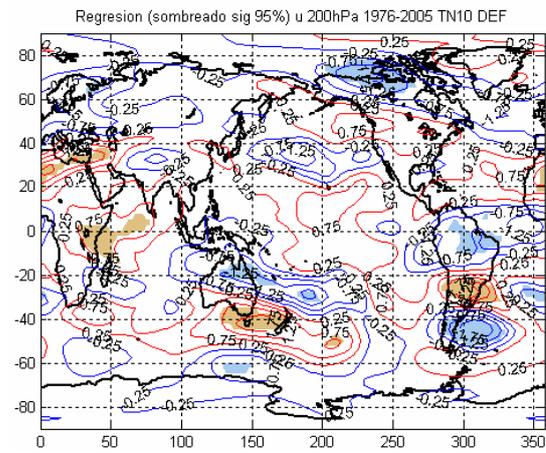
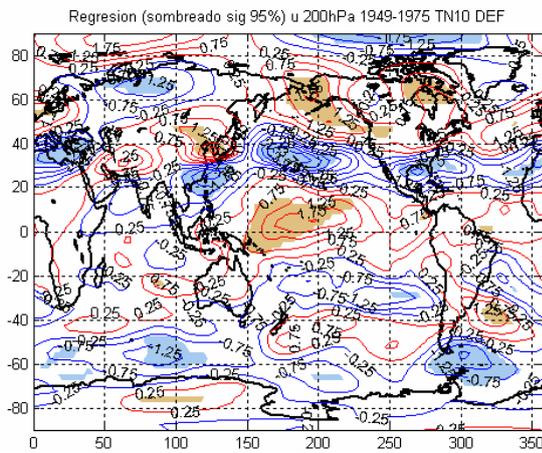
Vector viento en 925 hPa.



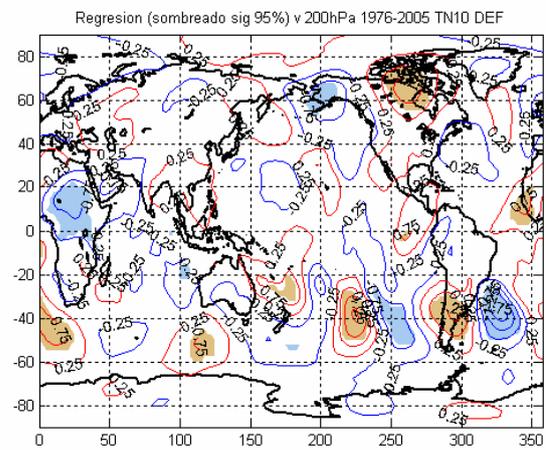
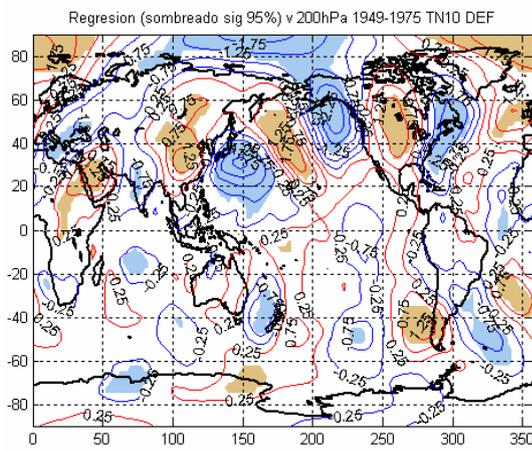
Espesor 1000/500



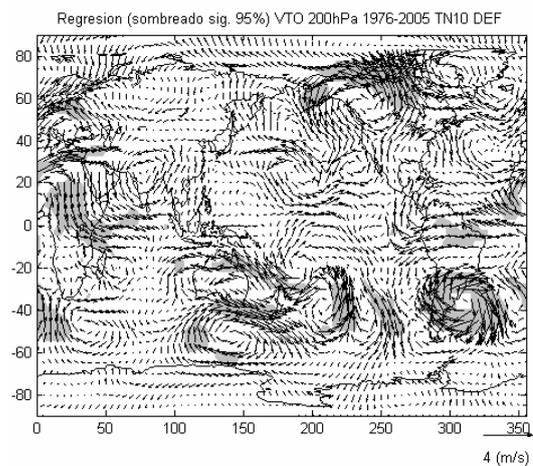
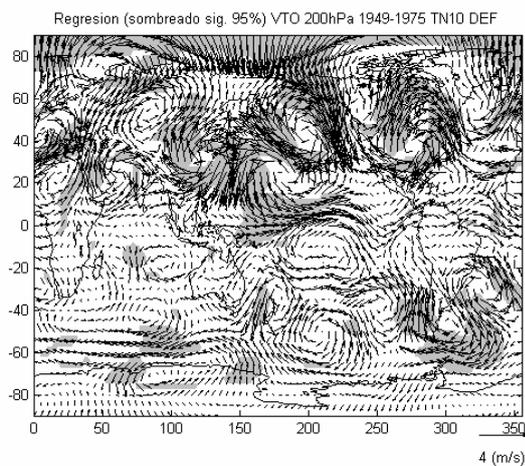
Componente zonal de viento en 200 hPa.



Componente meridional de viento en 200 hPa



Vector viento en 200 hPa.



Hemisferio Norte:

De acuerdo con los mapas de regresión la Baja Aleutiana (Pacífico Norte) presenta una correlación positiva significativa con el índice de noches frías, lo que sugiere una relación entre el debilitamiento de la misma y la ocurrencia de noches frías en Uruguay. Como se observa en cada una de las variables atmosféricas (viento en superficie y altura, espesor) esta estructura se extiende en toda la troposfera.

Debe tenerse en cuenta que el período que se encuentra en análisis (1948-1975) la oscilación PDO se encuentra en su fase fría, siendo uno de los patrones atmosféricos característico de dicha fase el debilitamiento de la Baja Aleutiana, principalmente en los meses de Noviembre a Marzo (Mantua et al, 1997, Giannini et al, 2004). Si bien la señal en la TSMa no presenta características claras de la estructura del PDO.

En un estudio previo, se realizaron las correlaciones para las estaciones de verano e invierno entre los índices de extremos durante el período 1950-2002 y el índice de PDO, obtenido de la página web: <http://jisao.washington.edu/pdo/PDO.latest> (Mantua et al 1997). Los resultados obtenidos muestran una correlación negativa significativa al 95% en los extremos fríos (TN10 y TX10) durante el verano (Rusticucci y Renom, 2008) sugiriendo una señal de la fase fría del PDO con la ocurrencia de noches frías en Uruguay durante el período 1950-2002. Analizando las relaciones atmosféricas se puede concluir que esta relación es más intensa en el período 1948-1975.

Hemisferio Sur:

Al analizar los campos en superficie se detecta correlación significativa negativa con un debilitamiento de la presión en superficie en la región sudoccidental del Atlántico.

Globalmente la estructura del campo de regresiones de PNM evidencia un modo anular entre la zona Antártica y las latitudes medias, detectándose una correlación positiva significativa en toda la

zona polar (al sur de 60° S). Si bien se han documentado errores significativos en los campos de presión al sur de los 50°S en los datos del Reanálisis (Hines et al, 2000), la estructura es coincidente con el principal modo de variabilidad del Hemisferio Sur llamado Modo Anular del Sur (Southern Annular Mode (SAM) en inglés) (Mo, 2000; Kidson, 1988).

Marshall (2003), en su trabajo da una definición empírica de un índice para el SAM para la cual emplea datos provenientes de 6 estaciones meteorológicas ubicadas cerca de los 40°S y 6 estaciones ubicadas cerca de los 65°S. El cálculo del mismo se realizó siguiendo la definición del índice presentado en el trabajo de Gong y Wang (1999) promediando zonalmente la PNM a los 40°S y 65°S en el período comprendido entre 1958-2008. Uno de los resultados obtenidos en el trabajo de Marshall, es la existencia de una tendencia significativa positiva en el índice, principalmente en el verano, durante todo el período analizado.

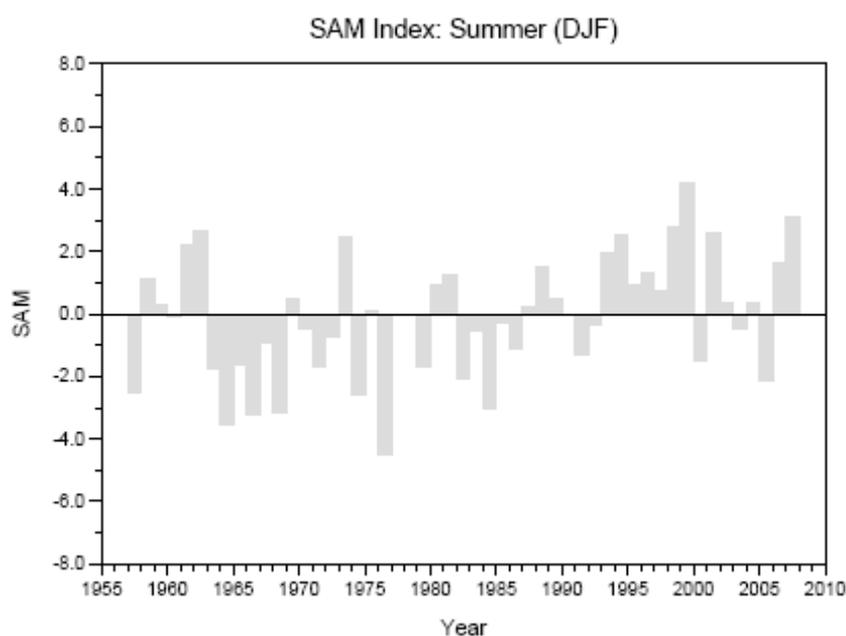


Fig. 7.6 Variación temporal del índice del SAM (Marshall) en verano para el período 1958-2008. (Obtenido de <http://www.antarctica.ac.uk/met/gjma/sam.html>)

Como se puede observar en la figura 7.6 en el período bajo análisis existe una predominancia del índice del SAM en su fase negativa, coincidente con las estructuras de variabilidad obtenidas en las variables de circulación atmosférica en este estudio.

Para cuantificar la relación se calculó la correlación lineal entre el índice que representa las noches frías y el índice de SAM durante el período 1958-1975. Se encontró que durante el período que se está analizando, existe una correlación negativa significativa al 97,5% (test de Student) ($r = -0.54$), lo cual indica que la ocurrencia de noches frías y el índice SAM tienen alrededor de un 30% de varianza en común.

Así se concluye que los mapas de regresiones de PNM, viento en superficie y altura, presentan una estructura similar a la fase negativa del SAM, con una anomalía negativa de la presión en superficie en las latitudes medias y anomalía positiva en la zona Antártica, asociada a un debilitamiento de los vientos de los oestes en latitudes medias. De este patrón se destaca la zona con anomalía negativa significativa de PNM en el Atlántico Sudoccidental, asociada a una anomalía ciclónica de la circulación desde 925 hPa hasta los 200 hPa que favorece la entrada de masas de aire desde el sur (fríos). Sugiriendo un debilitamiento del borde occidental del anticiclón semipermanente del Atlántico Sur.

Se concluye que durante el período I, la mayor ocurrencia de noches frías en el verano está correlacionada con la fase negativa del principal modo de variabilidad atmosférica del Hemisferio Sur, el SAM.

Análisis de Resultados: Período II (1976-2005)

Relaciones con TSMa

Uno de los cambios más significativos durante este período se presenta en la correlación con el Océano Índico tropical oeste (Fig. 7.5). Mientras que en el período I existía una zona de correlación negativa significativa, en este segundo período tal correlación se pierde y tiende a cambiar de signo. Por otro lado las zonas de correlación negativa ubicadas en la costa oeste del Océano Atlántico y este del Océano Pacífico Sur, son más extensas comparadas con el período I, presentando un desplazamiento hacia el norte (ubicándose en los 35°S) respecto al período anterior. Barrucand (2008), analiza las correlaciones entre los extremos de temperatura en Argentina para el período 1959-2003 y las anomalías de temperatura de superficie del mar en diferentes regiones del Atlántico Sur. Dicho trabajo detecta correlaciones significativas entre TN10 y el Atlántico Sur principalmente en los meses de Diciembre y Enero para la zona de la Pampa Húmeda (noreste y centro) Argentina, lo cual coincide con los resultados aquí obtenidos.

Otra diferencia notoria entre este período y el anterior durante esta estación del año es la correlación positiva significativa en la región de la Zona de Convergencia del Pacífico Sur (ZCPS).

Relaciones Atmosféricas:

Una de las diferencias más marcadas respecto al período anterior es que la estructura anular, característica del SAM, se pierde por completo, evidenciado al realizar las correlaciones entre el índice del SAM y las noches frías en el período 1976-2005. La correlación significativa antes detectada para el período 1958-1975, se pierde totalmente ($r = -0.02$).

Otro aspecto a destacar de los patrones de regresión obtenidos, se observa en los campos de viento en 200 hPa. Sobre una región que cubre SESA se destaca una anomalía ciclónica, correlacionada significativamente con las noches frías. Dicha anomalía está centrada en los 35°S, 50°W aproximadamente y se extiende desde los 20°S hasta los 50°S y desde los 20°W hasta los 85°W. En el período I esta estructura no se presenta claramente como un centro cerrado sino que presenta un dipolo de anomalías ciclónica/anticiclónica.

El trabajo de Cazes et al (2003) analiza la variabilidad estacional de la precipitación en Uruguay y su dependencia con el fenómeno del ENSO para el período 1948-1997. Uno de los patrones de circulación que ellos obtienen para Enero-Febrero y que presenta una alta correlación con la precipitación en Uruguay, consiste en un vórtice anticiclónico en el viento en 200 hPa, centrado sobre SESA, similar al encontrado en este estudio.

Cazes et al (2003) muestran que esta estructura es independiente del fenómeno ENSO lo cuál coincide con el trabajo de Robertson y Mechoso (2000).

Para el análisis de eventos extremos de temperatura, ¿Presenta esta configuración alguna relación con el ENSO?

Para verificar cuantitativamente que el vortice obtenido en los mapas de regresión en 200 hPa forma parte de la variabilidad atmosférica interna se realizaron experimentos numéricos con un modelo de circulación general de la atmósfera (AGCM).

Se utilizó el modelo global dinámico atmosférico, SPEEDY (Simplified Parametrization, primitive-Equation DYNamics), (Molteni, 2003). Este modelo fue acoplado con una capa límite oceánica, de tal forma que las TSMa son forzadas únicamente por flujos de calor atmosféricos, asegurando así la remoción del fenómeno ENSO.

En colaboración con el Dr. Marcelo Barreiro, quien utiliza dicho modelo, se realizó el siguiente análisis; se correlacionó la 1ra y 2da componente principal, de la temperatura media definida en la región: 20-40°S, 65-45°W, que cubre SESA, calculadas sobre 60 años de corrida del modelo, las que representan 63 y 24 % de la varianza respectivamente (figura 7.7). Las figuras 7.8 a 7.10, muestran las regresiones obtenidas de las 2 componentes principales y las anomalías de TSM, presión en superficie y vector viento en 200 hPa, respectivamente.

Como se puede observar los patrones de variabilidad son muy similares tanto en la anomalía de temperatura de superficie del mar como de viento en 200 hPa y presión en superficie, en la zona del Atlántico Sur y Pacífico Sur, que los obtenidos al realizar la regresión con TN10.

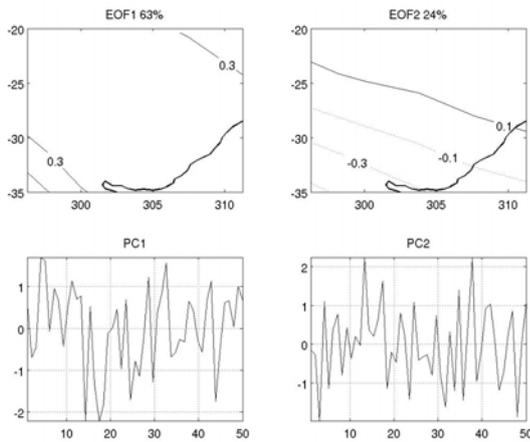


Fig.7.7. 1ra y 2da PC de temperaturas medias sobre SESA (SPEEDY)

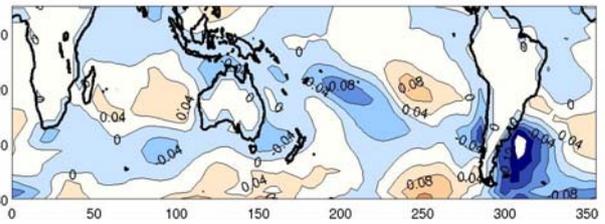
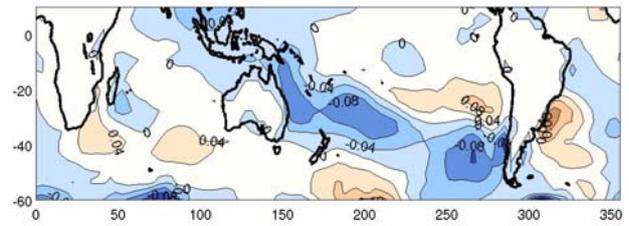


Fig. 7.8 Regresiones 1ra PC (2da PC) panel superior (inferior) sobre TSMa. SPEEDY

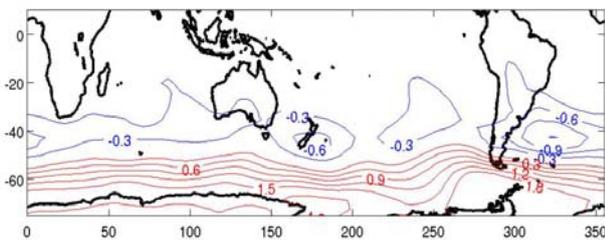
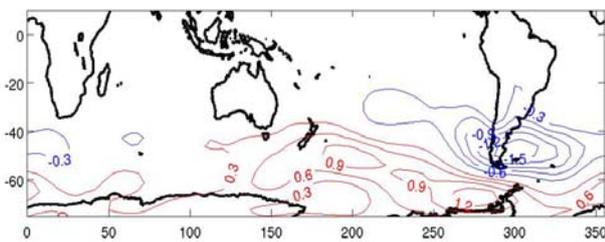


Fig. 7.9. Idem 7.8 para PNM

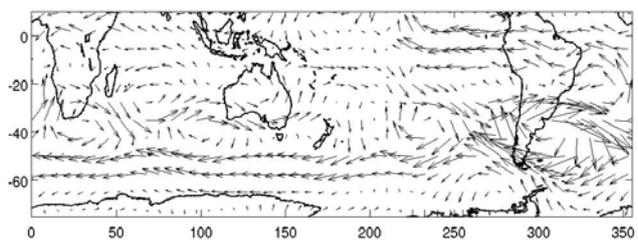
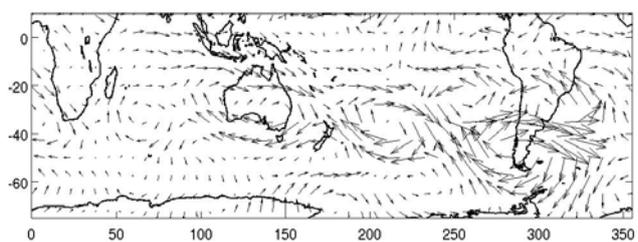


Fig. 7.10. Idem 7.8 para viento en 200 hPa.

De esta forma se demuestra que las anomalías frías de TSM que acompañan una mayor ocurrencia de noches frías no son los causantes del cambio en los extremos de temperatura, sino que son forzadas por las mismas anomalías atmosféricas que dan lugar a la ocurrencia de las noches frías. Demostrándose además que los patrones obtenidos son independientes del fenómeno ENSO.

Por otro lado los mapas de regresión con las noches frías muestran la existencia de un tren de ondas en superficie y altura que conecta la ZCPS con Sudamérica. Siendo más evidente en la componente meridional del viento tanto en superficie como en altura.

A este respecto, es importante señalar el trabajo de Kalnay et al (1986) el cual realiza un análisis de ondas estacionarias en el Hemisferio sur basado en la información de enero y febrero de 1979. Dicho trabajo muestra que durante enero de 1979, la circulación sobre América del Sur y el Atlántico sur estuvo dominada por ondas cortas estacionarias de gran amplitud. En base a ello los autores proponen que una onda de Rossby estacionaria vinculada a la posición e intensidad de la ZCPS afecta la circulación en América del Sur y fuerza las anomalías de TSM en las bandas extratropicales en regiones similares a las encontradas en esta tesis.

Nuestro análisis usando observaciones así como modelación numérica indica que el vórtice obtenido en 200 hPa es independiente del ENSO, de acuerdo con Cazes et al (2003). Así mismo, el estudio permite concluir que las anomalías de TSM en la banda zonal en el Atlántico Sur (oeste) y el Pacífico Sur (este) son forzadas por la atmósfera.

La ocurrencia de eventos extremos fríos de la temperatura mínima (TN10) en Uruguay durante la estación de verano en el período 1976-2005 está asociada con un vórtice ciclónico en altura, cuyo centro está ubicado en 35°S, 50°W. Se demostró que dicha anomalía de circulación no solo es independiente de los eventos ENSO, sino que además la atmósfera estaría forzando las anomalías de TSMa de temperatura superficial del mar en la zona del Atlántico Sur oeste y del Pacífico Sur este.

Concluyendo que la variabilidad interanual del índice de noches frías durante el verano está asociada a variabilidad interna de la atmósfera principalmente durante el período 1976-2005.

7.4.2

OTOÑO

En esta estación se presentara el análisis realizado a los dos índices basados en temperatura mínima, noches cálidas (TN90) y noches frías (TN10).

Uno de los motivos para seleccionar ambos índices fue que al realizar las correlaciones entre los mismos en los dos períodos, existe una perdida de correlación entre ambos (Tabla 7.2).

1946-1975	Tn90	Tx10	Tx90
Tn10	-0.6031	0.7440	-0.6131
Tn90		-0.3386	0.7976
Tx10			-0.4836

1976-2005	Tn90	Tx10	Tx90
Tn10	-0.2988	0.6273	-0.1585
Tn90		-0.1028	0.5696
Tx10			-0.2205

Tabla 7.2. Idem tabla 7.1 para otoño (MAM).

Durante el período I los extremos fríos (TN10 y TX10) y cálidos (TN90 y TX90) estaban correlacionados significativamente entre sí. También una correlación negativa significativa entre los índices generados a partir de la misma serie de temperatura extrema (TN10-TN90 y TX10-TX90), es observada en el primer período, la cuál se pierde al considerar el período II.

Sugiriendo que el aumento (disminución) de eventos fríos (cálidos) en la estación de otoño, no esta correlacionada con la disminución (aumento) de eventos cálidos (fríos) en la variable, durante el período II. Afectando solo uno de los extremos a la media de la variable.

Análisis de Resultados: Período I : 1946-1975

Relaciones con TSMa

Para un mejor análisis de los resultados se reitera (figura 7.11) parte de la figura 7.2

En general los patrones de correlación de ambos índices con las TSMa globales son similares y de signo contrario, en este período.

Destacándose las correlaciones significativa en la región del Océano Índico tropical oeste.

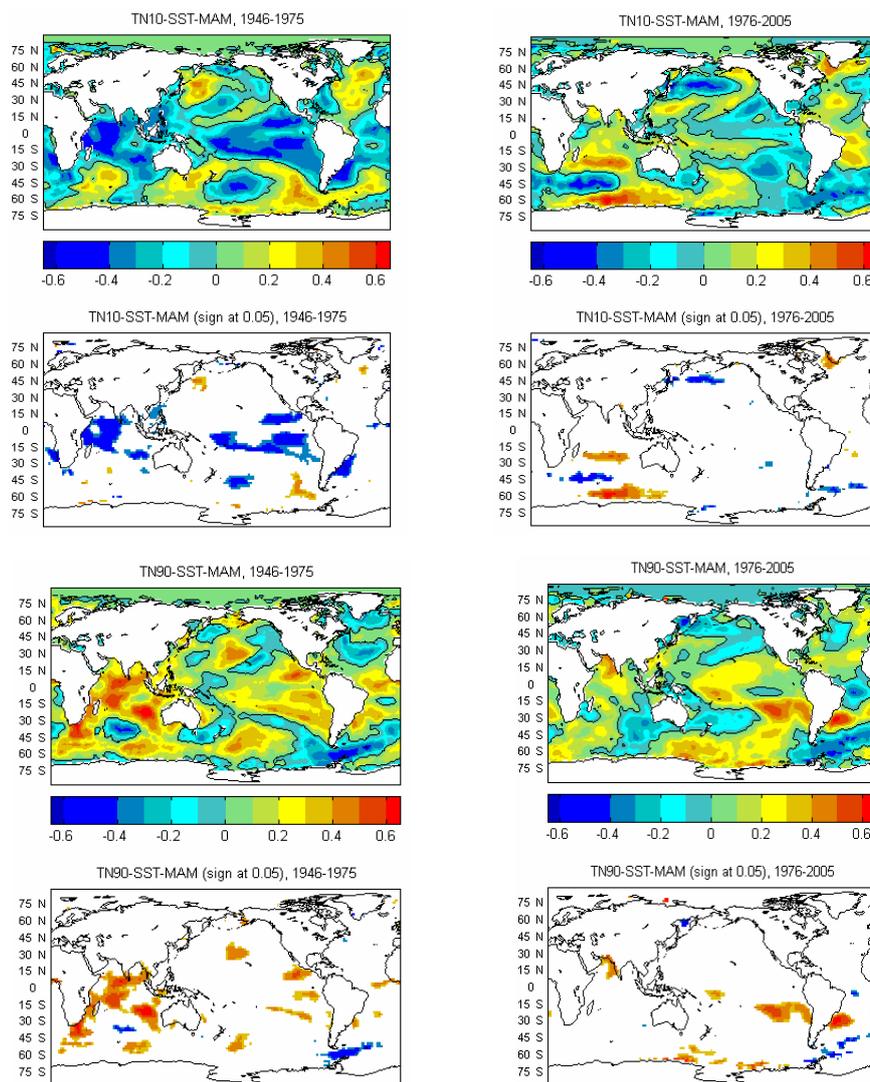


Fig. 7.11. Correlaciones entre TSMa y TN10 (TN90) panel superior (inferior) en el período I (II) izquierda (derecha)

Dicha correlación muestra que anomalías positivas (negativas) en la temperatura de superficie del mar en la zona mencionada coinciden con un aumento (disminución) en la ocurrencia de noches

cálidas (frías) en otoño. Para el caso de noches frías la correlación antes mencionada se presentaba como significativa durante el verano en el mismo período (ver punto anterior).

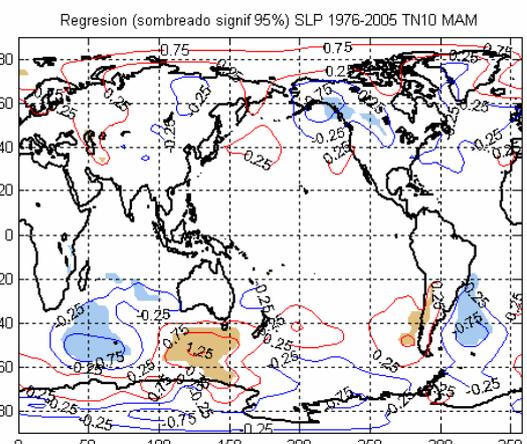
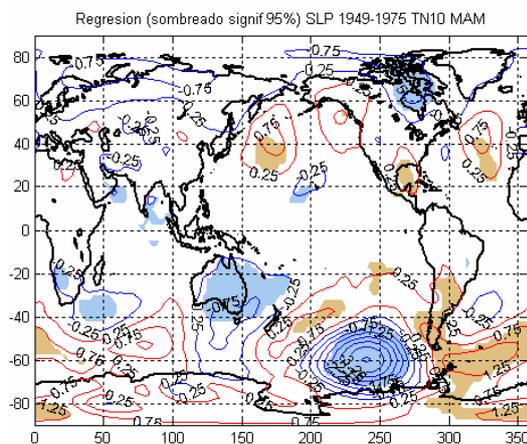
Las regiones del Pacífico tropical particularmente al sur del ecuador y del Atlántico sudoccidental, presentan correlación negativa significativa con la ocurrencia de noches frías sobre Uruguay.

Relaciones Atmosféricas: TN10

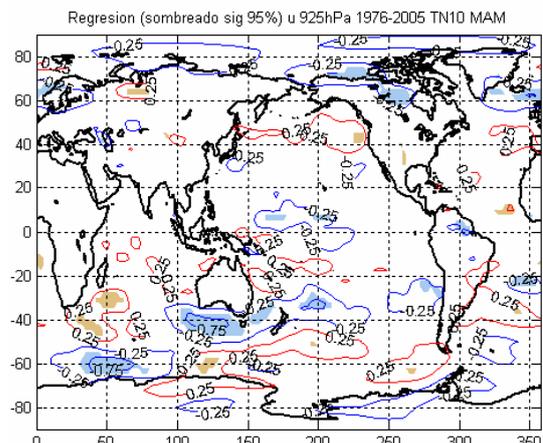
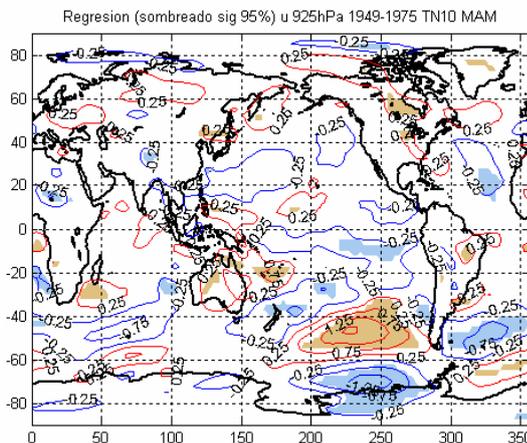
PNM

1948-1975

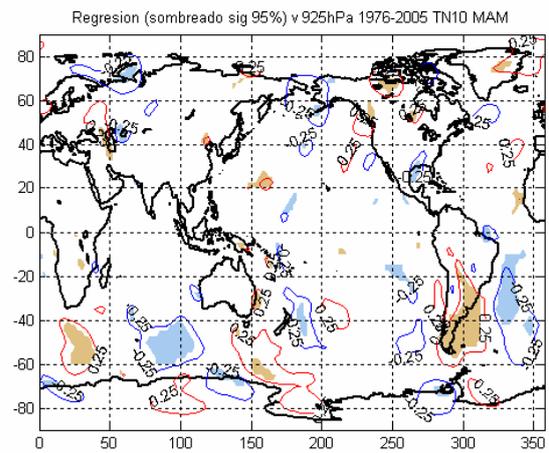
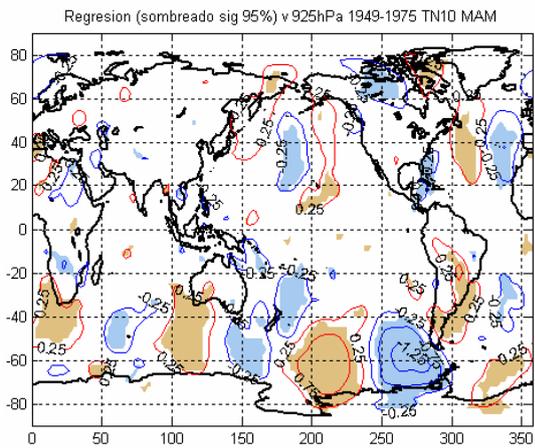
1976-2005



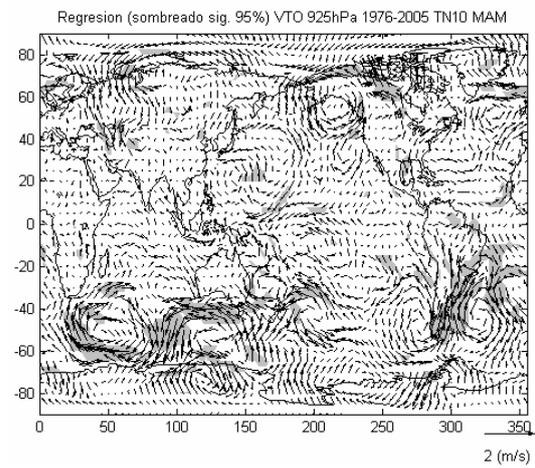
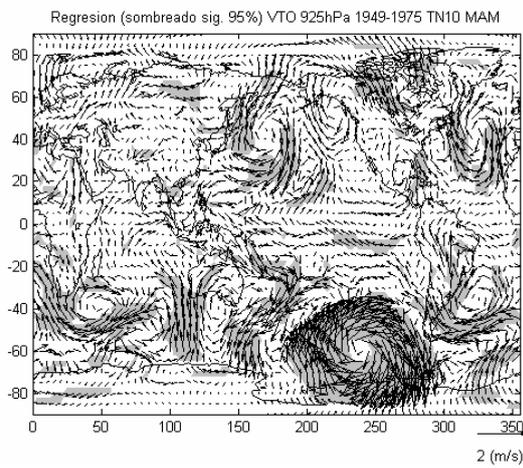
Componente zonal del viento en 925 hPa.



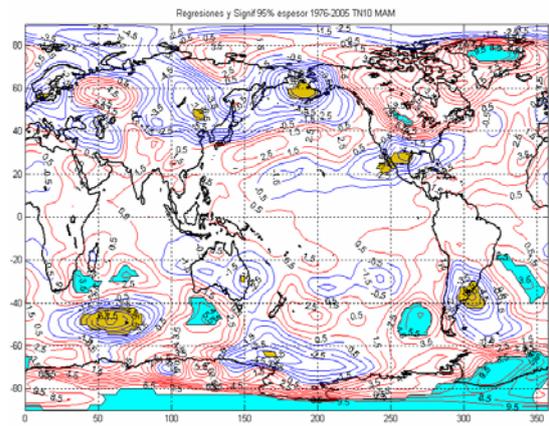
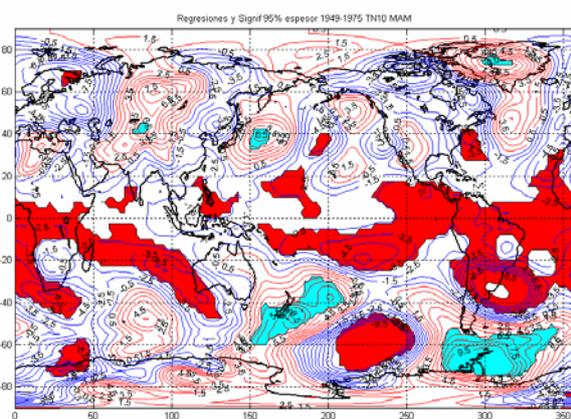
Componente meridional del viento en 925 hPa.



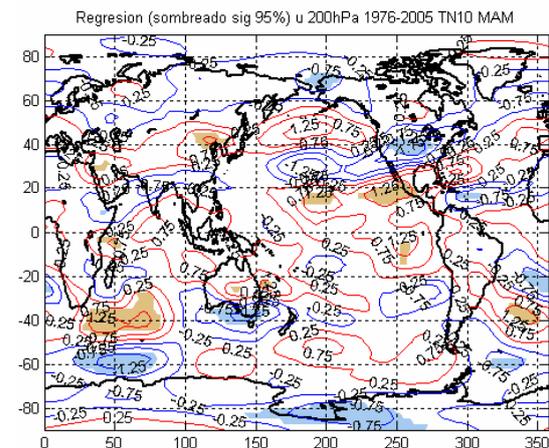
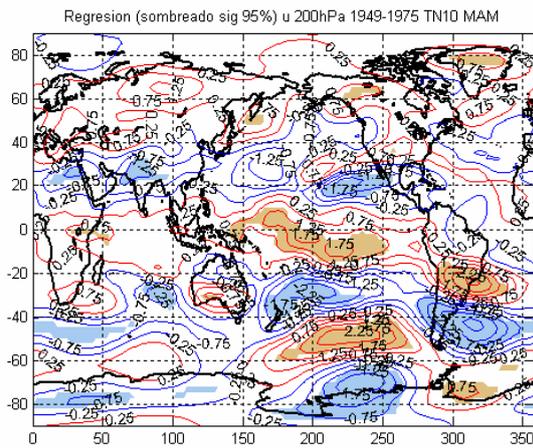
Vector Viento en 925 hPa.



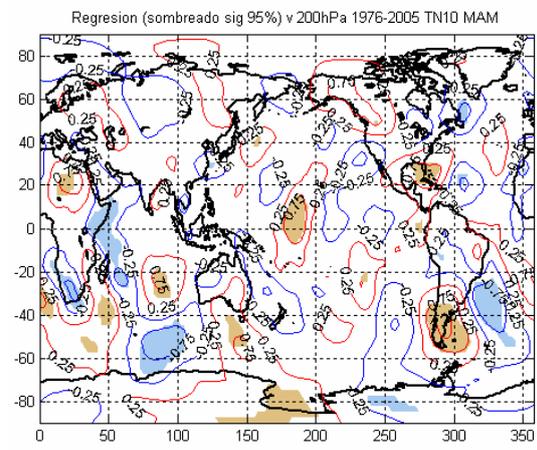
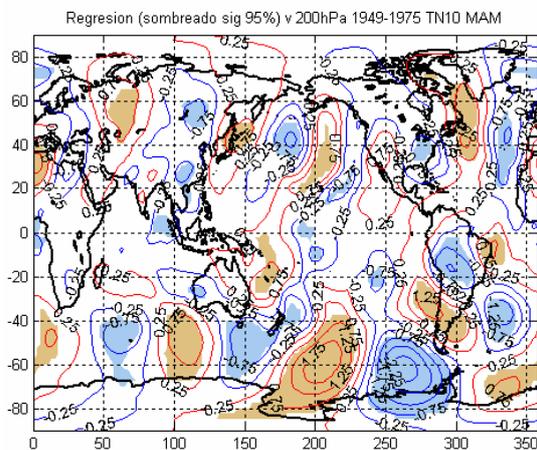
Espesor 1000/500



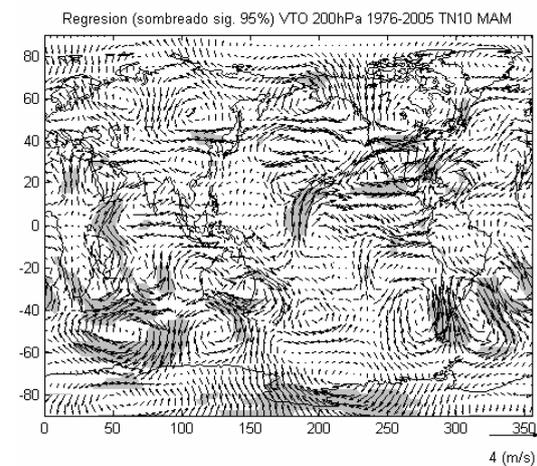
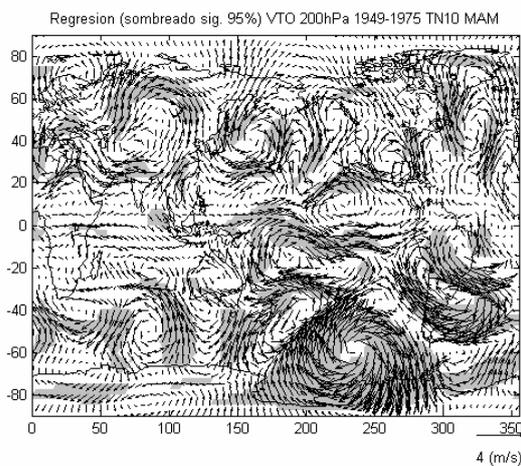
Componente zonal del viento en 200 hPa.



Componente meridional del viento en 200 hPa.



Vector viento en 200 hPa.



De los mapas de regresiones se puede observar sobre el Océano Pacífico Sur, una estructura del tipo Pacific South American Pattern (PSA 1) (Kidson, 1999), el cuál esta asociado con el fenómeno ENSO. Este patrón tiene una estructura barotrópica en altura, similar a lo detectado en este análisis. Coincidente además con el patrón obtenido en la TSMa.

Se observa la existencia de un tren de onda en la banda que se encuentra entre los 40°-60°S en la componente meridional del viento tanto en superficie como en altura.

Se puede concluir que durante el período I la ocurrencia de noches frías durante otoño esta relacionada con un enfriamiento del Pacífico tropical. Los patrones atmosféricos sugieren una conexión remota con estructura similar al PSA1.

Análisis de Resultados: Período II : 1976-2005 – TN10

Relaciones con TSMa

Se observa la pérdida de correlación entre la ocurrencia de noches frías y el Océano Pacífico tropical.

Destacándose en este período además la pérdida de correlación con el Océano Índico tropical oeste, la cual tiende a un cambio de signo, al igual que sucedía en el verano. Observándose una zona significativa positiva en dicho Océano ubicada más al sur (alrededor de los 25°S).

¿Existieron cambios en la relación entre la zona oeste del océano Índico tropical con las TSMa globales, que puedan asociarse a los cambios en las relaciones entre dicha zona y los extremos de temperatura en Uruguay?

Para ellos se consideraron las anomalías del Océano Indico tropical en la región donde se detectó para el período I, correlación significativa con los índices de extremos de temperatura.

Se construyeron las anomalías de TSM en la estación de otoño para la región definida entre: 16°N-16°S y 50°E-70°E y se realizaron las correlaciones con las TSMa globales en ambos períodos.

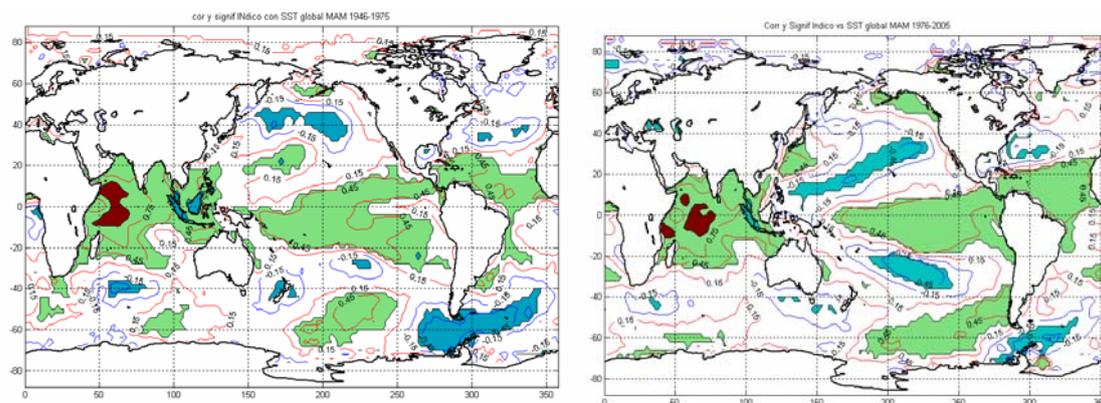


Fig. 7.12. Campo de correlaciones entre Océano Índico y TSMa globales. Izq. 1946-1975, Der. 1976-2005

De la figura 7.12, se observa que si bien en general los campos de correlaciones son muy similares en ambos períodos, los cambios significativos se observan en el Océano Pacífico sur y Atlántico Sur.

En el período II, se detecta un desplazamiento hacia el este de la zona de correlación significativa en el Océano Pacífico Sur, así como una alternancia de centros positivos y negativos, que comienza desde la zona tropical de dicho océano hacia el sur la cual esta bien definida al compararlo con el período anterior. Una reducción en la región de correlación negativa significativa en el extremo sur de América del Sur es observada.

Los campos de correlaciones entre TSMa globales y los índices de extremos (TN10 y TN90) son muy similares a los obtenidos de las correlaciones del Océano Índico tropical oeste y las TSMa globales durante el período I.

Cambios en el Océano Índico tropical relacionados con el salto climático de 1976/77, han sido documentados por varios autores (Kawamura et al, 1998; Wang et al. 2001, Wu y Wang, 2002).

Pocos estudios existen sobre las relaciones entre el Océano Índico y el clima en América del Sur siendo una interesante línea de investigación a desarrollar en el futuro. El único trabajo encontrado en la bibliografía que estudia esta relación es el trabajo de Chan et al (2008), donde se analiza la influencia del Dipolo del Océano Índico en la precipitación sobre América del Sur en la estación de

primavera, época en que se manifiesta el dipolo del Índico. Ellos detectan un tren de ondas de Rossby que surge desde el Océano Índico tropical curvándose hacia el sur y propagándose hacia América del Sur.

Relaciones Atmosféricas:

Al observar los mapas de regresiones para el período II con las noches frías, es notable la ausencia de las estructuras que se habían observado para el período anterior. Coincidente con lo antes mencionado sobre las relaciones con las anomalías de TSM.

Análisis de Resultados: Período II - TN90

Relaciones Atmosféricas

Los campos de regresiones para TN90 durante el período I son similares a los de TN10 pero con signo opuesto coincidente con la correlación negativa significativa entre ambos en dicho período, de esta manera se extienden los resultados obtenidos para TN10 con el signo correspondiente en el período I.

Dado que durante el período II TN10 y TN90 pierden correlación entre ellos. Se analizarán los campos de regresiones de TN90 solamente para dicho período.

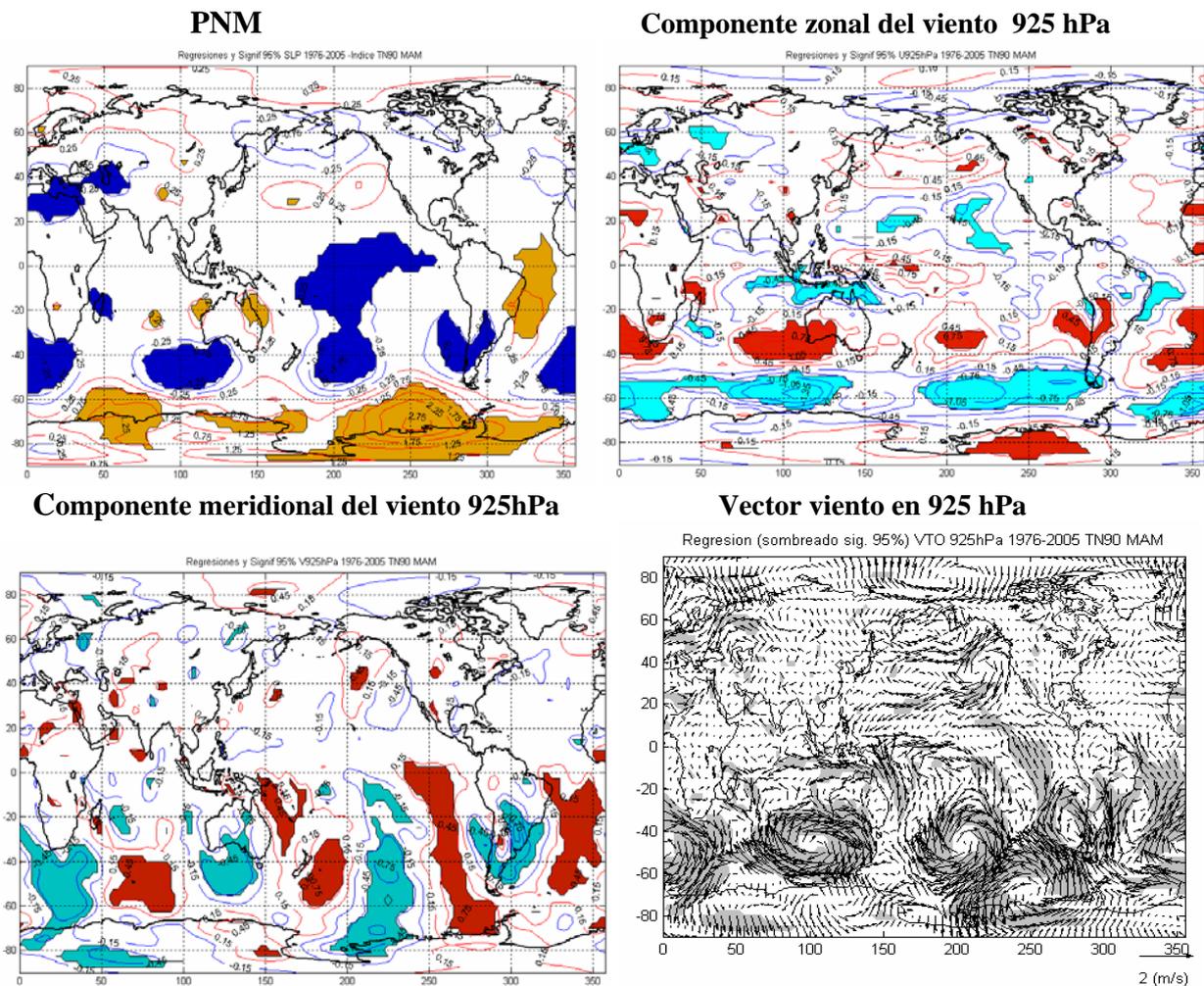
Se puede apreciar, en los mapas de regresiones para los días cálidos, una estructura anular en la banda que va desde aproximadamente 20°S hacia las altas latitudes tanto de los campos en superficie como en altura. Similar a la estructura anular del SAM.

Además se observa una anomalía positiva en la PNM, desde el Atlántico tropical, hacia el sur (hasta los 35°S aproximadamente), ubicada sobre la costa oeste de América del sur, favoreciendo la entrada de masas de aire cálido desde el norte hacia Uruguay, lo cual también se evidencia en el

campo de Espesor, donde una anomalía positiva en dicho campo es significativa, representado un calentamiento en las capas medias de la tropósfera en dicha zona.

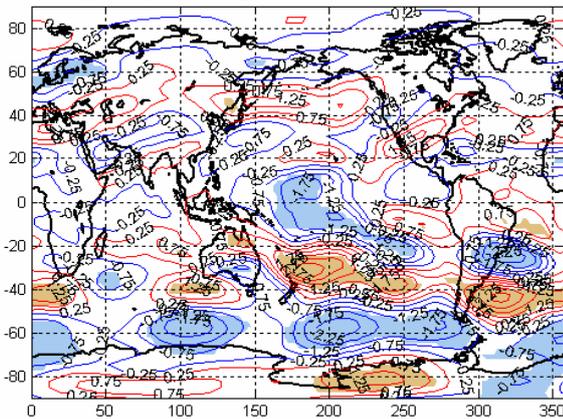
Debido a la estructura anular detectada, se procedió de la misma manera que para la estación de verano. Para cuantificar la relación se calcularon las correlaciones entre el índice de noches cálidas en el período 1976-2005 para otoño con el índice SAM. Se encontró que durante el periodo II TN90 presenta una correlación negativa significativa (al 99%) con el índice SAM ($r = -0.45$). Mientras que el mismo análisis para las noches frías (TN10) no presenta correlación significativa en este período.

TN90 1976-2005



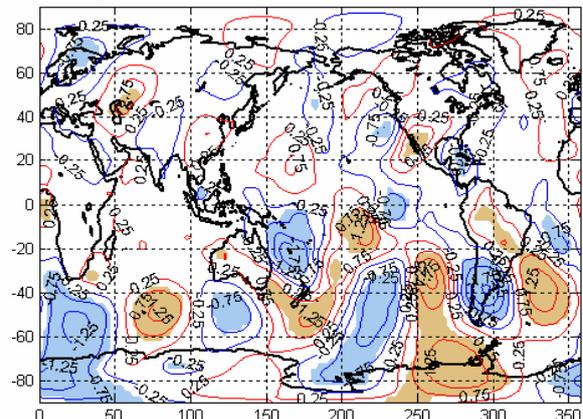
Componente zonal del viento 200 hPa

Regresion (sombreado sig 95%) u 200hPa 1976-2005 TN90 MAM



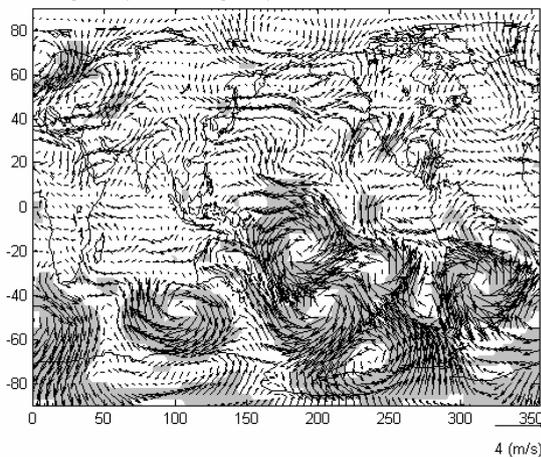
Componente meridional del viento 200hPa

Regresion (sombreado sig 95%) v 200hPa 1976-2005 TN90 MAM



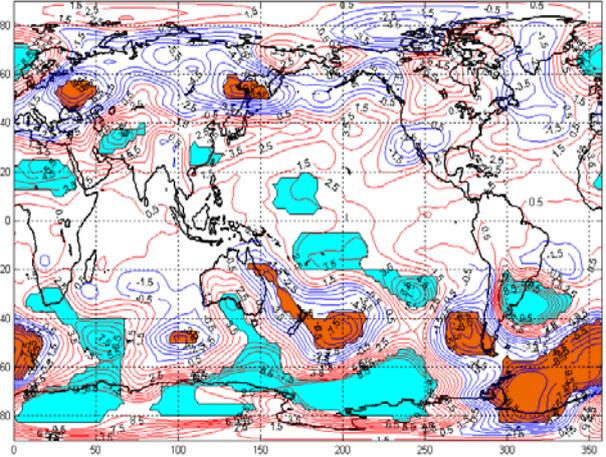
Vector viento en 200 hPa

Regresion (sombreado sig 95%) VTO 200hPa 1976-2005 TN90 MAM



Espesor 1000/500

Regresiones y Signif 95% espesor 1976-2005 TN90 MAM



Otro aspecto a destacar, es la presencia de un vórtice anticiclónico significativo en los mapas de regresiones del viento en altura, sobre la región de SESA. Siendo su ubicación muy próxima a la detectada durante el verano, para las noches frías (vórtice ciclónico).

Un patrón de onda se observa en altura, el cual parte desde el oeste del Océano Pacífico ecuatorial, hacia el sur curvándose hacia la zona de América del Sur.

Cazes et al (2003) en su análisis para los meses Marzo- Julio obtienen un patrón, el cual presenta una correlación positiva con la precipitación en Uruguay, que consiste en un patrón de onda muy similar al obtenido en este estudio. Ellos muestran que esta estructura no esta significativamente correlacionada con la TSMa o los movimientos verticales del Pacífico ecuatorial.

Se puede concluir para esta estación del año durante el período I, la existencia de una fuerte correlación entre el Océano Índico tropical y los índices basados en la temperatura mínima, sugiriendo que una anomalía fría (cálida) en dicha región esta relacionada con una mayor ocurrencia de noches frías (cálidas). Respecto a las noches frías una mayor ocurrencia de estos eventos se encuentra además relacionada con un enfriamiento en el Pacífico tropical.

En el período II la correlación con el Océano Índico tropical se pierde.

Siendo lo más destacable en este período la correlación negativa entre las noches cálidas con el índice SAM, evidenciado en la estructura anular de los campos de regresiones de dicho índice con las variables atmosféricas analizadas. Presentando además una anomalía positiva en la PNM ubicada sobre la costa de América del sur la cual favorece el aporte de masas de aire cálidos desde el norte. Es importante también mencionar que para ambos índices aparece como significativo un vortice en 200 hPa ubicado sobre SESA al igual que en verano.

7.4.3

INVIERNO

En esta estación del año se seleccionó el índice de las noches cálidas (TN90) debido al cambio significativo en la correlación con las anomalías de TSM, principalmente en la región del Pacífico tropical al comparar ambos períodos.

Al igual que con las otras estaciones se presenta la correlación entre los índices en esta estación en los diferentes períodos (Tabla 7.3).

1946-1975	Tn90	Tx10	Tx90
Tn10	-0.44	0.3514	-0.1177
Tn90		-0.2669	0.7591
Tx10			-0.1816

1976-2005	Tn90	Tx10	Tx90
Tn10	-0.4838	0.6735	-0.1943
Tn90		-0.3420	0.7418
Tx10			-0.3853

Tabla 7.3. Idem tabla 7.1 para invierno (JJA)

En general se observa en ambos períodos una correlación significativa entre los extremos cálidos (TN90 y TX90) así como una correlación negativa significativa entre ambos extremos de la serie de temperatura mínima (TN10 y TN90). Para el período II, además se observa que los extremos fríos (TN10 y TX10) presentan correlación significativa.

Relaciones con TSMa

Para un mejor análisis de los resultados se reitera (figura 7.13) parte de la figura 7.3

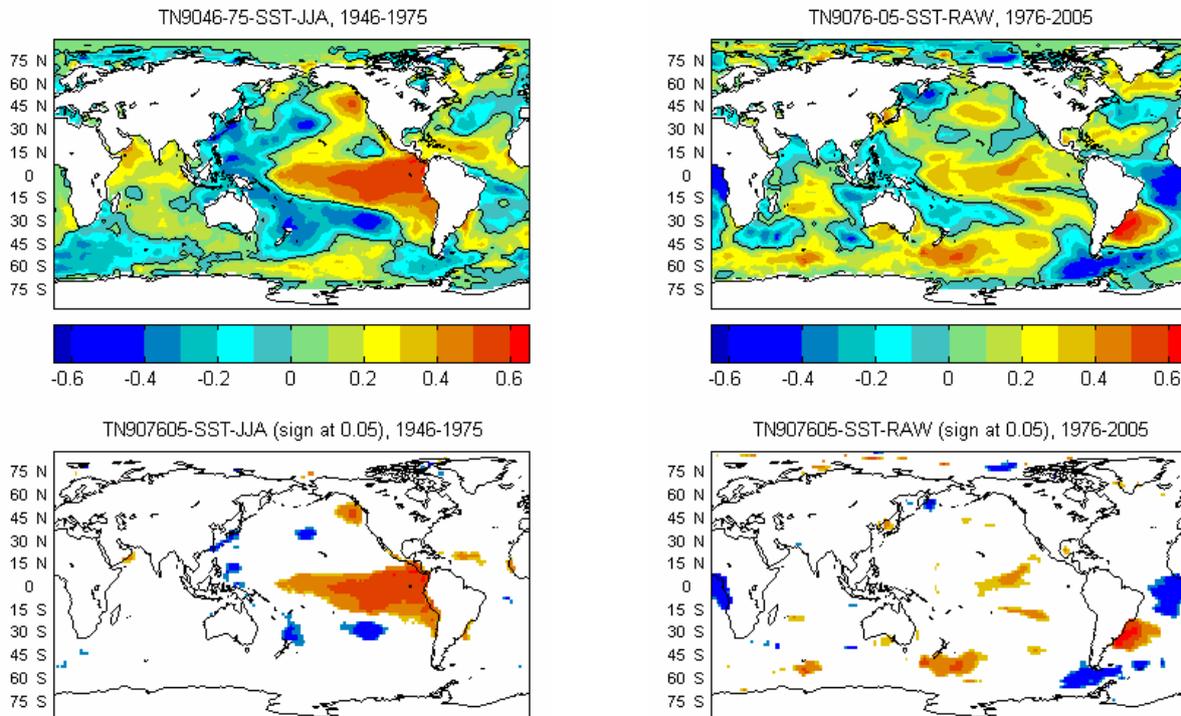


Fig. 7.13 Correlaciones entre TN90 y TSMa en invierno

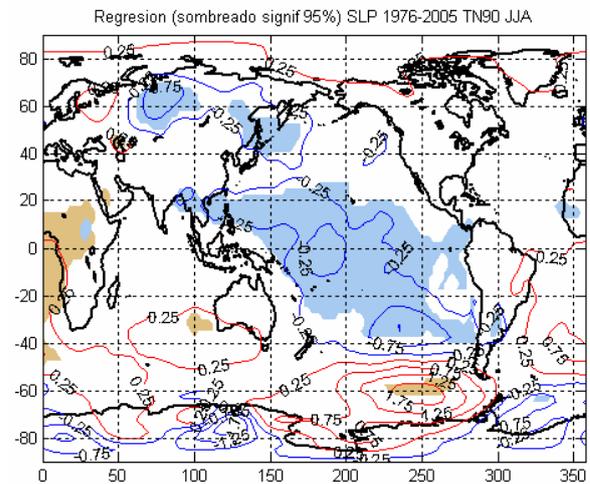
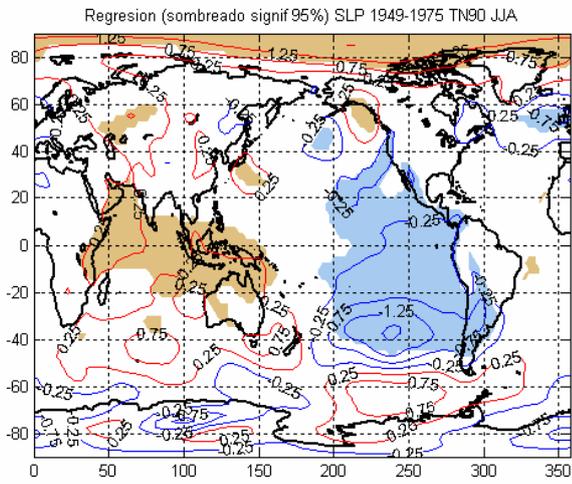
Este cambio en las correlaciones de las noches cálidas y las anomalías de TSM, es una de las señales más robustas detectadas en este trabajo de tesis. Un cambio importante en los patrones de las correlaciones en la región del Océano Pacífico tropical es observado. Destacándose en el período II respecto al I, la pérdida de correlación con el Océano Pacífico tropical, así como una mayor relevancia del Océano Atlántico Sur en este período.

Relaciones Atmosféricas

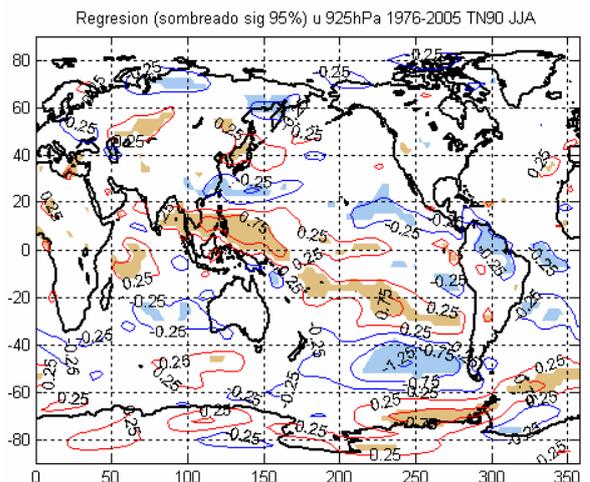
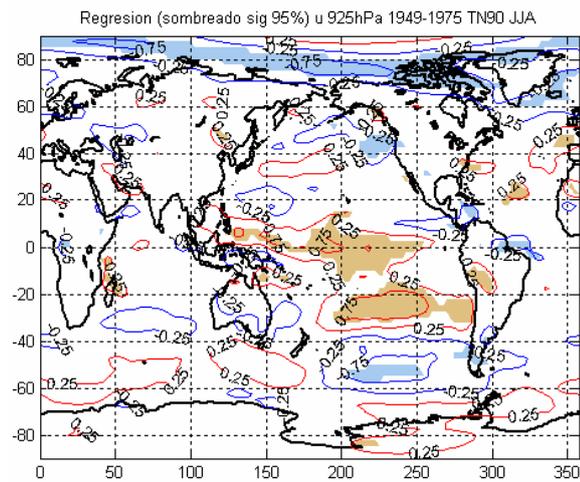
PNM

1949-1975

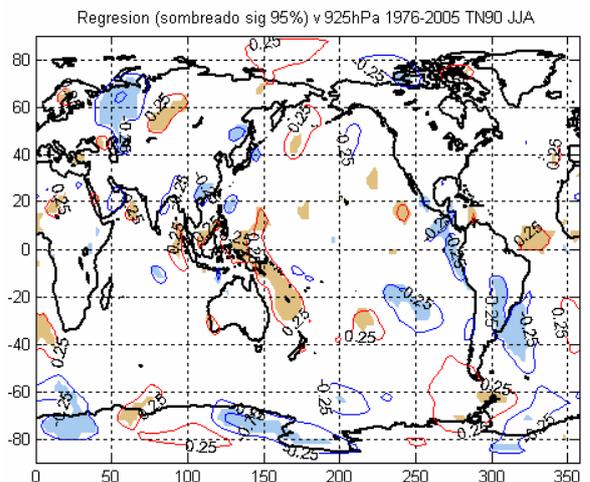
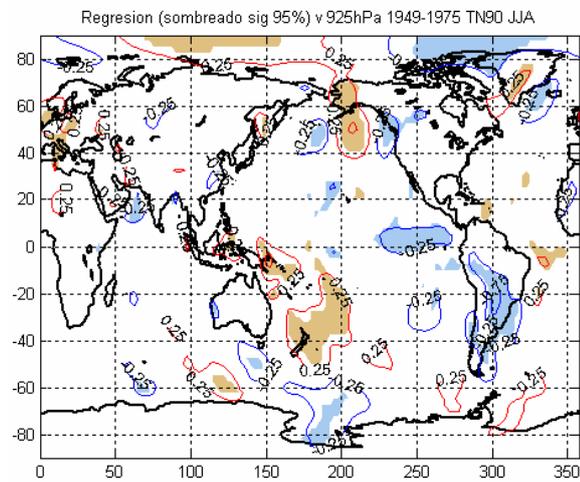
1976-2005



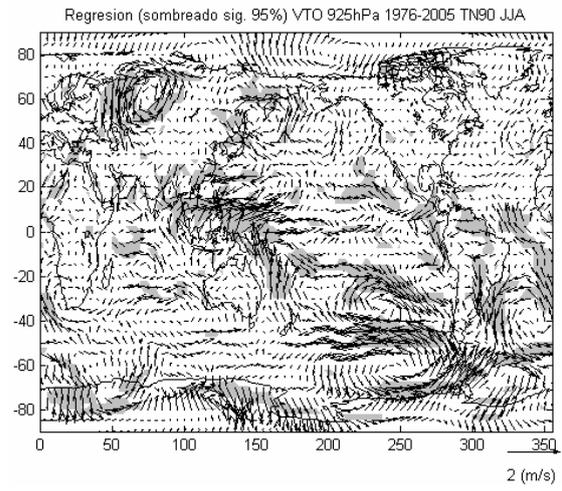
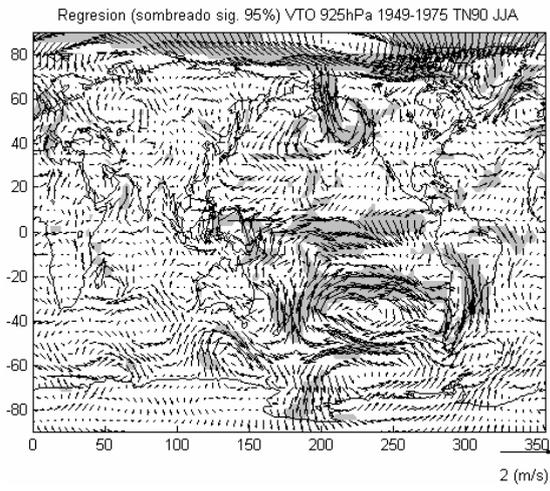
Componente zonal del viento en 925 hPa.



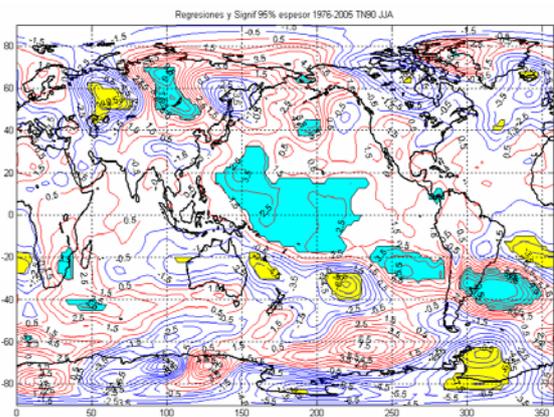
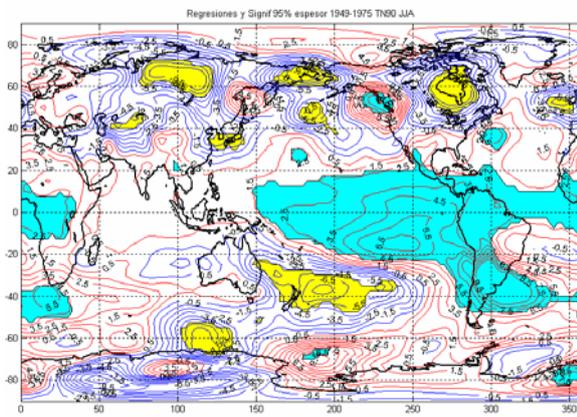
Componente meridional del viento en 925 hPa.



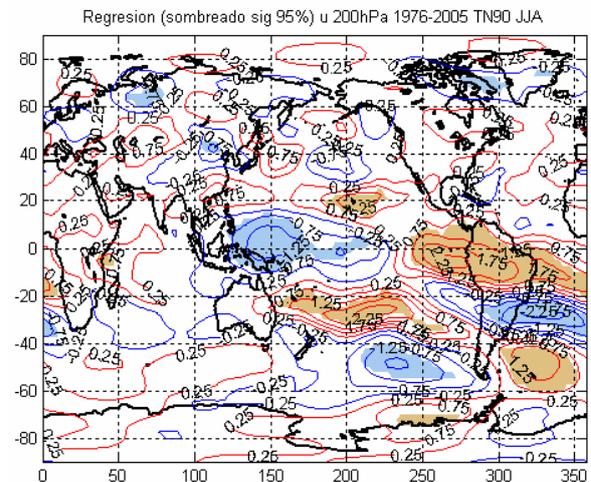
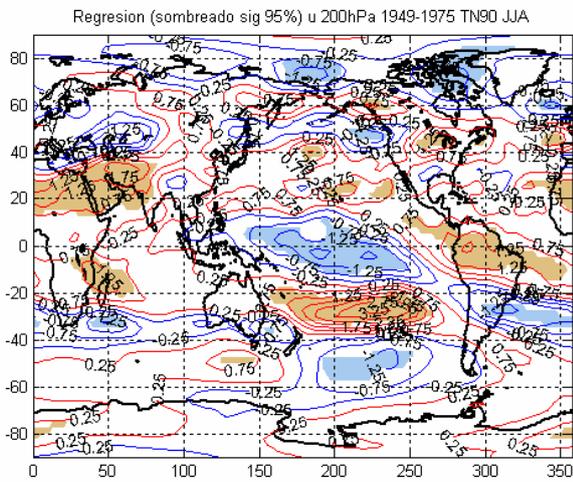
Vector viento en 925 hPa.



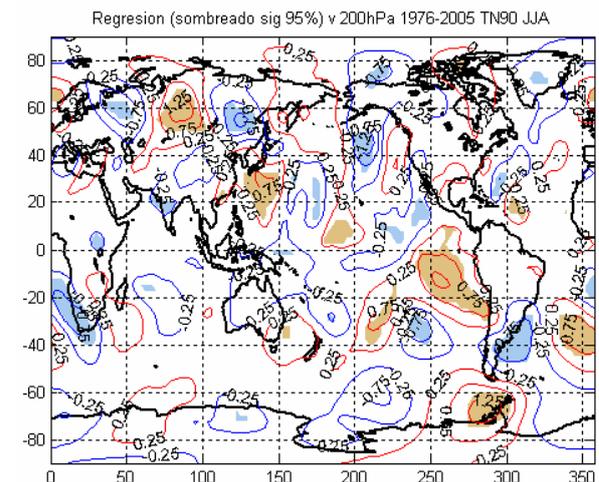
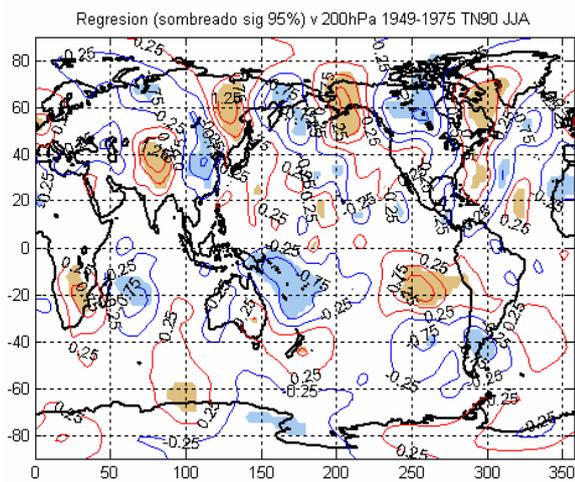
Espesor 1000/500



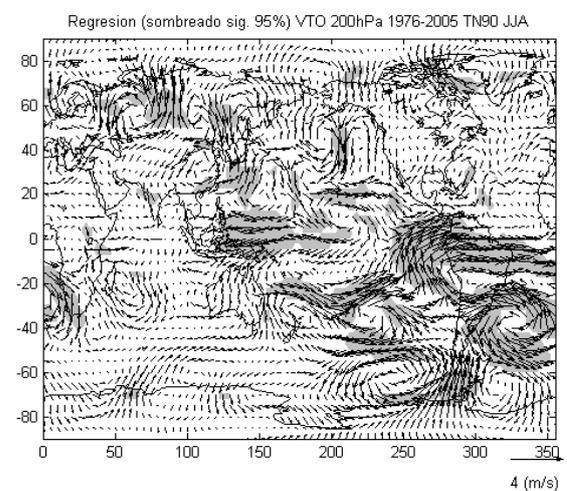
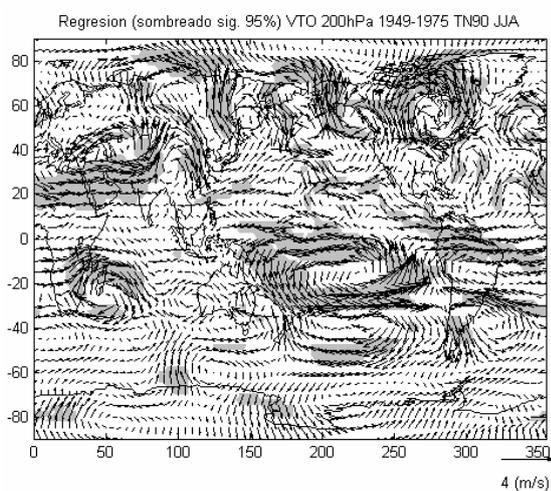
Componente zonal del viento en 200 hPa.



Componente meridional del viento en 200 hPa.



Vector viento en 200 hPa.



El campo de presión en superficie durante el período I presenta claramente una estructura marcada de la oscilación sur, estando en concordancia con el campo de correlaciones con las anomalías de TSM. Acompañada con una anomalía anticiclónica del viento en 200 hPa, ubicada en Océano Pacífico desde el ecuador hasta los 30°S, la cual es otro de los patrones de circulación característicos del fenómeno ENSO. En general todos los patrones presentan estructuras características del fenómeno del ENSO durante el período I.

Es importante mencionar que los flujos en superficie (Viento en 925 hPa) presentan una estructura muy parecida a la encontrada por Barros et al (2002) donde encuentran correlación significativa entre la temperatura media en SESA con los eventos ENSO principalmente en la estación de invierno. Concluyendo que durante el primer período (1946-1975) la ocurrencia de noches cálidas durante el invierno esta fuertemente asociada al fenómeno ENSO.

Sin embargo, durante el período II se pierde totalmente la correlación con las anomalías de TSM en el Pacífico tropical exceptuando unas pequeñas bandas en la zona del Pacífico central hacia ambos lados del Ecuador. A su vez durante este período el Océano Atlántico Sur surge con mayor relevancia. Se pueden apreciar 3 zonas importantes en las que las correlaciones alternan su signo: Atlántico tropical con anomalía negativa; anomalía positiva en la zona del Atlántico sudoccidental, y en el Atlántico sur una anomalía negativa. Al analizar la presión en superficie, se observa un desplazamiento hacia el oeste de la baja presión asociada a el calentamiento del Pacífico tropical respecto al período I, mientras que la anomalía positiva que se encontraba sobre el Océano Índico desaparece, siendo para en el último período significativa sobre el Océano Atlántico tropical.

Otro cambio significativo en la circulación se observa en la componente zonal del viento en altura. Una anomalía positiva en la región sur del Atlántico Sur se observa como significativa generando sobre América del Sur, una alternancia de centros positivos y negativos desde la zona ecuatorial hasta el sur del continente.

¿Que sucedió? Esta pregunta se nos planteó ya que los eventos más intensos del ENSO tuvieron lugar principalmente durante el período II, pero sin embargo la correlación con los extremos de temperatura se perdió.

Diferentes trabajos muestran un cambio en la evolución del ENSO antes y después del salto climático de 1976 (Wang, 1995; Trenberth y Stepaniak, 2001; Rasmusson y Carpenter, 1982). En estos trabajos se muestra que antes de 1976, los eventos ENSO comenzaban a lo largo de la costa este del Océano Pacífico tropical desarrollándose hacia el oeste hacia la zona del Pacífico ecuatorial central, mientras que luego 1977 el calentamiento se desarrolla desde la zona central del Pacífico hacia el este concluyendo que la evolución de los eventos ENSO tuvo un cambio alrededor de los años 1976/77.

Trenberth et al (2002) analizan los cambios en la evolución de los eventos ENSO y su relación con la temperatura de superficie global, concluyendo que dicho cambio afecta el calentamiento diabático en los trópicos.

Si bien las razones de por qué el fenómeno ENSO tuvo un cambio su evolución entre 1976/77 aún no son claras.

¿Fue este cambio en la evolución de los eventos ENSO que afectó las correlaciones entre las noches cálidas en Uruguay antes y después de 1976?

Para poder contestar la pregunta se realizaron los composites de los eventos ENSO antes y después de 1976.

Composites El Niño- La Niña – JJA (0)

Los eventos El Niño y La Niña fueron definidos basados en el Oceanic Niño Index (ONI) obtenido de la página web: <http://www.cgd.ucar.edu/cas/ENSO/enso.html>. El ONI se calcula considerando la anomalía de TSM durante 3 meses a mes móvil en la región de El Niño 3.4 (5°N-5°S, 120-170°W). Las anomalías están calculadas con período base 1971-2000. Estos índices están disponibles desde 1950. Se definen los siguientes años como eventos Niño y Niña:

Períodos	El Niño	La Niña
1950-1975	1951-1957-1963 1965-1968-1969 1972	1950-1954-1955 1956-1964-1967 1970-1971-1973 1974-1975
1976-2005	1976-1977-1983 1986-1987-1991 1994-1997-2002 2004	1984-1988-1995 1998-1999-2000

De esta forma se obtuvieron, 7 eventos cálidos (Niños) y 11 eventos fríos (Niñas) durante el período 1950-1975 y para el período II, 10 eventos cálidos y 6 eventos fríos. Luego se consideraron las anomalías de las variables de circulación para los meses JJA del año 0 en cada año que se definió un evento.

A partir de ello se realizaron los composites de El Niño-La Niña en ambos períodos. La significancia estadística se obtuvo mediante el test de medias de 2 colas y se fijó el nivel de significancia al 95%.

Los gráficos 7.14 al 7.18 presentan los composites de las anomalías de TSM, presión en superficie y viento en 200 hPa (u y v) para los meses de JJA (0) en ambos períodos.

Las anomalías significativas al nivel del 5 % se encuentran sombreadas.

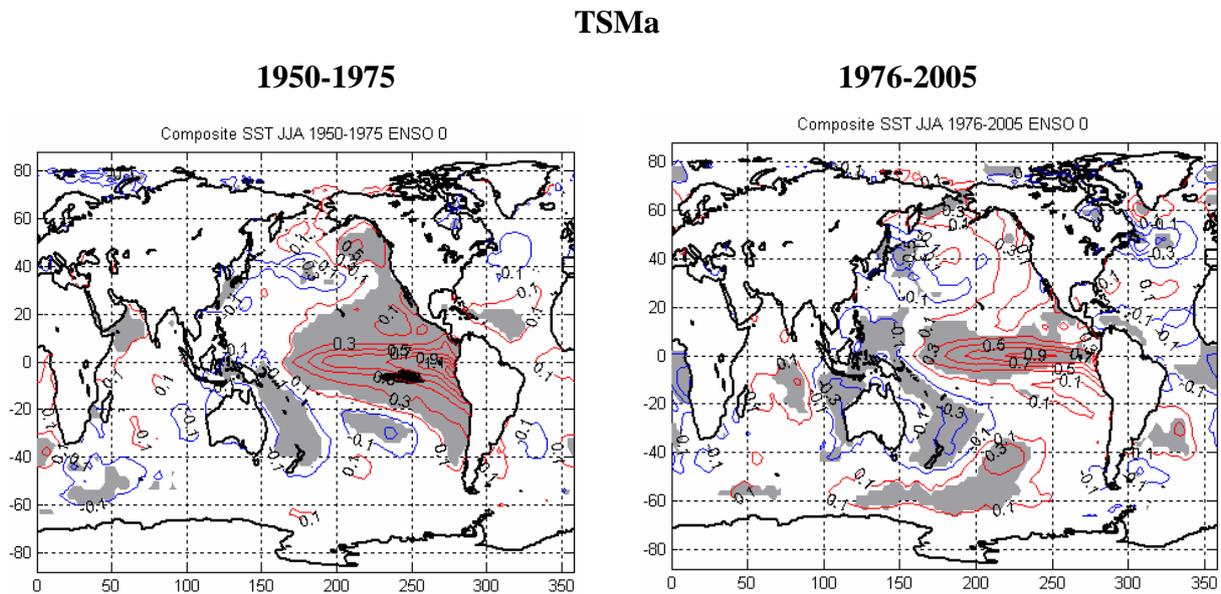


Fig. 7.14. Composites El Niño-LaNiña de TSMa durante 1950-1975 (1976-2005) izquierda (derecha)

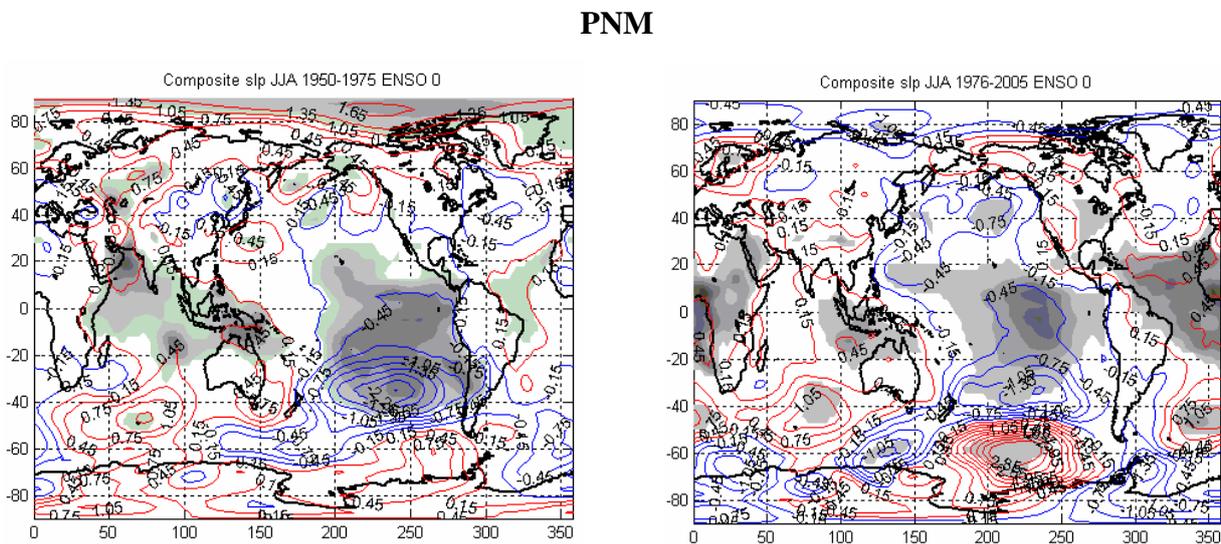


Fig. 7.15 Idem Fig. 7.14 para PNM

Componente zonal del viento en 200 hPa

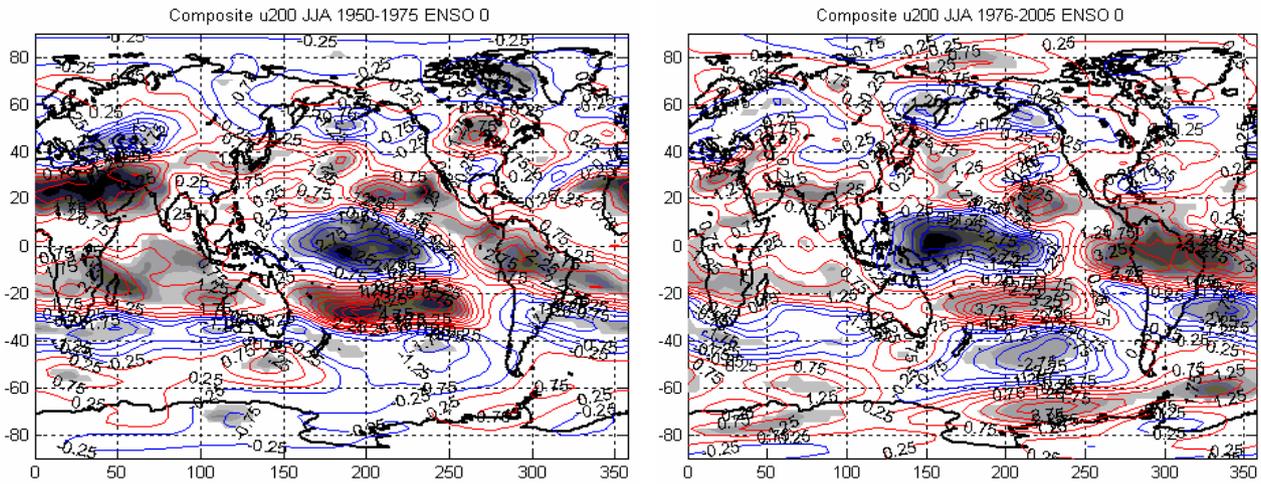


Fig. 7.16. Idem 7.14 para componente zonal del viento en 200 hPa.

Componente meridional del viento en 200 hPa.

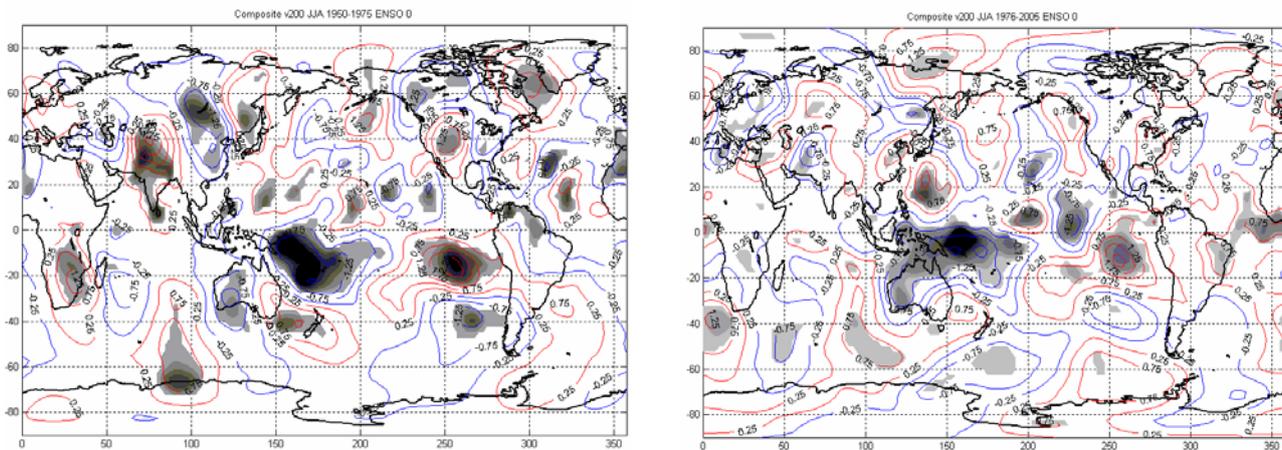


Fig. 7.17 Idem 7.14 para componente meridional del viento en 200 hPa.

Vector viento en 200 hPa.

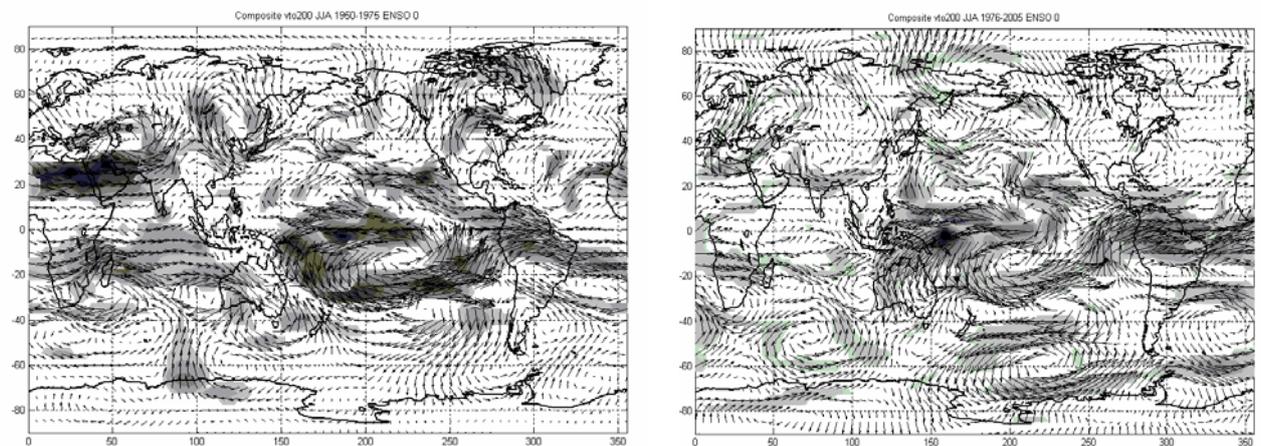


Fig. 7.18 Idem 7.14 para vector viento en 200 hPa.

Los composites muestran las diferencias en la evolución de los eventos ENSO antes y después de 1976 para los meses de invierno (JJA) del año 0.

Durante el período I la anomalía de TSM en el Pacífico tropical abarca desde aproximadamente los 30°N hasta los 20-25°S, presentando una anomalía negativa en la ZCPS y en la zona del Pacífico Central sur.

Al considerar el período II, las anomalías de TSM en el Océano Pacífico central quedan confinadas a la zona tropical observándose sobre la costa de América del Sur la pérdida de significancia estadística de las anomalías de TSM respecto al período I. Surgiendo como significativa una anomalía negativa en el Océano Atlántico tropical.

Los campos de anomalías de TSM obtenidos en ambos períodos son muy similares a la figura 8 (lag -4) del trabajo de Trenberth et al (2002). En esa figura se presenta la secuencia temporal a 8 y 4 meses antes del máximo del evento ENSO (Diciembre), en su punto máximo y 4 y 8 meses después, de las correlaciones entre temperatura de superficie con la TSM de la región N3.4 en los períodos 1950-1978 y 1979-1998

Por otro lado los campos obtenidos de los composites de los eventos ENSO para JJA (0) durante el período I son muy similares a los campos de regresiones del índice de noches cálidas con las anomalías de TSM, presión en superficie y viento en 200 hPa en el mismo período.

Ya que ambos resultados provienen de base de datos diferentes hacen más robusta nuestra conclusión de que durante el período I la variabilidad interanual de los eventos cálidos de temperaturas mínimas en Uruguay durante el invierno estaban asociados a los eventos ENSO.

En el período II la señal del ENSO en los mapas de regresiones sobre las noches cálidas ya no es tan clara, sugiriendo que tal vez este debilitamiento en la señal del ENSO permita que la variabilidad interna de la atmósfera y/o algún mecanismo del Océano Atlántico comience a tener una señal más fuerte.

Basados en esta hipótesis, para poder demostrar lo antes dicho, se realizaron los composites de los años neutros durante el período II. El criterio de selección de “año neutro” fue el siguiente, primero se consideraron los años en que el índice TN90 durante JJA se encontrará por encima (debajo) de + (-) 1 desviación estándar (std) y que además fuera considerado como año neutro del ENSO.

De esta manera los años seleccionados fueron:

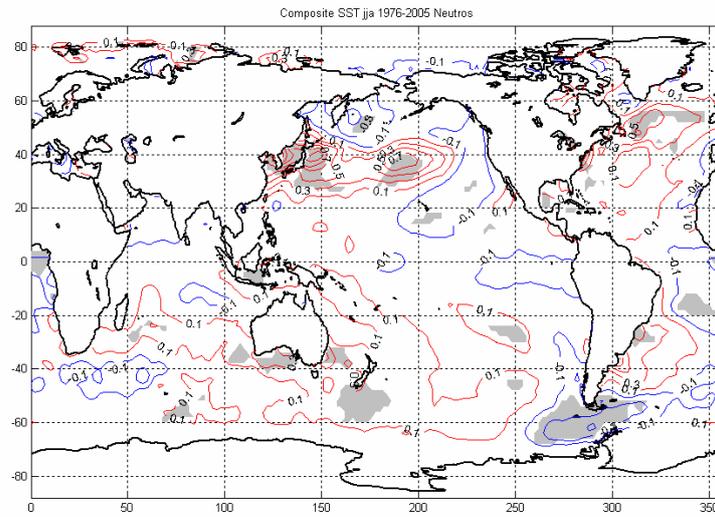
Período II: TN90 + 1std : 1978-2001-2005

TN90 – 1std: 1993-1996-2003

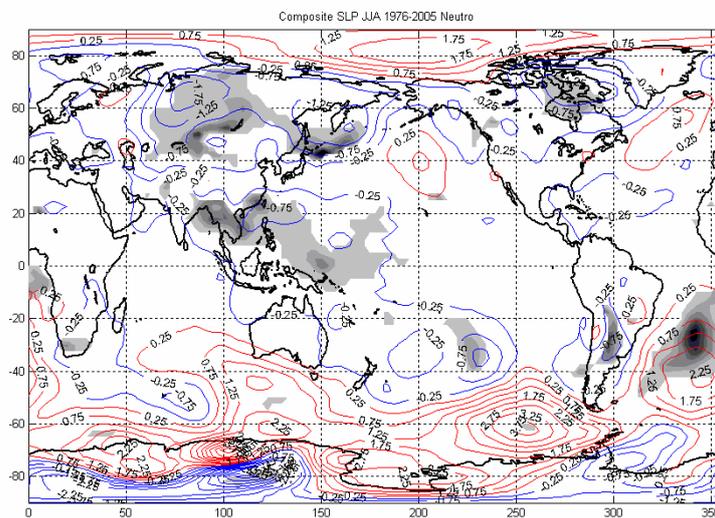
Los años 2001 y 2005 son ambos máximos de la serie de noches cálidas. Es importante mencionar, que si bien los composites se realizarán para el periodo II, al aplicar el mismo criterio para la selección de “años neutros” en el período I, solo se obtenía un evento que estuviera por encima (debajo) de 1 std, debido a que los máximos y mínimos de las noches cálidas en su mayoría coincidían con eventos ENSO, fortaleciendo las conclusiones de que la influencia del ENSO durante el período I fue muy importante.

A partir de esta selección se realizaron los composites de las variables atmosféricas y de las TSMa globales para TN90+1std – TN90-1std.

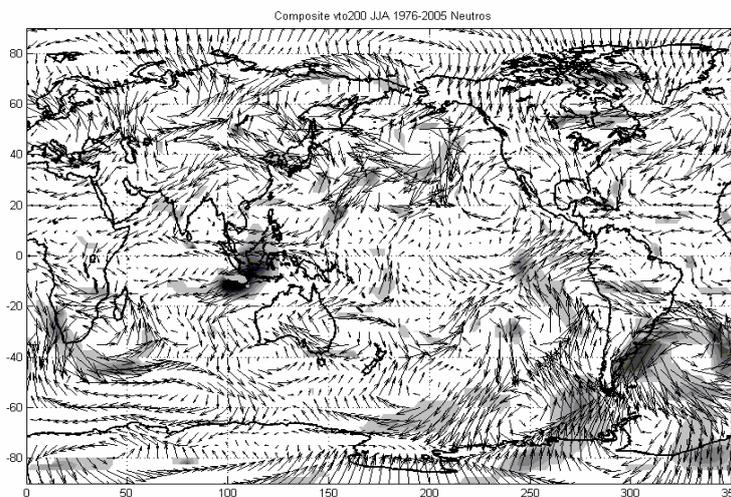
Composites de los años neutros 1976-2005
TSMa



PNM



Vector viento en 200 hPa



Los composites de los años neutros muestran una intensificación el Anticiclón Semipermanente del Atlántico Sur. Por otro lado se observa en el patrón de anomalías de TSM en el Atlántico Sur, una alternancia de anomalías negativas y positivas. En el composite del viento en 200 hPa, lo más destacable es la anomalía anticiclónica cuyo centro se encuentra en los 40°S. Demostrándose nuevamente que dicha estructura es independiente del ENSO

Los patrones son muy similares a los obtenidos en las regresiones de dichas variables con las noches cálidas en la zona extratropical del hemisferio sur.

De los diferentes análisis realizados, se puede concluir que durante el periodo II, la señal del ENSO queda concentrada en la banda tropical, mientras que en la zona extratropical del Hemisferio Sur, principalmente sobre América del Sur, la variabilidad interna atmosférica adquiere una mayor importancia.

7.4.4

PRIMAVERA

Para la estación primavera se seleccionó el índice TN90, ya que presenta cambios en las correlaciones con las TSMa del Pacífico tropical. Al igual que en las otras estaciones se presenta la tabla de las correlaciones en ambos períodos estudiados (Tabla 7.4).

1946-1975	Tn90	Tx10	Tx90
Tn10	-0.7628	0.4185	-0.2413
Tn90		-0.2386	0.5176
Tx10			-0.1707

1976-2005	Tn90	Tx10	Tx90
Tn10	-0.3854	0.2958	-0.0042
Tn90		-0.2585	0.5442
Tx10			-0.0480

Tabla 7.4. Idem Tabla 7.1 para Primavera

Es importante destacar la disminución de la correlación entre las noches frías y las noches cálidas permaneciendo significativa, mientras que la correlación entre los extremos fríos deja de ser significativa en el período II.

En el capítulo anterior se observó un cambio significativo en la homogeneidad espacial de este índice durante esta estación del año. Presentando cambios similares a los observados para verano.

Relaciones con TSMa

Al igual que en las otras estaciones se reitera (figura 7.19) parte de la figura 7.4 para un mejor análisis de los resultados.

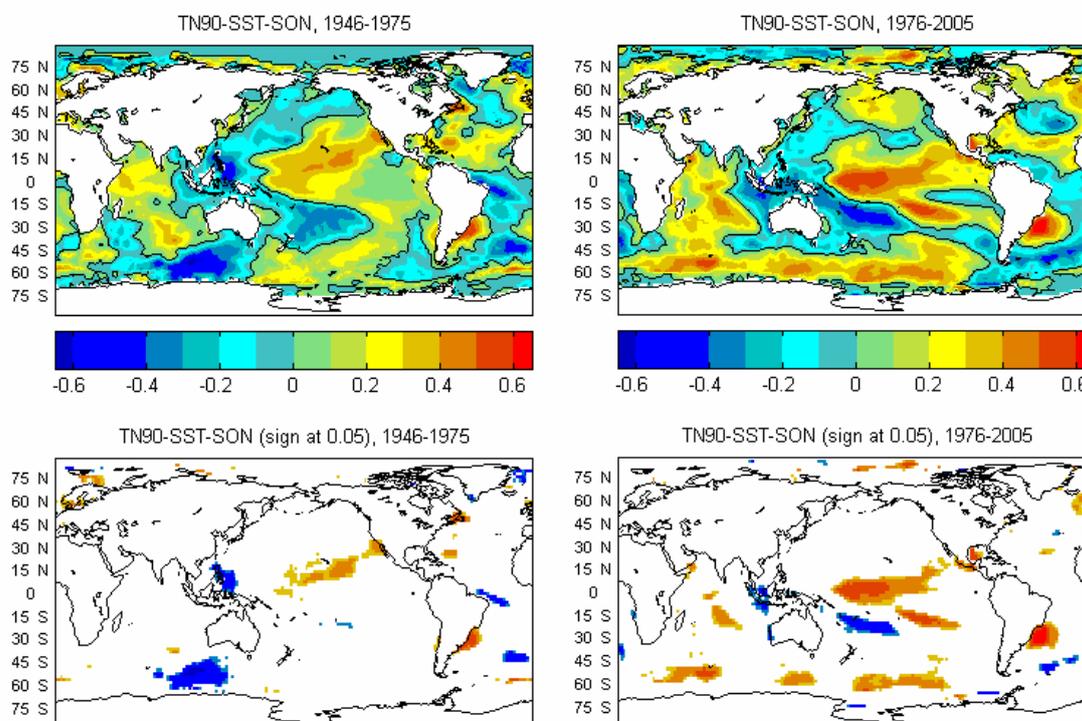


Fig. 7.19 Correlaciones entre TN90 y TSMa en primavera

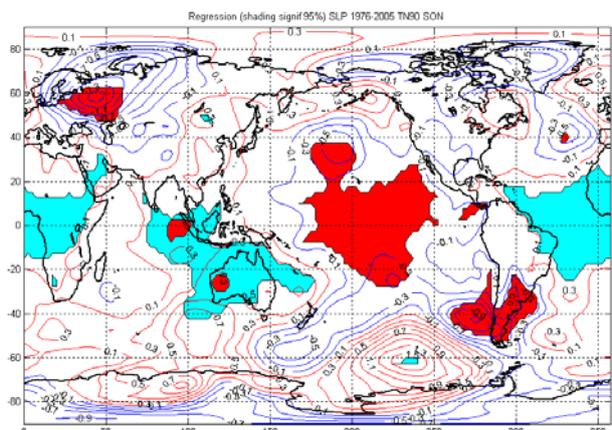
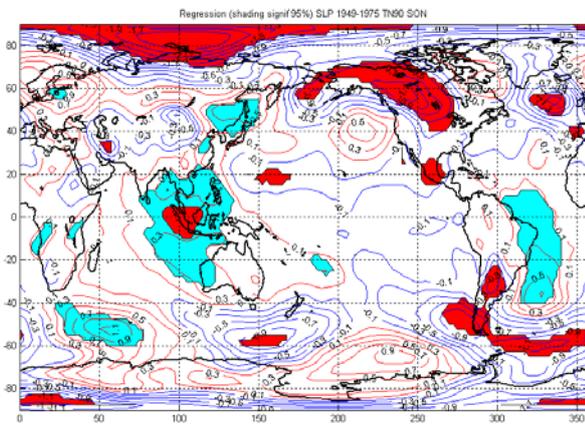
Al comparar ambos períodos en los mapas de correlación de las noches cálidas con las TSMa globales, se puede apreciar un aumento en las regiones con correlación significativa en el Océano Pacífico tropical oeste durante el período II. También se destaca un aumento en la región significativa que se presenta en la zona del Océano Atlántico sudoccidental (entre los 15 a 35°S aproximadamente). Detectándose así mismo una extensa banda zonal, que se extiende desde los 50°S hasta los 60° S aproximadamente sobre el Océano Antártico, la cual presenta correlaciones positivas significativas. Siendo estos cambios más relevantes durante el período II respecto al período I.

Relaciones Atmosféricas.

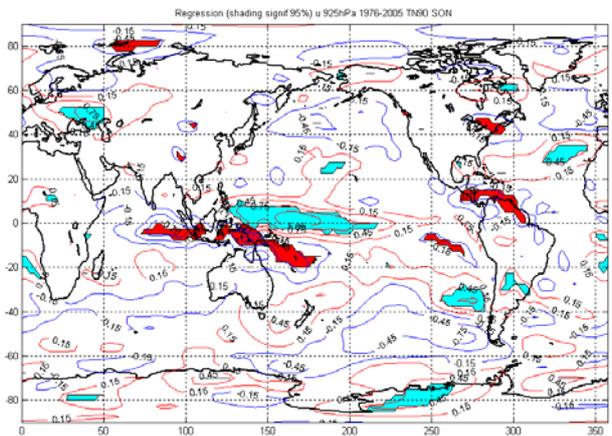
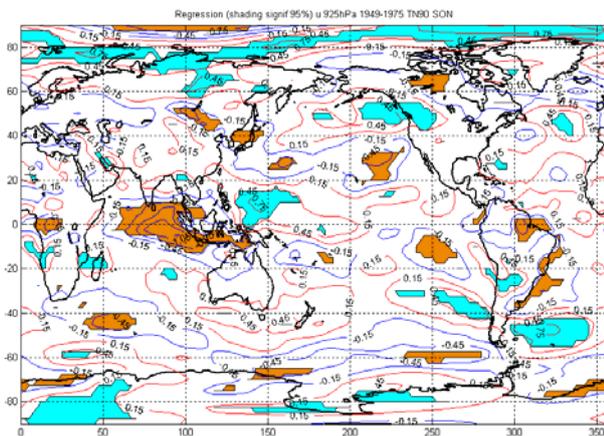
PNM

1949-1975

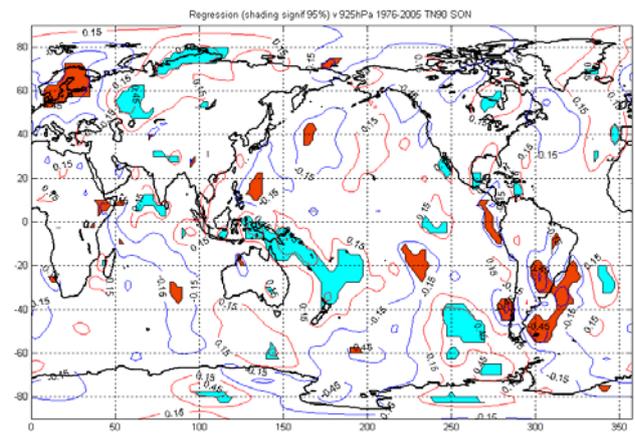
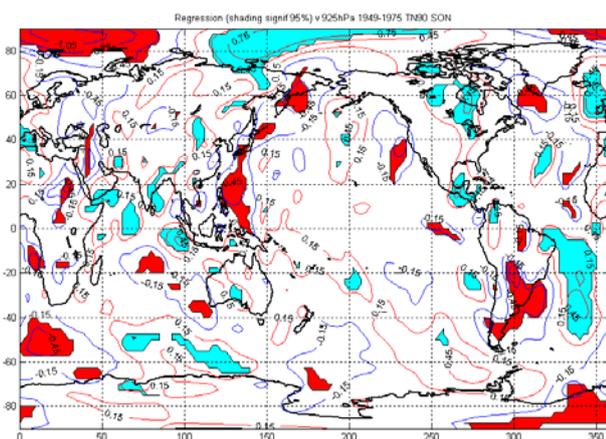
1976-2005



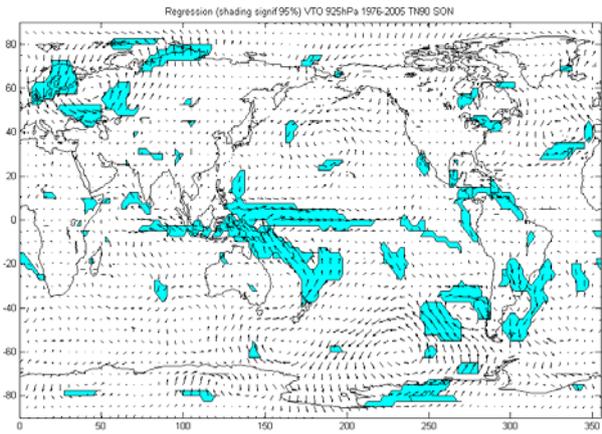
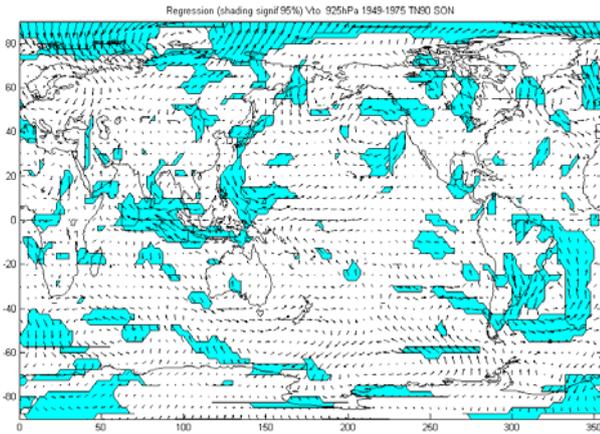
Componente zonal del viento en 925 hPa.



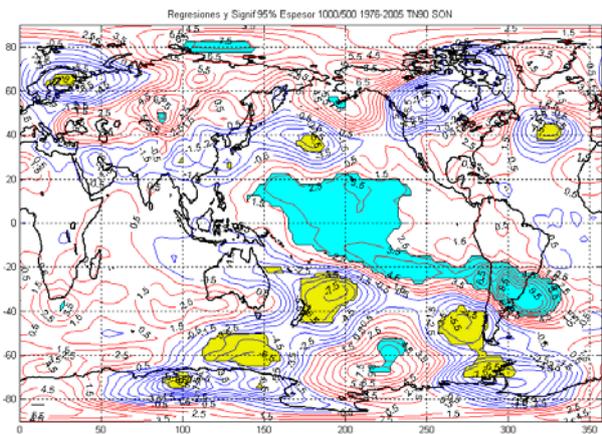
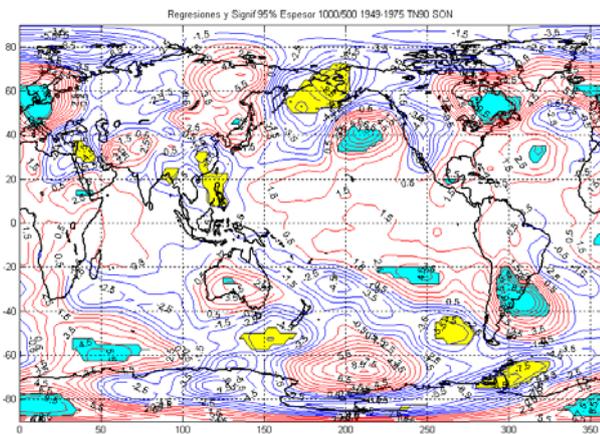
Componente meridional del viento en 925 hPa.



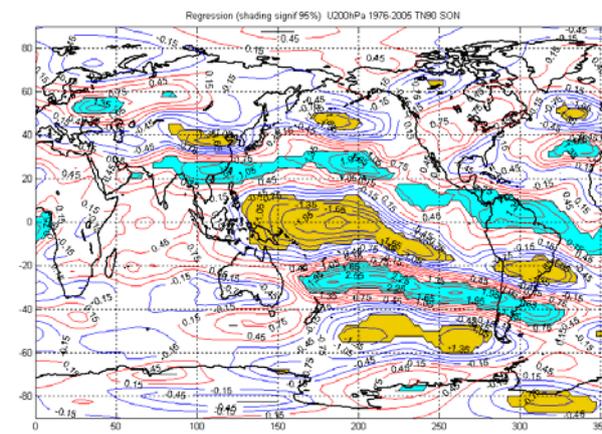
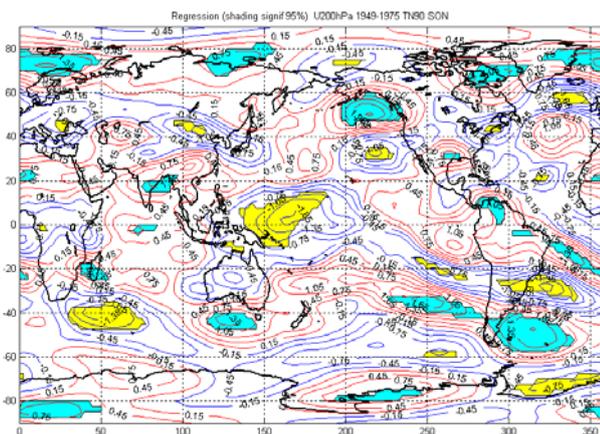
Vector viento en 925 hPa.



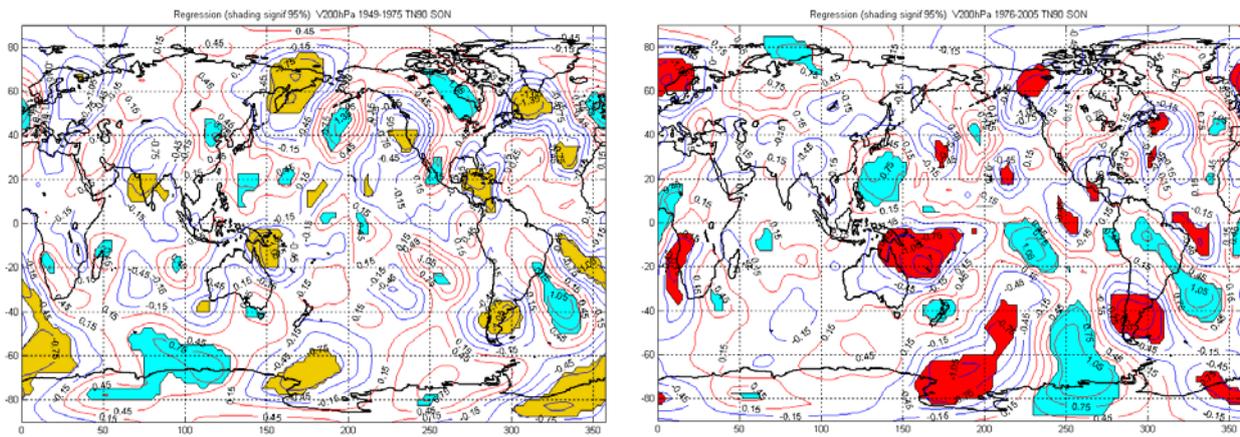
Espesor 1000/500



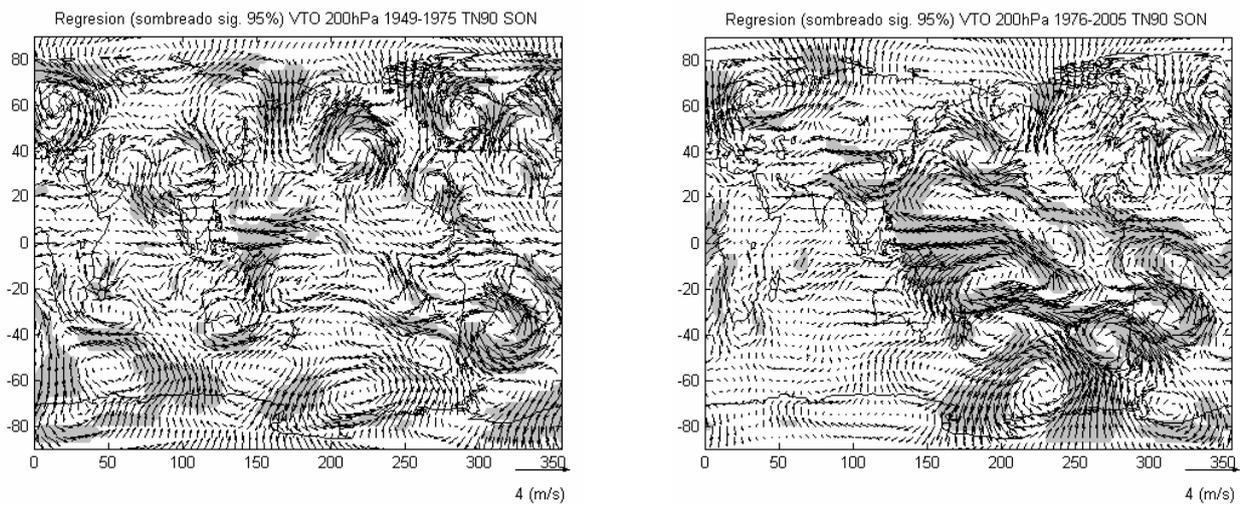
Componente zonal del viento en 200 hPa.



Componente meridional del viento en 200 hPa.

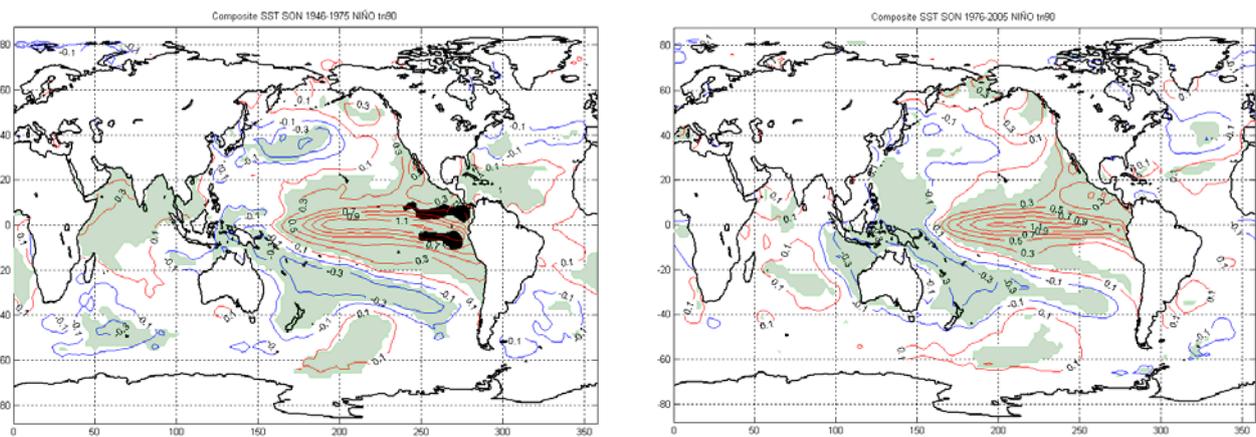


Vector viento en 200 hPa.

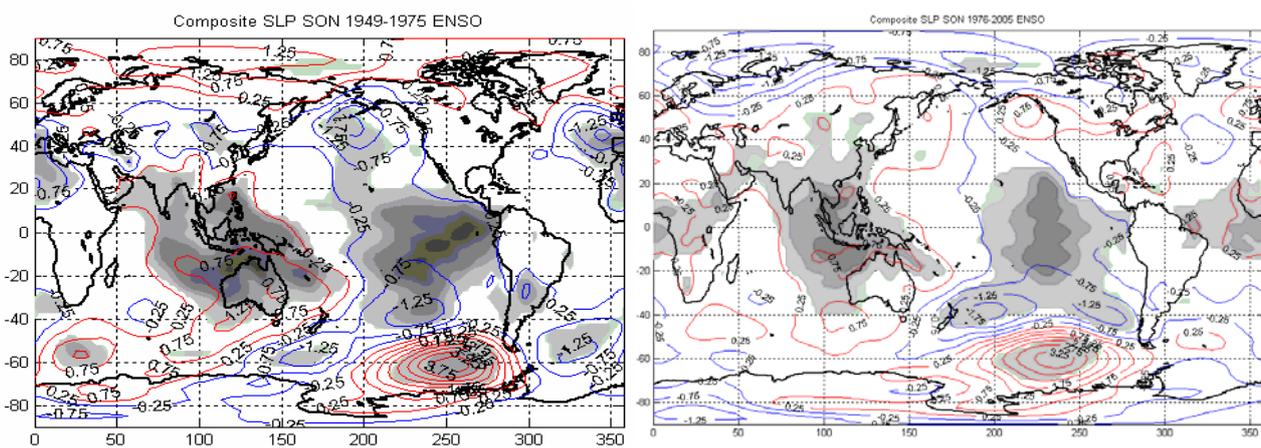


Al observar los mapas de regresiones durante el período II, se observa en todas las variables analizadas estructuras relacionadas con el fenómeno ENSO, coincidente con las correlaciones observadas en TSMa, al igual que en invierno pero en el último período. Se planteó la misma hipótesis que para invierno, si cambios en la evolución del ENSO en esta estación eran los causantes de esta diferencia detectada en ambos períodos. Para ello se analizaran los composites de eventos El Niño-La Niña (definidos de la misma manera que en invierno) para primavera del año 0 (SON(0)) en los diferentes períodos (figura 7.20).

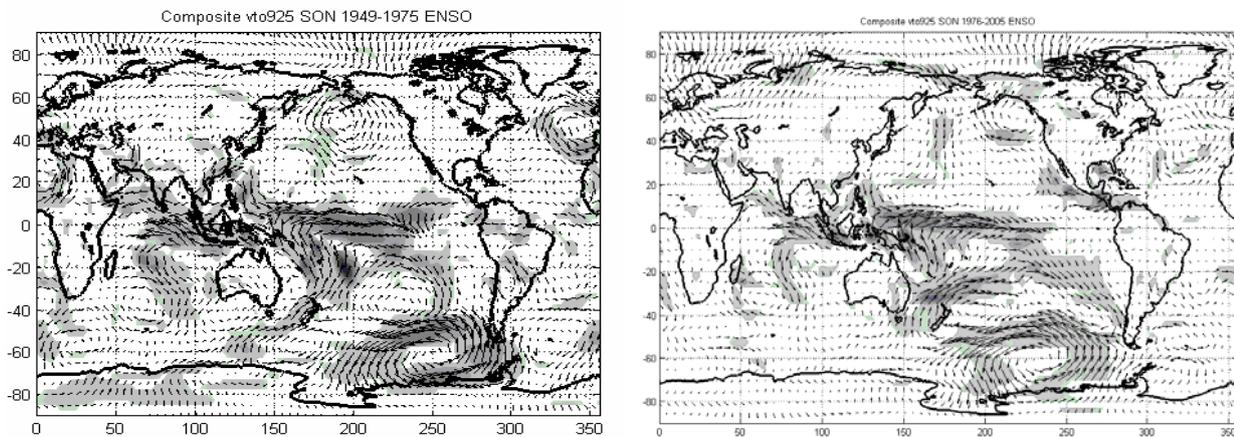
TSMa



Composites PNM



Composites viento en 925 hPa.



Composites viento en 200 hPa.

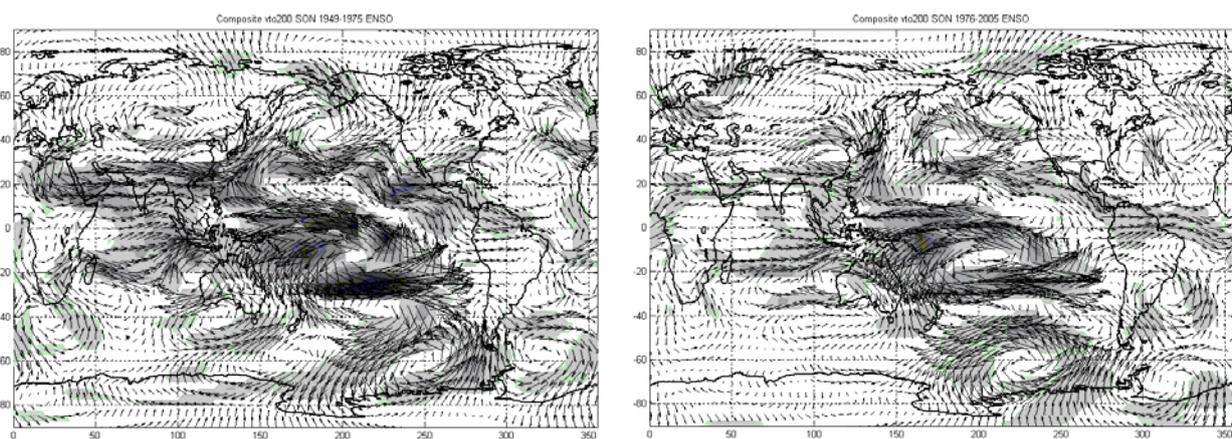


Fig. 7.20. Composites El Niño-LaNiña de TSMa, PNM, viento en 925 hPa. y viento en 200 hPa. Período 1950-1975 (1976-2005) izquierda (derecha)

Al comparar los composites en ambos períodos, se puede ver un cambio importante en el Océano Índico. Donde un cambio en la zona del Dipolo del Índico es notorio. Cambios en las conexiones entre los Océanos Pacífico e Índico durante los eventos ENSO antes y después del salto climático de 1976, han sido documentados en diferentes trabajos (Kawamura et al, 2004; Ashok et al 2003). Al observar el campo de las presiones en superficie, se puede notar un cambio muy parecido al que se obtuvo con los composites en JJA(0), donde uno de los cambios más notorios es la presencia de una anomalía positiva significativa sobre el Océano Atlántico tropical, la cual no era evidente en el período I.

Los campos de los composites de los eventos ENSO en el período II son similares con los campos de correlaciones de las noches cálidas y las mismas variables. Al obtener similares resultados que provienen de bases diferentes, se puede concluir que la frecuencia de noches cálidas durante primavera en el período II esta influenciada por los eventos ENSO, lo cual no es tan claro de que sucediera durante el período I.

Conclusiones

Este trabajo tuvo como principal motivación la realización de un estudio local sobre la variabilidad de las temperaturas extremas en el Uruguay. Dada la casi completa ausencia de información en este sentido, el trabajo incluyó desde la generación de la base de datos necesaria para la investigación hasta el estudio de la variabilidad decadal de estas variables atmosféricas.

El primer paso del estudio fue la **generación de una base de datos diaria de temperaturas máximas y mínimas de Uruguay** en formato digital para 11 estaciones meteorológicas, cuyos períodos abarcan desde 1907 a 2005 para las más largas y desde 1949 a 2005 para la más corta. A la base de datos se le realizó un exhaustivo control de calidad, así como un análisis de la homogeneidad temporal. El producto final fue transferido a la Dirección Nacional de Meteorología (Uruguay).

A partir de los resultados surgidos de los test de homogeneidad temporal aplicados se concluye que ciertos saltos detectados dependen del período analizado, siendo riesgoso realizar una homogeneización pues no se cuenta con la información histórica de las estaciones para asegurar las razones artificiales del mismo. Por lo tanto, las series no fueron homogeneizadas.

Por otro lado de este análisis se destacan como los saltos más importantes los que se presentan en los años 1945 y 1976 ya que los mismos fueron detectados en varias estaciones y en los distintos períodos analizados. Ambos saltos se consideran de origen natural en el sistema climático, lo cual está de acuerdo con la literatura. Este estudio evidencia entonces que las variables estudiadas son sensibles a saltos climáticos.

A su vez, se actualizó la **climatología de las temperaturas extremas**, realizando un análisis de los extremos absolutos de las series de temperatura máxima y mínima para las décadas disponibles en cada estación. Del análisis de los extremos absolutos anuales se obtuvo como resultado más destacable la disminución de los valores alcanzados por las máximas temperaturas máximas anuales, así como un aumento en los valores mínimos absolutos de las temperaturas mínimas, evidenciando un enfriamiento de la época cálida del año junto con un calentamiento en la época fría del año. Esto último también se observa en una tendencia a menor frecuencia de días con helada meteorológica hacia el presente.

A continuación se realizó un estudio sobre las **tendencias lineales de las series de extremos de temperatura** anuales. Se encontró que para el período 1950-2005, existe una tendencia negativa en la ocurrencia de extremos fríos así como en los días cálidos. Mientras que las noches cálidas es el único índice que presenta tendencias positivas, la misma no siempre es significativa.

Al realizar el mismo análisis a escala estacional se puede concluir que los veranos presentan una disminución en la ocurrencia de días cálidos así como de noches frías, mientras que en invierno la disminución se presenta como significativa en los extremos fríos. Otoño es la estación del año que presenta cambios significativos en casi todas las estaciones en todos los índices de extremos, siendo lo más destacable el calentamiento nocturno. La primavera presenta un comportamiento más dispar en las tendencias.

El estudio de las otras variabilidades temporales de las series sin tendencia evidenció variabilidades en las escalas comprendidas entre los 3 y 6 años, así como en la escala decadal.

A partir de los resultados obtenidos de la homogeneidad temporal se plantearon como períodos para analizar **la homogeneidad espacial de los extremos** a los comprendidos entre 1946 y 1975, y entre 1976 y 2005. El resultado más relevante refleja que los extremos muestran una mayor homogeneidad espacial en todo el país durante el período 1976-2005. Los cambios más importantes se observan en los índices basados en la temperatura mínima.

En vista de estos resultados, la última parte del trabajo investiga los **cambios en las teleconexiones entre la ocurrencia de eventos extremos en Uruguay y la circulación de gran escala**, así como con los patrones de temperatura de superficie del mar (TSM), antes y después de 1976.

A continuación se describen los cambios observados para cada estación del año:

Verano:

Se encontró que durante el primer período una mayor ocurrencia de noches frías estaba fuertemente relacionada con anomalías negativas en la temperatura de superficie del mar en el Océano Índico tropical, y con la fase negativa del Modo Anular del Sur (SAM en inglés).

En cambio en el último período ambas correlaciones dejan de ser significativas y se detecta una correlación con las TSM en el Atlántico sudoccidental y costa este del Pacífico sur, así como en la Zona de Convergencia del Pacífico Sur. Destacándose en los patrones atmosféricos una anomalía ciclónica del viento en 200 hPa. ubicada aproximadamente en los 35°S, 50°W.

Mediante la utilización de un modelo de circulación general de la atmósfera acoplado a un modelo de capa límite oceánica, se demostró que dichas anomalías de TSM estarían

siendo forzadas por los mismos patrones atmosféricos que están relacionados con la ocurrencia de noches frías en Uruguay.

Otoño:

Durante el primer período existe una relación entre un enfriamiento del Pacífico tropical con la ocurrencia de noches frías. Este tipo de conexión remota presenta anomalías de circulación atmosférica con una estructura similar al “Pacific South American Pattern” (PSA1) (Kidson, 1999). Mientras que en el período II, (período en el cual ambos extremos basados en la temperatura mínima pierden correlación entre ellos), se observa una relación entre las noches cálidas y la fase negativa del SAM. Se observó además una anomalía positiva en la presión en superficie ubicada sobre la costa oeste del Océano Atlántico sur que favorece la advección de masas de aire cálido desde el norte. Nuevamente aparece como significativo el vórtice en altura, el cual en este caso (noches cálidas) es anticiclónico, similar al mencionada para el verano.

Otro aspecto importante a destacar en esta estación del año es la fuerte relación entre el Océano Índico tropical y todos los índices de extremos durante el primer período, la cuál se pierde totalmente al considerar el período posterior a 1976. Este resultado sugiere un cambio en las teleconexiones entre dicha región oceánica y los extremos de temperatura en Uruguay.

Invierno

Durante el período 1946-1975 la influencia del ENSO es la principal causa de la variabilidad interanual de las noches cálidas. Dicha señal se debilita significativamente en el segundo período y se sugiere que cambios en la evolución que ha sufrido el ENSO afectaron esta relación. Así, para el último período la señal ENSO quedaría

concentrada en la banda tropical, mientras que en la zona extratropical del Hemisferio Sur la variabilidad interna atmosférica adquiere una mayor importancia.

Primavera

En este caso se ha mostrado que la ocurrencia de noches cálidas está relacionada con el ENSO durante el período II, no teniendo una señal clara de dicho fenómeno en el período I, lo cual sugiere un comportamiento opuesto a lo que se encontró para invierno

Como resultados finales y generales, se destacan los siguientes:

En el período 1976-2005 se destaca la presencia durante todo el año de una circulación anómala anticiclónica (o ciclónica según se considere la noches cálidas o frías) del viento en 200 hPa. Se ha demostrado que la misma es independiente del fenómeno ENSO, pudiendo atribuirlo a variabilidad interna atmosférica.

Asimismo en este período se encontró una mayor relación de la ocurrencia de los extremos de temperatura en Uruguay con el Océano Atlántico Sudoccidental.

Por otro lado se puede concluir que los cambios en la ocurrencia de eventos extremos de temperatura están fuertemente relacionados con los cambios en la evolución del fenómeno del ENSO ocurridos a partir del año 1976. A partir de dicho año, la señal del ENSO es más débil sobre la zona extratropical de América del Sur observándose una mayor influencia de la variabilidad interna atmosférica, principalmente durante el invierno. Mientras que para la estación de primavera la señal del ENSO es más robusta a partir del año 1976, en relación a las décadas precedentes.

Asimismo se evidencio una influencia del SAM principalmente en el periodo cálido del año, diciembre a mayo.

A partir de estos resultados, podemos concluir que cambios decadales en el sistema climático influyen en las teleconexiones de los patrones de circulación de gran escala que afectan la variabilidad interanual de eventos extremos de temperatura.

Varios autores han sugerido un cambio de fase en la variabilidad decadal del Océano Pacífico hacia fines de los años 90, lo cuál indicaría el comienzo de una fase fría similar a la del periodo 1946-1975. De ser así, y teniendo en cuenta que esta tesis demostró las diferencias en los patrones de circulación que afectan a los eventos extremos de temperatura en ambas fases de la variabilidad decadal del Pacífico, estos resultados pueden ser de gran utilidad para la comprensión de la variabilidad climática en las décadas venideras.

Este trabajo representa un punto de partida para los estudios de eventos extremos en Uruguay, además de ser un aporte a los estudios regionales en este sentido.

Bibliografía

- Alexander LV, Zhang X, Peterson TC, Caesar J, Gleason B, Klein Tank AMG, Haylock M, Collins D, Trewin B, Rahimzadeh F, Tagipour A, Rupa Kumar A, Revadekar J, Griffiths G, Vincent L, Stephenson D B, Burn J, Aguilar E, Brunet M, Taylor M, New M, Zhai P, Rusticucci M, Vazquez-Aguirre JL. 2006. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation, *Journal of Geophysical Research* **111**: D05109, doi:10.1029/2005JD006290.
- Alexandersson H. 1986. A homogeneity test applied to precipitation data. *Journal of Climatology* **6**: 661-675.
- Antico P. 2008. Relationships between autumn precipitation anomalies in southeastern South America and El Niño events classification. *Int. J of Climatol.* DOI: 10.1002/joc.1734. (on-line).
- Arblaster J.M, Meehl GA, Moore A.M. 2002. Interdecadal modulation of Australian rainfall. *Clim. Dyn.*, **18**: 519-531. DOI: 10.1007/s00382-001-0191-y.
- Ashok. K., Guan., Z., Yamagata., T., 2003. A look at the relationship between the ENSO and the Indian Ocean Dipole, *J. Met. Soc. Japan.* **81**:41-56, doi:10.2151/jmsj.81.41.
- Barros V, Grimm A, Doyle M, 2002: Relation between Temperature and Circulation in Southeastern South America and its Influence from El Niño and La Niña Events. *J. of Meteorological Society of Japan*, Vol. 80, N° 1,21-32.
- Barrucand M. 2008. Extremos de temperatura en Argentina: cambios observados en la variabilidad espacio-temporal y su relación con otras características del sistema climático. Tesis doctoral. Universidad de Buenos Aires.
- Barrucand M., Rusticucci M. and Vargas W. 2008. Temperature extremes in the south of South America in relation to Atlantic Ocean surface temperature and Southern Hemisphere circulation. *J. of Geoph. Res.* **113**, D20111, doi: 10.1029/2007JD009026.
- Barsugli J., y Battisti D. 1998. The basic effects of atmospheric-ocean thermal coupling on midlatitude variability. *J. of Atm. Sci.* **55**: 477-493.
- Bidegain M, Podesta G, 2000. ENSO-related Climate Variability on precipitation and temperature in Southeastern Southamerica. Sixth International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography. Santiago, Chile.
- Bidegain M, Renom M, 2001. Distribucion de temperaturas minimas diarias condicionadas segun fase del fenomeno ENSO en Uruguay. Anales del IX Congreso Latinoamericano e Iberico de Meteorologia. Buenos Aires, Argentina.
- Bidegain M, Renom M, 2002. Temperaturas extremas y amplitudes diarias en Uruguay condicionadas segun el fenomeno ENSO. Anales del XII Congreso Brasileiro de Meteorologia. Foz de Iguacu, Brasil.
- Blackman R. B., Tukey J. W. (1958) *The Measurement of Power Spectra From the Point of View of Communication Engineering*. Dover, New Cork.
- Boulangier J-P, Leloup J, Penalba O, Rusticucci M, Lafon F, Vargas W. 2005. Observed precipitation in the Paraná-Plata hydrological basin: long-term trends, extreme conditions and ENSO teleconnections. *Clim. Dyn.* **24**: 393-413. doi: 10.1007/s00382-004-0514-x.
- Buishand T. 1982. Some methods for testing the homogeneity of rainfall records. *Journal of Hydrology* **58**:11-27.
- Campetella C, Rusticucci M. 1998. Synoptic analysis of an extreme heat wave over Argentina in March 1980. *Meteorological Applications*, **5(N°3)**: 217-226.
- Cazes-Boezio G., Robertson A., Mechoso C. 2003. Seasonal dependence of ENSO teleconnections over South America and relationships with precipitation in Uruguay. *J. of Clim*, **16**: 1159-1176.

- Cerne B, Vera C and Liebmann B. 2007. The nature of a heat wave in Eastern Argentina occurring during SALLJEX. *Mon. Wea. Rev.*, **135**: 1165-1174.
- Chan S, Behera S, Yamagata T, 2008: Indian Ocean Dipole influence on South American rainfall. *Geophysical Res. Letters*, Vol. 35, L14S12, doi: 10.1029/2008GL034204.
- Chan, S. C., S. K. Behera, and T. Yamagata .2008. Indian Ocean Dipole influence on South American rainfall. *Geophys. Res. Lett.*, 35, L14S12, doi:10.1029/2008GL034204.
- Della-Marta, P.M., and H. Wanner, 2006: A Method of Homogenizing the Extremes and Mean of Daily Temperature Measurements. *J. of Climate*, **19**, 4179–4197.
- Einfeld D.B, Mestas-Núñez A. M., Trimble P. J. 2001. The Atlantic multidecadal oscillation and its relation to rainfall and river flows in the continental U.S. *Geo. Res. Lett.* **Vol 28**, 10: 2077-2080.
- Escobar G, Campagnucci R y Bischoff S, 2004. Sequence patterns of 1000 hPa and 500 hPa. Geopotential height fields associated with cold surges over Central Argentina. *Atmosfera*, **Vol 17**, 2: 69-89.
- Feng S, Hu Q, Qian W. 2004. Quality control of daily meteorological data in China, 1951-2000: A new dataset. *Int. J. of Climatology*, **24**: 853-870. DOI: 10.102/joc.1047.
- Frich P, Alexander LV, Della-Marta P, Gleason B, Haylock M, Klein Tank AMG, Peterson T. 2002. Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. *Climate Research*, **19**: 193-212.
- Garreaud R. y Battisti D. 1999. Interannual and interdecadal variability in the southern Hemisphere. *J. of Clim.* 12: 2113-2123.
- Garreaud RD, 2000. Cold air incursions over subtropical South America: mean structure and dynamics. *Mon Wea Rev*, **128**:2544-2559.
- Ghil M., R. M. Allen, M. D. Dettinger, K. Ide, D. Kondrashov, M. E. Mann, A. Robertson, A. Saunders, Y. Tian, F. Varadi, and P. Yiou, 2002. Advanced spectral methods for climatic time series. *Rev. Geophys.*, 40 (1), pp. 3.1-3.41, 10.1029/2000GR000092.
- Ghil M., Vautard R. 1991. Interdecadal oscillations and the warming trend in global temperature time series. *Nature* 350(6316), 324-327.
- Gong D. y Wang S. 1999. Definition of Antarctic Oscillation index. *Geophys. Res. Lett.* **26**: 459-462.
- Graham N. 1994. Decadal scale variability in the 1970's and 1980's: Observations and model results. *Clim Dyn.* **10**: 135-162.
- Gu D., Philander S. 1997. Interdecadal climate fluctuations that depend on exchanges between the tropics and extratropics. *Science*. **275**: 805-807.
- Haylock MR, Peterson TC, Alves LM, Ambrizzi T, Anunciacao YMT, Baez J, Barros V, Berlato MA, Bidegain M, Coronel G, Corradi V, Garcia VJ, Grimm AM, Karoly D, Marengo JA, Marino MB, Moncunill DF, Nechet D, Quintana J, Rebello E, Rusticucci M, Santos JL, Trebejo I and Vincent LA. 2006. Trends in Total Extreme South American Rainfall in 1960-2000 and Links with Sea Surface Temperature. *Journal of Climate* **19**: 1490-1512.
- Hines K., Bromwich D. y Marshall G. 2000. Artificial surface pressure trends in the NCEP-NCAR Reanalysis over the Southern Ocean and Antarctica. *J. of Clim.* **13**: 3940-3952.
- Jungo P , and Beniston M. 2001. Changes in the anomalies of the extreme temperatures anomalies in the 20th century at Swiss climatological stations located at different latitude and altitude. *Theor. Appl. Climat.* **69**: 1-12.

- Kalnay, E., M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, S. Saha, G. White, J. Woollen, Y. Zhu, A. Leetmaa, B. Reynolds, M. Chelliah, W. Ebisuzaki, W. Higgins, J. Janowiak, K. C. Mo, C. Ropelewski, J. Wang, R. Jenne, and D. Joseph. The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. Bulletin of the American Meteorological Society, March, 1996
- Kawamura R., Aruga H., Matsuura T. y Iizuka S. 2004. Two different regimes of anomalous Walker circulation over the Indian and Pacific Oceans before and after the late 1970s. *Earth Climate: The Ocean-Atmosphere interaction. Geophysical Monographs Series 147. AGU. Pp. 365-377.*
- Kawamura R., Dugi M., Kayahara T. y Sato N. 1998. Recent extraordinary cool and hot summers in East Asia simulated by an ensemble climate experiment. *J. Meteor. Soc. Jpn.* **76**: 597-617.
- Kayano MT, Andreoli R. 2007. Relations of South American summer rainfall interannual variations with the Pacific Decadal Oscillation. *Int. J of Climatol.* **27**: 531-540.doi: 10.1002/joc.1417.
- Kenyon J. and Hegerl G. 2008. Influence of modes of climate variability on global temperature extremes. *J. of Climate.* **21**: 3872-3889.
- Kidson J. 1999. Principal modes of Southern Hemisphere Low-frequency variability obtained from NCEP-NCAR Reanalyses. *J. of Clim.* **12**: 2808-2830.
- Kiem A.S, Franks S.W., 2004. Multidecadal variability of drought risk-eastern Australia. *Hydrol. Proc.*, Vol 18, 11: 2039-2050. DOI: 10.102/hyp.1460.
- Klein Tank A. M. y Konnen G. P. 2003. Trends in indices of daily temperature and precipitation extremes in Europe, 1946-99. *J. of Clim.* **16**: 3665-3680.
- Klein-Tank AMG, J. B. Wijngaard, G. P. Können, R. Böhm, G. Demarée, A. Gocheva, M. Mileta, S. Pashiardis, L. Hejkrlik, C. Kern-Hansen, R. Heino, P. Bessemoulin, G. Müller-Westermeier, M. Tzanakou, S. Szalai, T. Pálsdóttir, D. Fitzgerald, S. Rubin, M. Capaldo, M. Maugeri, A. Leitass, A. Bukantis, R. Aberfeld, A. F. V. van Engelen, E. Forland, M. Miletus, F. Coelho, C. Mares, V. Razuvaev, E. Nieplova, T. Cegnar, J. Antonio López, B. Dahlström, A. Moberg, W. Kirchhofer, A. Ceylan, O. Pachaliuk, L. V. Alexander, P. Petrovic. 2002. Daily dataset of 20th-century surface air temperature and precipitation series for the European Climate Assessment. *Int. J. of Climatology*, **22**: 1441-1453.
- Mann M. E., Park J. 1996. Greenhouse warming and changes in the seasonal cycle of temperature: model versus observations. *Geophys. Res. Lett.* **23**, 1111-1114.
- Manton M. J., Della-Marta P., Haylock M., Hennessy K., Nicholls N., Chambers L., Collins D., Daw G., Finet A., Gunawan D., Inape K., Isobe H., Kestin T., Lefale P., Leyu C., Lwin T., Maitrepierre L., Ouprasitwong N., Page C., Pahalad J., Plummer N., Salinger M., Suppiah R., Tran V., Trewin B., Tibing I., y Yee D. 2001. Trends in extreme daily rainfall and temperature in Southeast Asia and the South Pacific: 1961-1998. *Int. J. of Clim.* **21**: 269-284.
- Mantua N. y Hare S. 2002. The Pacific Decadal Oscillation. *J. of Ocean.* **58**: 35-44.
- Mantua N., Hare S., Zhang Y., Wallace J. y Francis R. 1997. A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. *Bull. Am. Meteor. Soc.* **78**: 1069-1079.
- Marengo J. y Camargo C. 2008. Surface air temperature trends in Southern Brazil for 1960-2002. *Int. J of Climatol.* **28**: 893-904. DOI: 10.1002/joc.1584.
- Marengo J.A, Ambrizzi T, Kiladis G, Liebmann B. 2002. Upper-air wave trains over the Pacific Ocean and wintertime cold surges in tropical-subtropical South America leading to freezes in southern and southeastern Brazil. *Theor. Appl. Climatol.* **73**: 223-242.
- Marshall G. 2003. Trends in the southern annular mode from observations and reanalysis. *J. of Clim.* **16**:4134-4143.

- Maugeri M, Buffoni L, Delmonte B, Fassina A. 2002. Daily Milan temperature and pressure series (1763-1998): Completing and homogenising the data. *Climatic Change*, **53**, 119-149.
- Minetti J.L y Vargas W. 1983. El enfriamiento de la década del 50 en la República Argentina. *Meteorológica*. **XIV**: 175-188.
- Minobe S. 2000. Spatio-temporal structure of the pentadecadal variability over the North Pacific. *Progress in Oceanography*, **47**: 381–408.
- Mo K. 2000. Relationships between Low-frequency variability in the Southern Hemisphere and sea surface temperature anomalies. *J. of Clim.* **13**: 3599-3610.
- Mo K. C. 2000. Relationships between Low-Frequency Variability in the Southern Hemisphere and Sea Surface Temperature Anomalies. *J. of Climate*. **13**: 3599-3610.
- Molteni F. 2003. Atmospheric simulations using a GCM with simplified physical parametrizations. I: Model climatology and variability in multi-decadal experiments. *Clim Dyn.* **20**: 175-191.
- Muller GV, Ambrizzi T, 2007. Teleconnection patterns and Rossby wave propagation associated to generalized frosts over southern South America. *Climate Dyn*, DOI: 10.1007/s00382-007-0253-x.
- Muller GV, Ambrizzi T, Nuñez M, 2005. Mean atmospheric circulation leading to generalized frosts in Central Southern South America. *Theor Appl Climate* **82**:95-112.
- Overland J., Adams J., Bond N. 1999. Decadal variability of the Aleutian Low and its relation to High-Latitude circulation. *J. of Clim.* **12**: 1542-1548.
- Percival D B, Walden AT. 1993. Spectral Analysis for Physical Applications. *Cambridge University Press*, 580.
- Peterson T., Easterling D., Karl T., Groisman P., Nicholls N., Plummer N., Torok S., Auer I., Bohem R., Gullet D., Vincent L., Heino R., Tuomenvirta H., Mestre O., Szentimrey T., Salinger J., Forland E., Hanssen-Bauer I., Alexandersson H., Jones P and Parker D. 1998. Homogeneity Adjustments of in situ atmospheric climate data: a review. *Int. J. Climatol.*, **18**:1493-1517.
- Power S, Tseitkin F, Mehta V, Lavery B, Torok S, Holbrook N. 1999. Decadal Climate Variability in Australia during the twentieth century. *Int. J. Climatol.* **19**: 169-184.
- Qian W. and Zhu Y. 2001. Climate change in China from 1880 to 1998 and its impacts on environmental conditions. *Climatic Change*. **50**: 419-444. doi: 10.1023/A:1010673212131.
- Rasmusson E. y Carpenter T. 1982. Variations in tropical sea surface temperature and surface wind fields associated with the Southern Oscillation/El Niño. *Mon. Weath. Rev.* **110**: 354-384.
- Robertson A., Mechoso C. 2000. Interannual and interdecadal variability of the South Atlantic convergence zone. *Mon. Wea. Rev.* **128**: 2947-2957.
- Robertson AW, Mechoso CR. 1998. Interannual and decadal cycles in river flows of southeastern South America. *Journal of Climate* **11**:2570-2581.
- Rusticucci M y M. Renom. 2008. Variability and trends in indices of quality-controlled daily temperature extremes in Uruguay. *Int J of Clim*, **28**: 1083-1095. DOI: 10.1002/joc.1607
- Rusticucci M y Tender B. 2008. Observed changes in return values of annual temperature extremes over Argentina. *J. of Clim.* **21**: 5455-5467.

- Rusticucci M, Barrucand M. 2001. Climatología de temperaturas extremas en la Argentina. Consistencia de datos. Relación entre la temperatura media estacional y la ocurrencia de extremos. *Meteorológica*, **26**,69-84.
- Rusticucci M, Barrucand M. 2004. Observed trends and changes in temperature extremes over Argentina. *Journal of Climate* **17(20)**: 4099-4107.
- Rusticucci M, Vargas W. 2002. Cold and warm events over Argentina and their relationship with the ENSO phases: Risk evaluation analysis. *International Journal of Climatology* **22**: 467-483.
- Rusticucci M, Venegas S, Vargas W. 2003. Warm and cold events in Argentina and their relationship with South Atlantic and South Pacific sea surface temperatures. *Journal of Geophysical Research* **108**, 3356, doi: 10.1029/2003JC001793.
- Schwing F., and C. Moore. 2000. A year without summer for California, or a harbinger of a climate shift? *Eos, Trans. Amer. Geophys. Union*. **8**. 301–305.
- Scoccimarro E y Carril A. 2006. MATLAB and Practical Applications on Climate Variability Studies. Educational kit disponible: “Earth prints repository” <http://hdl.handle.net/2122/1044>.
- Sen PK. 1968. Estimates of the regression coefficient based on Kendall’s Tau, *Journal of the American Statistical Association* **63**: 1379-1389.
- Smith, T.M., R.W. Reynolds, Thomas C. Peterson, and Jay Lawrimore, 2008: Improvements to NOAA’s Historical Merged Land-Ocean Surface Temperature Analysis (1880-2006). *Journal of Climate*, **21**, 2283-2296.
- Smith, T.M., R.W. Reynolds, Thomas C. Peterson, and Jay Lawrimore.2008. Improvements to NOAA’s historical Merged Land-Ocean surface temperature analysis (1880-2006). *J. of Clim.*, **21**, 2283-2296.
- Trenberth K, Stepaniak P; 2001: Indices of El Niño evolution, *J. of Climate*, **14**, 1697-1701.
- Trenberth K, Caron J, Stepaniak D, Worley S; 2002: Evolution of El Niño-Southern Oscillation and global atmospheric surface temperature. *J. of Geophysical Res.*, **107**, N° D8, 4065. doi: 10.1029/2000JD000298.
- Trenberth K. 1990. Recent Observed Interdecadal Climate Change in the Northern Hemisphere. *Bull. Am Met. Soc.* **71**:988-993.
- Trenberth K. y Hurrell J. 1994. Decadal atmosphere-ocean variation in the Pacific. *Clim. Dyn.* **9**: 303-319.
- Vera C, Vigliarolo P. 2000. A Diagnostic study of cold-air outbreaks over South America. *Mon. Wea. Rev.*, **128**:3-24.
- Vincent L, Peterson T, Barros V, Marino M, Rusticucci M, Carrasco G, Ramirez E, Alves L, Ambrizzi T, Berlato M, Grimm A, Marengo M, Molion L, Moncunill D, Rebello E, Anunciacao Y, Quintana J, Santos J, Baez J, Coronel G, Garcia J, Trbejo I, Bidegain M, Haylock M, Karoly D.2005. Observed Trends in Indices of daily Temperature Extremes in South America 1960-2000. *Journal of Climate* **18**: 5011-5023.
- Vincent L.1998. A technique for the identification of inhomogeneities in Canadian temperature series. *J. of Clim.* **11**: 1094-1104.
- Vincent, L A, Zhang X, Bsal B R and Hogg W D. 2002. Homogenization of Daily Temperature over Canada. *Journal of Climate*, **15**, 1322-1334.
- Wang B, 1995: Interdecadal changes in El Niño onset in the last four decades. *J. of Climate*, **8**, 267-285.
- Wang B., Wu R. y Lau M. 2001. Interannual variability of the Asian summer monsoon: Contrast between the Indian and the western North-Pacific- East Asian monsoons. *J. of Clim.* **14**: 4073-4090.

- Wijngaard JB, Klein Tank AMG, Konnen GP. 2003. Homogeneity of 20th century European daily temperature and precipitation series. *Int. J. Climatol.*, **23**: 679-692.
- Wu R., Wang B. 2002. A contrast of the East Asian summer monsoon and ENSO relationship between 1962-1977 and 1978-1993. *J. of Clim.* **15**: 864-878.
- Yue S and Hashino M. 2003. Temperature trends in Japan: 1900-1996. *Theor. Appl. Climatol.*, **75**: 15-27. DOI: 10.1007/s00704-002-0717-1.
- Zhang Y., Wallace J., y Battisti D. 1997. ENSO-like interdecadal variability: 1900-93. *J. of Clim.* **10**: 1004-1020.

ANEXO

En este se presentan las tablas de temperatura máxima y temperatura mínima para cada estación.

La estadística se presenta en las décadas disponibles para cada estación.

Se realizó el siguiente cálculo mensual y anual de la información en las diferentes décadas disponibles:

- Temperatura máxima media (TXm)
- Temperatura mínima media (TNm)
- Máxima temperatura máxima (TXx)
- Máxima temperatura mínima (TNx)
- Mínima temperatura máxima (TXn)
- Mínima temperatura mínima (TNn)

En la fila correspondiente al valor medio de la variable, como subíndice se presenta la cantidad de datos utilizados para la construcción de dicho valor, cuando es diferente al máximo correspondiente (10). En el caso del período 2000-2005, el máximo corresponde a 6.

En las filas correspondientes a los valores máximo y mínimos mensuales alcanzados por las variables, se presenta a la derecha la fecha (día y año) correspondiente a dicho mes dentro de la década analizada en que el valor fue alcanzado.

Algunos de estos valores se alcanzan en varias veces dentro de la década correspondiente, por este motivo el criterio utilizado fue poner la primera fecha en que se registra dicho valor.

ESTACION: MELO TEMPERATURA MAXIMA

MELO		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AN
1910-19	TXx	40,8 ^{17/17}	38,6 ^{19/17}	36,1 ^{23/12}	35 ^{12/19}	31,5 ^{9/19}	28,5 ^{1/19}	28,6 ^{29/18}	30,6 ^{24/12}	35,2 ^{21/16}	38,5 ^{14/14}	37,5 ^{17/16}	39,6 ^{24/17}	23,7
	TXm	30,7	29,9	27,3	24,8	20,6	17,1	17⁽⁹⁾	18,2	19,8	23,1	26,8⁽⁹⁾	29,2	
	TXn	19 ^{9/18}	20,9 ^{28/10}	17,6 ^{25/14}	14,9 ^{17/11}	10,5 ^{30/10}	5,1 ^{23/18}	7,1 ^{1/17}	8,9 ^{22/17}	10 ^{29/18}	12,5 ^{1/18}	16,6 ^{4/14}	20 ^{20/16}	
1920-29	TXx	42,1 ^{3/25}	40,5 ^{15/29}	39 ^{1/28}	34 ^{1/20}	30,2 ^{6/21}	26,1 ^{26/25}	28 ^{30/22}	31,1 ^{13/25}	32 ^{30/20}	34,1 ^{18/29}	39,9 ^{30/29}	41 ^{29/24}	23,6 ⁽⁹⁾
	TXm	31,4	30,7	28,7	24,2	19,7	16	16,1	18,2	20	22,1	27,1⁽⁹⁾	29,4⁽⁹⁾	
	TXn	20 ^{29/23}	18 ^{24/24}	17 ^{31/22}	15,1 ^{25/24}	10,1 ^{29/29}	6,1 ^{24/27}	7,1 ^{22/23}	7,3 ^{12/24}	9,1 ^{1/23}	11,8 ^{8/22}	17 ^{4/21}	18,4 ^{29/22}	
1930-39	TXx	43 ^{1/39}	43,1 ^{4/35}	40,8 ^{3/31}	38,2 ^{10/33}	33,5 ^{14/35}	30,1 ^{1/38}	29,5 ^{13/32}	32 ^{17/37}	33,5 ^{28/38}	38,1 ^{21/33}	39,9 ^{27/33}	40,5 ^{25/37}	25 ⁽⁹⁾
	TXm	33,3	32,1	29,8	25,1	21,5	18,5⁽⁹⁾	17,8	18,9	21,1⁽⁹⁾	24,6⁽⁹⁾	27,3⁽⁹⁾	31,1⁽⁹⁾	
	TXn	20 ^{11/38}	21,9 ^{6/34}	19 ^{16/37}	13,9 ^{9/39}	10,2 ^{14/31}	8,1 ^{27/33}	6,2 ^{14/33}	8,5 ^{20/39}	9,6 ^{12/36}	11,3 ^{5/34}	14,7 ^{22/31}	20 ^{24/33}	
1940-49	TXx	41,5 ^{5/43}	40,5 ^{13/45}	40 ^{19/43}	36,5 ^{1/45}	31,3 ^{12/48}	27,8 ^{7/48}	28 ^{14/40}	30,5 ^{4/44}	35 ^{29/44}	33,5 ^{19/43}	37 ^{29/47}	39 ^{19/44}	24,1 ⁽⁵⁾
	TXm	30,5⁽⁷⁾	30,2⁽⁷⁾	27,8⁽⁸⁾	25⁽⁸⁾	21,2⁽⁵⁾	17,7⁽⁶⁾	17,5⁽⁷⁾	19⁽⁶⁾	19,9⁽⁵⁾	22,5⁽⁷⁾	26,3⁽⁷⁾	29,1⁽⁵⁾	
	TXn	19,5 ^{14/44}	17,5 ^{26/41}	15,5 ^{26/40}	13 ^{25/41}	9 ^{28/41}	8 ^{15/42}	7,3 ^{9/42}	9 ^{2/48}	7 ^{13/43}	13 ^{3/40}	15,5 ^{13/40}	19,5 ^{8/41}	
1950-59	TXx	40 ^{29/57}	37,6 ^{6/55}	34,6 ^{13/50}	34,6 ^{1/57}	31,4 ^{9/58}	26,4 ^{1/58}	26,8 ^{19/59}	30,4 ^{22/50}	33,2 ^{27/58}	30,6 ^{25/59}	38,4 ^{28/55}	39,9 ^{21/50}	22,9 ⁽⁵⁾
	TXm	30,7⁽⁵⁾	28,5⁽⁷⁾	27,2⁽⁷⁾	22,8⁽⁷⁾	19,9⁽⁶⁾	16,8⁽⁶⁾	16,9⁽⁶⁾	17,7⁽⁶⁾	18,9⁽⁷⁾	22,2⁽⁷⁾	25,9⁽⁷⁾	29⁽⁶⁾	
	TXn	20,2 ^{25/56}	19,2 ^{16/57}	18 ^{1/57}	13 ^{2/51}	9,6 ^{23/55}	9,4 ^{28/56}	7,4 ^{29/55}	9,6 ^{25/54}	10,6 ^{25/50}	13,2 ^{9/57}	15 ^{4/58}	19 ^{24/58}	
1960-69	TXx	39,9 ^{17/68}	40 ^{18/65}	40 ^{6/68}	33 ^{7/65}	30,6 ^{17/67}	29,6 ^{28/62}	30 ^{27/69}	29,8 ^{9/65}	36 ^{1/62}	33,4 ^{26/69}	36,6 ^{28/62}	39,8 ^{31/67}	23,9 ⁽⁶⁾
	TXm	30,4⁽⁷⁾	31⁽⁵⁾	28,1⁽⁵⁾	23,2⁽⁷⁾	20,6⁽⁶⁾	17,1⁽⁵⁾	17,4⁽⁶⁾	18,8⁽⁷⁾	20,1⁽⁷⁾	23,1⁽⁷⁾	26,7⁽⁷⁾	30,1⁽⁵⁾	
	TXn	19,6 ^{27/64}	20,6 ^{17/69}	13,6 ^{26/68}	13,6 ^{28/61}	9,6 ^{21/65}	8,2 ^{13/67}	5,8 ^{8/60}	8 ^{4/66}	10,4 ^{2/64}	14,2 ^{1/64}	15,6 ^{13/65}	19,6 ^{28/64}	
1970-79	TXx	39,5 ^{22/78}	38,2 ^{27/70}	39 ^{3/70}	33 ^{24/70}	31,1 ^{22/71}	27,8 ^{3/70}	30 ^{21/71}	31,6 ^{20/71}	31 ^{9/77}	33,2 ^{30/77}	33,2 ^{18/77}	36,6 ^{27/77}	23 ⁽⁴⁾
	TXm	29,8⁽⁵⁾	29,4⁽⁴⁾	26,5⁽³⁾	23⁽⁴⁾	19,6⁽⁵⁾	16,9⁽⁵⁾	17,7⁽⁴⁾	18,7⁽⁵⁾	21,3⁽⁴⁾	23⁽⁴⁾	24,6⁽⁴⁾	28⁽⁵⁾	
	TXn	20 ^{10/71}	21 ^{19/78}	19,6 ^{15/70}	13,8 ^{5/79}	8,8 ^{3/79}	9,2 ^{26/77}	10,3 ^{1/70}	9,8 ^{13/78}	12,2 ^{2/78}	15,2 ^{6/70}	17 ^{21/70}	17 ^{4/78}	
1980-89	TXx	38,8 ^{28/82}	38,4 ^{18/89}	36,2 ^{4/87}	35,8 ^{9/89}	32,3 ^{7/81}	27,5 ^{30/88}	29 ^{25/87}	30,1 ^{18/89}	31,4 ^{16/82}	34,2 ^{13/85}	38,4 ^{15/85}	37,7 ^{26/88}	23,4
	TXm	30,2	29,3	27,9	24,2	20,5	16,7	17	18,3	19,6	23	25,7	28,6	
	TXn	21,4 ^{23/87}	22 ^{15/81}	19,2 ^{20/89}	13,2 ^{30/85}	11,3 ^{31/83}	4,3 ^{25/88}	9,4 ^{23/88}	9,7 ^{17/87}	10,3 ^{16/86}	12,7 ^{4/81}	17 ^{11/84}	19,8 ^{22/81}	
1990-99	TXx	40,4 ^{27/90}	38,2 ^{27/91}	35,6 ^{9/90}	32,5 ^{8/95}	30,4 ^{7/97}	26,6 ^{12/96}	28 ^{20/93}	31,2 ^{23/95}	34,4 ^{23/94}	33,6 ^{11/93}	34,8 ^{5/95}	41,3 ^{27/99}	23,2 ⁽⁸⁾
	TXm	29,8	28,5	27,5	23,9	20,4	17,1⁽⁹⁾	16,3⁽⁹⁾	18,9⁽⁸⁾	20⁽⁸⁾	22,9⁽⁸⁾	25,7⁽⁸⁾	28,6⁽⁸⁾	
	TXn	19,5 ^{1/98}	20 ^{23/92}	18,2 ^{27/98}	12 ^{16/99}	9 ^{25/93}	8,4 ^{20/96}	4,7 ^{18/92}	6 ^{1/91}	10,6 ^{1/90}	11,6 ^{28/92}	14,6 ^{4/92}	19,6 ^{17/98}	
2000-05	TXx	38,8 ^{13/00}	37,5 ^{12/00}	39,8 ^{6/05}	35,8 ^{14/04}	30,8 ^{14/02}	28,2 ^{20/04}	30 ^{31/05}	35 ^{26/02}	33 ^{6/03}	34,9 ^{18/03}	35,6 ^{22/05}	36,4 ^{13/00}	23,6
	TXm	30,8	29,8	28,2	23,9	20	18,3	16,9	19,8	19,7	23,1	25,7	27,7	
	TXn	22 ^{14/02}	23 ^{16/03}	19,2 ^{27/00}	15,4 ^{11/03}	13,8 ^{16/01}	10,6 ^{22/02}	7,4 ^{19/00}	10,4 ^{31/02}	9,9 ^{13/00}	14,2 ^{21/02}	17,4 ^{14/00}	19,6 ^{5/01}	

ESTACION: MELO TEMPERATURA MINIMA

MELO		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AN
1910-19	TNx	23,5 _{22/12}	24,6 _{23/15}	22,2 ₁₃	20,6 _{3/15}	20,1 _{1/12}	18,5 _{9/14}	18,6 ₁₄	17,2 _{8/15}	19,6 _{17/12}	21,4 _{31/11}	21,1 _{28/14}	23,5 _{29/19}	11,3
	TNm	17,1	17,3	14,6	12,5	9	4,9	5,7	6,4	9	10,6	13,4⁽⁹⁾	15,4	
	TNn	5,1 _{7/17}	9,1 _{1/10}	3,9 _{18/10}	0,9 _{25/10}	-4,1 _{31/10}	-4,9 _{1/10}	-6,1 _{4/17}	-4,3 _{23/17}	-1,5 _{16/19}	-1,8 _{4/16}	3,5 _{3/16}	5 _{11/17}	
1920-29	TNx	24,9 _{1/22}	24,1 _{17/29}	26,5 _{24/27}	21,1 _{3/26}	18,9 _{26/27}	16 _{20/26}	19,1 _{31/22}	19,1 _{11/29}	18,9 _{27/23}	19 _{26/26}	21 _{17/25}	23 _{21/25}	11,4
	TNm	17,3	17,4	15,9	11,9	7,7	5,4	6,1	7,2	9	10,8	13,5⁽⁹⁾	15,8⁽⁹⁾	
	TNn	7,6 _{24/20}	8,1 _{25/24}	5,5 _{29/22}	2,1 _{19/23}	-3,1 _{25/24}	-5,5 _{21/21}	-3,1 _{5/21}	-2,6 ₂₅	0,1 _{15/25}	1,1 _{11/24}	3,1 _{5/21}	4,6 _{1/24}	
1930-39	TNx	26,1 _{19/36}	23,5 _{24/37}	23,8 _{11/34}	19,5 _{19/30}	19 _{26/36}	17,2 _{1/34}	16,7 _{14/32}	17,5 _{16/39}	19 _{24/30}	21 _{19/36}	19,9 _{15/31}	24 _{31/30}	11,7 ⁽⁹⁾
	TNm	16,9	16,9	15,8	11,8	9,3	7,6⁽⁹⁾	6,4	7,3	8,8	11,4⁽⁹⁾	12,8⁽⁹⁾	14,9⁽⁹⁾	
	TNn	6,2 _{1/36}	7,7 _{14/33}	5,7 _{4/36}	1,3 _{25/35}	-1,1 _{21/37}	-2,4 _{9/32}	-3,1 _{26/35}	-1,9 _{10/31}	-1,2 _{6/31}	2,1 _{11/30}	1 _{2/32}	4,4 _{13/37}	
1940-49	TXx	25,5 _{4/44}	24 _{14/44}	23 _{1/43}	20,2 _{7/43}	19,2 _{10/41}	17 _{9/41}	18 _{14/40}	19,5 _{3/44}	21,6 _{29/44}	20 _{23/44}	22,8 _{30/47}	23,4 _{28/40}	12 ⁽⁵⁾
	TNm	17,4⁽⁷⁾	16,9⁽⁷⁾	15,6⁽⁸⁾	12,6⁽⁸⁾	9,9⁽⁷⁾	8,3⁽⁶⁾	6,8⁽⁷⁾	8⁽⁶⁾	8,7⁽⁶⁾	11⁽⁷⁾	13,1⁽⁷⁾	15,3⁽⁶⁾	
	TNn	7,8 _{31/49}	5,2 _{6/48}	5,4 _{27/41}	1 _{10/44}	-0,3 _{23/48}	-2,5 _{20/42}	-6 _{9/45}	-4,6 ₄₈	-0,3 _{8/44}	1 _{10/49}	3,6 _{7/49}	5,2 _{1/42}	
1950-59	TNx	24,4 _{3/56}	23,2 _{14/55}	21,8 _{2/55}	19,8 _{11/58}	21,2 _{21/57}	17,5 _{13/51}	17,8 _{9/57}	17,4 _{18/55}	19,4 _{4/58}	19,6 _{15/57}	19,8 _{28/58}	24,4 _{25/55}	10,6 ⁽⁵⁾
	TNm	16,3⁽⁵⁾	15,7⁽⁷⁾	14⁽⁷⁾	11,3⁽⁷⁾	8,2⁽⁷⁾	6,7⁽⁷⁾	5,9⁽⁶⁾	6⁽⁶⁾	8,6⁽⁷⁾	10,6⁽⁷⁾	12,1⁽⁷⁾	14,1⁽⁶⁾	
	TNn	6,2 _{20/50}	5,6 _{26/58}	2,2 _{24/58}	0,2 _{26/56}	-4 _{10/56}	-4 _{30/56}	-6,4 _{8/55}	-4,8 _{1/55}	-1 _{12/57}	0 _{15/55}	2,3 _{3/54}	2,4 _{11/59}	
1960-69	TNx	23 _{14/61}	23,4 _{6/69}	21 _{15/69}	20,2 _{7/62}	17 _{2/66}	19,6 _{8/61}	17,6 _{5/69}	18 _{5/69}	19 _{3/63}	19,6 _{6/60}	21 _{6/68}	22,4 _{31/68}	10,4 ⁽⁶⁾
	TNm	14,7⁽⁹⁾	14,4⁽⁸⁾	13,3⁽⁶⁾	8,9⁽⁸⁾	5,9⁽⁸⁾	5,6⁽⁷⁾	6,3⁽⁸⁾	6,5⁽⁹⁾	7,9⁽⁹⁾	10,1⁽⁹⁾	12,5⁽⁹⁾	13,8⁽⁸⁾	
	TNn	6 _{8/65}	3,6 _{15/65}	0 _{19/65}	-3,2 _{26/67}	-5,2 _{23/60}	-11 _{14/67}	-7 _{7/65}	-3,6 _{20/62}	-4 _{12/64}	-3 _{17/69}	0 _{1/64}	2 _{18/64}	
1970-79	TNx	23,2 _{24/71}	22 _{4/71}	22 _{7/77}	17,9 _{16/77}	18,6 _{28/70}	15,6 _{11/70}	17,5 _{29/79}	18,8 _{1/79}	18,4 _{23/78}	20,5 _{25/77}	20,4 _{19/77}	21,4 _{16/70}	11,4 ⁽⁴⁾
	TNm	16,7⁽⁵⁾	17,3⁽⁴⁾	15,3⁽³⁾	8,6⁽⁴⁾	5,8⁽⁵⁾	4,4⁽⁵⁾	7,2⁽⁴⁾	7,1⁽⁵⁾	9,2⁽⁵⁾	12,3⁽⁴⁾	12,7⁽⁴⁾	15,6⁽⁴⁾	
	TNn	6,4 _{11/70}	7 _{23/70}	3 _{24/71}	-3,8 _{20/71}	-5,9 _{28/71}	-7,8 _{17/71}	-9,6 _{2/70}	-2,4 _{6/71}	-3,1 _{19/79}	0 _{10/70}	2,4 _{19/70}	5 _{7/70}	
1980-89	TNx	23,1 _{25/89}	23,1 _{23/84}	23,2 _{1/87}	21,3 _{24/80}	20 _{5/81}	18,7 _{19/83}	19,4 _{16/87}	18,6 _{19/89}	18 _{27/83}	20,4 _{27/80}	23,1 _{14/85}	23,2 _{29/83}	11,5
	TNm	17,3	17,3	15,2	12,1	8,2	5,8	6,1	7,5	8,8	10,8	13,6	15,5	
	TNn	4,8 _{3/82}	7,2 _{13/83}	4,5 _{22/81}	1,4 _{9/88}	-3,6 _{24/88}	-4,6 _{28/88}	-4,6 _{29/84}	-2,5 _{27/80}	-2,2 _{20/88}	0,6 _{16/88}	4,6 _{12/82}	4,6 _{8/82}	
1990-99	TNx	24,6 _{29/90}	23,8 _{1/92}	22,6 _{13/92}	21,9 _{15/96}	22,7 _{28/91}	19 _{24/95}	17,6 _{30/91}	21,2 _{18/97}	21,2 _{20/94}	20,5 _{14/91}	23,2 _{14/90}	23,1 _{28/94}	11,7
	TNm	17,2	16,9	15,6	12,5	8,7	6,3	5,9	7,4	8,9	12	13,6	15,9	
	TNn	5,4 _{16/92}	6,4 _{12/96}	5,1 _{25/97}	1,2 _{26/95}	-1,6 _{24/96}	-6,4 _{30/96}	-4,8 _{5/96}	-3,6 _{3/92}	-4 _{2/90}	-0,6 _{4/99}	1,2 _{5/92}	4,8 _{9/95}	
2000-05	TNx	24,8 _{30/05}	24 _{8/01}	23,9 _{15/02}	21,6 _{7/05}	19,5 _{31/01}	21,4 _{5/02}	19 _{2/05}	20 _{5/04}	18,2 _{23/03}	20,5 _{15/02}	20,6 _{24/02}	22,8 _{7/00}	12,3
	TNm	17,3	17,2	16,6	12,8	10,2	9,1	6,7	8,5	8,9	12,3	13,5	15	
	TNn	5,6 _{21/05}	7 _{25/02}	4,8 _{29/00}	2 _{26/04}	-0,8 _{19/04}	-2,8 _{13/02}	-2,2 _{10/02}	-1,9 _{26/03}	-0,6 _{14/03}	2 _{12/03}	1,5 _{2/03}	6,6 _{11/05}	

ESTACION: PRADO
TEMPERATURA MAXIMA

PRADO		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AN
1910-19	TXx	42,7 _{18/17}	38,2 _{2/11}	35 _{23/12}	32,6 _{12/19}	28 _{9/19}	25 _{30/10}	28,4 _{30/18}	28,8 _{16/13}	31,9 _{17/16}	34,2 _{31/16}	34,7 _{24/10}	38,4 _{13/17}	21
	TXm	28,1	27,6	24,6	22,4	18,1	14,5	14,5	15,3	16,8	19,7	23,6	26,7	
	TXn	18,4 _{6/17}	17,7 _{2/17}	17,7 _{28/16}	13,6 _{16/16}	6,9 _{26/16}	5,9 _{23/18}	5,1 _{6/18}	7,7 _{22/17}	9 _{1/16}	10,6 _{1/11}	13,4 _{3/14}	15,8 _{8/14}	
1920-29	TXx	38,2 _{20/22}	37,9 _{16/29}	36 _{15/25}	34,2 _{1/26}	30,2 _{4/21}	27,2 _{29/25}	26,1 _{11/28}	29,5 _{13/25}	30,2 _{29/20}	31 _{18/29}	37,4 _{29/29}	38,6 _{11/21}	21,5
	TXm	28,8	28,6	26,8	22,6	18,3	14,4	14,3	16,1	17,9	19,5	24,4	27,3	
	TXn	19,2 _{17/24}	17,2 _{24/24}	17,5 _{29/29}	13,8 _{26/22}	10,1 _{28/29}	7 _{19/25}	6,4 _{6/25}	8,6 _{13/24}	8,7 _{1/23}	10,5 _{11/24}	14,8 _{4/21}	16,6 _{7/23}	
1930-39	TXx	40,3 _{20/34}	39,5 _{3/35}	38 _{1/31}	32,3 _{10/33}	32 _{16/35}	27,3 _{18/37}	25,6 _{6/35}	28,4 _{14/39}	31,6 _{28/38}	35,8 _{20/33}	35 _{29/32}	37,4 _{31/38}	21,4
	TXm	28,4	27,8	26	21,7	18,9	15,8(9)	15	15,8	17,5	20,5	23,5	26,4	
	TXn	17,9 _{11/38}	17,6 _{26/33}	17,9 _{25/37}	13 _{24/35}	10,6 _{21/37}	8,2 _{15/31}	6,1 _{14/30}	6,5 _{17/30}	9,4 _{17/31}	11 _{3/35}	13,2 _{3/35}	16,2 _{5/39}	
1940-49	TXx	39,3 _{21/43}	39,4 _{27/43}	36,4 _{19/43}	34 _{7/41}	27,4 _{23/41}	27 _{5/40}	26,8 _{20/47}	29,8 _{20/47}	31,6 _{28/44}	32,1 _{31/46}	34,2 _{28/41}	37,4 _{20/49}	21,7
	TXm	28,4	28,3	25	22,4	18,7	16	15,2	15,9	18,4	21	24,3	27	
	TXn	18 _{17/40}	19,2 _{7/49}	16,2 _{25/40}	13,4 _{25/41}	10,6 _{30/49}	7,4 _{22/45}	6,4 _{9/45}	7,2 _{5/48}	8,2 _{5/49}	11,6 _{18/46}	14,4 _{4/40}	17,1 _{14/46}	
1950-59	TXx	40,4 _{29/57}	38,6 _{4/52}	38 _{16/52}	33 _{1/57}	28,2 _{21/57}	26,7 _{13/51}	28,2 _{30/54}	30,8 _{23/50}	32 _{28/58}	31 _{30/51}	38,2 _{27/55}	37,8 _{25/50}	21,6
	TXm	28,4(9)	27,1	26,4(9)	21,6(6)	18,8(7)	15,1(9)	15,5	16,7	17,6(8)	20,5(8)	24(9)	26,9	
	TXn	15,2 _{23/51}	17,6 _{28/57}	16,6 _{31/52}	13,8 _{23/52}	10,5 _{31/55}	8,9 _{19/55}	6,4 _{30/55}	8,4 _{2/56}	10 _{14/51}	11,4 _{6/53}	15 _{2/52}	16 _{4/57}	
1960-69	TXx	39,3 _{29/65}	38,2 _{10/60}	35 _{8/67}	31,5 _{11/67}	29,6 _{17/67}	26,4 _{19/65}	26,8 _{29/69}	27,6 _{10/65}	30,6 _{8/68}	31,4 _{28/61}	34,7 _{29/65}	38,3 _{11/68}	21,6
	TXm	28,6	28,2(9)	25,6(9)	22,2	19	15,6(8)	15,2	16,1(9)	18,1	20,6(9)	24,5(8)	26,9	
	TXn	19,4 _{10/69}	20,1 _{8/66}	16,3 _{29/64}	13,4 _{30/68}	10 _{28/62}	6,5 _{12/67}	7 _{30/67}	8 _{5/63}	9,2 _{2/64}	12,4 _{8/64}	14,6 _{4/65}	17,6 _{21/65}	
1970-79	TXx	37 _{11/72}	39,9 _{27/70}	36,2 _{2/70}	31,2 _{8/74}	29,6 _{15/72}	24,6 _{30/74}	24,9 _{31/72}	26,2 _{17/70}	28 _{24/72}	32 _{18/72}	32,5 _{29/73}	36,9 _{24/70}	21,7(3)
	TXm	28,2(4)	27,9(4)	26,1(4)	23,2(4)	19,1(4)	15,4(4)	14,8(3)	16,1(3)	19,5(3)	20,6(3)	22,5(3)	26,5(3)	
	TXn	19,2 _{14/73}	20,2 _{9/74}	19,4 _{25/72}	17,4 _{14/72}	12,7 _{5/70}	8,2 _{30/70}	8,3 _{1/70}	8,2 _{31/72}	10,4 _{2/72}	11,7 _{4/72}	15 _{1/73}	16,8 _{2/70}	
1980-89	TXx	38,4 _{23/83}	35,7 _{12/89}	34,1 _{25/82}	29,6 _{8/89}	28,4 _{3/84}	25,3 _{25/85}	26,8 _{25/87}	27,2 _{2/81}	30,4 _{12/86}	33,3 _{30/81}	35,6 _{15/85}	36,4 _{1/87}	21(8)
	TXm	28,2(8)	27,2(8)	25,1(9)	21,8(9)	18,1(9)	14,7(9)	14,6(9)	15,8(9)	17,2(9)	20,5(9)	23,1(9)	26,9(9)	
	TXn	19,2 _{30/88}	19,4 _{8/87}	16,4 _{31/89}	13,8 _{30/85}	10 _{30/88}	7,3 _{27/84}	7,4 _{10/88}	7 _{18/87}	9 _{14/81}	11,9 _{4/81}	13,6 _{8/82}	16,6 _{2/81}	
1990-99	TXx	38,8 _{27/90}	36,6 _{10/97}	33,7 _{23/91}	32,4 _{8/95}	29,9 _{3/99}	26,4 _{25/92}	29,8 _{29/97}	32,6 _{24/96}	32,2 _{6/95}	32 _{22/98}	34,6 _{5/95}	36,8 _{18/95}	21,1
	TXm	27,2	26,3	25,5	21,6	18,5	15	14,3	16,9	17,7	20,7	23,2	26,2	
	TXn	19,1 _{15/92}	17,8 _{1/99}	17 _{31/95}	12,2 _{16/99}	9,6 _{31/93}	7,2 _{28/96}	6,8 _{16/92}	6,8 _{1/91}	9,3 _{1/90}	10,8 _{3/99}	13,7 _{4/92}	17,2 _{22/97}	
2000-05	TXx	37,2 _{31/03}	35,2 _{27/02}	34,6 _{4/01}	35,1 _{13/04}	29 _{14/02}	27,4 _{2/05}	27,2 _{30/05}	31,6 _{26/02}	27,2 _{22/01}	32 _{13/02}	34,7 _{27/05}	33,3 _{27/02}	21,1
	TXm	28,1	26,7	25,5	21,5	18	16,1	14,3	16,8	17,3	20,9	23,3	25,3	
	TXn	19,4 _{5/02}	19,2 _{1/05}	15,6 _{31/02}	14,6 _{22/02}	11,9 _{21/05}	9 _{10/02}	7,2 _{15/00}	9 _{1/02}	9,8 _{1/02}	11,8 _{4/05}	13,6 _{5/04}	16,4 _{2/01}	

ESTACION: PRADO TEMPERATURA MINIMA

PRADO		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AN
1910-19	TNx	25,1 _{18/17}	24,7 _{22/15}	21,1 _{2/14}	20 _{14/19}	19,4 _{12/19}	19,6 _{15/14}	17,4 _{5/13}	18,2 _{16/13}	16,3 _{15/14}	20,6 _{26/11}	19,5 _{12/12}	23,7 _{29/14}	11,2
	TNm	17,1	17	14,2	12,5	9,7	6,2	6,1	6,5	7,8	9,8	12,6	15,5	
	TNn	8,1 _{7/17}	8 _{1/13}	4,8 _{23/10}	3,6 _{23/10}	-1,9 _{28/10}	-4 _{5/11}	-3,5 _{2/16}	-2,5 _{1/10}	-1,2 _{12/16}	-1,4 _{4/16}	3,4 _{16/17}	7,6 _{10/10}	
1920-29	TNx	23,5 _{31/20}	25,4 _{6/25}	23,6 _{16/25}	21,6 _{1/20}	20,5 _{26/27}	15,5 _{2/27}	17,5 _{11/28}	20 _{13/25}	15,4 _{10/22}	18,8 _{18/29}	20,9 _{30/28}	21,6 _{31/21}	11
	TNm	16,8	16,6	15,7	11,6	8,3	5,8	6,1	6,3	8	9,5	12,6	15,1	
	TNn	7,7 _{29/28}	6,8 _{24/28}	5,8 _{21/21}	2 _{27/25}	-1,5 _{16/27}	-4,2 _{21/25}	-5 _{12/25}	-2 _{14/28}	-1,8 _{23/20}	-0,2 _{3/23}	2,8 _{8/21}	5 _{1/24}	
1930-39	TNx	24,3 _{19/39}	26 _{27/37}	23,4 _{3/31}	20,6 _{10/33}	21,4 _{16/35}	17,6 _{15/34}	17 _{13/32}	17,4 _{15/39}	17,8 _{28/38}	21,4 _{19/33}	20,8 _{4/38}	24,4 _{31/32}	11,7
	TNm	16,9	16,8	15,9	12,1(9)	9,8(9)	7,4(9)	6,8	7,2	8,3	10,9	12,8	15	
	TNn	8,5 _{6/32}	7,5 _{20/34}	6 _{25/33}	2,3 _{22/35}	-2 _{26/31}	-3,1 _{17/31}	-3,3 _{31/31}	-2,2 _{13/35}	-1,2 _{5/33}	1 _{12/33}	2,5 _{3/33}	5 _{12/33}	
1940-49	TXx	25,5 _{21/43}	25,2 _{3/42}	23,2 _{1/43}	23 _{1/45}	21,6 _{20/40}	18,4 _{8/41}	17,4 _{10/48}	19,1 _{9/42}	23,6 _{29/44}	19,2 _{24/44}	21,7 _{29/47}	22,5 _{28/40}	12,7
	TNm	17,7	18	16	13,3(9)	10,5(9)	8,4(8)	7,7(9)	7,4(9)	9,4(9)	11,3(8)	14	16,4	
	TNn	9,5 _{3/45}	9 _{18/41}	5,7 _{27/41}	4,6 _{21/43}	0,2 _{27/42}	-1,8 _{17/42}	-2,1 _{12/42}	-2,2 _{11/49}	0 _{8/44}	2,9 _{8/48}	4,3 _{7/49}	6,9 _{11/46}	
1950-59	TNx	24 _{9/52}	22,8 _{26/53}	25,4 _{17/52}	19,2 _{13/59}	20,5 _{20/57}	20,8 _{13/51}	18 _{28/52}	20,2 _{23/50}	18,8 _{28/58}	18 _{23/53}	21,2 _{28/55}	24,1 _{28/57}	11,9
	TNm	17,3(9)	17	16,2(9)	12,2(6)	9,6(7)	7,7(9)	7,1	7,3	8,5(9)	10,7(7)	13,4(9)	15,7	
	TNn	8,7 _{3/54}	9,6 _{26/58}	6,5 _{28/56}	3,7 _{25/52}	0,1 _{28/58}	-1,8 _{30/55}	-3,9 _{9/55}	-2,7 _{4/55}	-1 _{3/55}	1,6 _{20/51}	4,5 _{9/57}	6,3 _{2/58}	
1960-69	TNx	24,8 _{13/60}	23,2 _{15/60}	22 _{10/61}	21 _{26/63}	18,6 _{17/67}	18,8 _{19/65}	19 _{4/69}	18,2 _{10/65}	16,8 _{8/68}	19,8 _{30/61}	21,2 _{13/62}	24 _{21/67}	11,9
	TNm	17,5	17,2(9)	15,8(9)	11,9	9,5	7,6(9)	7,2	6,9(9)	8,7	11,4(9)	13,8	15,9	
	TNn	9,4 _{23/67}	9 _{26/62}	5,8 _{30/64}	1,4 _{24/68}	2 _{8/64}	-5,6 _{15/67}	-1,4 _{9/60}	-1 _{5/67}	0,3 _{3/64}	3 _{4/64}	5 _{19/66}	7,6 _{4/64}	
1970-79	TNx	23,6 _{2/70}	24,6 _{27/70}	23,4 _{2/70}	21 _{25/70}	20 _{15/72}	18 _{8/73}	15,6 _{31/72}	16 _{1/72}	16,4 _{28/70}	17,5 _{24/72}	18,2 _{28/72}	22,6 _{26/70}	12,1(3)
	TNm	17,8(4)	17,7(4)	15,9(4)	13,3(4)	10,5(4)	8,1(4)	6,6(3)	7(3)	9,1(3)	10,9(3)	12,5(3)	15,9(3)	
	TNn	11 _{26/73}	9,4 _{15/73}	9 _{18/70}	2,8 _{16/70}	2,6 _{6/70}	0 _{16/74}	-2,6 _{2/70}	-0,5 _{27/70}	0,9 _{8/70}	3,2 _{6/72}	6 _{3/73}	10,2 _{3/70}	
1980-89	TNx	25,4 _{12/86}	23,8 _{5/87}	24,2 _{2/87}	21 _{5/82}	21,5 _{5/81}	17,2 _{21/86}	17,8 _{18/85}	19 _{4/81}	19,2 _{12/86}	20,6 _{30/81}	24 _{24/82}	23,8 _{30/82}	13,1(8)
	TNm	19,1(8)	18,9(8)	17,1(9)	13,9(9)	10,7(9)	8,1(9)	7,5(9)	8,5(9)	9,6(9)	12(9)	14,9(9)	17(9)	
	TNn	12 _{23/82}	11,4 _{15/82}	9 _{14/83}	5 _{30/84}	1,4 _{27/87}	0 _{10/83}	-1 _{24/81}	0 _{9/83}	0,7 _{2/88}	4,2 _{18/81}	6 _{14/82}	9 _{3/81}	
1990-99	TNx	24,6 _{24/93}	25,6 _{20/92}	23,2 _{14/92}	23,2 _{27/94}	22,8 _{29/91}	18,4 _{25/92}	19,6 _{28/97}	20,8 _{30/97}	22,9 _{20/94}	20,4 _{25/95}	22 _{5/95}	25,4 _{27/99}	13,1
	TNm	18,5	18,3	17,3	14,4	11	8,3	7,2	8,4	9,8	12,4	14,7	17,2	
	TNn	10 _{23/98}	9,2 _{8/99}	9,4 _{30/95}	5,4 _{23/94}	1,4 _{28/93}	-1,4 _{28/94}	-2,6 _{15/91}	-1 _{2/92}	-1,4 _{3/95}	3,6 _{8/91}	5 _{10/99}	9,2 _{6/93}	
2000-05	TNx	26,8 _{31/03}	27,2 _{28/02}	25 _{10/03}	21,6 _{3/04}	21,2 _{14/02}	18,9 _{14/00}	17,6 _{9/01}	21,6 _{27/02}	20,9 _{6/03}	23,2 _{14/02}	21,7 _{25/02}	23,2 _{13/00}	13,5
	TNm	19,1	18,9	17,7	14,1	11,7	9,3	7,8	9,6	10	12,9	14,6	16,3	
	TNn	11,9 _{5/02}	11,6 _{21/03}	9,6 _{29/00}	5,2 _{28/02}	2,7 _{30/04}	-0,4 _{23/02}	0 _{10/02}	-0,2 _{4/00}	2 _{8/02}	3,7 _{12/03}	5,7 _{8/05}	8 _{11/05}	

ESTACION: ROCHA TEMPERATURA MAXIMA

ROCHA		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AN
1910-19	TXx	42 ^{17/17}	39,5 ^{22/15}	37,5 ^{7/12}	33 ^{13/19}	28,5 ^{11/11}	26,5 ^{1/19}	27 ^{29/18}	32,5 ^{26/15}	29,5 ^{21/13}	36 ^{19/12}	35,5 ^{14/15}	39 ^{19/17}	21,7
	TXm	29	28,4	25,2	22,8	18,7	15,4	15,1	16,1	17,4	20,4	24,5	27,5	
	TXn	16 ^{6/17}	20 ^{1/17}	17 ^{21/17}	12,5 ^{16/16}	11 ^{22/18}	7,7 ^{6/15}	7,5 ^{7/18}	8 ^{22/17}	9,5 ^{29/18}	11 ^{9/11}	15 ^{9/17}	16 ^{4/11}	
1920-29	TXx	37,8 ^{31/26}	38 ^{8/27}	37 ^{26/26}	33 ^{1/20}	30 ^{6/21}	26,5 ^{29/25}	27 ^{30/22}	29,5 ^{13/25}	32 ^{30/20}	29,5 ^{18/29}	37,8 ^{16/25}	39 ^{25/20}	21,4
	TXm	28,9	28,3	26,3	22,1	17,7	14,4	14,3	15,8	17,7	19,4	24,4	27,3	
	TXn	18,5 ^{15/21}	16 ^{24/24}	16,2 ^{29/29}	11,5 ^{27/24}	9,8 ^{27/29}	5,6 ^{16/21}	6,5 ^{4/21}	8,5 ^{13/24}	9 ^{25/24}	10 ^{10/24}	13,5 ^{16/24}	17 ^{6/24}	
1930-39	TXx	36,4 ^{10/30}	36,2 ^{2/31}	36,3 ^{1/31}	28,5 ^{3/30}	22,8 ^{10/31}	25 ^{13/30}	23,5 ^{16/31}	23,1 ^{24/31}	26,7 ^{23/30}	30,9 ^{30/31}	33 ^{26/30}	35,5 ^{31/30}	20,3(2)
	TXm	28,2(2)	28,1(2)	25,5(2)	21,4(2)	16,4(2)	14,8(2)	13,5(2)	14,5(2)	16,7(2)	19,8(2)	23(1)	26,6(1)	
	TXn	18,3 ^{6/31}	20,2 ^{28/30}	17,3 ^{20/30}	15,8 ^{26/31}	10,4 ^{14/31}	8 ^{15/31}	6,3 ^{14/30}	7,8 ^{17/30}	9,5 ^{11/31}	11,3 ^{10/30}	13 ^{8/31}	18 ^{1/30}	
1940-49	TXx	40,5 ^{5/43}	39,5 ^{25/43}	35,4 ^{12/42}	31,6 ^{8/44}	31,6 ^{4/47}	25,8 ^{30/44}	27,2 ^{14/43}	29,9 ^{15/42}	33,5 ^{29/44}	31,2 ^{20/45}	33,7 ^{15/42}	38 ^{31/42}	22,3(8)
	TXm	28,2(8)	28,5(8)	25,1(5)	22,7(6)	19,9(7)	16,8(6)	15,4(6)	16,4(5)	18,3(8)	20,2(7)	23,9(7)	26,6(6)	
	TXn	18,2 ^{23/47}	13,8 ^{19/48}	16 ^{24/46}	11,5 ^{22/43}	11,2 ^{19/47}	9,4 ^{26/44}	5,5 ^{4/42}	7,5 ^{27/42}	9 ^{5/49}	11,3 ^{18/46}	11,7 ^{10/48}	14,7 ^{30/49}	
1950-59	TXx	41,5 ^{29/57}	37,3 ^{23/54}	37,1 ^{7/52}	35,2 ^{1/57}	31,8 ^{8/58}	27,2 ^{25/57}	27,4 ^{7/58}	29,5 ^{13/53}	30,2 ^{10/51}	31 ^{24/59}	38,6 ^{28/55}	38,4 ^{21/50}	21,4
	TXm	28,2	26,9(9)	26,2(9)	21,5	19	15,7(9)	15,9(9)	16,9	17,3(9)	19,9(9)	23,1	26,3	
	TXn	19,2 ^{25/56}	15,6 ^{28/57}	16,2 ^{30/50}	10,5 ^{23/52}	9,4 ^{18/59}	9,2 ^{28/56}	6,8 ^{7/55}	8,3 ^{3/56}	8,8 ^{2/55}	12 ^{9/57}	13,3 ^{2/52}	16,5 ^{1/58}	
1960-69	TXx	37,7 ^{20/61}	37,8 ^{16/65}	35,2 ^{8/67}	33 ^{11/67}	28,5 ^{18/67}	28,8 ^{20/65}	26,4 ^{25/65}	28,5 ^{6/62}	29,2 ^{29/66}	31,4 ^{4/60}	34 ^{27/64}	39,5 ^{29/62}	21,5
	TXm	28,1	27,8	25,4	22,3	19,7	16,2	15,6	16,4	17,7	20,1	23,4	26,4	
	TXn	17,8 ^{7/60}	19 ^{17/69}	16 ^{29/64}	13,9 ^{30/68}	11 ^{29/62}	8,2 ^{25/60}	7,4 ^{8/60}	8,2 ^{5/63}	8,3 ^{2/64}	12,1 ^{1/65}	13,1 ^{4/65}	17,2 ^{3/62}	
1970-79	TXx	37,2 ^{1/76}	39 ^{27/70}	39 ^{2/70}	32,5 ^{2/71}	30 ^{15/72}	27 ^{21/76}	30,6 ^{29/79}	30,6 ^{1/79}	29,2 ^{27/77}	31,4 ^{30/77}	34,2 ^{26/77}	37,5 ^{16/71}	21,4
	TXm	27,4(8)	27,4(6)	25,4(8)	23(7)	19,4(9)	16,1(8)	16,4	16,7(9)	18,7	20,9	23,2	26,4(9)	
	TXn	17,4 ^{10/75}	18,2 ^{24/71}	16,2 ^{30/77}	11,5 ^{23/71}	7,2 ^{30/79}	8,2 ^{21/77}	7,2 ^{16/75}	8,7 ^{31/72}	10,3 ^{2/72}	10,5 ^{10/77}	13,9 ^{21/70}	15,2 ^{2/70}	
1980-89	TXx	38,8 ^{23/80}	38 ^{6/89}	35,8 ^{22/80}	31 ^{23/80}	30,1 ^{4/84}	26,6 ^{25/85}	26,9 ^{25/87}	28,6 ^{28/82}	30,6 ^{13/86}	31,4 ^{30/81}	33,6 ^{25/82}	36,2 ^{27/82}	21,4
	TXm	28,1	27,2	25,8	22,4	19,2	15,8	15,4	16,3	17,7	20,4	23,2	25,9	
	TXn	20,4 ^{9/82}	19,8 ^{9/87}	18,2 ^{10/87}	15 ^{24/84}	11,2 ^{25/87}	7,2 ^{27/84}	8 ^{30/80}	8,4 ^{15/84}	8,8 ^{5/86}	11,2 ^{2/87}	14,2 ^{3/82}	17,8 ^{1/85}	
1990-99	TXx	37,2 ^{26/90}	37,4 ^{27/91}	33 ^{3/91}	32,5 ^{8/95}	29,5 ^{3/99}	26 ^{25/92}	28,7 ^{29/97}	31,4 ^{30/97}	31 ^{6/95}	33 ^{22/98}	34 ^{29/96}	40 ^{18/95}	21,4
	TXm	27,6	26,6	25,9	22,2	19,2	16	15,4	17,3	17,8	20,7	23,1	26,2	
	TXn	18,8 ^{24/91}	19,2 ^{1/99}	17,2 ^{31/95}	13,2 ^{16/99}	11,3 ^{31/93}	9 ^{28/96}	6,9 ^{8/94}	6,2 ^{1/91}	9,2 ^{1/90}	11,7 ^{3/99}	12,4 ^{4/92}	18 ^{5/93}	
2000-05	TXx	37,5 ^{31/03}	34,7 ^{12/00}	36,4 ^{7/05}	33,1 ^{13/04}	29 ^{14/02}	27,7 ^{2/05}	29,2 ^{30/05}	31,6 ^{26/02}	28,6 ^{6/03}	31,7 ^{21/05}	35 ^{27/05}	36,8 ^{26/00}	21,7
	TXm	28,4	27,2	26	22,3	18,9	16,8	15,4	17,7	17,8	20,9	23,6	25,5	
	TXn	20 ^{6/02}	20,6 ^{23/03}	18,6 ^{31/02}	16 ^{22/02}	13 ^{18/04}	10,5 ^{21/02}	8 ^{15/00}	8,6 ^{22/03}	9,7 ^{13/00}	13 ^{21/02}	14,5 ^{15/00}	17 ^{2/01}	

ESTACION: ROCHA TEMPERATURA MINIMA

ROCHA		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AN
1910-19	TNx	23 _{3/14}	26 _{23/15}	21,5 _{2/14}	21 _{13/13}	19 _{8/12}	17 _{2/19}	16,5 _{22/13}	16 _{24/10}	16,5 _{12/13}	19 _{26/11}	20 _{28/14}	23 _{29/14}	11,2
	TNm	16,8	16,9	14,1	12,7	9,9	6,3	6	6,3	8,1	10	12,8	15,3	
	TNn	7 _{5/10}	7 _{1/10}	6 _{14/11}	2,5 _{30/14}	0 _{31/10}	-2 _{28/13}	-3 _{30/12}	-1,5 _{12/16}	-1 _{2/12}	1 _{3/11}	3,5 _{5/14}	6 _{18/13}	
1920-29	TNx	24 _{18/28}	26,5 _{4/25}	23 _{15/25}	22,5 _{1/26}	20,9 _{27/27}	16 _{26/25}	17,5 _{30/22}	21 _{14/25}	17 _{27/23}	18 _{30/28}	22 _{24/28}	23,2 _{26/29}	11,5
	TNm	17	17	16,1	12,5	9	6,5	6,7	6,9	8,3	10,3	13	15,4	
	TNn	8 _{10/21}	8,3 _{10/28}	8 _{31/22}	5 _{29/22}	0 _{25/24}	-1 _{18/21}	-2 _{12/25}	-2 _{20/20}	0,5 _{1/21}	2,5 _{30/20}	1 _{9/24}	1,6 _{12/20}	
1930-39	TNx	23,3 _{12/30}	22 _{3/31}	23,5 _{4/31}	19,5 _{3/30}	17 _{8/30}	15,5 _{13/30}	16,5 _{18/31}	14 _{25/31}	18,5 _{24/30}	19 _{31/31}	17,8 _{27/30}	22,2 _{30/30}	11,7(2)
	TNm	18,6(2)	17,7(2)	16,3(2)	13,4(2)	9,4(2)	8,1(2)	6,3(2)	7,1(2)	7,5(2)	10,3(2)	13,7(1)	17,3(1)	
	TNn	11 _{31/31}	12,5 _{10/30}	8 _{21/30}	5 _{22/31}	2,5 _{26/31}	0,1 _{16/31}	0 _{31/31}	0,5 _{1/31}	1,8 _{18/30}	1,8 _{11/30}	6,4 _{5/31}	9 _{2/30}	
1940-49	TNx	22 _{22/42}	26 _{20/44}	24 _{10/47}	23,2 _{26/46}	20 _{20/45}	17,1 _{4/42}	19 _{12/49}	19 _{20/48}	20,3 _{4/43}	19,5 _{22/45}	19,8 _{29/47}	21,7 _{21/42}	11,4(8)
	TNm	15,6(8)	16,2(7)	15(5)	11,6(6)	9,5(6)	7,2(6)	6,4(5)	6,4(5)	8,2(7)	10(8)	11,6(8)	14,2(8)	
	TNn	5 _{18/47}	6,8 _{28/44}	5,5 _{24/46}	1,6 _{29/49}	0 _{23/48}	-2 _{18/42}	-3,6 _{8/43}	-3,6 _{9/48}	-2 _{11/45}	0,5 _{8/48}	1 _{13/48}	4,7 _{15/46}	
1950-59	TNx	25 _{29/57}	23,4 _{22/53}	23 _{17/52}	21,6 _{1/59}	21,6 _{9/58}	17 _{15/51}	17,8 _{26/59}	19,6 _{23/50}	18,9 _{28/58}	18 _{24/58}	20,4 _{28/55}	23,2 _{29/57}	11
	TNm	15,9	15,6(9)	15,2(9)	11,5	9,3	7,4	6,6(9)	6,9	8,2(9)	10(9)	11,8	14,1	
	TNn	5,3 _{20/50}	6,8 _{26/58}	4,6 _{28/56}	3 _{25/52}	-1,2 _{23/56}	-1,4 _{8/55}	-5,6 _{9/55}	-4,2 _{4/55}	-1,8 _{14/54}	1,2 _{4/53}	1,4 _{7/50}	3,2 _{6/50}	
1960-69	TNx	24,6 _{25/65}	23 _{11/69}	23,6 _{12/63}	21,3 _{6/63}	18,2 _{30/66}	18,4 _{4/66}	19,2 _{30/69}	19 _{7/62}	19 _{9/68}	20,2 _{31/61}	20,2 _{28/68}	23,6 _{12/68}	11,2
	TNm	15,9	15,8	14,8	11,1	9	7,5	7,3	7,2	8,4	10,5	12,6	14,7	
	TNn	5,8 _{7/61}	5 _{19/69}	3,8 _{27/66}	2 _{29/60}	0,2 _{3/60}	-5,8 _{15/67}	-3,3 _{10/60}	-2,4 _{2/60}	-2,2 _{3/64}	-0,3 _{7/69}	1,2 _{13/66}	4 _{4/64}	
1970-79	TNx	23,4 _{5/73}	24,8 _{3/73}	22 _{3/70}	22,8 _{24/70}	18,8 _{28/70}	18,4 _{8/73}	22 _{29/79}	18 _{19/70}	18,7 _{27/78}	21,5 _{31/77}	24 _{2/76}	23,8 _{28/71}	11
	TNm	16(8)	16,5(8)	14,4(9)	11,3(9)	8,8(9)	7,3(8)	7,1	7,2(9)	8,6	10,5	11,5	14,9(9)	
	TNn	5,2 _{28/76}	8 _{15/73}	3,4 _{21/75}	2 _{20/71}	-2,6 _{5/71}	-3,6 _{18/71}	-4,6 _{11/76}	-3 _{5/72}	-2,5 _{3/72}	-0,8 _{6/72}	1,4 _{11/73}	4,2 _{16/79}	
1980-89	TNx	23,6 _{25/83}	23,8 _{27/81}	24,2 _{22/80}	21,2 _{23/80}	20,2 _{14/80}	18,6 _{19/83}	17,5 _{1/88}	19,2 _{3/81}	19,4 _{8/81}	19 _{30/81}	22,4 _{30/83}	22,6 _{5/84}	11,4
	TNm	16,9	16,9	15,4	12,4	9,2	6,8	6,4	6,9	8,2	10,3	13,1	14,9	
	TNn	7 _{8/81}	7,8 _{1/88}	6 _{25/81}	2,2 _{30/84}	0 _{27/87}	-1,6 _{30/83}	-3 _{13/88}	-2,6 _{8/84}	-3,4 _{4/88}	0,2 _{3/87}	2,2 _{9/82}	3,8 _{3/81}	
1990-99	TNx	23,6 _{29/90}	24,5 _{9/92}	23,3 _{14/92}	22 _{27/94}	20,4 _{1/94}	19,5 _{6/95}	20,5 _{30/97}	21 _{24/95}	20,5 _{19/94}	19,6 _{22/91}	21,9 _{20/90}	25,4 _{12/94}	11,6
	TNm	16,6	16,5	15,4	13,1	9,5	7,1	6,2	7,1	8,3	11,1	13,1	15,3	
	TNn	7,5 _{12/95}	7 _{12/99}	4,8 _{28/90}	4,4 _{6/91}	0 _{24/92}	-3,2 _{24/96}	-3,9 _{23/90}	-2,6 _{9/92}	-2,4 _{3/90}	0 _{5/99}	3 _{5/92}	4 _{9/95}	
2000-05	TNx	23,3 _{8/01}	24,2 _{28/02}	24,2 _{10/03}	21,6 _{8/02}	18,1 _{14/05}	20,4 _{8/05}	18,2 _{31/05}	18,7 _{25/02}	18,7 _{6/03}	20,3 _{14/02}	20,4 _{17/02}	22,4 _{26/00}	11,8
	TNm	16,8	16,6	15,8	12,5	10,4	8,3	6,6	8,3	8,2	11,2	12,6	14,1	
	TNn	6,5 _{2/04}	7,5 _{4/05}	5,7 _{22/03}	3,2 _{28/02}	1 _{29/04}	-1,7 _{4/03}	-2,7 _{20/05}	-1 _{15/02}	-0,8 _{8/02}	1,1 _{12/03}	1,2 _{8/05}	3,5 _{11/05}	

**ESTACION: RIVERA
TEMPERATURA MAXIMA**

RIVERA		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AN
1910-19	TXx	40 ^{18/17}	37,4 ^{3/11}	35 ^{5/11}	35 ^{15/19}	33,8 ^{1/19}	29,8 ^{1/19}	30,6 ^{11/14}	33,3 ^{31/18}	34 ^{21/16}	33,8 ^{27/11}	36,7 ^{17/16}	38,2 ^{29/17}	23,5
	TXm	30,1	29,2	26,6	24,1	20,4	17,3	17,6	18,3	20,1	23,3	26,3	28,7	
	TXn	21,2 ^{1/12}	20,4 ^{28/10}	18,6 ^{25/14}	15,4 ^{18/11}	9,6 ^{30/10}	7 ^{24/18}	6,8 ^{7/18}	8 ^{31/12}	10 ^{15/11}	13,4 ^{2/11}	16,6 ^{4/14}	17 ^{20/16}	
1920-29	TXx	41 ^{4/24}	40,3 ^{16/29}	38,7 ^{1/26}	34,5 ^{1/26}	32,4 ^{8/24}	27,5 ^{10/24}	29 ^{29/22}	32 ^{21/24}	33,5 ^{13/27}	33 ^{2/20}	37,7 ^{30/29}	39,5 ^{30/24}	24,6
	TXm	31,1(9)	31,1	29,1	24,7	21,3	18,5	18,5	20,6(9)	21,4(9)	23,1	27,5(9)	30,2(8)	
	TXn	18 ^{1/23}	21,4 ^{17/28}	19,7 ^{20/29}	17 ^{26/22}	10,6 ^{28/29}	10 ^{15/22}	4 ^{6/27}	11,6 ^{31/22}	13 ^{4/29}	13 ^{8/22}	17,8 ^{6/20}	20 ^{21/20}	
1930-39	TXx	36,1 ^{24/31}	39,3 ^{28/31}	39,9 ^{5/31}	33,5 ^{1/30}	28,8 ^{5/36}	27 ^{27/30}	29 ^{20/30}	30,3 ^{2/30}	31,1 ^{22/30}	34,9 ^{31/31}	34 ^{4/30}	36,3 ^{31/30}	24(2)
	TXm	29,7(3)	30,5(3)	28,5(3)	18,7(2)	18,7(2)	18,6(2)	18,4(2)	18,9(2)	21,4(2)	24,2(2)	27,1(1)	29,9(1)	
	TXn	20,2 ^{7/31}	20,4 ^{14/36}	18,8 ^{3/36}	16,6 ^{22/36}	9,7 ^{14/31}	8,9 ^{14/31}	10 ^{14/30}	9,8 ^{20/30}	11 ^{11/30}	14,8 ^{9/30}	14 ^{9/31}	20,8 ^{21/36}	
1940-49	TXx	41 ^{22/43}	39,6 ^{16/46}	37 ^{9/43}	34,4 ^{25/46}	31 ^{27/47}	28,4 ^{7/48}	28,4 ^{31/46}	31,4 ^{19/47}	34 ^{11/46}	32,8 ^{25/41}	37,4 ^{15/49}	40 ^{31/42}	23,3(7)
	TXm	30,4(7)	30,1(7)	27(7)	24,3(6)	20,2(8)	17,4(8)	16,7(7)	19,6(7)	20,6(7)	22,7(8)	25,9(9)	29(8)	
	TXn	19,2 ^{1/42}	18 ^{16/45}	18,2 ^{29/42}	10 ^{30/45}	10 ^{16/45}	5 ^{23/45}	3 ^{7/44}	6 ^{17/44}	9 ^{10/45}	12,4 ^{7/49}	15 ^{22/45}	16 ^{5/45}	
1950-59	TXx	40,4 ^{30/57}	41 ^{21/53}	40 ^{1/53}	33,6 ^{1/57}	31,4 ^{9/58}	28 ^{13/51}	28,2 ^{17/55}	33,2 ^{30/55}	35 ^{27/58}	33 ^{17/57}	39,2 ^{28/55}	43 ^{27/52}	23,9
	TXm	31,5(9)	30,1(9)	28,3(9)	23,1(9)	20,3(9)	17,3(9)	17,4(9)	19,3	20,2	22,9	27,6(9)	30,1(9)	
	TXn	20 ^{16/54}	18,2 ^{26/54}	17,6 ^{30/55}	14,2 ^{2/51}	10 ^{18/54}	8 ^{27/51}	4,2 ^{30/55}	8,8 ^{3/56}	8,4 ^{17/51}	12,4 ^{4/58}	15,4 ^{3/52}	20,4 ^{12/56}	
1960-69	TXx	42,2 ^{2/63}	38,6 ^{18/65}	38,6 ^{17/63}	32,8 ^{7/62}	30,8 ^{10/67}	32 ^{13/66}	29,4 ^{17/67}	32 ^{31/63}	33,4 ^{4/63}	34 ^{26/69}	39,5 ^{28/62}	39,4 ^{29/62}	23,9(9)
	TXm	30,8(8)	30,5	27,6	23,8(9)	21,3(9)	18(9)	18,1(8)	19,1	20,9(9)	24(8)	26,8(8)	29,7(8)	
	TXn	22,8 ^{4/62}	22 ^{18/62}	17,2 ^{26/68}	13 ^{28/61}	10,6 ^{28/62}	8,8 ^{17/63}	6,4 ^{8/69}	8 ^{21/62}	10,4 ^{2/64}	14 ^{11/62}	16 ^{19/60}	21,8 ^{19/63}	
1970-79	TXx	39,6 ^{25/75}	38 ^{12/75}	36,6 ^{5/70}	32,6 ^{22/70}	31,4 ^{10/75}	29 ^{12/70}	29,6 ^{29/79}	29,6 ^{17/70}	33,7 ^{12/77}	35 ^{30/77}	35,4 ^{15/75}	40 ^{30/71}	23(9)
	TXm	29,3	28,3	26,7(8)	24(9)	20,6(9)	17,1	16,9	17,2	20,5	23,2	25,2	28,4(9)	
	TXn	19,2 ^{11/75}	18,4 ^{9/73}	18,2 ^{13/76}	15,5 ^{10/75}	9,2 ^{30/79}	7,2 ^{28/73}	6,4 ^{20/73}	7,6 ^{11/75}	9,6 ^{28/73}	10,4 ^{6/71}	14,1 ^{9/79}	14,4 ^{2/73}	
1980-89	TXx	38,3 ^{28/82}	36,6 ^{9/81}	34,8 ^{23/80}	31,9 ^{25/80}	30,8 ^{5/81}	27,2 ^{8/80}	27,3 ^{19/80}	29,9 ^{5/81}	31,4 ^{16/82}	35 ^{8/83}	36 ^{30/83}	37 ^{27/83}	23,6(5)
	TXm	30,1(5)	28,9(5)	27,2(5)	24,1(5)	21,4(5)	15,9(5)	16,4(5)	19,2(4)	20,3(4)	23,7(5)	25,7(5)	29(5)	
	TXn	18,5 ^{1/82}	19,7 ^{14/83}	17,6 ^{27/82}	15,6 ^{30/80}	10,7 ^{12/84}	8 ^{26/80}	7 ^{18/81}	9,1 ^{8/84}	9,8 ^{13/83}	13 ^{23/80}	16,9 ^{2/83}	18,8 ^{20/84}	
1990-99	TXx	38,5 ^{20/94}	36,2 ^{3/99}	36,8 ^{8/91}	32,8 ^{19/93}	30 ^{1/93}	27,7 ^{1/91}	28,9 ^{21/94}	33,6 ^{28/93}	36,1 ^{23/94}	36,4 ^{11/93}	36,5 ^{23/91}	40,4 ^{27/99}	23,9
	TXm	30,6	28,7	27,6	23,6(9)	20,4	17,3	16,8	20,2	20,8	23,8	26,9	29,8	
	TXn	20,6 ^{1/98}	17,8 ^{6/97}	17,5 ^{27/98}	11,6 ^{16/99}	8,2 ^{26/93}	6,2 ^{20/96}	5,2 ^{8/94}	8 ^{14/99}	8,8 ^{1/90}	12,8 ^{3/99}	15,8 ^{4/99}	21,2 ^{10/96}	
2000-05	TXx	37,8 ^{8/00}	36,5 ^{1/03}	39,2 ^{6/05}	34,9 ^{14/04}	30,7 ^{14/02}	26,3 ^{5/02}	29,8 ^{30/05}	32,8 ^{26/02}	34,1 ^{6/04}	34,5 ^{18/03}	36,9 ^{22/05}	36,7 ^{26/00}	23,8
	TXm	31,1	29,6	28	23,7	19,9	18,3	17	20	20,3	23,7	26,4	28,4	
	TXn	22 ^{14/02}	19,6 ^{19/03}	19 ^{26/00}	15 ^{29/01}	13 ^{13/01}	9 ^{22/02}	6,6 ^{12/00}	7,6 ^{2/02}	9 ^{13/00}	15,2 ^{10/03}	16,5 ^{30/01}	20,2 ^{4/02}	

ESTACION: RIVERA
TEMPERATURA MINIMA

RIVERA		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AN
1910-19	TNx	25 ^{28/18}	24,2 ^{22/15}	22,6 ^{24/12}	22,8 ^{29/12}	20,4 ^{10/12}	18,7 ^{11/14}	19,1 ^{6/14}	18,8 ^{13/14}	18,2 ^{17/14}	21,4 ^{31/11}	21 ^{1/11}	23,8 ^{20/17}	11,3
	TNm	17	17,1	14,2	12,4	9,2	5,5	6,1	6,6	8,6	10,8	13,5	15,4	
	TNn	6,4 ^{7/17}	8,2 ^{23/19}	5 ^{18/10}	2,6 ^{25/10}	-2 ^{31/10}	-4,4 ^{24/18}	-5,4 ^{10/18}	-2 ^{23/17}	-0,6 ^{8/12}	1,6 ^{11/11}	1,4 ^{5/11}	7,4 ^{7/12}	
1920-29	TNx	25 ^{1/22}	28 ^{28/27}	21,4 ^{28/26}	20 ^{3/26}	19 ^{25/27}	19 ^{19/26}	18 ^{31/22}	21 ^{11/29}	23 ^{11/24}	20 ^{4/25}	21,4 ^{30/23}	22 ^{23/21}	10,5
	TNm	15,9(9)	15,3(9)	14,1	10,9	7,3	5,8	6,2	7(9)	8,5	9,9	12,8(9)	15(8)	
	TNn	6 ^{2/28}	6 ^{4/28}	4 ^{31/29}	3 ^{19/23}	-1,4 ^{25/24}	-5 ^{22/21}	-3 ^{4/21}	-5 ^{15/24}	-1 ^{1/21}	1,8 ^{10/22}	4,6 ^{5/21}	5 ^{8/27}	
1930-39	TNx	25 ^{24/31}	22,3 ^{3/31}	23 ^{12/30}	21 ^{26/30}	19,8 ^{21/36}	19,8 ^{13/30}	19,8 ^{20/30}	18,8 ^{2/30}	18,8 ^{23/30}	19,8 ^{30/31}	20,5 ^{4/30}	24,1 ^{31/30}	13,4(1)
	TNm	17,3(4)	17,1(3)	15,2(3)	13,4(3)	9,6(2)	10,4(2)	7,6(2)	8,6(2)	8,4(2)	11,7(2)	14,6(1)	17,4(1)	
	TNn	7,6 ^{1/36}	10,3 ^{8/36}	4 ^{4/36}	4,8 ^{13/31}	1,1 ^{5/31}	0 ^{15/31}	0 ^{6/30}	0 ^{1/31}	1 ^{6/31}	3 ^{7/30}	4,2 ^{10/31}	7,9 ^{2/30}	
1940-49	TXx	25,4 ^{3/48}	24,2 ^{3/47}	22,5 ^{3/43}	19,2 ^{22/49}	21 ^{23/40}	18,6 ^{8/48}	19 ^{13/48}	20 ^{4/44}	21 ^{30/44}	20 ^{25/45}	24,4 ^{30/47}	23,2 ^{20/44}	11,8(8)
	TNm	17,1(8)	17,1(8)	15,4(8)	12(7)	9,7(9)	8(9)	6,9(9)	7,6(8)	9,6(8)	11,5(9)	13,1	15,2(9)	
	TNn	7,5 ^{11/43}	8 ^{8/49}	6 ^{17/42}	4 ^{30/45}	0,4 ^{19/48}	0 ^{19/42}	-4 ^{10/45}	-1 ^{19/44}	0 ^{1/47}	0,3 ^{29/42}	1 ^{3/41}	7 ^{1/42}	
1950-59	TNx	26,4 ^{22/54}	23,4 ^{6/55}	25,4 ^{8/53}	20,4 ^{1/59}	20,2 ^{28/53}	17 ^{14/51}	19,4 ^{10/57}	19 ^{14/54}	20 ^{28/58}	20 ^{15/57}	23 ^{12/51}	18 ^{12/56}	11,9
	TNm	17,6(9)	17	15,8	12	9,8	7,5	6,8	7,5	8,9	11,1	13,2	15,5	
	TNn	9,4 ^{20/50}	9 ^{25/51}	7 ^{30/55}	0,8 ^{3/50}	-1 ^{25/58}	-4 ^{29/56}	-4,8 ^{9/55}	-2,4 ^{1/55}	-3,2 ^{9/52}	2 ^{19/51}	3 ^{4/50}	6,8 ^{15/56}	
1960-69	TNx	26 ^{15/61}	26 ^{1/67}	22 ^{6/68}	19 ^{3/60}	16,8 ^{24/67}	19,8 ^{12/69}	17 ^{29/60}	16,4 ^{11/65}	18,4 ^{4/62}	19,8 ^{30/61}	22,2 ^{28/62}	23 ^{8/64}	11,4(8)
	TNm	16,3(8)	16,3	14,7	10,5(9)	8,4(9)	6,3(9)	7,1(8)	7,1	9,3(9)	11,7(8)	13,8(8)	15,4(8)	
	TNn	6 ^{2/60}	7 ^{25/62}	5 ^{30/64}	-1 ^{26/62}	-2,8 ^{6/62}	-5 ^{14/67}	-2,4 ^{29/61}	-4 ^{6/63}	-1 ^{2/66}	0,4 ^{2/64}	4,6 ^{1/64}	8,2 ^{20/60}	
1970-79	TNx	24 ^{20/74}	23,2 ^{21/77}	23,4 ^{7/77}	19,9 ^{15/77}	21 ^{29/70}	17,7 ^{19/78}	21,5 ^{29/79}	18,4 ^{1/79}	24 ^{12/77}	22 ^{24/77}	26 ^{15/75}	23 ^{8/79}	11,9
	TNm	16,8	16,3	15,1(8)	12,2(9)	9,9(9)	7,8	7,7	7,5	9,5	12,2	13,4	15,5(9)	
	TNn	10 ^{11/70}	9 ^{15/74}	6,2 ^{22/75}	4 ^{23/71}	0,3 ^{31/79}	-1 ^{6/70}	-3 ^{2/70}	-1,6 ^{5/72}	-2,4 ^{1/74}	3 ^{6/71}	4,4 ^{22/70}	6 ^{5/71}	
1980-89	TNx	25,8 ^{7/84}	26,3 ^{1/81}	24,9 ^{23/80}	21,8 ^{25/80}	21,6 ^{26/84}	21,1 ^{19/83}	20 ^{3/82}	23 ^{29/82}	20,1 ^{16/82}	22,6 ^{8/83}	22,6 ^{30/83}	25 ^{30/83}	13,6(5)
	TNm	18,7(5)	18,8(5)	17,5(5)	14,5(5)	12,6(5)	7,9(5)	7,8(5)	8,9(4)	10,1(4)	12,7(5)	15(5)	16,9(5)	
	TNn	9,6 ^{1/80}	11,6 ^{6/84}	8,5 ^{17/81}	4,8 ^{15/80}	1,2 ^{19/84}	-1,2 ^{28/84}	-1,5 ^{29/84}	0,2 ^{27/80}	1,3 ^{30/81}	3,4 ^{1/81}	7,1 ^{12/82}	7,8 ^{7/82}	
1990-99	TNx	26,1 ^{29/90}	25,6 ^{20/92}	23,8 ^{9/91}	28,5 ^{27/94}	23,2 ^{28/91}	20,2 ^{8/92}	21 ^{13/95}	24,5 ^{18/97}	25,7 ^{21/94}	25,8 ^{14/91}	24 ^{20/90}	25,8 ^{27/99}	13,4
	TNm	18,6	18	16,9	13,9(9)	10,8	8,5	8	9,6	10,6	13,3	15,2	17,7	
	TNn	4,4 ^{27/91}	9,9 ^{14/91}	7,2 ^{27/90}	4 ^{21/95}	0,6 ^{28/93}	-2,7 ^{30/96}	-2,3 ^{23/90}	-2 ^{2/91}	-1,4 ^{2/90}	1,8 ^{4/99}	4,1 ^{5/92}	8,6 ^{7/99}	
2000-05	TNx	24 ^{25/04}	24,6 ^{28/02}	26 ^{10/02}	22,2 ^{8/00}	20,6 ^{17/03}	21,8 ^{5/02}	21,4 ^{31/05}	22,2 ^{5/04}	22,8 ^{6/04}	21,2 ^{15/02}	23,7 ^{23/05}	24 ^{28/02}	13,8
	TNm	18,9	18,6	17,7	14,5	11,4	10,8	7,9	9,8	13,8	13,8	15,1	16,8	
	TNn	11,4 ^{26/05}	11,2 ^{21/03}	8 ^{29/00}	5,2 ^{28/02}	3 ^{14/01}	-1,8 ^{25/02}	-1,8 ^{14/00}	-0,8 ^{12/00}	0,5 ^{2/02}	4,6 ^{12/03}	4,3 ^{2/03}	8 ^{9/01}	

ESTACION: MERCEDES TEMPERATURA MAXIMA

MERCEDES		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AN
1910-19	TXx	44 ^{18/17}	40,6 ^{2/11}	37 ^{7/12}	33,6 ^{10/19}	29,8 ^{6/15}	29,6 ^{24/12}	30 ^{31/18}	33,4 ^{31/18}	35 ^{21/16}	38 ^{31/16}	38 ^{17/16}	41,8 ^{13/17}	23,6
	TXm	32	30,7	27,6	24	19,5	16,4	16,6	17,6	19,6	23,1	26,5	29,6	
	TXn	19 ^{7/18}	18 ^{1/17}	18 ^{30/18}	12 ^{16/16}	10 ^{28/17}	7,8 ^{20/15}	6 ^{8/18}	4 ^{22/17}	9,2 ^{27/11}	13,2 ^{5/17}	14,6 ^{3/14}	17 ^{19/16}	
1920-29	TXx	44,6 ^{25/23}	42,6 ^{15/29}	41,2 ^{1/26}	34,2 ^{1/20}	31 ^{6/21}	26 ^{27/25}	26,4 ^{11/28}	30 ^{25/21}	32,4 ^{30/20}	31,8 ^{28/28}	37,6 ^{23/28}	41,2 ^{11/21}	24,2 ⁽⁸⁾
	TXm	33,1	32,3	29,4⁽⁸⁾	24,5⁽⁹⁾	19,2⁽⁸⁾	15,4⁽⁸⁾	15,6⁽⁹⁾	18⁽⁹⁾	20,7⁽⁸⁾	22,5⁽⁷⁾	27,6⁽⁷⁾	29,9⁽⁸⁾	
	TXn	15 ^{8/24}	17 ^{9/28}	18 ^{28/22}	13 ^{2/27}	9 ^{13/23}	6,4 ^{24/27}	4,4 ^{13/20}	9 ^{3/24}	10 ^{1/23}	11 ^{8/22}	13,8 ^{6/26}	18,6 ^{7/23}	
1930-39	TXx	41,8 ^{27/33}	39,6 ^{28/31}	41,2 ^{5/31}	33 ^{1/30}	29,4 ^{23/33}	28,3 ^{18/37}	26,9 ^{19/39}	32,8 ^{27/38}	35,4 ^{24/38}	35,4 ^{25/38}	36,4 ^{29/32}	41,4 ^{30/32}	23,2 ⁽⁷⁾
	TXm	30,9⁽⁸⁾	29,9⁽⁸⁾	27,2⁽⁸⁾	22,8⁽⁷⁾	19⁽⁸⁾	16,5⁽⁷⁾	16,4⁽⁷⁾	17,6⁽⁷⁾	20,1⁽⁷⁾	22,1⁽⁷⁾	25,8⁽⁸⁾	29,3⁽⁸⁾	
	TXn	20,6 ^{31/33}	20,1 ^{19/39}	12,4 ^{24/38}	11,2 ^{18/39}	9,2 ^{13/31}	7,8 ^{27/33}	6,8 ^{14/30}	8 ^{16/30}	11,4 ^{10/31}	12,4 ^{11/30}	13,4 ^{9/31}	19,7 ^{5/39}	
1940-49	TXx	42,8 ^{20/43}	41,6 ^{27/43}	39,2 ^{1/43}	35,4 ^{1/45}	28,4 ^{2/44}	28 ^{13/45}	27,6 ^{24/40}	31 ^{18/47}	35 ^{29/44}	37,2 ^{20/45}	39 ^{29/47}	42 ^{19/44}	23,9
	TXm	31,6	30,8	26,8	23,9	20	17,4	16,8⁽⁹⁾	18	20,5	23,4	27,2	30,6⁽⁹⁾	
	TXn	17,4 ^{17/40}	18,8 ^{8/47}	15,2 ^{18/47}	10,8 ^{25/41}	9,4 ^{6/44}	7,8 ^{15/42}	7,8 ^{4/42}	8,6 ^{4/42}	9 ^{13/47}	11,3 ^{18/46}	16,2 ^{11/41}	15 ^{27/45}	
1950-59	TXx	41,6 ^{28/57}	39 ^{26/53}	40 ^{7/52}	36 ^{1/57}	32,3 ^{8/58}	27,6 ^{13/51}	28 ^{24/51}	31 ^{11/53}	36 ^{27/58}	32,6 ^{6/57}	38,6 ^{27/55}	40,2 ^{31/56}	23,8
	TXm	31,6⁽⁹⁾	29,8⁽⁹⁾	28,5⁽⁹⁾	22,9⁽⁹⁾	20,8⁽⁹⁾	16,7⁽⁹⁾	17,6⁽⁹⁾	18,8⁽⁷⁾	20	22,9⁽⁹⁾	26,8	30,1⁽⁷⁾	
	TXn	16,4 ^{23/51}	16 ^{28/57}	14 ^{30/52}	14 ^{10/56}	11,4 ^{7/56}	8,4 ^{25/51}	6 ^{6/55}	7,2 ^{9/58}	10,6 ^{25/50}	13,4 ^{5/51}	16 ^{2/52}	19,6 ^{18/54}	
1960-69	TXx	39,4 ^{15/60}	39,8 ^{19/65}	36,6 ^{5/68}	33,8 ^{6/65}	28,1 ^{6/60}	28,6 ^{10/69}	29 ^{29/69}	28,9 ^{5/62}	31 ^{3/62}	32,2 ^{28/61}	37,1 ^{29/65}	39,1 ^{29/62}	24,2
	TXm	31,1	30,9⁽⁹⁾	27,3	23,7⁽⁹⁾	20,4⁽⁷⁾	17,3⁽⁷⁾	16,5⁽⁸⁾	17,5⁽⁷⁾	19,9⁽⁹⁾	22,9⁽⁸⁾	26,6⁽⁹⁾	29,8⁽⁹⁾	
	TXn	20 ^{20/67}	21,4 ^{18/62}	16,1 ^{29/64}	14,9 ^{23/67}	9,1 ^{28/62}	6,9 ^{12/67}	5 ^{16/62}	9,1 ^{5/63}	10 ^{11/63}	13,9 ^{23/63}	15,5 ^{8/63}	20,3 ^{21/65}	
1970-79	TXx	38 ^{5/70}	39,2 ^{27/70}	36,6 ^{6/70}	32,6 ^{25/70}	29,8 ^{31/72}	27,5 ^{22/79}	30,5 ^{28/79}	33 ^{23/74}	31,2 ^{27/76}	34,2 ^{30/77}	35,2 ^{27/76}	38,3 ^{29/71}	23,5
	TXm	30,8	29,7	27,2	23,8	20	16,7	17	18,1	20,7	23,1	25,8	29,6	
	TXn	19,8 ^{10/75}	18,2 ^{9/74}	15,4 ^{30/77}	14,2 ^{30/75}	10 ^{29/78}	7 ^{24/71}	5,8 ^{16/75}	9 ^{3/72}	11,2 ^{7/76}	12,8 ^{3/72}	16,3 ^{21/70}	15,8 ^{11/74}	
1980-89	TXx	40,2 ^{23/83}	38,4 ^{12/89}	37,4 ^{22/80}	31,5 ^{25/80}	32,2 ^{7/81}	26,4 ^{28/87}	27,2 ^{29/88}	31,6 ^{23/88}	31,4 ^{8/81}	36,4 ^{30/81}	36,6 ^{15/85}	38,3 ^{27/83}	23,5
	TXm	31,8	30	27,8	23,6	19,9	16,1	16,3	18,1	19,9	23,2	26,2	29,8	
	TXn	21,4 ^{30/88}	19 ^{14/81}	18,4 ^{9/85}	14,5 ^{30/85}	10 ^{30/83}	7,5 ^{27/84}	8 ^{21/84}	9,5 ^{17/87}	8,4 ^{14/81}	9,9 ^{5/81}	14,5 ^{3/86}	19,2 ^{23/84}	
1990-99	TXx	40,4 ^{26/90}	36,2 ^{26/91}	35,7 ^{8/99}	34,1 ^{14/97}	31,3 ^{1/97}	27,5 ^{13/96}	29,3 ^{28/97}	33,3 ^{24/96}	33,8 ^{23/94}	35,2 ^{11/93}	37 ^{30/99}	41 ^{26/99}	23,5
	TXm	30,4	28,8	28,1	23,3	20,1	16,6	16,2	19,3	20,4	23,6	26,5	29,4	
	TXn	21,2 ^{1/98}	14,6 ^{1/99}	19 ^{27/90}	12,4 ^{30/92}	9,8 ^{31/93}	8 ^{20/96}	6,9 ^{15/92}	8,5 ^{13/99}	12,2 ^{1/92}	12,5 ^{21/96}	14,9 ^{4/92}	18,7 ^{12/90}	
2000-05	TXx	40 ^{31/03}	37,9 ^{2/03}	36,3 ^{6/05}	35,6 ^{4/04}	29,4 ^{14/02}	27,9 ^{2/05}	29,5 ^{30/05}	32,9 ^{26/02}	31,8 ^{4/04}	33,5 ^{25/01}	36,4 ^{28/05}	38,4 ^{26/00}	23,6
	TXm	32,1	29,4	27,9	22,9	19,4	17,4	16,2	18,9	20	23,4	26,3	29,1	
	TXn	18,1 ^{31/05}	20,6 ^{1/05}	16,6 ^{31/02}	14,6 ^{24/05}	10,8 ^{2/04}	10,3 ^{10/02}	7 ^{11/00}	9 ^{21/04}	7,1 ^{25/00}	12,4 ^{0/05}	16 ^{10/02}	18,7 ^{4/03}	

**ESTACION: MERCEDES
TEMPERATURA MINIMA**

MERCEDES		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AN
1910-19	TNx	28 _{19/17}	29,2 _{3/11}	21,8 _{6/15}	23 _{23/11}	20,8 _{6/15}	20,2 _{15/14}	20 _{12/14}	19 _{12/14}	18,8 _{11/13}	20,6 _{27/11}	21 _{20/18}	24,3 _{5/16}	11,2
	TNm	17,9	17,4	14,4	12,9	8,8	4,9	5,3	6,2	7,7	10,3	13,3	15,5	
	TNn	8 _{1/13}	8,4 _{21/12}	5,2 _{27/15}	1,8 _{24/10}	-1 _{23/16}	-4,6 _{22/16}	-5 _{9/18}	-2,4 _{22/17}	-2,8 _{8/12}	-0,2 _{2/11}	2,7 _{10/17}	1,4 _{22/16}	
1920-29	TNx	28,8 _{31/26}	26 _{17/22}	25 _{15/25}	22,2 _{12/23}	21 _{6/21}	17,6 _{24/26}	19 _{30/22}	21 _{12/26}	20 _{30/20}	19,6 _{18/29}	23,6 _{30/28}	25,2 _{11/21}	11,9 ₍₈₎
	TNm	18	17,7	15,9₍₈₎	11,9₍₉₎	8,1₍₈₎	5,7₍₈₎	6,3₍₈₎	6,4₍₉₎	8,5₍₈₎	10,8₍₇₎	13,9₍₇₎	15,8₍₈₎	
	TNn	8,4 _{24/20}	7 _{25/24}	5,4 _{31/29}	0,2 _{27/22}	-2 _{14/23}	-3,8 _{26/27}	-3 _{12/20}	-4 _{31/21}	-1 _{6/21}	-1 _{2/23}	3,4 _{3/20}	5 _{8/23}	
1930-39	TNx	26,2 _{28/33}	24,6 _{3/31}	23,6 _{3/31}	21,8 _{11/33}	20,6 _{23/33}	20,2 _{13/30}	18,4 _{14/32}	17,9 _{17/37}	19,6 _{23/30}	21,2 _{19/36}	21,2 _{30/31}	24 _{31/30}	11 ₍₇₎
	TNm	16,7₍₈₎	16,2₍₈₎	14,7₍₈₎	11,1₍₇₎	8,6₍₈₎	6,5₍₇₎	6,1₍₇₎	7,1₍₇₎	7,6₍₇₎	9,7₍₇₎	12,1₍₈₎	14,7₍₈₎	
	TNn	7,9 _{1/36}	7 _{20/39}	4,7 _{4/36}	1,1 _{28/39}	-2,3 _{21/37}	-4,9 _{29/33}	-4,3 _{25/37}	-3,8 _{11/36}	-2,8 _{9/36}	0,5 _{5/35}	2,5 _{13/39}	5,1 _{6/39}	
1940-49	TXx	25,6 _{2/48}	25 _{28/43}	23,6 _{21/42}	20,8 _{22/42}	20 _{22/40}	19 _{7/40}	17 _{10/48}	19,2 _{9/44}	23,2 _{29/44}	20,6 _{22/44}	23,6 _{29/47}	24,2 _{8/43}	11,9 ₍₉₎
	TNm	17,3₍₉₎	17,6	15	12,1	9	7,6	6,8₍₉₎	6,9	9,1	10,8	13,5	16,5₍₉₎	
	TNn	7 _{24/47}	9,2 _{6/42}	5,2 _{25/46}	2,4 _{29/44}	-1,8 _{22/48}	-5,8 _{25/45}	-5,8 _{9/45}	-5 _{6/48}	-1,8 _{21/41}	-0,2 _{8/46}	2,6 _{1/49}	5,4 _{2/43}	
1950-59	TNx	26 _{28/54}	25 _{22/53}	25 _{17/52}	22,8 _{7/50}	22,4 _{9/58}	21,5 _{13/51}	18,2 _{18/51}	19,6 _{23/52}	20,3 _{26/58}	19,6 _{15/57}	22,8 _{28/55}	24 _{8/54}	12,2
	TNm	18,5₍₉₎	17,5₍₉₎	16,1₍₉₎	11,9₍₉₎	9,8₍₉₎	7,8₍₉₎	7₍₉₎	7,6₍₇₎	9	11,2₍₉₎	13,9	15,9₍₇₎	
	TNn	8,7 _{14/57}	8 _{25/51}	5,8 _{19/59}	2,6 _{14/58}	-1,7 _{26/58}	-3,2 _{19/58}	-3,4 _{8/55}	-1,9 _{2/57}	-1 _{18/51}	0,4 _{1/51}	5,4 _{4/52}	6 _{11/59}	
1960-69	TNx	24 _{14/60}	24,5 _{12/60}	23,5 _{27/60}	19,9 _{25/63}	18,3 _{17/69}	18,3 _{26/61}	18,7 _{4/69}	18,6 _{9/65}	16,3 _{16/63}	23 _{27/66}	20,9 _{28/65}	23,5 _{28/67}	11,4
	TNm	17	17₍₉₎	14,6	10,6₍₉₎	7,7₍₇₎	6,6₍₇₎	6,7₍₈₎	6₍₇₎	7,3₍₉₎	10,1₍₈₎	13,1₍₉₎	15,6₍₉₎	
	TNn	5,9 _{15/62}	5,3 _{25/62}	2 _{20/61}	-1,3 _{21/68}	-2,8 _{18/62}	-7,9 _{14/67}	-4,2 _{25/62}	-5 _{20/64}	-5,6 _{2/66}	-0,1 _{17/69}	2,8 _{1/64}	5,1 _{3/67}	
1970-79	TNx	24,2 _{19/74}	25,4 _{27/70}	23,3 _{2/70}	22,3 _{25/70}	19,4 _{15/72}	17,6 _{21/76}	21,2 _{29/79}	18 _{1/72}	19 _{28/76}	22,6 _{20/73}	19,5 _{27/76}	25,6 _{29/71}	11,2
	TNm	17,8	17	14,8	10,7	8,1	5,9	6,4	6,2	8,2	10,7	12,2	15,8	
	TNn	9,3 _{9/72}	6,6 _{25/75}	3,9 _{17/74}	1,6 _{26/71}	-3,2 _{5/71}	-5,4 _{6/79}	-6,3 _{10/76}	-5 _{8/74}	-3,2 _{3/74}	-0,6 _{5/72}	3,2 _{22/70}	3 _{5/71}	
1980-89	TNx	26 _{24/83}	24,7 _{27/81}	25,5 _{22/80}	22,6 _{24/80}	23,4 _{14/80}	18,4 _{17/86}	18,6 _{25/87}	17,6 _{28/82}	18,6 _{26/83}	21,6 _{31/81}	23,3 _{13/85}	25,3 _{28/83}	11,4
	TNm	18,1	17,4	15,4	12	8,2	5,5	5,2	6,5	7,5	10,5	13,8	16,3	
	TNn	7,6 _{31/88}	7,8 _{5/88}	5,3 _{21/85}	1,9 _{28/88}	-3,1 _{26/87}	-6,4 _{14/87}	-7 _{3/89}	-4 _{7/84}	-3,6 _{2/88}	1 _{8/85}	3,6 _{9/87}	4,1 _{7/82}	
1990-99	TNx	26,9 _{27/90}	25,9 _{20/92}	24 _{8/99}	22,1 _{7/95}	22,3 _{29/91}	19,9 _{25/92}	19 _{16/94}	21,7 _{24/96}	23,4 _{19/94}	19,6 _{29/90}	23,8 _{19/90}	24,3 _{26/99}	11,6 ₍₉₎
	TNm	17,6	16,8	15,9	12,3	8,8	6,4	4,9₍₉₎	6,7₍₉₎	8,5₍₉₎	11,3₍₉₎	13,9₍₉₎	16,5	
	TNn	7,3 _{16/92}	6,4 _{15/91}	5,6 _{31/94}	1,9 _{20/94}	-2,6 _{28/93}	-5,5 _{29/95}	-5,9 _{28/90}	-8 _{9/93}	-4,4 _{6/96}	-3,5 _{4/99}	1,2 _{10/99}	5,9 _{6/99}	
2000-05	TNx	25 _{6/01}	26,1 _{28/02}	27,9 _{16/02}	21,9 _{7/05}	22,5 _{14/02}	20 _{15/00}	20 _{2/05}	22,8 _{25/02}	22,2 _{6/03}	22,2 _{14/02}	28,2 _{22/05}	25 _{3/04}	12,4
	TNm	18,3	17,8	16,4	12,4	10	8,4	6	8,2	8,9	12,2	14,2	15,9	
	TNn	6,5 _{26/05}	8,4 _{2/05}	4 _{29/00}	1,2 _{26/05}	-0,9 _{14/01}	-4,7 _{23/02}	-3,8 _{28/01}	-3 _{8/04}	-1,3 _{12/04}	1 _{11/03}	4,6 _{15/00}	6,9 _{7/05}	

**ESTACION: PAYSANDU
TEMPERATURA MAXIMA**

PAYSANDU		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AN
1940-49	TXx	44 ^{20/43}	42,4 ^{27/43}	39,2 ^{1/43}	35,4 ^{3/45}	29,8 ^{9/45}	27,4 ^{13/45}	27 ^{24/40}	32 ^{18/47}	36 ^{29/44}	35,8 ^{24/45}	39 ^{14/49}	41,4 ^{31/42}	24,1
	TXm	31,4	30,8	27,3	24	20,3	17,5	17	18,6	20,9	23,6	27,4	30,5	
	TXn	18,8 ^{17/40}	18 ^{8/47}	15,2 ^{25/40}	10,9 ^{25/41}	10,4 ^{10/44}	7,9 ^{9/40}	7,8 ^{20/49}	8,6 ^{4/42}	8,4 ^{13/43}	10,6 ^{2/44}	14,8 ^{10/45}	15,8 ^{27/45}	
1950-59	TXx	41 ^{2/56}	40 ^{27/53}	39,4 ^{15/52}	36 ^{7/50}	32 ^{8/58}	27 ^{13/51}	27,2 ^{18/51}	32 ^{23/50}	36,4 ^{27/58}	34 ^{25/59}	38,4 ^{28/55}	40 ^{21/50}	23,7
	TXm	31,6	30,1	28,3	22,9	20,3	16,3	17	18,7	19,6	22,7	27	29,9	
	TXn	15,4 ^{23/51}	19 ^{5/56}	15,4 ^{31/52}	13,2 ^{6/54}	10,4 ^{25/58}	6,8 ^{25/51}	5,4 ^{6/55}	7 ^{14/51}	10,4 ^{2/57}	10,4 ^{5/51}	15,6 ^{10/52}	19 ^{1/58}	
1960-69	TXx	41,2 ^{2/63}	40 ^{19/65}	37,2 ^{5/68}	33,2 ^{5/65}	32 ^{17/67}	28,2 ^{10/69}	28,8 ^{29/69}	29,2 ^{5/62}	31,2 ^{3/62}	33,4 ^{26/69}	37 ^{24/63}	41,4 ^{29/62}	23,8 ⁽⁹⁾
	TXm	31,3	30,7	27,6	23,9⁽⁹⁾	21,2⁽⁹⁾	17,3⁽⁹⁾	16,6⁽⁹⁾	18,1	20,1	23	26,6	30	
	TXn	18,4 ^{1/63}	19,4 ^{8/66}	15 ^{26/68}	16 ^{30/64}	8,4 ^{19/60}	7,2 ^{12/67}	5 ^{7/60}	9 ^{8/64}	11 ^{12/63}	13,6 ^{23/63}	13,8 ^{12/65}	20 ^{11/60}	
1970-79	TXx	39,4 ^{5/70}	40,5 ^{4/79}	38,3 ^{2/70}	33 ^{2/71}	30,2 ^{15/72}	29,2 ^{20/76}	30,6 ^{31/79}	32,8 ^{23/74}	32,4 ^{27/77}	34,6 ^{30/77}	36,6 ^{27/75}	38,5 ^{18/75}	23,7
	TXm	30,9	29,7	27,3	24	20,3	17,1	17,2	18,4	21	23,5	26,1	29,4	
	TXn	20 ^{14/73}	17,5 ^{9/74}	18 ^{28/72}	12,2 ^{30/75}	10 ^{30/79}	6,2 ^{23/70}	4,8 ^{16/75}	8,6 ^{3/72}	10,2 ^{7/76}	10,8 ^{23/73}	16,2 ^{21/70}	16,6 ^{7/73}	
1980-89	TXx	41,5 ^{23/80}	39,5 ^{18/89}	37,5 ^{4/87}	33 ^{5/89}	33 ^{7/81}	27,4 ^{17/86}	28,8 ^{14/81}	31,2 ^{23/88}	30,8 ^{8/81}	36,2 ^{30/81}	37,5 ^{15/85}	39,4 ^{27/83}	24,3
	TXm	32,5	30,7	28,7	24,3	20,6	16,8	17	18,9	20,5	24,1	26,9	30,5	
	TXn	22 ^{31/81}	21 ^{26/84}	19 ^{26/82}	13,2 ^{30/88}	10 ^{5/89}	7,9 ^{11/88}	7,2 ^{8/82}	8,7 ^{17/87}	7,2 ^{16/86}	10,2 ^{5/81}	16,2 ^{3/86}	20,6 ^{7/87}	
1990-99	TXx	41,1 ^{3/96}	37 ^{25/91}	38,3 ^{7/99}	35,2 ^{14/97}	31,8 ^{1/97}	28 ^{13/96}	30,5 ^{30/97}	33,6 ^{24/96}	35,8 ^{23/94}	35,4 ^{13/91}	37,9 ^{30/99}	42 ^{27/99}	24,1
	TXm	31,2	29,4	28,7	23,8	20,4	17	16,6	19,9	20,8	24,2	27,1	29,8	
	TXn	20 ^{29/98}	17 ^{8/93}	17,4 ^{11/98}	11 ^{30/92}	9 ^{30/99}	8 ^{20/96}	7 ^{7/94}	6,2 ^{1/91}	10 ^{22/93}	12,6 ^{5/91}	15,1 ^{4/92}	17,2 ^{9/90}	
2000-05	TXx	40,3 ^{8/00}	39,5 ^{2/03}	37 ^{10/02}	35,4 ^{4/04}	31,3 ^{13/02}	28,2 ^{2/05}	29,9 ^{30/05}	33,8 ^{26/02}	35 ^{6/04}	34,5 ^{25/01}	36,5 ^{11/03}	37,8 ^{26/00}	24
	TXm	32,5	30,1	28,3	23,3	19,6	17,9	16,7	19,4	20,6	24	26,7	29,2	
	TXn	21,2 ^{30/05}	21,2 ^{16/03}	17 ^{31/05}	15,3 ^{25/05}	12 ^{31/04}	9,7 ^{17/01}	5,9 ^{11/00}	6 ^{16/03}	9,4 ^{14/05}	13,4 ^{4/05}	15,7 ^{5/04}	18,8 ^{3/01}	

**ESTACION: PAYSANDU
TEMPERATURA MINIMA**

PAYSANDU		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AN
1940-49	TXx	25,4 ^{21/43}	23,6 ^{28/43}	23,6 ^{2/43}	22,3 ^{8/40}	20,2 ^{22/40}	18,6 ^{9/41}	17 ^{10/48}	19,6 ^{9/44}	22,4 ^{29/44}	21,2 ^{22/44}	23 ^{29/47}	24 ^{23/48}	11,2
	TNm	17,2	16,7	14,4	11,5	8,8	6,5	6,2	6,4	8,5	10,4	13	15,6	
	TNn	7,8 ^{2/45}	3,2 ^{6/45}	3,2 ^{24/45}	0 ^{25/49}	-2 ^{14/49}	-7,4 ^{23/45}	-6,6 ^{10/45}	-4,8 ^{25/41}	-2,2 ^{21/41}	0,4 ^{8/46}	3 ^{13/41}	4,8 ^{2/43}	
1950-59	TNx	28 ^{29/57}	26 ^{22/53}	25 ^{7/53}	24 ^{7/50}	24 ^{9/58}	19,2 ^{13/51}	18,4 ^{28/52}	19,6 ^{16/54}	25 ^{27/58}	20 ^{8/54}	22 ^{27/58}	26,2 ^{29/57}	11,7
	TNm	17,8	17,2	15,8	11,5	9,2	7,3	6	7	8,7	11	13,5	15,8	
	TNn	8 ^{3/54}	8 ^{25/51}	6 ^{31/55}	1 ^{24/52}	-2,2 ^{18/54}	-4 ^{30/57}	-6,4 ^{31/55}	-3,4 ^{1/55}	-2,4 ^{9/52}	0 ^{19/51}	3,8 ^{4/52}	7 ^{5/50}	
1960-69	TNx	27 ^{1/63}	26 ^{5/64}	25,4 ^{3/61}	21,1 ^{7/67}	19,9 ^{17/69}	19 ^{8/61}	19 ^{29/60}	19,9 ^{8/61}	17,6 ^{24/63}	21 ^{5/60}	21,1 ^{13/62}	28 ^{10/68}	12,2 ⁽⁹⁾
	TNm	17,7	17,1	15,4	11,8⁽⁹⁾	9,6⁽⁹⁾	7,3⁽⁹⁾	7,6⁽⁹⁾	7,1	8,5	11,6	14,3	17,2	
	TNn	6,7 ^{15/62}	5,7 ^{25/62}	5,2 ^{30/64}	1 ^{24/67}	-3,6 ^{22/68}	-6,7 ^{14/67}	-4 ^{6/65}	-2,1 ^{23/62}	-3,4 ^{2/68}	1,1 ^{20/62}	3 ^{1/64}	8 ^{29/64}	
1970-79	TNx	25,5 ^{8/70}	25,2 ^{2/70}	23,8 ^{6/70}	22 ^{24/70}	20,8 ^{15/72}	19 ^{7/73}	20,6 ^{28/79}	19,8 ^{1/79}	19,6 ^{26/78}	19,8 ^{7/77}	20,8 ^{29/71}	25,4 ^{30/71}	12,3
	TNm	18,5	17,7	15,8	12,3	9,6	7,2	7,8	7,4	9,3	11,6	13,2	16,7	
	TNn	10 ^{1/78}	8,4 ^{25/71}	5 ^{31/77}	3,2 ^{19/71}	-1,6 ^{5/71}	-2,2 ^{16/71}	-2,6 ^{26/75}	-3 ^{18/74}	-0,4 ^{1/74}	1,9 ^{13/71}	5,6 ^{22/70}	7 ^{5/71}	
1980-89	TNx	25,2 ^{26/86}	23,7 ^{27/87}	24,9 ^{3/87}	22,8 ^{24/80}	23 ^{13/80}	19,8 ^{17/86}	18,7 ^{25/87}	19,2 ^{28/82}	19 ^{8/81}	21,4 ^{31/81}	25 ^{15/85}	24,6 ^{28/83}	12,3
	TNm	18,6	18,1	16,3	13,3	9,8	6,8	6,4	7,6	8,6	11,5	14,5	16,7	
	TNn	9,4 ^{1/80}	10 ^{1/83}	7,8 ^{20/81}	3,6 ^{30/85}	-0,3 ^{26/87}	-2,7 ^{14/87}	-3 ^{15/80}	-0,5 ^{27/88}	0,5 ^{15/88}	1,8 ^{17/81}	5,5 ^{9/87}	8,1 ^{7/82}	
1990-99	TNx	26,9 ^{28/90}	24,4 ^{20/92}	24 ^{8/99}	23,1 ^{27/94}	21,2 ^{28/91}	19,8 ^{25/92}	20 ^{10/97}	21,8 ^{17/97}	22,4 ^{23/94}	22 ^{13/91}	23 ^{6/96}	26,2 ^{26/97}	12,5
	TNm	17,9	17,2	16,5	13,2	10,3	7,5	6,7	8,2	9,4	12,4	14,5	16,9	
	TNn	9 ^{18/90}	8 ^{6/94}	7 ^{27/90}	4 ^{17/99}	0,6 ^{28/93}	-2,9 ^{29/96}	-3 ^{30/90}	-3 ^{2/91}	-1,4 ^{2/90}	0 ^{4/99}	4,4 ^{5/92}	7 ^{6/99}	
2000-05	TNx	25,5 ^{7/05}	24 ^{7/03}	27 ^{16/02}	22,5 ^{7/05}	21,8 ^{12/02}	20,9 ^{5/02}	21,5 ^{2/05}	21,8 ^{25/02}	22 ^{6/03}	21,9 ^{27/05}	21,7 ^{23/05}	22,2 ^{3/04}	13,1
	TNm	18,6	18,1	17,2	13,6	10,9	9,5	7,3	9,2	9,7	12,9	14,5	16,1	
	TNn	10,2 ^{1/04}	8,8 ^{21/03}	7,9 ^{28/00}	3,2 ^{25/05}	-0,2 ^{30/04}	-2,3 ^{12/02}	-3 ^{11/04}	-1,2 ^{26/03}	0 ^{2/02}	3,1 ^{11/03}	4,2 ^{2/03}	8,9 ^{2/05}	

ESTACION: LA ESTANZUELA TEMPERATURA MAXIMA

LA ESTANZUELA		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AN
1930-39	TXx	43 ^{20/34}	41,3 ^{3/35}	39,6 ^{1/31}	31,2 ^{5/33}	30,2 ^{15/35}	27 ^{18/37}	25,8 ^{24/34}	29,2 ^{8/39}	32,2 ^{28/38}	35 ^{20/33}	36 ^{29/32}	40,2 ^{31/38}	22,1 ⁽⁹⁾
	TXm	29,8⁽⁹⁾	28,9⁽⁹⁾	26,6⁽⁹⁾	21,6⁽⁹⁾	18,9⁽⁹⁾	15,8⁽⁹⁾	15,3⁽⁹⁾	16,6⁽⁹⁾	18,2⁽⁹⁾	21,6⁽⁹⁾	24,4⁽⁹⁾	28,1⁽⁹⁾	
	TXn	17,6 ^{11/35}	19,6 ^{7/34}	18,2 ^{31/34}	13,2 ^{18/38}	8 ^{13/31}	8 ^{14/31}	6 ^{14/33}	7,6 ^{9/36}	9,4 ^{10/38}	10,4 ^{2/35}	12,2 ^{16/37}	17 ^{4/39}	
1940-49	TXx	41,8 ^{21/43}	40 ^{26/43}	38 ^{19/43}	33,8 ^{5/41}	27,6 ^{26/49}	25,6 ^{7/48}	25 ^{16/44}	30,4 ^{18/47}	32,4 ^{28/44}	32,2 ^{2/41}	36,2 ^{14/49}	38 ^{31/42}	21,8
	TXm	29,8	29,2	25,2	22,1	18	15,2	14,5	15,4	18,4	21,4	25,2	28,2	
	TXn	18,6 ^{31/40}	19,2 ^{7/49}	14,4 ^{25/40}	11,2 ^{22/41}	8,8 ^{30/49}	5,2 ^{15/42}	5 ^{9/45}	6,8 ^{22/43}	7,6 ^{5/49}	11 ^{2/44}	15,2 ^{6/49}	16,8 ^{7/46}	
1950-59	TXx	40,2 ^{29/57}	37 ^{21/53}	37,4 ^{15/52}	31,8 ^{7/50}	33 ^{8/58}	26 ^{13/51}	26,8 ^{25/51}	30 ^{23/50}	32,4 ^{28/58}	31,8 ^{4/57}	38,7 ^{27/55}	39,3 ^{24/55}	21,6
	TXm	29,7	27,7	26,3	21,1	18,2	14,4	14,8	16,1	17,6	20,7	24,5	27,8	
	TXn	19,8 ^{25/56}	17,8 ^{28/57}	14 ^{30/52}	11,9 ^{29/54}	9 ^{25/55}	6,9 ^{26/51}	4 ^{19/53}	7 ^{2/50}	8,7 ^{11/55}	11,2 ^{6/53}	14,2 ^{2/52}	15,2 ^{4/57}	
1960-69	TXx	38,8 ^{9/61}	38,2 ^{19/65}	35,2 ^{27/60}	31,5 ^{3/65}	29,4 ^{17/67}	26,5 ^{10/69}	26,2 ^{25/65}	28,6 ^{7/62}	29 ^{15/64}	31,2 ^{28/61}	34,7 ^{19/65}	38,6 ^{11/68}	21,8
	TXm	29,5	28,9	25,8	22	19,1	15,2	14,7	16	18	20,7	24,7	27,6	
	TXn	19,8 ^{10/69}	19,8 ^{28/61}	15,6 ^{29/64}	12,9 ^{23/67}	9,8 ^{30/62}	4,9 ^{12/67}	4,8 ^{15/65}	7,9 ^{4/66}	8,8 ^{1/68}	11 ^{10/62}	14,4 ^{4/65}	18,8 ^{20/61}	
1970-79	TXx	37 ^{5/70}	38,2 ^{27/70}	36,1 ^{6/70}	30,5 ^{8/74}	29,1 ^{15/72}	25,6 ^{21/76}	30,2 ^{31/79}	29,6 ^{20/71}	30,4 ^{28/76}	32,6 ^{7/77}	34 ^{23/71}	38,5 ^{31/75}	21,7
	TXm	28,6	27,6	25,3	22,2	18,5	15,3	15,3	16,2	18,7	21,2	24	27,7	
	TXn	16,6 ^{10/75}	17,2 ^{9/74}	14,8 ^{30/77}	12,8 ^{22/71}	9,6 ^{4/71}	6,8 ^{30/70}	6,3 ^{18/73}	7,6 ^{3/72}	9 ^{5/76}	11,8 ^{3/72}	15,4 ^{1/73}	14,7 ^{11/74}	
1980-89	TXx	39,6 ^{23/83}	36,8 ^{9/83}	37,2 ^{21/80}	31,3 ^{22/80}	31 ^{7/81}	25,3 ^{28/87}	26,2 ^{29/88}	27,1 ^{2/81}	29,3 ^{9/86}	33,8 ^{30/81}	35 ^{15/85}	39,7 ^{23/82}	21,8
	TXm	29,7	28,3	26,1	22,1	18,5	14,9	14,8	16,4	18,2	21,1	24	27,7	
	TXn	20 ^{30/88}	17,6 ^{14/81}	15,4 ^{31/89}	12,7 ^{4/84}	8,8 ^{31/88}	5,8 ^{16/82}	6 ^{21/84}	8,3 ^{16/87}	8,1 ^{14/81}	12,2 ^{4/81}	13,9 ^{8/82}	18,5 ^{23/84}	
1990-99	TXx	37,6 ^{26/90}	35,2 ^{17/92}	34,5 ^{8/92}	31,8 ^{8/95}	29,5 ^{3/99}	26,2 ^{13/96}	28,2 ^{29/97}	31,4 ^{24/96}	31,7 ^{6/95}	33 ^{11/93}	34,5 ^{30/99}	39 ^{26/99}	21,6
	TXm	28,2	26,9	26,2	21,7	18,5	14,9	14,2	17,3	18,2	21,3	24,2	27,3	
	TXn	20,2 ^{30/91}	15,5 ^{9/93}	16,4 ^{31/95}	13,8 ^{18/91}	9,7 ^{26/93}	5,8 ^{28/96}	5,5 ^{15/92}	5,8 ^{1/91}	10,1 ^{1/93}	11,7 ^{3/99}	13 ^{4/92}	18,1 ^{28/90}	
2000-05	TXx	37,8 ^{7/05}	34,9 ^{27/02}	34,5 ^{4/01}	33,3 ^{13/04}	27,9 ^{14/02}	26 ^{20/04}	26 ^{30/05}	32 ^{27/02}	27,8 ^{4/04}	31,7 ^{16/03}	34,9 ^{22/05}	36,2 ^{26/00}	21,7
	TXm	29,3	27,6	26	21,7	18	15,9	14,4	17,2	18,1	21,6	24,1	26,7	
	TXn	18,3 ^{31/05}	19,1 ^{11/01}	15,8 ^{31/02}	13,5 ^{25/05}	11,2 ^{25/05}	8,2 ^{10/02}	6 ^{11/00}	8,8 ^{1/02}	9,3 ^{1/02}	12 ^{4/05}	13 ^{10/02}	16,5 ^{2/01}	

ESTACION: LA ESTANZUELA
TEMPERATURA MINIMA

LA ESTANZUELA		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AN
1930-39	TNx	24,6 _{30/34}	24,6 _{3/35}	24,2 _{3/31}	20,6 _{26/32}	20,6 _{23/33}	17 _{14/36}	17 _{12/32}	18 _{15/39}	17,8 _{28/38}	19,6 _{19/39}	21,6 _{30/31}	25,2 _{31/38}	11,1 ⁽⁹⁾
	TNm	16,5⁽⁹⁾	16,3⁽⁹⁾	15,4⁽⁹⁾	11,3⁽⁹⁾	9,2⁽⁹⁾	7,1⁽⁹⁾	6,4⁽⁹⁾	6,7⁽⁹⁾	7,8⁽⁹⁾	10,5⁽⁹⁾	12,1⁽⁹⁾	14,3⁽⁹⁾	
	TNn	8 _{6/32}	9 _{20/39}	7,2 _{31/37}	1,2 _{25/35}	-1 _{26/31}	-2,6 _{29/33}	-3,4 _{26/35}	-1,6 _{5/35}	0,6 _{6/31}	1 _{12/33}	3,4 _{3/33}	5,4 _{12/33}	
1940-49	TXx	27,4 _{21/43}	25 _{13/43}	23,4 _{21/42}	20,4 _{1/45}	20,8 _{20/40}	18,8 _{8/41}	17,4 _{12/48}	17,6 _{2/44}	23,6 _{29/44}	19,4 _{22/45}	21,6 _{29/47}	23 _{19/49}	11,7
	TNm	17,2	17,2	15,1	12,3	9,6	7,5	6,8	6,8	8,6	10,7	13,2	15,8	
	TNn	9,4 _{15/47}	9,2 _{8/49}	7 _{27/41}	4,2 _{25/49}	1 _{30/41}	-3,8 _{23/45}	-3 _{9/45}	-2,6 _{4/48}	0,2 _{4/47}	1,4 _{20/46}	4,4 _{7/49}	7,2 _{11/46}	
1950-59	TNx	26,5 _{29/57}	25,4 _{27/53}	24,2 _{1/53}	22,6 _{7/50}	23 _{8/58}	20,4 _{14/51}	18,2 _{28/52}	19,4 _{23/50}	19,8 _{3/58}	19,6 _{6/57}	23,4 _{28/55}	22,3 _{31/53}	11,8
	TNm	17,6	16,9	15,9	11,9	9,8	7,6	6,8	7,4	8,7	10,9	13,3	15,6	
	TNn	9 _{3/54}	9,8 _{25/51}	7 _{31/55}	2,8 _{24/52}	-1,2 _{18/54}	-0,2 _{27/51}	-3,9 _{8/55}	0,1 _{5/55}	1,2 _{9/52}	2,2 _{2/51}	3,8 _{3/52}	6,6 _{15/50}	
1960-69	TNx	24 _{14/60}	23,8 _{11/60}	21,8 _{28/60}	21 _{25/63}	19,2 _{17/67}	18,6 _{19/65}	19,3 _{11/66}	19 _{9/65}	16,5 _{29/66}	19,2 _{29/61}	21,2 _{20/65}	23,8 _{28/67}	11,5
	TNm	17	16,9	15,1	11,8	9,3	6,9	6,8	6,7	8,4	10,8	13,5	15,7	
	TNn	9 _{15/62}	8,2 _{9/66}	4,6 _{30/64}	4 _{29/60}	2 _{29/62}	-4,4 _{14/67}	-1,2 _{16/65}	-1,8 _{20/64}	-0,3 _{2/64}	3,2 _{15/69}	5,2 _{15/60}	8 _{3/67}	
1970-79	TNx	24,1 _{18/76}	25,1 _{27/70}	24 _{3/70}	20,9 _{23/70}	20,3 _{15/72}	16,3 _{21/76}	20,8 _{29/79}	17,8 _{3/78}	19,2 _{28/76}	19,2 _{22/77}	19,8 _{18/77}	24,6 _{29/71}	11,5
	TNm	17,5	16,8	15,1	12	9,2	6,7	6,9	6,8	8,6	10,9	12,4	15,7	
	TNn	9,9 _{1/75}	7,7 _{25/71}	7,4 _{28/76}	4,4 _{19/71}	0,3 _{4/71}	-1,3 _{17/71}	-1,5 _{10/76}	-1,1 _{24/78}	0,2 _{1/74}	1,8 _{5/72}	5,2 _{2/73}	5,3 _{5/71}	
1980-89	TNx	24,6 _{25/86}	23,4 _{9/83}	24,7 _{21/80}	21,9 _{22/80}	22,9 _{13/80}	17,4 _{8/80}	15,4 _{11/87}	18,5 _{3/81}	18 _{26/83}	19,5 _{30/81}	22,4 _{30/87}	23,4 _{28/83}	11,8
	TNm	17,8	17,4	15,9	12,7	9,3	6,5	6	7,1	8,2	10,9	13,6	16,2	
	TNn	9,9 _{15/81}	8,5 _{13/83}	6,4 _{21/85}	4,2 _{29/88}	-0,1 _{15/84}	-2,1 _{16/82}	-3 _{22/84}	-1,4 _{7/84}	0,1 _{2/88}	4 _{10/81}	4,6 _{4/84}	7,4 _{7/82}	
1990-99	TNx	26,7 _{27/90}	24,2 _{2/90}	23,2 _{7/99}	19,6 _{17/93}	18,4 _{28/91}	19,2 _{25/92}	18,2 _{28/97}	19,6 _{29/97}	18,6 _{6/95}	18,6 _{27/90}	22,8 _{5/95}	23 _{12/94}	11,8
	TNm	17,3	16,8	15,9	12,5	9,6	6,8	5,8	7,4	8,3	11,3	13,6	16,1	
	TNn	9,4 _{16/92}	9,2 _{8/99}	6,6 _{28/90}	3,7 _{26/93}	0,6 _{28/93}	-1,4 _{30/96}	-2,4 _{23/90}	-2,4 _{4/95}	-0,4 _{2/90}	1,9 _{4/99}	3,9 _{5/92}	6,8 _{6/99}	
2000-05	TNx	23,7 _{31/03}	22,3 _{28/01}	24,4 _{4/01}	21,5 _{13/04}	19 _{14/02}	19,7 _{2/05}	16,3 _{30/05}	19,6 _{27/02}	16,7 _{23/01}	20,8 _{13/02}	21,5 _{17/02}	22,7 _{28/01}	12,1
	TNm	17,8	17,5	16,3	12,5	9,9	8	6,2	8	8,6	11,4	13,5	15,3	
	TNn	10,6 _{1/04}	9,4 _{24/02}	8,2 _{28/00}	4,8 _{21/02}	2,7 _{22/05}	-0,6 _{23/02}	-0,8 _{17/00}	0,6 _{4/00}	2,1 _{13/05}	3,2 _{11/03}	4,2 _{2/03}	7,1 _{11/05}	

ESTACION: SALTO TEMPERATURA MAXIMA

SALTO		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AN
1940-49	TXx	42 _{21/43}	40 _{27/43}	37 _{1/43}	36 _{1/45}	31,9 _{26/48}	28 _{30/44}	29 _{15/44}	33 _{19/47}	35,5 _{29/44}	38,4 _{24/45}	38,8 _{14/49}	40,3 _{31/42}	24,8 ₍₈₎
	TXm	31,6₍₈₎	31,2₍₈₎	27,9₍₈₎	24,9₍₈₎	21,1₍₈₎	18₍₈₎	17,7₍₈₎	19,6₍₈₎	22,1₍₈₎	24,5₍₈₎	28₍₈₎	31₍₈₎	
	TXn	19,4 _{15/46}	15 _{28/49}	18 _{30/43}	14 _{29/45}	10,2 _{10/49}	8,6 _{18/42}	6,2 _{23/49}	7,8 _{1/47}	10 _{13/43}	10,4 _{18/46}	17,5 _{2/44}	15 _{27/45}	
1950-59	TXx	41 _{29/50}	39,9 _{27/53}	40 _{14/52}	34,1 _{1/57}	31 _{21/57}	27 _{2/58}	28 _{13/56}	30,9 _{30/55}	34,6 _{27/58}	33,4 _{31/51}	39 _{28/55}	40 _{21/50}	23,9
	TXm	31,9	30,4	28,5	23,2	20,4	16,5	17,2	18,7	19,8	23	27,2	29,9	
	TXn	16,2 _{14/53}	20,7 _{28/57}	13 _{31/52}	13,8 _{10/56}	9,6 _{24/55}	6,7 _{17/52}	5,6 _{6/55}	8 _{2/50}	8,4 _{5/58}	12 _{3/58}	16,6 _{7/57}	19,4 _{18/54}	
1960-69	TXx	40,1 _{2/63}	39,3 _{18/65}	37 _{1/68}	32,2 _{7/62}	28,1 _{17/67}	29 _{7/60}	28 _{29/69}	29,3 _{6/62}	32,1 _{13/61}	33,2 _{10/67}	39 _{28/62}	39,3 _{31/67}	23,3
	TXm	30,6	30,1	27,1	23,1	20,5	16,5	16,3	18	19,8	22,9	26,2	29	
	TXn	18 _{10/63}	19 _{16/69}	12,2 _{26/68}	13,6 _{30/68}	10,3 _{24/68}	5 _{28/64}	5 _{16/62}	7,9 _{4/66}	8 _{12/63}	14,2 _{20/64}	13,8 _{12/65}	19,4 _{11/60}	
1970-79	TXx	39,2 _{1/79}	40,2 _{4/79}	36,8 _{6/70}	32,8 _{2/71}	29,6 _{10/78}	29 _{22/76}	31,6 _{28/79}	30,6 _{1/79}	34,4 _{9/77}	36 _{20/77}	36,2 _{18/77}	38,6 _{31/75}	23,6
	TXm	30,4	29,2	26,8	23,7	19,9	16,9	17,3	17,3	21,2	23,9	26,3	29,6	
	TXn	18,2 _{10/75}	16,1 _{6/70}	13,7 _{16/71}	11,8 _{16/71}	8,9 _{1/75}	6,2 _{24/71}	5,5 _{16/75}	9,7 _{3/72}	11 _{7/76}	10,1 _{6/70}	16 _{9/79}	15,9 _{2/73}	
1980-89	TXx	42,2 _{15/86}	41,6 _{18/89}	39,9 _{3/87}	35 _{8/81}	31,8 _{5/81}	28,6 _{17/86}	30,6 _{30/88}	32,4 _{23/88}	32,8 _{8/81}	37,8 _{30/81}	38,4 _{15/85}	41 _{28/83}	25,6
	TXm	33,9	32,1	30,1	25,3	21,7	17,9	18,4	20,2	21,8	25,7	28,4	32	
	TXn	21,2 _{30/88}	22,2 _{24/83}	19,2 _{27/82}	13,6 _{30/88}	10,2 _{5/89}	9,3 _{7/84}	8,2 _{8/82}	9,6 _{22/89}	9,1 _{14/81}	12,6 _{5/81}	16,4 _{9/80}	21,5 _{20/84}	
1990-99	TXx	40,6 _{3/96}	38,8 _{26/91}	37,2 _{8/99}	34,6 _{7/95}	31,6 _{1/97}	28 _{1/91}	29,8 _{29/97}	35,5 _{28/93}	36,7 _{23/94}	37,2 _{11/93}	37,8 _{30/99}	40,2 _{18/95}	25,2
	TXm	32,1	30,3	29,2	24,7	21,5	18,3₍₉₎	17,9	21,3	22,4	25,3	28,4	31	
	TXn	19,2 _{1/98}	19 _{7/93}	16,4 _{11/98}	13,6 _{16/99}	10 _{28/92}	9,2 _{26/96}	8,6 _{8/94}	8,6 _{14/99}	11,4 _{13/95}	14,3 _{5/91}	16,7 _{4/92}	19,3 _{9/90}	
2000-05	TXx	41 _{6/05}	39,8 _{1/03}	39,2 _{7/05}	35,3 _{4/04}	32 _{12/02}	29,6 _{4/02}	31,6 _{30/05}	33 _{4/01}	37,2 _{6/04}	34,5 _{25/01}	37,5 _{11/03}	37,9 _{2/04}	24,8
	TXm	32,8	30,6	29	24,4₍₅₎	20,6	18,8	17,9	20,8	21,7	24,8	27,4	29,8	
	TXn	19,6 _{31/05}	19,8 _{23/03}	18 _{27/00}	15 _{29/01}	12,5 _{5/00}	9,8 _{18/00}	5,4 _{13/00}	9,2 _{23/03}	10,2 _{14/05}	14,8 _{4/05}	17,4 _{14/00}	21,6 _{4/05}	

ESTACION: SALTO TEMPERATURA MINIMA

SALTO		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AN
1940-49	TXx	25,7 ^{10/48}	25 ^{14/44}	23,7 ^{1/43}	20,9 ^{11/48}	20 ^{8/47}	18,7 ^{21/48}	18,6 ^{13/48}	22 ^{2/42}	23,3 ^{30/44}	23 ^{22/44}	23,4 ^{29/47}	25 ^{23/48}	12,9 ⁽⁸⁾
	TNm	18,5⁽⁸⁾	18,4⁽⁸⁾	16,1⁽⁸⁾	12,8⁽⁸⁾	10,3⁽⁸⁾	8,5⁽⁸⁾	7,4⁽⁸⁾	8,1⁽⁸⁾	10,6⁽⁸⁾	12,4⁽⁸⁾	14,7⁽⁸⁾	16,9⁽⁸⁾	
	TNn	8,3 ^{16/45}	9,7 ^{7/49}	6,9 ^{17/42}	3,4 ^{30/45}	1,3 ^{8/42}	-4 ^{23/45}	-4,5 ^{9/45}	-2,5 ^{23/43}	-1 ^{14/43}	2 ^{8/46}	5,8 ^{1/49}	7,5 ^{9/44}	
1950-59	TNx	26,8 ^{21/53}	24 ^{26/53}	24,8 ^{17/52}	22,8 ^{12/59}	21,5 ^{20/57}	19 ^{13/51}	18 ^{31/54}	18,8 ^{17/55}	20 ^{27/58}	18,8 ^{25/59}	22,6 ^{28/55}	26 ^{7/56}	12
	TNm	18,1	17,3	15,9	11,8	9,7	7,8	6,7	7,3	9	10,8	13,5	16	
	TNn	9,1 ^{14/57}	9,2 ^{16/56}	6 ^{30/55}	2 ^{26/56}	-2 ^{26/58}	-3 ^{29/56}	-4,8 ^{31/55}	-3,3 ^{1/55}	-0,9 ^{8/58}	1 ^{19/51}	4,1 ^{4/52}	7 ^{11/59}	
1960-69	TNx	23,8 ^{26/65}	24,6 ^{6/64}	24,6 ^{8/69}	18,7 ^{24/63}	17,8 ^{1/63}	18,3 ^{7/61}	16,6 ^{13/63}	19,1 ^{7/62}	17 ^{15/64}	20 ^{9/67}	21,1 ^{29/66}	22,6 ^{31/67}	11,5
	TNm	17,1	16,8	14,8	11,4	9,2	6,7	6,3⁽⁹⁾	6,8	8,4	11	13,8	16	
	TNn	3,5 ^{18/67}	6,9 ^{18/69}	4,4 ^{30/64}	1,5 ^{24/67}	-1,2 ^{30/62}	-5,3 ^{14/67}	-3,9 ^{16/65}	-2,2 ^{5/66}	-3 ^{2/66}	1,9 ^{7/69}	5,2 ^{1/64}	6,8 ^{3/67}	
1970-79	TNx	25,8 ^{13/76}	24,2 ^{15/79}	23,9 ^{4/79}	21 ^{16/77}	19,8 ^{28/70}	16,9 ^{7/73}	22 ^{28/79}	21 ^{1/79}	21,4 ^{9/77}	21,6 ^{7/77}	21,6 ^{27/76}	25 ^{19/71}	12,1
	TNm	18,5	17,4	15,5	11,7	9,4	7	7,7	7,5	9,2	11,8⁽⁹⁾	13,4	16,7	
	TNn	8,8 ^{1/75}	7,8 ^{25/71}	6,6 ^{29/76}	2,8 ^{25/71}	-1,3 ^{28/71}	-3 ^{16/71}	-2,8 ^{10/76}	-2 ^{4/72}	-0,3 ^{3/74}	0,8 ^{5/71}	4,3 ^{22/70}	5,4 ^{5/71}	
1980-89	TNx	28,5 ^{25/86}	26,2 ^{7/89}	27,7 ^{22/80}	25 ^{9/89}	23,6 ^{13/80}	20,6 ^{8/80}	21,4 ^{25/87}	20,4 ^{4/81}	20,8 ^{26/83}	24,1 ^{8/83}	25,9 ^{15/85}	27,6 ^{28/83}	13,7
	TNm	20,2	19,5	17,6	14,4	11,1	8,1	7,7	8,8	9,8	13,1	15,9	18,3	
	TNn	11 ^{1/80}	10,2 ^{9/87}	8,2 ^{29/82}	2,2 ^{9/88}	0,5 ^{26/87}	-2 ^{14/87}	-2,4 ^{3/80}	-0,3 ^{27/80}	0 ^{2/85}	3,5 ^{8/85}	7,8 ^{9/87}	9,4 ^{7/82}	
1990-99	TNx	27,7 ^{28/90}	27,4 ^{2/92}	24,6 ^{6/99}	23,8 ^{27/94}	23,7 ^{29/91}	21,6 ^{25/92}	19,3 ^{19/94}	22,7 ^{17/97}	24,6 ^{24/94}	24,2 ^{14/91}	25 ^{11/93}	27,5 ^{13/94}	13,5
	TNm	19,3	18,6	17,4	14	10,9	8,3	7,4	9	10,5	13,5	15,6	18,3	
	TNn	9,5 ^{15/99}	8,4 ^{12/96}	7,5 ^{27/90}	4 ^{17/99}	0 ^{28/93}	-3,5 ^{29/96}	-3 ^{24/92}	-2,6 ^{5/97}	0,6 ^{2/90}	-0,8 ^{4/99}	4 ^{5/92}	8,7 ^{6/99}	
2000-05	TNx	26 ^{6/01}	26,2 ^{28/02}	27,8 ^{16/02}	27,8 ^{6/04}	22,4 ^{14/02}	22,2 ^{4/02}	21 ^{2/05}	22,1 ^{25/02}	22,8 ^{6/04}	24,1 ^{26/01}	27,6 ^{8/02}	25,9 ^{5/04}	13,5
	TNm	19,2	18,6	17,5	14,1	10,9	10	7,3	9,1	9,9	13,4	14,9	16,8	
	TNn	10,9 ^{1/04}	9,4 ^{21/03}	7,5 ^{29/00}	4 ^{20/04}	0,6 ^{28/04}	-2,8 ^{23/02}	-3 ^{11/04}	-1,8 ^{8/04}	0,2 ^{1/00}	3,6 ^{11/03}	3,6 ^{2/03}	7,5 ^{9/01}	

ESTACION: CARRASCO TEMPERATURA MAXIMA

CARRASCO		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AN
1950-59	TXx	40,8 _{29/57}	37,6 _{21/53}	37,1 _{15/52}	34,3 _{7/50}	31,9 _{8/58}	27,6 _{14/51}	28,5 _{28/51}	30 _{23/50}	31,9 _{28/58}	32,6 _{2/56}	37,7 _{27/55}	38 _{25/50}	21,5
	TXm	28,3	26,7	26	21,6	19	15,6	15,6	16,6	17,7	20,4	23,6	26,7	
	TXn	18 _{23/51}	18 _{24/54}	17 _{30/52}	13,4 _{24/52}	11,4 _{24/58}	8,5 _{19/55}	6,4 _{6/55}	8,9 _{5/54}	9,2 _{14/51}	11,8 _{1/51}	14,4 _{2/52}	16,4 _{4/57}	
1960-69	TXx	39 _{25/64}	38 _{17/65}	36,2 _{6/62}	31,4 _{11/67}	29,8 _{17/67}	27,8 _{19/65}	28,4 _{27/69}	29,6 _{7/62}	34,3 _{1/62}	32,5 _{16/65}	34,8 _{29/65}	39,9 _{11/68}	21,6
	TXm	28,6	27,8	25,4	22	19,1	15,5	15,1	16,3	17,8	20,3	23,9	26,8	
	TXn	19,8 _{8/65}	20 _{8/66}	16,3 _{29/64}	13,2 _{30/68}	11 _{19/60}	7,2 _{26/67}	7,6 _{6/60}	9,3 _{1/60}	9,4 _{1/60}	12,4 _{13/63}	14,8 _{13/65}	18,1 _{21/65}	
1970-79	TXx	38,2 _{11/72}	39,8 _{27/70}	36 _{2/70}	31,6 _{8/74}	31 _{21/71}	26 _{22/76}	29,8 _{29/79}	29,2 _{17/70}	30,2 _{28/76}	32,5 _{7/77}	36,4 _{14/75}	39,2 _{29/71}	21,3
	TXm	27,7	27	25	22,3	18,5	15,4	15,6	16,2	18,4	20,7	23,1	26,4	
	TXn	18,8 _{10/75}	18,2 _{24/71}	15,7 _{30/77}	14 _{24/71}	9 _{30/79}	8,2 _{24/71}	7,3 _{18/73}	7,4 _{31/72}	9,4 _{8/76}	12 _{5/71}	14,6 _{1/73}	15,8 _{2/70}	
1980-89	TXx	38,6 _{22/80}	35 _{12/89}	35,6 _{21/80}	31 _{23/80}	30,2 _{13/80}	24,9 _{17/86}	28,7 _{25/87}	26,4 _{2/81}	30 _{9/86}	34 _{30/81}	34,9 _{15/85}	37 _{1/87}	20,8
	TXm	27,8	26,8	25,2	21,7	18,2	14,6	14,4	15,6	17	20	22,6	25,6	
	TXn	19,2 _{30/88}	17,8 _{14/81}	16,4 _{31/89}	13,6 _{30/85}	9,8 _{31/88}	7,4 _{27/84}	7 _{30/80}	8,2 _{15/84}	8,8 _{16/86}	11,5 _{13/87}	13,4 _{2/86}	16,7 _{2/81}	
1990-99	TXx	39,3 _{24/90}	36,1 _{1/97}	33,7 _{14/92}	32,1 _{14/97}	29,2 _{3/99}	27,2 _{25/92}	28,6 _{29/97}	32 _{24/96}	31,8 _{6/95}	32 _{22/98}	34,6 _{5/95}	37,8 _{18/95}	20,7
	TXm	26,6	26	25	21,4	18,3	15	14,2	16,6	17,4	20,2	22,7	25,5	
	TXn	19,2 _{22/94}	17,2 _{1/99}	17 _{28/90}	12,6 _{16/99}	8,6 _{26/93}	6,8 _{20/96}	6,4 _{18/92}	6,2 _{1/91}	9 _{1/90}	10 _{3/99}	13,2 _{4/92}	17,4 _{22/97}	
2000-05	TXx	39 _{31/03}	36,2 _{27/02}	35 _{4/01}	35 _{13/04}	29 _{14/02}	27,6 _{2/05}	26,8 _{30/05}	33,2 _{26/02}	26,8 _{23/05}	31,7 _{13/02}	34,6 _{27/05}	34,2 _{25/00}	21
	TXm	28	26,5	25,4	21,6	18,2	16,1	14,3	16,8	17,1	20,5	23	25,2	
	TXn	20,6 _{5/02}	20 _{11/01}	16 _{31/02}	14 _{8/05}	12,2 _{25/05}	5,5 _{15/02}	6,6 _{15/00}	7,5 _{31/02}	10,2 _{14/05}	11 _{28/04}	13,2 _{5/04}	16,8 _{8/03}	

ESTACION: CARRASCO
TEMPERATURA MINIMA

CARRASCO		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AN
1950-59	TNx	24,7 ^{29/57}	23,4 ^{4/59}	24,2 ^{2/59}	21,8 ^{1/59}	22 ^{3/58}	20 ^{14/51}	17 ^{19/51}	18,7 ^{23/50}	18,2 ^{3/58}	17,9 ^{24/59}	22,6 ^{28/55}	24,4 ^{28/57}	11,5
	TNm	16,9	16,5	15,6	11,8	9,4	7,4	6,7	7	8,4	10,4	12,9	15,3	
	TNn	7,6 ^{3/54}	8,4 ^{3/53}	6,6 ^{31/55}	3,8 ^{25/52}	-1 ^{22/56}	-1,8 ^{21/55}	-5,4 ^{9/55}	-3,2 ^{4/55}	-3,6 ^{3/55}	1 ^{20/51}	2,4 ^{30/52}	6,5 ^{6/50}	
1960-69	TNx	24,6 ^{26/64}	26 ^{14/66}	22 ^{8/67}	20 ^{11/67}	18 ^{18/67}	19 ^{27/61}	19,1 ^{30/69}	18 ^{9/65}	17,5 ^{22/65}	19,4 ^{31/61}	20,6 ^{28/68}	24,2 ^{18/69}	11,8
	TNm	17,3	17,2	15,6	11,8	9,3	7	6,9	6,9	8,6	11,1	13,7	15,9	
	TNn	8 ^{11/66}	6 ^{26/62}	6,2 ^{12/65}	1,3 ^{29/60}	-1 ^{23/68}	-7,4 ^{15/67}	-2,5 ^{20/64}	-2 ^{8/63}	-3,7 ^{12/60}	0,6 ^{2/63}	5,4 ^{13/66}	6 ^{22/65}	
1970-79	TNx	25 ^{20/73}	25,6 ^{2/73}	25 ^{3/70}	23,8 ^{25/70}	19 ^{15/72}	16,8 ^{8/73}	22,4 ^{29/79}	20 ^{1/79}	18 ^{29/76}	20 ^{26/72}	21,2 ^{13/72}	24,8 ^{28/71}	12
	TNm	17,9	17,7	15,9	12,4	9,5	7,2	7,1	7,3	9,1	11,4	12,9	16,2	
	TNn	8,4 ^{22/76}	10 ^{15/73}	6,4 ^{21/75}	0,7 ^{23/76}	0,2 ^{29/71}	-2,6 ^{18/74}	-3,2 ^{2/70}	-0,2 ^{25/71}	-0,8 ^{19/79}	2,8 ^{9/75}	5 ^{19/74}	8,6 ^{16/79}	
1980-89	TNx	24 ^{7/84}	23,8 ^{25/81}	25 ^{21/80}	21,4 ^{22/80}	21,9 ^{4/84}	16,4 ^{19/83}	15,9 ^{2/84}	17,6 ^{4/81}	20,4 ^{8/81}	20,4 ^{30/81}	22,4 ^{30/83}	22,6 ^{12/89}	12,3
	TNm	18	18	18	13,4	9,9	7,2	6,6	7,6	8,6	11,2	14	16,3	
	TNn	10,4 ^{23/82}	10,4 ^{28/83}	8,4 ^{21/85}	4 ^{30/84}	0 ^{29/87}	-0,8 ^{10/83}	-1,8 ^{24/81}	-1 ^{28/84}	-0,4 ^{2/88}	3,2 ^{10/81}	6 ^{9/82}	7,5 ^{3/81}	
1990-99	TNx	24 ^{28/90}	25,2 ^{20/92}	23 ^{14/92}	20,4 ^{19/93}	22,6 ^{29/91}	18 ^{25/92}	18 ^{27/97}	19,4 ^{30/97}	22 ^{20/94}	19,6 ^{22/98}	21 ^{15/94}	24,5 ^{8/98}	12,1
	TNm	17,5	17,4	16,1	13,4	10	7,2	6,3	7,4	8,8	11,7	13,9	16,2	
	TNn	9,5 ^{16/92}	8 ^{21/97}	6,9 ^{28/90}	3,7 ^{19/91}	0,9 ^{29/93}	-3,5 ^{28/97}	-3,1 ^{5/96}	-2 ^{20/95}	-2,5 ^{2/90}	2,5 ^{30/95}	4 ^{10/99}	7 ^{10/95}	
2000-05	TNx	24,5 ^{31/03}	22,8 ^{23/01}	24,8 ^{10/03}	20,8 ^{14/04}	20,4 ^{14/02}	19,6 ^{2/05}	17,6 ^{3/05}	20 ^{25/02}	21,4 ^{6/03}	22,6 ^{14/02}	22,6 ^{23/05}	22,6 ^{13/00}	12,6
	TNm	17,9	17,9	17	13,2	11	8,7	7,1	8,6	9,1	12	13,7	15,4	
	TNn	10 ^{2/04}	9,5 ^{21/03}	7,4 ^{29/00}	3,8 ^{27/05}	1,5 ^{22/05}	-4,5 ^{13/02}	-1,2 ^{26/03}	0 ^{4/00}	0,6 ^{8/02}	1,8 ^{12/03}	3,6 ^{2/03}	7,2 ^{7/05}	