

**“EVENTOS PLUVIOMÉTRICOS EXTREMOS, SEQUÍAS E INUNDACIONES,
EN LAS PROVINCIAS DEL NORDESTE ARGENTINO DURANTE LA
SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XX Y PRINCIPIOS DEL XXI. ANÁLISIS DE
SU GÉNESIS, FRECUENCIA, INTENSIDAD, MAGNITUD Y DISTRIBUCIÓN
ESPACIAL”.**

Claudia Verónica Gómez

Tesis Doctoral

**Presentada a la Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional del Nordeste
para aspirar al título de**

DOCTOR EN GEOGRAFÍA

Director: Prof. María Emilia Pérez

Co-director: Dr. (Ing. Agr.) Juan Prause

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE

Mayo 2019

Dedicatoria

A mis padres Elba y Ramón,
A mi esposo Mariano y nuestros hijos Rocío, Uriel y Gabriel.

Agradecimientos

Mi profundo agradecimiento y reconocimiento a mis Directores de tesis: Profesora María Emilia Pérez e Ingeniero (Dr) Juan Prause por su tiempo, por sus meticulosas orientaciones e incondicional apoyo en las diversas cuestiones atinentes al trabajo de investigación a lo largo de estos años.

A todos los Profesores del Departamento de Geografía de la Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional del Nordeste que contribuyeron, con sus conocimientos y experiencias, en mi formación Académica.

**“EVENTOS PLUVIOMÉTRICOS EXTREMOS: SEQUÍAS E INUNDACIONES
EN LAS PROVINCIAS DEL NORDESTE ARGENTINO DURANTE LA
SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XX Y PRINCIPIOS DEL XXI. ANÁLISIS DE
SU GÉNESIS, FRECUENCIA, INTENSIDAD, MAGNITUD Y DISTRIBUCIÓN
ESPACIAL”.**

Claudia Verónica Gómez

Director: Prof. María Emilia Pérez

Co-director: Dr. (Ing. Agr.) Juan Prause

Sumario

Los déficits y excesos de agua se traducen en los eventos universalmente conocidos: sequías e inundaciones. Estos son dos de los fenómenos atmosféricos que resultan de situaciones pluviométricas extremas, que adquieren gran importancia porque afectan de manera significativa el desarrollo socioeconómico y el aprovechamiento de los recursos hídricos en un espacio, sea este una provincia, una región o el mundo. Estos se producen en distintas partes del mundo por lo que el Nordeste Argentino no constituye la excepción, tal como lo demuestran los trabajos realizados anteriormente (Minetti y Vargas, 1998 y Pérez, 2004, 2005, 2007 y 2012). En estos, se ha podido comprobar, efectivamente, la presencia de fluctuaciones cíclicas entre períodos húmedos y secos, los primeros superan el valor promedio del período y los segundos se encuentran por debajo del mismo, lo que ratifica la variabilidad climática existente, que se traduce en los eventos extremos que nos ocupa. En este sentido la hipótesis de trabajo parte inicialmente de considerar un equilibrio dinámico, o relativamente estable, entre el comportamiento témporo-espacial de los eventos extremos estudiados y el clima actual por lo que “en el ámbito del Nordeste Argentino las sequías y las inundaciones son eventos climáticos extremos que responden a situaciones atmosféricas singulares en la media y baja tropósfera, propios de la variabilidad natural del clima, y se presentan históricamente como episodios cíclicos/repetitivos”.

En este trabajo, se planteó como objetivo general realizar un estudio climatogeográfico, con énfasis en la distribución espacial y el comportamiento temporal de las precipitaciones en condiciones de escasez y abundancia. Para ello se atiende a los caracteres esenciales de la circulación general atmosférica, como causa fundamental de

las singularidades climáticas extremas, con la finalidad de identificar, delimitar regionalmente y explicar los distintos modelos de distribución espacial de las sequías e inundaciones. Al mismo tiempo se analizó la frecuencia, intensidad y magnitud con que se presentaron en el pasado, para lo cual se evaluó el período de retorno de los peores eventos observados en las series cronológicas disponibles. Para ello se trabajó con datos de precipitaciones de estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos y se empleó el método de las anomalías para detectar los meses y años secos y húmedos y finalmente se representaron cartográficamente los episodios más relevantes.

Como conclusiones generales se puede decir que ambos fenómenos pueden manifestarse en todo el espacio estudiado, ya sea extendiéndose en forma homogénea o por el contrario desarrollándose en simultáneo, no obstante, en cualquiera de las dos situaciones se pueden registrar en el territorio con variada magnitud. Además, se estableció que algunos de los procesos responsables son “El Niño” y “La Niña” u anomalías en la circulación general atmosférica relacionadas con la actividad energética solar y la interacción océano-atmósfera.

Palabras claves: anomalías, secuencias secas y húmedas, frecuencia, magnitud, génesis.

“EXTREME RAINFALL EVENTS: DROUGHT AND FLOODS IN THE PROVINCES OF THE NORTHEAST ARGENTINE DURING THE SECOND HALF OF THE 20TH CENTURY AND THE PRINCIPLES OF THE 21TH. ANALYSIS OF GENESIS, FREQUENCY, INTENSITY, MAGNITUDE AND SPATIAL DISTRIBUTION”

Claudia Verónica Gómez

Director: Prof. María Emilia Pérez

Co-director: Dr. (Ing. Agr.) Juan Prause

Summary

Deficits and excess water translate into universally known events: droughts and floods. These are two of the atmospheric phenomena that result from extreme rainfall situations and that acquire great importance because they significantly affect socioeconomic development and the use of water resources in a space, be it a province, a region or the world. They occur in different parts of the world so northeastern Argentina is not the exception, as evidenced by the work done by Minetti and Vargas, 1998 and Pérez, 2004, 2005, 2007 and 2012, among others. In these, it has been possible to verify, indeed, the presence of cyclical fluctuations between wet and dry periods, the first ones exceed the average value of the period and the second ones are below the same one, which ratifies the existing climatic variability that translates into the extreme events that occupy us. In this sense, the proposed hypothesis starts from considering a dynamic equilibrium, or relatively stable, between the temporo-spatial behavior of the extreme events studied and the current climate, so "in the area of Northeast Argentina, droughts and floods are extreme climatic events that respond to unique atmospheric conditions in the middle and lower troposphere, typical of the natural variability of the climate, and are historically presented as cyclical / repetitive episodes".

In this work, the general objective was to carry out a climate-geography study, with emphasis on the spatial distribution and temporal behavior of rainfall in conditions of deficit and abundance. To do this, the essential characteristics of the general atmospheric circulation are taken into account, as a fundamental cause of the extreme climatic singularities, with the purpose of identifying, delimiting regionally and

explaining the different models of spatial distribution of droughts and floods. At the same time the frequency, intensity and magnitude that occurred in the past were analyzed, for which the return period of the worst events observed in the available time series will be evaluated. To do this, we worked with precipitation data from meteorological stations and rainfall stations, and the anomalies method was used to detect dry and wet months and years and, finally, the most relevant episodes were cartographically represented.

As general conclusions it can be said that both phenomena can be manifested in the whole space studied, either extending in a homogeneous way or conversely developing simultaneously, however, in either of the two situations can be recorded in the territory with varying magnitude. Also, it was established that some of the responsible processes are “El Niño” and “La Niña” or anomalies in the general atmospheric circulation related to the solar energy activity and the ocean-atmosphere interaction.

Key words: anomalies, dry and wet sequences, frequency, magnitude, genesis.

Índice de contenidos

PRIMERA PARTE

Capítulo I: Introducción	1
1.1. Definición del Problema	1
1.2. Delimitación del Espacio de Estudio	6
1.3. Justificación de su Estudio	11
1.4. Objetivos	15
1.5. Hipótesis	16
1.6 Estructuración de la tesis	16
Capítulo II: Antecedentes, métodos y técnicas	
2.1. Antecedentes sobre el tema de investigación	18
2.2. Enfoque para definir las áreas afectadas por los eventos extremos: sequías e inundaciones	20
2.3. Técnicas estadísticas y cartográficas	23
2.3.1. Técnicas estadísticas.	23
2.3.2. Técnicas cartográficas.	34

SEGUNDA PARTE

Capítulo III: Provincia del Chaco: situaciones pluviométricas extremas anómalas que derivan en sequías e inundaciones (período 1955/2009).

3.1. Localización geográfica del área de estudio	36
3.2. Aspectos climáticos generales	36
3.3. El comportamiento temporal y espacial de las precipitaciones	38
3.3.1. Precipitación media mensual (mm) período 1955/2009.	38
3.3.2. Precipitación anual (o monto anual en mm) período 1955/2009.	45
3.4. Anomalías pluviométricas	54
3.4.1. Frecuencia.	55
3.4.2. Magnitud.	63
3.4.3. Duración o intensidad.	65
3.4.4. Espaciamiento temporal.	70
3.5. Eventos de sequías e inundaciones	71
3.5.1. Sequías.	71
3.5.2. Inundaciones.	87
3.6. Síntesis	98

Capítulo IV: Provincia de Formosa: situaciones pluviométricas extremas anómalas que derivan en sequías e inundaciones (período 1967/1993).

4.1. Localización geográfica del área de estudio	104
4.2. Aspectos climáticos generales	104
4.3. El comportamiento temporal y espacial de las precipitaciones	105
4.3.1. Precipitación media mensual (mm) período 1967/1993.	105
4.3.2. Precipitación anual (o monto anual en mm) período 1967/1993.	111
4.4. Anomalías pluviométricas	118
4.4.1. Frecuencia.	118
4.4.2. Magnitud	123
4.4.3. Duración o intensidad.	125

4.4.4. Espaciamiento temporal.	131
4.5. Eventos de sequías e inundaciones	131
4.5.1. Sequías.	131
4.5.2. Inundaciones.	146
4.6. Síntesis	159
Capítulo V: Provincia de Misiones: situaciones pluviométricas extremas anómalas que derivan en sequías e inundaciones (período 1985/2006)	
5.1. Localización geográfica del área de estudio	162
5.2. Aspectos climáticos generales	162
5.3. El comportamiento temporal y espacial de las precipitaciones	163
5.3.1. Precipitación media mensual (mm) período 1985/2006.	163
5.3.2. Precipitación anual (o monto anual en mm) período 1985/2006.	170
5.4. Anomalías pluviométricas	178
5.4.1. Frecuencia.	179
5.4.2 Magnitud.	185
5.4.3. Duración o intensidad.	186
5.4.4. Espaciamiento temporal.	189
5.5. Eventos de sequías e inundaciones	190
5.5.1. Sequías.	190
5.5.2. Inundaciones.	204
5.6. Síntesis	215
Capítulo VI: Provincia de Corrientes: situaciones pluviométricas extremas anómalas que derivan en sequías e inundaciones (período 1985/2008)	
6.1. Localización geográfica del área de estudio	219
6.2. Aspectos climáticos generales	219
6.3. El comportamiento temporal y espacial de las precipitaciones	220
6.3.1. Precipitación media mensual (mm) período 1985/2008.	220
6.3.2. Precipitación anual (o monto anual en mm) período 1985/2008.	225
6.4. Anomalías pluviométricas	232
6.4.1. Frecuencia.	232
6.4.2. Magnitud.	236
6.4.3. Duración o intensidad.	237
6.4.4. Espaciamiento temporal.	240
6.5. Eventos de sequías e inundaciones	241
6.5.1. Sequías.	241
6.5.2. Inundaciones.	252
6.6. Síntesis	265

TERCERA PARTE

Capítulo VII: Áreas afectadas por los eventos pluviométricos extremos y pérdidas socioeconómicas y ambientales.

7.1 Áreas del Nordeste Argentino afectadas por los eventos extremos: sequías e inundaciones	268
7.2 Consecuencias socioeconómicas y ambientales	272
7.3 Síntesis	279
Conclusiones	282
Anexos Estadísticos	
1. Anomalías según estación meteorológica y puestos pluviométricos de la provincia del Chaco (1955/2009).	288

2. Anomalías según estación meteorológica y puestos pluviométricos de la provincia de Formosa (1967/1993).	291
3. Anomalías según estación meteorológica y puestos pluviométricos de la provincia de Misiones (1985/2006).	293
4. Anomalías según estación meteorológica y puestos pluviométricos de la provincia de Corrientes (1985/2008).	295
Anexos Cartográficos	
1. Anomalías anuales y mensuales de la provincia del Chaco.	297
2. Anomalías anuales y mensuales de la provincia de Formosa.	314
3. Anomalías anuales y mensuales de la provincia de Misiones.	321
4. Anomalías anuales y mensuales de la provincia de Corrientes.	326
Bibliografía	330

Índice de Tablas

Tabla 1: Estaciones Meteorológicas y puestos pluviométricos de la provincia del Chaco.	6
Tabla 2: Estaciones Meteorológicas y puestos pluviométricos de la provincia de Formosa.	7
Tabla 3: Estaciones Meteorológicas y puestos pluviométricos de la provincia de Misiones.	9
Tabla 4: Estaciones Meteorológicas y puestos pluviométricos de la provincia de Corrientes.	10
Tabla 5: Serie estadística según provincia.	24
Tabla 6: Umbrales que indican Aleatoriedad para los niveles de Probabilidad.	27
Tabla 7: Estaciones Meteorológicas y puestos pluviométricos según período de estudio en la provincia del Chaco.	28
Tabla 8: Estaciones Meteorológicas y puestos pluviométricos según período de estudio en la provincia de Formosa.	29
Tabla 9: Estaciones Meteorológicas y puestos pluviométricos según período de estudio en la provincia de Misiones.	30
Tabla 10: Estaciones Meteorológicas y puestos pluviométricos según período de estudio en la provincia de Corrientes.	31
Tabla 11: Clasificación de los intervalos de las anomalías de precipitación.	32
Tabla 12: Capacidad de Almacenamiento de agua según el tipo de suelos y cultivos.	33
Tabla 13: Precipitación media mensual (mm) según estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia del Chaco (1955/2009).	39
Tabla 14: Estadísticos de la Precipitación Media Anual (mm) para cada estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia del Chaco (1955/2009).	45
Tabla 15: Precipitación media anual (mm) por quinquenio según estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia del Chaco (1955/2009).	52
Tabla 16: Años con secuencias secas iguales o mayores a seis meses de duración en la provincia del Chaco.	67
Tabla 17: Años con secuencias húmedas iguales o mayores a cuatro meses de duración en la provincia del Chaco.	68
Tabla 18: Años secos y porcentaje (%) de estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos afectados en la provincia del Chaco.	71
Tabla 19: Años húmedos y porcentaje (%) de estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos afectados en la provincia del Chaco.	87
Tabla 20: Precipitación media mensual (mm) según estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia de Formosa (1967/1993).	106
Tabla 21: Estadísticos de la Precipitación Media Anual (mm) para cada estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia de Formosa (1967/1993).	111
Tabla 22: Precipitación media anual (mm) por quinquenio según estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia de Formosa (1967/1993).	117
Tabla 23: Años con secuencias secas iguales o mayores a seis meses de duración en la provincia de Formosa.	126
Tabla 24: Años con secuencias húmedas iguales o mayores a cuatro meses de duración en la provincia de Formosa.	129
Tabla 25: Años secos y porcentaje (%) de estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos afectados en la provincia de Formosa.	132

Tabla 26: Años húmedos y porcentaje (%) de estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos afectados en la provincia de Formosa.	146
Tabla 27: Precipitación media mensual (mm) según estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia de Misiones (1985/2006).	164
Tabla 28: Estadísticos de la Precipitación Media Anual (mm) para cada estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia de Misiones (1985/2006).	170
Tabla 29: Precipitación media anual (mm) por quinquenio según estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia de Misiones (1985/2006).	177
Tabla 30: Años con secuencias secas iguales o mayores a seis meses de duración en la provincia de Misiones.	187
Tabla 31: Años con secuencias húmedas iguales o mayores a cuatro meses de duración en la provincia de Misiones.	189
Tabla 32: Años secos y porcentaje (%) de estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos afectados en la provincia de Misiones.	191
Tabla 33: Años húmedos y porcentaje (%) de estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos afectados en la provincia de Misiones.	204
Tabla 34: Precipitación media mensual (mm) según estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia de Corrientes (1985/2008).	221
Tabla 35: Estadísticos de la Precipitación Media Anual (mm) para cada estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia de Corrientes (1985/2008).	225
Tabla 36: Precipitación media anual (mm) por quinquenio según estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia de Corrientes (1985/2008).	231
Tabla 37: Años con secuencias secas iguales o mayores a seis meses de duración en la provincia de Corrientes.	238
Tabla 38: Años con secuencias húmedas iguales o mayores a cuatro meses de duración en la provincia de Corrientes.	240
Tabla 39: Años secos y porcentaje (%) de estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos afectados en la provincia de Corrientes.	241

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Outliers de abril para Resistencia.	26
Gráfico 2: Precipitación Media Mensual (mm) según estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia del Chaco (1955/2009).	40
Gráfico 3: Estadísticos de la Precipitación Media Anual (mm) para cada estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia del Chaco (1955/2009).	46
Grafico 4: Regresión Simple (No Lineal) en la provincia del Chaco.	49
Gráfico 5: Precipitación media anual por quinquenio en mm según estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia del Chaco (1955/2009).	53
Gráfico 6: Frecuencias absolutas de anomalías según intervalo en la provincia del Chaco (1955/2009)	56
Gráfico 7: Frecuencia relativa (%) de anomalías positivas y negativas según estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia del Chaco (1955/2009).	58
Gráfico 8: Frecuencia relativa de los meses secos en los intervalos comprendidos entre -0,1 a -25 %, -50,1 a -75 % y -75,1 a -100 % para todas las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia del Chaco (1955/2009).	60
Gráfico 9: Frecuencia relativa de los meses húmedos en los intervalos comprendidos entre 0,1 a 25 %; 75,1 a 100 % y más de 100 % para todas las estaciones y puestos pluviométricos en la provincia del Chaco (1955/2009).	62
Gráfico 10: Anomalías anuales (en %) según estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia del Chaco (1955/2009)	64
Gráfico 11: Precipitación media mensual (mm) según estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia de Formosa (1967/1993)	107
Gráfico 12: Estadísticos de la Precipitación Media Anual (mm) para cada estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia de Formosa (1967/1993).	112
Gráfico 13: Precipitación media anual (mm) por quinquenio según estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia de Formosa (1967/1993).	118
Gráfico 14: Frecuencia relativa (%) de anomalías positivas y negativas según estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia de Formosa (1967/1993).	120
Gráfico 15: Frecuencia relativa de los meses secos en los intervalos comprendidos entre -0,1 a -25 %, -50,1 a -75 % y -75,1 a -100 % para todas las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia de Formosa (1967/1993).	121
Gráfico 16: Frecuencia relativa de los meses húmedos en los intervalos comprendidos entre 0,1 a 25 %; 75,1 a 100 % y más de 100 % para todas las estaciones y puestos pluviométricos en la provincia de Formosa (1967/1993).	123
Gráfico 17: Anomalías anuales (en %) según estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia de Formosa (1967/1993)	125
Gráfico 18: Precipitación media mensual (mm) según estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia de Misiones (1985/2006)	165
Gráfico 19: Estadísticos de la Precipitación Media Anual (mm) para cada estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia de Misiones (1985/2006).	171
Gráfico 20: Regresión Simple (No Lineal) en la provincia de Misiones.	173
Gráfico 21: Precipitación media anual (mm) por quinquenio según estación	178

meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia de Misiones (1985/2006).	
Gráfico 22: Frecuencia relativa (%) de anomalías positivas y negativas según estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia de Misiones (1985/2006).	181
Gráfico 23: Frecuencia relativa de los meses secos en los intervalos comprendidos entre -0,1 a -25 %, -50,1 a -75 % y -75,1 a -100 % para todas las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia de Misiones (1985/2006).	182
Gráfico 24: Frecuencia relativa de los meses húmedos en los intervalos comprendidos entre 0,1 a 25 %; 75,1 a 100 % y más de 100 % para todas las estaciones y puestos pluviométricos en la provincia de Misiones (1985/2006).	184
Gráfico 25: Anomalías anuales (en %) según estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia de Misiones (1985/2006)	186
Gráfico 26: Precipitación media mensual (mm) según estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia de Corrientes (1985/2008)	221
Gráfico 27: Estadísticos de la Precipitación Media Anual (mm) para cada estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia de Corrientes (1985/2008)	226
Gráfico 28: Precipitación media anual (mm) por quinquenio según estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia de Corrientes (1985/2008).	232
Gráfico 29: Frecuencia relativa (%) de anomalías positivas y negativas según estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia de Corrientes (1985/2008).	233
Gráfico 30: Frecuencia relativa de los meses secos en los intervalos comprendidos entre -0,1 a -25 %, -50,1 a -75 % y -75,1 a -100 % para todas las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia de Corrientes (1985/2008).	235
Gráfico 31: Frecuencia relativa de los meses húmedos en los intervalos comprendidos entre 0,1 a 25 %; 75,1 a 100 % y más de 100 % para todas las estaciones y puestos pluviométricos en la provincia de Corrientes (1985/2008).	236
Gráfico 32: Anomalías anuales (en %) según estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia de Corrientes (1985/2008)	237

Índice de Mapas

Mapa 1: Estaciones Meteorológicas y puestos pluviométricos de la provincia del Chaco.	7
Mapa 2: Estaciones Meteorológicas y puestos pluviométricos de la provincia de Formosa.	8
Mapa 3: Estaciones Meteorológicas y puestos pluviométricos de la provincia de Misiones.	9
Mapa 4: Estaciones Meteorológicas y puestos pluviométricos de la provincia de Corrientes.	10
CHACO	
Mapa 5: Precipitación media mensual de enero en mm (1955/2009)	43
Mapa 6: Precipitación media mensual de julio en mm (1955/2009)	43
Mapa 7: Precipitación media mensual de abril en mm (1955/2009)	44
Mapa 8: Precipitación media mensual de noviembre en mm (1955/2009)	44
Mapa 9: Precipitación anual en mm (1955/2009)	47
Mapa 10: Coeficiente de variación en % (1955/2009)	48
Mapa 11: Precipitación de verano en % (1955/2009)	49
Mapa 12: Precipitación de invierno en % (1955/2009)	50
Mapa 13: Precipitación de abril en % (1955/2009)	51
Mapa 14: Precipitación de noviembre en % (1955/2009)	51
Mapa 15: Anomalía anual de 2008	74
Mapa 16: Anomalía anual de 1964	74
Mapa 17: Anomalía anual de 1968	75
Mapa 18: Anomalía anual de 1971	75
Mapa 19: Anomalía anual de 1976	76
Mapa 20: Anomalía anual de 1979	76
Mapa 21: Anomalías en marzo de 1969	79
Mapa 22: Anomalías en marzo de 1978	79
Mapa 23: Anomalías en abril de 1978	80
Mapa 24: Anomalías en enero de 2004	80
Mapa 25: Anomalías en octubre de 1963	81
Mapa 26: Anomalías en noviembre de 1963	81
Mapa 27: Anomalías en enero de 1964	82
Mapa 28: Anomalías en febrero de 1964	82
Mapa 29: Anomalías en noviembre de 1976	83
Mapa 30: Anomalías en diciembre de 1976	83
Mapa 31: Anomalías en febrero de 2006	84
Mapa 32: Anomalías en marzo de 2006	84
Mapa 33: Anomalías en marzo de 2008	85
Mapa 34: Anomalías en abril de 2008	85
Mapa 35: Anomalías en noviembre de 2008	86
Mapa 36: Anomalías en diciembre de 2008	86
Mapa 37: Anomalía anual de 1986	89
Mapa 38: Anomalía anual de 1992	90
Mapa 39: Anomalía anual de 1965	90
Mapa 40: Anomalía anual de 1991	91
Mapa 41: Anomalía anual de 1990	91
Mapa 42: Anomalías en noviembre de 1958	94

Mapa 43: Anomalías en diciembre de 1958	94
Mapa 44: Anomalías en enero de 1966	95
Mapa 45: Anomalías en febrero de 1966	95
Mapa 46: Anomalías en marzo de 1986	96
Mapa 47: Anomalías en abril de 1986	96
Mapa 48: Anomalías en octubre de 1992	97
Mapa 49: Anomalías en noviembre de 1992	97
Mapa 50: Anomalías en diciembre de 1992	98
FORMOSA	
Mapa 51: Precipitación media mensual de enero en mm (1967/1993)	109
Mapa 52: Precipitación media mensual de julio en mm (1967/1993)	109
Mapa 53: Precipitación media mensual de abril en mm (1967/1993)	110
Mapa 54: Precipitación media mensual de noviembre en mm (1967/1993)	110
Mapa 55: Precipitación anual en mm (1967/1993)	113
Mapa 56: Coeficiente de variación en % (1967/1993)	114
Mapa 57: Precipitación de verano en % (1967/1993)	114
Mapa 58: Precipitación de invierno en % (1967/1993)	115
Mapa 59: Precipitación de abril en % (1967/1993)	116
Mapa 60: Precipitación de octubre en % (1967/1993)	116
Mapa 61: Anomalía anual de 1978	133
Mapa 62: Anomalía anual de 1968	134
Mapa 63: Anomalía anual de 1976	134
Mapa 64: Anomalía anual de 1970	135
Mapa 65: Anomalías en octubre de 1967	138
Mapa 66: Anomalías en noviembre de 1967	138
Mapa 67: Anomalías en marzo de 1968	139
Mapa 68: Anomalías en abril de 1968	139
Mapa 69: Anomalías en febrero de 1969	140
Mapa 70: Anomalías en marzo de 1969	140
Mapa 71: Anomalías en marzo de 1970	141
Mapa 72: Anomalías en abril de 1970	141
Mapa 73: Anomalías en octubre de 1970	142
Mapa 74: Anomalías en noviembre de 1970	142
Mapa 75: Anomalías en marzo de 1976	143
Mapa 76: Anomalías en abril de 1976	143
Mapa 77: Anomalías en febrero de 1977	144
Mapa 78: Anomalías en marzo de 1977	144
Mapa 79: Anomalías en abril de 1977	145
Mapa 80: Anomalías en marzo de 1978	145
Mapa 81: Anomalías en abril de 1978	146
Mapa 82: Anomalía anual de 1980	149
Mapa 83: Anomalía anual de 1986	149
Mapa 84: Anomalía anual de 1981	150
Mapa 85: Anomalía anual de 1992	150
Mapa 86: Anomalía anual de 1987	151
Mapa 87: Anomalía anual de 1982	151
Mapa 88: Anomalía anual de 1991	152
Mapa 89: Anomalía anual de 1983	152
Mapa 90: Anomalías en enero de 1981	154
Mapa 91: Anomalías en febrero de 1981	154

Mapa 92: Anomalías en enero de 1987	155
Mapa 93: Anomalías en febrero de 1987	155
Mapa 94: Anomalías en febrero de 1992	156
Mapa 95: Anomalías en marzo de 1992	156
Mapa 96: Anomalías en abril de 1992	157
Mapa 97: Anomalías en octubre de 1992	157
Mapa 98: Anomalías en noviembre de 1992	158
Mapa 99: Anomalías en diciembre de 1992	158
MISIONES	
Mapa 100: Precipitación media mensual de abril en mm (1985/2006)	167
Mapa 101: Precipitación media mensual de octubre en mm (1985/2006)	167
Mapa 102: Precipitación media mensual de enero en mm (1985/2006)	169
Mapa 103: Precipitación media mensual de julio en mm (1985/2006)	169
Mapa 104: Precipitación anual en mm (1985/2006)	172
Mapa 105: Coeficiente de variación en % (1985/2006)	173
Mapa 106: Precipitación de verano en % (1985/2006)	175
Mapa 107: Precipitación de invierno en % (1985/2006)	175
Mapa 108: Precipitación de abril en % (1985/2006)	176
Mapa 109: Precipitación de octubre en % (1985/2006)	176
Mapa 110: Anomalía anual de 2004	193
Mapa 111: Anomalía anual de 2005	193
Mapa 112: Anomalía anual de 1999	194
Mapa 113: Anomalía anual de 2001	194
Mapa 114: Anomalía anual de 2006	195
Mapa 115: Anomalía anual de 2003	195
Mapa 116: Anomalías en marzo de 1999	198
Mapa 117: Anomalías en abril de 1999	198
Mapa 118: Anomalías en octubre de 1999	199
Mapa 119: Anomalías en noviembre de 1999	199
Mapa 120: Anomalías en enero de 2004	200
Mapa 121: Anomalías en febrero de 2004	200
Mapa 122: Anomalías en marzo de 2004	201
Mapa 123: Anomalías en enero de 2005	201
Mapa 124: Anomalías en febrero de 2005	202
Mapa 125: Anomalías en marzo de 2005	202
Mapa 126: Anomalías en enero de 2006	203
Mapa 127: Anomalías en febrero de 2006	203
Mapa 128: Anomalía anual de 1998	207
Mapa 129: Anomalía anual de 1997	207
Mapa 130: Anomalía anual de 1996	208
Mapa 131: Anomalía anual de 1986	208
Mapa 132: Anomalías en marzo de 1986	210
Mapa 133: Anomalías en abril de 1986	210
Mapa 134: Anomalías en enero de 1994	211
Mapa 135: Anomalías en febrero de 1994	211
Mapa 136: Anomalías en octubre de 1994	212
Mapa 137: Anomalías en noviembre de 1994	212
Mapa 138: Anomalías en octubre de 1997	213
Mapa 139: Anomalías en noviembre de 1997	213
Mapa 140: Anomalías en febrero de 1998	214

Mapa 141: Anomalías en marzo de 1998	214
Mapa 142: Anomalías en abril de 1998	215
CORRIENTES	
Mapa 143: Precipitación media mensual de enero en mm (1985/2008)	223
Mapa 144: Precipitación media mensual de julio en mm (1985/2008)	223
Mapa 145: Precipitación media mensual de abril en mm (1985/2008)	224
Mapa 146: Precipitación media mensual de octubre en mm (1985/2008)	224
Mapa 147: Precipitación anual en mm (1985/2008)	227
Mapa 148: Coeficiente de variación en % (1985/2008)	227
Mapa 149: Precipitación de verano en % (1985/2008)	228
Mapa 150: Precipitación de invierno en % (1985/2008)	228
Mapa 151: Precipitación de abril en % (1985/2008)	229
Mapa 152: Precipitación de octubre en % (1985/2008)	230
Mapa 153: Anomalía anual de 2004	243
Mapa 154: Anomalía anual de 2005	243
Mapa 155: Anomalía anual de 2006	244
Mapa 156: Anomalías en octubre de 1999	246
Mapa 157: Anomalías en noviembre de 1999	246
Mapa 158: Anomalías en enero de 2004	247
Mapa 159: Anomalías en febrero de 2004	247
Mapa 160: Anomalías en marzo de 2004	248
Mapa 161: Anomalías en abril de 2004	248
Mapa 162: Anomalías en enero de 2008	249
Mapa 163: Anomalías en febrero de 2008	249
Mapa 164: Anomalías en marzo de 2008	250
Mapa 165: Anomalías en abril de 2008	250
Mapa 166: Anomalías en noviembre de 2008	251
Mapa 167: Anomalías en diciembre de 2008	251
Mapa 168: Anomalía anual de 1986	253
Mapa 169: Anomalía anual de 1990	254
Mapa 170: Anomalía anual de 1998	254
Mapa 171: Anomalía anual de 2002	255
Mapa 172: Anomalía anual de 1994	255
Mapa 173: Anomalía anual de 1996	256
Mapa 174: Anomalías en marzo de 1986	258
Mapa 175: Anomalías en abril de 1986	258
Mapa 176: Anomalías en marzo de 1990	259
Mapa 177: Anomalías en abril de 1990	259
Mapa 178: Anomalías en noviembre de 1990	260
Mapa 179: Anomalías en diciembre de 1990	260
Mapa 180: Anomalías en enero de 1998	261
Mapa 181: Anomalías en febrero de 1998	261
Mapa 182: Anomalías en marzo de 1998	262
Mapa 183: Anomalías en abril de 1998	262
Mapa 184: Anomalías en marzo de 2002	263
Mapa 185: Anomalías en abril de 2002	263
Mapa 186: Anomalías en octubre de 2002	264
Mapa 187: Anomalías en noviembre de 2002	264
Mapa 188: Anomalías en diciembre de 2002	265
Mapa 189: Evento seco en el año 2004 en las provincias del NEA.	269

Mapa 190: Evento húmedo en el año 1986 en las provincias del NEA.	270
Mapa 191: Áreas afectadas por los eventos Secos y Húmedos según frecuencia	271

PRIMERA PARTE

Capítulo I

Introducción

1.1. Definición del problema

El agua es un elemento natural fundamental en el desarrollo fisiológico de todos los seres vivos porque permite básicamente los siguientes procesos:

- disolución de los nutrientes y minerales necesarios para la vida tanto de las plantas como de los animales,
- transporte de esos nutrientes a diferentes partes del organismo, en el caso de las plantas desde las raíces hacia los tallos, hojas, etc.,
- eliminación de residuos y toxinas a través de la transpiración u orina.

Estos procesos permiten el correcto funcionamiento fisiológico de los seres vivos y en el caso particular del Hombre le posibilita, además, realizar la mayoría de las actividades económicas que satisfacen sus necesidades.

Cuando este elemento se encuentra disponible en su justa medida la vida transcurre sin ningún contratiempo, pero cuando se registran déficits o excesos de agua comienzan a presentarse serios inconvenientes que afectan, entre otros, a los seres humanos y a las actividades que realizan.

Los déficits y excesos de agua se traducen en los eventos universalmente conocidos: sequías e inundaciones. Estos son dos de los fenómenos atmosféricos que resultan de situaciones pluviométricas extremas, que adquieren gran importancia porque afectan de manera significativa el desarrollo socioeconómico y el aprovechamiento de los recursos hídricos en un espacio, sea este una provincia, una región o el mundo.

En cuanto a la sequía, si bien existen innumerables definiciones, en general se está de acuerdo en considerarla como períodos prolongados de escasez de recursos hídricos capaces de provocar efectos adversos sobre la sociedad y los sistemas productivos (Yevjevich y otros, 1978; Beran y Rodier, 1985). Esto puede ocurrir en

cualquier lugar, tanto en áreas de lluvias abundantes como escasas y en cualquier estación del año. Los impactos producidos por sequías pueden exacerbarse cuando suceden en regiones que presentan escasos recursos hídricos, que no tienen un manejo adecuado del agua o con un balance negativo entre la demanda de agua y la disponibilidad del recurso.

Este fenómeno atmosférico tiene la particularidad de ser de lento desarrollo temporal pero de amplia cobertura espacial, lo que dificulta precisar con exactitud su duración, extensión y magnitud mientras ocurre el fenómeno, complicando la adopción oportuna de medidas concretas para paliar sus efectos. Estos límites pueden establecerse con precisión una vez que la sequía ha transcurrido totalmente y se la analiza desde una perspectiva histórica.

Desde un punto de vista espacial, los eventos de sequías ocurren frecuentemente en el mundo; como lo señala Olcina Cantos (2006:68) “*son escasos los territorios de la superficie terrestre que escapan a los efectos de las secuencias secas, de manera que el riesgo de sequía está universalmente extendido en la tierra*”, situación que resalta la necesidad de diseñar y poner en práctica planes integrados de manejo de los recursos hídricos para prevenir y mitigar las sequías y sus efectos negativos.

En este trabajo se define a la sequía desde una perspectiva climática “*como la sucesión, con frecuencia superior a la normal de situaciones atmosféricas poco favorables al desarrollo de precipitaciones sobre una región, lo que motiva una disminución de recursos de agua*” (Olcina Cantos, 2006:69) y como “*la falta o escasez de agua en una región determinada, no correspondiendo ese estado hídrico a la situación habitual de la zona*” (Fernández García, 1996:115).

Cabe la aclaración anterior porque el término sequía se puede definir de otras maneras en función del espacio geográfico o actividad económica afectada, por ejemplo, “*sequía agrícola, hidrológica o urbana*” definidos “*en relación con los efectos padecidos en cada uno de estos sectores ante una menor disponibilidad de agua*” (Olcina Cantos, 2006:68). No obstante, se debe tener en cuenta que, dependiendo de la intensidad del fenómeno atmosférico, los efectos del mismo se extienden hacia otros sectores como por ejemplo al caudal de un río, a las actividades agropecuarias y por último a la ciudad.

La sequía climática, a su vez, se puede diferenciar de dos maneras: a) sequía estacional: se refiere a la escasa cantidad de precipitación caída en una estación dada, de tipo periódica, y b) sequía aleatoria no periódica: puede ocurrir en cualquier estación del año, y se manifiesta por un déficit de agua con respecto de lo que normalmente cae (Costa, 1999).

En cuanto a la génesis de este evento climático, varios autores coinciden en señalar que se debe a anomalías prolongadas en el comportamiento de la atmósfera, Málaka y Nuñez (1978), Alessandro y Lichtenstein (1996), Jagsich (1936), a perturbaciones de índole atmosférica y oceánica según Vargas y otros (1995), Minetti y Vargas (1998). Por su parte Quereda Sala y otros (2000) sostienen que ambos procesos físicos se encuentran influenciados o modulados por la actividad energética solar.

Como fenómeno opuesto a las sequías se encuentra otro evento pluviométrico extremo: las inundaciones. Estas están estrechamente relacionadas con la cantidad e intensidad de las precipitaciones, de la escorrentía y de la pendiente del terreno. Se puede definir, entonces, como un exceso de agua producto de precipitaciones intensas y/o abundantes en relación con la humedad del suelo y la velocidad del escurrimiento.

Si se considera lo expresado anteriormente por Olcina Cantos (2006) en relación con las sequías, aquí se suceden, por el contrario, situaciones atmosféricas favorables para que se produzcan copiosas precipitaciones que, a su vez, generan inundaciones.

Este mismo autor señala que “*los episodios de inundación responden a tres causas principales: atmosféricas, que aportan el elemento principal, la precipitación abundante y/o torrencial; geográficas, que favorecen el desarrollo de la crecida fluvial; y antrópicas, que aumentan la vulnerabilidad y exposición ante los desbordamientos de los ríos*” (Olcina Cantos, 2006:140). De los aspectos mencionados por este autor, cabe mencionar que este trabajo se enfoca en el primero de ellos, pues se suceden en nuestro espacio de estudio lluvias abundantes extremas, relacionadas con situaciones atmosféricas inestables y que deben su origen a procesos frontales y convectivos (no frontales).

El estudio de las inundaciones puede efectuarse desde distintos puntos de vista, por ejemplo, se pueden considerar: su génesis, causas, magnitud, impactos, entre otros. Sin embargo, tal como lo señala el ingeniero Carlos Paoli en el marco del “Simposio de las inundaciones en la República Argentina” (2000), no se debe de olvidar que este

fenómeno se manifiesta en la naturaleza de forma compleja, involucrando todos los aspectos mencionados anteriormente, aunque en ocasiones, predominan unos sobre otros.

En las provincias del Nordeste Argentino (Formosa, Chaco, Corrientes y Misiones)¹ se aborda su estudio teniendo en cuenta el origen de las mismas, es decir, se analizan las inundaciones pluviales, también llamadas inundaciones por anegamiento debido a lluvias locales, su distribución y frecuencia, poniendo especial atención a los procesos atmosféricos que le dan origen como así también a los caracteres topográficos del área, dado que las aguas producto de lluvias abundantes e intensas al combinarse con una baja capacidad de infiltración, una compleja red hidrográfica y la escasa pendiente del suelo, generan serios inconvenientes a la población y a las actividades que ésta realiza.

Cabe la aclaración anterior, pues desde esta perspectiva también se puede abordar el análisis de las inundaciones atendiendo el desborde de los cursos de agua o por afloramiento de agua subterránea. En cualquier caso, Paoli (2000:3) señala que “*la magnitud e importancia de la inundación debe determinarse teniendo en cuenta la extensión areal (superficie ocupada por las aguas), la profundidad media o características de las aguas y el tiempo de permanencia de la misma*”.

Es importante tener en cuenta que las causas por las que una población se ve afectada con frecuencia por las inundaciones, se deben principalmente, a la localización de la urbe en áreas inundables/anegables, como por ejemplo una llanura de inundación², a la construcción de infraestructura poco acorde con las condiciones del medio o también a la ausencia de obras, como canales que contribuyan a mejorar el escurrimiento o defensas para evitar el avance de las aguas. Por lo tanto, otro de los factores que contribuye al desarrollo de este evento exacerbando sus efectos negativos, son los asentamientos humanos en áreas poco propicias para ello.

Ambos fenómenos, como se señaló, son motivo de alarma y preocupación en todo el planeta por las consecuencias devastadoras que generan, no obstante, es muy común que el estado de alerta persista durante el tiempo que dura el evento ya que sus

¹ En este estudio se excluye la provincia de Santa Fe pues sólo se considera como parte de la región el sector norte de la misma.

² Llanura de inundación es el término empleado por Strahler (1994) para referirse a unas de las formas resultantes de la deposición de fragmentos de suelos, regolita y roca madre arrancados y transportados por el agua.

secuelas se olvidan rápidamente y por ello no se toman acciones preventivas a largo plazo para anticipar y mitigar sus efectos.

Cuando se habla de efectos devastadores es necesario insistir en que la sequía es un fenómeno lento y progresivo, lo que dificulta predecir su carácter, y si bien sus impactos son amplios, también son difíciles de cuantificar. Por ejemplo: los bajos niveles de lluvia pueden afectar los ecosistemas hidráulicos, los peces y las plantas acuáticas, reducir el nivel de los acuíferos y de los humedales e interferir en el desarrollo de todas aquellas especies que dependen del agua; también pueden verse afectadas actividades recreativas que, en algunas zonas, pueden generar impactos económicos relevantes.

Las inundaciones, por el contrario, se caracterizan por un rápido desarrollo, pues como se señaló anteriormente, se pueden producir abundantes precipitaciones en poco tiempo en un determinado lugar y generar importantes inconvenientes a la población como, por ejemplo: epidemias, pérdidas económicas, y en casos extremos pérdidas de vidas humanas, entre otros perjuicios que requieren cierto tiempo atender y solucionar.

De lo expuesto se rescata que tanto las sequías como las inundaciones, se producen en distintas partes del mundo por lo que el Nordeste Argentino no constituye la excepción, tal como lo demuestran los trabajos realizados anteriormente (Minetti y Vargas, 1998; Pérez, 2004, 2005, 2007 y 2012 y Krepper y García, 2004). En ellos, se ha podido comprobar, efectivamente, la presencia de fluctuaciones cíclicas entre períodos húmedos y secos, los primeros superan el valor promedio del período y los segundos se encuentran por debajo del mismo, lo que ratifica la variabilidad climática existente, que se traduce en los eventos extremos que nos ocupa.

En definitiva, para la detección de estos fenómenos, es importante el estudio del régimen pluviométrico del Nordeste Argentino para detectar los períodos secos y húmedos extremos, así como su variabilidad espacial y temporal, ya que éstos constituyen uno de los elementos más relevantes en los estudios climáticos. Su análisis es posible, principalmente, por la existencia de largas series de observaciones y registros pluviométricos de las estaciones y puestos oficiales, tanto de las redes nacional y provinciales.

1.2 Delimitación del Espacio de Estudio

El espacio de estudio corresponde a las provincias de Chaco, Formosa, Misiones y Corrientes que constituyen la denominada región del Nordeste de la República Argentina.

Al respecto se debe señalar que la “Región del Nordeste” comprendida por las provincias mencionadas con anterioridad no conforma en sentido estricto “*una región geográfica, homogénea, ni polarizada; es decir, no se advierte en esta gran extensión los necesarios elementos de regionalidad para definirla como tal*” (Bruniard, 1987:14). No obstante, este mismo autor señala que “*el Nordeste configura un área bastante especial que plantea, frente a la consideración geográfica, problemas diversos, algunos comunes al conjunto y otros específicos de cada una de sus partes*” (14-15), y uno de esos aspectos comunes es la pertenencia del conjunto de provincias contiguas al subtropical, es decir, “*a una franja de clima de transición o clima irregular*” (15) que le confiere cierta individualidad y personalidad para abordar su estudio.

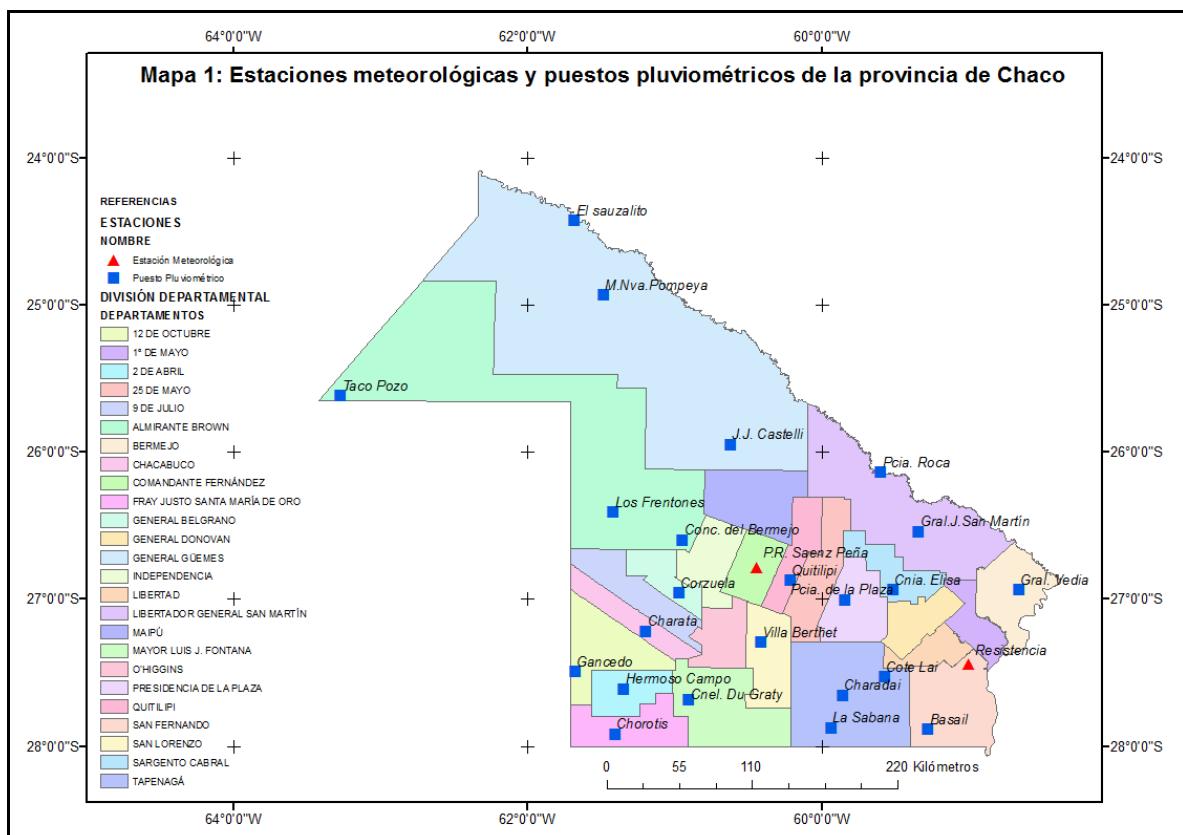
La provincia del Chaco cuenta administrativamente con 25 departamentos y para los fines de este trabajo, el estudio de la dinámica temporo espacial de las precipitaciones, sólo se emplearon estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos de 17 de ellos pues cubren suficientemente el espacio para obtener información representativa (ver **Tabla 1 y Mapa 1**).

Tabla 1: Estaciones Meteorológicas y puestos pluviométricos de la provincia de Chaco.

Nº	Localidad	Departamento	Latitud S	Longitud O	Altura msnm
1	Gral. Vedia	Bermejo	26°56'8''	58°39'38''	54
2	Resistencia*	San Fernando	27°26'23''	59°0'0''	51
3	Basail	San Fernando	27°53'5''	59°16'41''	51
4	Gral.J.San Martín	Lib. Gral.J.de San Martín	26°32'17''	59°20'26''	74
5	Cnia. Elisa	San Fernando	26°56'5''	59°31'0''	72
6	Pcia. de la Plaza	Pcia. de la Plaza	27°0'3''	59°50'45''	73
7	Cote Lai	Tapenagá	27°31'41''	59°34'28''	61
8	Charadai	Tapenagá	27°39'0''	59°51'31''	62
9	La Sabana	Tapenagá	27°52'21''	59°59'16''	60
10	Pcia. Roca	Lib. Gral.J.de San Martín	26°8'13''	59°35'48''	84
11	Quitilipi	Quitilipi	26°52'14''	60°12'54''	84
12	Villa Berthet	San Lorenzo	27°17'24''	60°24'52''	78
13	Cnel. Du Graty	M.L. Jorge Fontana	27°41'3''	60°54'7''	76

14	P.R. Sáenz Peña*	Cmte. Fernández	26°46'57"	60°26'26"	91
15	Chorotis	F.J. Sta. Ma. de Oro	27°54'54"	61°24'12"	71
16	J.J. Castelli	Gral. Güemes	25°56'47"	60°37'20"	110
17	Conc. del Bermejo	Almirante Brown	26°35'50"	60°56'41"	110
18	Corzuela	Gral. Belgrano	26°57'24"	60°58'21"	100
19	Charata	Chacabuco	27°12'57"	61°11'43"	95
20	Hermoso Campo	2 de Abril	27°36'36"	61°20'57"	80
21	Los Frentones	Almirante Brown	26°24'26"	61°24'56"	134
22	Gancedo	12 de Octubre	27°29'27"	61°40'36"	102
23	M.Nva. Pompeya	Gral. Güemes	24°55'43"	61°29'11"	153
24	El Sauzalito	Gral. Güemes	24°25'25"	61°40'55"	170
25	Taco Pozo	Almirante Brown	25°36'50"	63°16'21"	257

*Estación Meteorológica



Fuente: Elaboración propia.

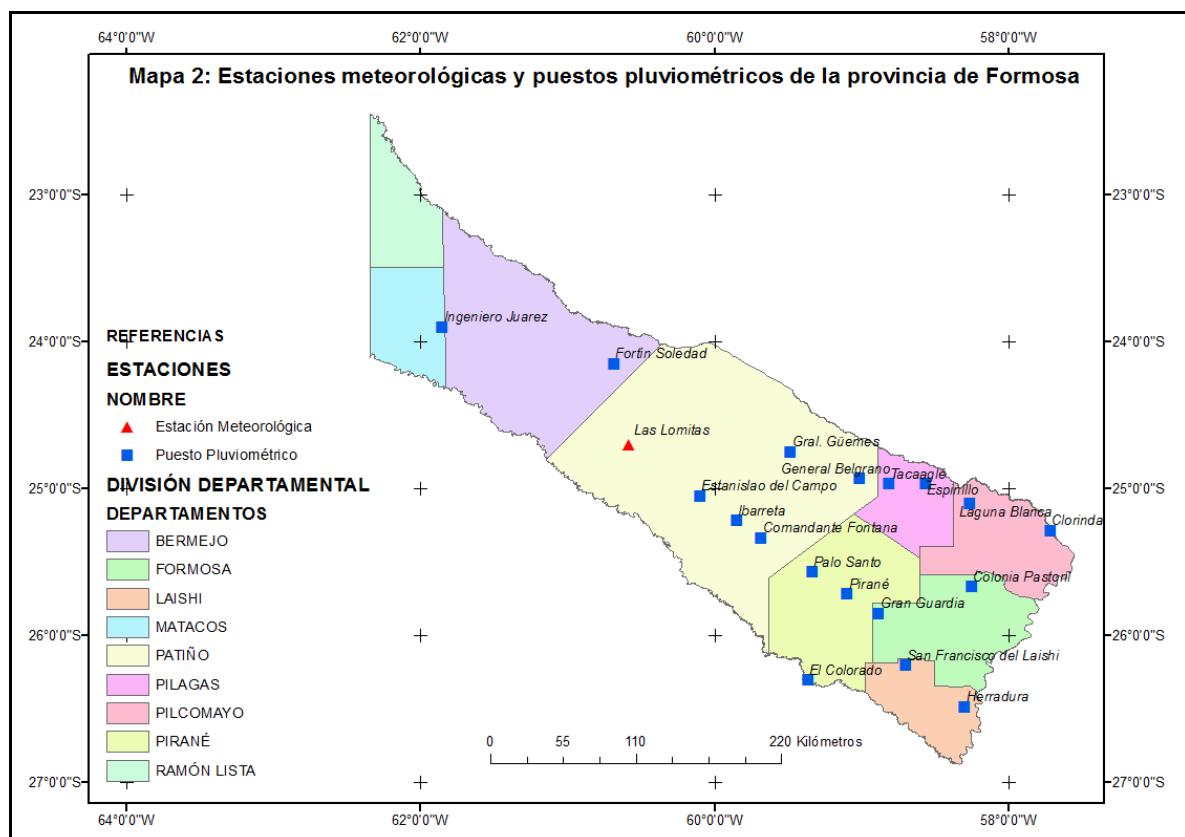
En la **Tabla 2** y **Mapa 2** se pueden observar la estación meteorológica y los 18 puestos pluviométricos de la provincia de Formosa distribuidos en ocho departamentos.

Tabla 2: Estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos de la provincia de Formosa.

Nº	Localidad	Departamento	Latitud S	Longitud O	Altura msnm
1	Herradura	Laishi	26°29'	58°18'	64
2	Clorinda	Pilcomayo	25°17'	57°43'	66

3	San Francisco del Laishi	Laishi	26°12'	58°42'	75
4	Colonia Pastoril	Formosa	25°40'	58°15'	56
5	El Colorado	Pirané	26°18'	59°22'	78
6	Gran Guardia	Formosa	25°51'	58°53'	65
7	Laguna Blanca	Pilcomayo	25°06'	58°16'	82
8	Pirané	Pirané	25°43'	59°06'	82
9	Espinillo	Pilagás	24°58'	58°34'	72
10	Palo Santo	Pirané	25°34'	59°20'	90
11	Tacaaglé	Pilagás	24°58'	58°49'	87
12	Comandante Fontana	Patiño	25°20'	59°41'	102
13	General Belgrano	Patiño	24°56'	59°01'	75
14	Ibarreta	Patiño	25°13'	59°51'	107
15	Gral. Güemes	Patiño	24°45'	59°29'	91
16	Estanislao del Campo	Patiño	25°03'	60°06'	75
17	Las Lomitas*	Patiño	24°42'	60°35'	130
18	Fortín Soledad	Bermejo	24°09'	60°41'	143
19	Ingeniero Juárez	Matacos	23°54'	61°51'	185

* Estación meteorológica.



Fuente: Elaboración propia.

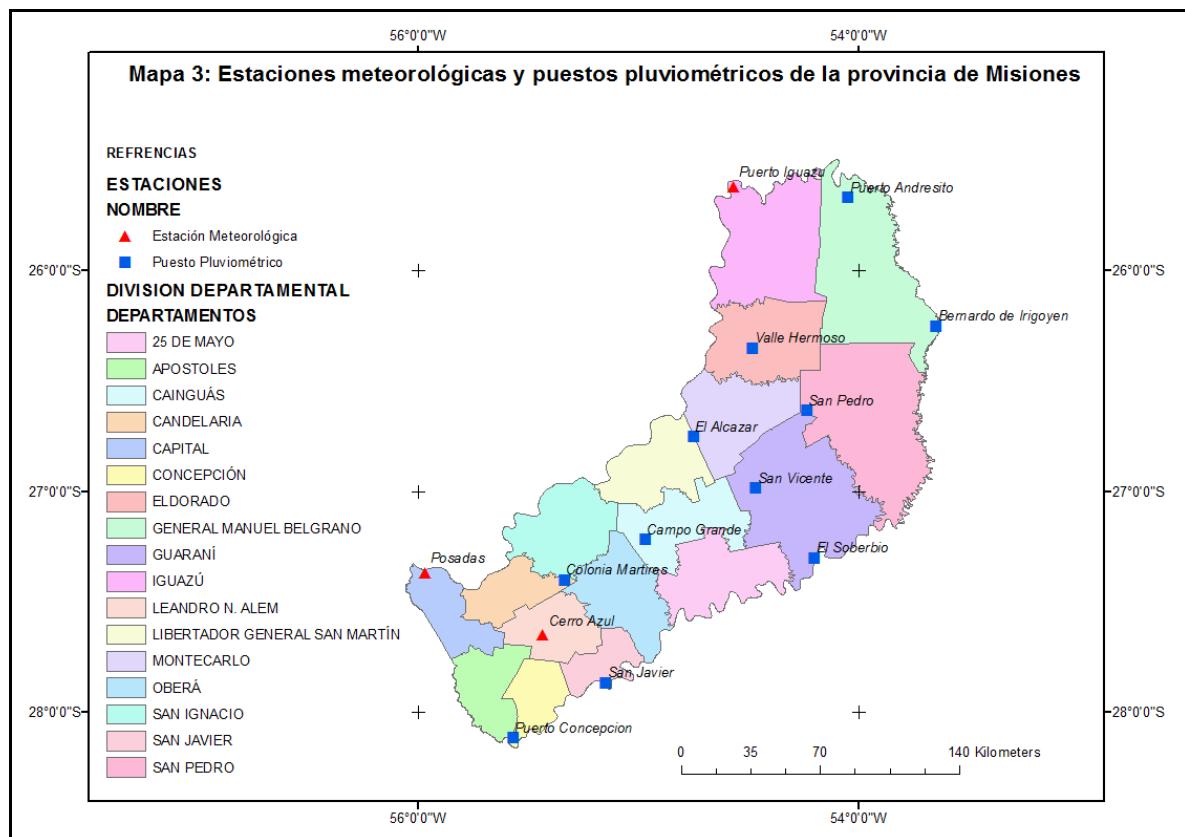
Las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos con sus respectivas localizaciones geográficas en el territorio misionero se encuentran en la **Tabla 3** y **Mapa 3**.

Tabla 3: Estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos de la provincia de Misiones.

Nº	Localidad	Departamento	Latitud S	Longitud O	Altura msnm
1	Posadas *	Capital	27°22'	55°58'	133
2	Puerto Concepción	Concepción	28°07'	55°34'	68
3	Colonia Mártires	Candelaria	27°24'	55°20'	204
4	Cerro Azul**	Leandro N. Alem	27°39'	55°26'	270
5	San Javier	San Javier	27°52'	55°07'	115
6	Campo Grande	Cainguás	27°13'	54°58'	428
7	El Soberbio	Guaraní	27°17'	54°11'	127
8	El Alcazar	Ldor. Gral. San Martín	26°45'	54°45'	201
9	San Vicente	Guaraní	26°59'	54°28'	175
10	San Pedro	San Pedro	26°38'	54°14'	561
11	Valle Hermoso	El Dorado	26°21'	54°29'	285
12	Bernardo de Irigoyen	Gral. Manuel Belgrano	26°15'	53°59'	835
13	Puerto Iguazú *	Iguazú	25°41'	54°27'	179
14	Puerto Andresito	Gral. Manuel Belgrano	25°35'	53° 59'	229

* Estaciones meteorológicas.

**Estación meteorológica del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).



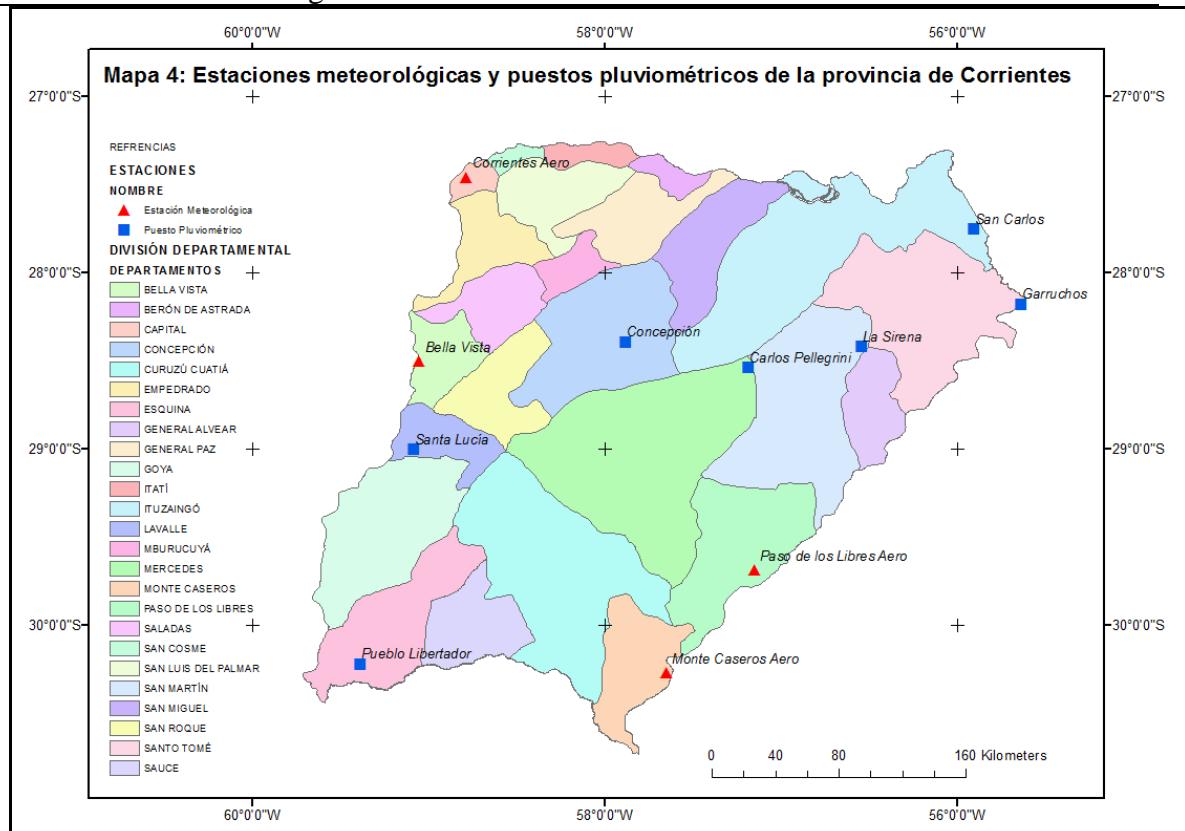
Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la **Tabla 4** y **Mapa 4** se pueden observar las 11 estaciones pluviométricas distribuidas en 11 departamentos de la provincia de Corrientes

Tabla 4: Estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos de la provincia de Corrientes.

Nº	Localidad	Departamento	Latitud S	Longitud O	Altura Msnm
1	Corrientes Aero*	Capital	27° 27'	58° 46'	62
2	San Carlos	Ituzaingó	27° 45'	55° 54'	200
3	Garruchos	Santo Tomé	28°10'	55°38'	53
4	Concepción	Concepción	28° 23'	57° 53'	62
5	La Sirena	Santo Tomé	28°25'	56°32'	55
6	Bella Vista*	Bella Vista	28° 26' S	58° 55' O	70
7	Carlos Pellegrini	San Martín	28°32'	57°11'	61
8	Santa Lucía	Lavalle	29° 00'	59° 05'	60
9	Paso de los Libres*	Paso de los Libres	29° 41'	57° 09'	70
10	Monte Caseros Aero*	Monte Caseros	30° 16'	57° 39'	54
11	Pueblo Libertador	Esquina	30° 13'	59° 23'	33

* Estaciones meteorológicas.



Fuente: Elaboración propia.

Las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos consignados en las tablas anteriores y representados cartográficamente fueron seleccionados según tres aspectos importantes:

- ✓ La disponibilidad de datos,
- ✓ la homogeneidad y representatividad de la serie estadística y

- ✓ la localización espacial.

Se considera que estos son requisitos básicos necesarios para obtener resultados coherentes con la realidad estudiada.

1.3. Justificación de su estudio

Las provincias del Nordeste Argentino (Formosa, Chaco, Corrientes y Misiones), al igual que el resto del planeta, sufre las consecuencias generadas por los eventos pluviométricos extremos, sequías e inundaciones, debido a que reúnen ciertas características atmosféricas que hacen factible su desarrollo. En el caso particular de las inundaciones, también influyen significativamente en el evento, otros factores como la topografía y el asentamiento de la población en áreas que se encuentran afectadas con frecuencia por este evento pluviométrico.

Atendiendo a lo anterior, el ámbito del Nordeste Argentino se caracteriza por poseer un clima “irregular” (Meynier, 1950:8) o “de contacto” (Pedelaborde, 1966:75) puesto que está “regulado por masas de aire tropicales y polares” (Strahler, 1974:246). Al respecto Bruniard, en su obra “El clima de las planicies del norte argentino”, ha denominado a este tipo climático como “subtropical”, “templado cálido” o “templado sin invierno” ya que corresponde a la “zona de transición entre los alisios y los oestes en las porciones orientales de los continentes” (1981:220). Estos caracteres climáticos permiten en las provincias del Nordeste del país la sucesión entre sequías e inundaciones. Por una parte, los altos niveles de radiación solar y evaporación se combinan con escasas precipitaciones que favorecen la presencia de períodos prolongados de sequía. Por otro lado, también se producen con cierta frecuencia inundaciones, cuando el monto pluviométrico supera la normal en un año determinado o en una serie consecutiva o, cuando en pocas horas precipita el equivalente a un mes. Esto último si bien no tiene repercusión a nivel regional provoca serios inconvenientes a nivel local o urbano.

En cuanto a los aspectos climáticos a escala provincial cabe decir que, Misiones, Corrientes y el este de Formosa y Chaco poseen un clima Subtropical sin estación seca, mientras que el centro oeste de las dos últimas desarrollan un clima subtropical con estación seca, según la clasificación propuesta por Daus y García Gache (1955)

modificado por Chiozza y Van Domselaar (1958). Por su parte Capitanelli (2008) reúne ambas variedades en la región subtropical marítima, con precipitaciones en distintas estaciones, dominadas por las masas de aire tropicales marítimas, cálidas y húmedas del Atlántico. En esta región identifica a su vez cinco unidades climáticas, de las cuales dos se desarrollan en el área de estudio, la primera se denomina “sin invierno térmico y con precipitaciones máximas en primavera y otoño” y se desarrolla en las provincias de Misiones, Corrientes, este del Chaco y Formosa, mientras que la segunda se define “sin invierno térmico y con precipitaciones máximas en verano” comprende el oeste de las provincias de Chaco y Formosa.

Estas características atmosféricas aunadas al factor continental³, permiten establecer en primer lugar, un gradiente pluviométrico que disminuye de Este a Oeste tal como lo señala Bruniard “*la capa de agua que reciben las planicies argentinas evidencian una distribución bastante regular con máximos en el litoral atlántico y suave disminución hacia el interior continental*” (1981: 132). Lo anterior puede ejemplificarse de la siguiente manera:

-En la provincia de Misiones se presentan, durante el período de estudio 1985/2006, montos pluviométricos superiores a los 1700 mm en gran parte del territorio y más de 2000 mm en las localidades localizadas a mayor altura. En el sector noreste de la provincia, y tomando como referencia Puerto Andresito, el régimen pluviométrico presenta valores máximos de precipitación en los meses de octubre (215 mm.) y mayo (200 mm.) característica que, paulatinamente, va cambiando si nos trasladamos hacia el interior continental, por ejemplo, en Posadas si bien el primer máximo se mantiene en octubre (233 mm.) el segundo se adelanta al mes de abril (206 mm).

-En Corrientes los montos pluviométricos oscilan, aproximadamente, entre los 1200 mm y 1700 mm, no obstante, se pueden registrar valores inferiores a 1000 mm en el oeste provincial. En el extremo noreste de la provincia, particularmente en San Carlos el régimen describe el mismo comportamiento que Posadas, es decir, un primer máximo en octubre (265 mm.) y un segundo en abril (187 mm.) situación que se invierte en Concepción donde el primer máximo lo tiene el mes de abril (202 mm.) y el segundo octubre (195 mm.). En el triángulo noroccidental de la provincia de Corrientes,

³ Este término se emplea con frecuencia en los estudios climáticos para resaltar las particularidades que va adquiriendo el clima desde las costas de los continentes influenciados por el mar hacia el interior de los mismos, donde dicha influencia se desvanece.

especialmente en la ciudad homónima, el primer máximo pluviométrico se produce en abril (223 mm.) y el segundo en diciembre (178 mm.), atendiendo a la serie estadística analizada del período 1993/2008.

-El sector oriental de la provincia del Chaco presenta montos anuales de precipitación comprendidos aproximadamente entre 1000 mm y 1300 mm, característica que cambia hacia el oeste del territorio (según período 1955/2009). En Resistencia el régimen pluviométrico presenta valores máximos de precipitación en las estaciones intermedias de otoño y primavera (Gómez y Pérez, 2011 a y b), es decir, se mantiene la tendencia observada en algunas localidades de Corrientes, con el primer máximo en el mes de abril (164 mm) pero el segundo se atrasa a noviembre (154 mm), y los mínimos durante el invierno, es decir, el régimen describe una curva bimodal. Este comportamiento se replica en Herradura, localidad de la provincia de Formosa localizada también hacia el oriente, pero con una relativa disminución de los valores pluviométricos (abril y noviembre con 149 mm).

-En el sector occidental de las provincias de Chaco y Formosa los montos anuales disminuyen considerablemente registrándose valores inferiores a los 1000 mm. Los regímenes de las localidades de este sector describen una curva con un sólo máximo (enero o diciembre). En la provincia del Chaco este comportamiento se desarrolla desde Juan José Castelli y Coronel Du Graty hacia el oeste (con máximos en enero), asimismo se acentúan los mínimos en los meses de invierno (Gómez y Pérez, 2011 a y b), y en Formosa desde las localidades de General Güemes e Ibarreta hacia Ingeniero Juárez (el máximo se produce en el mes de diciembre) (Gómez, 2016).

Es importante señalar que los montos y regímenes pluviométricos mencionados anteriormente describen en el espacio isohietas con orientación meridiana y suave variación de este a oeste no sólo por la regularidad propia de la llanura sino también por el carácter preferentemente frontal de los procesos pluviales (Bruniard, 1981: 132).

Por otra parte, si consideramos la topografía y, en consecuencia, la pendiente del terreno como factores que influyen en el desarrollo de las inundaciones en nuestro espacio de estudio, debemos decir que las provincias de Chaco y Formosa forman parte del gran plano inclinado que se eleva paulatinamente desde el surco Paraguay-Paraná hacia el oeste. Desde los 50 m (aproximadamente en las márgenes Paraguay-Paraná) hasta más de 235 metros sobre el nivel del mar la planicie se manifiesta como un

continuo sin alteraciones topográficas significativas, no obstante, las pequeñas diferencias de pendiente en este espacio sólo pueden ser detectadas a través de la dinámica de las aguas superficiales (Bruniard y otros, 1978:24).

En cuanto a esto último, cabe decir que los cursos activos se concentran mayoritariamente en el oriente provincial asociados a lagunas, cañadas y esteros, mientras que en el centro y norte de ambas provincias se destacan los cursos intermitentes como también paleocauces que se van densificando paulatinamente hacia el oeste. Estas características hidrográficas están estrechamente relacionadas con la permeabilidad del terreno la cual, en forma general, aumenta desde el este hacia el oeste.

La provincia de Corrientes presenta características topográficas particulares desde los 27°30' hasta los 29° latitud sur, por un lado y desde los 29° hasta los 30°30' latitud sur aproximadamente, por otro. En el primer caso, las mayores alturas se localizan en el noreste del territorio (ligeramente superan los 200 m.s.n.m) valores que disminuyen hacia el interior en la gran depresión iberana (con alturas del orden de los 60 m) y aumentan levemente en el extremo occidental (entre 65 y 70 m). En el segundo caso ocurre una situación inversa dado que las mayores alturas se encuentran en el centro provincial (alturas próximas a los 100 m) que geomorfológicamente recibe el nombre de meseta del Pay Ubre a partir del cual la altitud del terreno comienza a disminuir hacia el este y el oeste (las alturas oscilan entre 50 a 70 m) (Bruniard y otros, 1997: plancha 5).

La provincia de Misiones presenta altitudes que van desde los 800 m en Bernardo de Irigoyen en el noreste provincial hasta menos de 100 m en Apóstoles al suroeste, por lo tanto, las pendientes se presentan abruptas hacia el río Uruguay y suavizadas hacia el río Paraná. La literatura general define el relieve de Misiones como amesetado pero, en la realidad, este se presenta más como un sistema serrano muy erosionado por la hidrografía (Secretaría de Planificación y Control y Dirección General de Estadísticas y Censos, 1978).

Estas características físicas de las provincias del Noreste, mencionadas muy someramente, hacen suponer, en primera instancia, que nuestro espacio de estudio no está exento al desarrollo de los eventos pluviométricos extremos, sequías e inundaciones, ocasionando serios inconvenientes a la población y al ambiente.

1.4. Objetivos

Para la delimitación de los eventos pluviométricos extremos es indispensable el estudio del régimen pluviométrico del Nordeste Argentino, para así detectar los períodos secos y húmedos extremos y su variabilidad espacial y temporal. Estos aspectos constituyen uno de los elementos más relevantes en los estudios climáticos y su análisis es posible, principalmente, por la existencia de largas series de observaciones y registros pluviométricos de las estaciones y puestos oficiales tanto de las redes nacional y provinciales.

Ante las características expuestas, se propuso como objetivo general realizar un estudio climatogeográfico, con énfasis en la distribución espacial y el comportamiento temporal de las precipitaciones en condiciones de escasez y abundancia. Para ello se tuvo en cuenta los caracteres esenciales de la circulación general atmosférica, como causa fundamental de las singularidades climáticas extremas, con la finalidad de identificar, delimitar regionalmente y explicar los distintos modelos de distribución espacial de las sequías e inundaciones.

Para complementar el trabajo se realizó un inventario, en el que figuran los daños sobresalientes de estos fenómenos, cuyos pilares principales para su ordenamiento fueron los efectos económicos, sociales y ambientales.

Como objetivos específicos se plantearon los siguientes:

- ✖ Analizar la dinámica témporo-espacial de la precipitación en el Nordeste Argentino y detectar las anomalías/desviaciones extremas que generaron los episodios de inundaciones y sequías;
- ✖ Caracterizar la frecuencia, intensidad y magnitud de los eventos de sequías e inundaciones;
- ✖ Delimitar la extensión y simultaneidad de ambos extremos climáticos en el espacio de estudio;
- ✖ Detectar, analizar y explicar las singularidades atmosféricas que dieron origen a los eventos climáticos extremos;
- ✖ Inventariar sus posibles consecuencias socioeconómicas y ambientales.

1.5 Hipótesis

La importancia de este estudio parte de la conjetura de que en las condiciones climáticas presentes y ante la probabilidad, hoy en boga, de la existencia de un cambio climático asociado a un calentamiento global se incrementaría la frecuencia, intensidad, magnitud y extensión de las sequías e inundaciones, lo que a su vez ocasionaría impactos socioeconómicos y ambientales cada vez más significativos que los registrados hasta ahora.

La hipótesis de trabajo parte inicialmente de considerar un equilibrio dinámico, o relativamente estable, entre el comportamiento témporo-espacial de los eventos extremos estudiados y el clima actual en lo que se refiere a la relativa periodicidad con que se producen tanto los estadios secos como los húmedos, por lo tanto, se estima que los patrones que se observan responderían a la variabilidad natural del clima y a sus relaciones con factores atmosféricos dinámicos que a un cambio climático en sentido estricto, en este sentido la hipótesis se plantea de la siguiente manera:

“en el ámbito del Nordeste Argentino las sequías y las inundaciones son eventos climáticos extremos que responden a situaciones atmosféricas singulares en la media y baja tropósfera, propios de la variabilidad natural del clima, y se presentan históricamente como episodios cíclicos/repetitivos”.

1.6 Estructuración de la Tesis

El presente trabajo se estructura atendiendo a las escalas témporo espacial de los eventos pluviométricos extremos, donde la dimensión espacial adquiere tres niveles de análisis para explicar los distintos modelos de distribución de los fenómenos analizados, aplicando métodos y técnicas propios de la Geografía.

La tesis se ordena en tres Partes, Conclusiones, Anexos y Bibliografía.

La Primera Parte comprende los Capítulos 1 y 2 que están orientados a contextualizar y delimitar el problema de estudio.

En el Capítulo 1 se define el problema de estudio, citando algunos conceptos claves para su análisis que son ampliamente aceptados por la comunidad científica y

que se constituyen como ideas rectoras de la investigación. Posteriormente, se plantean los fundamentos que motivan este estudio en la región del Nordeste Argentino, se delimita el espacio y se presentan los objetivos y la hipótesis que estructuran la tarea de investigación.

En el Capítulo 2 se citan los antecedentes que presenta nuestro objeto de estudio en la región, en el país y en el mundo (particularmente en el continente europeo) se define el método o enfoque para abordarlo y se especifican las técnicas estadísticas y cartográficas empleadas así como también los softwares utilizados.

La Segunda Parte comprende los Capítulos 3 al 6 que abordan el análisis témporo espacial de los eventos pluviométricos extremos para las provincias de Chaco, Formosa, Misiones y Corrientes, respectivamente. Para cada una de ellas se realiza el estudio del comportamiento mensual y anual de las precipitaciones, se calculan las anomalías y se detectan los eventos extremos que derivan en inundaciones y sequías que son representadas cartográficamente. Posteriormente, se identifican, delimitan y explican las distintas áreas homogéneas para cada evento pluviométrico extremos en cada una de las provincias.

La Tercera Parte comprende el Capítulo 7. En este se analizan las consecuencias de ambos eventos en el espacio y sus repercusiones en el plano socioeconómico y ambiental.

Por último, se incorporan las Conclusiones, Anexos y la Bibliografía.

Capítulo II

Antecedentes, Métodos y Técnicas

2.1. Antecedentes sobre el tema de investigación

La precipitación constituye, junto con la temperatura, el elemento climático más importante por la acción directa que ejerce sobre el reino vegetal y animal, así como su incidencia sobre las distintas actividades del hombre (agricultura, ganadería, industrias, servicios). La importancia de este elemento se manifiesta en la vasta bibliografía que se encuentra accesible sobre el tema, que da cuenta del interés en conocer y controlar el agua disponible sobre un determinado territorio para lograr una adecuada organización del espacio y un uso sustentable del recurso.

El término precipitación expresa todas las formas de humedad caídas directamente sobre el suelo, en estado líquido o sólido, aunque en general, sólo la lluvia y la nieve contribuyen de modo significativo a los totales pluviométricos. Por medio de la precipitación, el agua de la atmósfera regresa al suelo y se convierte en la mayor fuente de agua dulce del planeta, de la que dependen en buena parte el paisaje vegetal y las actividades humanas. Sin embargo, “*tanto su distribución temporal y espacial como su cantidad, intensidad y frecuencia son muy variables; de ahí la fundamental importancia que para el estudio del clima tienen el conocimiento de los mecanismos de su formación, sus variedades, sus características y los balances de agua*” (Cuadrat y Pita. 2000:135).

Las condiciones pluviométricas particulares de la República Argentina con regímenes de lluvias contrastados en el ciclo anual y con variaciones aperiódicas, que oscilan entre sequías y grandes lluvias que derivan en inundaciones, generan los principales problemas que opone el medio natural al aprovechamiento humano (Bruniard, 1978). De allí que los estudios dedicados a estos temas poseen larga tradición en nuestro país; ya en el año 1884 Ameghino en su obra “Las secas y las inundaciones en la provincia de Buenos Aires” señalaba lo siguiente “*aquí no hay sobrantes. Si hoy nos ahogamos por excesiva abundancia de agua, mañana nos morimos de sed. En tales*

condiciones ¿Qué ventajas reportará el desagüe de la Pampa?" (Ameghino 1958:13). Con esta idea, el autor pone de manifiesto que, en este espacio y por extensión en todo el territorio argentino, tanto las sequías como las inundaciones constituyen un mismo problema al que se debe encontrar una solución conjunta, y en este sentido proclama abiertamente que se necesitan más obras de retención de las aguas que de desagüe.

Otros trabajos muy conocidos fueron publicados en las Revistas METEOROS (editada por el Servicio Meteorológico Nacional entre los años 1951 y 1955) e IDIA (publicación del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, entre los años 1950 y 1960). Nos referimos, entre otros escritos, a los de Marchetti (1951, 1952, 1953), Weber (1951), Prohaska (1952), Díaz (1953), Wolcken (1954), Schwerdtgeger y Vasino (1954), Machado y Marchetti (1955) y Hoffmann (1988) que abordan específicamente los montos y regímenes pluviométricos, es decir, la variación temporal (diaria, mensual, estacional y anual), y también espacial de las precipitaciones en la República Argentina y analizan, además, otros parámetros como la frecuencia, intensidad y probabilidad de las lluvias y la génesis pluviométrica entre otros aspectos; Prohaska (1961) en cambio aborda específicamente el problema de las sequías en la región semiárida pampeana.

Otros importantes trabajos a destacar son los de Galmarini y Raffo Del Campo (1963, 1964), Burgos (1970) y Hoffman (1971) que se dedicaron al estudio de las condiciones climáticas en el Nordeste argentino.

Los antecedentes más notorios en cuanto a los estudios sobre el clima y las precipitaciones en la provincia del Chaco, del nordeste y del país, corresponde a los realizados por Bruniard (1962, 1978, 1981, 1986, 1992, 2000, 2004 entre otros), obras en las que aborda de manera integral el análisis de los elementos y factores que intervienen en los procesos climáticos de nuestra región y cuyos aspectos teóricos y metodológicos serán la referencia obligada para llevar adelante nuestro plan de trabajo.

Por otra parte, en las últimas décadas, fenómenos recurrentes y de notable impacto socioeconómico en nuestro país, han sido valorados y medidos a través de diversos organismos provinciales y nacionales, lo que nos permite contar actualmente con una considerable base de datos sobre pluviometría, que cubren con una densidad relativamente adecuada los territorios de las provincias del Nordeste Argentino.

La disponibilidad de estos registros, además, posibilitó los trabajos realizados primeramente por Bolognesi (1971), Minetti y Sierra (1984), Aceituno (1989), Krepper

y otros (1989), Nicholls (1989), Ropelewski y Halpert (1989). Más recientemente, Castañeda y Barros (1994), Ropelewski y Halpert (1996), Ravelo y Herrero (1997), Bobba (1998), Lucero (1998), Minetti y Vargas (1997 y 1998), Fritschy (1998), Minetti (1999), Costa (1999), Medina (1999), Rusticucci y Peñalba (2000), Grimm y otros (2000), Paoli (2000), Minetti y otros (2003), Coronel y otros (2003) Lucero y Rodríguez (2004), Liebmann y otros (2004), Gorleri (2005), Haylock y otros (2006), Pérez (2004, 2005, 2007, 2012), Gómez y Pérez (2011, 2012, 2013), Andrade y otros (2012), Gómez y otros (2014) Gómez (2016) entre otros trabajos dedicados específicamente al tema de las precipitaciones y sus fluctuaciones extremas en el norte de nuestro país.

Asimismo y dado que las sequías e inundaciones se producen, con cierta frecuencia, intensidad y magnitud, en otras partes del mundo resultó imprescindible recurrir a estudios como los de Conrad (1942), Meynier (1950), Peguy (1961), Fernández y Galán (1990), Galán y Fernández (1992), Larrañaga (1997), Capel Molina (1999), Byun y Wilhite (1999), Valiente (2001), Olcina Cantos y Rico Amorós (1994), Camarasa Belmonte y Mateu Bellés (2000), Olcina Cantos (2006) entre otros que abordan específicamente la problemática estudiada y su génesis.

Por último, cabe mencionar que se encuentran disponibles en la web numerosos trabajos que abordaron el estudio de las sequías e inundaciones desde otra perspectiva y empleando otras técnicas de análisis, a modo de ejemplo y sólo para contribuir al estado de arte de los fenómenos estudiados se pueden mencionar los siguientes: a) en lo que respecta a las sequías autores como González Reyes (2016) estudia la ocurrencia de los eventos de sequías en Chile empleando la técnica de percentiles; Caorsi y otros (2018) analizaron el evento desde una perspectiva agronómica; b) desde el punto de vista de las inundaciones autores como Segura Beltrán, Carmona Gonzalez y Ruiz Pérez, Romero Díaz y Maurandi Guirado (2000) entre otros, han abordado su análisis atendiendo a los factores hidrológicos, geomorfológicos y antrópicos.

2.2. Enfoque para definir las áreas afectadas por los eventos extremos: sequías e inundaciones

Se propone en esta investigación delimitar áreas afectadas por eventos pluviométricos extremos que derivan en los fenómenos ampliamente conocidos: sequías

e inundaciones. Para la delimitación de áreas homogéneas o también denominadas “regiones” en las provincias del Nordeste Argentino se considera como única variable de estudio las precipitaciones atendiendo a su carácter extremo y su dinámica temporo-espacial.

Para lograr lo anterior se debe recurrir necesariamente al concepto de Región. Existen en la literatura geográfica numerosos autores que exponen sobre el tema y brindan diversos métodos para su delimitación; sin embargo, la gran mayoría mantiene la lógica aristotélica al momento de establecer su definición. Al respecto Preston manifiesta “*una región puede ser definida como un área de la superficie de la tierra, homogénea respecto de un criterio anticipado*” (1984: 149).

Este mismo autor le confiere a la región un lugar primordial en la disciplina geográfica al señalar que:

“*El concepto regional constituye el núcleo de la geografía. Este concepto sostiene que la faz de la tierra puede ser dividida en áreas de carácter distinto; y que las complejas pautas y asociaciones de fenómenos en lugares particulares poseen un sentido descifrable como conjunto, el cual, unido a los significados derivados del estudio de todas las partes y procesos separadamente, provee una perspectiva adicional y una profundidad de comprensión complementaria*”. (1984: 148)

En esta línea de pensamiento Bruniard (1995), por su parte, señala que la regionalización es una clasificación del espacio destinada a reconocer áreas homogéneas que pueden serlo atendiendo a un sólo atributo del espacio, a las que denomina: monotéticas o unidimensionales, o teniendo en cuenta numerosas variables a las que llama: políticas o multidimensionales, a partir del cual se identificarán dichas regiones. En este trabajo, como se ha podido advertir, se obtendrán regiones monotéticas o unidimensionales.

Dada la importancia que tienen los estudios regionales en nuestra disciplina, y particularmente en este trabajo, se puede encontrar un sinnúmero de definiciones generales o específicas sobre el término “región”, no obstante, a los fines de esta investigación pareció adecuada la siguiente:

“*La región es una generalización geográfica. Una generalización de las características de un área se completa definiendo categorías de diferencia areal en*

términos de criterios seleccionados. Los criterios que son seleccionados deben serlo en términos de un problema establecido y objetivo” (Preston, 1984: 154).

En definitiva se propone, desde un análisis empírico-inductivo, identificar, delimitar, interpretar y explicar los distintos modelos de distribución temporal de los eventos pluviométricos extremos y sus manifestaciones espaciales. A partir del estudio de casos particulares se identificarán las situaciones de persistencia temporal y espacial, aspecto posible dado el carácter repetitivo de estos eventos en el tiempo y en áreas determinadas, originados por procesos meteorológicos similares. Posteriormente, a partir de la circulación de la atmósfera o de la interacción atmósfera-océano, se interpretarán y explicarán los distintos modelos de distribución espacial de los eventos que nos permitan distinguir límites regionales significativos, definidos por las singularidades del campo de distribución espacial de las precipitaciones extremas en función de su génesis y de la evaluación de sus efectos sobre el paisaje.

Se debe destacar que al criterio definido para la delimitación de las regiones monotéticas en el Nordeste Argentino subyacen, a su vez, las dimensiones temporal y espacial, ambos son requisitos inherentes a los estudios regionales. De allí resulta que una herramienta esencial es la realización de cartografía que nos permitan observar no sólo la dinámica temporal de los fenómenos de las sequías e inundaciones sino también su comportamiento espacial que, a su vez, facilitará por comparación definir áreas expuestas a los eventos climáticos extremos. Como señala Preston (1984):

“Un geógrafo busca comprender las causas y las consecuencias de semejanzas y diferencias entre lugares sobre la faz de la tierra. Reconoce que determinados lugares han recibido un carácter distintivo por los fenómenos asociados asistématicamente que existen en ellos; busca definir semejanzas y diferencias entre lugares y ver claramente el sentido de la localización relativa de una cosa en relación con otra” (152), y considera que *“la geografía no puede ser estrictamente contemporánea. Si es que vamos a indagar el significado de diferencia areal en términos de causas y consecuencias, esto inevitablemente involucra la perspectiva temporal, porque los procesos deben operar a lo largo del tiempo”* (162).

Asimismo, y en relación con lo anterior se ha optado por el método denominado Coincidencias de Regiones Genéricas que consiste en *“el principio de que la síntesis es el procedimiento inverso y posterior al análisis, es decir, si mediante el análisis*

descomponemos un todo complejo en las distintas partes que lo componen, contrario sensu resulta que por medio de la síntesis debemos recomponer lo que hemos fragmentado científicamente” (Rey Balmaceda 1972:41). Este autor señala, además, que “*esta fragmentación, esta descomposición de un todo en sus partes es una operación científica que sólo puede realizarse a nivel de abstracción*” (41).

Por último, cabe mencionar ciertas dificultades que se suceden cuando se aborda un estudio de estas características, y es que las condiciones climáticas locales dependen, como señala Bruniard, de “*influencias alóctonas cuyo origen y desarrollo debe ser aprehendido desde una perspectiva que la excede ampliamente*” por lo tanto “*es la propia génesis de los procesos climáticos la que induce a la ampliación del marco de referencia*” (1981:18). Por ello, para la explicación de los procesos climáticos que dan origen a los eventos pluviométricos extremos, que derivan en los fenómenos de sequías e inundaciones, se utilizarán tres marcos de referencia espacial:

- macroescala: atiende a la circulación general atmosférica y la interacción con el océano, que excede ampliamente nuestro espacio de estudio (puede comprender todo el Hemisferio Sur) pero que, sin embargo, influye significativamente en la génesis de los procesos pluviales;
- mesoescala: comprende el espacio nacional y sus características climáticas que dan origen a los procesos atmosféricos singulares que producen precipitaciones extremas;
- microescala: comprende el área de estudio, las provincias del Nordeste Argentino, donde se tendrán en cuenta los caracteres atmosféricos locales y su influencia en los procesos pluviométricos.

2.3. Técnicas Estadísticas y cartográfica

2.3.1. Técnicas estadísticas.

Para el análisis de los eventos pluviométricos extremos en las provincias del Chaco, Formosa, Misiones y Corrientes se trabajaron con diversas fuentes: estadísticas (datos pluviométricos mensuales y anuales), cartográfica y bibliográficas. En el caso de las primeras resulta interesante traer a colación lo que señala Vallaux (1929:15) al

mencionar que los hechos atmosféricos “*no se dejarían aprehender por ninguna operación de comparación y de clasificación, aún sumaria, si ellos no estuvieran representados por expresiones numéricas; para esos hechos, la cifra forma parte de su definición misma; sin ellas no existirían para la ciencia*”. En la **Tabla 5** se puede observar las series de datos estadísticos para cada una de las provincias objeto de estudio.

Tabla 5: Serie estadística según provincia.

Provincia	Serie estadística	Cantidad de años
Chaco	1955 a 2009	55
Formosa	1967 a 1993	27
Misiones	1985 a 2006	22
Corrientes	1985 a 2006	22

Fuente: Elaboración propia.

El período 1955/2009 correspondiente a la provincia del Chaco se encuentra compilado en el boletín publicado por la Administración Provincial de Agua (A.P.A) denominado “*Anuario de Precipitaciones Período 1956/2010*”, disponible en su página web <http://www.chaco.gov.ar/apa>. Esta serie reúne dos aspectos importantes para llevar a cabo el estudio climático que se propone: a) un lapso de tiempo suficientemente largo como para registrar todas las posibles variaciones de los procesos atmosféricos, b) cubren un espacio suficientemente extenso que permita alcanzar un grado de análisis aceptable para una investigación científica.

En el resto de las provincias se alcanzan ambas exigencias, no sin ciertas dificultades que obligan a generalizar los resultados. La primera de ellas radica en que las estaciones meteorológicas que dependen del Servicio Meteorológico Nacional en el norte de nuestro país, cuyos datos se consideran oficiales por excelencia, son relativamente escasos y no alcanzan a cubrir satisfactoriamente el territorio que nos ocupa. A modo de ejemplo: en la provincia del Chaco se encuentran las estaciones de Resistencia y Roque Sáenz Peña, en Formosa Las Lomitas, en Misiones se pueden mencionar a Bernardo de Irigoyen, Cerro Azul, Iguazú, Posadas y en la provincia de Corrientes las estaciones meteorológicas de la ciudad homónima, Bella Vista, Monte Caseros y Paso de los Libres.

Para salvar la dificultad anterior se recurrió a otras fuentes de información como el Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA), la subsecretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, subsecretaría de Recursos Hídricos y la red policial de la provincia de Formosa, que nos permitieron abarcar mayor superficie en todas las provincias, sin embargo, la heterogeneidad de las fuentes estadísticas nos lleva a la segunda dificultad: la extensión temporal de los datos pluviométricos.

Ante estas dificultades se decidió trabajar con las series disponibles que se distribuyen homogéneamente en el espacio de estudio, y considerar los datos pluviométricos de la provincia del Chaco el eje fundamental a partir del cual se compararán los resultados obtenidos con el resto de las provincias del Nordeste (ver **Tabla 5**).

Para el cálculo del balance hídrico de las cuatro estaciones tomadas como referencia en la provincia del Chaco (Resistencia, P.R. Sáenz Peña, Coronel Du Graty y Charata) se emplearon, además, datos de temperatura media mensual de las siguientes fuentes:

- del Servicio Meteorológico Nacional recopilados del Atlas Geográfico de la provincia del Chaco, tomo I: El Medio Natural, período 1951/1990 para las estaciones de P.R. Saenz Peña y Villa Ángela;
- del INTA Las Breñas recopilados del Atlas Geográfico de la provincia del Chaco, tomo I: El Medio Natural, período 1961/1990.
- de la NASA Godard Institute for Space Studies recopilados en la Geográfica Nº 14: Atlas Geográfico de la provincia del Chaco, tomo I: El Medio Natural, período 1951/1990, y del sitio www.giss.nasa.gov/ período 1991/00, 2002 y 2004 para la estación Resistencia.
- del INTA P.R. Sáenz Peña para los años 2000 y 2002 del sitio www.inta.gob.ar/.

Cabe señalar que la temperatura es un elemento del clima que, a diferencia de las precipitaciones, no presenta significativas variaciones en el tiempo y el espacio dado que se encuentra estrechamente relacionada con la radiación solar, de allí que para realizar los balances hídricos se utilizaron los datos de estaciones cercanas como por ejemplo Las Breñas y Villa Ángela para realizar el cálculo de los balances hídricos en las localidades de Charata y Coronel du Graty, respectivamente.

Por otra parte, Bruniard (1981:23) menciona que, “*los centros de nivel provincial, que compilan la información meteorológica de sus respectivas jurisdicciones (generalmente la Dirección de Estadísticas y Censos u organismos semejantes), no siempre siguen las mismas normas de elaboración estadística, en muy pocos casos publican la información recogida y se trata, además, de series heterogéneas con grandes lagunas, cuyo manejo es sumamente laborioso y los resultados poco confiables*”. Para salvaguardar esta situación se tiene en cuenta lo propuesto por Fernández García (1996:36) quien sugiere que para realizar estudios de índole climática se deben considerar los siguientes aspectos.

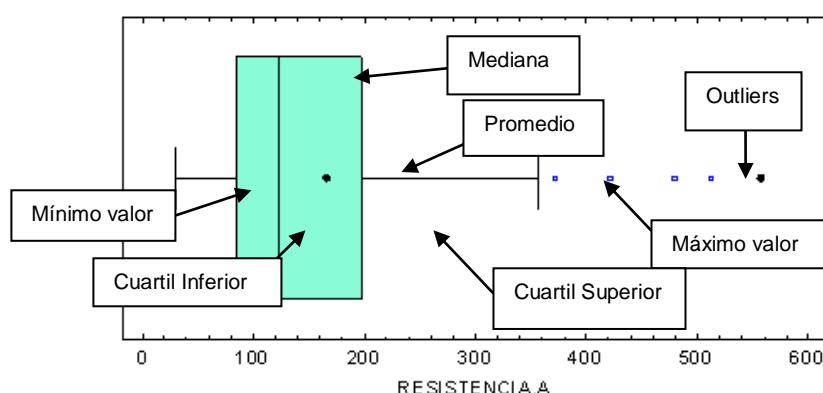
a) Control de calidad de las series pluviométricas:

En primer lugar, se sometió a la serie original de datos a un análisis mensual en busca de valores atípicos ó outliers. Se empleó para ello el gráfico de cajas y bigotes (bow and whisker) que ofrece el software STATGRAPHICS Centurión XV versión 2006, que tiene en cuenta los siguientes estadísticos: mínimo valor, cuartil inferior, mediana, promedio, cuartil superior y máximo valor del mes analizado (ver **Gráfico 1** como ejemplo).

Los datos atípicos se encuentran por debajo del cuartil inferior o por encima del cuartil superior de la muestra, y su identificación resulta importante puesto que se encuentran alejados de los valores más frecuentes. Esto puede deberse a un error en el levantamiento de los datos, en la tipificación o a la relocalización de las estaciones pluviométricas.

Gráfico 1: Outliers de abril para Resistencia

Outliers para Abril_Resistance



Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, cabe decir que, los outliers identificados no fueron eliminados de la serie de datos, ya que se considera a la precipitación como un elemento enormemente variable por lo que sería común encontrar datos anormales, particularmente en las situaciones extremas de déficits o excesos, por lo que se los tiene presente al momento de “rellenar las lagunas”.

Posteriormente, se empleó el Test de las Rachas, para evaluar la homogeneidad de las series de datos trabajados, que acreditan su valor de fiabilidad para el análisis. Este consiste en evaluar los cambios de signo entre cada uno de los elementos de una serie en relación con la mediana y comparar el número de cambios, denominados rachas, con los umbrales correspondientes a una distribución de frecuencias de una serie aleatoria cuyos valores son conocidos. Con respecto de esta técnica, las series analizadas se consideran homogéneas pues se encuentran dentro de los umbrales establecidos (ver **Tabla 6**). Asimismo, se debe decir que, en aquellos casos donde se presentaron dudas sobre la homogeneidad de las series, se tuvo en cuenta lo realizado por Quereda Sala y otros (2000) quienes aplicaron, además, el Test de Helmert o de las permanencias. Ambos test de homogeneidad concluyen que la mayor parte de las series analizadas responden a una distribución aleatoria, por lo tanto, son aceptables para el análisis de la dinámica pluviométrica.

Tabla 6: Umbrales que indican aleatoriedad para los niveles de probabilidad del 2,5% y 97,5%; y del 10 % y 90 %

N	F (u) 2,5 %	F (u) 97,5 %	F (u) 10 %	F (u) 90 %
10	2	6	8	13
20	6	15	9	16
30	10	21	12	19
40	14	27	16	25
50	18	33	22	30
60	22	39	22	30
80	31	50	35	47
100	40	61	45	57

Extraído de Fernández García, F. (1996:48).

b) Reducción a períodos comunes y relleno de lagunas:

Fernández García (1996) señala la importancia de atender a estas problemáticas puesto que afectan las series climáticas y condicionan los resultados. En la **Tabla 7** se puede observar, para el caso de la provincia del Chaco, lo siguiente: en 22 de las 25

estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos trabajados se mantiene igual período de tiempo, mientras que en las tres restantes se trabaja con la totalidad de datos disponibles, a los fines de poder obtener someramente las características climáticas del área. Este mismo criterio se mantiene para el resto de las provincias, particularmente en algunas estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos de Formosa, Misiones y Corrientes.

En la serie original de datos pluviométricos de la provincia del Chaco se encontraron lagunas en las estaciones de Presidencia Roca (febrero de 1981), Charadai (de enero a agosto de 1955), Concepción del Bermejo (de enero a diciembre de 1955, de enero a agosto de 1956), Los Frentones (de enero a diciembre de 1955, de enero a agosto a 1956), Nueva Pompeya (julio de 1988), El Sauzalito (julio de 1985 y julio de 1988), Taco Pozo (septiembre de 1983, mayo de 1984, febrero de 1995), General San Martín (de enero a agosto de 1955), General Vedia (de enero a diciembre de 1955, de enero a agosto de 1956) y Basail (de enero a agosto de 1955).

Tabla 7: Estaciones Meteorológicas y puestos pluviométricos según período de estudio en la provincia del Chaco.

Estación	Periodo	Cantidad de años
Gral. Vedia	1955-2009	55
Resistencia	1955-2009	55
Basail	1955-2009	55
Gral. J. San Martín	1955-2009	55
Cnia. Elisa	1955-2009	55
Pcia. De la Plaza	1955-2009	55
Cote Lai	1955-2009	55
Charadai	1955-2009	55
La Sabana	1955-2009	55
Pcia. Roca	1955-2009	55
Quitilipi	1955-2009	55
Villa Berthet	1955-2009	55
Cnel. Du Graty	1955-2009	55
P.R. Sáenz Peña	1955-2009	55
Chorotis	1955-2009	55
J.J. Castelli	1955-2009	55
Conc. del Bermejo	1955-2009	55
Corzuela	1955-2009	55
Charata	1955-2009	55
Hermoso Campo	1955-2009	55
Los Frentones	1955-2009	55
Gancedo	1955-2009	55
M. Nueva Pompeya	1979-2009	33
El Sauzalito	1985-2009	25

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la provincia de Misiones los puestos pluviométricos que presentaron importantes lagunas fueron Puerto Concepción (en los años 1985, 1986, 1987 y 1988, y en los meses de septiembre de 1989 y marzo de 1991) y San Javier (en los años 1985, 1986, 1987 y 1988, y en los meses de septiembre de 1989 y enero de 1991).

En la provincia de Formosa la mayoría de las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos presentan la serie de datos completa con la excepción de Fortín Soledad entre los años 1967-1978 y 1993 y en Corrientes durante los años 2007 y 2008 en las estaciones de Bella Vista y Monte Caseros.

Estas lagunas se llenaron con el Método de la Correlación disponible en STATGRAPHIC, que consiste en el cálculo de los valores inexistentes de precipitación por el ajuste en una recta de regresión (lineal y no lineal) entre dos estaciones: una incompleta, cuya serie es la variable dependiente, y otra completa que proporciona la variable independiente de la cual depende la anterior, existiendo entre ambas una correlación superior al 0,5.

Cabe decir que, tal como se observa en la **Tabla 7** las estaciones de: Taco Pozo cuenta con datos desde 1974/2009 (36 años), Nueva Pompeya desde 1979/2009 (33 años) y El Sauzalito desde 1985/2009 (25 años), estas lagunas, hasta el momento, no pudieron ser llenadas para uniformar el período de estudio ya que no se cuenta con datos de estaciones pluviométricas cercanas que presenten la serie homogénea y completa.

En la provincia de Formosa todas las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos presentan el mismo período de datos (**Tabla 8**).

Tabla 8: Estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos según período de estudio en la provincia de Formosa.

Estación	Período	Cantidad de años
Herradura	1967-1993	27
Clorinda	1967-1993	27
San Francisco de Laishi	1967-1993	27
Colonia Pastoril	1967-1993	27
El Colorado	1967-1993	27
Gran Guardia	1967-1993	27

Laguna Blanca	1967-1993	27
Pirané	1967-1993	27
Espinillo	1967-1993	27
Palo Santo	1967-1993	27
Tacaaglé	1967-1993	27
Comandante Fontana	1967-1993	27
General Belgrano	1967-1993	27
Ibarreta	1967-1993	27
Gral. Güemes	1967-1993	27
Estanislao del Campo	1967-1993	27
Las Lomitas	1967-1993	27
Fortín Soledad	1979-1993	27
Ingeniero Juárez	1967-1993	27

Fuente: Elaboración propia.

La **Tabla 9** muestra las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos de la provincia de Misiones según serie estadística. Como se puede observar, si bien la mayoría mantiene el mismo período de estudio, Campo Grande, San Vicente, San Pedro y Bernardo de Irigoyen constituyen la excepción puesto que la principal dificultad al momento de llenar lagunas por el método de la regresión, radica en la diferencia de altura entre las estaciones próximas lo que introduce errores significativos en los resultados obtenidos.

Tabla 9: Estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos según período de estudio en la provincia de Misiones.

Estación	Período	Cantidad de años
Posadas	1985-2006	22
Puerto Concepción	1985-2006	22
Colonia Mártires	1985-2006	22
Cerro Azul	1985-2006	22
San Javier	1985-2006	22
Campo Grande	1987-2006	20
El Soberbio	1985-2006	22
El Alcazar	1985-2006	22
San Vicente	1987-2006	20
San Pedro	1987-2006	20
Valle Hermoso	1985-2006	22
Bernardo de Irigoyen	1988-2006	19
Puerto Iguazú	1985-2006	22
Puerto Andresito	1985-2006	22

Fuente: Elaboración propia.

En la provincia de Corrientes se trabajó con dos series distintas, por un lado 1985-2008 para las estaciones meteorológicas y por otro 1993-2008 para el resto de los puestos pluviométricos. Se decidió trabajar con ambas series dado que son muy pocas

las estaciones que presentan “completo” el período más largo y para evitar posibles errores en el relleno de lagunas se consideró necesario mantener la otra serie de datos (**Tabla 10**).

Tabla 10: Estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos según período de estudio en la provincia de Corrientes.

Estación	Período	Cantidad de años
Corrientes	1985-2008	24
San Carlos	1993-2008	16
Garruchos	1993-2008	16
Concepción	1993-2008	16
La Sirena	1993-2008	16
Bella Vista	1985-2006	22
Carlos Pellegrini	1993-2008	16
Santa Lucía	1993-2008	16
Paso de los Libres	1985-2008	24
Monte Caseros	1985-2006	22
Pueblo Libertador	1993-2008	16

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se comprobó si las series rellenadas eran representativas e incrementan la información original por medio del cálculo de la varianza. Para ello se debe realizar el cociente entre la varianza de la muestra original y la muestra completada y el resultado debe ser superior o igual a la unidad. Los resultados fueron igual a 1 en todos los casos.

c) Cálculo de anomalías:

Este cálculo consiste en hallar las diferencias que presentan cada uno de los valores pluviométricos con el promedio del mes del período considerado (a modo de ejemplo 1955/2009 en la provincia del Chaco). Los resultados fueron registrados en una tabla de datos en mm, luego estas diferencias fueron expresadas en proporción porcentual del promedio. Autores como Van Roy (1965), Bobba (1998) Grimm y otros (2000), Gómez Navarro (2002), Hernández Cerda y otros (2000), Gil Guirado y López Bermúdez (2011) entre otros emplearon ésta técnica en los estudios llevados a cabo sobre sequías e inundaciones en distintos sectores de la superficie terrestre.

Una vez obtenido los resultados, se empleó una escala de grisados cuantitativos para clasificar los meses que presentan anomalías positivas y negativas, según los siguientes intervalos (ver ejemplos de **Diferencias en Proporción Porcentual u anomalías en Anexos**):

Tabla 11: Clasificación de los intervalos de las anomalías de precipitación.

-75.1 a -100 %	disminución grave (o ausencia de precipitación)
-50.1 a -75 %	disminución moderada a grave
-25.1 a -50 %	disminución leve a moderada
-0.1 a -25 %	disminución leve
0 %	Normal de precipitación
0.1 a 25 %	aumento incipiente
25.1 a 50 %	aumento leve a moderado
50.1 a 75 %	aumento moderado a grave
75.1 a 100 %	aumento grave a muy grave
Más de 100 %	aumento muy grave

Fuente: Elaboración propia.

El criterio utilizado se basa en la propuesta de la Organización Meteorológica Mundial (1986) referida específicamente a las sequías. Según este organismo hay sequía en una región cuando la precipitación anual es inferior al 60 % de la Normal, no obstante señala que, los ecosistemas naturales y los sistemas sociales y económicos pueden resistir una disminución de la precipitación de un 40 %. En este trabajo y atendiendo los valores mencionados se propone que una sequía es significativa cuando presenta una disminución del 50 % de las precipitaciones con respecto de la Normal, de esta manera se considera que se respeta de cierta manera ambos postulados y facilita a la vez la definición de los límites de cada intervalo de clase.

d) Cálculo de los Balances Hídricos:

Este cálculo se realizó con la finalidad de comprobar si los meses húmedos y muy húmedos detectados por el método de las anomalías efectivamente derivan en inundación. Para ello se construye un escenario con cuatro estaciones meteorológicas de la provincia del Chaco, dado que es el territorio que presenta la serie más larga, ellas son: Resistencia, P.R. Sáenz Peña, Charata y Coronel Du Graty (que se distribuyen en el este y centro oeste de la provincia y cuentan con los datos necesarios para realizar el ejercicio).

Es importante tener en cuenta los siguientes aspectos:

- el método empleado es el propuesto por Holdridge, dado que no requiere para su realización de tablas auxiliares como el caso del método diseñado por Thornthwaite, no obstante, cabe recordar que existe entre ambos una diferencia aproximada de 200 mm (Bruniard, 1992 b).
- se toma la evolución hídrica anual como un ciclo cerrado y continuo,
- se considera 100 mm como almacenamiento máximo de agua útil en el perfil del suelo, siendo este variable para cada tipo de suelo y vegetación tal como lo señala Fernández García (1996) (ver **Tabla 12**),
- los excesos detectados escurren por tercios (dada la escasa pendiente general del terreno), esto es el 33 % de los excesos de un mes determinado fluye inmediatamente mientras que el 67 % restante se adiciona a los excesos del mes siguiente.

Teniendo en cuenta estos parámetros es importante señalar que los resultados obtenidos por medio de este cálculo se deben considerar como aproximados de la realidad.

Tabla 12: Capacidad de almacenamiento de agua, según el tipo de suelos y cultivos.

Textura	Cultivos raíces someras		Cultivos raíces profundas		Árboles frutales	
	Prof.rad. (m)	CR ⁴	Prof.rad. (m)	CR	Prof.rad. (m)	CR
Arenoso fino	0,5	50	1,0	100	1,50	150
Franco arenoso	0,5	75	1,0	150	1,67	250
Franco limoso	0,6	125	1,0	250	1,50	300
Franco arcilloso	0,4	100	1,0	250	1,0	250
Arcilloso	0,25	75	0,75	200	0,67	200

Extraído de Fernández García, F. (1996:158)

⁴ Capacidad de almacenamiento o retención de agua en el suelo.

2.3.2. Técnicas Cartográficas.

El estudio de las inundaciones pluviales en las provincias del Nordeste requiere, además del análisis estadístico de los datos pluviométricos de las distintas estaciones, un conocimiento cabal de otros aspectos como por ejemplo:

- topografía: es un factor que puede influir o no en la generación de lluvias como también facilitar o entorpecer el escurrimiento de los excesos pluviales;
- permeabilidad: relacionada con la capacidad del subsuelo de absorber agua a una cierta velocidad, la menor o mayor disponibilidad de agua superficial determina el escurrimiento;
- red hidrográfica: está estrechamente vinculada con el escurrimiento subsuperficial y superficial pues constituye el nivel de base donde desembocan los excedentes pluviales;
- localización de la población y trazado de la red vial: la población es la que se encuentra frecuentemente expuesta a los episodios de inundación ya sea por una mala localización o por la construcción de infraestructura poco acorde con las características del medio.

Estas cartografías auxiliares se encuentran disponibles en los Atlas de la provincia de Chaco y Corrientes, publicados por el Instituto de Geografía de la Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional del Nordeste, el Atlas digital de la Provincia de Misiones, como también en páginas web de organismos gubernamentales de las distintas provincias.

Sin embargo, las representaciones cartográficas referidas a los valores medios de precipitación y de anomalías presentadas en este trabajo fueron confeccionadas con el software ArcGis® 10.3.

Para la elaboración de estas representaciones se trabajó con tres capas fundamentales: las ciudades cabeceras que coinciden con las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos trabajados, los departamentos y los polígonos de las provincias del Chaco, Formosa, Misiones y Corrientes. Posteriormente se unieron a la tabla de atributos de las ciudades las planillas de datos con las anomalías

correspondientes de los años y meses a representar. En este último caso se ha trabajado fundamentalmente con la planilla de cálculos Excel de Microsoft® (2016).

De los métodos que ofrece el software ArcGis 10.3® para la confección de un mapa raster de interpolación, se decidió luego de muchos ensayos por el SPLINE, que es un método que estima valores usando una función matemática que minimiza la curvatura general de la superficie, lo que resulta en una superficie suave que pasa exactamente por los puntos de entrada. Este método ofrece a su vez dos tipos de interpolación: regularizado y de tensión, este último es el que se empleó en la realización de la cartografía pues controla la rigidez de la superficie en función del carácter del fenómeno modelado. Crea una superficie menos suave con valores que están más restringidos por el rango de datos de la muestra.

Los parámetros adicionales del método que se utilizaron para las representaciones son los siguientes:

- Tamaño de la celda (output cell size): 1,39655555555556E-02
- Peso (Weight): 0,1
- Número de puntos (number of points): 12

Luego, al raster generado se le trazan las isoanómalas más representativas tratando de mantener en lo posible los valores de intervalos definidos anteriormente (Ver **Tabla 11**).

Por último, se debe destacar que todos los gráficos y mapas presentados en este trabajo han sido elaborados personalmente con las técnicas consignadas anteriormente.

SEGUNDA PARTE

Capítulo III

Provincia del Chaco: situaciones pluviométricas extremas anómalas que derivan en sequías e inundaciones (período 1955/2009).

3.1. Localización geográfica del área de estudio

La provincia del Chaco limita al norte con la provincia de Formosa, al este con la República del Paraguay y la provincia de Corrientes, al sur con Santa Fe, y al oeste con Salta y Santiago del Estero. Se extiende aproximadamente entre los paralelos de 24° y 28° latitud sur y entre los meridianos de 58° y 64° longitud oeste. Presenta límites naturales por el norte (Río Bermejo) y este (Río Paraná), mientras que las líneas geográficas lo delimitan por el sur (Paralelo 28°) y el oeste (Línea Barilari, Paralelo San Miguel 25°39' S y la Línea de Olmos 61°42' O) (Manoiloff y otros, 2007. Plancha 1).

Esta provincia posee una superficie aproximada de 99.633 km² y cuenta administrativamente con 25 departamentos de los cuales, para este trabajo, sólo se emplearon estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos de 17 de ellos para el estudio de la dinámica temporo espacial de las precipitaciones pues se consideró que cubren satisfactoriamente el espacio para obtener información representativa (ver **Tabla 1 y Mapa 1**).

3.2 Aspectos climáticos generales

En cuanto a los aspectos climáticos, cabe decir que la provincia posee un clima Subtropical o también denominado “irregular o de contacto” (Meynier, 1950; Pedelaborde, 1966) puesto que reúne caracteres “tropicales y templados” (Peguy, 1961). Así mismo, la regionalización propuesta por Capitanelli (2008) sitúa al espacio de estudio en la unidad climática denominada subtropical marítima, con precipitaciones máximas en distintas estaciones de la llanura. Esta se caracteriza por el dominio de las masas de aire tropicales marítimas, cálidas y húmedas del Atlántico que, atendiendo a

los datos pluviométricos, delimitan dos sectores bien diferenciados: abundantes precipitaciones durante la primavera y otoño hacia el este; y máximos durante el verano en el oeste provincial.

Las características mencionadas anteriormente sumadas al factor continental permiten establecer, en primer lugar, un gradiente pluviométrico que disminuye de este a oeste, tal como lo señala Bruniard “*la capa de agua que reciben las planicies argentinas evidencian una distribución bastante regular con máximos en el litoral atlántico y suave disminución hacia el interior continental*” (1981: 132). Esto facilita delimitar tres sectores con propiedades distintivas, como ser: el Oriental, Central y Occidental.

En el sector Oriental, y tomando como referencia la localidad de Resistencia, el régimen pluviométrico presenta valores máximos de precipitación en las estaciones intermedias de otoño y primavera, respectivamente (por ejemplo, un primer máximo se produce en el mes de abril y un segundo en el mes de noviembre), y los mínimos durante el invierno, es decir, el régimen describe una curva bimodal. Los montos anuales rondan, y a veces superan en promedio, los 1356 mm (Gómez y Pérez. 2011b:5).

El área Central de la provincia presenta características de los Sectores Oriental y Occidental por lo que se cree adecuada la denominación de “*Transición*”. El régimen pluviométrico describe una curva con un sólo máximo que se produce en los meses de verano, no obstante, se pueden registrar abundantes precipitaciones en el otoño (Gómez y Pérez. 2011b:5).

Los montos pluviométricos disminuyen considerablemente en el sector Occidental registrándose valores inferiores a los 1000 mm. El régimen de las localidades de este sector describe una curva con un sólo máximo que se produce en la estación estival (por ejemplo en J. J. Castelli el máximo se presenta en enero), asimismo se acentúan los mínimos en los meses de invierno (Gómez y Pérez. 2011b:5).

Es importante señalar que los regímenes pluviométricos mencionados anteriormente describen en el espacio, isohietas con orientación meridiana y suave variación de este a oeste, no sólo por la regularidad propia de la llanura sino también por el carácter preferentemente frontal de los procesos pluviales (Bruniard, 1981: 132).

3.3 El comportamiento temporal y espacial de las precipitaciones

3.3.1 Precipitación media mensual (mm) período 1955/2009.

El análisis de la precipitación media mensual resulta de particular interés ya que permite detectar los momentos en que se concentran las precipitaciones durante el año, la influencia de los procesos correspondientes a las zonas climáticas involucradas en la génesis pluvial y, lo más importante, los valores extremos que generan sequías o inundaciones. En este sentido Prohaska (1952) señala que “*el conocimiento del régimen pluviométrico no sólo es necesario para clasificaciones descriptivas... sino también para clasificaciones genéticas, vale decir, ordenamientos en que se distinguen los diferentes tipos de climas según sus causas, basándose ante todo en los diversos regímenes que actúan en la atmósfera*” (66-67). Cabe aclarar que el estudio del valor anual de precipitación es importante al momento de observar la dinámica de este elemento en una larga serie de años, no obstante, enmascara las situaciones extremas objeto de estudio.

En la **Tabla 13** se observan los valores medios mensuales de precipitación (en mm) durante el período 1955/2009 para cada una de las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos trabajados, que se representan en el **Gráfico 2**, donde se ordenan desde el este hacia el oeste provincial. En éstos se puede observar que las precipitaciones más abundantes se concentran durante el mes de febrero en Chorotis; marzo en Cote Lai, Charadai, La Sabana, Presidencia Roca, Quitilipi, Villa Verthet, Coronel Du Graty, Presidencia R. Sáenz Peña, Nueva Pompeya y el Sauzalito; abril en las estaciones de Resistencia, Basail, Gral. San Martín, Colonia Elisa y Presidencia de la Plaza; y en el mes de enero en el resto de las estaciones.

Es decir que los valores medios mensuales relativamente altos se concentran, en nuestro espacio y durante el período de estudio, preferentemente a fines de la estación estival (considerada como tal desde el mes de noviembre a marzo) mientras que durante el invierno (de mayo a septiembre) disminuyen significativamente hasta ser ínfimos en el puesto pluviométrico de Taco Pozo.

La división del año en dos estaciones naturales fue incorporada por Bruniard (1981) en sus trabajos y antes que él lo definieron autores como Wolcken (1954),

Tabla 13: Precipitación media mensual (mm) según estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia del Chaco (1955/2009).

ESTACIÓN	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Gral. Vedia	163	131	147	151	89	57	45	43	65	139	147	119
Resistencia	157	144	163	164	76	54	40	42	65	129	154	138
Basail	142	152	158	162	69	52	34	34	62	135	144	137
Gral.J.San Martín	127	120	135	140	79	41	28	36	55	123	138	119
Cnia. Elisa	134	130	144	152	68	38	25	27	56	114	130	133
Pcia. de la Plaza	129	126	132	148	55	32	22	27	47	111	130	126
Cote Lai	149	125	160	146	62	41	30	33	55	123	140	129
Charadai	142	133	157	138	60	33	26	27	54	126	138	130
La Sabana	126	124	147	121	55	30	21	22	43	102	121	104
Pcia. Roca	112	105	129	119	68	31	24	24	42	102	122	124
Quitilipi	142	128	168	128	51	28	19	26	41	109	127	123
Villa Berthet	142	113	151	134	50	21	19	22	49	87	119	127
Cnel. Du Graty	126	127	160	114	40	29	19	14	44	80	114	119
P.R. Saenz Peña	134	116	137	126	45	22	18	22	38	95	117	132
Chorotis	98	122	120	99	33	19	14	11	32	76	93	112
J.J. Castelli	121	98	115	104	40	19	15	14	32	79	104	111
Conc. del Bermejo	129	117	126	117	41	16	14	14	25	91	110	128
Corzuela	130	115	121	115	41	20	15	17	31	79	106	127
Charata	132	123	131	104	37	20	17	15	38	82	115	129
Hermoso Campo	134	106	121	112	29	17	13	13	37	78	114	117
Los Frentones	126	110	121	91	31	11	13	10	28	67	103	118
Gancedo	128	122	123	87	28	11	14	10	29	65	110	114
M.Nva.Pompeya ¹	97	98	121	67	24	7	3	5	18	56	91	92
El Sauzalito ²	107	97	115	52	23	4	3	3	18	61	98	87
Taco Pozo ³	144	98	105	41	14	2	2	2	10	43	60	102

¹Período 1979/2009

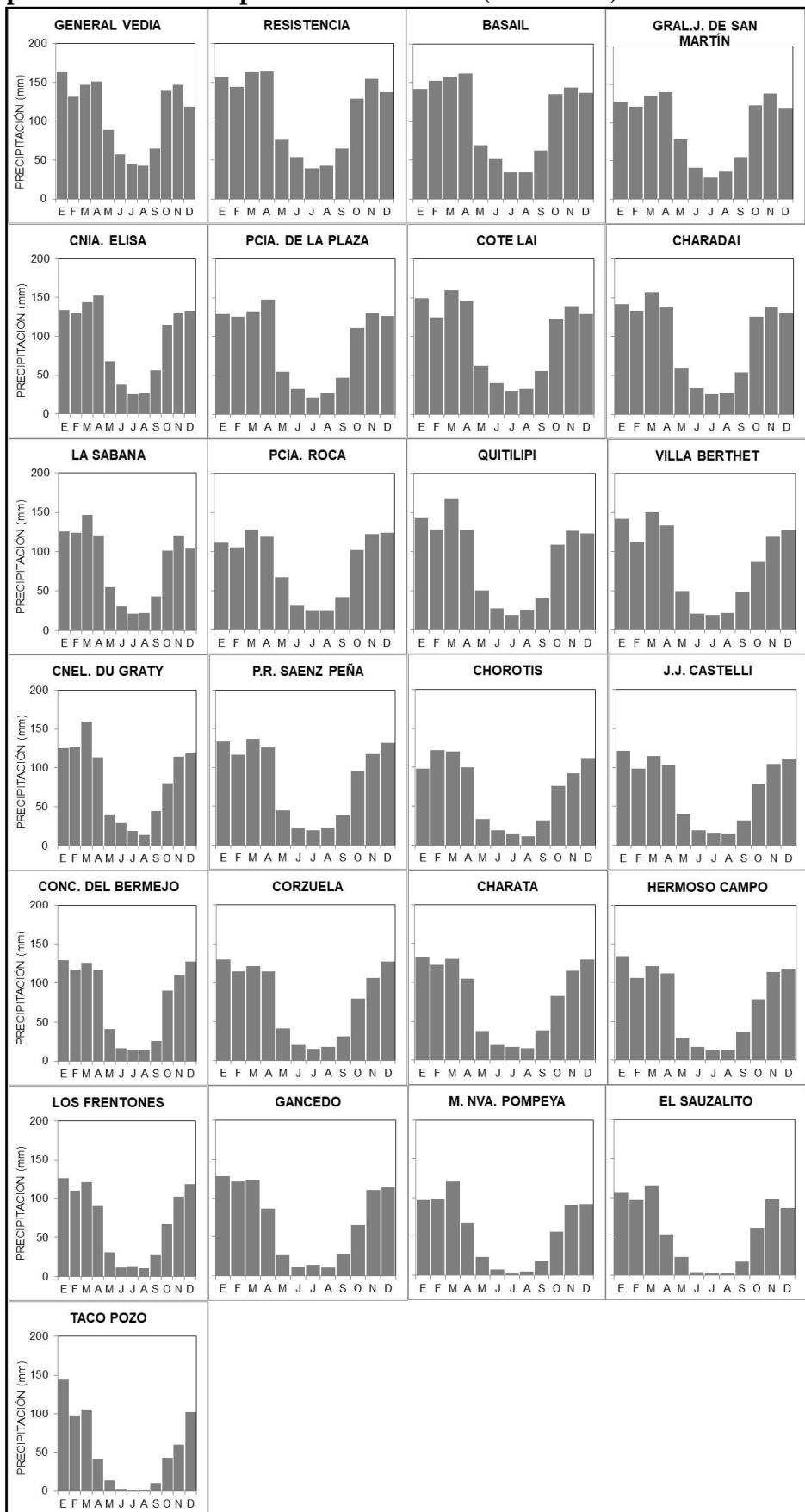
²Período 1985/2009

³Período 1973/2009

Fuente: Administración Provincial del Agua e INTA.

Schwerdtfeger (1954) y Prohaska (1961) entre otros, quienes, a partir del estudio del régimen pluviométrico, dividían el año en dos estaciones, verano e invierno, acoplados por los meses de abril y octubre considerados de transición o estaciones intermedias. Esta división en dos estaciones naturales distintas de las estaciones astronómicas-meteorológicas responde a los procesos pluviales relacionados con los vientos Alisios y del Oeste y el predominio de masas de aire tropicales y polares, mientras que en los meses de acoplamiento o transicionales ambos sistemas se superponen. En relación con esto Prohaska (1961) señala que esta división en dos estaciones es característica del régimen continental de la zona Subtropical de América del Sur y “*resulta de diversos factores concurrentes que tienden a anular o abreviar la duración de las estaciones intermedias o transicionales*” (citado por Bruniard, 1981:134).

Gráfico 2: Precipitación media mensual (mm) según estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia del Chaco (1955/2009).



Fuente: Administración Provincial del Agua e INTA.

La génesis pluvial durante la estación favorable (verano) responde a la penetración de los flujos de origen tropical, que ingresan al interior continental debido a la profundización de la baja térmica del Noroeste Argentino. Bruniard (1981:150) señala que “*la estación cálida es más propicia a la producción de lluvias abundantes en el norte del país, pero ello se debe más a la calidad del aire que interviene en las perturbaciones que a la frecuencia de los procesos frontales*”. No obstante, sostiene que “*los escasos empujes polares, cuando se producen, generan violentos procesos pluviales debido a que el contraste con el aire tropical marítimo inestable es muy marcado*”. Asimismo “*otro factor que genera lluvias es la inestabilidad producida por procesos convectivos que se presentan organizados en conexión con perturbaciones sinópticas*”.

En los meses invernales, como se puede advertir, se concentran los valores más bajos de precipitación, registrando una disminución paulatina desde el oriente hacia el occidente provincial. Este aspecto es característico de los climas de contacto o irregulares dado que son frecuentes los empujes polares que traen la influencia de las zonas templadas (Bruniard, 1981). Sin embargo, estos frentes tienen poca incidencia en la producción de lluvias, pues reemplazan aire continental envejecido por nuevo aire continental. Pero, por otra parte, se debe mencionar que en el Nordeste Argentino existe un núcleo de mayor potencial pluviométrico formado sobre todo por aire tropical, y aunque las condiciones térmicas invernales son poco propicias a los procesos pluviales, estos se activan por los elementos dinámicos que acompañan al frente polar y al sistema de circulación de la zona templada (Bruniard, 1981).

La variabilidad espacial de las precipitaciones, según sostiene Fernández García, responde fundamentalmente a la orografía del terreno ya que “*introduce modificaciones importantes en el reparto de las precipitaciones*” (1996:106). Sin embargo, la provincia del Chaco se caracteriza por una regularidad topográfica que hace suponer que los factores que intervienen en el comportamiento espacial de las precipitaciones son de índole preferentemente atmosférica.

El **Mapa 5** revela la situación media para el mes de enero durante el período 1955/2009. En esta representación se observa que las isohietas se disponen en sentido submeridiano en los extremos oriental y occidental, donde se desarrollan los valores de máxima precipitación mientras que, hacia el centro provincial, las isolíneas adquieren sentido subparalelo a la vez que disminuyen paulatinamente a menos de 100 mm hacia

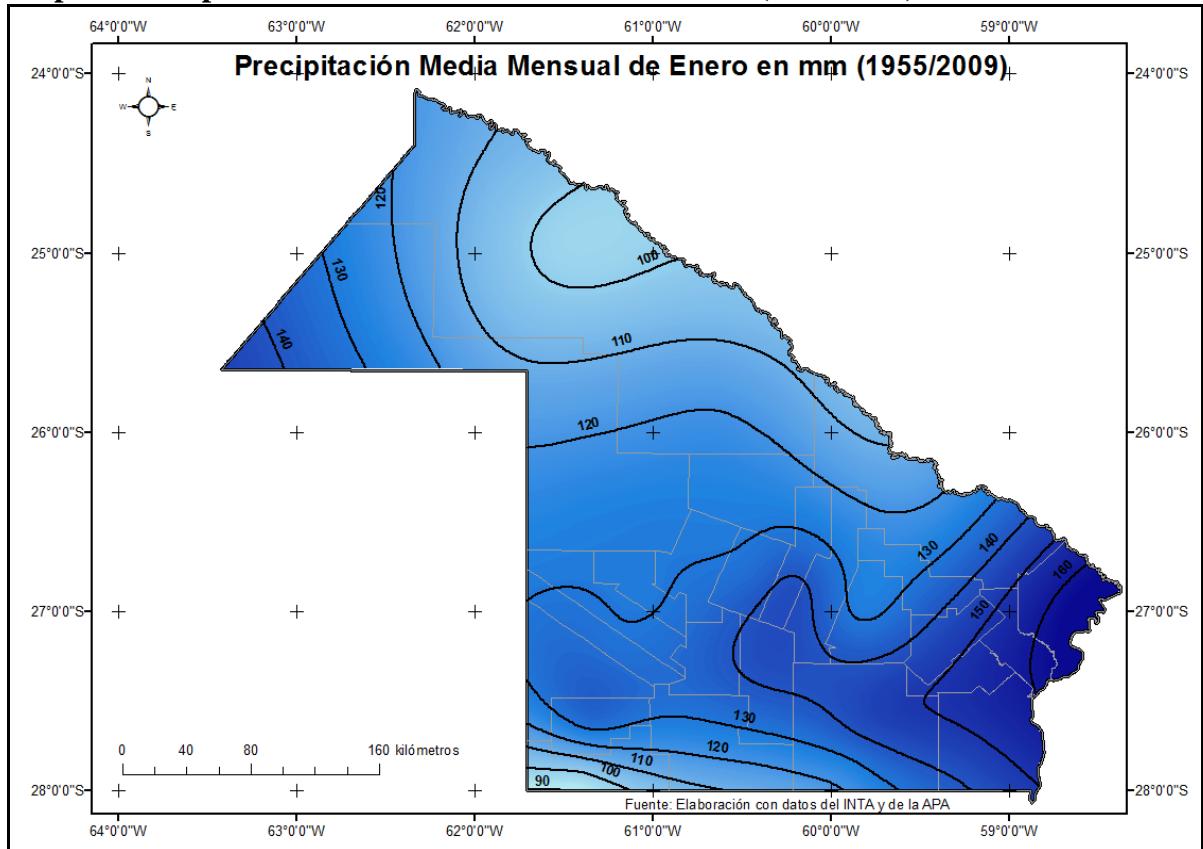
el sur y noreste provincial. En el primer máximo se encuentra Gral. Vedia que presenta un monto medio mensual de 163 mm, mientras que el segundo registra 144 mm en Taco Pozo. No obstante, cabe aclarar para este último caso, que la media mensual de enero comprende la serie 1973/2009 lo que puede explicar los valores de las isohietas en ese área. Estos aspectos dan cuenta de la variabilidad espacial de las precipitaciones durante el mes de enero.

El **Mapa 6** representa la situación media para el mes de julio en la provincia del Chaco. En este se puede observar, en primer lugar, la disminución considerable de los valores, y en segundo, que las isohietas describen un trazado submeridiano con un gradiente que disminuye de este a oeste, con un máximo registrado en Gral. Vedia (45 mm) y un mínimo en Taco Pozo (2 mm). Por otra parte, resulta interesante destacar que este gradiente es marcado en el sector oriental lo que indicaría una mayor variabilidad, mientras que en el occidente esta disminución es paulatina debido a que la característica fundamental es la escasez de agua. En este sentido, si atendemos la génesis pluvial durante el invierno, Bruniard (1981) señala que la mayor cantidad de agua precipitable la contienen las masas de aire tropicales que durante los meses de mayo a septiembre son más frecuentes en el noreste del país disminuyendo hacia el sur y oeste.

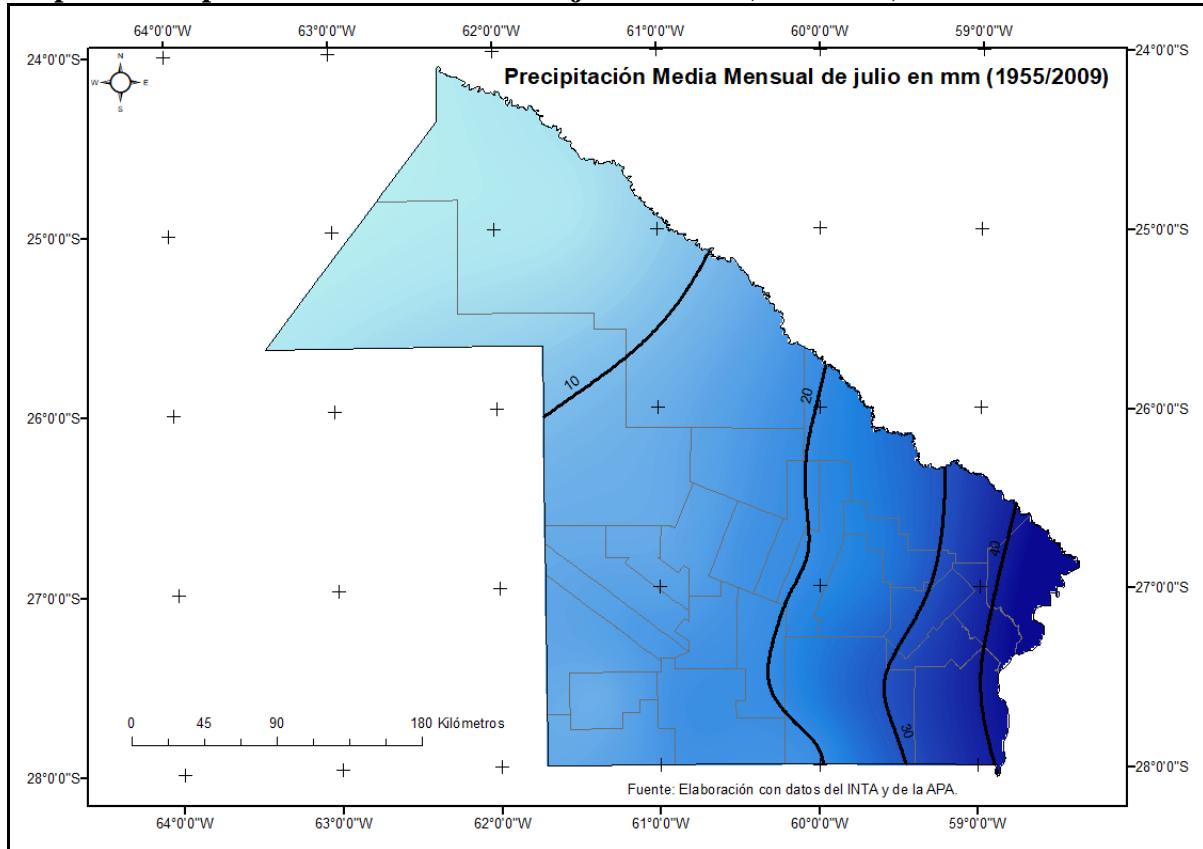
La situación media del mes de abril (**Mapa 7**) evidencia una disposición de las isohietas en sentido submeridiano con un gradiente que también disminuye paulatinamente de este a oeste, con máximo en la estación meteorológica de Resistencia (164 mm) y mínimo en el puesto pluviométrico de Taco Pozo (41 mm). Cabe señalar que el trazado de las isolíneas resulta semejante al mes de julio (en cuanto a la regularidad del trazado), lo que hace suponer que los mecanismos generadores de lluvias responden tanto a las masas de aire tropical como a los empujes de masas de aire polar, que traen la influencia de las zonas templadas a este área de estudio.

En el mes de noviembre (**Mapa 8**) las isohietas también se disponen en sentido submeridiano, semejante a la situación de julio, no obstante, el máximo pluviométrico es de 154 mm en Resistencia y el mínimo es de 60 mm en Taco Pozo. Asimismo, resulta interesante señalar la regularidad con que se disponen las isolíneas en el espacio dando cuenta de los mecanismos que generan los procesos de precipitación.

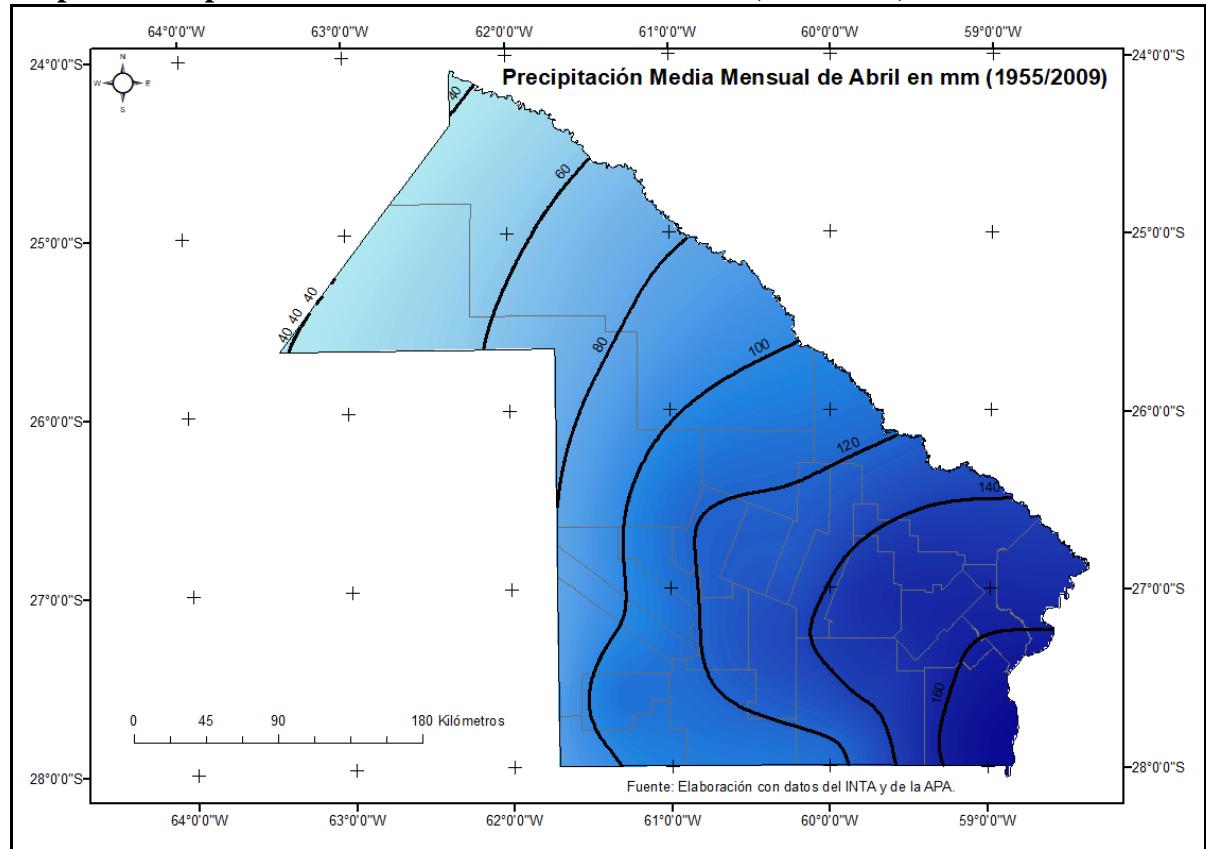
Mapa 5: Precipitación media mensual de enero en mm (1955/2009)



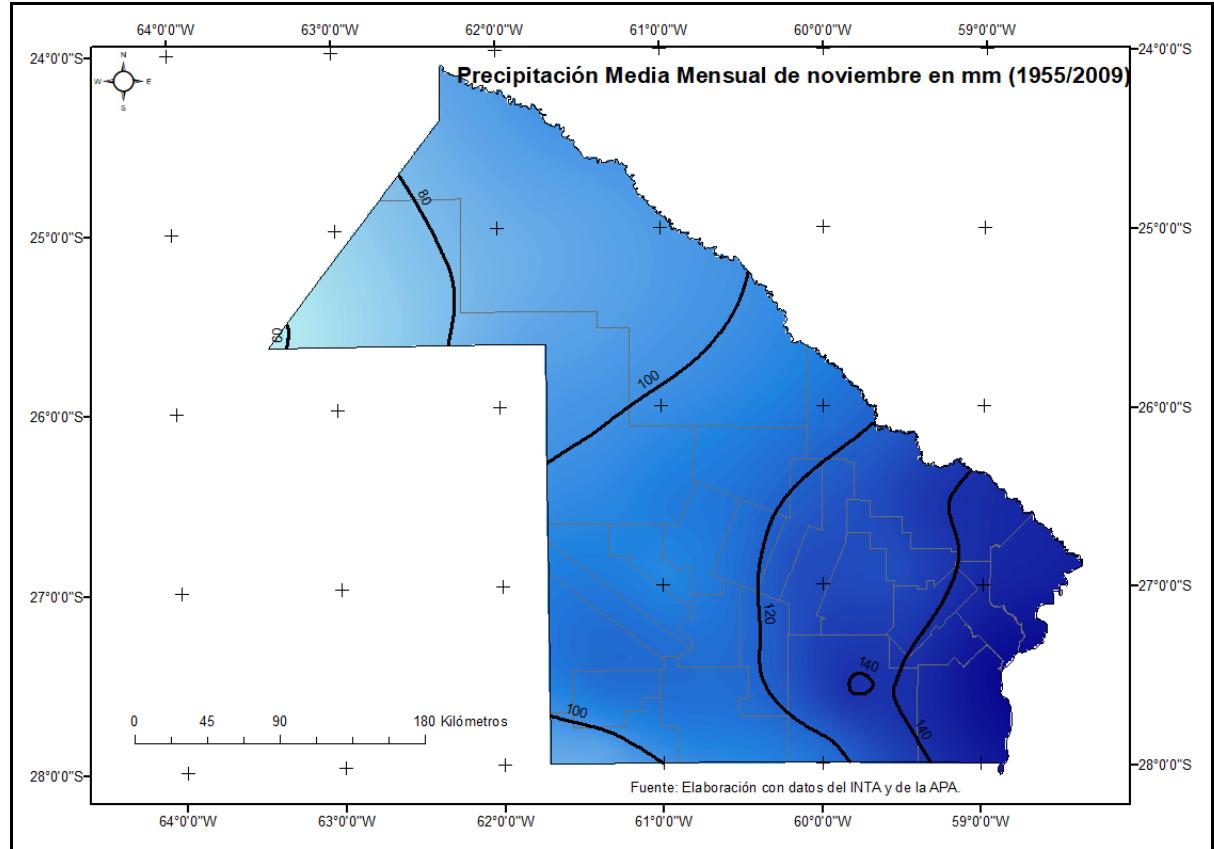
Mapa 6: Precipitación media mensual de julio en mm (1955/2009)



Mapa 7: Precipitación media mensual de abril en mm (1955/2009)



Mapa 8: Precipitación media mensual de noviembre en mm (1955/2009)



3.3.2. Precipitación anual (o monto anual en mm) período 1955/2009.

La precipitación, como ya se mencionó anteriormente, es el elemento más variable del clima. Esta variabilidad responde a factores como la dinámica general atmosférica (de la que depende el régimen pluviométrico anual y las oscilaciones interanuales), la topografía y el relieve (Fernández García, 1996:104).

Esta característica determina que el análisis del promedio anual resulte poco representativo sino está acompañado de otros estadísticos como: la mediana, el coeficiente de variación, los valores mínimos y máximos y los cuartiles. En la **Tabla 14** se pueden observar estos valores para todas las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos durante el período de estudio.

Tabla 14: Estadísticos de la Precipitación media anual (mm) para cada estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia del Chaco (1955/2009).

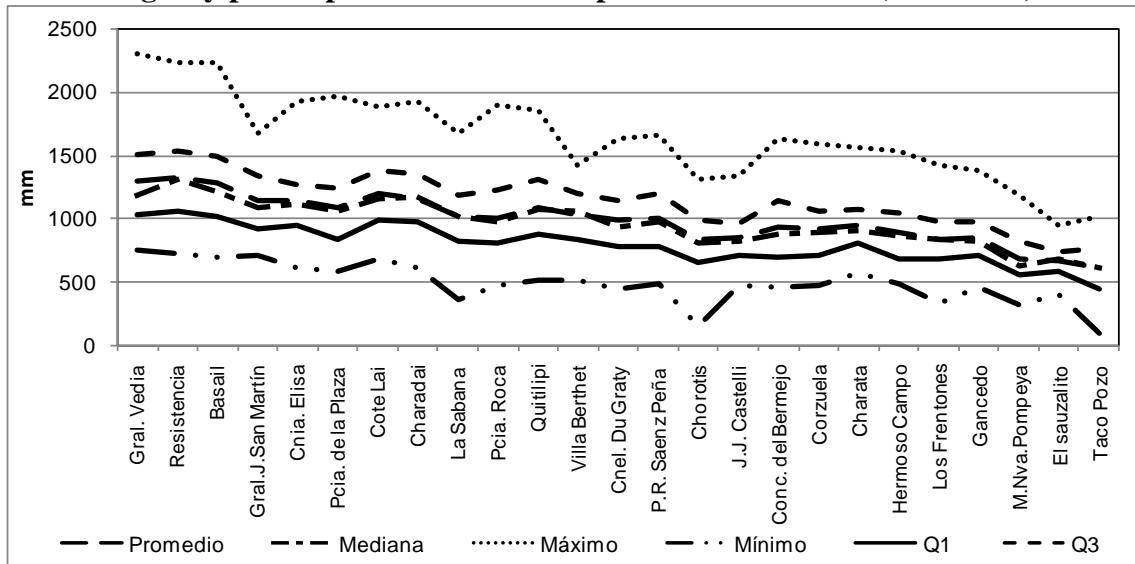
ESTACIÓN	PROMEDIO	MEDIANA	MÁXIMO	MÍNIMO	COEF.VAR.%	Q1	Q3
Gral. Vedia	1296	1190	2307	751	26	1040	1515
Resistencia	1326	1308	2234	724	24	1064	1542
Basail	1282	1209	2238	702	27	1018	1494
Gral.J.San Martín	1139	1086	1672	707	20	931	1337
Cnia. Elisa	1150	1108	1932	609	25	959	1270
Pcia. de la Plaza	1086	1056	1975	585	28	834	1248
Cote Lai	1193	1150	1881	683	23	988	1381
Charadai	1164	1176	1936	613	24	978	1356
La Sabana	1015	1016	1678	363	29	831	1190
Pcia. Roca	1003	977	1903	467	29	819	1235
Quitilipi	1090	1066	1860	515	28	880	1318
Villa Berthet	1035	1059	1427	522	23	835	1199
Cnel. Du Graty	985	932	1635	448	25	785	1141
P.R. Saenz Peña	1001	972	1670	491	27	784	1204
Chorotis	830	805	1319	150	29	658	984
J.J. Castelli	853	830	1345	475	22	709	964
Conc. del Bermejo	927	883	1635	462	30	697	1141
Corzuela	917	899	1590	476	28	720	1066
Charata	942	905	1566	566	22	808	1077
Hermoso Campo	891	869	1536	492	29	685	1041
Los Frentones	831	831	1427	341	25	681	980
Gancedo	842	828	1391	460	25	711	982
M.Nva.Pompeya	678	629	1186	320	29	560	819
El sauzalito	666	682	951	411	23	592	736
Taco Pozo	610	616	1022	99	35	450	769

Fuente: Elaboración propia.

En el **Gráfico 3** se evidencia que las medidas de centralización, el promedio y la mediana, describen un comportamiento semejante con una paulatina disminución, debido a que las estaciones se organizan de este a oeste dando cuenta de la presencia del mencionado gradiente de precipitación. Cabe señalar que la mediana cuando es inferior a la media indica que las lluvias mensuales no tienen una distribución perfectamente normal (Rodríguez, 1964), en esta serie de datos en general se mantiene esta tendencia con algunas excepciones.

Los valores máximos y mínimos de precipitación ponen de manifiesto el carácter variable de los valores extremos como también la gran amplitud que existe entre ellos. Sin embargo, es importante señalar que en las estaciones del occidente provincial esta distancia se reduce, probablemente, porque lo característico de la zona son las escasas precipitaciones.

Gráfico 3: Estadísticos de la Precipitación media anual (mm) para cada estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia del Chaco (1955/2009).



Fuente: Elaboración propia.

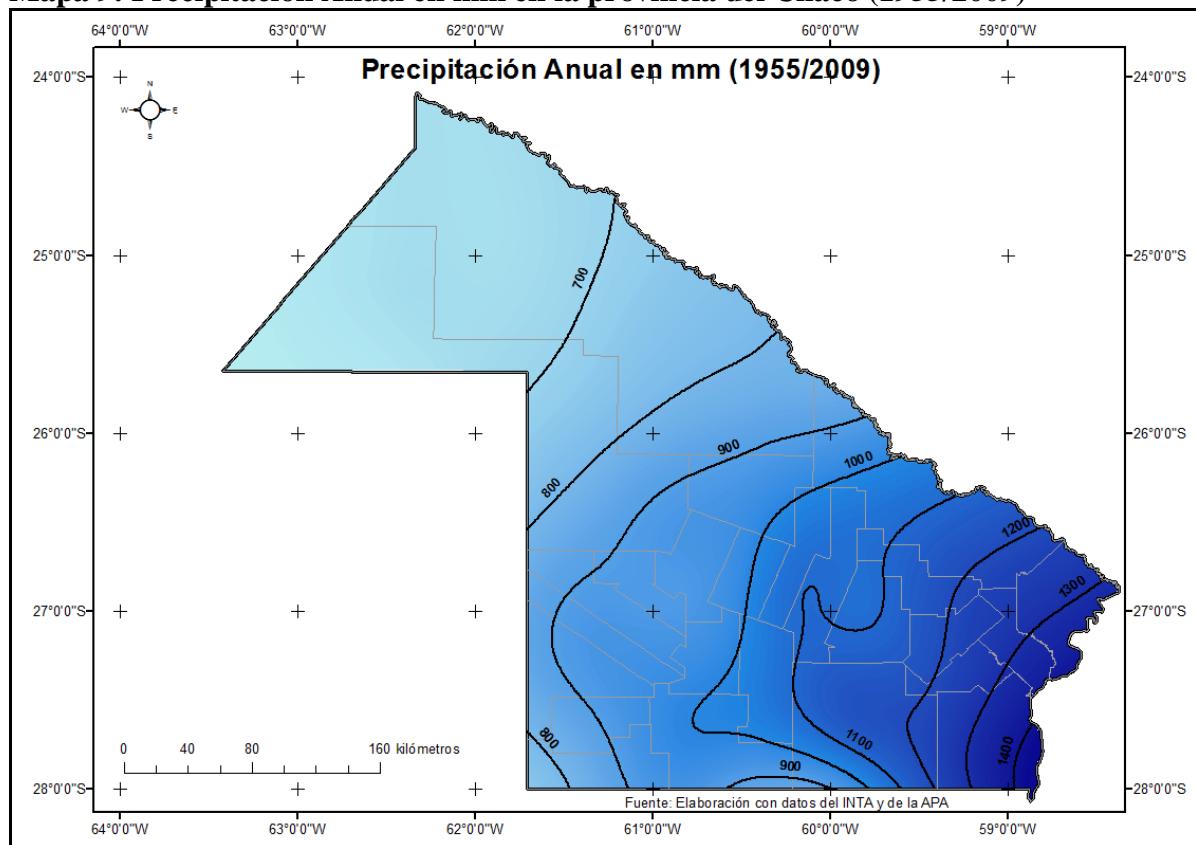
En cuanto a las medidas de dispersión representadas (cuartiles) se puede decir que entre los parámetros de Q1 y Q3 se concentran el 50% de los valores analizados, como ejemplos podemos mencionar que en Gral. Vedia la precipitación oscila entre los 1040 mm y 1515 mm y entre los 450 mm y 769 mm en Taco Pozo.

En el **Mapa 9** se representa la precipitación anual (en mm) durante el período de estudio para la provincia; en el mismo se puede observar que las isohietas se disponen en sentido submeridiano, principalmente en el sector centro-este, mientras que hacia el oeste adquieren una dirección noreste-suroeste. Las isolíneas se han trazado con una

equidistancia de 100 mm, registrándose los valores más altos en el oriente (Resistencia con 1326 mm) y los más bajos al occidente (610 mm en Taco Pozo). Esto último da cuenta de un gradiente que disminuye paulatinamente desde el este hacia el oeste (entre 1300 mm y 700 mm) que puede estar dado por la regularidad del terreno y la influencia del factor continental.

De particular importancia resulta la isohieta de 900 mm ya que constituye el límite occidental del área considerada con excesos pluviométricos, sin embargo, se debe tener en cuenta que su localización en el espacio es significativamente variable.

Mapa 9: Precipitación Anual en mm en la provincia del Chaco (1955/2009)

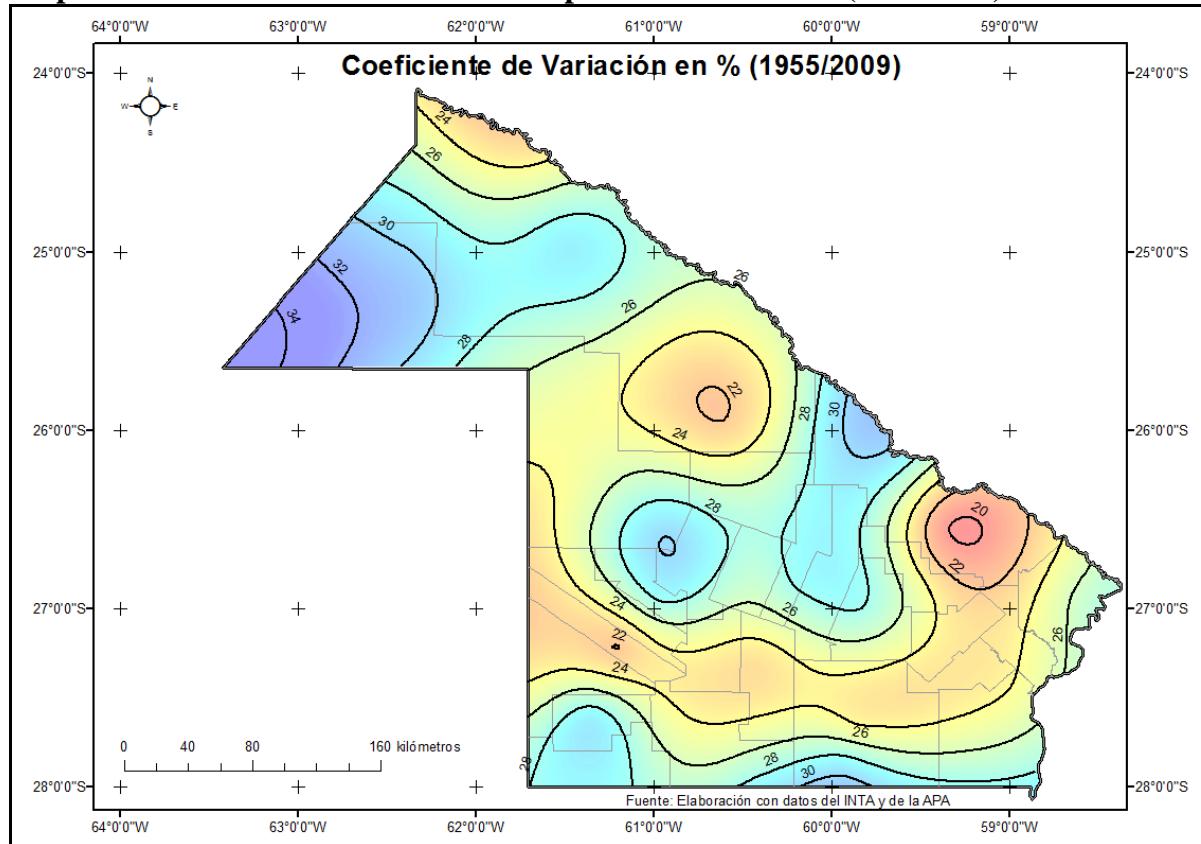


El coeficiente de variación muestra una variabilidad interanual relativamente alta en todas las estaciones trabajadas, tal como se puede observar en la **Tabla 14** y en el **Mapa 10**, sus valores oscilan entre un máximo de 35 % en Taco Pozo y un mínimo de 20% en Gral. San Martín.

Los valores altos de coeficiente de variación en el extremo oeste de la provincia responden, como sugieren algunos investigadores, a las características semiáridas del sector, sin embargo, también se advierte valores relativamente altos (superior a 26 %) en el centro-norte y sur de la provincia que puede deberse, además del factor

continental, a la influencia del Fenómeno del Niño u Oscilación del Sur (Nicholls, 1988; Nicholls and Wong, 1990).

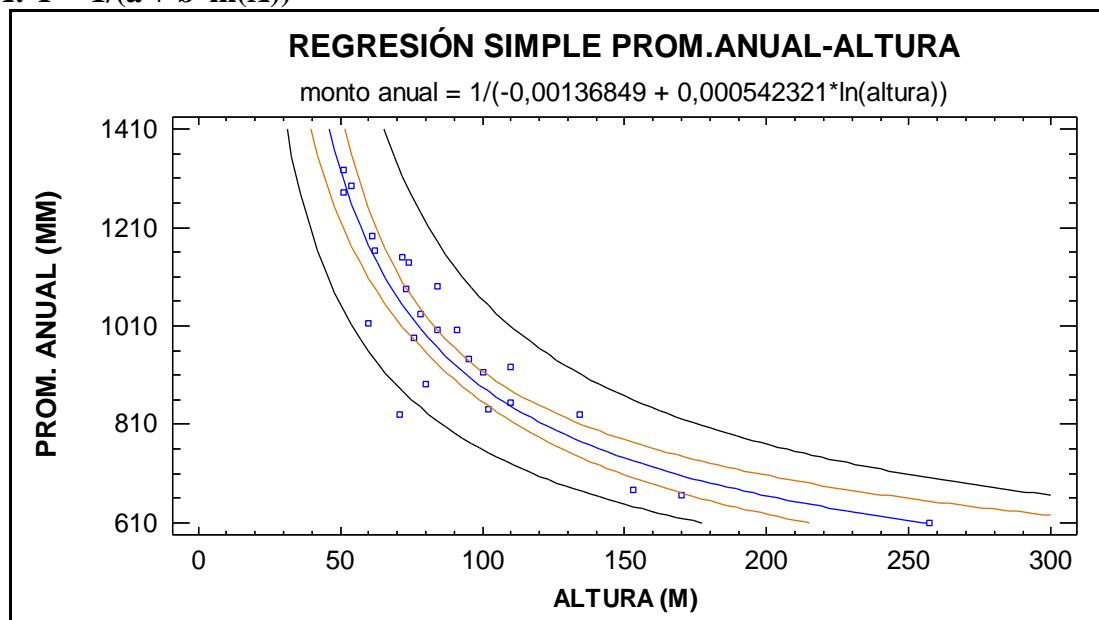
Mapa 10: Coeficiente de Variación en la provincia del Chaco (1955/2009)



Para detectar la relación que se establece entre las variables precipitación anual y altura del terreno se confeccionó el **Gráfico 4** de Regresión Simple (No Lineal). En éste se puede observar una relación no lineal indirecta entre las variables de estudio, es decir, la precipitación anual disminuye a medida que aumenta la altura lo que pone de manifiesto dos aspectos: primero la influencia del factor continental es significativa y segundo, que aún a los 300 metros de altura, no se observa el fenómeno orográfico.

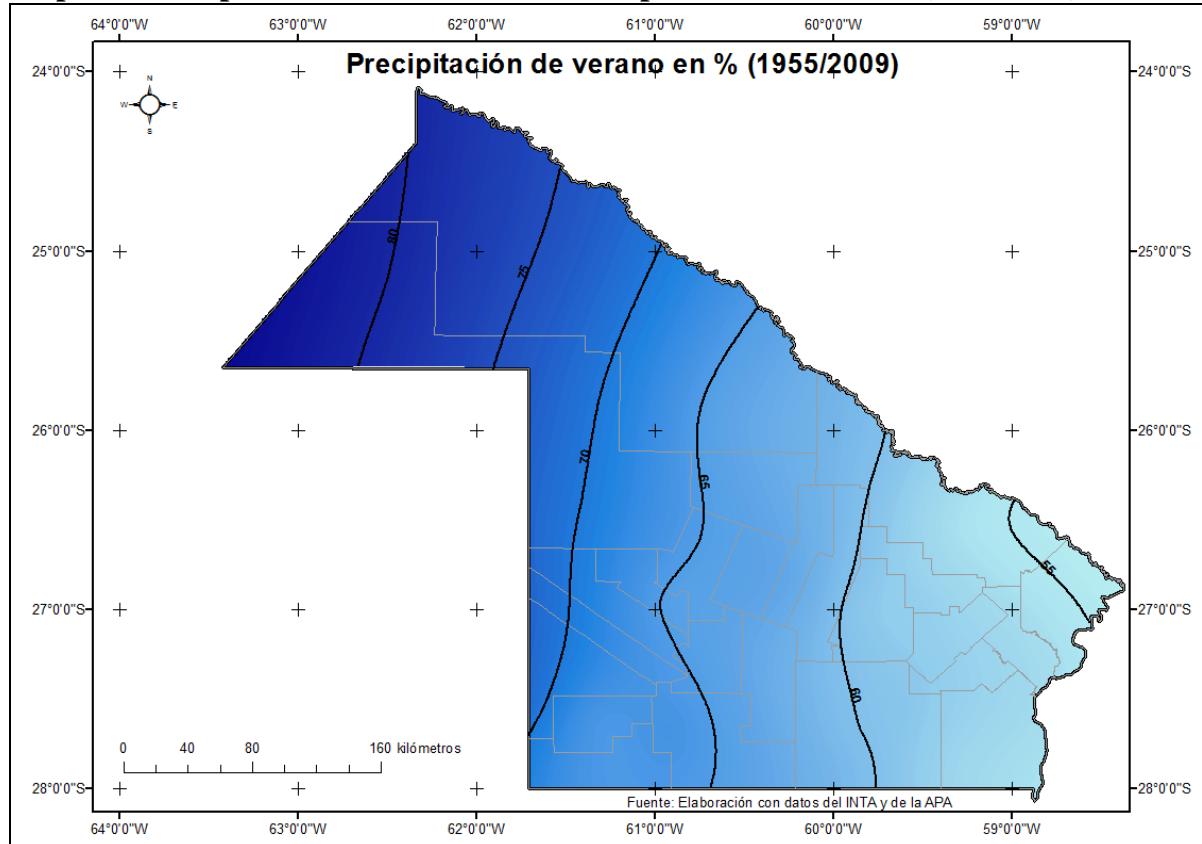
En el **Mapa 11** se puede observar el porcentaje de precipitación que se produce durante el verano (comprende los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo) en relación con el total del período considerado. Las isolíneas se disponen en sentido submeridiano con valores que aumentan desde el 55 % en Gral. Vedia hasta 83 % en Taco Pozo; cabe señalar que a partir del valor de 65 % hacia el oeste, el gradiente se acentúa evidenciando la estacionalidad de las precipitaciones en este sector, comportamiento que no se describe al oriente de dicha isolínea.

Gráfico 4: Regresión simple (No Lineal) en la provincia del Chaco (Inversa-Y Log-X; Y = 1/(a + b*ln(X))



Fuente: Elaboración propia.

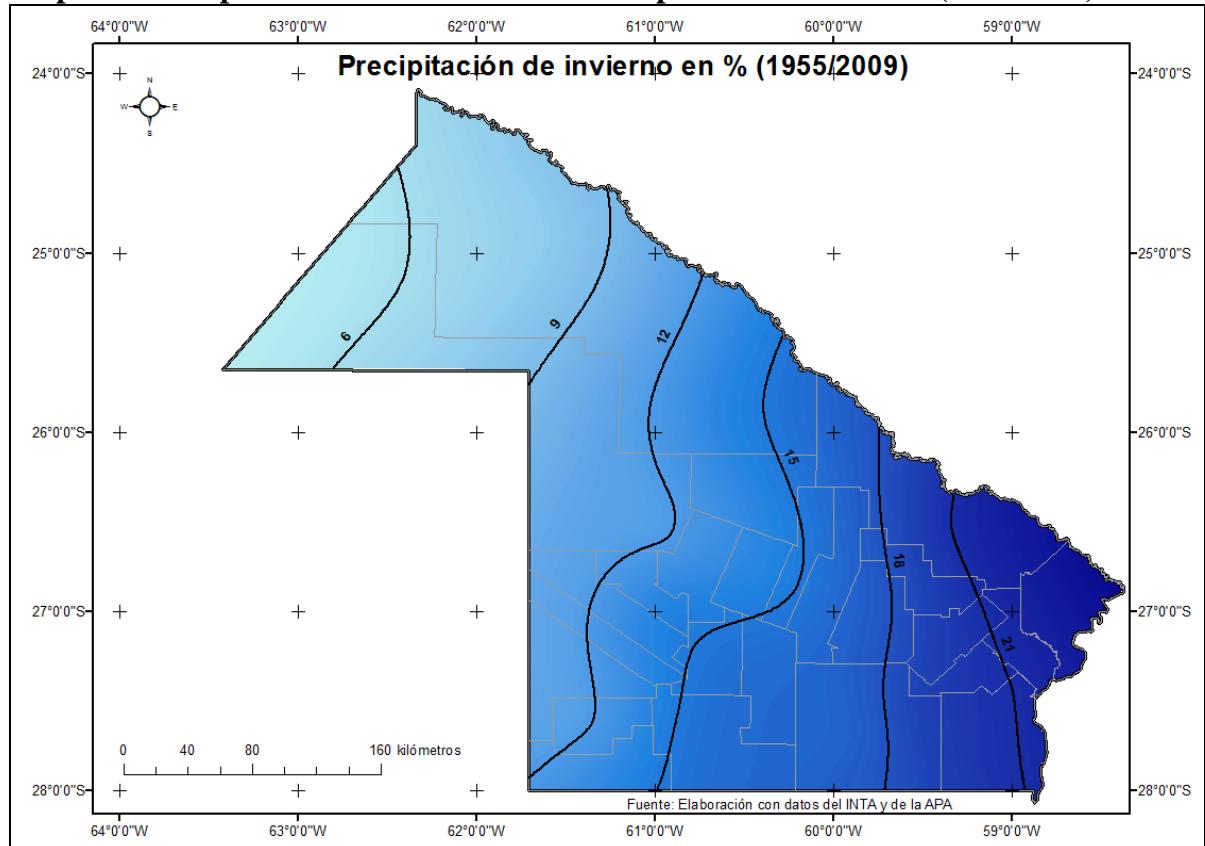
Mapa 11: Precipitación de Verano en % en la provincia del Chaco (1955/2009).



Por otra parte, en el **Mapa 12** que representa el porcentaje de precipitaciones durante el invierno (comprende los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre), se puede observar que el gradiente disminuye lentamente de este a oeste destacando una

mayor regularidad en el aporte de lluvias durante esta estación, preferentemente en el centro-este de la provincia.

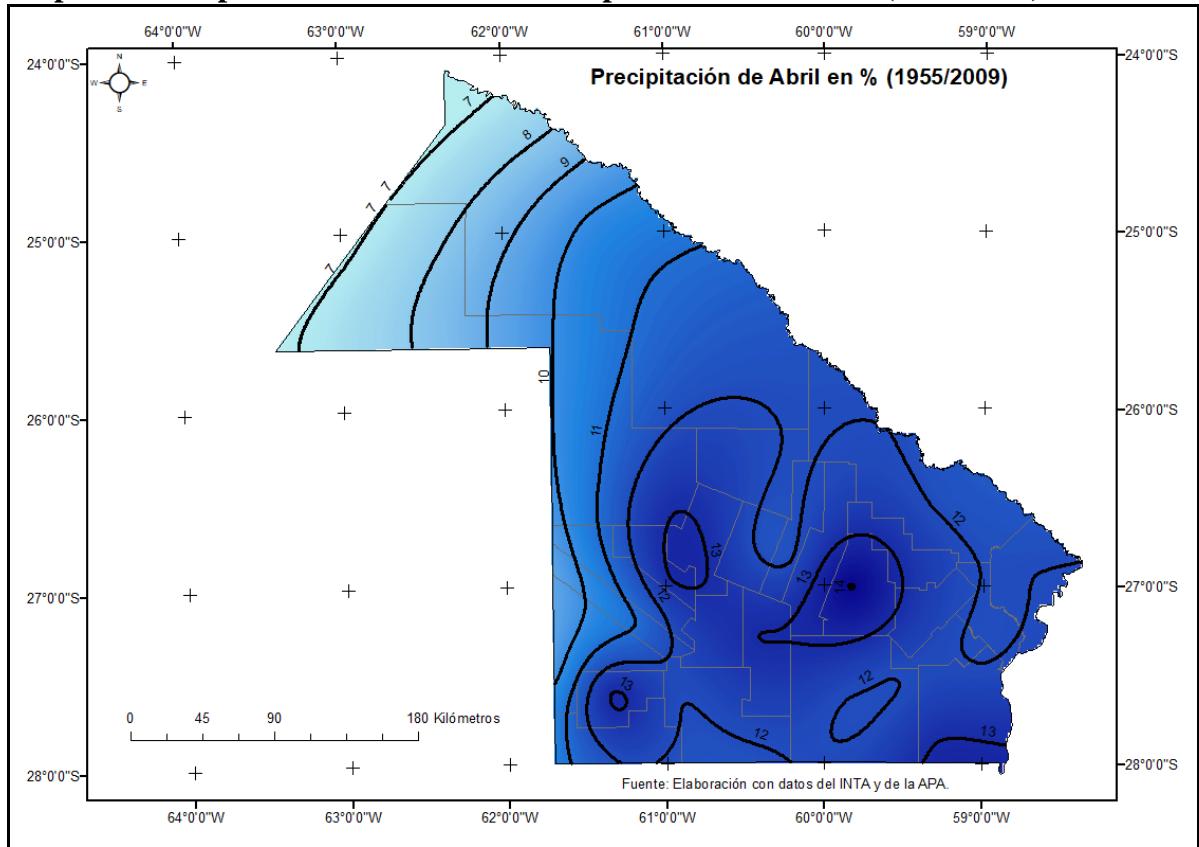
Mapa 12: Precipitación de Invierno en % en la provincia del Chaco (1955/2009).



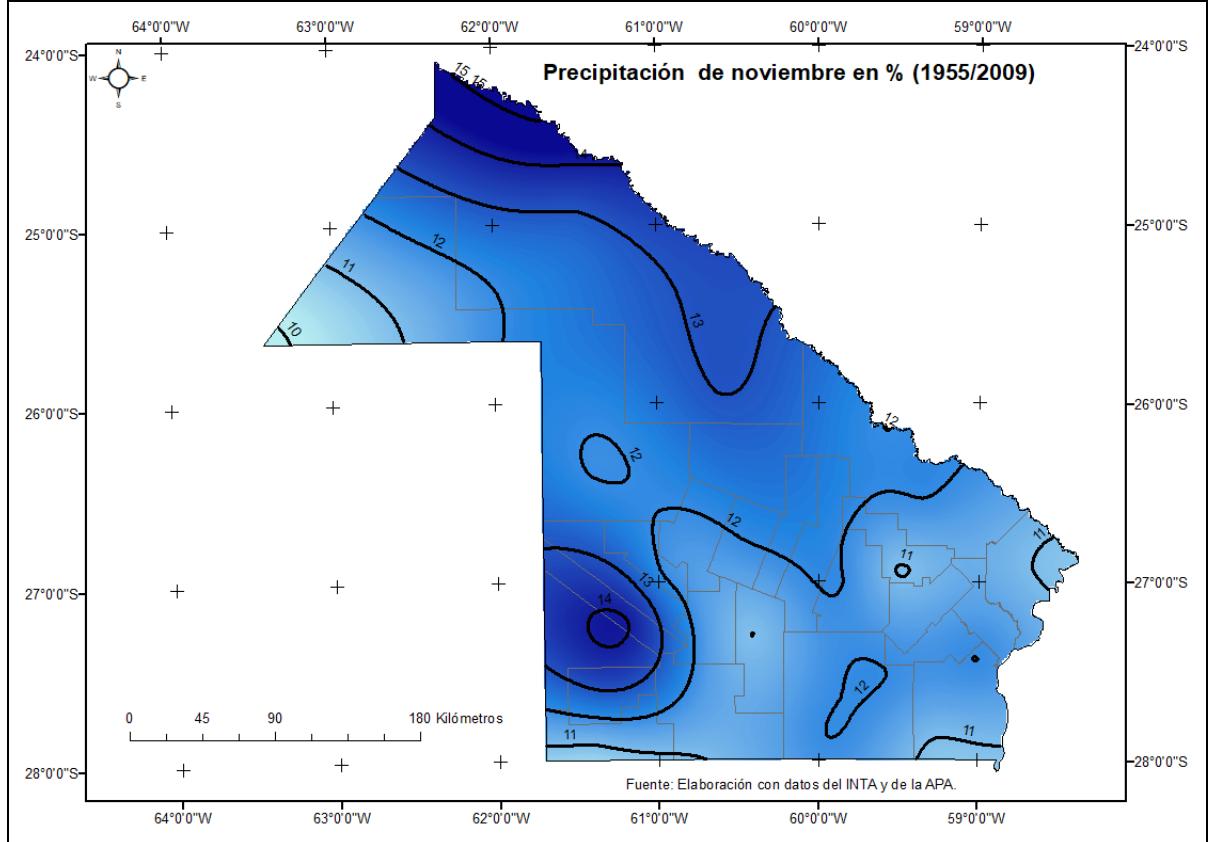
El **Mapa 13** representa el porcentaje de precipitación durante el mes de abril. En este se puede observar que los valores más altos se encuentran en el este y centro de la provincia y los valores más bajos hacia el oeste. Cabe señalar que las isolíneas que se encuentran hacia el este con valores superiores a 12 % se presentan en el espacio sin orden aparente, como núcleos lluviosos, dando cuenta de la variabilidad de las precipitaciones durante este mes, sin embargo, hacia el oeste de esta isolínea las mismas se disponen en sentido submeridiano y con un gradiente marcado, evidenciando el menor aporte de lluvias en este momento del año.

Asimismo, la situación del mes de noviembre (**Mapa 14**) evidencia un comportamiento irregular de las lluvias especialmente en el centro y este del territorio, mientras que hacia el oeste las isolíneas adquieren cierta regularidad en el trazado y tienden a disponerse en sentido subparalelo cuyos valores disminuyen de norte a sur. Por último, cabe señalar que, comparado con la situación de abril, presenta un comportamiento opuesto a este.

Mapa 13: Precipitación de abril en % en la provincia del Chaco (1955/2009).



Mapa 14: Precipitación de noviembre en % en la provincia del Chaco (1955/2009).



El análisis del monto anual durante el período de estudio se sintetiza en la **Tabla 15** en la que se consigna la precipitación media anual por quinquenio (en mm) durante el período 1955/2009, según estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia de Chaco. De ella se puede destacar lo siguiente:

1. Tendencia al descenso en los dos primeros quinquenios (1955/1964): en las localidades de Basail, Gral. San Martín, Charadai, La Sabana, Quitilipi, Villa Berthet, Coronel Du Graty, Pcia. Roque Sáenz Peña, Juan J. Castelli, Hermoso Campo y Gancedo;
2. Tendencia al descenso en los tres primeros quinquenios (1955/1969): Gral. Vedia, Resistencia y Pcia. Roca;
3. Tendencia al descenso en los cuatro primeros quinquenios (1955/1974): Cote Lai;
4. Tendencia al descenso en los primeros cinco quinquenios (1955/1979): Colonia Elisa, Pcia. Plaza, Corzuela y Los Frentones.
5. Por otra parte, en las localidades Concepción del Bermejo, Charata y Chorotis, se observa una tendencia ascendente en los primeros quinquenios (1955/1964 y 1955/1974, respectivamente).

Tabla 15: Precipitación media anual (mm) por quinquenio según estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia del Chaco (período 1955/2009)

ESTACIÓN/PUESTO	1955/59	1960/64	1965/69	1970/74	1975/79	1980/84	1985/89	1990/94	1995/99	2000/04	2005/09
1 Gral. Vedia	1285	1233	1209	1365	1095	1408	1353	1536	1524	1256	985
2 Resistencia	1381	1263	1240	1390	1275	1467	1485	1384	1503	1217	980
3 Basail	1208	1028	1200	1071	1079	1384	1497	1506	1554	1537	1034
4 Gral.J.San Martín	1279	1149	1157	1078	971	1266	1197	1246	1083	1117	990
5 Cnia. Elisa	1170	1123	1110	1095	965	1168	1300	1202	1340	1297	881
6 Pcia. de la Plaza	1288	1249	1160	1042	1045	1266	1206	1318	1291	1223	1032
7 Cote Lai	1254	1087	958	928	797	1077	1169	1209	1297	1355	848
8 Charadai	1190	1003	1083	1087	840	1293	1125	1319	1354	1404	1109
9 La Sabana	1261	916	1136	1118	635	949	997	988	917	1310	940
10 Pcia. Roca	1018	867	617	1151	961	1219	1287	1147	1012	968	784
11 Quitilipi	1215	1052	1157	1056	898	1231	1074	1218	1058	1024	1003
12 Villa Berthet	1199	1036	1099	1056	797	1078	1105	1164	1038	949	857
13 Cnel. Du Graty	929	799	872	961	902	1082	1020	1107	1142	1215	810
14 P.R. Saenz Peña	1147	942	1003	992	946	983	1025	1175	998	1062	739
15 Chorotis	789	802	832	972	717	872	727	812	888	987	729
16 J.J. Castelli	1025	811	939	748	789	902	889	862	759	904	751
17 Conc. del Bermejo	919	969	862	880	870	1031	975	1126	894	939	735
18 Corzuela	1127	965	933	877	724	1149	938	958	833	927	654
19 Charata	858	1004	974	959	871	1141	1053	946	914	896	747
20 Hermoso Campo	841	662	880	944	841	1039	1048	1051	869	814	815
21 Los Frentones	936	851	850	832	799	918	805	811	845	781	710
22 Gancedo	905	754	904	983	879	939	866	783	743	765	736
23 M.Nva.Pompeya					747*	728	590	722	799	693	523
24 El sauzalito							677	754	635	542	724
25 Taco Pozo				438**	670	615	484	499	566	834	669

* Comprende el año 1979

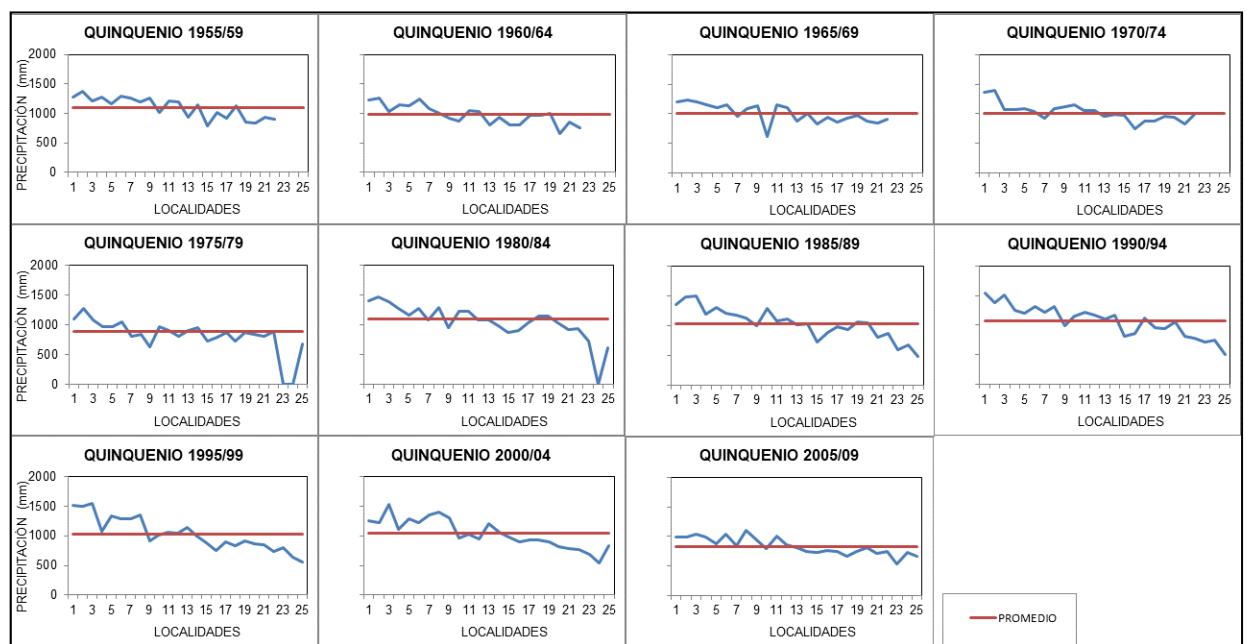
**Comprende los años 1973 y 1974

De lo anterior resulta evidente que en los primeros quinquenios se registra un descenso en los montos pluviométricos, no obstante, esta característica no es permanente ni homogénea en el tiempo y el espacio. Así mismo resulta interesante señalar que en los últimos dos quinquenios (2000/2009) del período analizado se advierte un comportamiento temporal espacial similar.

En el **Gráfico 5** se observa el comportamiento de los valores de precipitación media anual por quinquenio. En estos se advierten dos sectores bien diferenciados: el oriente y el occidente, el primero de ellos presenta montos por encima del promedio de la serie trabajada mientras que en el segundo se registran por debajo. No obstante, esta característica no se manifiesta de manera regular en todo el espacio de estudio.

Por otra parte, cabe señalar que durante los quinquenios 1965/69, 1970/74, 1975/79, 2005/09 la característica mencionada anteriormente se desdibuja en el espacio, probablemente por dos situaciones simultáneas: primero una disminución en los valores medios de precipitación en las estaciones y puestos pluviométricos correspondientes al sector oriental y por el contrario, un incremento en el sector occidental.

Gráfico 5: Precipitación media anual (mm) por quinquenio según estación meteorológica y puesto pluviométrico*en la provincia del Chaco (período 1955/2009)



*El nombre de las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos se puede consultar en la **Tabla 15**.

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Anomalías pluviométricas

Las anomalías, tal como lo señala Yevjevich (1972), permiten mantener un registro de las fechas de inicio, finalización y duración de los eventos o rachas secas y húmedas, además de ser relativamente sencillo de calcular.

Las anomalías pluviométricas se hallaron calculando las diferencias que presenta cada uno de los valores de precipitación con el promedio del mes del período considerado (1955/2009); los resultados fueron registrados en una tabla de datos en mm, luego estas diferencias fueron expresadas en proporción porcentual del promedio (Ver ejemplo en **Anomalías según estación meteorológica y puesto pluviométrico de la provincia del Chaco (1955/2009) en Anexos pág. 288**).

Ulteriormente se definió una escala de grisados cuantitativos para identificar los meses que presentan anomalías positivas y negativas, las cuales se cuantificaron y organizaron en intervalos que van desde 0, 1 % a más de 100% (las precipitaciones exceden al promedio) y desde -0,1% hasta -100 % (que indica disminución y ausencia de precipitación). Cabe señalar que el valor de 0 % se corresponde con precipitaciones iguales al promedio de la serie, por lo tanto, no se tuvo en cuenta en el análisis (ver **Tabla 11: Clasificación de los intervalos de las anomalías de precipitación pág. 32**).

Asimismo se ha considerado que una sequía o inundación es importante cuando tiene cierta extensión en el espacio estudiado, de allí que autores como Melendo (1992), Bobba (1999), Costa (1999), entre otros, consideran el evento (particularmente la sequía) relevante cuando el número de localidades afectadas igualaba o superaba el 70%. Dado que el espacio estudiado, la provincia de Chaco, corresponde a una escala relativamente mayor a la trabajada por estos autores, cuyo área se extendió a una región, se consideró que estos eventos resultan relevantes con una coincidencia de más de un 50 % atendiendo a las características climáticas del territorio.

Por otra parte, Valiente (2001) plantea la necesidad de trasladar en formato numérico las definiciones operativas de las sequías para identificar las características de los eventos secos. En este sentido, Burton y otros (1978) definen siete parámetros para caracterizarla: magnitud (independiente), duración, frecuencia, velocidad de implantación y espaciamiento temporal (componente temporal), extensión y dispersión espacial (componente espacial).

Los eventos secos son sucesos característicos de la variabilidad pluviométrica como también los son los episodios húmedos, por lo que los parámetros planteados anteriormente pueden ser utilizados también para caracterizar a este último.

De los parámetros mencionados anteriormente se tuvieron en cuenta para este trabajo los siguientes: magnitud, duración, frecuencia, espaciamiento temporal y extensión espacial.

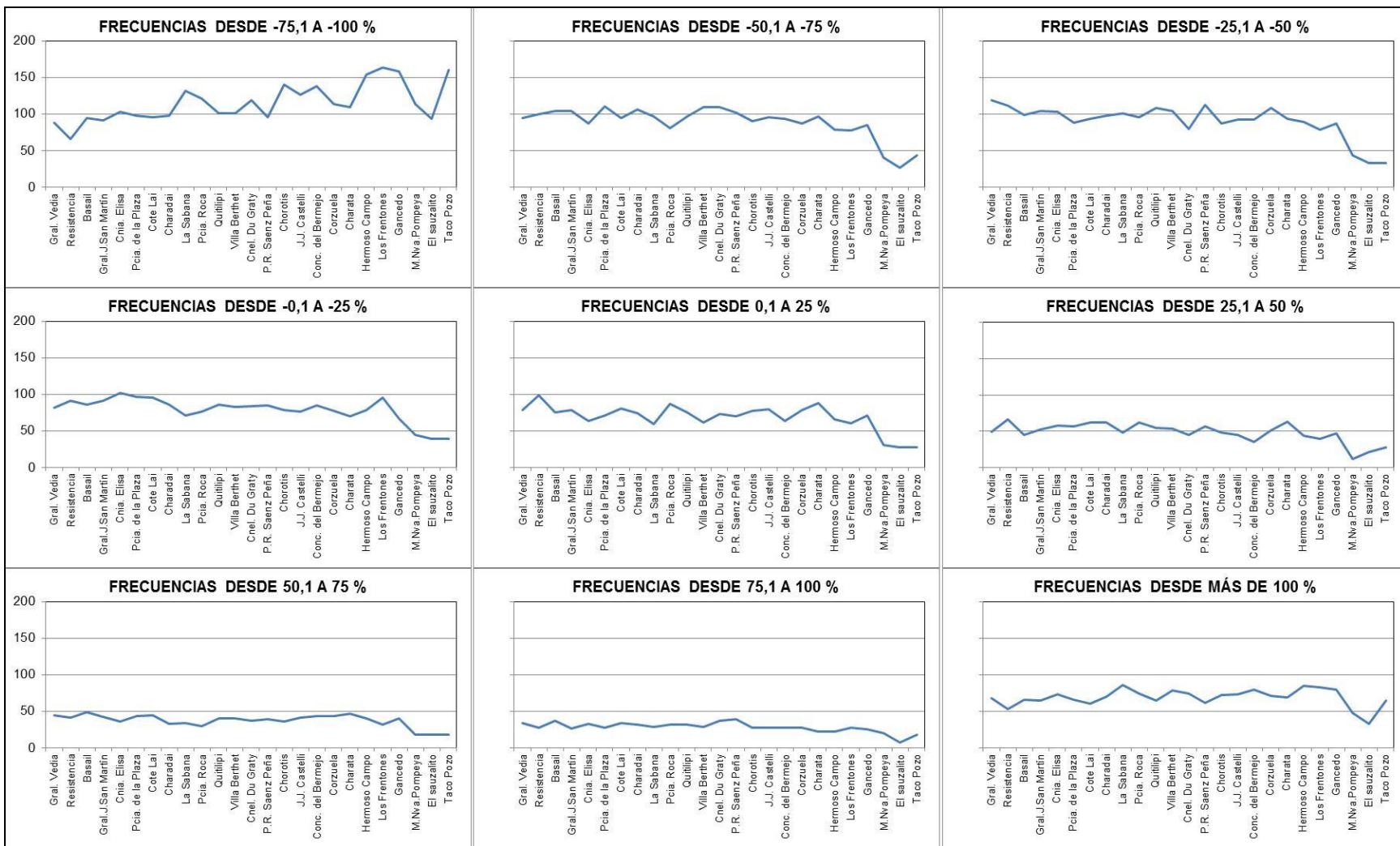
Cabe aclarar que la intensidad de los eventos secos y húmedos resulta, según Chow y otros (1994) de la relación entre la altura de agua de precipitación y la unidad de tiempo. En este trabajo se estima que una sequía o evento húmedo es tanto más intenso o grave cuando más se aparta del promedio de la serie y se prolonga en el tiempo (mensual o anual) en forma ininterrumpida. Es decir, se relacionan los parámetros de magnitud y duración para estimar la significatividad o intensidad del evento en el espacio de estudio.

3.4.1 Frecuencia.

La frecuencia es el número de casos, de anomalías positivas y negativas, que se producen en un período considerado. No obstante, puede medirse a través de la probabilidad empírica de que la precipitación sea inferior o superior a la media o del período de retorno del evento seco o húmedo (Valiente, 2001).

El **Gráfico 6** muestra la frecuencia absoluta (número de casos) de anomalías de la serie trabajada para cada estación meteorológica y puesto pluviométrico según intervalo. En él se observó que la clase comprendida entre -75,1 a -100 % es la que concentró la mayor frecuencia para el período de estudio, con un mínimo de 66 casos en Resistencia y que se elevaron hasta 163 en Los Frentones, dando cuenta de un gradiente que aumenta desde el este hacia el oeste y describe un comportamiento espacial heterogéneo. En las clases de anomalías negativas y positivas sucesivas se observó un gradiente opuesto que disminuye de este a oeste y presenta un comportamiento más homogéneo. El intervalo de más de 100 % experimentó un leve aumento en la frecuencia en todas las estaciones y puestos pluviométricos, también describe una curva homogénea pero no se evidencia la presencia de un gradiente.

Gráfico 6: Frecuencias Absolutas de anomalías según intervalo en la provincia del Chaco (1955/2009).



Fuente: Elaboración propia.

Estos resultados permitirían confirmar lo ya mencionado anteriormente por Bruniard (1978) cuando señala que en términos generales y en una larga serie de años se observará que son más frecuentes los valores pluviométricos inferiores a la media, tanto anuales como mensuales; no obstante, muchos años secos son compensados por pocos años muy húmedos.

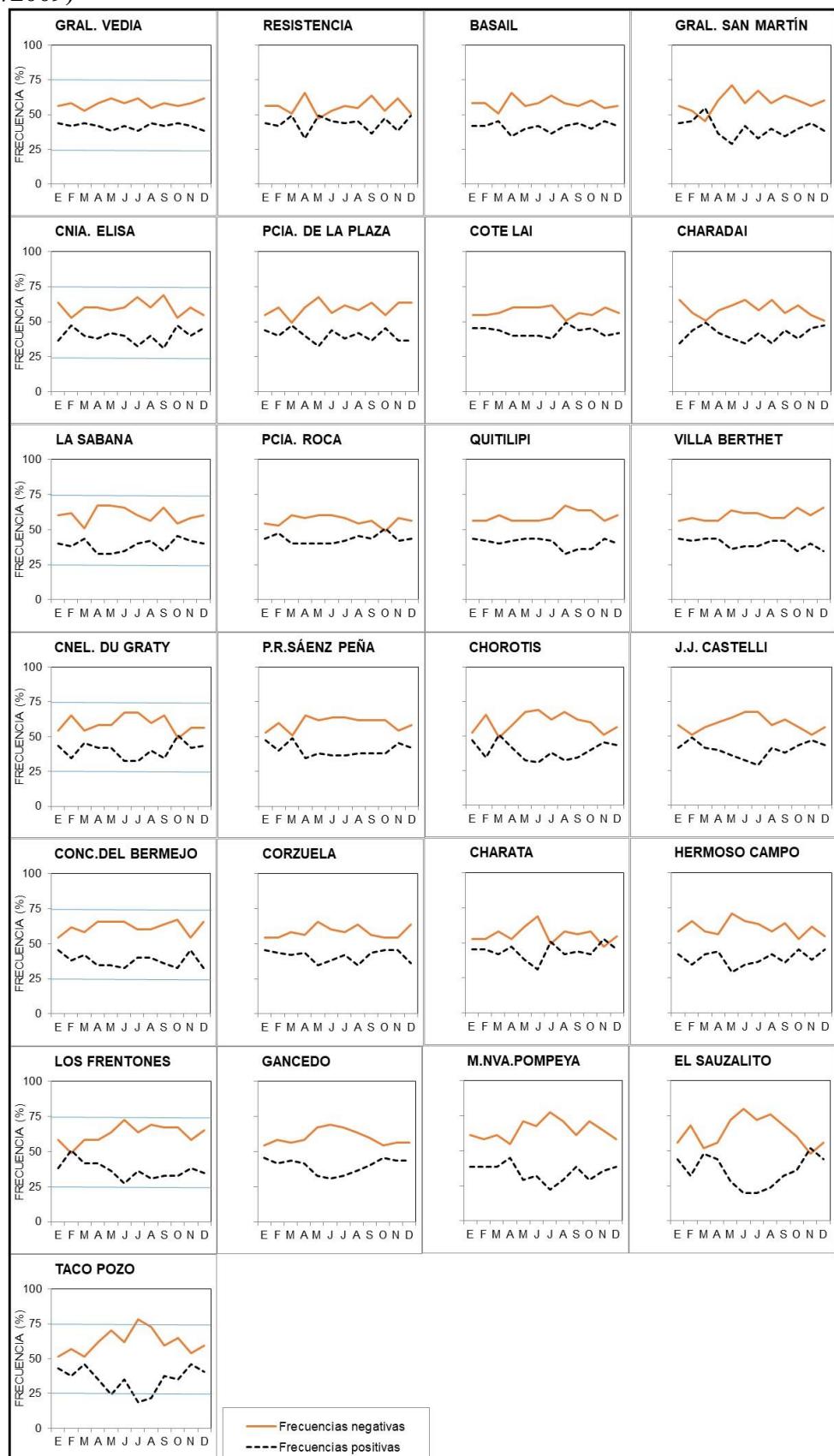
El **Gráfico 7** muestra la frecuencia relativa (%) de anomalías positivas y negativas por estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos durante el período 1955/2009, nótese en primer lugar que las anomalías negativas son las que se suceden con más frecuencia que las positivas, no obstante, se pueden identificar ciertos comportamientos:

1. Todos los meses del año con anomalías negativas superiores a las positivas: Gral. Vedia, Basail, Cnia. Elisa, Pcia. de La Plaza, Cote Lai, Charadai, La Sabana, Quitilipi, Villa Berthet, P.R.Sáenz Peña, J.J. Castelli, Conc. del Bermejo, Corzuela, Hermoso Campo, Gancedo, M.Nva. Pompeya, Taco Pozo;
2. Un mes con anomalías positivas superior a las negativas: Resistencia (My⁵), Gral. San Martín (Mz), Pcia. Roca (Oc), Cnel. Du Graty (Oc), Chorotis (Mz), Los Frentones (Fb) y El Sauzalito (Nv);
3. Dos meses con anomalías positivas superior a las negativas: Charata (Jl y Nv).

Asimismo, resulta interesante mencionar que las anomalías se sucedieron con una frecuencia superior a 25 % e inferior a 75 % en la mayoría de las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos, con excepción de M. Nva Pompeya, El Sauzalito y Taco Pozo, en las cuales las anomalías negativas superaron el límite superior en los meses de junio, julio y agosto (oscilan entre un 76% y 80 %) y las anomalías positivas se presentaron por debajo del límite inferior en los meses de mayo, junio, julio y agosto especialmente en estos dos últimos puestos pluviométricos (El Sauzalito y Taco Pozo).

⁵ Abreviaturas de los meses empleadas por Fritschy (1998): enero (En), febrero (Fb), marzo (Mz), abril (Ab), mayo (My), junio (Jn), julio (Jl), agosto (Ag), septiembre (Se), octubre (Oc), noviembre (Nv) y diciembre (Dc).

Gráfico 7: Frecuencia relativa (%) de anomalías positivas y negativas según estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia del Chaco (1955/2009)



Fuente: Elaboración propia:

Por último, se debe señalar que para esta serie de datos (1955/2009) es frecuente que las anomalías positivas superen a las negativas en los meses de verano, específicamente en marzo, octubre y noviembre pues en ellos se concentran los máximos valores pluviométricos.

En el **Gráfico 8** se representan las anomalías negativas de los intervalos -0,1 a -25 %, -50,1 a -75 % y -75,1 a -100 %, que corresponden a las categorías disminución leve, disminución moderada a grave y disminución grave o ausencia de precipitación, respectivamente.

El análisis realizado permite advertir lo siguiente:

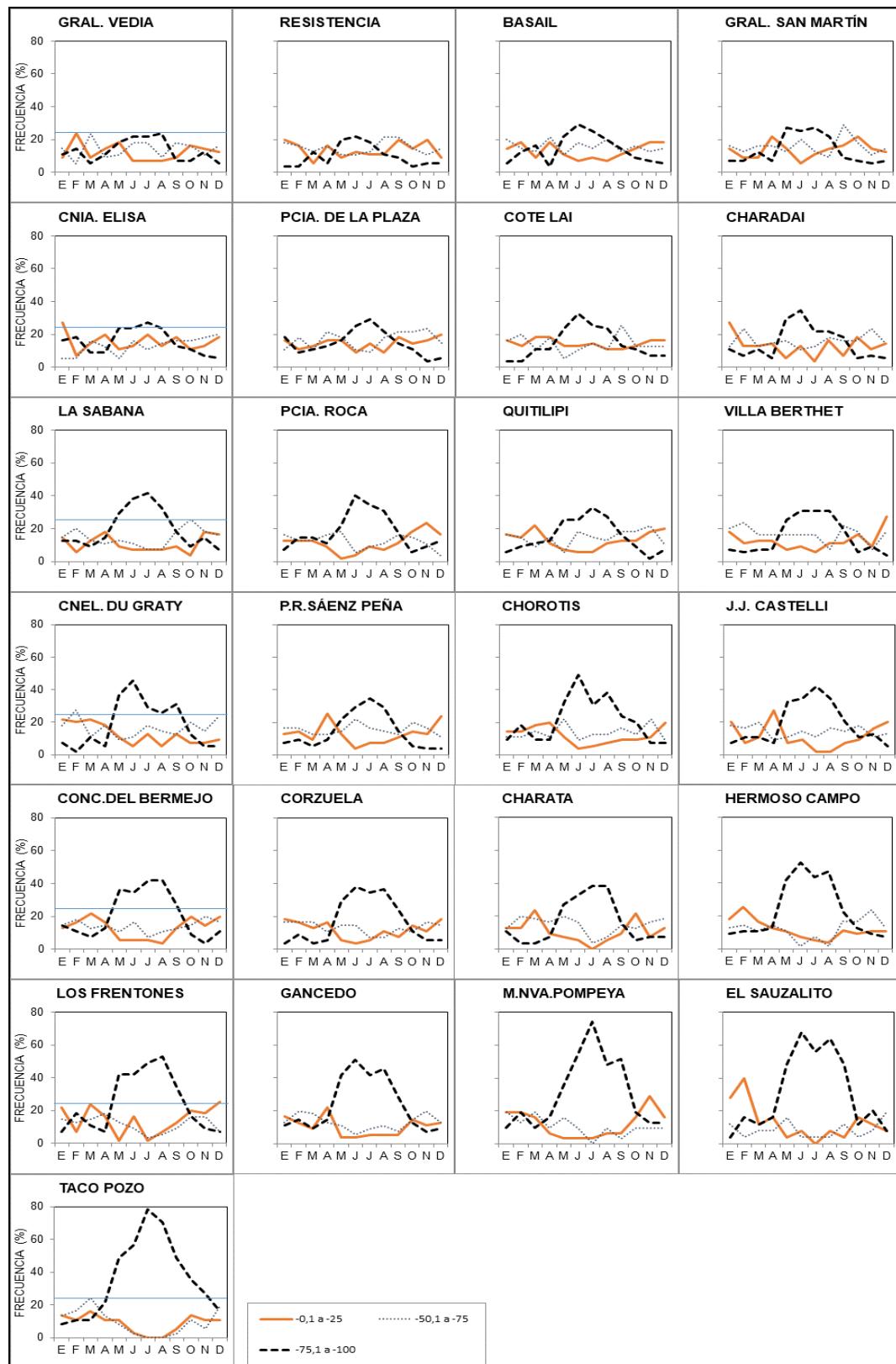
1. Las dos primeras categorías se presentaron como curvas multimodales y pueden desarrollarse en cualquier momento del año, no obstante, se concentraron preferentemente durante los meses de transición y el verano, mientras que la tercera clase, si bien es factible su desarrollo durante el año se presentó con mayor frecuencia en el invierno, aspecto que se profundiza desde el este hacia el oeste provincial, y en menor medida en los meses de verano.

2. La frecuencia con las que se manifestaron estas anomalías, correspondientes a las categorías disminución leve y disminución moderada a grave, por lo general es inferior al 25 %, no obstante, se observaron algunas excepciones en la categoría -0,1 a -25%: en Colonia Elisa y Charadai (En), Villa Berthet y Los Frentones (Dc), M. Nva. Pompeya (Nv), El Sauzalito (Fb) que superaron levemente el parámetro de 25 %, como también en el intervalo comprendido entre -50,1 a -75 %: en Gral. San Martín y Cote Lai (Se) y Cnel. Du Graty (Fb).

3. El intervalo denominado disminución grave o ausencia de precipitación se presentó con una frecuencia superior al 25 % en el período invernal en la mayoría de las estaciones y puestos pluviométricos con excepción de Gral Vedia y Resistencia.

Para concluir se podría decir que la disminución leve (-0,1 a -25 %) y la disminución moderada a grave (-50,1 a -75 %) de las precipitaciones se suceden en la provincia del Chaco y durante el periodo de estudio con una frecuencia inferior al 25 %, mientras que las anomalías que implican una disminución grave (-75,1 a -100%) superan este valor y se circunscriben durante el invierno, aspecto que se profundiza en el interior provincial dando cuenta de la estacionalidad de las precipitaciones.

Gráfico 8: Frecuencia relativa de los meses secos en los intervalos comprendidos entre -0,1 a -25 %, -50,1 a -75 % y -75,1 a -100 % para todas las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia del Chaco (1955/2009).



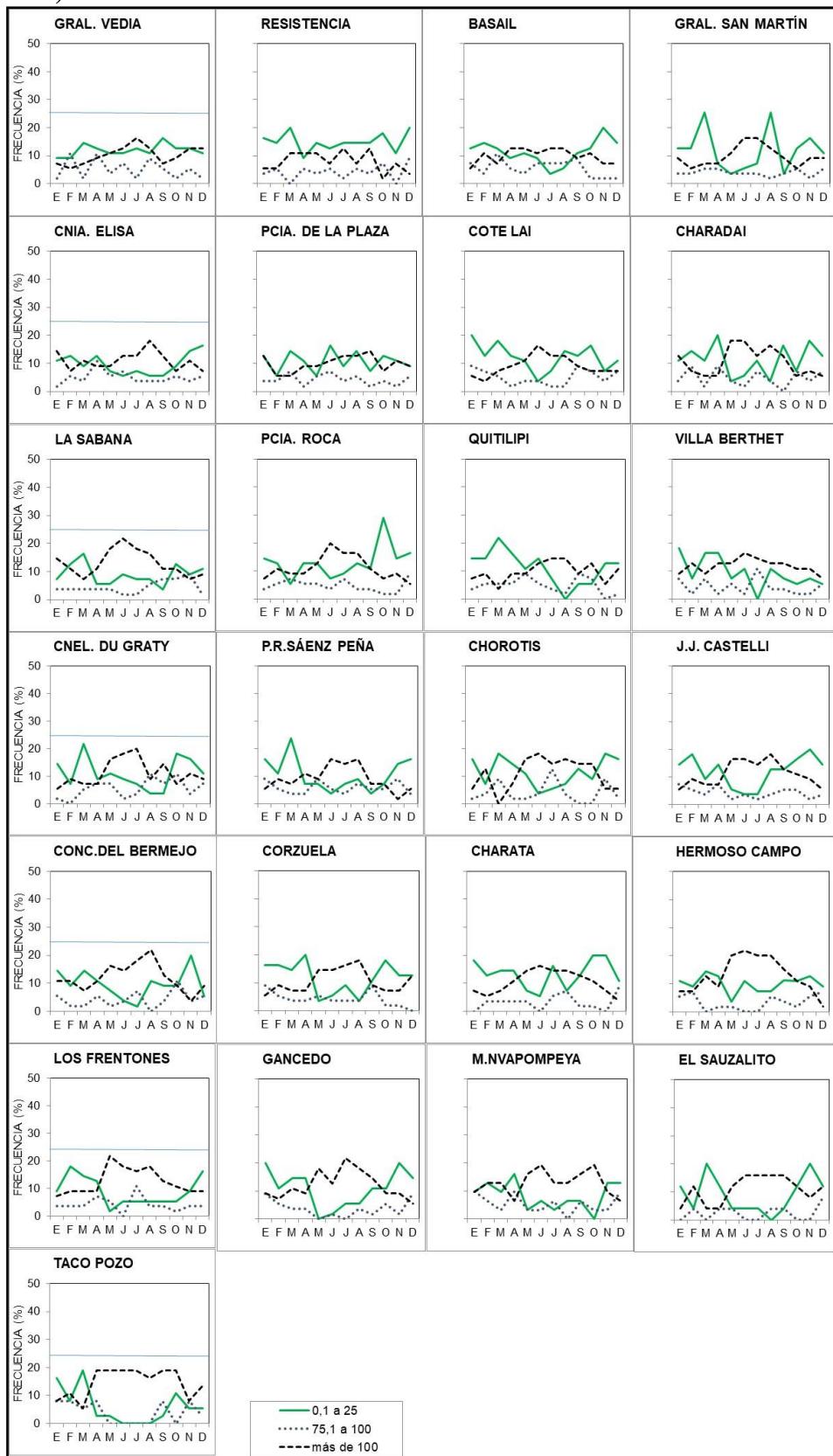
Fuente: Elaboración propia.

El **Gráfico 9** representa la frecuencia relativa de los meses húmedos en los intervalos comprendidos entre 0,1 a 25 % (clasificado como aumento incipiente), 75,1 a 100 % (aumento grave a muy grave) y más de 100 % (aumento muy grave) para todas las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos de la provincia del Chaco y durante el período de estudio. Del mismo se puede señalar lo siguiente:

1. Los tres intervalos analizados presentaron curvas multimodales, es decir, describen un comportamiento heterogéneo tanto en el espacio como en el tiempo, lo que dificulta identificar un patrón en su dinámica que nos permita ensayar una explicación;
2. Se presentaron generalmente con una frecuencia inferior al 25%, no obstante, en Pcia. Roca se supera este valor en el mes de octubre,
3. Resulta interesante señalar que, si bien el comportamiento variable de los intervalos analizados no permite definir la estacionalidad de los mismos, la clase denominada “más de 100 %” o “aumento muy grave” tiende a presentarse con mayor frecuencia durante el invierno, especialmente hacia el centro y oeste provincial. Durante esta estación las condiciones atmosféricas no serían propicias para que se produzcan copiosas lluvias, no obstante, la irrupción de frentes fríos favorecería la producción de abundantes aguaceros que excederían significativamente la media mensual, reflejándose en los resultados que se observaron en cada una de las estaciones pluviométricas. En lo que respecta al resto de las clases y para cada localidad se pueden suceder incrementos en cualquier momento del año.

Para concluir, el análisis de los **Gráficos 7, 8 y 9** permitiría desatar: a) las anomalías negativas se desarrollan con mayor frecuencia que las positivas, b) por lo general se desarrollan entre los umbrales de frecuencia de 25 y 75 %, no obstante, hacia el oeste y durante la estación invernal este comportamiento tiende a desaparecer, c) las anomalías negativas comprendidas en el intervalo de -75,1 a -100 % adquieren cierta estacionalidad desde el centro hacia el interior continental superando el umbral de frecuencia de 25 %, cabe señalar que este comportamiento es significativo hacia el oeste chaqueño dado que lo característico es la ausencia de precipitaciones, d) asimismo las anomalías comprendidas en la clase de más de 100 % adquieren cierta estacionalidad, específicamente en el invierno, hacia el oeste provincial, no obstante en todos los casos analizados se presentan con una frecuencia inferior al 25 %.

Gráfico 9: Frecuencia relativa de los meses húmedos en los intervalos comprendidos entre 0,1 a 25 %, 75,1 a 100 % y más de 100 % para todas las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia del Chaco (1955/2009).



Fuente: Elaboración propia.

3.4.2 Magnitud.

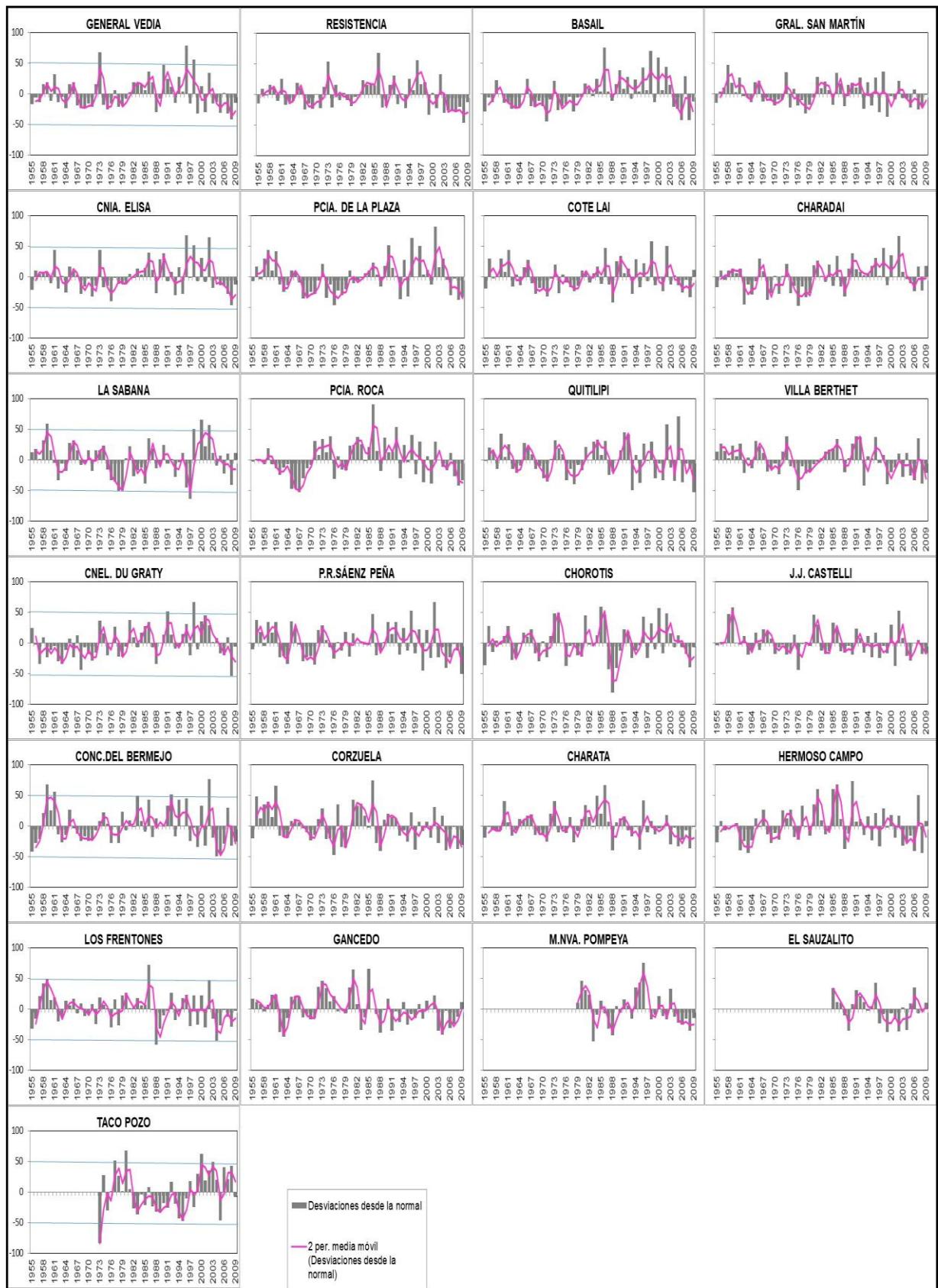
La magnitud se puede definir, en el caso de la sequía, como el déficit medio de precipitaciones durante el período de duración del evento. Puede medirse como la anomalía (en porcentaje) o la diferencia (en valor absoluto) de la precipitación para el período seleccionado (Valiente, 2001). Por su parte Bobba y Minetti (2002) consideran, además de la desviación o déficit de precipitación y la prolongación en el tiempo (persistencia), la extensión del evento en el espacio geográfico. Cabe señalar que estos autores han centrado sus investigaciones en los eventos secos, no obstante, el uso de este parámetro puede extenderse al estudio de las condiciones opuestas, es decir las inundaciones, por cuanto ambos constituyen eventos pluviométricos extremos.

En el apartado anterior el análisis se centró en la frecuencia con que se presentan las desviaciones o anomalías mensuales, no obstante, también es factible observar la magnitud con que se manifiestan debido a que se encuentran clasificadas según intervalos de clase.

En el **Gráfico 10** se exponen, sin embargo, las anomalías anuales en todas las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos durante el período 1955/2009. En el mismo se puede observar que en todos los casos analizados las desviaciones oscilaron entre los parámetros de $\pm 50\%$, no obstante, se registraron ciertas particularidades:

1. Las anomalías anuales positivas superaron con frecuencia el umbral de 50 %, en cambio las anomalías negativas tienden a mantenerse por encima del umbral de -50%.
2. En la mayoría de las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos los años que con cierta frecuencia superaron el límite de 50 % son: 1986, 1996, 1998 y 2002, años en los cuales se registraron episodios de “El Niño”.
3. Por el contrario, los años donde se registraron valores que superan el umbral de -50% son: 1983, 1988, 2004, 2008 y 2009, no obstante, cabe aclarar que este comportamiento no constituye una generalidad espacial y puede responder a los episodios de “La Niña”.
4. Es importante aclarar la situación de Taco Pozo en el año 1973, dado que describe una importante disminución de la precipitación anual con respecto de la media

Gráfico 10: Anomalías anuales en % en todas las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos (1955/2009)



Fuente: Elaboración propia.

de la serie trabajada, que respondería específicamente, a una ausencia de datos en gran parte del año en cuestión.

Por último, cabe mencionar que el análisis de las anomalías anuales enmascara las situaciones extremas identificadas en el apartado anterior, especialmente aquellas que indican ausencia de precipitaciones o por el contrario un incremento de las precipitaciones en más de un 100 % el promedio de la serie trabajada.

3.4.3 Duración e intensidad.

Este parámetro resulta de suma importancia para el análisis de las sequías e inundaciones, ya que a medida que se extienden en el tiempo, las anomalías negativas o positivas agravan aún más las consecuencias que estos eventos producen. En el caso de las sequías, y desde un punto de vista ambiental, la humedad que contiene el suelo será muy sensible a períodos secos cortos (inferior a seis meses), “*lo que supone una menor disponibilidad hídrica para la vegetación, con directas consecuencias tanto para el ecosistema (agotamiento de la biomasa e incremento del riesgo de incendio forestal) como para la agricultura (reducción de las cosechas)*” (Bueno y Sinoga, 2012: 246), mientras que las secuencias secas largas afectan críticamente los recursos hídricos y las actividades asociadas, además de la cubierta vegetal. En el caso de las condiciones opuestas, las inundaciones, las consecuencias son igual de importantes.

Por ello se define a la duración como el tiempo (en este caso meses consecutivos) durante el cual la precipitación total registrada es inferior o superior a la precipitación media de ese mismo período. En tanto la intensidad resulta, en este trabajo, de la relación entre los parámetros de duración y magnitud⁶, es decir que, si el evento seco o húmedo que se prolonga en el tiempo reviste tal gravedad esta se profundiza aún más cuando los valores de precipitación se apartan significativamente del valor medio de la serie.

En las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos de la provincia del Chaco, las secuencias secas más frecuentes son las de dos meses de duración que pueden alcanzar un máximo de 43 episodios en Charata y un mínimo de 16 en M. Nva.

⁶ Vale la aclaración pues los autores Barry y Chorley (1972) definen a la intensidad como el cociente entre cantidad de lluvias caídas y su duración/unidad de tiempo. Ver también Chow y otros (1994).

Pompeya (valores que pueden estar supeditado a la serie de años trabajada). Estas secuencias pueden producirse en cualquier momento del año y desarrollar una disminución de los valores pluviométricos inferior al 50 %, o por el contrario, superar ampliamente este valor. Para corroborar lo antes dicho, se incorporaron al anexo estadístico el detalle de las anomalías de algunas estaciones meteorológica y puestos pluviométricos de la provincia (págs. 288-290).

En menor medida, se registraron secuencias secas de 3, 4 y 5 meses de duración, que pueden producirse en cualquier momento del año, aunque tienden a registrarse generalmente durante los meses invernales, a los que Costa (1999) denomina sequías estacionales.

Asimismo, cabe señalar que en nuestro espacio y durante el período de estudio se desarrollaron secuencias secas de más de 6 meses de duración. En la **Tabla 16** se consignan algunos ejemplos significativos donde se pueden observar el año, el número de meses y período según estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en que se producen las secuencias secas. Su análisis permitiría señalar lo siguiente:

1. Las duraciones de las secuencias secas de más de seis meses no son homogéneas en el espacio. Como ejemplos se pueden mencionar a Hermoso Campo y Charata en 1956/57, el primero presentó una secuencia de 6 meses mientras que el segundo de 8 meses, es decir que, las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos afectados por este evento presentaron variaciones en cuanto a la duración de la secuencia seca durante un mismo año.

2. Generalmente las secuencias secas largas tienden a extenderse en menos del 50 % del territorio.

3. Las secuencias secas pueden afectar a varias localidades en un mismo año (o en dos años consecutivos) pero no necesariamente se producen en el mismo momento, por ejemplo, en una estación meteorológica o puesto pluviométrico se puede desarrollar en invierno mientras que en otra lo hace en invierno y verano.

4. Revisten interés, por la gravedad que implica, aquellas secuencias que se sucedieron en verano, fines de verano y principios de invierno o, fines de invierno y principios de verano pues comprenden los meses donde se producen abundantes precipitaciones (enero, febrero, marzo, abril, octubre, noviembre y diciembre) cuando las temperaturas son más altas.

Tabla 16: Años con secuencias secas iguales o mayores a seis meses de duración en la provincia del Chaco.

Año	Estación Meteorológica/ Puesto Pluviométrico	Duración en meses	Período
1956/57	Gral. Vedia	7	Verano
	Basail	7	Verano
	Coronel Du Graty	6	Verano
	J.J. Castelli	9	Verano e invierno
	Concepción del Bermejo	9	Verano y principio de invierno
	Charata	8	Verano y principio de invierno
1971/72	Hermoso Campo	6	Verano
	Resistencia	6	Verano
	Cote Lai	11	Invierno y verano
	Charadai	10	Invierno y verano
	Pcia. de La Plaza	7	Verano
	Basail	6	Verano
1988	Gral. J. San Martín	7	Fines de invierno y verano
	Colonia Elisa	11	Verano y principio de invierno
	Quitilipi	7	Fines de invierno y verano
	Villa Berthet	11	Invierno y verano
	Concepción del Bermejo	6	Verano
	Corzuela	6	Verano
1988/89	Gral. J. San Martín	8	Invierno
	Quitilipi	7	Invierno
	P.R. Sáenz Peña	8	Invierno
	J.J. Castelli	8	Invierno
	Concepción del Bermejo	10	Verano e invierno
	Corzuela	10	Verano e invierno
2008	Gancedo	8	Invierno
	El Sauzalito	6	Invierno
	Taco Pozo	6	Fines de invierno y principio de verano
	Gral. Vedia	6	Verano
	Cote Lai	13	Invierno y verano
	Charadai	11	Invierno y verano
2008/09	Pcia. de La Plaza	8	Fines de verano e invierno
	Basail	11	Invierno y verano
	Colonia Elisa	12	Verano e invierno
	Villa Berthet	11	Invierno y verano
	Coronel Du Graty	7	Fines de invierno y verano
	Chorotis	15	Verano e invierno
2008	Hermoso Campo	17	Invierno y verano
	Los Frentones	13	Invierno y verano
	Nva. Pompeya	12	Invierno y verano
	Gral.J.San Martín	7	Invierno
	Pcia. Roca	7	Invierno
	Quitilipi	8	Fines de verano e invierno
2008	Coronel Du Graty	7	Verano y principio de invierno
	P.R. Sáenz Peña	6	Fines de verano y principio de invierno
	Chorotis	8	Fines de verano y principio de invierno
	J.J. Castelli	6	Invierno
	Corzuela	7	Fines de verano e invierno
	Los Frentones	7	Fines de verano e invierno
2008/09	El Sauzalito	6	Fines de invierno y principio de verano
	Taco Pozo	6	Verano
	Pcia. de La Plaza	12	Verano e invierno
	Basail	6	Verano
	Quitilipi	12	Verano e invierno
	Villa Berthet	10	Verano e invierno

	Coronel Du Graty	9	Verano y principio de invierno
	P.R. Sáenz Peña	11	Verano e invierno
	Concepción del Bermejo	12	Verano e invierno
	Nva. Pompeya	13	Invierno y verano
2009	Gral. Vedia	6	Fines de verano e invierno
	Chorotis	9	Fines de verano e invierno
	J.J. Castelli	9	Fines de verano e invierno
	Corzuela	9	Invierno y principio de verano
	Los Frentones	6	Fines de verano y principio de invierno
	Gancedo	6	Fines de verano e invierno
	Nva. Pompeya	6	Fines de invierno y principio de verano
	El Sauzalito	7	Fines de invierno y principio de verano
	Taco Pozo	8	Invierno

Fuente: Elaboración propia.

Resulta interesante mencionar secuencias secas de considerable extensión como la registrada en Pcia. Roca durante los años 1965/66 que comprendió 20 meses, La Sabana con una duración de 19 meses (1977/79) y de 27 meses (1995/97), que representan casos muy puntuales que no figuran en la tabla anterior.

Las secuencias húmedas más frecuentes, durante el período de estudio, son las de dos meses de duración que alcanzan un máximo de 43 observaciones en Charadai y Gral. San Martín y un mínimo de 11 en El Sauzalito (se debe tener en cuenta, en este caso, que el período trabajado comprende desde 1985/2009). Estas secuencias se produjeron en cualquier momento del año y, en muchos casos, registraron un incremento de los valores pluviométricos que superan en más de un 100 % el promedio de la serie (ver ejemplos de **Anomalías según estación meteorológica y puesto pluviométrico de la provincia del Chaco (1955/2009)** en Anexo pág. 288)

En la **Tabla 17** se consignan los casos más significativos de las secuencias húmedas iguales o mayores a cuatro meses de duración. Cabe decir que, las secuencias superiores a los cuatro meses de duración disminuyen significativamente, no obstante, se detectaron casos excepcionales que comprenden 10 meses consecutivos en La Sabana, Basail y Los Frentones, 11 en J.J. Castelli y Resistencia, y 12 en Hermoso Campo.

Tabla 17: Años con secuencias húmedas iguales o mayores a cuatro meses de duración en la provincia del Chaco.

Año	Estación Meteorológica/ Puesto Pluviométrico	Duración en meses	Período
1958/59	Gral. Vedia	4	Verano
	Resistencia	4	Verano
	La Sabana	4	Verano
	Cote Lai	4	Verano
	Charadai	4	Verano

	Pcia. de La Plaza	5	Verano
	Basail	4	Verano
	Quitilipi	4	Verano
	P.R. Sáenz Peña	4	Verano
	J.J.Castelli	11	Invierno y verano
	Concepción del Bermejo	5	Verano
	Corzuela	4	Verano
	Los Frentones	4	Verano
1965/66	Gral. Vedia	8	Fines de invierno y verano
	Resistencia	9	Fines de invierno y verano
	La Sabana	10	Invierno y verano
	Cote Lai	6	Verano
	Charadai	7	Verano
	Pcia. de La Plaza	8	Fines de invierno y verano
	Basail	10	Verano e invierno
	Colonia Elisa	6	Verano
	Quitilipi	6	Fines de invierno y verano
	Villa Berthet	7	Fines de invierno y verano
	Coronel Du Graty	5	Verano
	P.R. Sáenz Peña	7	Fines de invierno y verano
	Chorotis	4	Verano
	J.J.Castelli	5	Verano
	Concepción del Bermejo	6	Fines de invierno y verano
	Corzuela	6	Verano
	Charata	6	Verano
	Hermoso Campo	5	Verano
	Los Frentones	5	Verano
	Gancedo	5	Verano
1980/81	Charadai	4	Verano
	Charata	9	Verano y principio de invierno
	Hermoso Campo	12	Verano e invierno
	Los Frentones	4	Verano
1986	Gral. Vedia	4	Principio de Invierno
	Resistencia	5	Fines de verano y principio de invierno
	La Sabana	5	Fines de verano y principio de invierno
	Cote Lai	6	Fines de verano y principio de invierno
	Charadai	4	Fines de verano y principio de invierno
	Pcia. de La Plaza	4	Fines de verano y principio de invierno
	Basail	4	Fines de verano y principio de invierno
	Gral. J. de San Martín	6	Fines de verano y principio de invierno
	Colonia Elisa	5	Fines de verano y principio de invierno
	Pcia. Roca	6	Fines de verano y principio de invierno
	Quiyilipi	5	Fines de verano y principio de invierno
	Villa Berthet	5	Invierno y principio de verano
	Coronel Du Graty	9	Invierno
	P.R. Sáenz Peña	4	Fines de verano y principio de invierno
	Chorotis	5	Fines de verano y principio de invierno
	J.J.Castelli	4	Fines de verano y principio de invierno
	Corzuela	9	Fines de verano e invierno
	Charata	9	Invierno
	Hermoso Campo	5	Fines de verano e invierno
	Los Frentones	10	Invierno y verano
	Nva. Pompeya	4	Fines de verano y principio de invierno
	El Sauzalito	5	Fines de verano y principio de invierno
	Taco Pozo	7	Invierno y principio de verano

Invierno: My, Jn, Jl, Ag, Se; Verano: Nv, Dc, En, Fb, Mz; Transición: Ab, Oc.

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de la tabla anterior permitiría advertir lo siguiente:

1. En este espacio y durante el período de estudio, las secuencias húmedas presentan, en general, mayor homogeneidad en cuanto a la duración del evento,

2. Al igual que el caso opuesto las secuencias húmedas pueden desarrollarse en cualquier momento del año, no obstante, en algunos años se observa cierta persistencia, por ejemplo: en 1955 y 1956 el evento tiende a desarrollarse durante los meses de verano, mientras que en 1986 se manifestó a fines de verano y principios de invierno.

3. Cabe señalar que revisten interés aquellas secuencias húmedas que se producen durante el verano o en los meses de transición pues los valores pluviométricos se incrementan notablemente.

3.4.4 Espaciamiento temporal.

Valiente (2001) define a este parámetro como el tiempo transcurrido entre diversos períodos secos o húmedos, lo que proporciona una medida de la regularidad o aleatoriedad del fenómeno. Mediante este parámetro se obtiene una primera aproximación a la previsibilidad de los eventos que nos ocupan.

El análisis de los datos pluviométricos de la provincia del Chaco durante el período 1955/2009 nos permitiría señalar que, durante las décadas del 1960, 1970 y 2000 se desarrollaron en el territorio estadíos secos. Estos se caracterizaron por una relativa persistencia interanual del evento seco, sin embargo, se pueden desarrollar episodios húmedos que interrumpen la secuencia y que pueden durar entre uno y tres años. Así mismo se debe mencionar que, en el resto de los años del período estudiado también se desarrollan años secos, si bien en forma aislada, que podrían estar relacionados con el fenómeno de La Niña.

El fenómeno opuesto, las inundaciones, se circunscriben en las décadas de 1950 (desde 1955 a 1959 según los datos disponibles), 1980 y 1990. Al igual que el caso anterior se observa cierta persistencia interanual del evento húmedo, no obstante, este comportamiento no es homogéneo en el espacio. Las secuencias húmedas, comparadas con el evento opuesto, se ven interrumpidas con mayor frecuencia por años secos. Por último, se debe mencionar que en el resto de los años del período de estudio también se

suceden eventos húmedos en forma aislada, que podrían estar relacionados con el fenómeno El Niño y lluvias de origen convectivo generadas por la masa de aire tropical Atlántica.

3.5 Eventos de sequías e inundaciones

3.5.1 Sequías.

En el apartado anterior cuando se analizaron las anomalías negativas resulta evidente que los eventos secos se suceden con cierta frecuencia en el espacio de estudio. Atendiendo a esta característica se define un escenario con base a dos criterios: a) dos años o más consecutivos con anomalías negativas y b) coincidencia de un 50 % o más de estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos para detectar los eventos secos (este aspecto está estrechamente relacionado con el parámetro denominado extensión, que hace referencia a la superficie total en la que se registra el déficit). Estos aspectos se establecen como condición necesaria para que las sequías sean consideradas relevantes desde el punto de vista areal. Los años que reunieron estas condiciones son considerados años secos.

Según este criterio se obtuvieron los resultados que figuran en la **Tabla 18**.

Tabla 18: Años secos y porcentaje (%) de estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos afectados.

Años Secos	% de Estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos afectados
1962	84 %
1963	76 %
1964	80 %
1968	80 %
1969	84 %
1970	72 %
1971	80 %
1976	84 %
1978	80 %
1979	76 %
2004	76 %
2005	84 %
2006	76 %
2008	96 %

Fuente: Elaboración propia.

Luego de detectar los años secos se extrajeron las secuencias secas mensuales de dos o más meses de duración desarrolladas durante la estación estival, posteriormente se

elaboró una tabla y se representaron cartográficamente las mismas. De esta manera se identificó el mes de inicio y culminación de cada evento. Cabe aclarar que el análisis se centró en los meses de verano puesto que, durante el invierno es normal la disminución de los valores pluviométricos que implican el desarrollo de anomalías negativas y por lo tanto una sequía estacional.

Atendiendo a los criterios mencionados anteriormente, particularmente el que señala “dos o más años consecutivos con anomalías negativas” los años 1955, 1988, 1993, 1995, 1997, 1999 y 2001 no se consideraron en el análisis aun cuando el evento seco se presentó en casi la totalidad del territorio chaqueño. No obstante, resulta importante mencionarlos pues si bien tuvieron un gran desarrollo espacial, se produjeron durante el período que podría considerarse húmedo, y se presentaron separados o intercalados por años con estas características.

Los **Mapas Ns° 15 a 20** muestran las anomalías anuales de los años considerados secos que poseen mayor cobertura espacial.

En las representaciones de los años 2008 (**Mapa 15**), 1964 (**Mapa 16**), 1968 (**Mapa 17**), 1971 (**Mapa 18**), 1979 (**Mapa 19**) y 1976 (**Mapa 20**) se manifestaron dos áreas bien diferenciadas: la primera de ellas abarcó aproximadamente el centro y oriente de la provincia, y se caracterizó por presentar en forma homogénea anomalías negativas de gran cobertura espacial que, en algunas situaciones exhibieron isolíneas cerradas, señalando una disminución importante de los valores pluviométricos (más de un 50 %); la segunda se localizó en el extremo noroeste del territorio donde se desarrollaron anomalías de signo inverso indicando, por el contrario, un incremento de los mismos.

Las representaciones cartográficas correspondientes al resto de los años que figuran en la **Tabla 18** registraron anomalías negativas en gran parte del espacio de la provincia del Chaco, sin embargo, se encontraron interrumpidas hacia el este, sur y extremo noroeste por el aporte de precipitaciones suficientes que generaron el cambio de signo en las mismas. Por otra parte, se deben destacar las isoanómalias positivas cerradas en el interior provincial que podrían estar relacionadas con núcleos de inestabilidad localizados (ver en **Anexo cartográfico pág. 297**).

Las representaciones cartográficas de los años considerados secos podrían evidenciar los siguientes aspectos:

1. Todo el territorio de la provincia del Chaco se encuentra afectado, en algún momento, por anomalías negativas o episodios secos, no obstante, estos no se manifiestan con la misma magnitud y cobertura espacial,

2. El área del centro y este de la provincia es la que reviste mayor preocupación al momento en que se desarrollan estos episodios secos, dado que lo habitual es la disponibilidad de agua,

3. Asimismo, se debe considerar que en el oeste chaqueño las disminuciones de las precipitaciones se acentúan aún más durante el registro de estos eventos,

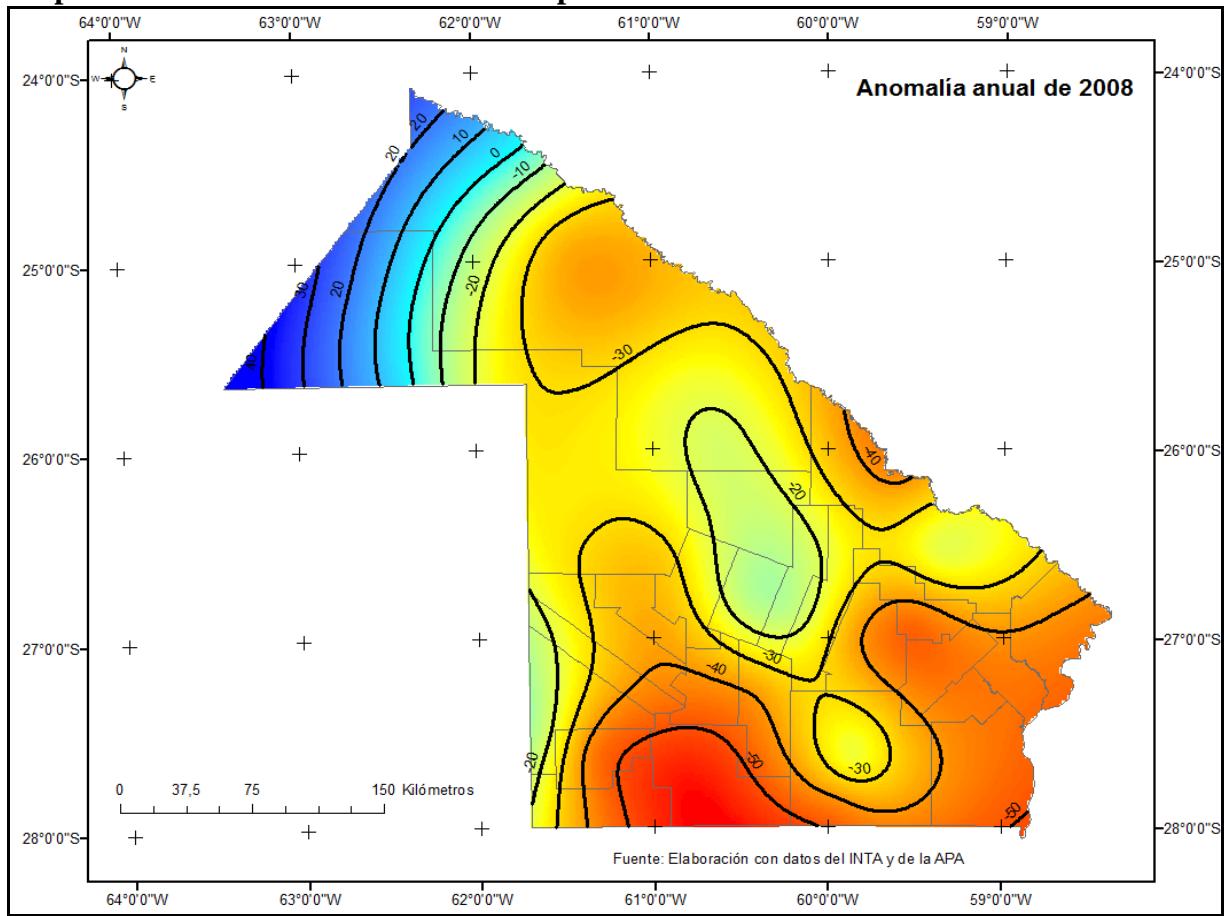
4. Cabe señalar, además, que las anomalías negativas coexisten con las de signo inverso que se manifiestan en el este, sur y oeste provincial. En el centro provincial las anomalías positivas se expresan mediante isolíneas cerradas que afectan pequeñas superficies. No obstante, se debe advertir que los incrementos en los valores pluviométricos son ínfimos pero suficientes para transformarse en valores positivos.

Bruniard (1981) al referirse al campo medio anual de precipitación señala que, este enmascara los matices espaciales y temporales estacionales, idea que podría extenderse al análisis de las anomalías anuales, por lo que resulta importante la representación de las situaciones mensuales, con la finalidad de identificar los procesos atmosféricos que influyen significativamente en los montos anuales de la provincia.

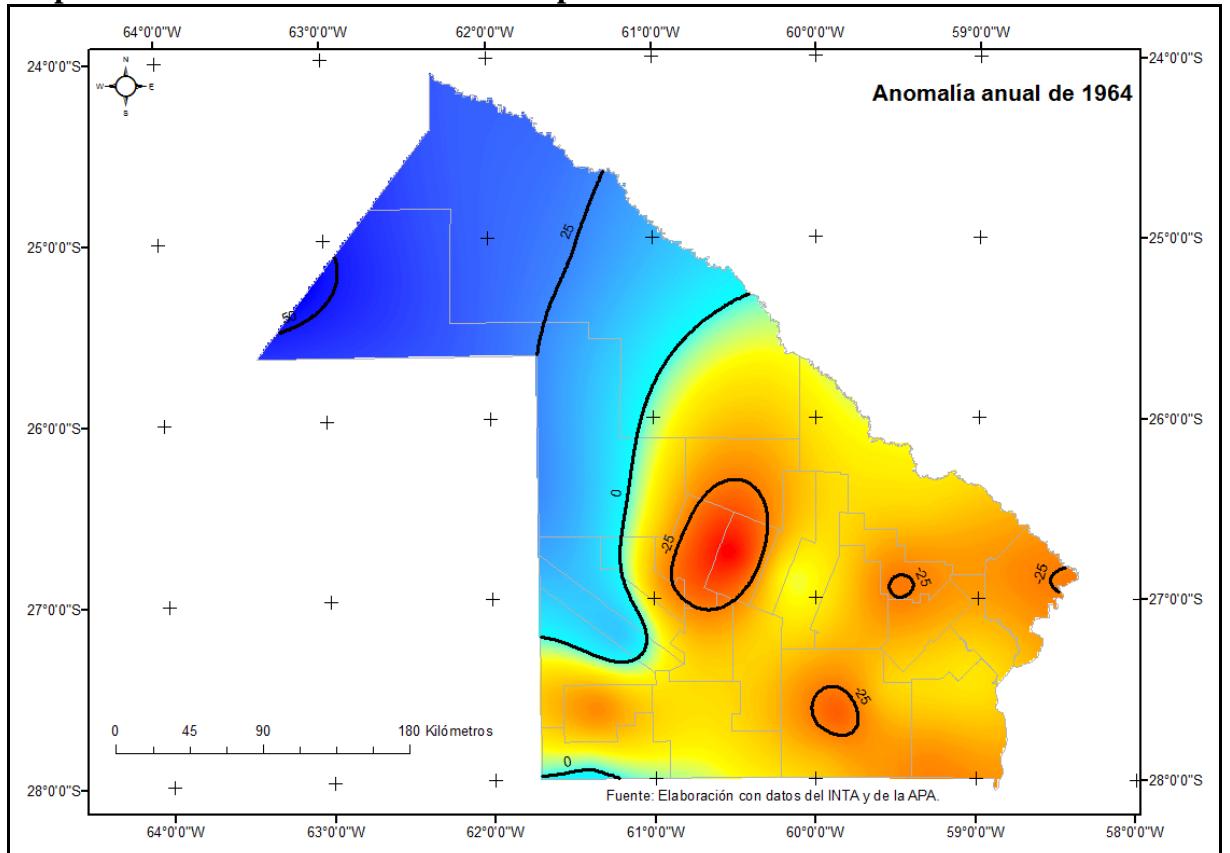
El análisis de las anomalías negativas mensuales permite detectar aquellos meses en que la disminución de las precipitaciones fue significativa y homogénea en toda la provincia como en marzo de 1969 (**Mapa 21**), marzo y abril de 1978 (**Mapas 22 y 23**) y enero de 2004 (**Mapa 24**) en los que la sequía cubrió todo el territorio provincial.

Otras secuencias secas importantes por su gran cobertura espacial fueron: octubre y noviembre de 1963, enero y febrero de 1964, noviembre y diciembre de 1976, febrero y marzo de 2006 y marzo-abril y noviembre-diciembre de 2008.

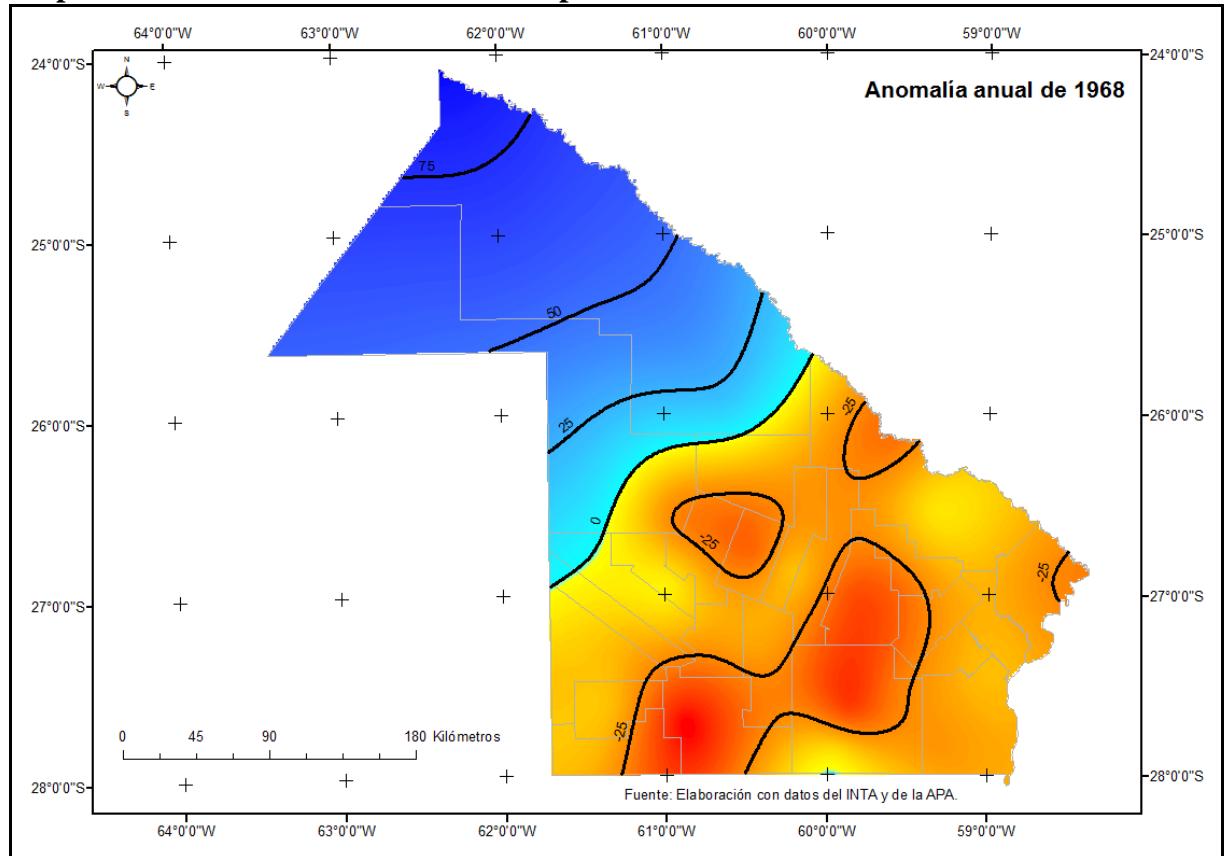
Mapa 15: Anomalía anual de 2008 en la provincia del Chaco



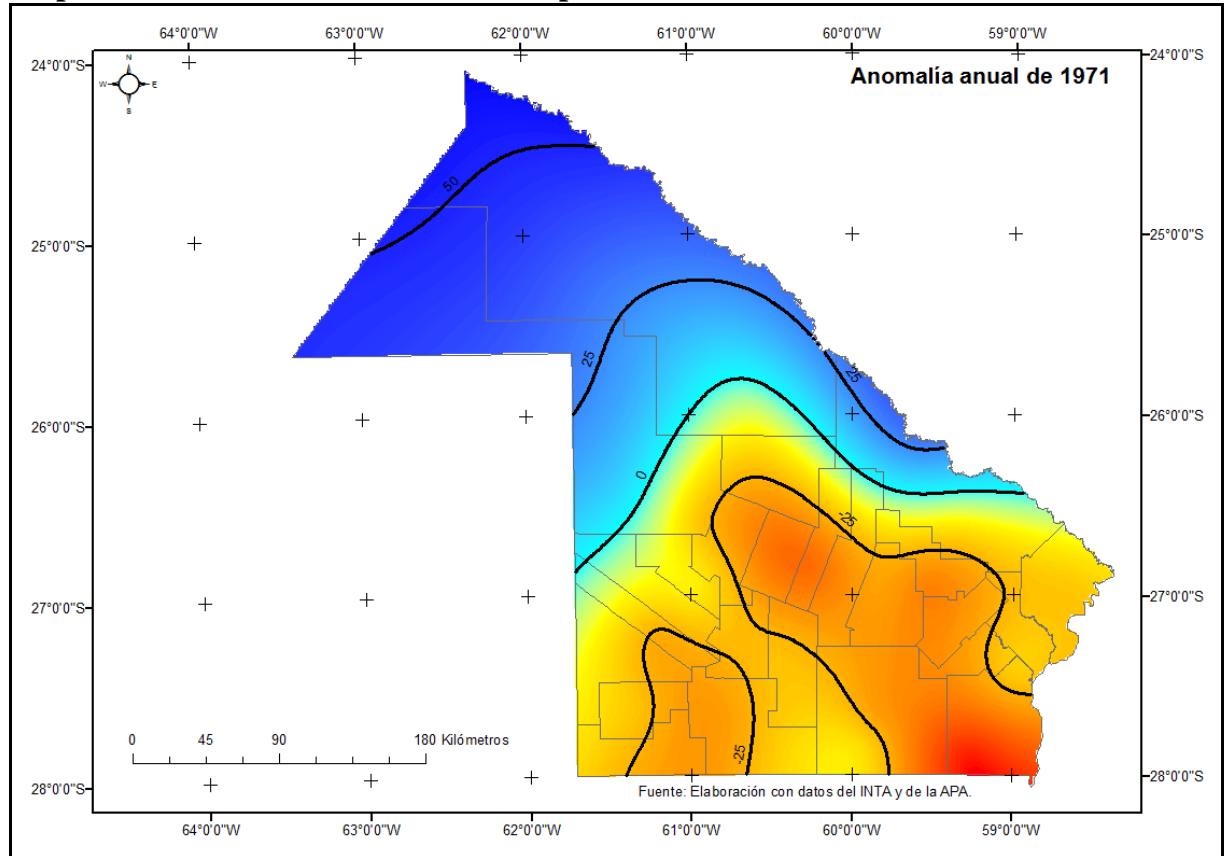
Mapa 16: Anomalía anual de 1964 en la provincia del Chaco



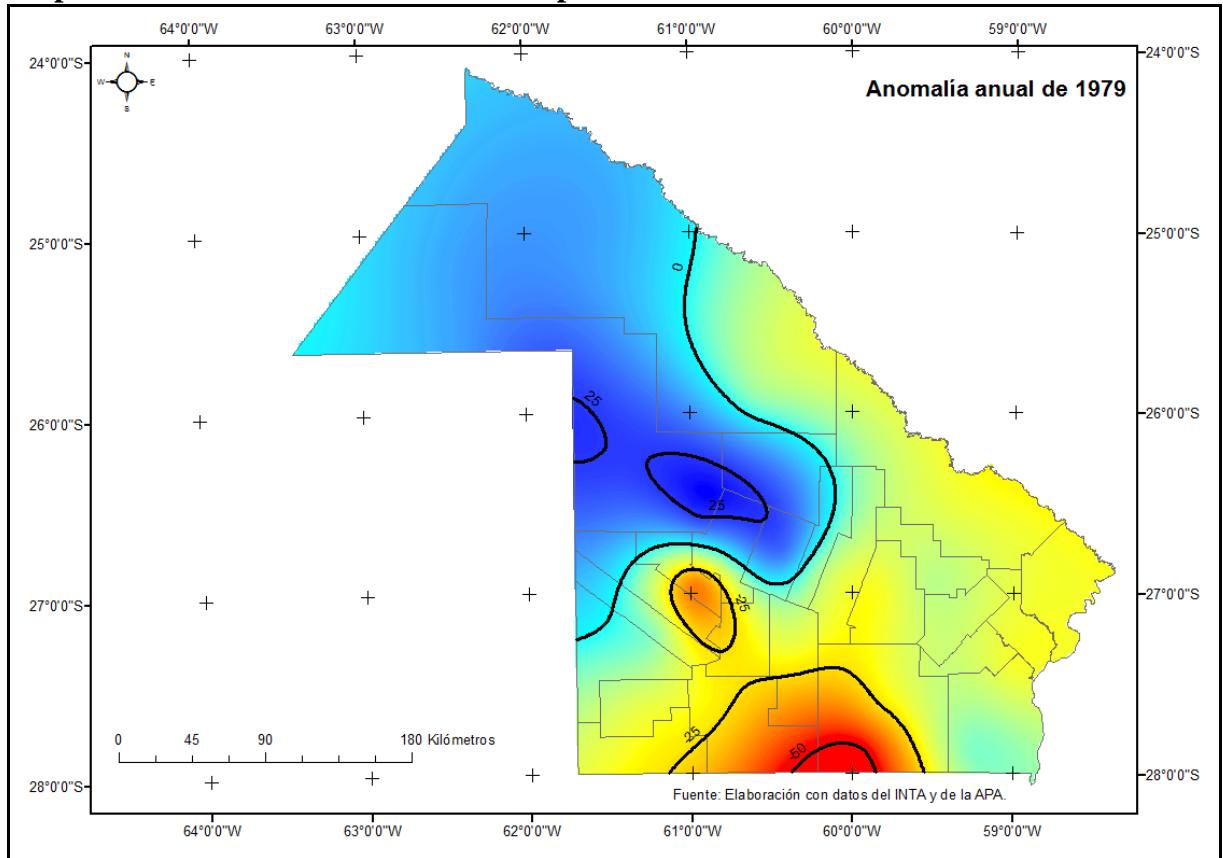
Mapa 17: Anomalía anual de 1968 en la provincia del Chaco



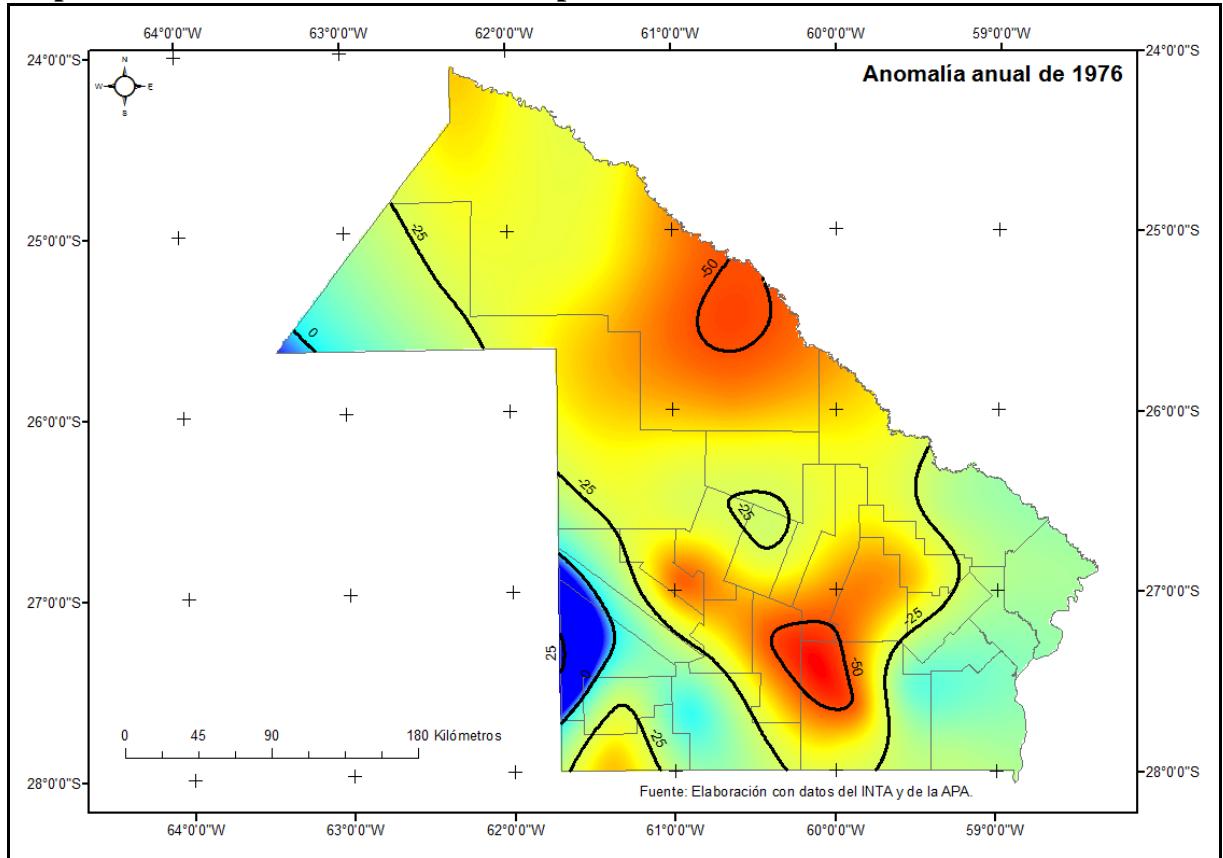
Mapa 18: Anomalía anual de 1971 en la provincia del Chaco



Mapa 19: Anomalía anual de 1979 en la provincia del Chaco



Mapa 20: Anomalía anual de 1976 en la provincia del Chaco



El mes de octubre de 1963 (**Mapa 25**) mostró una incipiente irrupción de anomalías positivas por el noreste, probablemente por el ingreso de la masa de aire Ta que terminó con una sequía generalizada en la provincia. Sin embargo, en noviembre (**Mapa 26**) las anomalías negativas se extendieron en gran parte de la provincia solamente interrumpidas por valores positivos en el este y sur, cuando ingresaron las masas de aire Pa y Pat.

Enero de 1964 (**Mapa 27**) se caracterizó por presentar en el centro este de la provincia anomalías negativas que suponen, en algunos casos, una disminución de los valores pluviométricos en un 100 %, mientras que en el extremo sureste y noroeste se desarrollaron cifras positivas, en este último caso se produjeron incrementos importantes con respecto a la media de la serie. En el mes siguiente (**Mapa 28**) se registró una sequía en casi toda la provincia, interrumpida por valores positivos en el este y sur, probablemente por el ingreso de las masas de aire Pa y Pat.

La secuencia noviembre y diciembre de 1976 (**Mapas 29 y 30**) presentó un comportamiento similar al observado en los meses de enero y febrero de 1964, respectivamente.

En el mes de febrero de 2006 (**Mapa 31**) los valores negativos se interrumpieron hacia el oeste de la provincia por un incremento de las precipitaciones que implicó un cambio de signo en las isoanomalas. Por su parte, en marzo (**Mapa 32**) se advirtió el desarrollo de anomalías positivas cerradas de considerable extensión que ocuparon varios departamentos del centro y este del territorio.

Por último, la secuencia de marzo-abril de 2008 (**Mapas 33 y 34**) se caracterizó por desarrollar en el centro este de la provincia anomalías negativas que registraron, en algunos casos, una disminución de los valores pluviométricos en un 100 %, mientras que en el extremo noroeste, específicamente en marzo, se manifestaron datos positivos que significaron incrementos importantes con respecto a la media de la serie, aspecto que se diluyó al mes siguiente.

En la situación de noviembre-diciembre de 2008 (**Mapas 35 y 36**) se observó que los núcleos de isoanomalas positivas localizados, al inicio de la secuencia, sobre los departamentos de Independencia y Comandante Fernández y en el extremo noroeste de la provincia se disolvieron al mes siguiente.

En definitiva, se advierte claramente que las secuencias secas prevalecen a comienzos y finalización del verano y en los meses de transición (abril-octubre).

Cabe señalar que otros meses o secuencias correspondientes a algunos de los años secos detectados se incorporaron en el anexo cartográfico (Págs. 297-313).

El análisis mensual de las anomalías negativas permitiría destacar los siguientes aspectos importantes:

1. Durante el período de estudio los eventos secos se circunscriben, con mayor frecuencia, en el centro y este de la provincia.

2. Se observa también que durante estos fenómenos, es frecuente el desarrollo de anomalías positivas hacia el oeste provincial, aspecto que se podría tener en cuenta en la previsión del fenómeno.

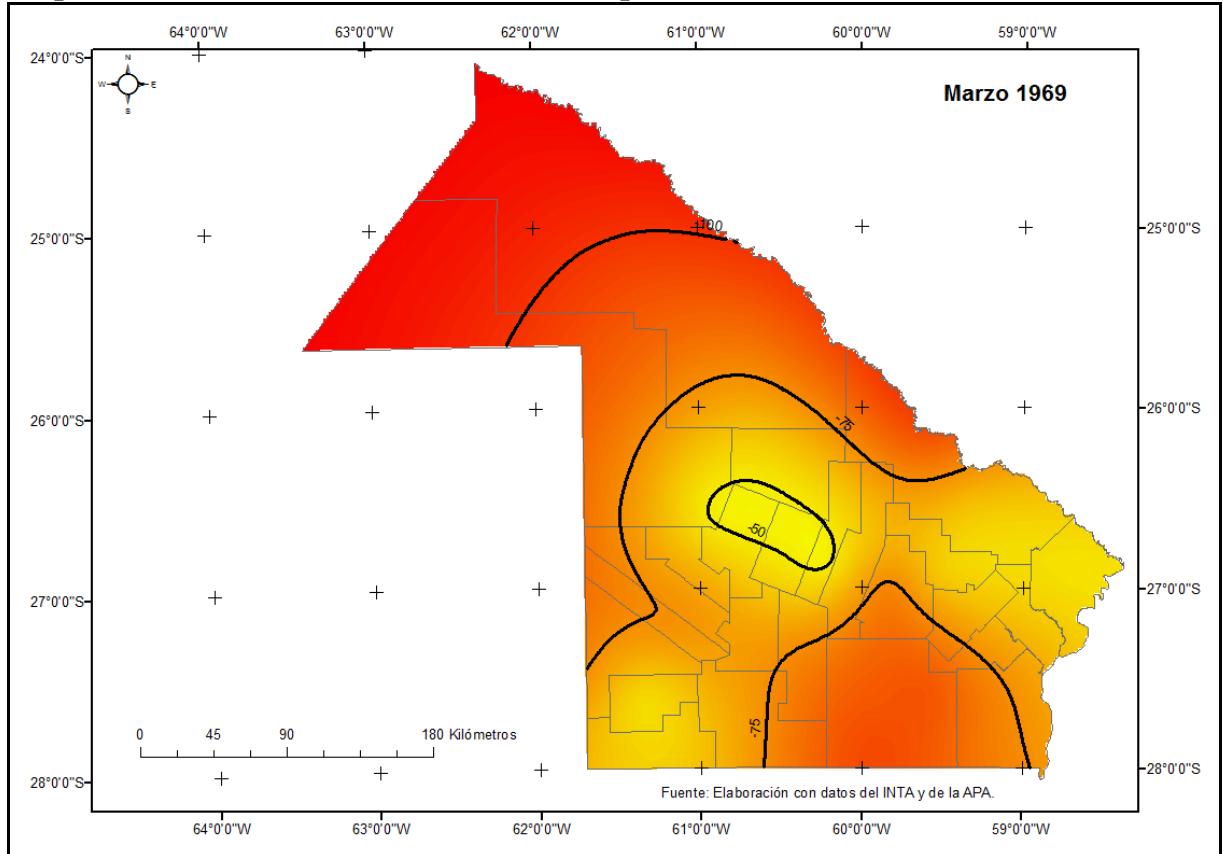
3. Los valores de anomalías negativas indican una merma de los aportes pluviométricos, superior al 50 %, y en algunos casos indicaría la ausencia o nulidad de las lluvias.

4. Durante el periodo estival son poco frecuentes los meses en donde el evento seco se manifiesta en forma homogénea en todo el espacio.

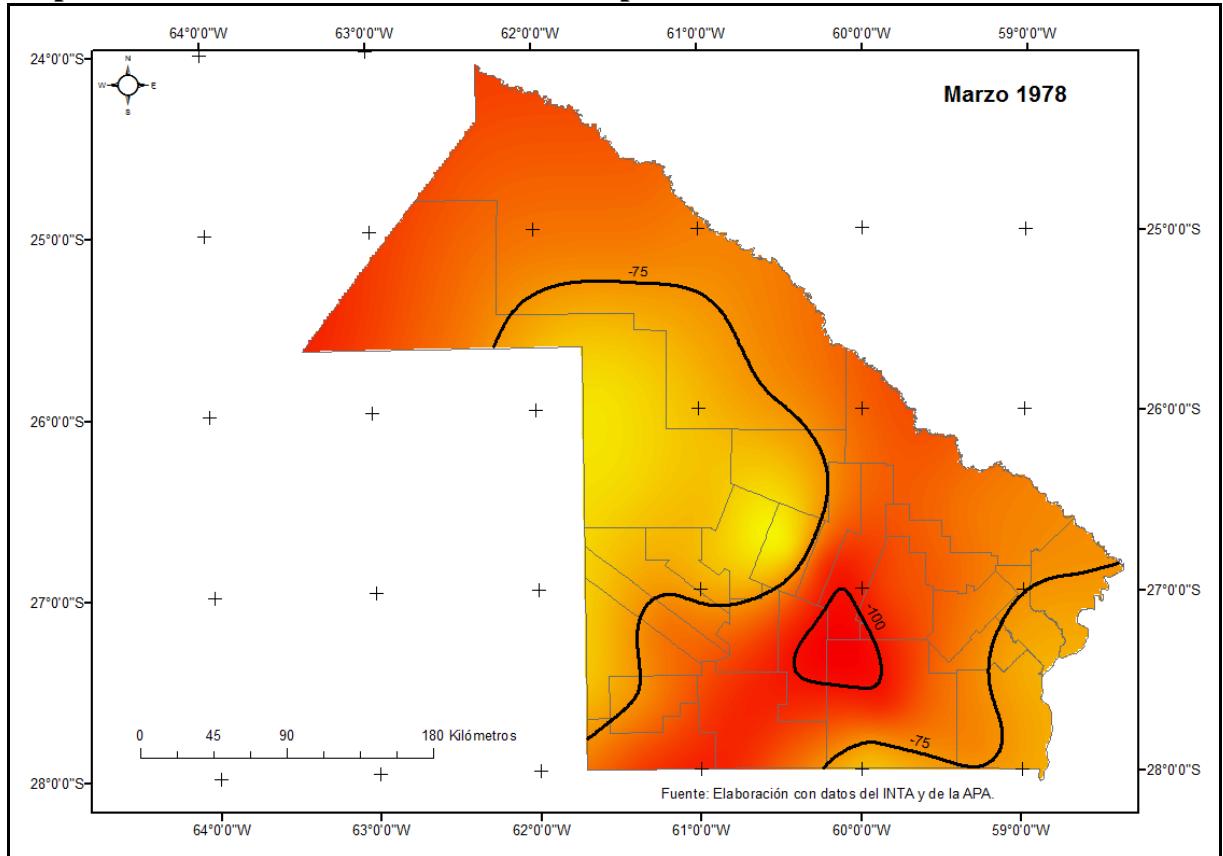
5. La sequía se interrumpe con cierta frecuencia hacia el noreste, este y sur por el desarrollo de anomalías positivas.

6. Son menos frecuentes los eventos secos interrumpidos por isoanómalias positivas cerradas (posiblemente debido a la génesis pluviométrica, es decir, lluvias de origen convectivo o núcleos de inestabilidad) que se registran en el centro provincial.

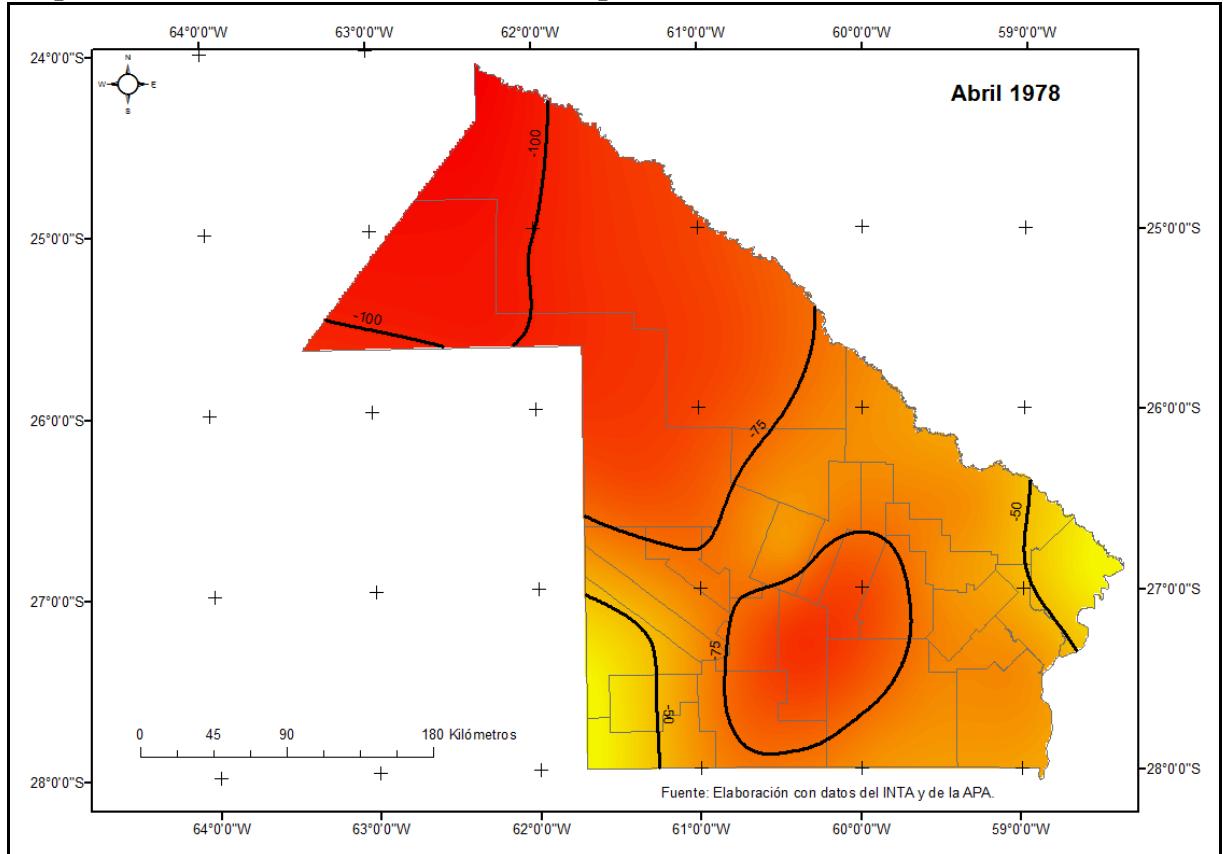
Mapa 21: Anomalías en marzo de 1969 en la provincia del Chaco



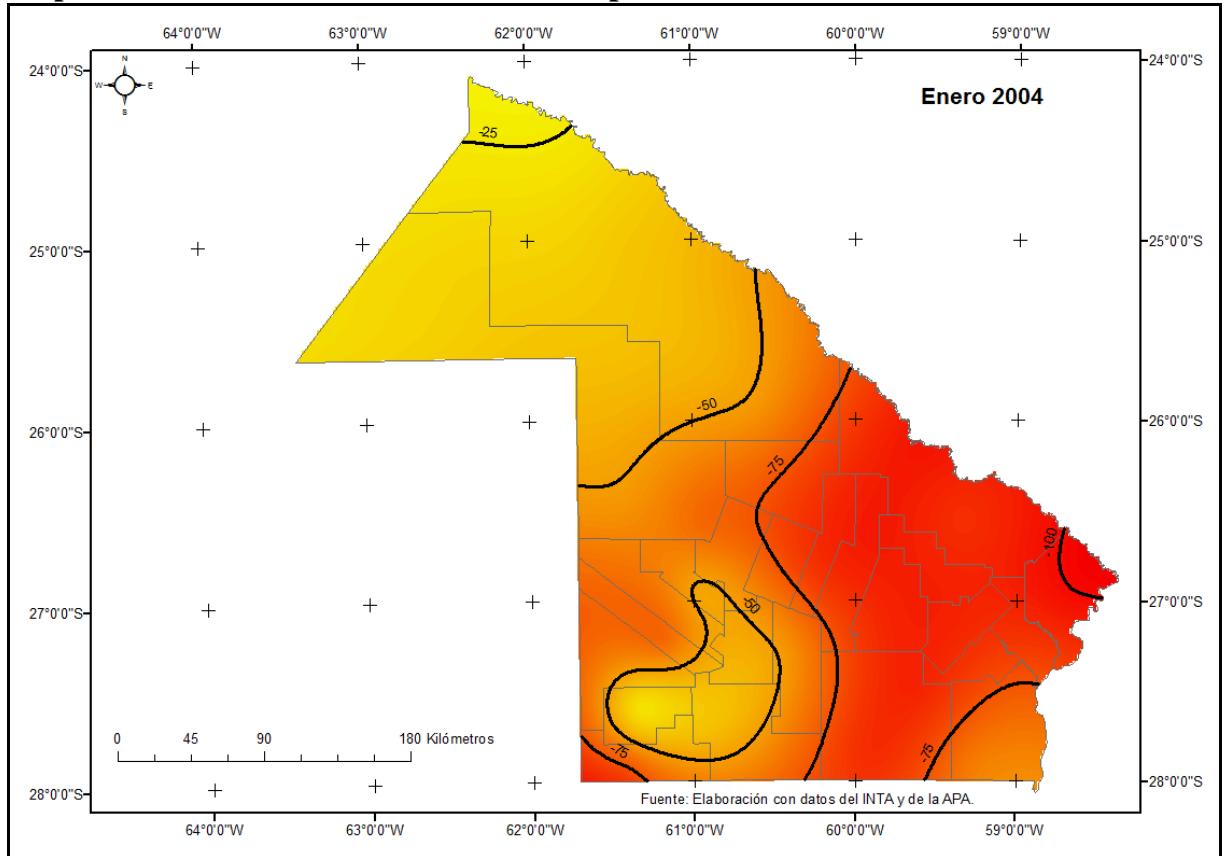
Mapa 22: Anomalías en marzo de 1978 en la provincia del Chaco



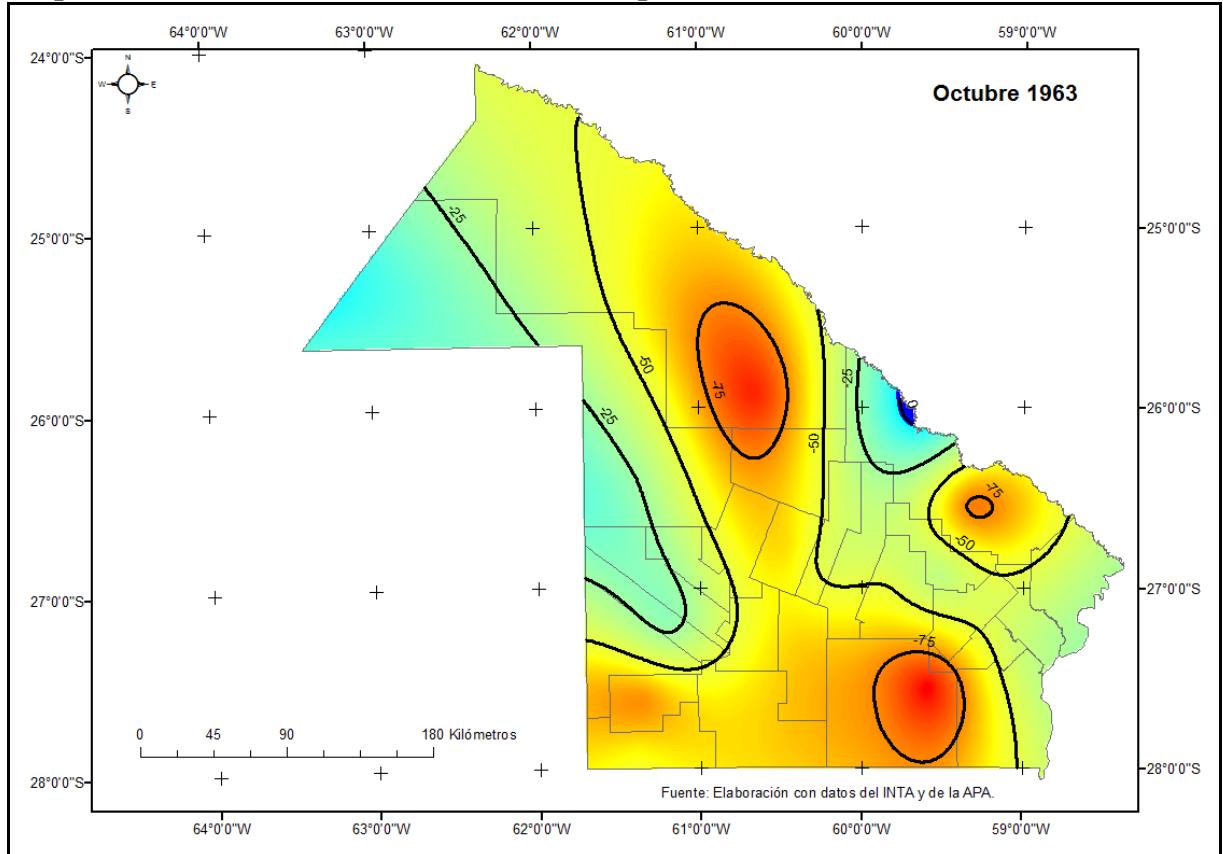
Mapa 23: Anomalías en abril de 1978 en la provincia del Chaco



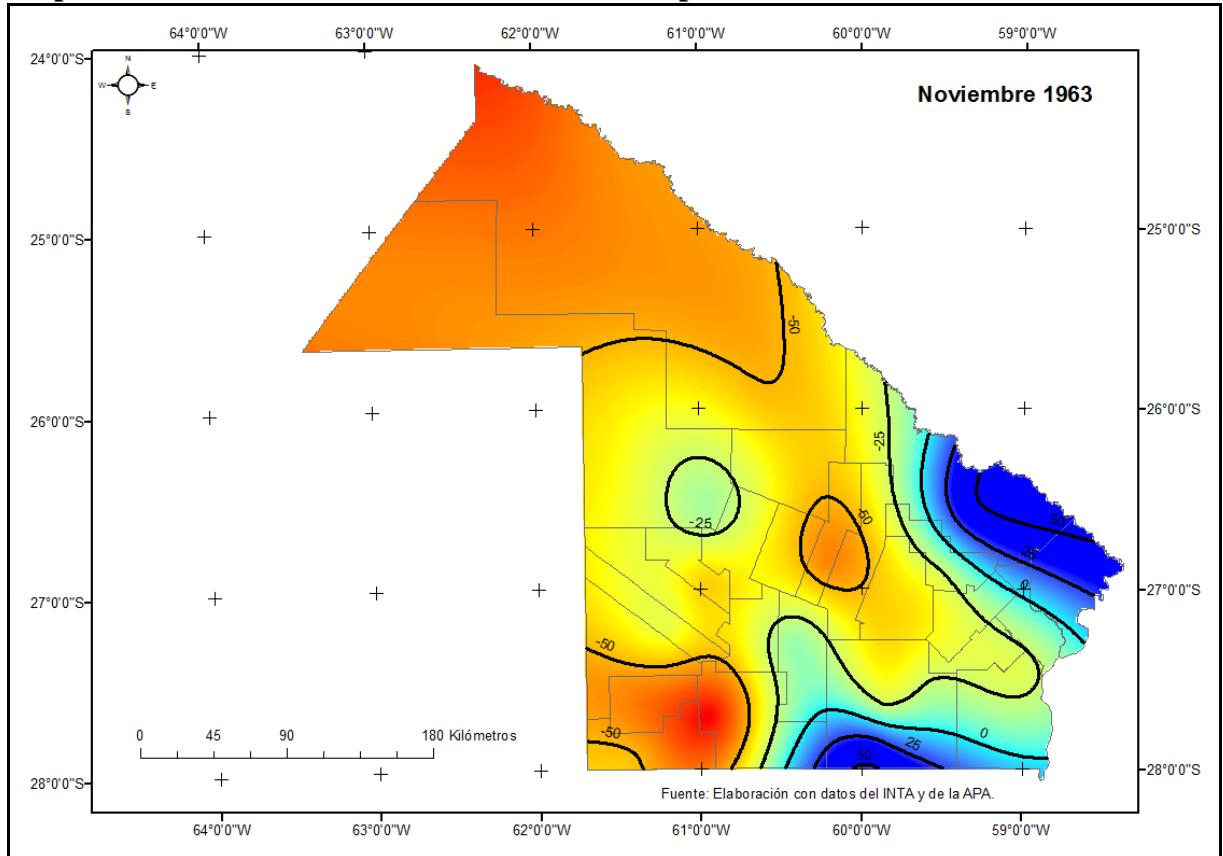
Mapa 24: Anomalías en enero de 2004 en la provincia del Chaco



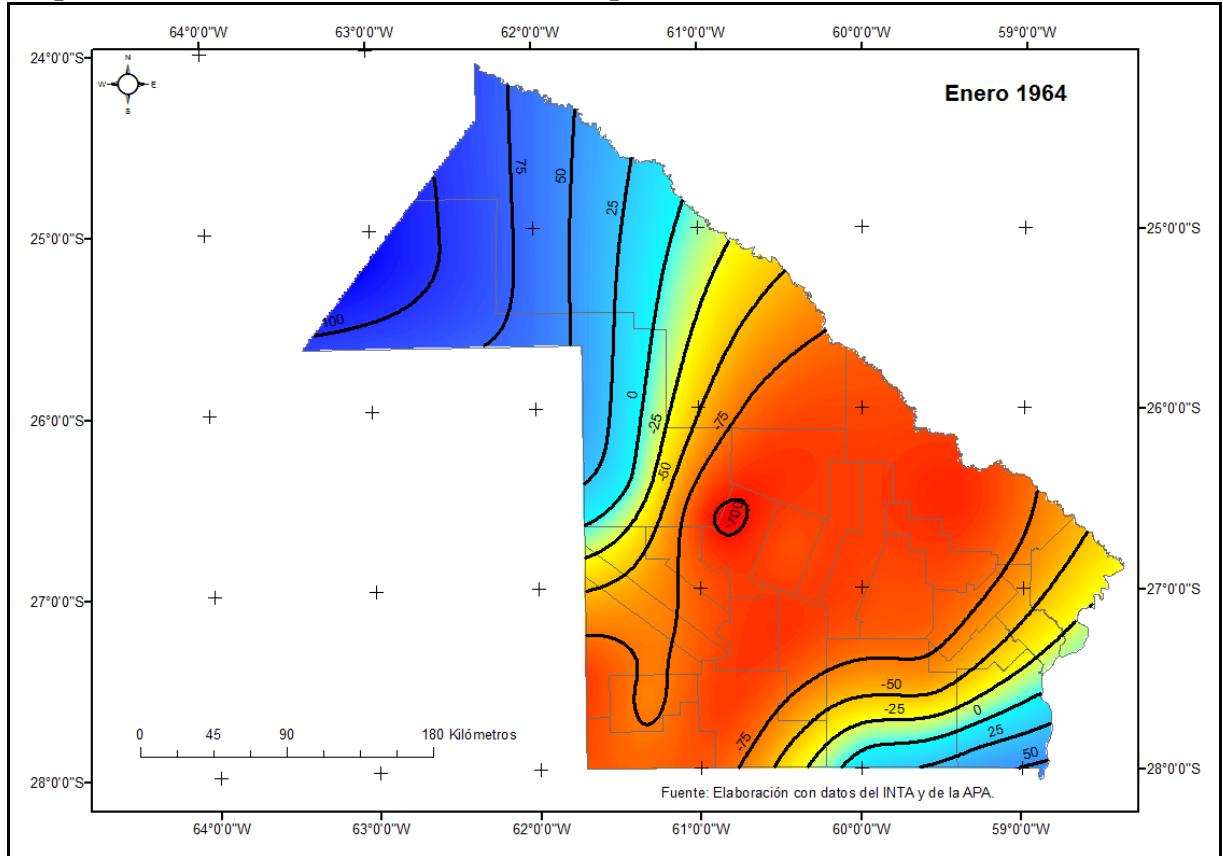
Mapa 25: Anomalías en octubre de 1963 en la provincia del Chaco



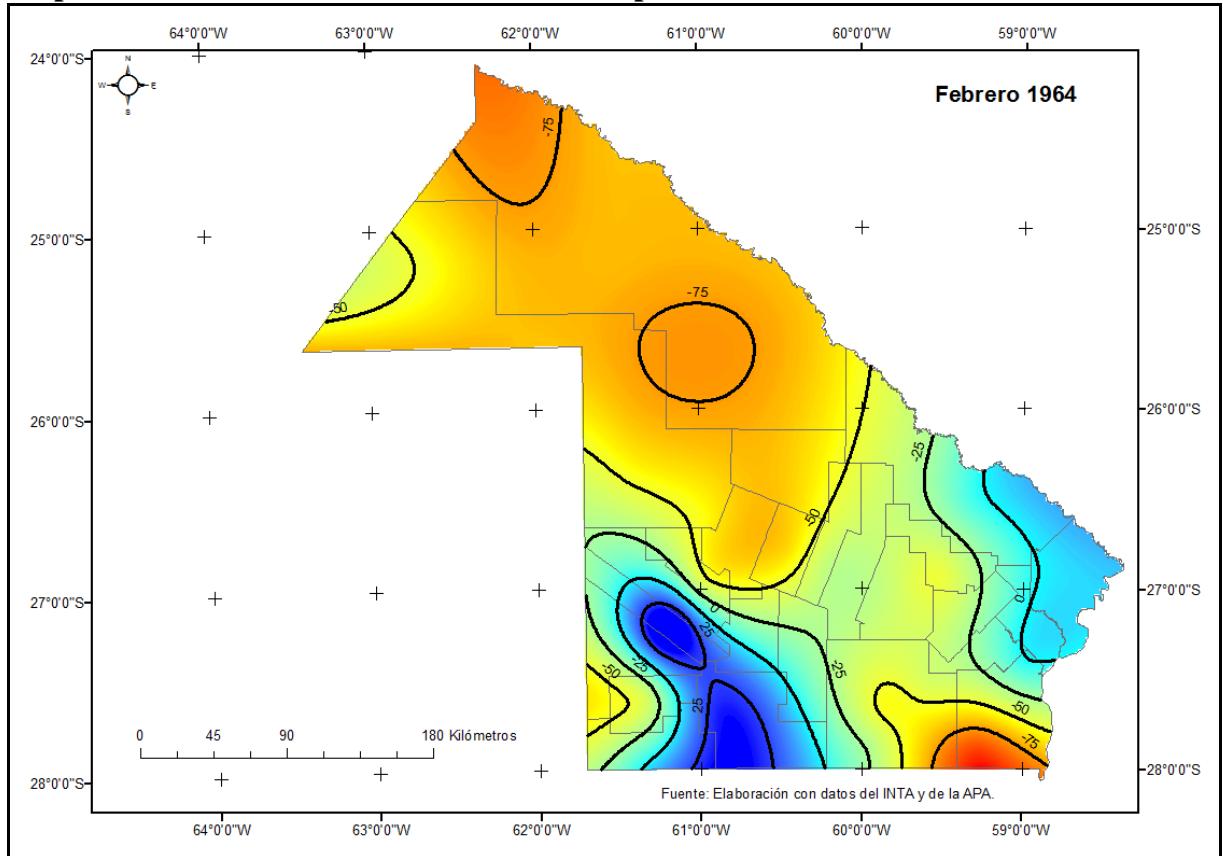
Mapa 26: Anomalías en noviembre de 1963 en la provincia del Chaco



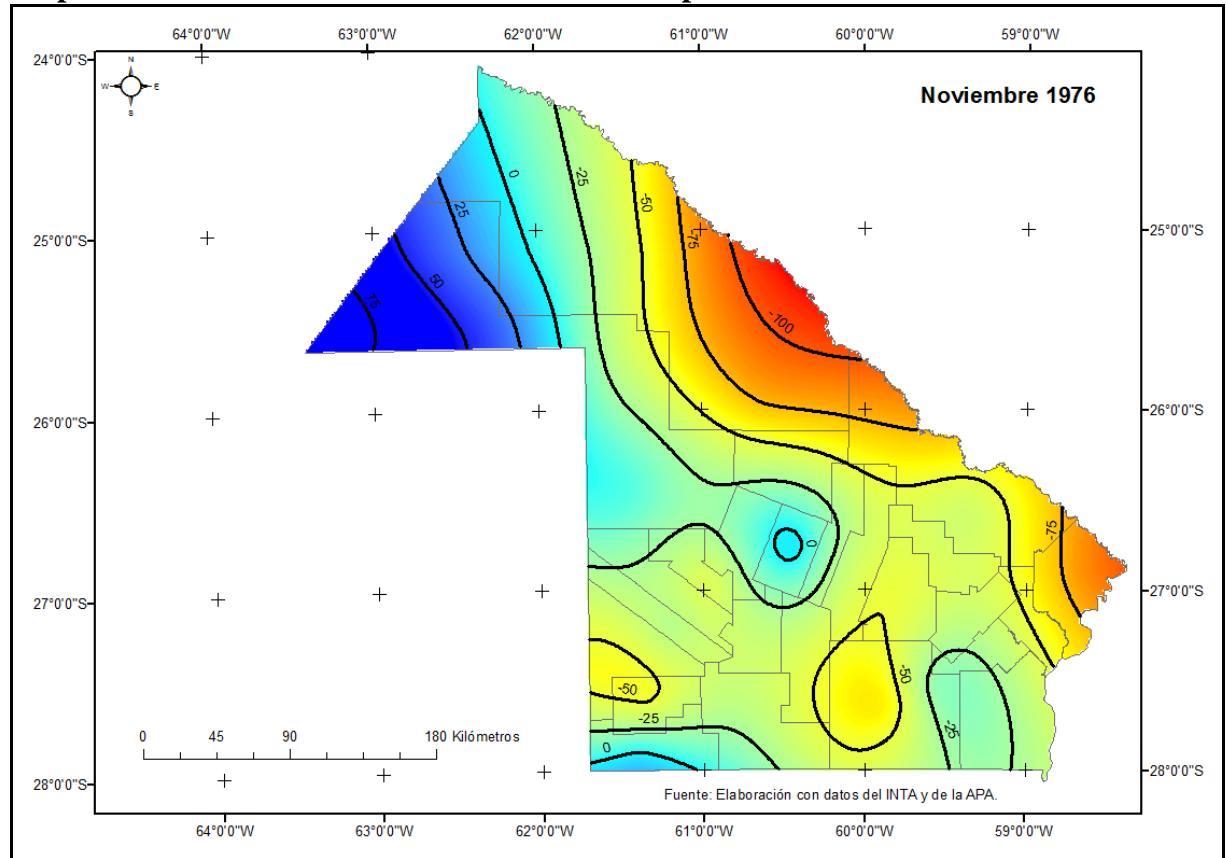
Mapa 27: Anomalías en enero de 1964 en la provincia del Chaco



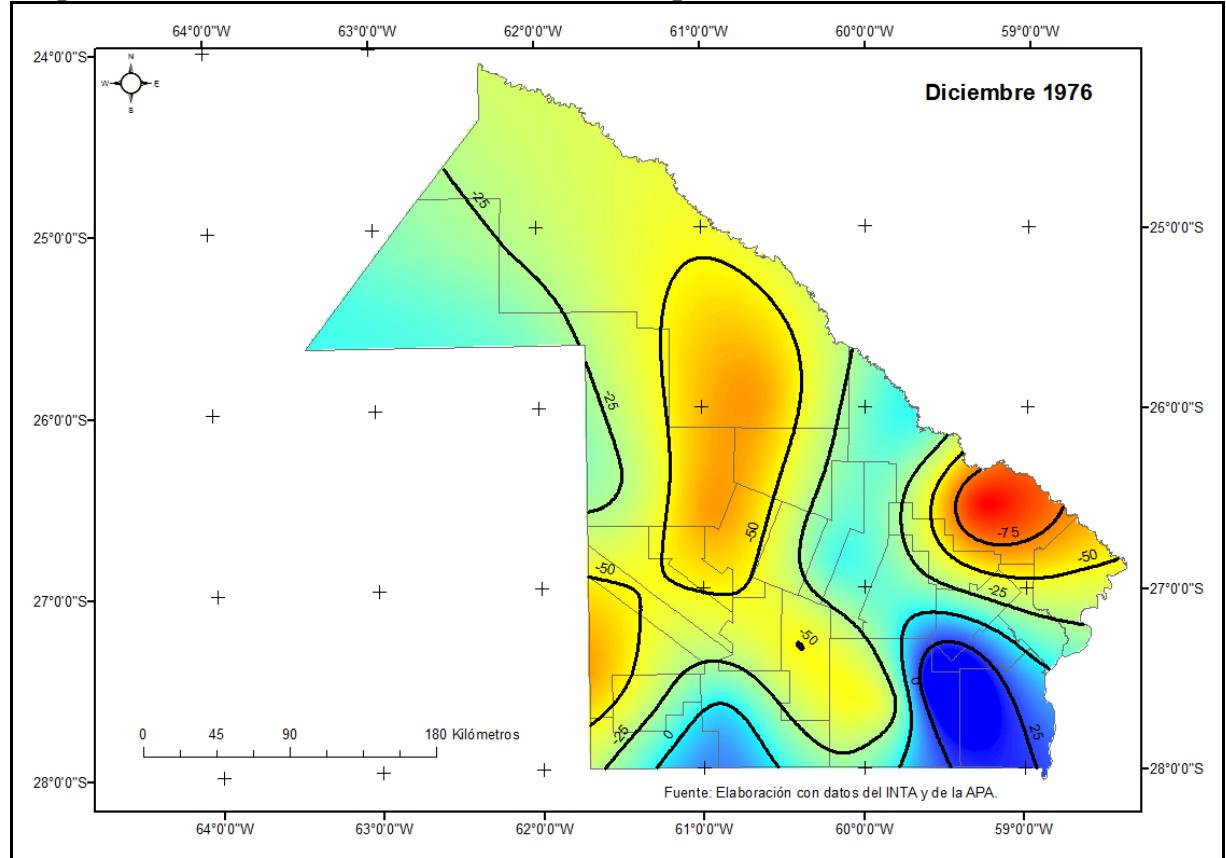
Mapa 28: Anomalías en febrero de 1964 en la provincia del Chaco



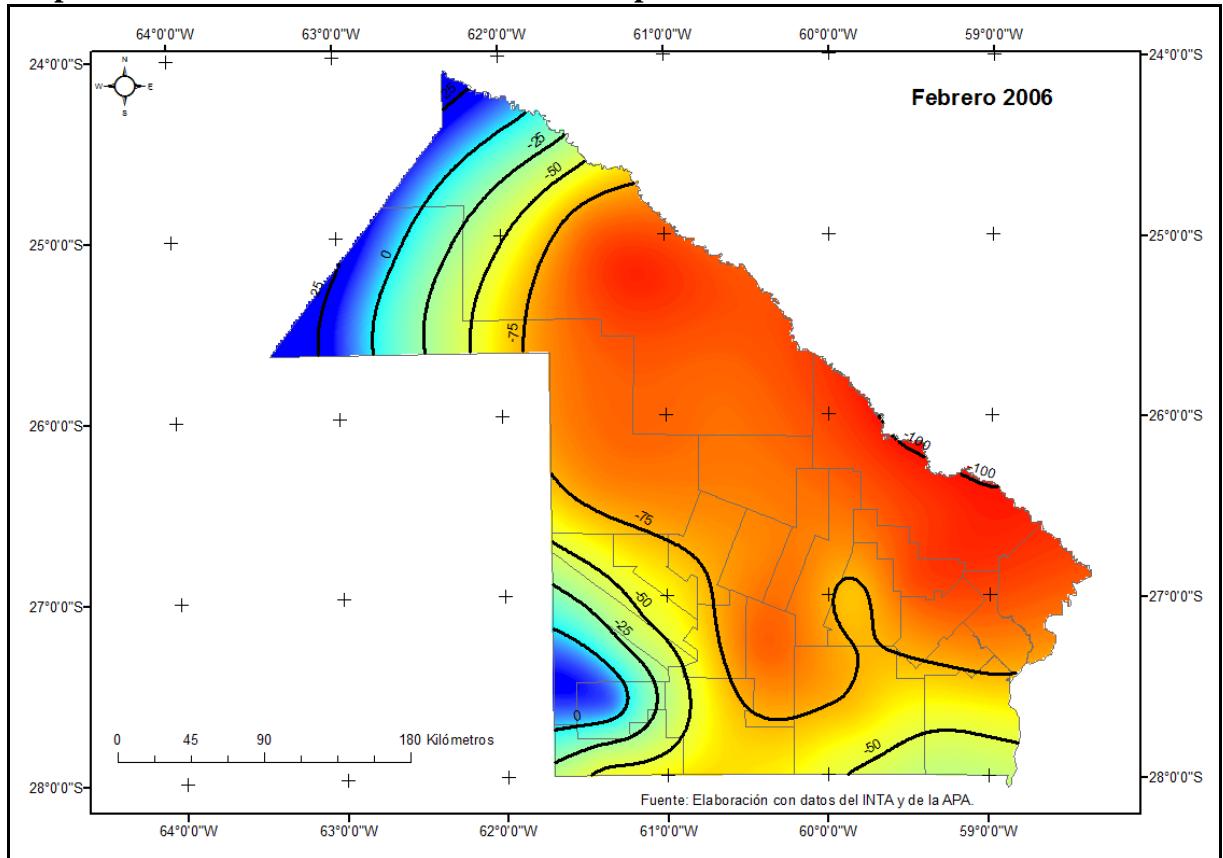
Mapa 29: Anomalías en noviembre de 1976 en la provincia del Chaco



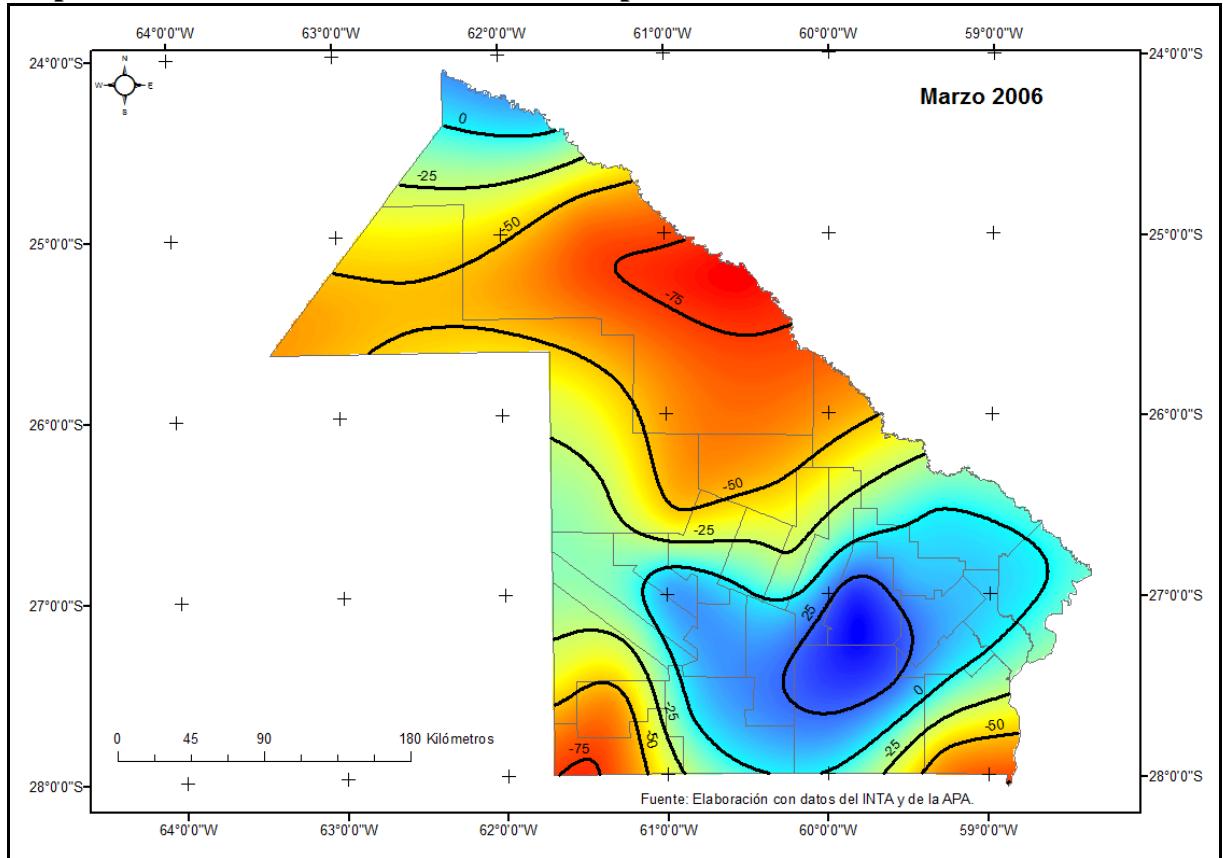
Mapa 30: Anomalías en diciembre de 1976 en la provincia del Chaco



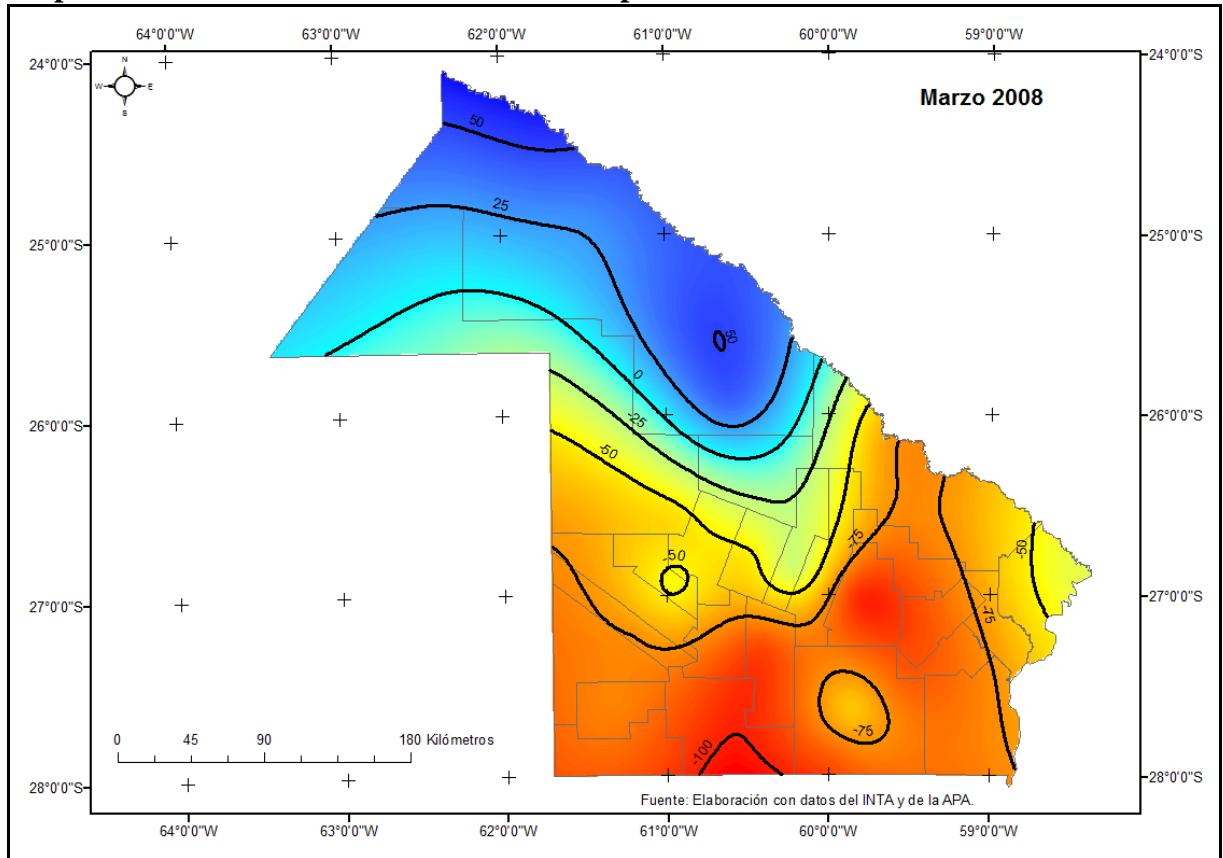
Mapa 31: Anomalías en febrero de 2006 en la provincia del Chaco



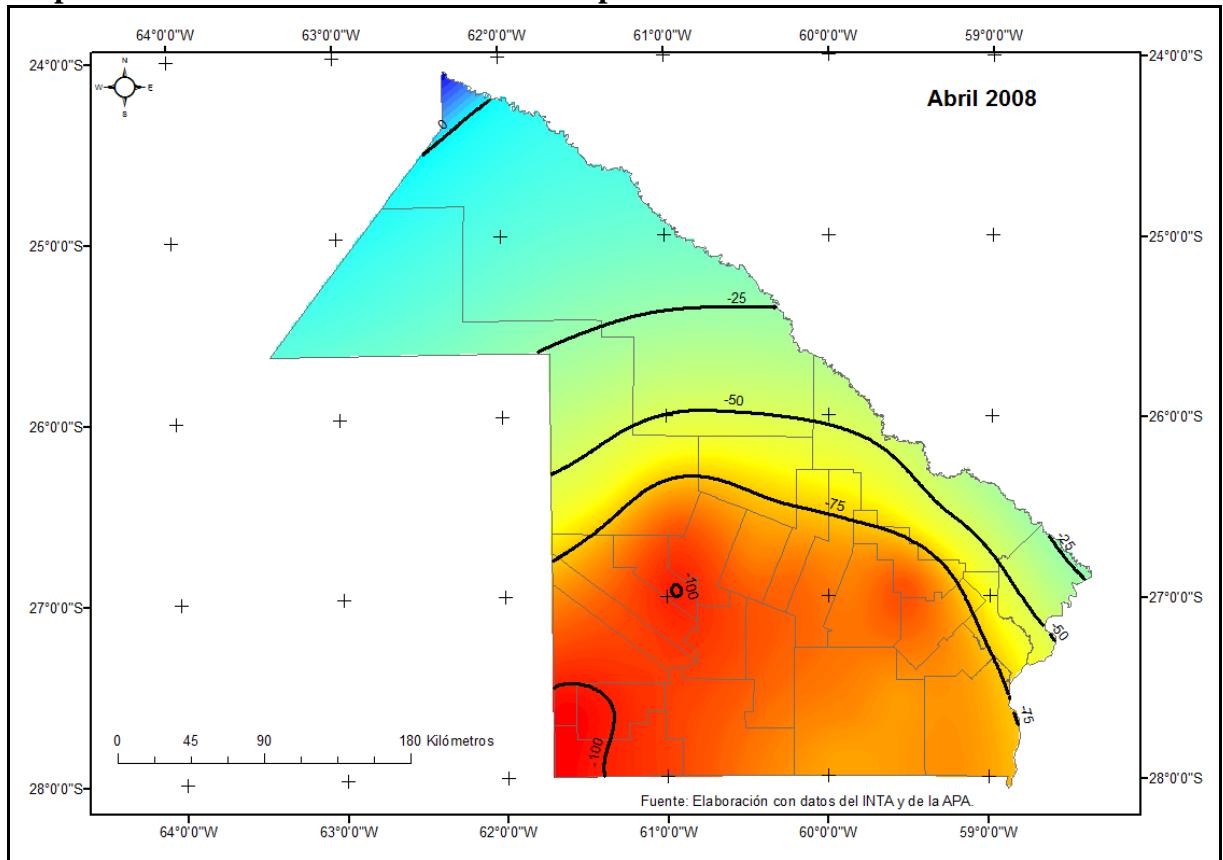
Mapa 32: Anomalías en marzo de 2006 en la provincia del Chaco



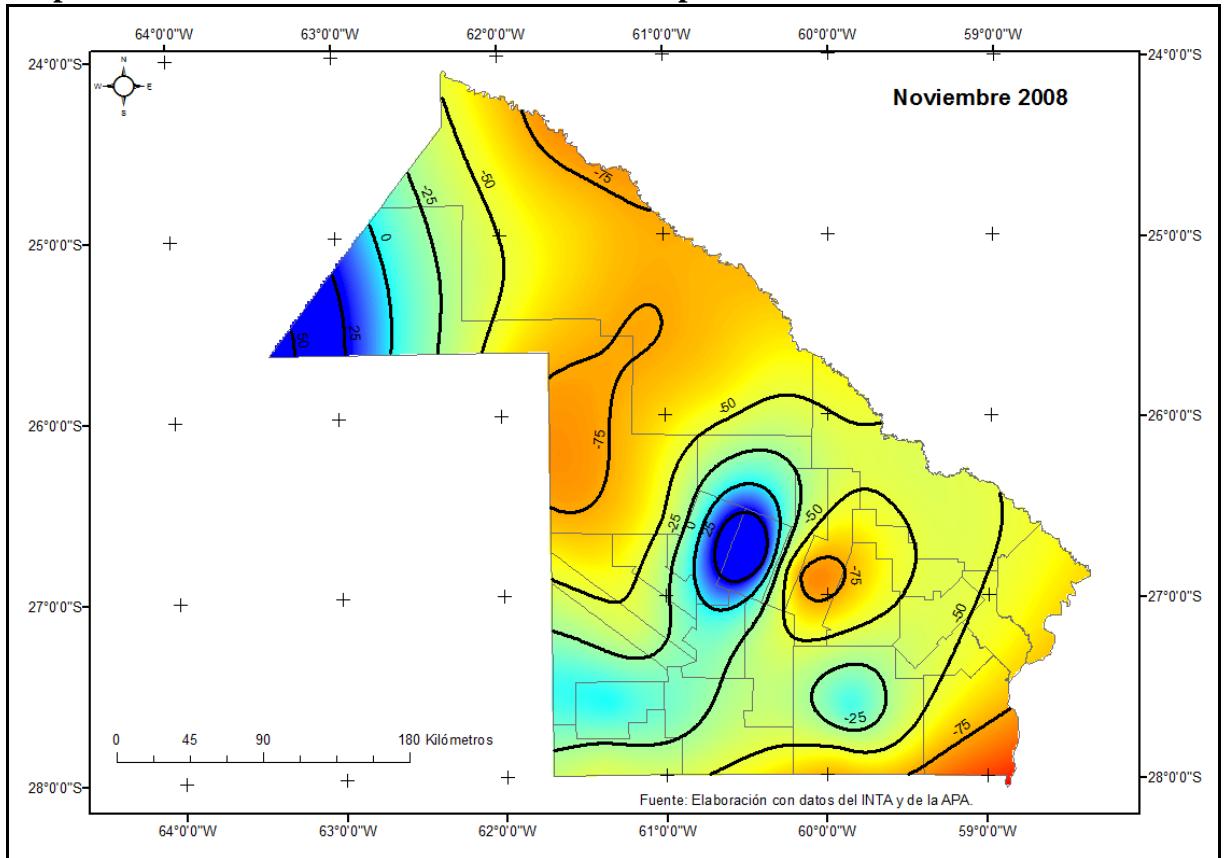
Mapa 33: Anomalías en marzo de 2008 en la provincia del Chaco



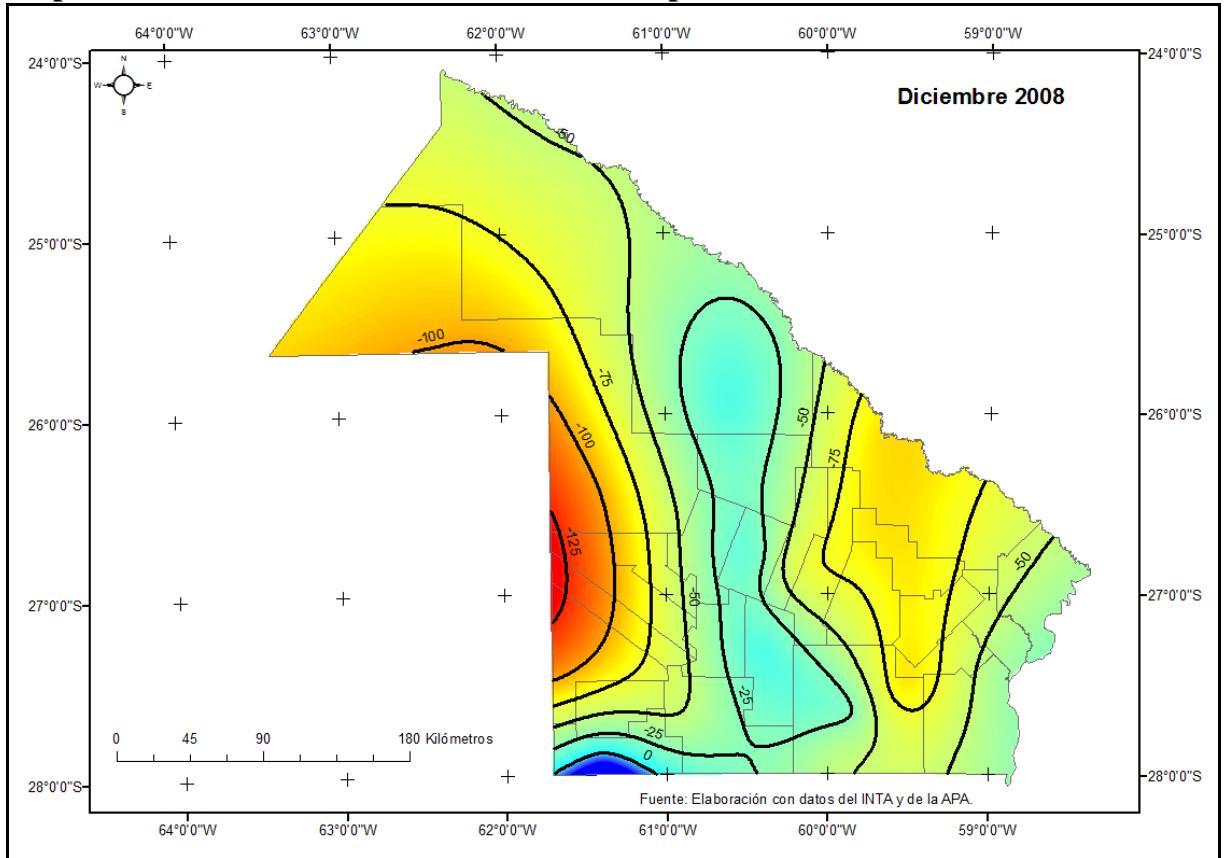
Mapa 34: Anomalías en abril de 2008 en la provincia del Chaco



Mapa 35: Anomalías en noviembre de 2008 en la provincia del Chaco



Mapa 36: Anomalías en diciembre de 2008 en la provincia del Chaco



3.5.2 Inundaciones:

Para detectar los meses y años en que se desarrollaron inundaciones pluviales con repercusiones a nivel provincial y regional, se trabajó con los mismos criterios establecidos anteriormente para detectar los eventos secos. Teniendo en cuenta estos aspectos se obtuvieron los resultados expuestos en la **Tabla 19**.

Tabla 19: Años húmedos y % de estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos afectados.

Años Húmedos	% de Estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos afectados
1958	64
1959	68
1965	76
1966	68
1985	68
1986	92
1990	72
1991	76
1992	88

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, resulta interesante mencionar aquellos años húmedos de gran extensión espacial que se manifestaron en forma aislada, es decir, se encontraron intercalados por años secos como por ejemplo: 1973 (84 %), 1994 (68 %), 1996 (88 %), 1998 (80 %), 2000 (76 %) y 2002 (92 %), para citar algunos. Por otra parte, cabe señalar que se registraron menos años húmedos comparados con los secos y los mismos fueron menos persistentes en el tiempo y homogéneos en el espacio, aun cuando se desarrollaron durante el estadío húmedo (ver ejemplos en anexos estadísticos pág. 288-290).

Una vez detectados los eventos húmedos susceptibles de producir inundaciones, se generó un escenario con cuatro estaciones piloto, seleccionadas a partir de la disponibilidad de datos de temperatura media mensual de los años a representar y cobertura espacial, que permitieron escenificar el área de estudio, estas son: Resistencia, Presidencia R. Sáenz Peña, Cnel. Du Graty y Charata. Para corroborar lo antes dicho se realizaron balances hídricos de esas localidades, con los que se ratificó que en los años mencionados en la **Tabla 19** se produjeron excesos y, por ende, escurremientos significativos en la mayoría de las estaciones de referencia.

Los **Mapas** desde los Ns° **37 al 41** representan las anomalías anuales de los años húmedos detectados. Cabe señalar que se destacan por la extensión del evento los años 1986, 1992, 1965, 1991 y 1990 que superan el 70 % de cobertura territorial.

En 1986 (**Mapa 37**) se registraron anomalías positivas en gran parte de la provincia que disminuyeron hasta transformarse en valores negativos en el extremo noroeste, específicamente en el norte del departamento General Güemes. También se observó que los mayores valores positivos, que implican un incremento de más de 50 % del promedio de la serie, se manifestaron con isolíneas cerradas que se localizaron fundamentalmente en los departamentos de Gral. José de San Martín, San Fernando, Libertad, 1º de Mayo, Almirante Brown, Gral. Belgrano, 9 de Julio y Chacabuco.

El año 1992 (**Mapa 38**), presentó isoanómalias positivas que se extendieron en forma homogénea en gran parte del territorio chaqueño, con excepción de algunas áreas puntuales que comprenden las localidades de Pcia. de La Plaza, La Sabana, Gancedo y Charata donde se desarrollaron valores negativos.

En la representación de 1965 (**Mapa 39**) se pudo advertir que las anomalías positivas se circunscribieron entre los paralelos de 26° y 28° sur, aproximadamente, y se dispusieron en sentido subparalelo, no obstante, se destacan núcleos donde se alcanzaron valores superiores al 25 % en el centro y sur del territorio. Cabe decir que los mismos disminuyeron significativamente hasta cambiar de signo hacia el norte, noroeste y sureste.

En el año de 1991 (**Mapa 40**) las anomalías positivas se extendieron desde el este hacia el oeste provincial, no obstante, en el extremo de este último sector aún se registraron valores negativos que implicó una disminución de más de un 25 % el promedio de la serie. También se observó isoanómalias negativas cerradas sobre los departamentos Gral. Dónovan, Libertad, 1º de Mayo, San Fernando y sur de Tapenagá.

En la representación de 1990 (**Mapa 41**) se advirtió el dominio de las anomalías positivas en el centro, este y el extremo noroeste de la provincia mientras que en el resto del territorio se registraron valores negativos.

El breve análisis realizado para cada uno de los años considerados húmedos pondría en evidencia los siguientes aspectos:

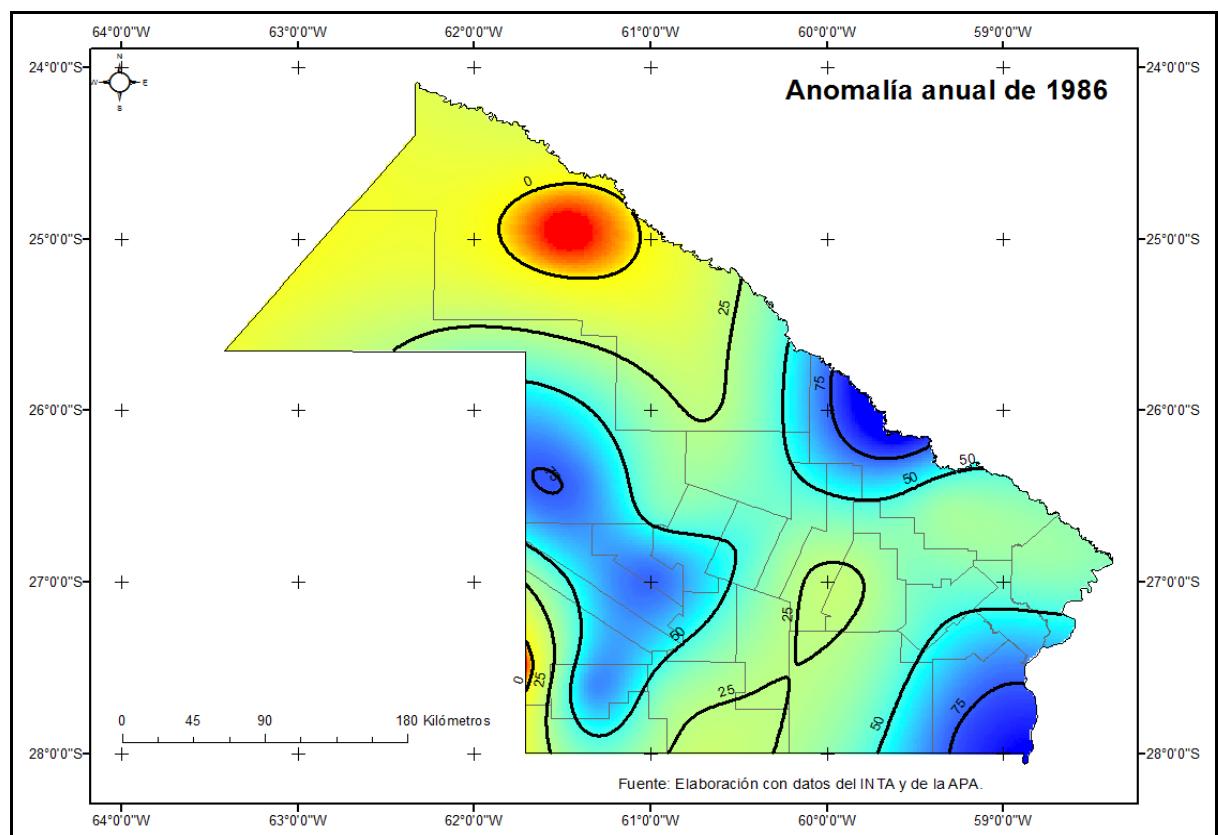
-toda la provincia en algún momento del período estudiado se vio afectada por excesos pluviométricos que podrían derivar en inundaciones pluviales,

-los valores de anomalías positivas anuales, por lo general, fluctuaron entre un 25 y 50 %,

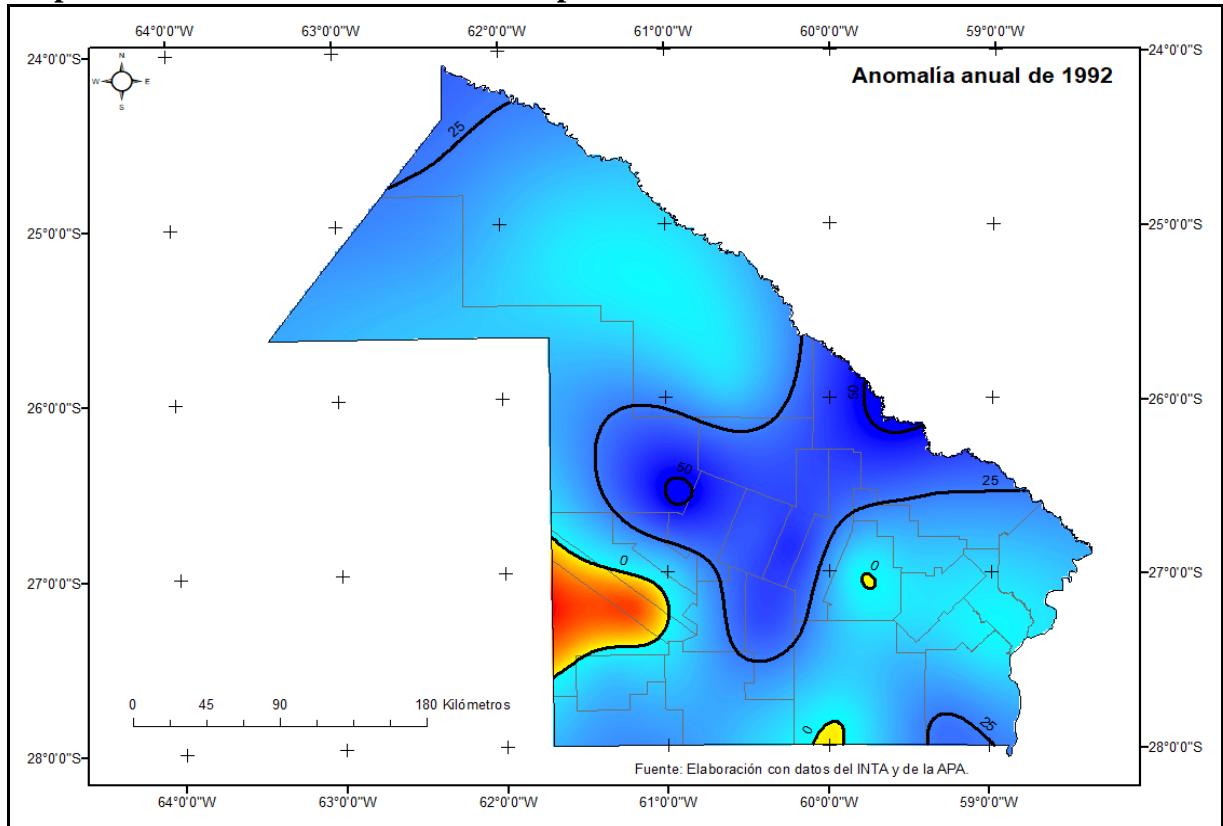
-un año húmedo, considerado de relevancia por la superficie que ocupa, coexiste con anomalías negativas o episodios secos en algunas áreas,

-el trazado de la isoanomalias es muy variado, en determinado momento se disponen en sentido subparalelo, en otros lo hacen de manera submeridiana y en la mayoría de los casos se detectan isolíneas cerradas, dando cuenta de la variedad de los fenómenos atmosféricos que influyen en los episodios de precipitaciones extremas que resultan en inundaciones. No obstante, se debe tener en cuenta que la serie de datos trabajada y el método empleado para el trazado de las isolíneas puede tener cierta influencia en los resultados obtenidos.

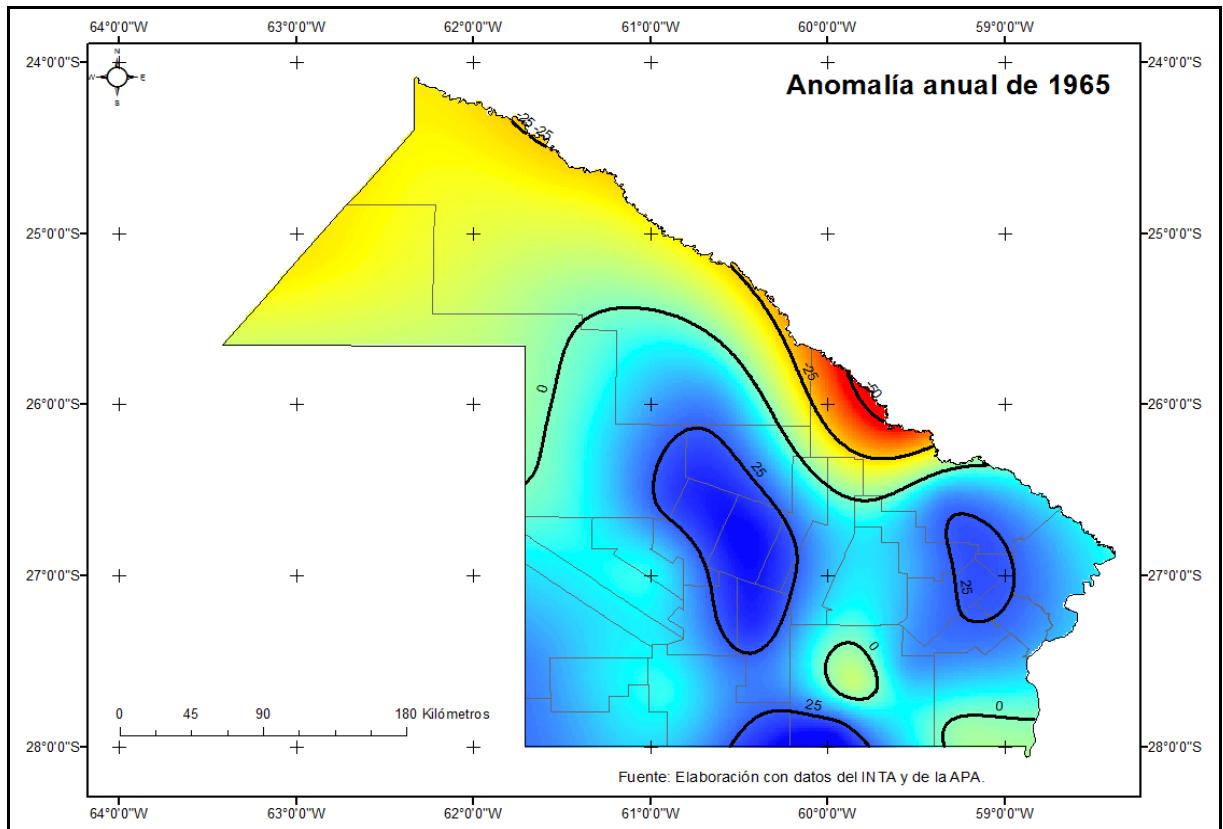
Mapa 37: Anomalía anual de 1986 en la provincia del Chaco



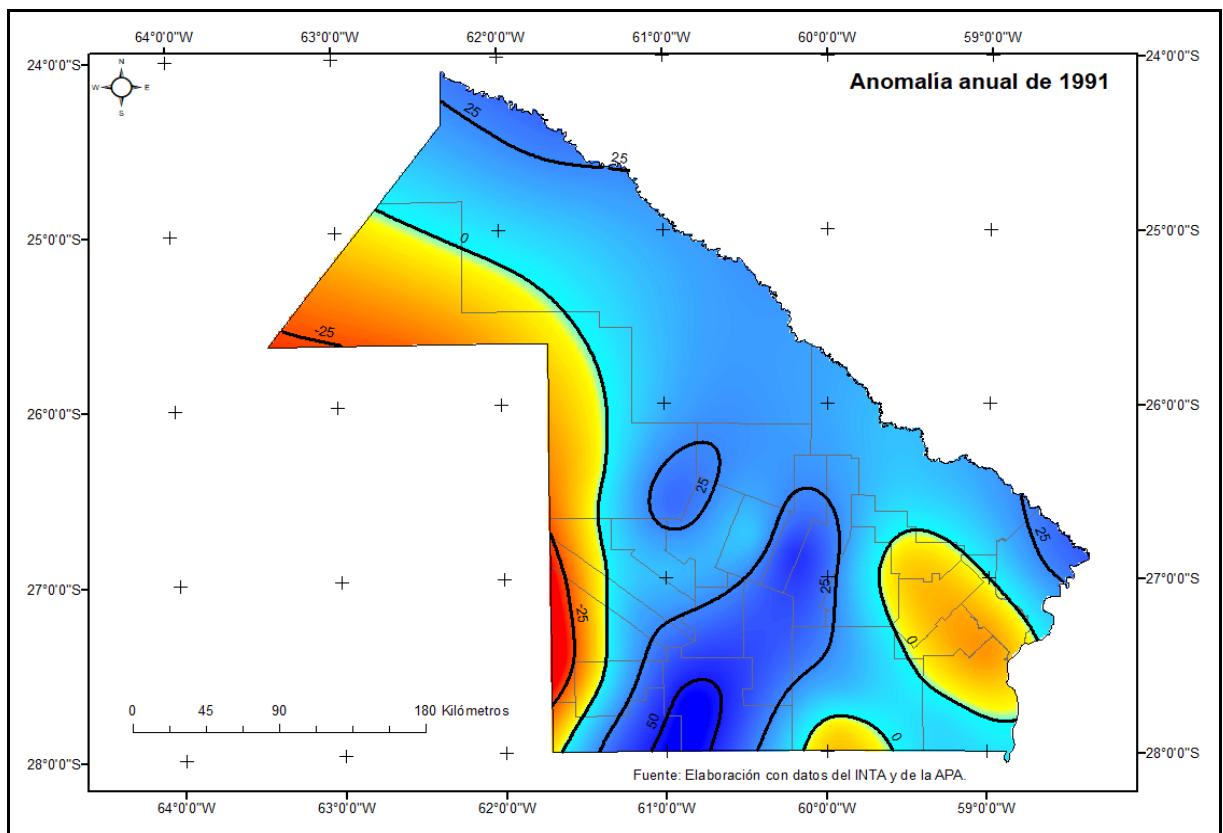
Mapa 38: Anomalía anual de 1992 en la provincia del Chaco



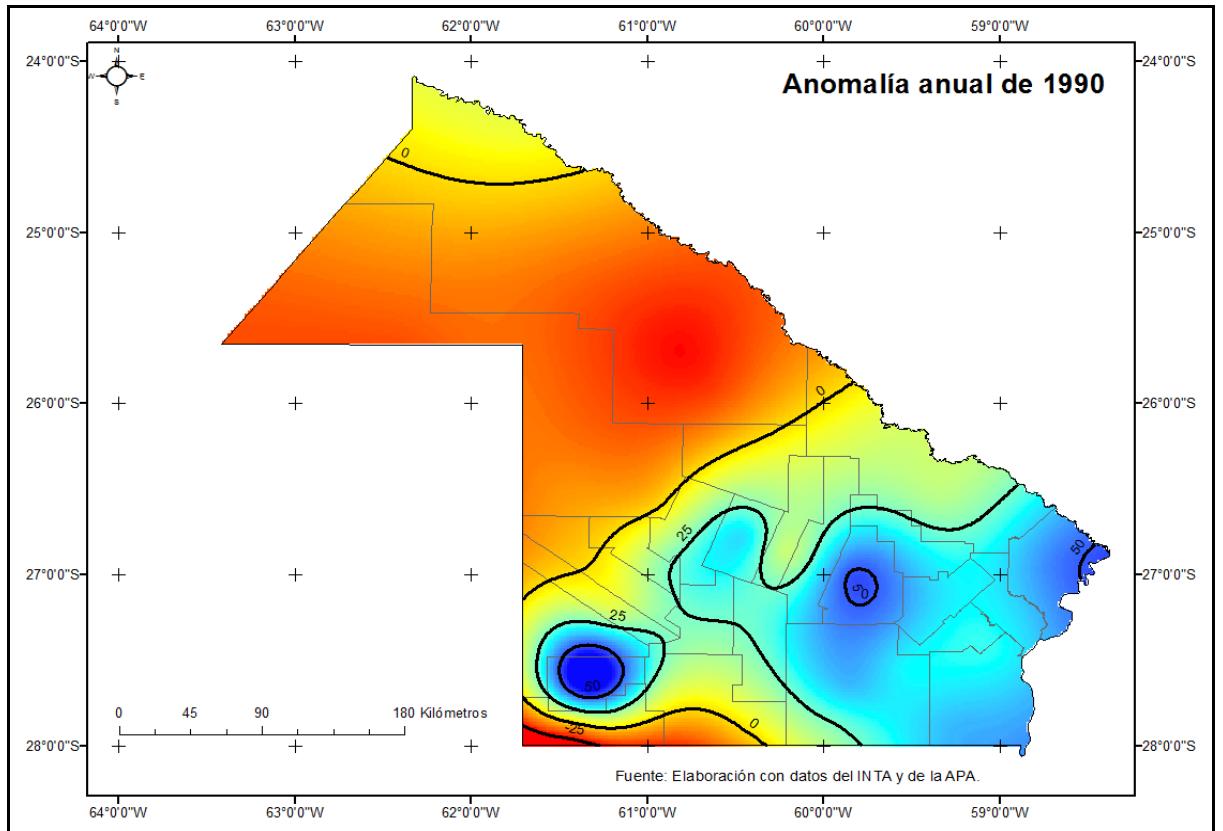
Mapa 39: Anomalía anual de 1965 en la provincia del Chaco



Mapa 40: Anomalía anual de 1991 en la provincia del Chaco



Mapa 41: Anomalía anual de 1990 en la provincia del Chaco



Atendiendo a la división del año en tan sólo dos estaciones: verano e invierno, y los meses de abril y octubre como de transición o nexo entre las mencionadas anteriormente, resulta necesario agrupar las representaciones de anomalías mensuales según estación meteorológica para el análisis de las génesis pluviométricas.

La estación de verano, como se señaló anteriormente, comprende los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo.

En verano las masas de aire con mayor humedad relativa, factibles de producir abundantes precipitaciones, y por extensión situaciones anómalas, son las Tropicales atlánticas (Ta), Polares atlánticas (Pa) y Polares atlánticas de transición (Pat). Las Pat se desarrollan con mayor frecuencia en el oriente provincial, mientras que la Pa lo hacen en el sureste y las Ta en el nordeste provincial (Bruniard, 1981).

De la misma manera que se procedió con los años secos y húmedos, en este apartado también se seleccionaron los eventos más importantes por su cobertura espacial.

En los meses de noviembre y diciembre de 1958 (**Mapas 42 y 43** respectivamente) se observó que los valores mensuales de precipitación experimentaron un aumento hacia el interior continental, desarrollando anomalías positivas que en algunos casos superaron el 100 % (por ejemplo: Pcia. de La Plaza presentó un incremento de la precipitación de 241 % en noviembre). Así mismo, se detectó un gradiente que aumenta paulatinamente de este a oeste, que podría deberse a una mayor penetración del aire marítimo y un aumento de los procesos pluviales característicos del verano continental, fundamentalmente, procesos no frontales (Bruniard, 1981).

La representación de enero de 1966 (**Mapa 44**) concentró en el este del territorio isoanómalas positivas de mayor valor y registró un comportamiento similar a lo descripto por Bruniard (1981) cuando analiza las anomalías calculadas a partir de la serie 1921/1950. Según este autor, la situación observada en la cartografía podría responder a un desplazamiento hacia el oriente de las máximas precipitaciones asociadas “*a un aumento de la actividad frontal sobre las provincias del Litoral y a una menor penetración de aire marítimo hacia el interior continental, donde se desarrollan anomalías negativas*” (1981:155). El mes de febrero (**Mapa 45**) de este mismo año presentó un comportamiento semejante a la situación de noviembre y diciembre de 1958.

El mes de marzo de 1986 (**Mapa 46**) manifestó en casi toda la provincia anomalías positivas, que en casos puntuales, registraron un incremento superior al 100 %. En abril de ese mismo año (**Mapa 47**) se observó valores positivos relativamente altos en el este, sureste y sur provincial, mientras que hacia el noroeste se presentaron valores negativos. Las características mencionadas anteriormente se deberían a la contracción hacia el oriente del eje de máximas precipitaciones. Lo anterior responde a que, la posibilidad de ingreso de aire marítimo comienza a menguar a partir del mes de marzo debido al descenso térmico, y el correspondiente aumento barométrico del interior continental que, sumado al desplazamiento hacia el sur del anticiclón del Atlántico, favorece el ingreso desde el sureste de los flujos de aire Polar Atlántico con el correlato de abundantes precipitaciones, pero limitado al oriente chaqueño.

Por último, la secuencia octubre, noviembre y diciembre de 1992 (**Mapas 48, 49 y 50** respectivamente) se caracterizaron por la extensión del evento húmedo como también por el incremento de los valores de precipitación, que excedieron el 100 % el promedio de la serie. No obstante, también se advirtió el desarrollo de anomalías negativas hacia el suroeste, este y sur que implicaron una importante disminución de las lluvias.

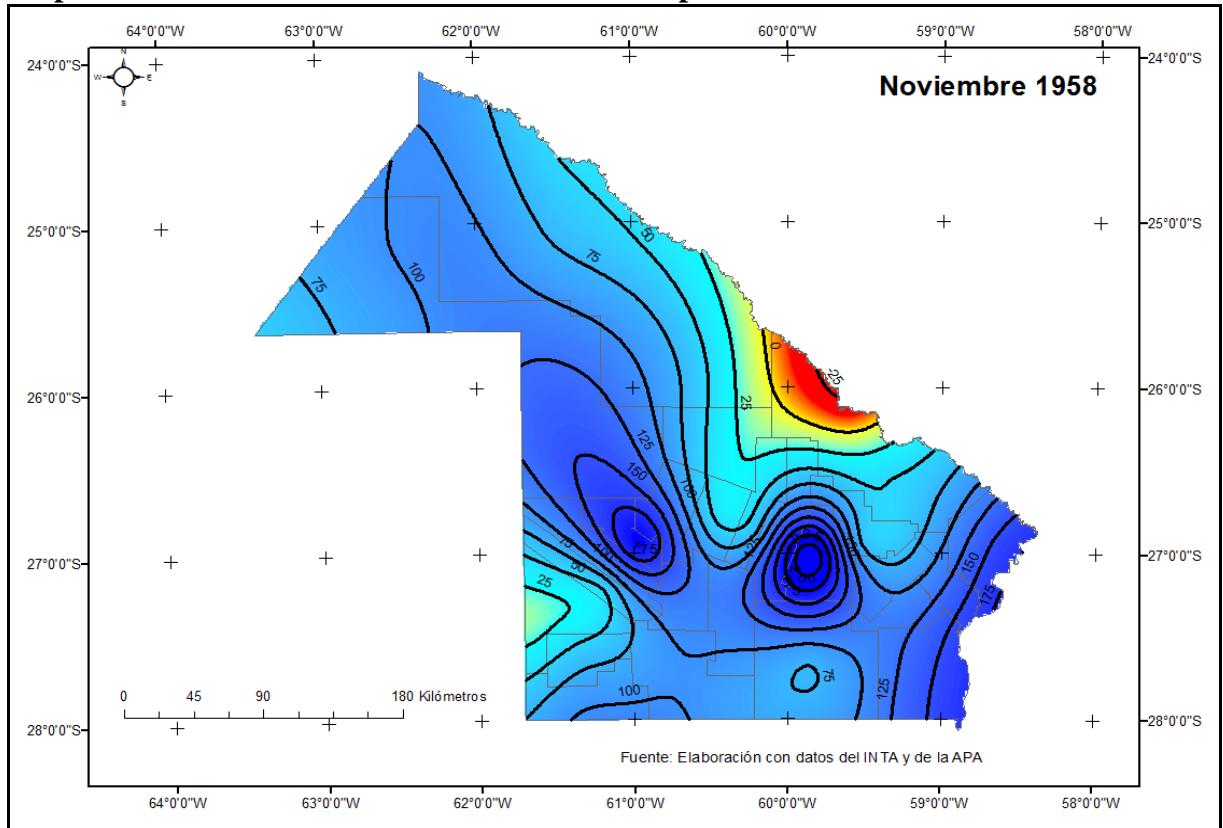
El análisis de las anomalías mensuales permitiría destacar lo siguiente:

-en todo el territorio de la provincia del Chaco se desarrollan anomalías positivas susceptibles de generar inundaciones,

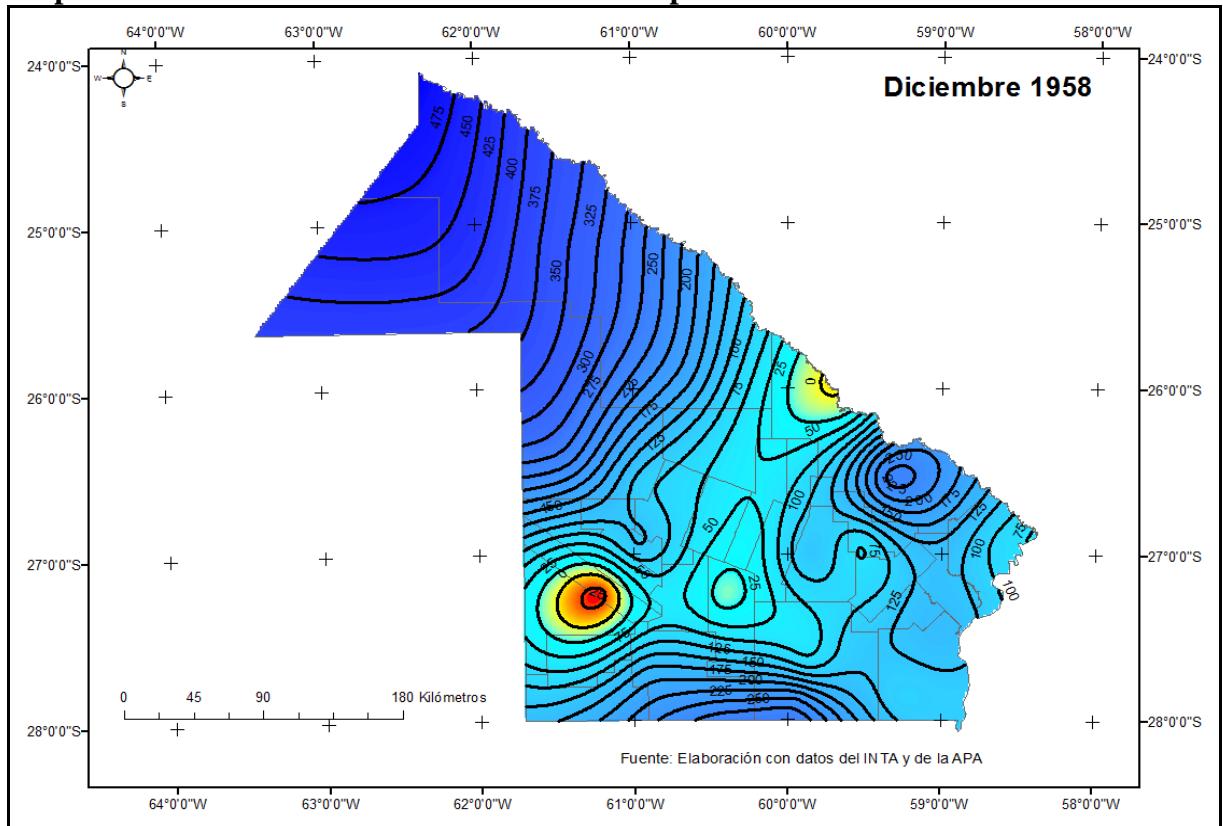
-se pueden registrar valores anómalos que superan en más de un 100 % el promedio de la serie trabajada, sin embargo, estos se circunscriben muy puntualmente,

-el evento húmedo que se manifiesta en la provincia se interrumpe con frecuencia en el extremo noroeste, suroeste y noreste, y en menor medida hacia el este, sureste y oeste provincial por eventos del signo contrario.

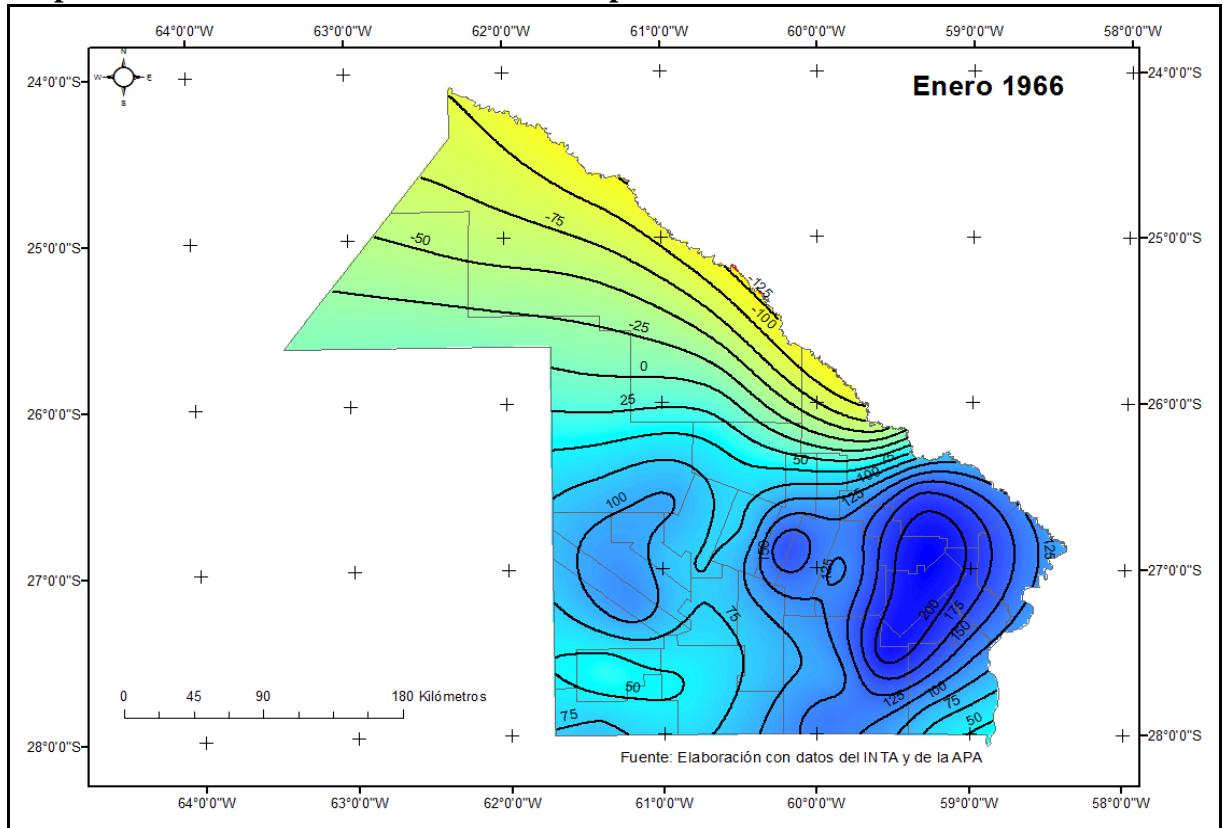
Mapa 42: Anomalías en noviembre de 1958 en la provincia del Chaco



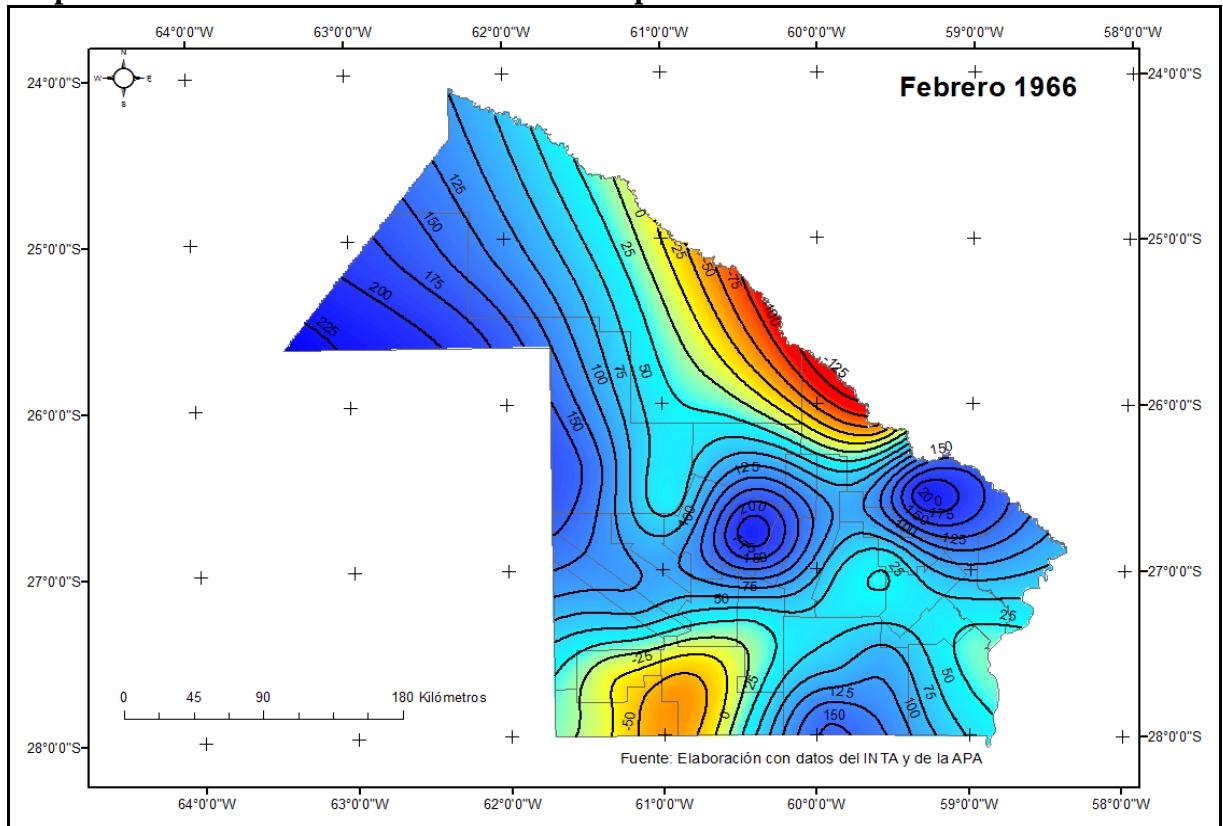
Mapa 43: Anomalías en diciembre de 1958 en la provincia del Chaco



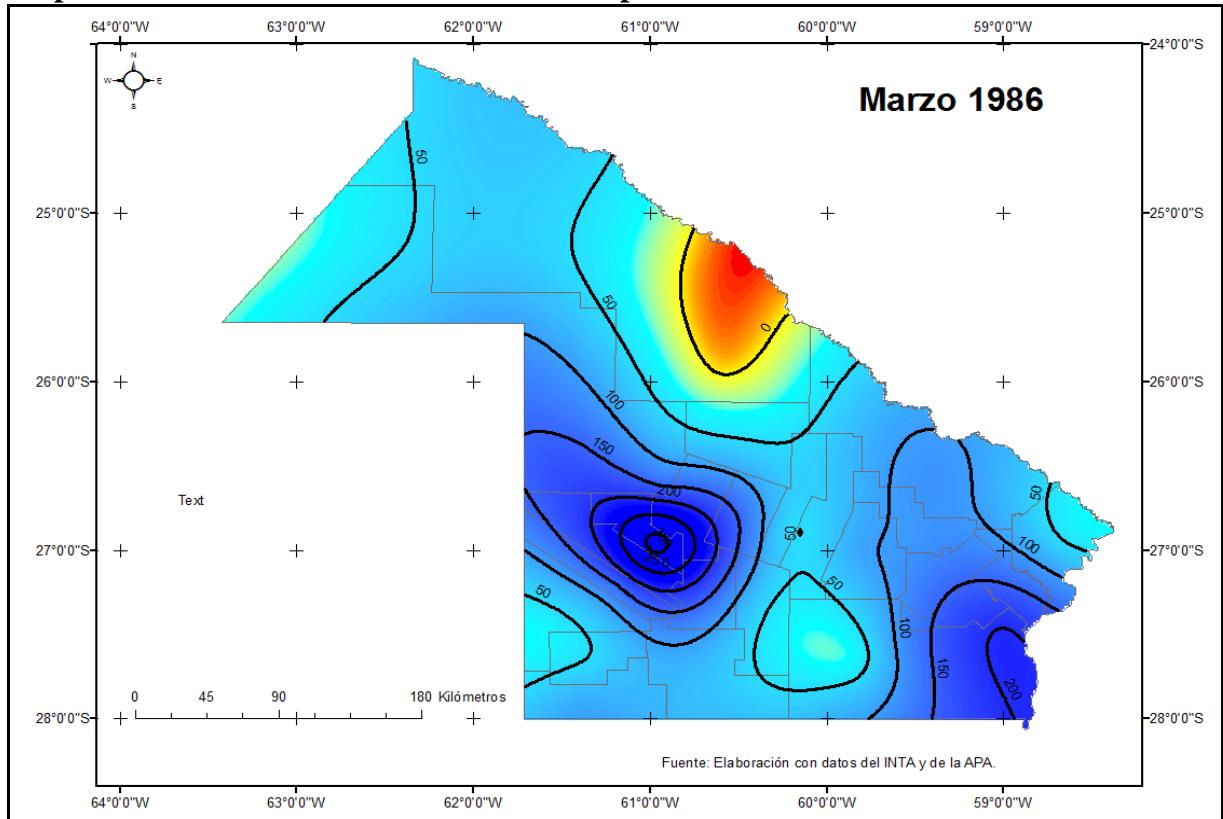
Mapa 44: Anomalías en enero de 1966 en la provincia del Chaco



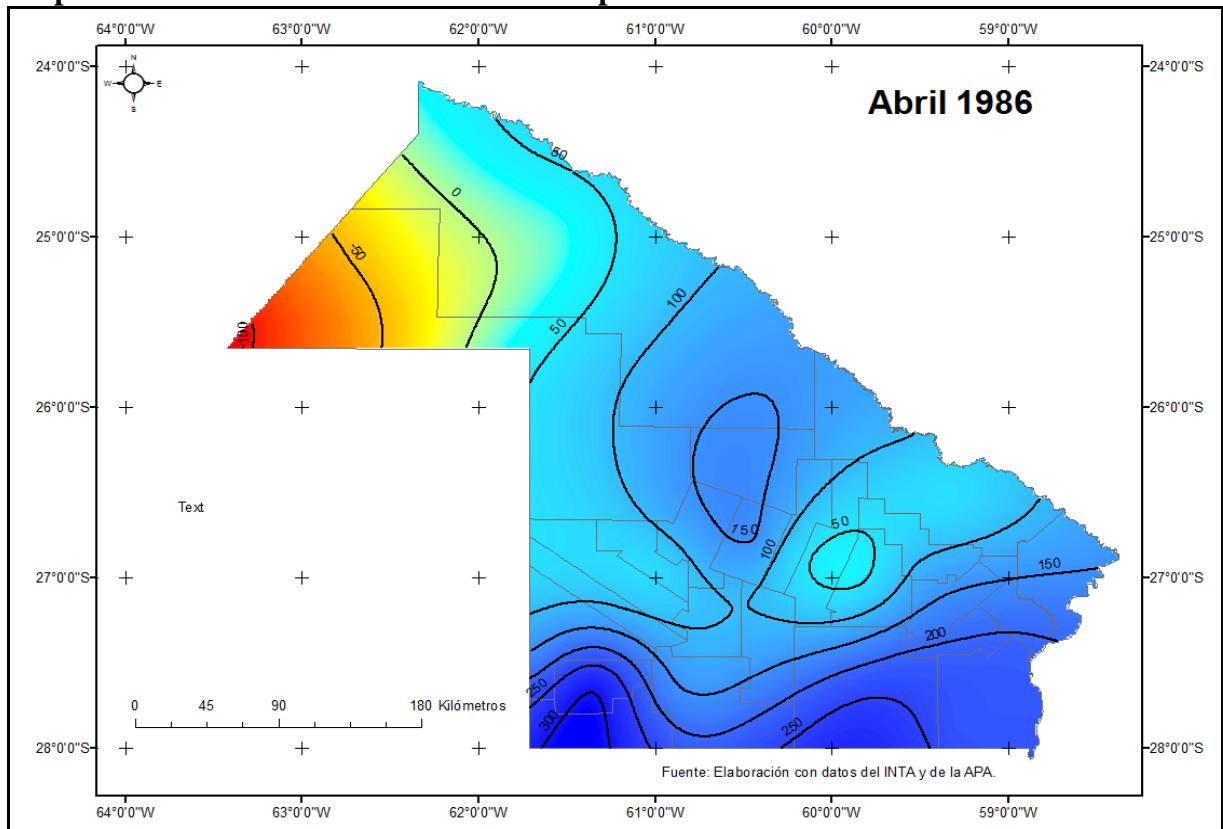
Mapa 45: Anomalías en febrero de 1966 en la provincia del Chaco



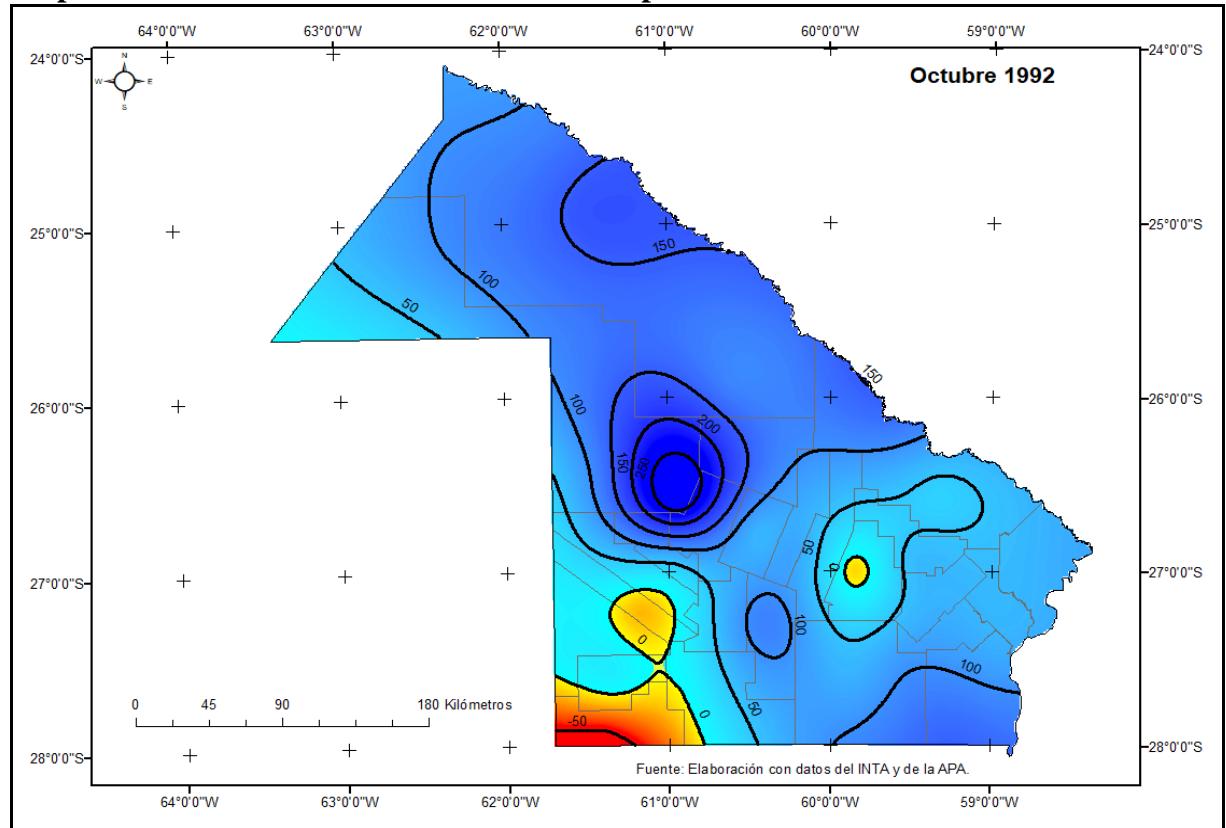
Mapa 46: Anomalías en marzo de 1986 en la provincia del Chaco



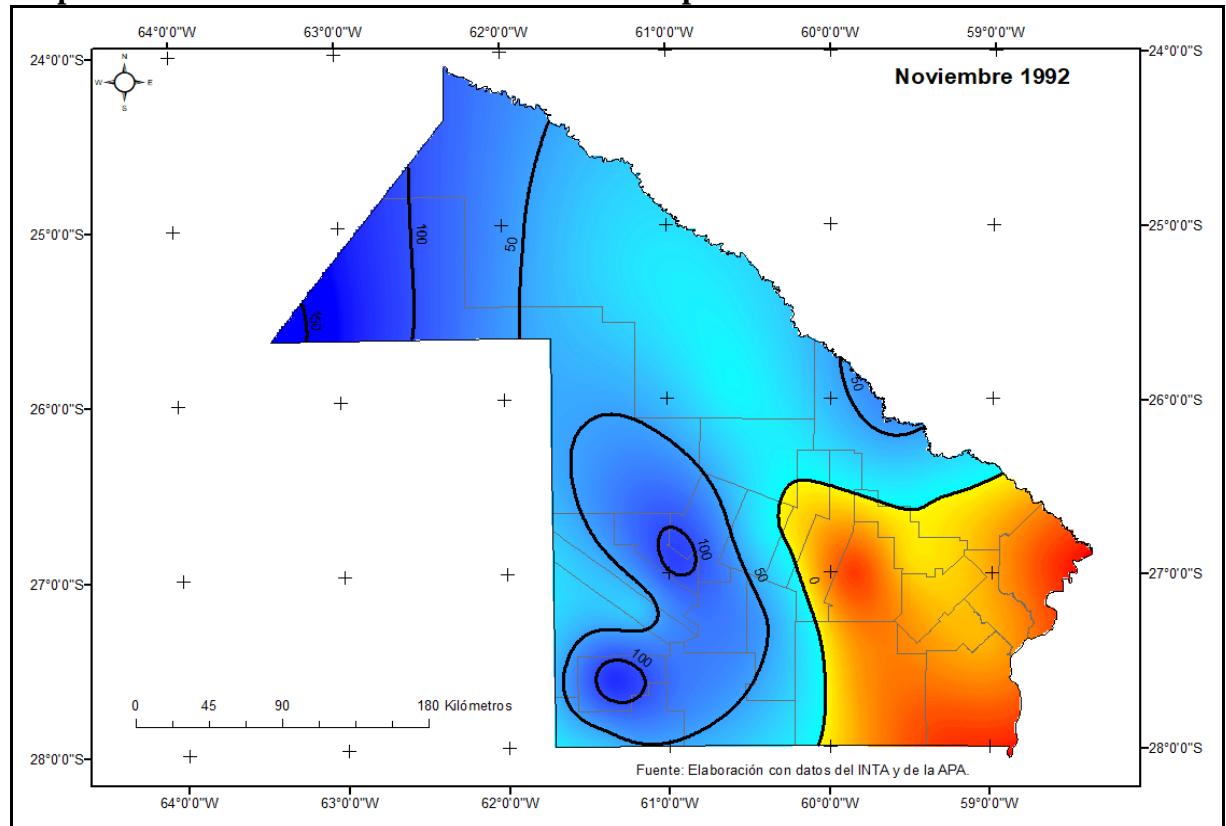
Mapa 47: Anomalías en abril de 1986 en la provincia del Chaco



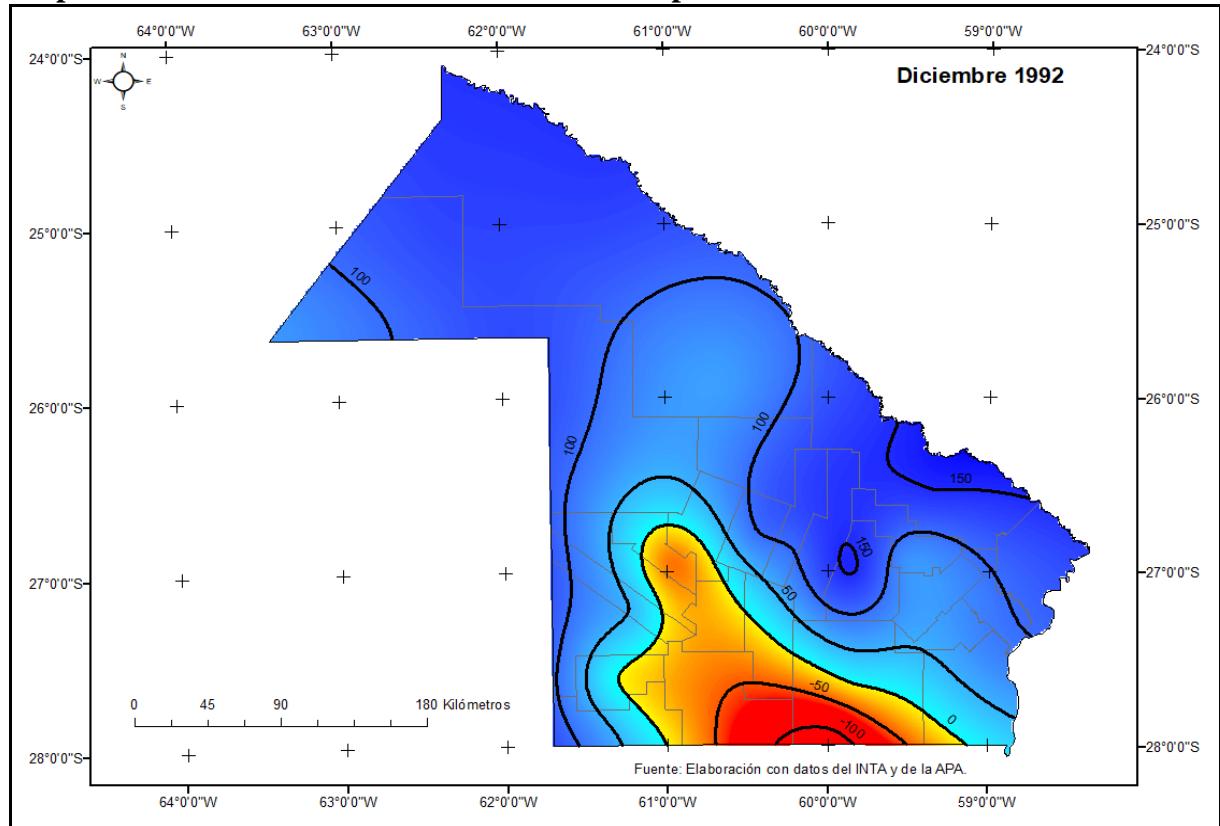
Mapa 48: Anomalías en octubre de 1992 en la provincia del Chaco



Mapa 49: Anomalías en noviembre de 1992 en la provincia del Chaco



Mapa 50: Anomalías en diciembre de 1992 en la provincia del Chaco



3.6 Síntesis

En primer lugar es necesario aclarar que, si bien el estudio de las situaciones pluviométricas extremas se limitaron a este espacio, las explicaciones del fenómeno, sobre todo desde el punto de vista climático, exceden el ámbito provincial pues “...*las condiciones locales, características de tal área, dependerán en buena medida de influencias alóctonas cuyo origen y desarrollo debe ser aprehendido desde una perspectiva que la excede ampliamente*” (Bruniard, 1981:18), esto implica un cambio de escala al momento de emprender la tarea de interpretar los procesos atmosféricos que favorecen los eventos de sequías e inundaciones.

En este mismo sentido Sorre (1957) señala “*imagínese la descripción de un clima regional sin el recurso de la situación del país en relación a los centros de acción y a las corrientes de la atmósfera*”.⁴

En los apartados 3.2 y 3.3.1 se hace referencia al régimen de las lluvias en la provincia del Chaco, que establece los máximos pluviométricos en los meses de marzo, abril y noviembre en las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos localizados

⁴ Citado por Bruniard en “El clima de las planicies del norte Argentino”, 1981:18.

hacia el oriente del territorio y en enero y febrero en las que se encuentran al occidente. Los valores mínimos de precipitación se producen durante los meses invernales en todo el territorio. Esta característica delimita el análisis de los eventos de sequías e inundaciones durante la estación favorable, pues una disminución de los valores pluviométricos o, por el contrario, un aumento significativo de los mismos durante el periodo estival conlleva importantes dificultades ambientales y socioeconómicas en la provincia.

El análisis de los parámetros de magnitud, duración, frecuencia, espaciamiento temporal y extensión espacial de las anomalías (positivas y negativas) permitiría señalar que toda la provincia se encontraría expuesta al desarrollo de las sequías e inundaciones, no obstante, se debe decir que las primeras se suceden con mayor frecuencia que las segundas.

Los extremos pluviométricos comprendidos en los intervalos clasificados como: disminución leve (-0,1 a -25 %), disminución moderada a grave (-50,1 a -75 %), aumento incipiente (0,1 a 25%) y aumento grave a muy grave (75,1 a 100 %) se desarrollan, en nuestro espacio y durante el periodo de estudio, con mayor frecuencia y en cualquier momento del año. Las situaciones de disminución grave (-75,1 a -100%) y aumento grave (más de 100 %) son menos frecuentes y pueden producirse en cualquier mes, no obstante, se observa cierta estacionalidad durante el invierno.

Por otra parte, las secuencias secas y húmedas más frecuentes son las de dos meses de duración. Asimismo, cabe mencionar que las secuencias superiores a seis meses, en el caso de los eventos secos, y aquellas secuencias de más de cuatro meses, en lo que respecta a los eventos húmedos, son menos frecuentes y no presentan un comportamiento temporo espacial homogéneo.

En la búsqueda de las posibles causas que dan lugar a estos extremos pluviométricos, requiere recordar que la génesis pluvial durante la estación favorable respondería a la penetración de los flujos de origen tropical que ingresan al interior continental debido a la profundización de la Baja térmica del Noroeste Argentino, lo que da cuenta del avance de las condiciones tropicales hacia las latitudes medias.

En relación con lo anterior, cabe decir que si bien la interacción que existe entre la baja presión del Noroeste Argentino y los Anticiclones de los océanos Atlántico y Pacífico es el principal mecanismo de advección de humedad hacia el continente

durante la estación del verano y generadora de precipitaciones quasi-monzónicas, también es responsable de situaciones de frecuentes e intensas sequías sobre el continente (Minetti y otros, 2002). En este sentido Schwerdtfeger y Vasino (1954) y Quereda Salas y otros (2000), ponen de relieve una posible variación de la circulación general atmosférica debido a una variación de la intensidad o distribuciónpectral de la radiación solar.

Por lo tanto, la posible variación de la circulación atmosférica y su influencia en la interacción de la Baja térmica del NOA con los anticiclones semipermanentes de los océanos Atlántico y Pacífico podrían explicar el desarrollo frecuente de eventos secos en el centro este de la provincia durante el período de estudio.

Por otra parte, Minetti (1999) señaló que la región del Noroeste y el centro argentino también son afectadas por situaciones de elevada baroclinicidad austral en eventos de sequías. En este sentido, un aumento de la baroclinicidad austral induciría un aumento de la aparición de sistemas convectivos, que a su vez generarían grandes cantidades de precipitaciones puntuales o de mediana cobertura areal hacia el este de la región del Noroeste Argentino, afectando específicamente el extremo noroeste de la provincia del Chaco, aspecto que podría dar cuenta del desarrollo frecuente de anomalías positivas en este sector durante el evento seco que afecta al resto de la provincia (ver anexo pág. 282 y 283 y Mapas N° 15-19).

Otro de los aspectos de la circulación atmosférica sudamericana que podría influir en los eventos secos es la convergencia Sudatlántica (SACZ) que tiene una posición geográfica fluctuante, pudiendo afectar la región del Nordeste Argentino. En este sentido Minetti y Vargas (1983) establecieron que la posición geográfica de la SACZ durante la década 1941/1950, identificada como período seco, se encontraba entre los 25° y 27° de latitud sur sobre la costa de Brasil.

Por otra parte, este mismo proceso podría generar la situación opuesta. En la década 1951/1960, reconocido como un período húmedo, Minetti y otros (1990), localizaron la SACZ en el norte de Argentina y sur de Brasil, situación que aumentó la frecuencia de vientos de componente sur en Argentina lo que implicó un incremento en los valores pluviométricos durante ese tiempo, que explicaría de alguna manera, el desarrollo de los eventos de inundaciones identificados en la provincia del Chaco, particularmente en los meses de enero y febrero.

Asimismo, Schwerdtfeger y Vasino (1954:186) señalan que:

“los empujes de aire frío desde el sur que tienden a desplazar temporalmente el aire caliente y húmedo sobre el este y noreste de la Argentina y el Uruguay, ocasionan en estas zonas una parte de las lluvias importantes. También las intensas depresiones báricas sobre la Mesopotamia Argentina, asimismo causante de intensas lluvias, no se presentan sin intervención del aire frío desde el sur. Por otro lado, tales empujes de aire polar pueden ser tanto más intensas o frecuentes, cuanto más alto es el nivel bárico sobre el sur de la Patagonia, o cuanto más bajo se encuentre sobre el noreste argentino”.

En este sentido, González y Flores (2010) afirman que los años con excesos de precipitación en los meses de En, Fb y Mz podrían estar asociados a un debilitamiento del Anticiclón del Atlántico en superficie que generaría las condiciones necesarias para que los sistemas frontales provenientes del sur lleguen activos a la región del Nordeste.

Otro aspecto que puede influir en el comportamiento de las precipitaciones a una escala local, “*es muy probable que los cultivos hayan contribuido a aumentar el contenido de humedad del aire (con el consiguiente aumento de precipitación) en comparación con el que habría existido con la vegetación virgen*” (Schwerdtfeger y Vasino, 1954: 192), dado que los cultivos actuarían, por un lado, aumentando la evapotranspiración y por otro disminuyendo el escurrimiento del agua precipitada.

Cabe señalar además la influencia que ejercerían ciertos procesos atmosféricos generados a partir de las perturbaciones de índole atmosférica y oceánica como son los eventos de El Niño y La Niña y su incidencia en la circulación de altura, que generarían las situaciones de sequías e inundaciones detectados en nuestro espacio de estudio, según intervenga uno u otro.

Los autores Souza y Ambrizzi (2002) han estudiado la influencia de los episodios ENOS (El Niño Oscilación del Sur o ENSO siguiendo las siglas en inglés) en los patrones de circulación climatológica de las células de Hadley y Walker en América del Sur durante la década de los '80, específicamente en los eventos de El Niño 1982-83 y 1986-87. Estos concluyeron que durante los mismos la circulación de Hadley y Walker sufrieron cambios dramáticos, casi invirtiendo su patrón de circulación climatológica. En estos años, la manifestación de la rama ascendente de la célula Walker ocurrió sobre el Pacífico centro-este, mientras que la rama descendente afectó la

mayor parte del norte y noreste de Sudamérica y el Atlántico Sur ecuatorial. Al mismo tiempo, se detectó una debilidad significativa de la rama ascendente de la célula de Hadley sobre los trópicos de América del Sur. La actividad convectiva asociada a la zona de convergencia intertropical (ITCZ) se inhibió debido al movimiento de descenso a gran escala. Estos patrones anómalos causan condiciones de sequía en la estación lluviosa de las áreas continentales ubicadas al norte y noreste de América del Sur, por ejemplo, en Guyana, Surinam, Guayana Francesa, centro este del Amazonas y la mayoría del noreste de Brasil. Por otro lado, las condiciones de excesos de precipitación observadas en el sur-sureste de América del Sur, fueron favorecidos por la rama anómala ascendente de la célula de Hadley. Esta característica se observa mejor durante el evento 1982/83. De hecho, durante El Niño de 1986/87, la circulación de la célula de Hadley se invirtió, disminuyendo la precipitación en la misma región.

Por su parte, el Centro de predicción Climática dependiente de la Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera (NOAA) señala que durante la década de 1980 y 1990 se produjo una importante actividad del ENOS que dio lugar a cinco episodios de El Niño (1982/83, 1986/87, 1991/93, 1994/95 y 1997/98) y tres episodios de La Niña (1984/85, 1988/89 y 1995/96). Este organismo sostiene que, históricamente existe una variabilidad importante en el ciclo del ENOS de una década a otra, por ejemplo, hay décadas donde el ciclo se encuentra relativamente inactivo y otras donde es bastante pronunciado, siendo este último caso el responsable de los episodios sucesivos de El Niño y La Niña.

Atendiendo a esta dupla océano-atmósfera cabe decir que, en el NEA, la relación entre las abundantes precipitaciones y la temperatura superficial del mar, específicamente en los meses de Oc y Nv, pone de manifiesto la asociación con el calentamiento en el Pacífico ecuatorial (fase cálida de ENOS), los enfriamientos en el Pacífico sur en las cercanías de las costas sudamericanas al sur de los 40 ° S y la intensificación de las altas presiones Subtropicales en el Atlántico y sur de Brasil, en altura, generando un dipolo con orientación noreste sudoeste (González y Flores, 2010).

Asimismo, el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) realiza un seguimiento constante de estos procesos atmosféricos que publica periódicamente en las llamadas Gacetillas Meteorológicas. En este sentido el informe N° 15 señala que el intenso episodio de El Niño 1997/98 fue seguido por un largo episodio anómalo de La Niña, que se inició a mediados de 1998 y terminó a principios de 2001.

En el año 2005 se registró en el norte del país un evento seco según lo publicación N° 14 del SMN, que afectó principalmente la provincia del Chaco, lo que provocó durante los meses de enero y febrero una mayor evapotranspiración que se acentúo en el mes de agosto.

La gacetilla N° 20 publicado en 2006 hace referencia a una sequía persistente en la Argentina durante el período enero-agosto de ese año, que afectó principalmente a las provincias de Chaco, Formosa y Santa Fe, donde se desarrolló una intensa anomalía negativa que se extendió hacia toda la región del Litoral concentrándose la mayor gravedad al noreste de la provincia de Corrientes. Durante ese mismo periodo se desarrollaron anomalías positivas en el noroeste del país y en el este de la región Central.

Durante el primer semestre de 2008 se registraron temperaturas relativamente altas en la superficie del mar en la zona del océano Pacífico según la gacetilla N° 8. Este breve informe señala que las temperaturas de la superficie del mar en la zona central del Pacífico ecuatorial fueron, en promedio, 1,5 °C más baja de lo normal en el período comprendido entre octubre de 2007 y marzo de 2008. Esta situación corresponde a un episodio de La Niña de intensidad mediana, en comparación con los episodios anteriores.

Para finalizar, cabe decir que siempre es importante tener en cuenta que los eventos de El Niño y La Niña no son los únicos factores que influirían en las características climáticas estacionales. Por lo tanto, es necesario realizar evaluaciones regionales detalladas de las condiciones predominantes, tomando en consideración tanto los efectos previstos de El Niño y La Niña como los otros fenómenos característicos de otras regiones geográficas, para poder determinar con la mayor precisión posible las características meteorológicas que se podrían esperar a nivel local y regional, para poder anticipar y mitigar las consecuencias de los eventos pluviométricos extremos denominados: sequías e inundaciones en la provincia del Chaco.

Capítulo IV

Provincia de Formosa: situaciones pluviométricas extremas anómalas que derivan en sequías e inundaciones (período 1967/1993).

4.1 Localización geográfica del área de estudio

El espacio de estudio corresponde a la provincia de Formosa que limita al norte con el río Pilcomayo, que la separa de la República del Paraguay, al sur con el río Teuco-Bermejo que la aisla de la provincia del Chaco, al este limita nuevamente con Paraguay y al oeste con Salta de la cual se separa por una línea imaginaria, es decir, el territorio se desarrolla entre los 22°27' y 26°52' latitud sur y entre los 57°34' y 62°21' longitud oeste. Presenta una superficie de 72066 km² que la convierte en la vigésima unidad política más extensa del país, dividida en nueve departamentos.

Para la consecución del objetivo propuesto en este trabajo se emplearon 19 observatorios (una estación meteorológica y 18 puestos pluviométricos) distribuidos en ocho departamentos que cubren gran parte de la provincia y permite el estudio de la dinámica témporo espacial de las precipitaciones durante el período 1967/1993 (**Tabla 2 y Mapa 2**).

4.2 Aspectos climáticos generales.

Las características climáticas de la provincia de Formosa corresponden a dos unidades climáticas: la denominada región Subtropical Marítima, al este, y la región Subtropical Continental, al oeste (Capitanelli, 1992). La primera de ellas se encuentra dominada por las masas de aire tropicales marítimas, cálidas y húmedas del Atlántico que determinan la ausencia de un invierno térmico y máximos pluviométricos en las estaciones de primavera y otoño. La segunda cubre el centro-oeste provincial, en ella adquiere importancia la depresión del Noroeste Argentino, que favorece el ingreso de aire tropical más seco que en la región anterior, no obstante, las máximas precipitaciones se registran en los meses de verano.

Los autores Daus y García Gache (1955) señalan que en la provincia de Formosa es posible identificar dos variedades climáticas: “subtropical sin Estación seca” que se desarrolla específicamente en el sector oriental del territorio, y “subtropical con estación seca” que se extiende en la porción centro-occidental del espacio de estudio. El primero de ellos comprende la franja ubicada sobre el río Paraguay, donde se encuentran ciudades importantes como Formosa, Clorinda y Herradura y se caracteriza por precipitaciones regulares y abundantes durante las estaciones intermedias, aunque se observa una disminución de los montos pluviométricos durante los meses de invierno.

El segundo se divide a su vez en dos subregiones: una subcontinental o de transición que, como su nombre lo indica, constituye una transición entre el área húmeda del este y semiárida del oeste. Ocupa una franja aproximadamente de 220 km de ancho en el centro de la provincia, donde se desarrollan las nacientes de casi todos los ríos que conforman el sistema hidrográfico autóctono que drenan sus aguas hacia el río Paraguay. La zona semiárida ocupa la porción occidental de la provincia y se caracteriza, como su denominación lo indica, por una disminución considerable de las precipitaciones cuyos valores oscilan entre 600 y 800 mm anuales.

4.3 El comportamiento temporal y espacial de las precipitaciones

4.3.1 Precipitación media mensual en mm (1967/1993).

El régimen de precipitación en la provincia de Formosa, durante el período de estudio, permite advertir que los valores máximos se registran a principios y finales de la estación estival y en abril, mes de transición.

En la **Tabla 20** y en el **Gráfico 11** se puede observar que en la localidad de Clorinda se registra el primer óptimo en el mes de abril y el segundo en noviembre; en Herradura el primer máximo se produce en los meses de abril y noviembre y el segundo en enero; Laguna Blanca: abril y enero; Gran Guardia: abril y marzo; Colonia Pastoril: noviembre y abril; San Francisco de Laishi: noviembre y enero; Tacaaglé: el primero en diciembre y el segundo en enero-abril; General Belgrano: diciembre-marzo y enero; Palo Santo: diciembre-abril y marzo; Las localidades de Pirané, El Colorado,

Comandante Fontana, Gral. Güemes, Ibarreta, Fortín Soledad presentan su primer máximo en diciembre y el segundo en marzo; en Estanislao del Campo y Las Lomitas la situación se invierte, el primero se registra en marzo y el segundo en diciembre; por último el Espinillo e Ingeniero Juárez presentan el primer óptimo en enero y el segundo en diciembre.

Tabla 20: Precipitación media mensual (mm) según estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia de Formosa (1967/1993)

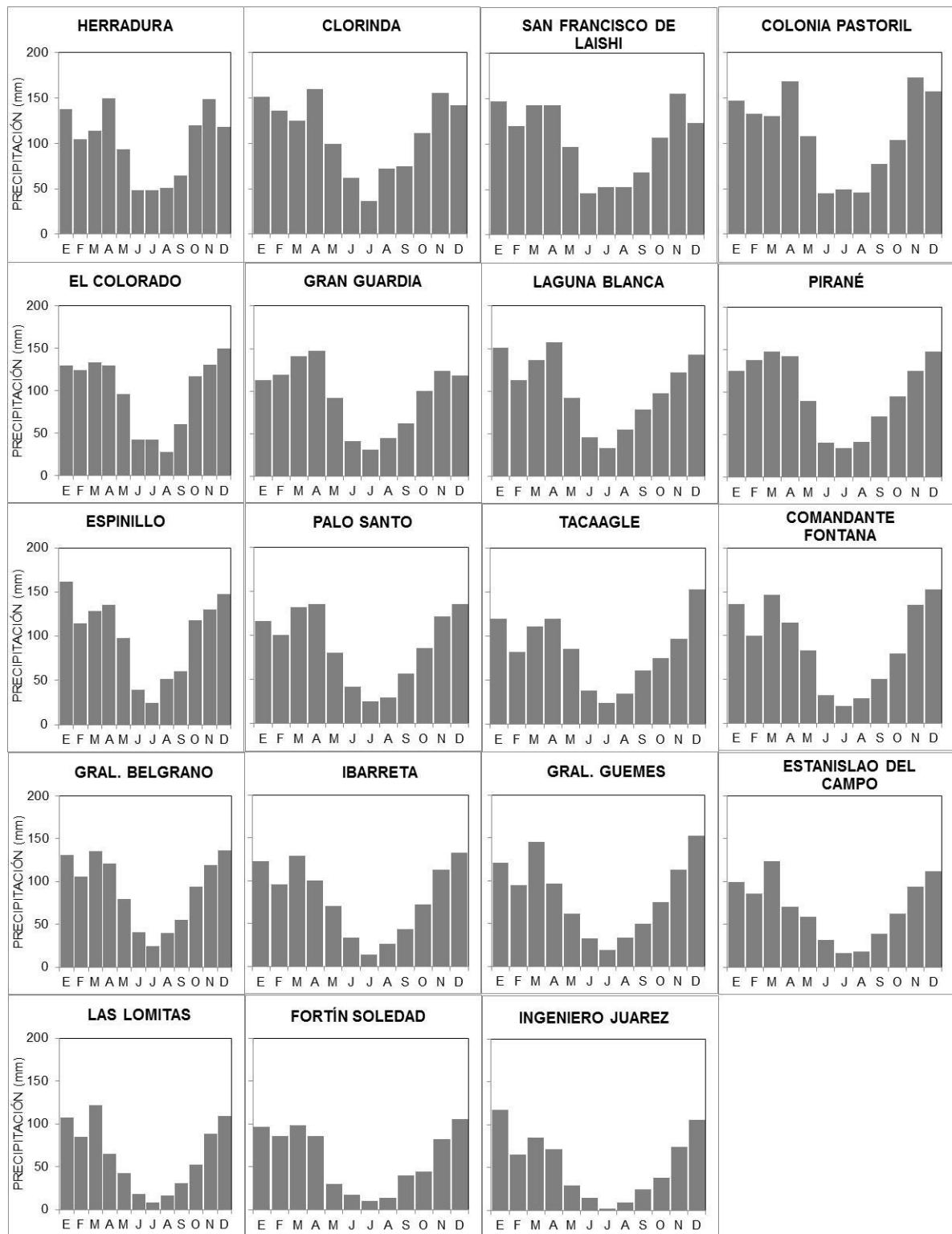
ESTACION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Herradura	137	105	114	149	94	49	49	51	65	120	149	118
Clorinda	151	136	125	160	100	62	37	73	75	112	156	142
San Francisco del Laishi	147	120	142	143	96	46	53	52	69	107	155	123
Colonia Pastoril	147	132	130	169	108	45	49	46	77	103	173	157
El Colorado	130	124	133	129	96	42	42	28	61	117	130	149
Gran Guardia	112	119	141	147	92	41	31	45	62	100	124	118
Laguna Blanca	151	113	136	157	92	46	33	55	78	98	122	143
Pirané	125	137	147	142	89	41	35	42	71	95	125	148
Espinillo	161	115	128	136	98	40	25	52	60	118	130	148
Palo Santo	116	101	133	136	80	42	26	30	57	86	122	136
Tacaaglé	120	82	112	120	86	38	25	35	61	76	97	153
Comandante Fontana	136	100	147	115	83	32	20	28	50	79	135	153
General Belgrano	131	106	136	121	79	40	25	40	56	94	119	136
Ibarreta	123	96	129	100	70	34	14	26	44	73	113	132
Gral. Güemes	121	95	146	97	61	33	19	33	50	75	113	152
Estanislao del Campo	99	85	124	71	59	32	16	18	39	62	94	112
Las Lomitas	108	85	121	65	43	18	8	16	31	52	89	109
Fortín Soledad	97	86	99	86	30	17	10	14	40	45	82	106
Ingeniero Juarez	117	65	84	72	29	14	2	9	24	38	74	105

Fuente: Ministerio de Asuntos Agropecuarios y Recursos Naturales; Subsecretaría de Recursos Naturales y Ecología; Dirección de Recursos Hídricos.

Se puede advertir que en el extremo oriental y occidental de la provincia los máximos valores de precipitación se presentan en el espacio y en el período de estudio con una gran variabilidad temporal, sin embargo, cabe resaltar que los máximos pueden variar el mes en que se registran, pero siempre se producen en otoño, primavera o verano, respectivamente. Por otra parte, el sector comprendido entre los 59° y 60° de longitud oeste, aproximadamente, se comportan con cierta regularidad en este sentido.

El análisis anterior permitiría señalar dos aspectos importantes: 1) la significativa disminución de los valores pluviométricos durante los meses invernales, específicamente en junio, julio y agosto, hasta casi ser nulos en la localidad de

Gráfico 11: Precipitación media mensual (mm) según estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia de Formosa (1967/1993).



Fuente: Ministerio de Asuntos Agropecuarios y Recursos Naturales; Subsecretaría de Recursos Naturales y Ecología; Dirección de Recursos Hídricos.

Ingeniero Juárez; 2) en el extremo oeste de la provincia de Formosa los máximos valores se registran en diciembre (Fortín Soledad) o enero (Ingeniero Juárez) dando cuenta de la tropicalización de las condiciones climáticas en ese sector.

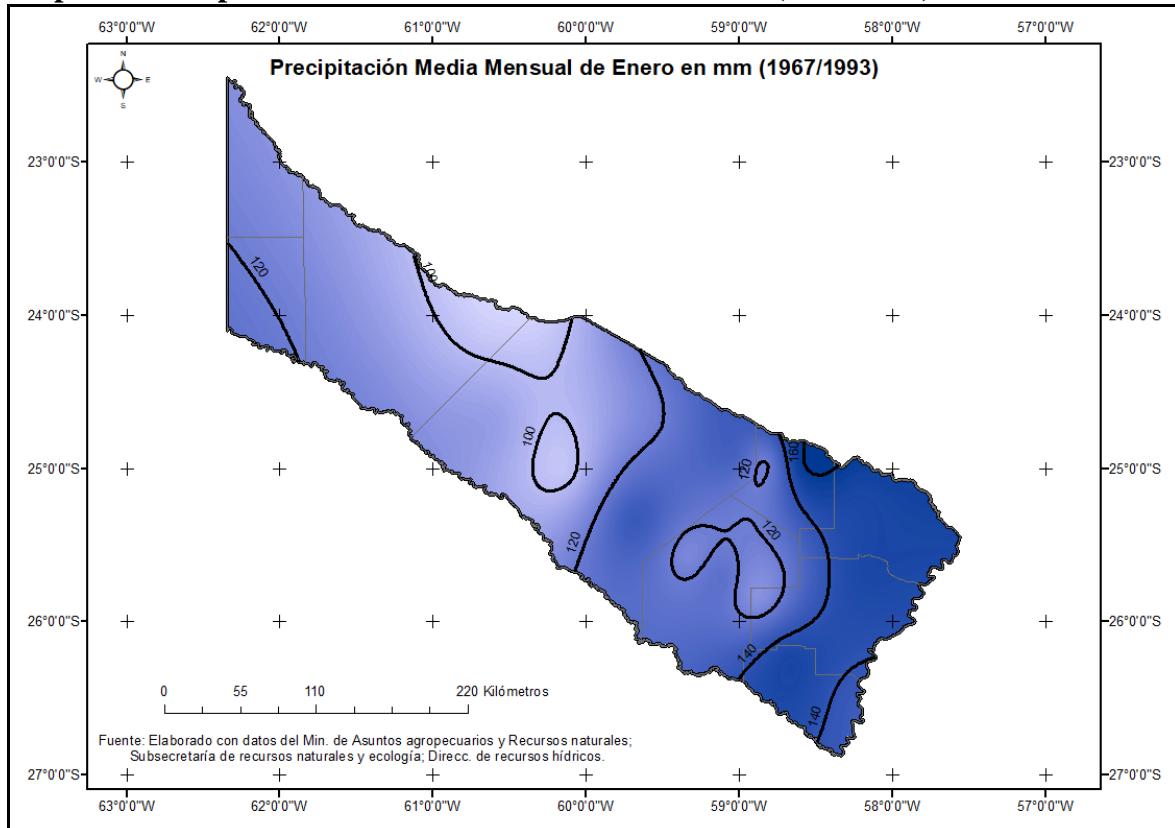
Los **Mapas 51, 52, 53 y 54** muestran el comportamiento promedio de las precipitaciones durante los meses de enero, julio, abril y noviembre, respectivamente, durante el periodo de estudio. Los dos primeros meses representan las situaciones extremas mientras que los dos últimos responden a una selección que tiene en cuenta el salto (positivo o negativo) que se produce al comparar los valores medios mensuales consecutivos.

En la situación de enero (**Mapa 51**) se observa que las precipitaciones disminuyen de este a oeste, desde los 150 mm en el extremo noreste de la provincia hasta 110 mm en el extremo occidental, no obstante, cabe desatarcar el leve incremento de los valores en el suroeste del departamento Ingeniero Juárez (120 mm), comportamiento que se ha observado en el mismo mes en la provincia del Chaco. En el mes de enero el trazado de las isolíneas no es homogéneo en el espacio, algunas se disponen en sentido submeridiano y otras en forma subparalela, también se observan isohietas cerradas en el centro de la provincia lo que puede responder a procesos de índole convectiva.

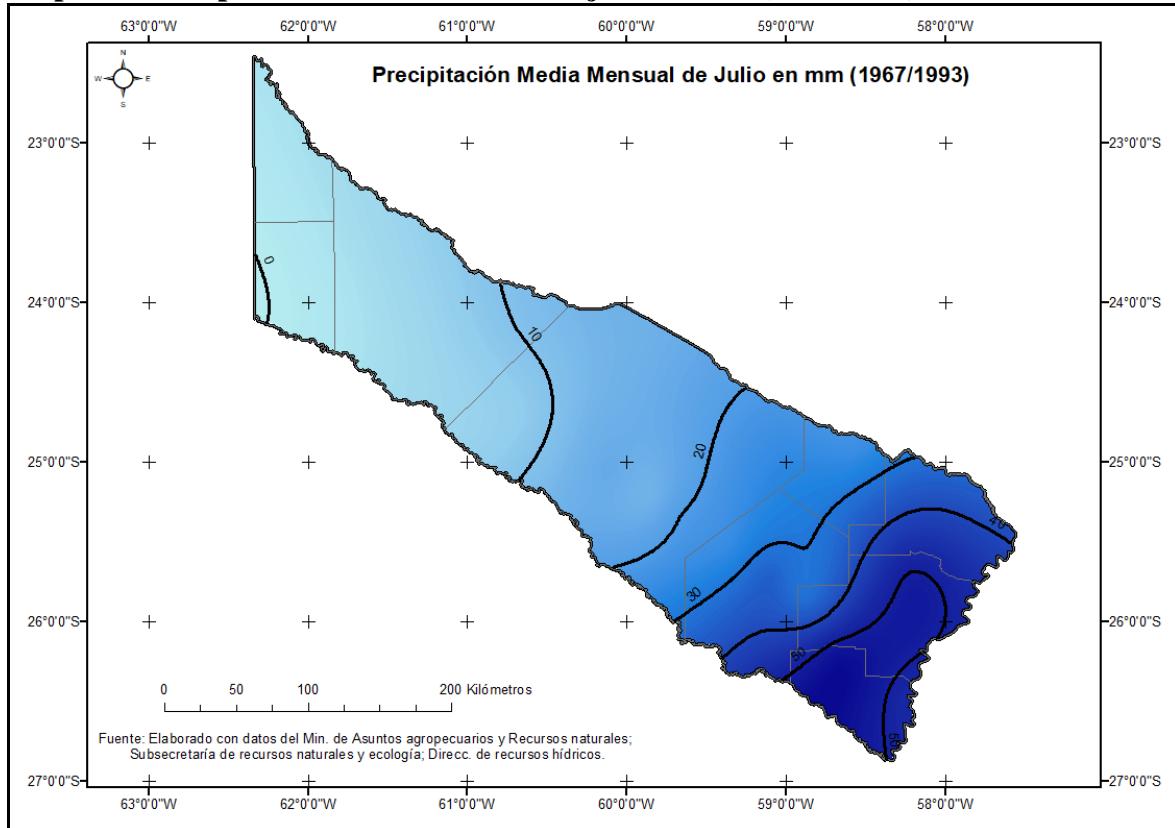
En el mes de julio (**Mapa 52**) se advierte que las isohietas mantienen un comportamiento homogéneo en el espacio. Los valores de precipitación disminuyen de este a oeste desde los 53 mm en el extremo sureste hasta menos de 10 mm en el oeste, y las isolíneas se disponen en sentido submeridiano con un gradiente marcado hacia el este que disminuye paulatinamente hacia el interior provincial. Se presume una disminución de la precipitación en más de un 50 % en todo el territorio.

En el mes de abril (**Mapa 53**) las isohietas también presentan un gradiente pluviométrico que disminuye de este a oeste, desde los 160 mm en el oriente hasta 80 mm en el occidente, con una disposición submeridiana, con excepción del sector oeste donde adquiere un sentido subparalelo. Cabe señalar que las isolíneas se distribuyen en el espacio en forma homogénea dando cuenta el dominio de las masas de aire provenientes del Atlántico y la regularidad del terreno. El mes de noviembre (**Mapa 54**) es semejante a las anteriores en cuanto a la disposición de las isolíneas en el espacio, asimismo los valores pluviométricos

Mapa 51: Precipitación media mensual de enero en mm (1967/1993)

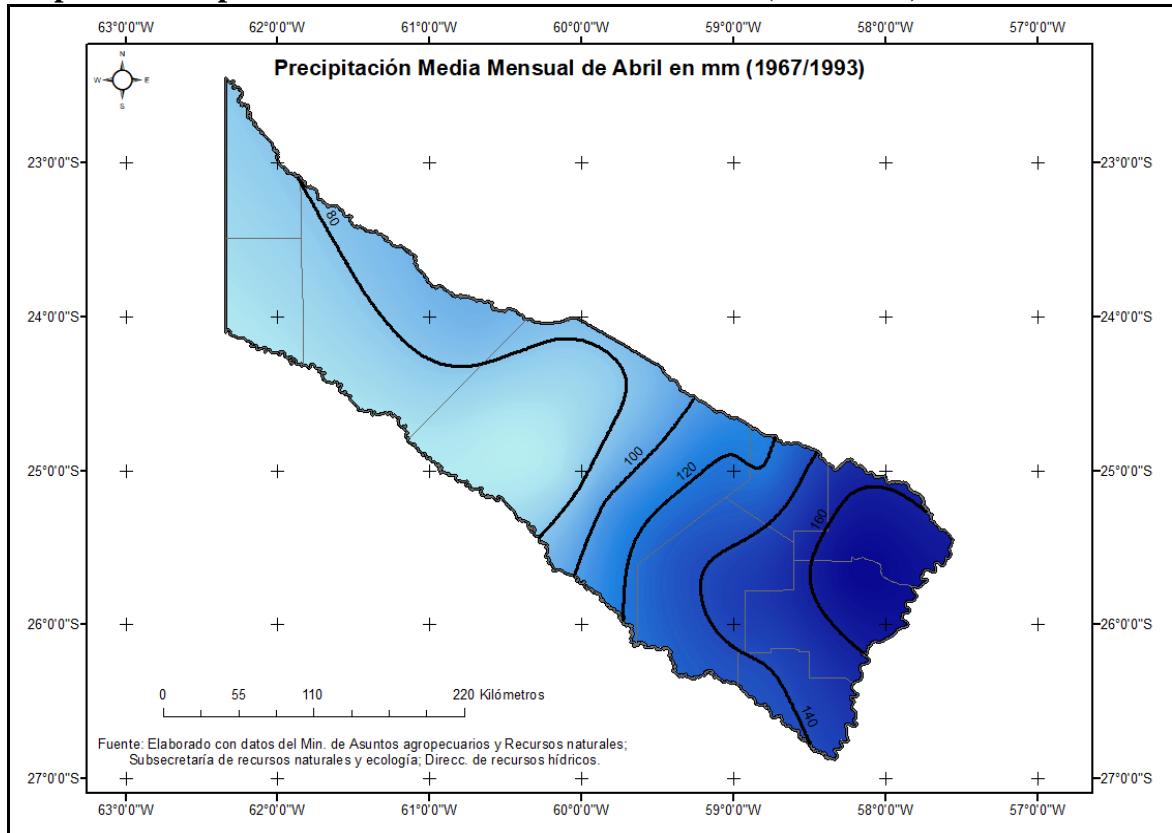


Mapa 52: Precipitación media mensual de julio en mm (1967/1993)

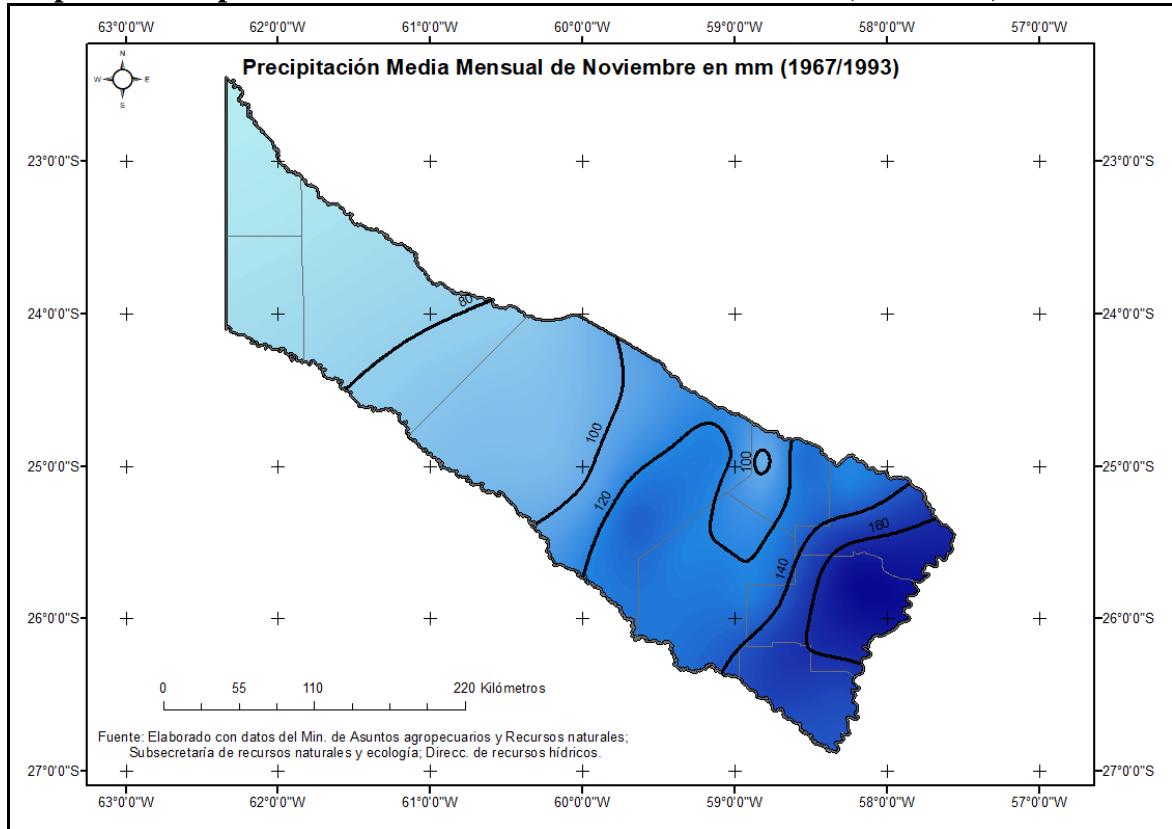


disminuyen de este a oeste desde los 160 mm en el oriente hasta los 80 mm en el occidente, tal como se observa en el mes de abril.

Mapa 53: Precipitación media mensual de abril en mm (1967/1993)



Mapa 54: Precipitación media mensual de noviembre en mm (1967/1993)



4.3.2 Precipitación anual (o monto anual en mm) período 1967/1993.

En la **Tabla 21** y en el **Gráfico 12** se pueden observar las medidas de centralización, promedio y mediana y los valores extremos de la provincia de Formosa.

Las medidas de centralización describen un comportamiento semejante en todo el espacio, no obstante, los montos disminuyen de este a oeste por la disposición en el territorio de las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos y la regularidad de la planicie.

Tabla 21: Estadísticos de la Precipitación Media Anual (mm) para cada estación meteorológica y puestos pluviométricos en la provincia de Formosa (1967/1993).

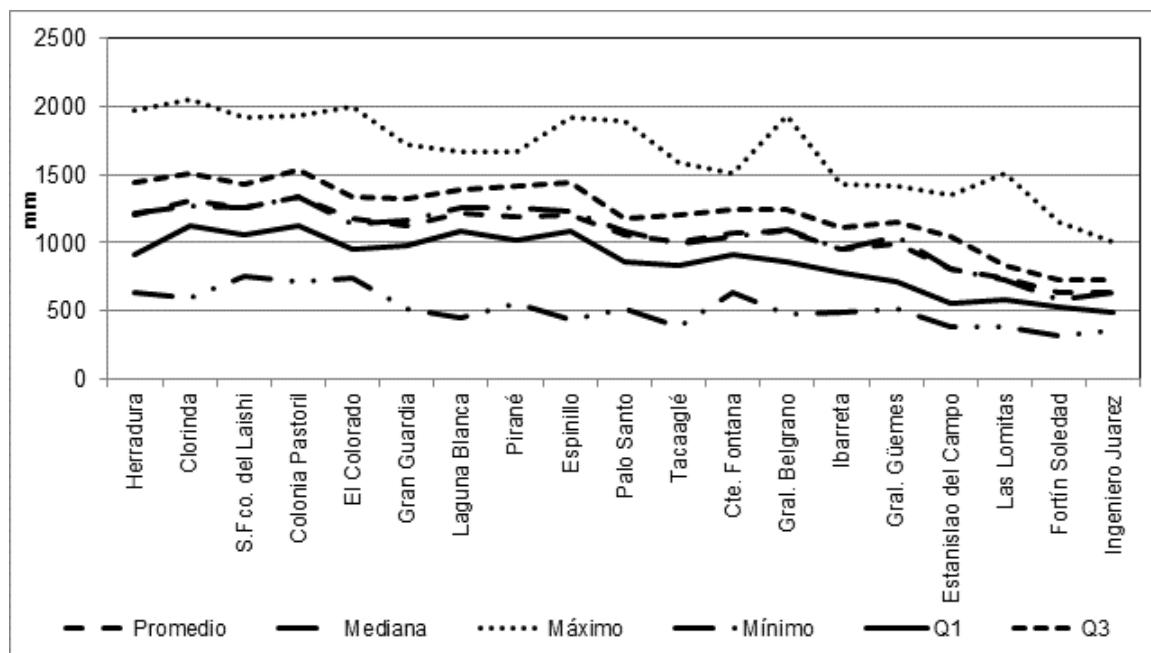
ESTACION	PROMEDIO	MEDIANA	MÁXIMO	MÍNIMO	COEF.VAR.%	Q1	Q3
Herradura	1199	1222	1972	636	28	919	1444
Clorinda	1312	1270	2052	597	25	1124	1504
S.Fco. del Laishi	1254	1264	1914	750	21	1054	1426
Colonia Pastoril	1337	1333	1932	710	23	1128	1540
El Colorado	1181	1142	1993	747	26	958	1332
Gran Guardia	1132	1161	1727	517	26	986	1327
Laguna Blanca	1224	1256	1671	444	23	1090	1387
Pirané	1198	1262	1673	561	23	1021	1419
Espinillo	1210	1232	1916	439	25	1081	1437
Palo Santo	1064	1083	1892	520	29	867	1177
Tacaaglé	1004	991	1593	389	30	834	1207
Cte. Fontana	1077	1044	1512	639	20	907	1240
Gral. Belgrano	1082	1101	1939	478	27	861	1250
Ibarreta	954	957	1436	493	22	781	1113
Gral. Güemes	995	1042	1421	521	25	713	1148
Estanislao del Campo	811	806	1349	382	37	560	1044
Las Lomitas	745	729	1510	386	34	580	832
Fortín Soledad	642	589	1153	316	31	532	734
Ingeniero Juárez	635	642	1010	363	24	485	725

Fuente: Elaboración propia.

Los valores extremos presentan, sin embargo, un comportamiento variable, similar al detectado para la provincia del Chaco, aunque con valores de precipitación relativamente menores. Se evidencia además un gradiente que disminuye de este a oeste en el que la distancia entre el máximo y mínimo valor se atenúa hacia el interior continental, probablemente por la disminución de los montos pluviométricos.

Las medidas de dispersión (Q1 y Q3) constituyen los parámetros donde se concentran el 50 % de las observaciones, es así que en la localidad de Clorinda los valores oscilan entre los 1124 y 1504 mm y en Ingeniero Juárez entre los 485 y 725 mm.

Gráfico 12: Estadísticos de la Precipitación Media Anual (mm) para cada estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia de Formosa (1967/1993).



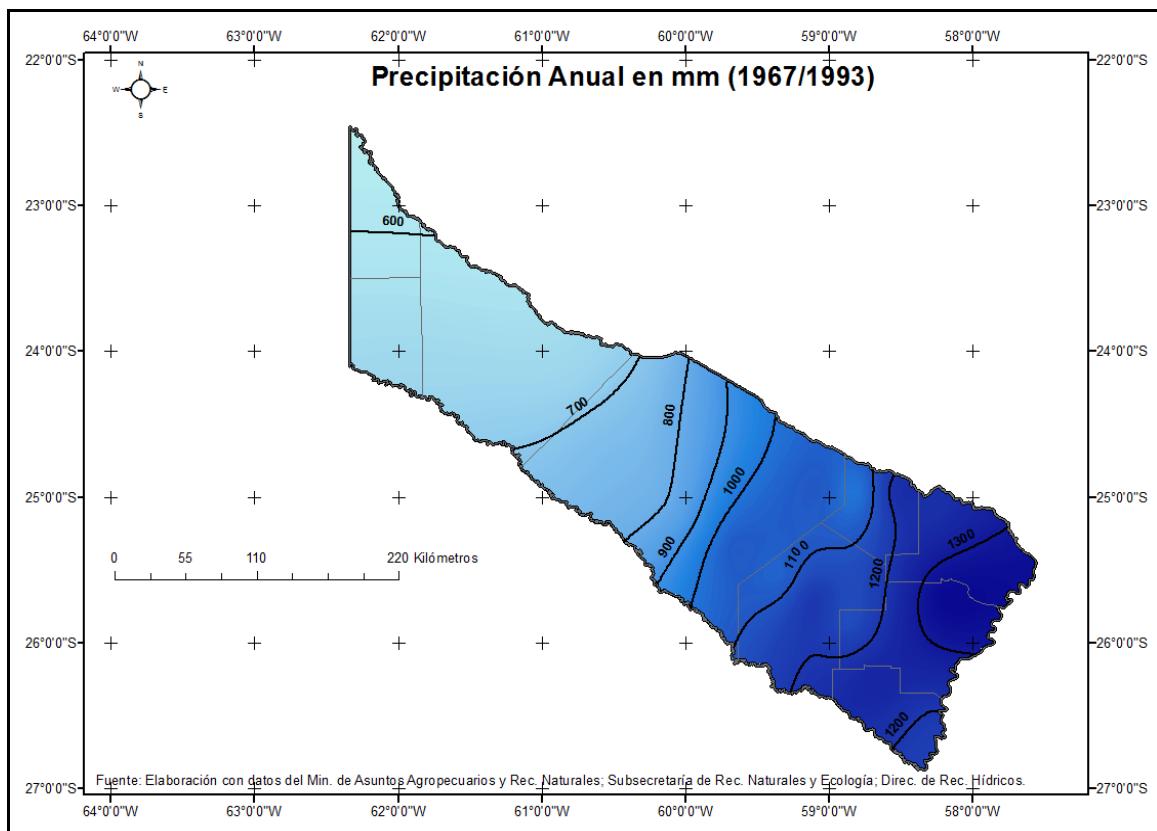
Fuente: Elaboración propia.

El **Mapa 55** representa la precipitación anual durante el período 1967/1993 en la provincia de Formosa; en él se advierte que las isohietas se disponen en sentido submeridiano, preferentemente en el sector centro oeste, mientras que hacia el este-noreste esta característica no está bien definida. Asimismo, cabe señalar que el trazado de las isolíneas pone en evidencia, en primer lugar, la disminución de los valores pluviométricos de este a oeste desde los 1300 mm hasta montos inferiores a 700 mm. y en segundo lugar, la regularidad del terreno que no introduce cambios significativos en el comportamiento de las precipitaciones.

Teniendo en cuenta que la equidistancia entre isohietas es de 100 mm resulta importante señalar la presencia de un gradiente marcado entre las localidades de El Espinillo y Tacaaglé y entre Comandante Fontana, Ibarreta y Estanislao del Campo. En el primer caso en una distancia aproximada de 30 km la precipitación anual disminuye de este a oeste alrededor de 200 mm y en el segundo, en una distancia estimada de 50 km la precipitación anual disminuye, en el mismo sentido, más de 200 mm.

De particular importancia resulta la isohieta de 900 mm ya que, al igual que en Chaco, constituye el límite occidental del área considerada con excesos pluviométricos, no obstante, hay que tener en cuenta que su localización en el espacio es enormemente variable (Bruniard, 1978), esta característica podría ser la razón de los altos valores del coeficiente de variación interanual especialmente en el centro provincial.

Mapa 55: Precipitación anual en mm en la provincia de Formosa (1967/1993)

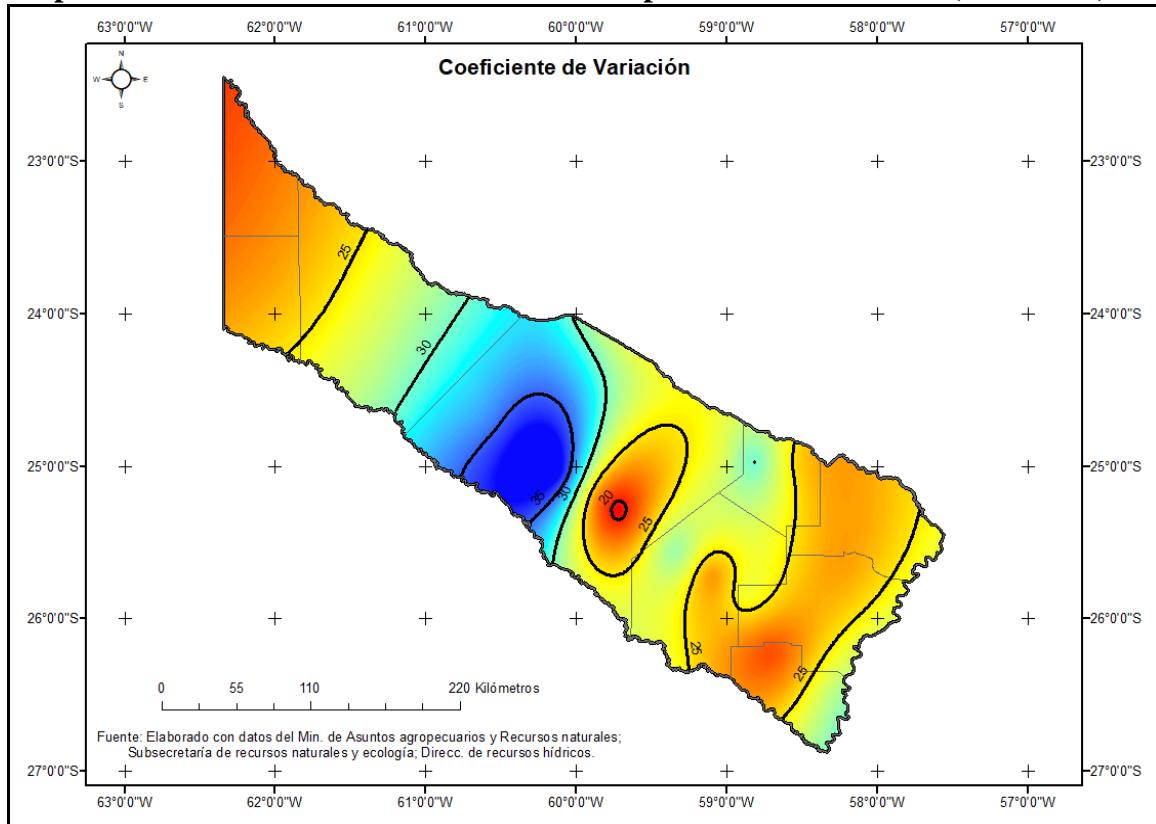


El coeficiente de variación oscila entre 20 % en Comandante Fontana y 37 % en Estanislao del Campo, valores relativamente altos que indican una marcada variabilidad interanual de las precipitaciones en la provincia. Los sectores con una variabilidad inferior al 25 % se encuentran en los extremos oriental y occidental del territorio, mientras que en el centro se concentran valores comprendidos entre 25 % y más de 35% (**Mapa 56**).

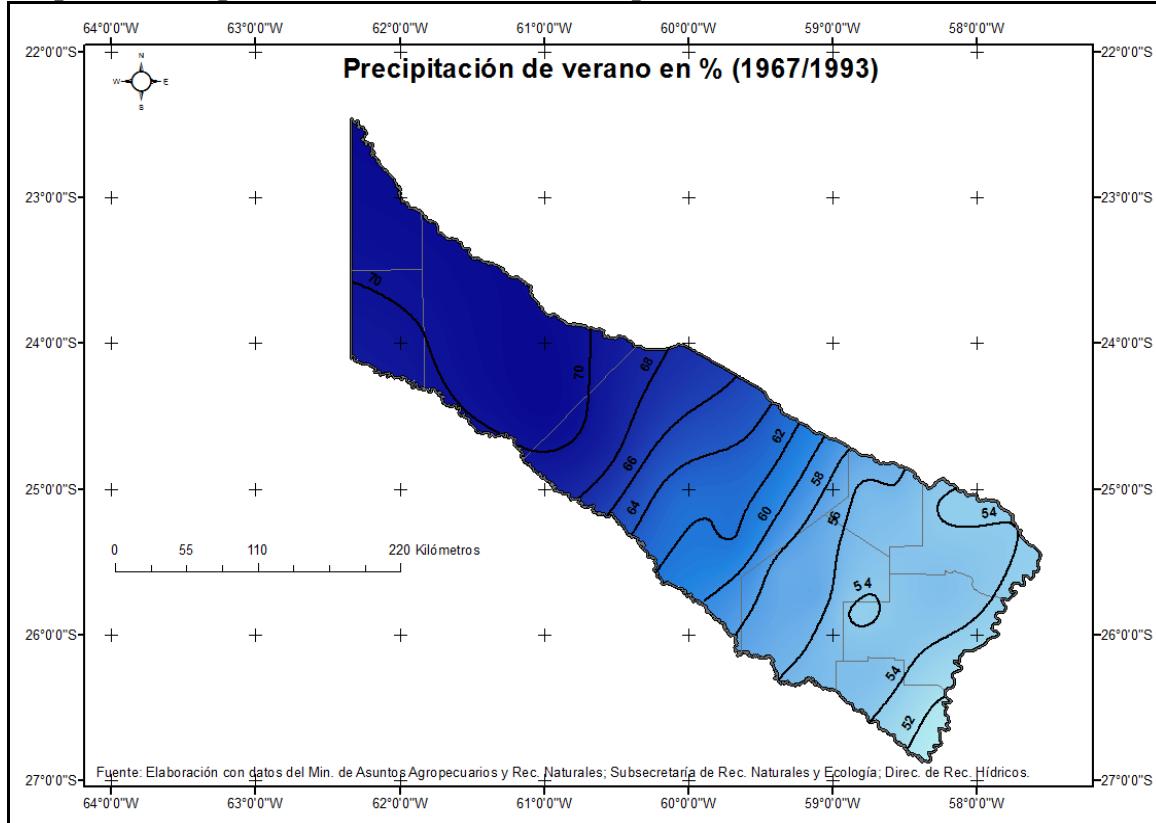
El **Mapa 57** muestra cómo se distribuye la precipitación durante el verano, expresada en porcentaje con respecto del total anual del periodo 1967/1993. En la representación resulta evidente que más del 50 % de las precipitaciones se producen durante esta estación, del 52 al 54 % en el este provincial, que paulatinamente va aumentando hacia el interior continental hasta superar el 70 %, destacando la estacionalidad de las lluvias en este último sector.

En la estación invernal (**Mapa 58**) las precipitaciones disminuyen considerablemente, no obstante, en el oriente de la provincia de Formosa se concentran entre un 20 y 26 % con respecto del monto anual, característica que disminuye hasta un

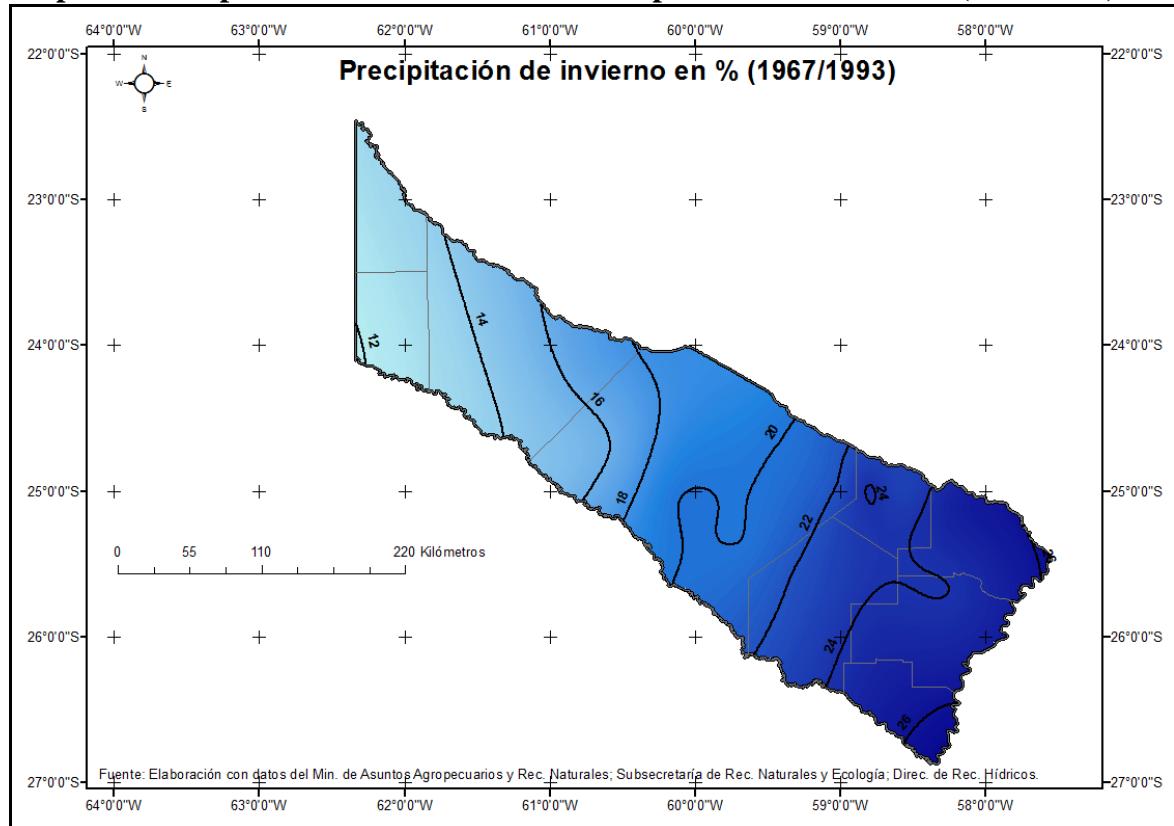
Mapa 56: Coeficiente de Variación en % en la provincia de Formosa (1967/1993)



Mapa 57: Precipitación de verano en % en la provincia de Formosa (1967/1993)



Mapa 58: Precipitación de invierno en % en la provincia de Formosa (1967/1993)

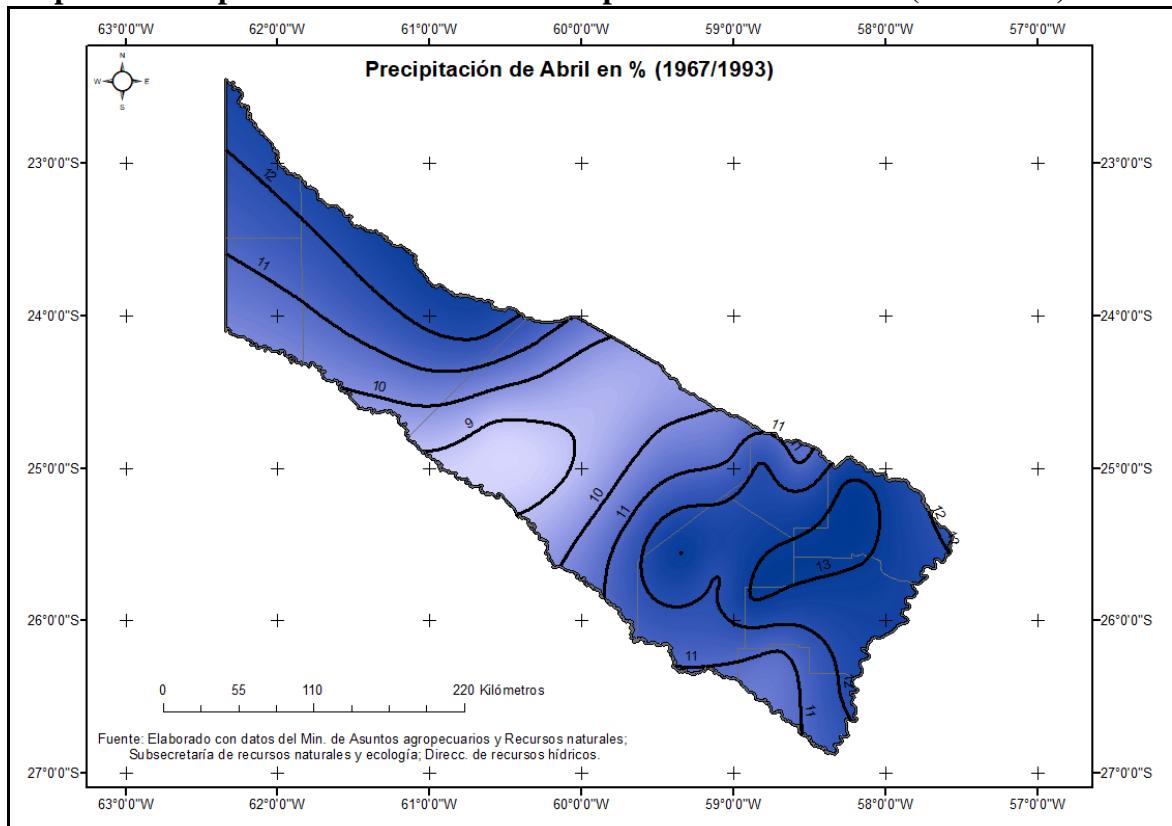


12 % en el occidente, manifestando por lo tanto un comportamiento opuesto a la estación anterior.

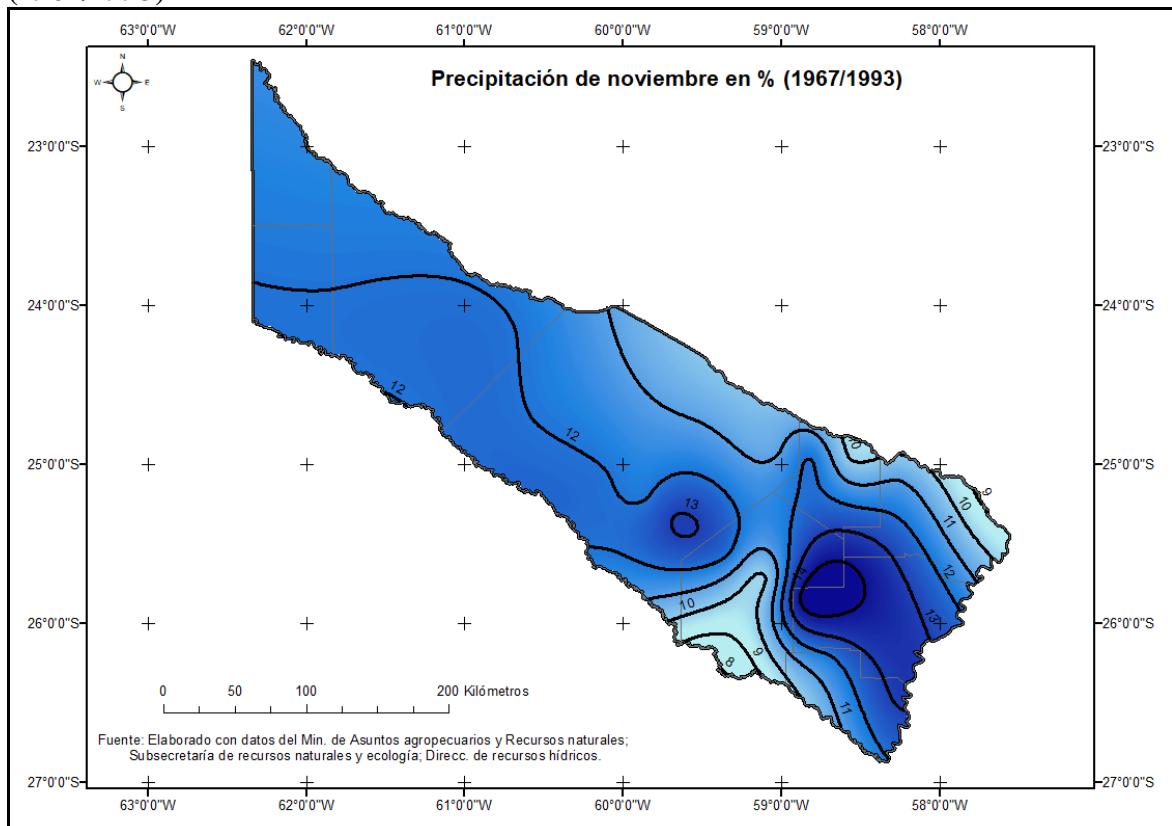
En el mes de abril (**Mapa 59**), considerado de transición, se puede observar que en los extremos de la provincia, el aporte pluviométrico es significativo (entre un 10 y 13 %), aspecto que cambia hacia el interior provincial (menos del 10 %). Por otra parte, resulta interesante señalar que en el este las isolíneas se disponen en sentido submeridiano mientras que al oeste lo hacen en forma subparalelo. En noviembre (**Mapa 60**) se advierte un comportamiento semejante al mes de abril, con la diferencia de que los aportes pluviométricos disminuyen considerablemente (menos del 10 %), en el extremo noreste y sureste.

En la **Tabla 22** se representa el comportamiento de la precipitación media anual por quinquenio. En ella se destaca que los puestos pluviométricos como Clorinda, Tacaaglé y Palo Santo han experimentado un aumento continuo e ininterrumpido desde 1970 a 1989. Las localidades de Laguna Blanca, El Espinillo, Pirané, Comandante Fontana, Ibarreta e Ingeniero Juárez, por su parte, presentan un crecimiento continuo hasta el quinquenio 1980/84 para luego disminuir en el periodo 1985/89.

Mapa 59: Precipitación de abril en % en la provincia de Formosa (1967/1993)



Mapa 60: Precipitación de noviembre en % en la provincia de Formosa (1967/1993)



Otro de los comportamientos detectados muestra un incremento de la precipitación media anual a partir de 1975/79 hasta 1985/89 como por ejemplo en General Belgrano, Estanislao del Campo, Las Lomitas y Fortín Soledad. En San Francisco de Laishi se evidencia un incremento en los dos últimos quinquenios (1980/89).

Los puestos pluviométricos de Herradura, Gran Guardia, Colonia Pastoril, El Colorado y General Güemes muestran un incremento y disminución sucesivos de las precipitaciones, es decir, aumentan en los quinquenios 1970/74 y 1980/84 y disminuyen en los períodos 1975/79 y 1985/89.

Tabla 22: Precipitación media anual por quinquenio en mm (período 1967/1993).

Estación/puesto	1967/69 ¹	1970/74	1975/79	1980/84	1985/89	1990/93 ²
1-Herradura	968	1072	919	1396	1383	1403
2-Clorinda	1351	1152	1215	1377	1438	1365
3-San Francisco de Laishi	1212	1205	1048	1342	1389	1328
4-Colonia Pastoril	1287	1262	1259	1444	1425	1321
5-El Colorado	1013	1218	940	1398	1285	1160
6-Gran Guardia	875	1026	917	1294	1281	1340
7-Laguna Blanca	1277	1082	1127	1288	1276	1336
8-Pirané	1186	1045	1079	1354	1325	1193
9-Espinillo	1000	1137	1163	1309	1263	1329
10-Palo Santo	802	897	948	1214	1254	1187
11-Tacaaglé	652	819	978	1075	1187	1218
12-Comandante Fontana	1042	923	1027	1325	1065	1061
13-General Belgrano	957	1024	840	1112	1215	1346
14-Ibarreta	889	810	839	1079	996	1120
15-Gral. Güemes	818	962	760	1190	1042	1157
16-Estanislao del Campo	551	581	571	1054	1096	931
17-Las Lomitas	614	587	566	811	905	983
18-Fortín Soledad	577	579	512	650	827	688
19-Ingeniero Juárez	579	505	547	779	733	647

¹Comprende los años 1967/69 para mantener la periodización de los quinquenios;

²Comprende los años 1990/93.

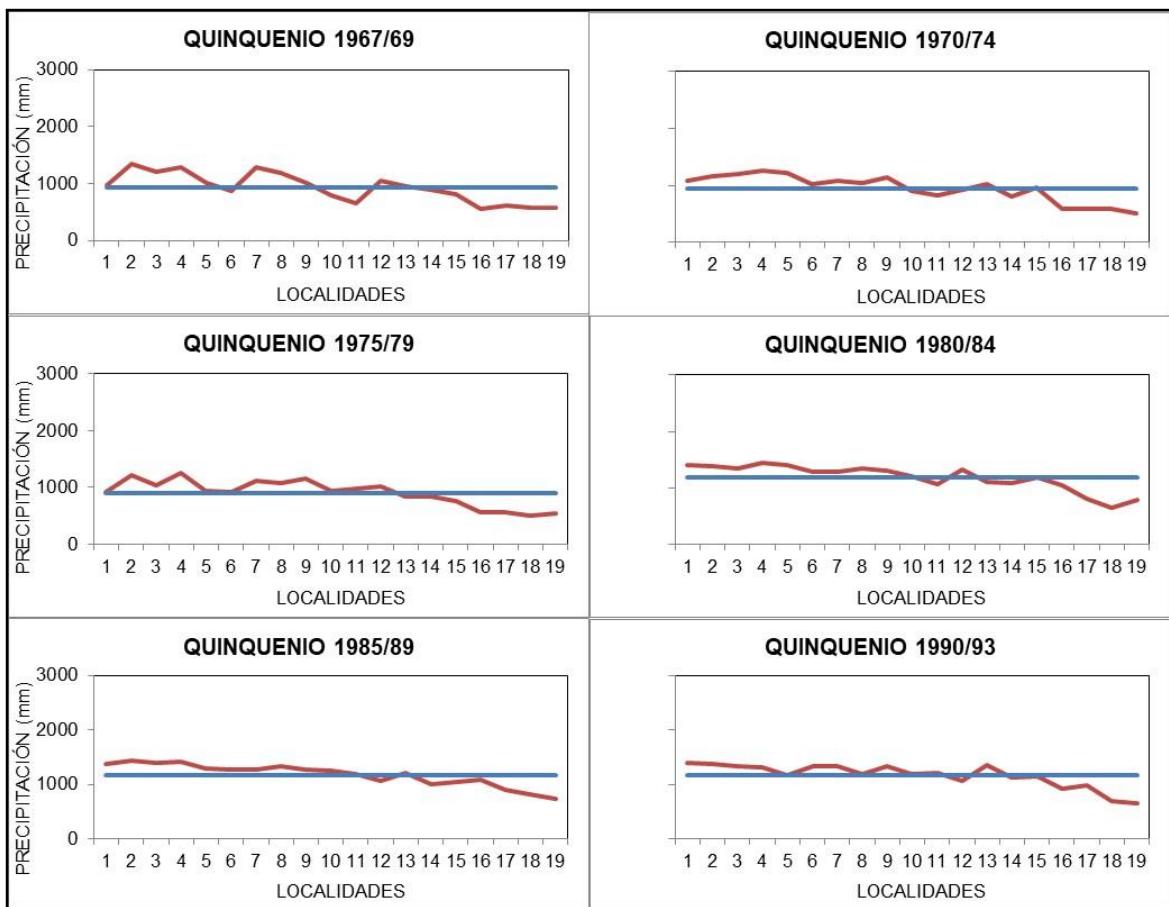
Fuente: Elaboración propia.

En el **Gráfico 13** se encuentra representada la precipitación media anual por quinquenio durante el período 1967/93. En el mismo se puede observar que, desde Herradura hasta El Espinillo, aproximadamente, los valores se presentan por encima del promedio de la serie, mientras que desde Palo Santo hasta Ingeniero Juárez se registran por debajo del mismo con algunas claras excepciones, Comandante Fontana (1967/69,

1975/79, 1980/84), General Belgrano (1970/74, 1985/89, 1990/93), Palo Santo y Taacaglé (1975/79).

El análisis anterior destacaría dos aspectos importantes: 1) la variabilidad temporo espacial de las precipitaciones y 2) la existencia de un sector bien definido que podríamos llamarlo de “Transición” localizado en el área comprendida por algunas localidades como Comandante Fontana, General Belgrano, Palo Santo y Taacaglé.

Gráfico 13: Precipitación media anual (mm) por quinquenio según estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia de Formosa (1967/1993).*



*El nombre de las localidades se puede consultar en la **Tabla 22**.

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Anomalías pluviométricas.

4.4.1 Frecuencia:

En el **Gráfico 14** se representaron las frecuencias relativas, positivas y negativas, de cada una de las estaciones y puestos pluviométricos de la provincia de Formosa durante el período 1967/1993. En ellos se pudo advertir que en la mayoría de los casos analizados resultan más frecuentes las anomalías negativas que positivas, no obstante, durante el año y en algunos puestos pluviométricos se detectó la situación opuesta, de allí que se establecieron los siguientes patrones de comportamiento:

1. Todos los meses con anomalías negativas superiores a las positivas. Este grupo está constituido por Herradura, Colonia Pastoril, Gran Guardia, Pirané, El Espinillo, Ibarreta, General Güemes, Las Lomitas y Fortín Soledad.

2. Al menos un mes con anomalías positivas superiores a las negativas. En este grupo son representantes: Clorinda (Ab), San Francisco de Laishi (Dc), El Colorado (Fb), Laguna Blanca (Jn), Palo Santo (Mz), Tacaaglén (Dc), Comandante Fontana (En), General Belgrano (Ab), Estanislao del Campo (Mz) e Ingeniero Juárez (Mz).

En conclusión, se podría afirmar que las anomalías negativas son más frecuentes que las positivas en todo el territorio provincial, no obstante, en algunos meses, específicamente en aquellos pertenecientes al verano, la situación se invierte. Por otra parte, cabría señalar que no se puede circunscribir este comportamiento a un espacio determinado ya que se observa tanto en el este como centro y oeste provincial.

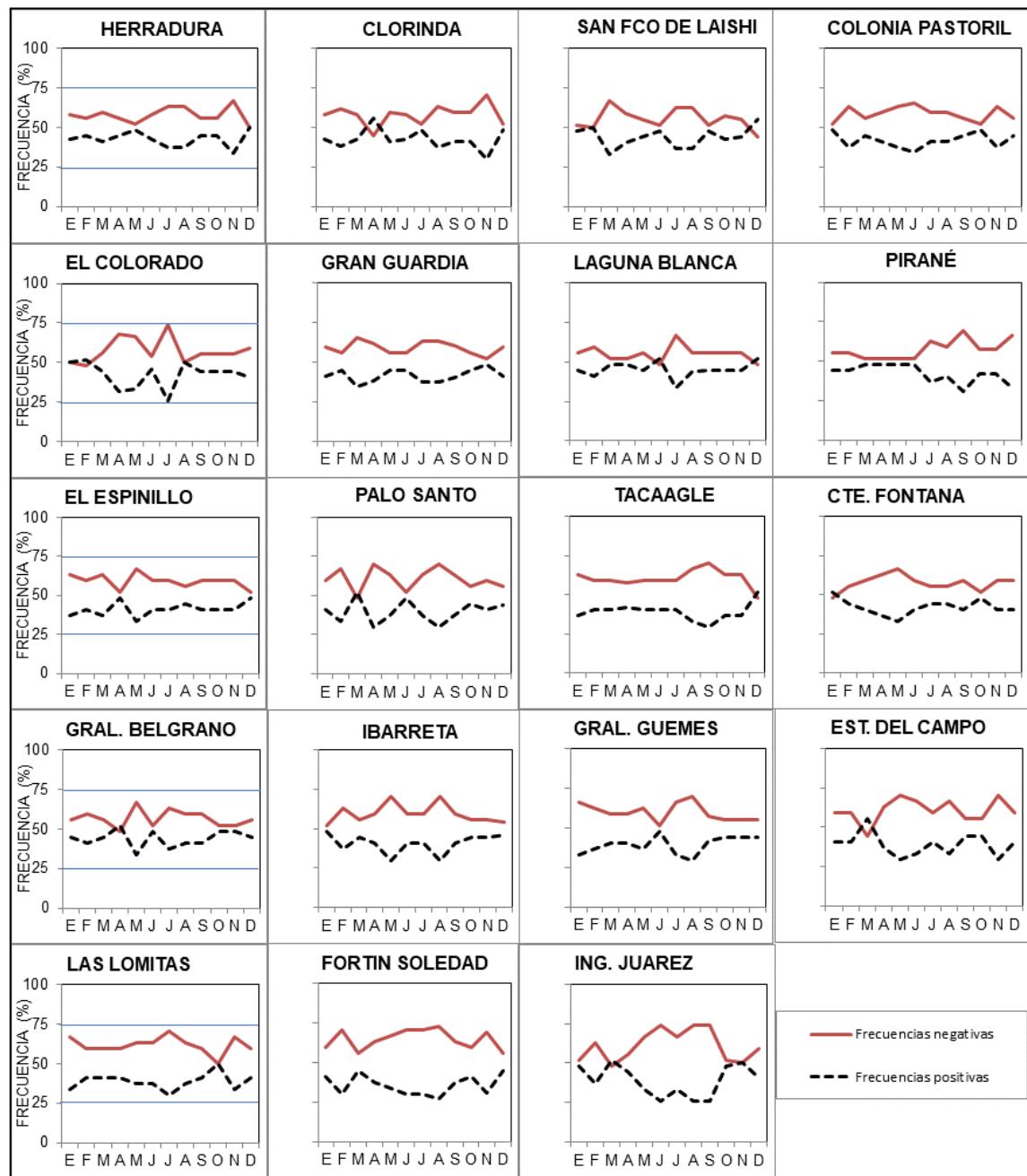
En el **Gráfico 15** se registraron las frecuencias relativas de las anomalías negativas o meses secos en los intervalos comprendidos entre -0,1 a -25 %, -50,1 a -75 % y -75,1 a -100% (clasificados como disminución leve, disminución moderada a grave y disminución grave, respectivamente). Se advirtió que en la mayoría de las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos los tres intervalos analizados describen curvas multimodales con las siguientes características:

1. El intervalo comprendido entre -0,1 a -25 % se presenta en la mayoría de las localidades con una frecuencia inferior al 25 %, aunque en algunos casos supera este valor en un momento específico del año, por ejemplo: Mz (Gran Guardia), Ab (El Colorado, Comandante Fontana, Fortín Soledad), Oc (Clorinda, Pirané, El Espinillo) y Nv (Herradura), es decir en los meses del verano y de transición.

2. En el intervalo comprendido entre -50,1 a -75 %, al igual que el caso anterior, posee una frecuencia inferior al 25 % en la mayoría de las estaciones y puestos

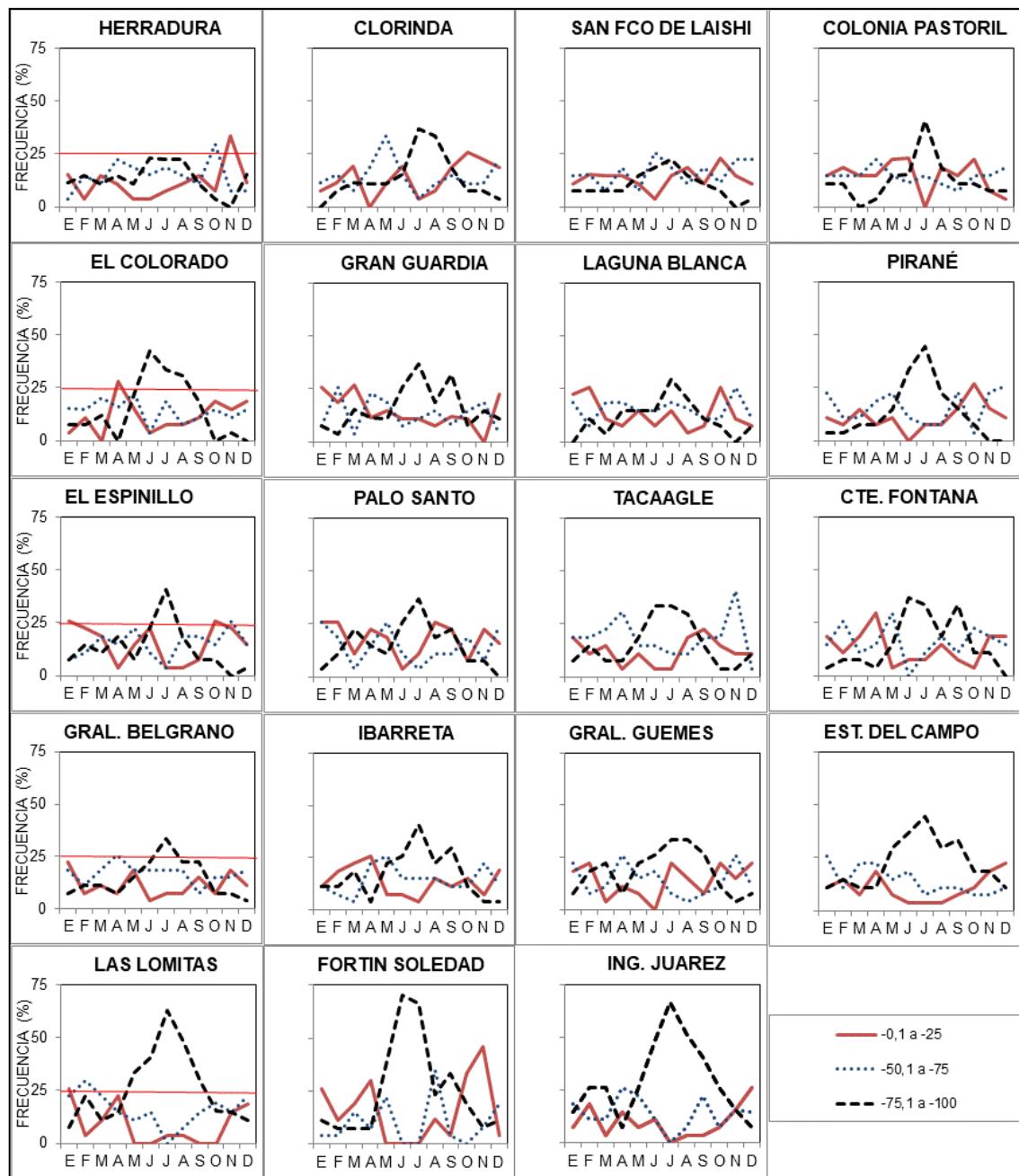
analizados, no obstante, también se suceden algunas excepciones en los meses de Fb (Las Lomitas), Ab (Tacaaglé), My (Clorinda, Comandante Fontana), Oc (Herradura) y Nv (Tacaaglé), es decir en los meses de verano, de transición y a principios del invierno.

Gráfico 14: Frecuencia relativa (%) de anomalías positivas y negativas según estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia de Formosa (1967/1993).



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 15: Frecuencia relativa de los meses secos en los intervalos comprendidos entre -0,1 a -25 %; -50,1 a -75 % y -75,1 a -100 % para todas las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia de Formosa (1967/1993).



Fuente: Elaboración propia.

3. La clase comprendida entre -75,1 a -100 % muestra frecuencias inferiores al 25 % en los meses del verano mientras que en el invierno supera ampliamente esta cifra, alcanzando valores de un 70 % en el mes de Jn en Fortín Soledad. Resulta interesante señalar que en las localidades del oeste provincial es característica la

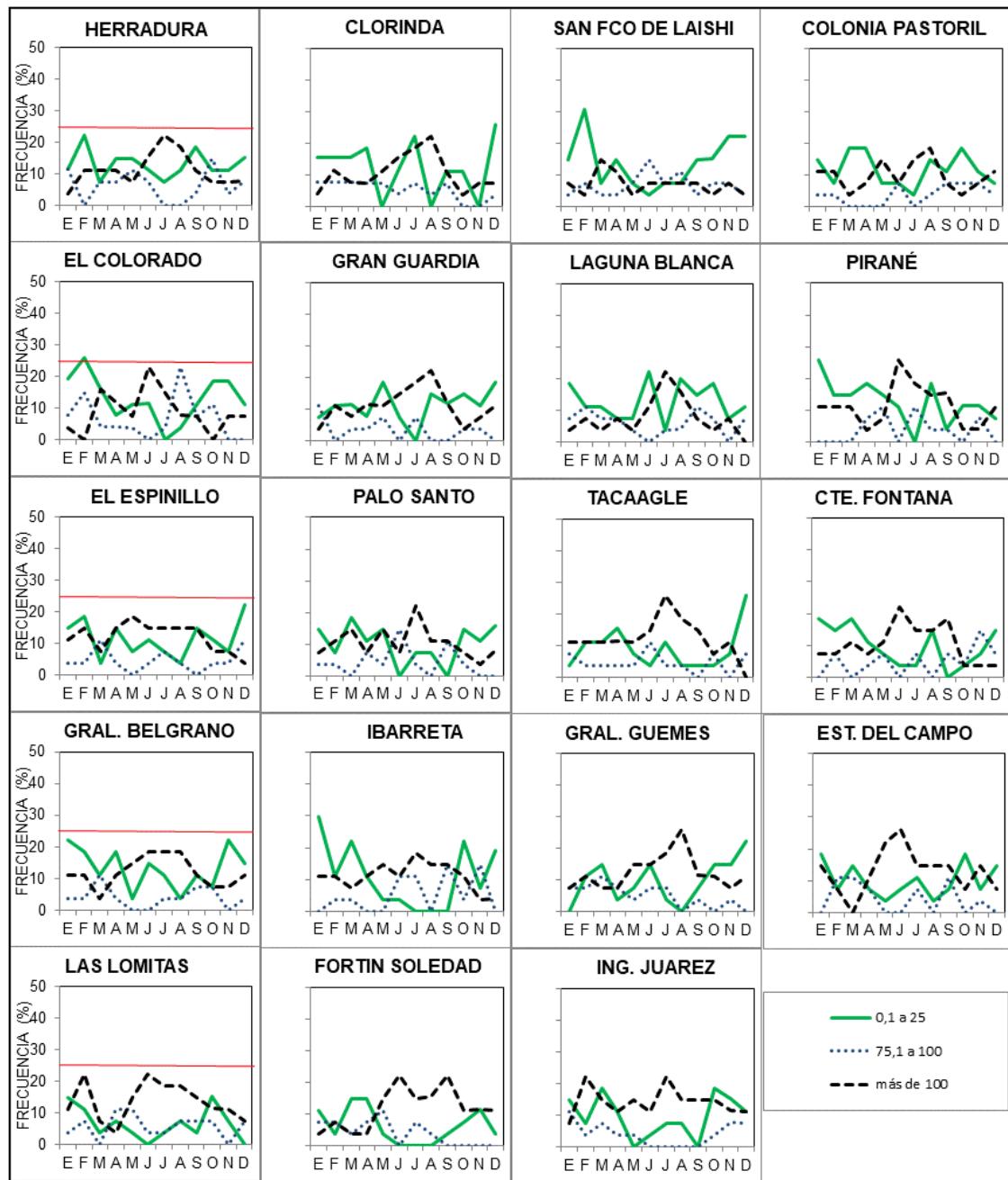
disminución de la precipitación hasta un 75 % o bien, la ausencia de la misma, especialmente durante el invierno, por ejemplo, de los 27 años analizados 19 han presentado este comportamiento en el mes de junio.

El **Gráfico 16** representa la frecuencia relativa de los meses húmedos comprendidos entre los intervalos 0,1 a 25 %; 75,1 a 100 % y más de 100 %. Se puede advertir que en la mayoría de las estaciones y puestos pluviométricos de la provincia las tres clases no superan el 25 % de frecuencias, no obstante, se dan casos excepcionales en los intervalos extremos:

1. La clase de 0,1 a 25 % generalmente supera el 25 % en los meses de: En (Pirané, Ibarreta), Fb (San Francisco de Laishi, El Colorado) y Dc (Clorinda, Tacaaglén).
2. La clase de más de 100 % se registra principalmente en: Jn (Pirané, Estanislao del Campo), Jl (Tacaaglén) y Ag (General Güemes).

Para concluir, el análisis de los **Gráficos 14, 15 y 16** permitiría destacar que las anomalías negativas son más frecuentes que las positivas durante esta serie de datos, no obstante en algunos meses, por ejemplo: marzo, abril y diciembre, la situación puede invertirse. Asimismo, correspondería señalar que este comportamiento no es homogéneo en el espacio de estudio. Durante los meses de verano y de transición es factible la disminución de un 75% o la ausencia de precipitación, no obstante, es durante el invierno donde se advierte la estacionalidad del evento. Por otra parte, las precipitaciones que superan el 100 % presentan el mismo comportamiento, es decir, si bien se producen con una frecuencia inferior al 25 % en el transcurso del año, se observa una estacionalidad durante el período invernal.

Gráfico 16: Frecuencia relativa de los meses húmedos en los intervalos comprendidos entre 0,1 a 25 %; 75,1 a 100 % y más de 100 % para todas las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos (1967/1993)



Fuente: Elaboración propia.

6.4.2 Magnitud:

El **Gráfico 17** muestra el comportamiento temporal del monto anual en relación con el promedio de la serie trabajada. Su análisis permitiría señalar lo siguiente:

1. Un período seco que comprende fines de la década del '60 hasta fines de la década del '70, y un período húmedo que inicia en 1980 y cubre aproximadamente hasta 1992. En ambos casos la línea de tendencia (media móvil de 2 términos) es la que pone en evidencia estos caracteres. Cabe aclarar que estos resultados están supeditados al período trabajado;

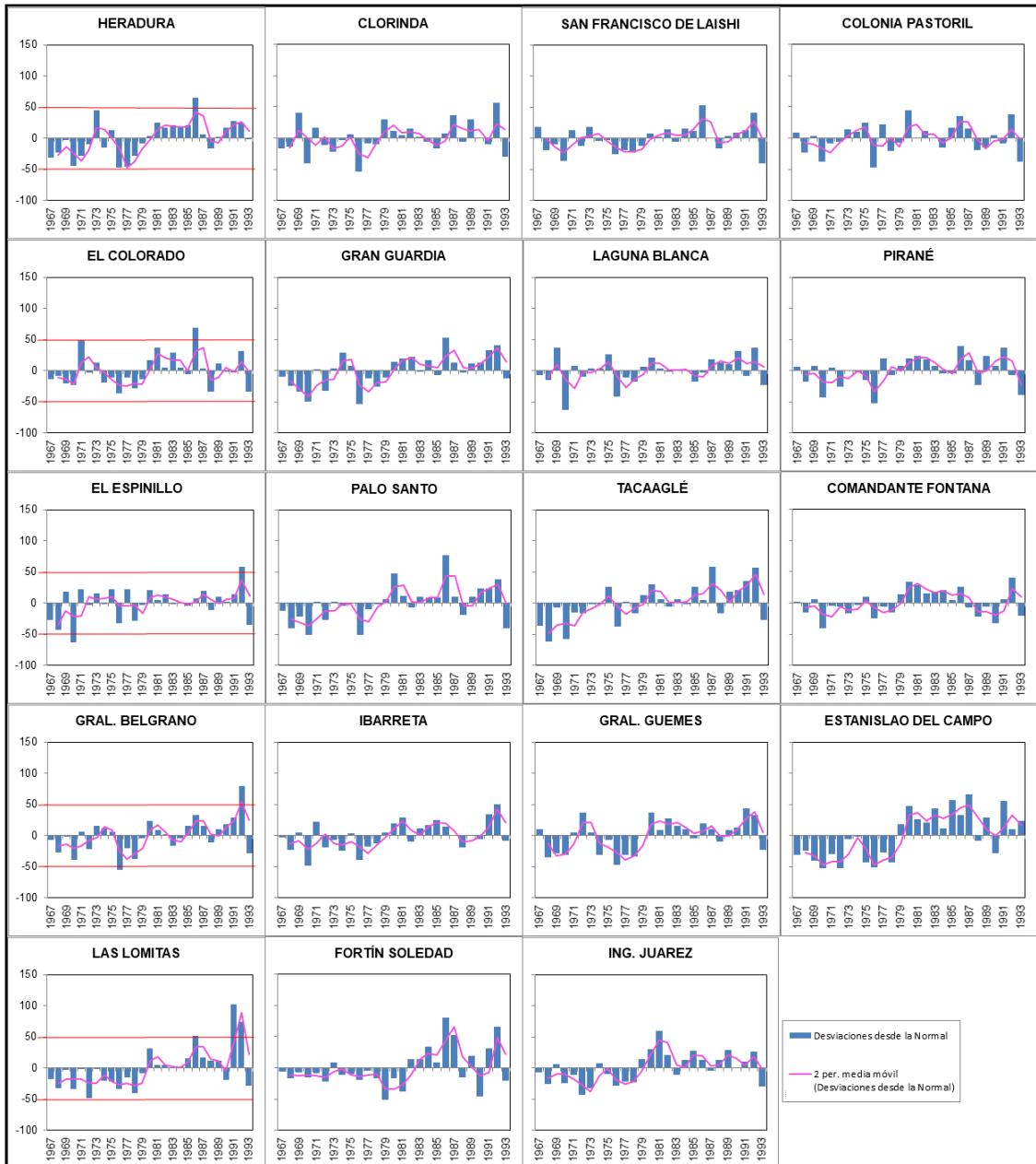
2. En general los montos pluviométricos anuales disminuyen hasta un 50 % del promedio de la serie trabajada, no obstante, existen excepciones muy puntuales: en 1976 en Clorinda y Gran Guardia (54%), Pirané (53 %); en 1970 en Laguna Blanca (64%); en 1968 en Taacaglén (61%) y en 1970 (58%); y en 1976 en General Belgrano (56%).

3. Las desviaciones positivas, por el contrario, superan con cierta frecuencia el 50 % del promedio de la serie trabajada, por ejemplo: en 1981 en Ingeniero Juárez (59%), en 1985 en Estanislao del Campo (57 %), en 1986 en Herradura (65%) y en ese mismo año en San Francisco de Laishi y Gran Guardia (53%), El Colorado (69%), Palo Santo (78%) y Fortín Soledad (80%), en 1987 en Taacaglén (59%) y Estanislao del Campo (66%), en 1991 en Estanislao del Campo (55%) y Las Lomitas (103%), en 1992 en Clorinda (56%), El Espinillo (58%), Taacaglén (56%), General Belgrano (79%), Las Lomitas (74%) y Fortín Soledad (65%).

4. Como se advierte se desarrollaron mayoritariamente en el espacio de estudio y durante el período 1967/1993, episodios húmedos que superan el 50 % del promedio de la serie, y en algunos casos se registran hasta dos veces.

5. Resulta interesante señalar que las situaciones de anomalías negativas mensuales analizadas anteriormente, específicamente en los intervalos comprendidos entre -50,1 a -75 % y de -75,1 a -100 %, no ejercen influencia significativa en el valor anual dado que las precipitaciones durante el resto del año compensan estas deficiencias.

Gráfico 17: Anomalías anuales (en %) según estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia de Formosa (1967/1993).



Fuente: Elaboración propia.

6.4.3 Duración e intensidad:

En las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos de la provincia de Formosa se producen con mayor frecuencia las secuencias secas de dos meses, alcanzando un máximo de 23 casos en El Espinillo y un mínimo de 12 en Gran Guardia,

según la serie de datos 1967/1993. El número de frecuencias disminuye en los episodios de 3, 4 y 5 meses, no obstante, resulta importante señalar que durante el período de estudio se producen en algunas de estas estaciones y puestos pluviométricos eventos que pueden superar los 12 meses de duración (ver ejemplos de **Anomalías según estación meteorológica y puesto pluviométrico de la provincia de Formosa (1967/1993)** en Anexo pág. 291)

En la **Tabla 23** se consignan los años en que se producen secuencias secas iguales o mayores a seis meses de duración, la estación meteorológica o puesto pluviométrico afectado y el período del año en que se producen.

A modo de síntesis se podría señalar que a fines de la década del '60 y durante el '70 las secuencias secas de larga duración presentaron gran extensión espacial. Esto se advierte por el número de localidades afectadas, característica que disminuye en los '80. En los primeros años de la década del '90 se observa nuevamente un aumento en la frecuencia de las secuencias secas de más de seis meses de duración con gran cobertura espacial.

Como señaláramos en apartados anteriores las secuencias secas son frecuentes durante los meses invernales, pues durante este período disminuyen los valores pluviométricos, no obstante, estos episodios adquieren relevancia cuando persisten en el tiempo y se extienden a los meses estivales. También puede suceder que, durante el verano se registren valores de precipitación inferiores a lo normal y esta característica se extiende a los meses de invierno, profundizando aún más la gravedad de las secuencias secas.

Tabla 23: Años con secuencias secas iguales o mayores a seis meses de duración en la provincia de Formosa.

Año	Estación Meteorológica/ Puesto Pluviométrico	Duración en meses	Período
1967/68	Colonia Pastoril	7	Fines de invierno y verano
	Laguna Blanca	9	Verano e invierno
	Tacaaglé	15	Invierno y verano
	El Espinillo	6	Verano
	Palo Santo	10	Verano e invierno
	General Guemes	6	Verano
1968/69	Estanislao del Campo	10	Invierno y verano
	Tacaaglé	8	Fines de invierno y verano
	General Guemes	7	Verano
	Estanislao del Campo	7	Verano
	Las Lomitas	7	Verano
1969	Fortín Soledad	7	Verano
	Palo Santo	7	Invierno

	Estanislao del Campo	7	Invierno y principios de verano
	Las Lomitas	6	Invierno
	Fortín Soledad	6	Invierno
1969/70	Colonia Pastoral	12	Verano e invierno
	Laguna Blanca	13	Verano e invierno
	El Espinillo	14	Verano e Invierno
	Palo Santo	15	Verano e invierno
	General Belgrano	12	Verano e invierno
	Ibarreta	14	Verano e invierno
	Ingeniero Juárez	6	Invierno
1970	Gran Guardia	11	Verano e invierno
	Tacaaglé	12	Verano e invierno
	Comandante Fontana	10	Invierno y verano
	Estanislao del Campo	12	Verano e invierno
	Las Lomitas	7	Fines de invierno y principio de verano
	Fortín Soledad	7	Fines de invierno y principio de verano
	Ingeniero Juárez	7	Fines de invierno y verano
1970/71	San Francisco de Laishi	12	Fines de verano, invierno y principio de verano
	Pirané	11	Invierno y verano
	General Güemes	8	Invierno y principio de verano
1971	Las Lomitas	7	Invierno
	Fortín Soledad	7	Invierno
	Ingeniero Juárez	6	Invierno
	General Güemes	6	Invierno
	Ibarreta	6	Invierno
1971/72	Herradura	11	Fines de invierno, verano y principios de invierno
	Gran Guardia	8	Fines de invierno y verano
	Clorinda	7	Verano
	Tacaaglé	7	Verano
	Palo Santo	6	Verano
	General Belgrano	6	Verano
1975/76	Clorinda	14	Verano e invierno
	Estanislao del Campo	11	Verano e invierno
1976	San Francisco de Laishi	8	Fines de verano e invierno
	Gran Guardia	9	Fines de verano e invierno
	Colonia Pastoral	9	Verano e invierno
	Gran Guardia	7	Verano y principio de invierno
	Tacaaglé	11	Invierno y verano
	El Espinillo	8	Verano e invierno
	Palo Santo	12	Verano e invierno
	Pirané	7	Fines de verano e invierno
	El Colorado	9	Invierno y principio de verano
	Comandante Fontana	6	Fines de verano e invierno
	General Güemes	7	Fines de verano e invierno
	Ibarreta	7	Verano y principio de invierno
1977/78	Ingeniero Juárez	10	Invierno y verano
	Herradura	8	Invierno y verano
	Tacaaglé	7	Verano
	General Belgrano	10	Verano e invierno
1978	General Güemes	10	Verano e invierno
	Gran Guardia	8	Fines de verano e invierno
	Colonia Pastoral	7	Fines de verano e invierno
	El Espinillo	6	Fines de verano e invierno
	Palo Santo	6	Invierno
	Comandante Fontana	6	Fines de verano e invierno
	Ibarreta	7	Fines de verano e invierno
	Estanislao del Campo	7	Fines de verano e invierno
	Las Lomitas	8	Verano e invierno

	Fortín Soledad	8	Verano e invierno
	Ingeniero Juárez	7	Fines de verano e invierno
	San Francisco de Laishi	9	Verano e invierno
1978/79	Herradura	12	Fines de invierno, verano y principios de invierno
	Fortín Soledad	6	Verano
	San Francisco de Laishi	7	Fines de invierno y verano
	Herradura	6	Fines de verano y principio de invierno
	Colonia Pastoril	10	Verano y principios de invierno
	Clorinda	7	Verano
1983/84	Tacaaglé	7	Verano
	El Colorado	8	Fines de invierno y verano
	General Belgrano	6	Verano
	General Güemes	7	Verano
	Las Lomitas	8	Fines de invierno y verano
1987/88	Colonia Pastoril	8	Fines de invierno y verano
	General Güemes	6	Invierno
1988	Estanislao del Campo	6	Invierno
	Las Lomitas	6	Invierno
1988/89	El Colorado	9	Invierno y verano
	San Francisco de Laishi	9	Fines de verano e invierno
	Gran Guardia	9	Fines de verano e invierno
	Colonia Pastoril	8	Fines de verano e invierno
	Clorinda	6	Fines de verano y principio de invierno
	Tacaaglé	9	Verano e invierno
	El Espinillo	9	Verano e Invierno
	Palo Santo	9	Verano e invierno
1993	Pirané	9	Fines de verano e invierno
	El Colorado	6	Fines de verano e invierno
	Comandante Fontana	9	Fines de verano e invierno
	General Belgrano	9	Verano e invierno
	General Güemes	9	Verano e invierno
	Ibarreta	9	Verano e invierno
	Estanislao del Campo	6	Invierno

Invierno: My, Jn, Jl, Ag, Se; Verano: Nv, Dc, En, Fb, Mz; Transición: Ab, Oc.

Fuente: Elaboración propia.

En este sentido se advierte cierta regularidad temporo espacial de las secuencias secas durante los años 1968/69, 1969/70 y 1993, mientras que en el resto del período las mismas presentaron duración variable, además se pueden producir en cualquier momento del año extendiéndose en forma heterogénea en el territorio.

Por otra parte, los períodos húmedos más frecuentes son los de dos y tres meses de duración. Las secuencias iguales o superiores a cuatro meses de duración se producen menos frecuentemente en la mayoría de las estaciones y puestos pluviométricos tal como se observa en la **Tabla 24**. Es importante mencionar que éstas se caracterizan por presentar un comportamiento temporal y espacial más homogéneo, no obstante, se observan algunas excepciones, por ejemplo: en Estanislao del Campo, donde se desarrollaron 10 meses consecutivos con anomalías positivas durante 1986, que no se corresponden con el comportamiento del resto de las estaciones y puestos

pluviométricos de la provincia. Otros casos parecidos se detectaron en Fortín Soledad (1986/87), Laguna Blanca, El Espinillo y General Belgrano (1992).

Al comparar las situaciones secas y húmedas detectadas y presentadas en las **Tablas 23 y 24** se advertiría lo siguiente:

1. Las secuencias secas de larga duración se presentaron con mayor frecuencia que las húmedas en la provincia y se desarrollaron en una importante extensión del territorio. Por su parte, las situaciones húmedas de larga duración (por ejemplo, de ocho meses y más) se sucedieron esporádicamente y no en forma homogénea en el espacio de estudio.

2. Varias de las secuencias secas detectadas, dada su longitud temporal, exceden la duración de la estación estival, es decir, pueden comenzar durante el invierno y extenderse al verano siguiente o, de lo contrario, comenzar en el verano y extenderse hacia el invierno. Por el contrario, las húmedas en muchos casos se circunscriben al invierno, no obstante, se registran casos durante los meses de verano que adquieren significatividad pues aumentan considerablemente los montos pluviométricos (exceden en más de un 100 % el valor medio de la serie).

Tabla 24: Años con secuencias húmedas iguales o mayores a cuatro meses de duración en la provincia de Formosa

Año	Estación Meteorológica/ Puesto Pluviométrico	Duración en meses	Período
1971	Pirané	6	Fines de verano y principio de invierno
	El Colorado	8	Fines de verano e invierno
	Comandante Fontana	4	Verano
	General Guemes	4	Verano
1972	General Guemes	8	Invierno y verano
1973	Gran Guardia	4	Invierno
	El Colorado	4	Invierno
	Comandante Fontana	4	Invierno
1973/74	Gran Guardia	5	Verano
	Palo Santo	4	Verano
1980/81	Tacaaglén	5	Verano
	Palo Santo	5	Verano
	Pirané	8	Verano y principio de invierno
	Comandante Fontana	4	Verano
	Ibarreta	5	Verano
	Estanislao del Campo	5	Verano
1981	Herradura	5	Fines de verano y principios de invierno
1982	El Espinillo	4	Verano
1982/83	Laguna Blanca	7	Verano
1983	El Espinillo	4	Fines de verano
1984	San Francisco de Laishi	4	principios de invierno
	Herradura	5	Fines de verano y principio de invierno
	El Espinillo	4	Principios de invierno

	Pirané	4	Principio de invierno
	Comandante Fontana	4	Principio de invierno
	General Guemes	4	Principio de invierno
1984/85	Estanislao del Campo	5	Verano
	Las Lomitas	5	Verano
	Fortín Soledad	5	Verano
	Ingeniero Juarez	4	Verano
1985	Colonia Pastoril	4	Fines de invierno y principios de verano
	Palo Santo	4	Fines de invierno
	Pirané	4	Fines de invierno
	Comandante Fontana	4	Fines de invierno
	General Belgrano	4	Fines de invierno
	General Guemes	4	Fines de invierno
	Ibarreta	4	Fines de invierno
	Fortín Soledad	5	Fines de invierno y verano
	Ingeniero Juarez	6	<u>Fines de invierno y principios de verano</u>
	San Francisco de Laishi	6	Fines de verano y principios de invierno
1986	Herradura	6	Fines de verano y principio de invierno
	Gran Guardia	4	Invierno
	Palo Santo	6	Fines de verano y principio de invierno
	El Colorado	6	Fines de verano e invierno
	Comandante Fontana	4	Invierno
	General Belgrano	6	Fines de verano e invierno
	General Guemes	4	Invierno
	Ibarreta	4	Invierno
	Estanislao del Campo	10	Fines de verano e invierno
	Las Lomitas	7	Invierno y principio de verano
1986/87	Ingeniero Juarez	4	Invierno
	San Francisco de Laishi	6	Fines de invierno y verano
	El Colorado	6	Verano
	Comandante Fontana	5	Verano
	General Belgrano	6	Verano
	Ibarreta	6	Verano
1989	Fortín Soledad	10	Invierno y verano
	Herradura	5	Invierno
	Laguna Blanca	4	Invierno
	Comandante Fontana	4	Invierno
	Ibarreta	5	Invierno
1990	Las Lomitas	8	<u>Invierno y principio de verano</u>
	Fortín Soledad	5	Principio de invierno
	Herradura	5	Invierno
	Gran Guardia	7	Invierno
	Colonia Pastoril	4	Invierno
	Laguna Blanca	6	Invierno
	Clorinda	6	Invierno
	Tacaaglé	6	Invierno
	Palo Santo	5	Invierno
	Pirané	4	Invierno
1991	El Colorado	5	Invierno
	General Guemes	4	Invierno
	Estanislao del Campo	5	Invierno
	General Guemes	4	Verano
1991	Las Lomitas	4	Verano
	Fortín Soledad	7	Verano
1992	Gran Guardia	5	Fines de invierno y principios de verano
	Laguna Blanca	9	Fines de verano e invierno
	Clorinda	5	Fines de verano y principio de invierno
	Tacaaglé	5	Fines de verano y principio de invierno
	El Espinillo	10	Verano e invierno
	Palo Santo	5	Fines de invierno y verano

El Colorado	4	Verano
Comandante Fontana	5	Verano
General Belgrano	11	Verano e invierno
General Guemes	4	Fines de invierno y principio de verano
Ibarreta	5	Verano
Estanislao del Campo	4	Verano
Las Lomitas	4	Verano

Invierno: My, Jn, Jl, Ag, Se; Verano: Nv, Dc, En, Fb, Mz; Transición: Ab, Oc.

Fuente: Elaboración propia.

6.4.4 Espaciamiento temporal.

En la provincia de Formosa y durante el período de estudio 1967/1993 se observó el desarrollo de episodios secos y húmedos bien definidos.

El primero que se desarrolló, según la serie de datos trabajada, es seco y se extiende desde 1967 hasta 1979 aproximadamente, es decir, desde finales de los '60 y la década de los '70. Este se caracterizó por la persistencia del evento seco especialmente en los puestos pluviométricos del oeste provincial, mientras que hacia el centro y este del territorio el mismo se encuentra interrumpido por episodios húmedos de uno a tres años de duración. No obstante, se debe señalar que estos años húmedos no se presentaron en forma homogénea en el territorio de la provincia.

Por otra parte, el período húmedo se extendió desde 1980 a 1992 aproximadamente. Al igual que en el evento anterior, se detectó una persistencia interanual del estadío húmedo en los puestos pluviométricos del oeste provincial, mientras que en el resto de las localidades se registró el desarrollo de uno a tres años secos que interrumpieron dicho fenómeno.

6.5 Eventos de sequías e inundaciones:

6.5.1 Sequías:

En los capítulos anteriores se ha especificado el criterio a partir del cual se definen los episodios secos de relevancia, a) dos o más años consecutivos con anomalías negativas y b) coincidencia de un 50 % o más de estaciones meteorológicas y

puestos pluviométricos, los años que reúnen estas condiciones son considerados años secos y figuran en la **Tabla 25**.

Tabla 25: Años secos y % de estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos afectados en la provincia de Formosa.

Años Secos	% de Estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos afectados
1967	74
1968	100
1969	58
1970	100
1976	100
1977	79
1978	100

Fuente: Elaboración propia.

Es importante mencionar que en la tabla anterior no están contemplados los años 1988 y 1993 pues no reúnen uno de los criterios establecidos, no obstante, se debe considerar que el evento seco es casi general durante los mismos, con una cobertura areal comprendida entre 80 % y 95 %, respectivamente. Cabe aclarar que la serie de datos empleada en este trabajo culmina en 1993, por lo que es incierto lo que sucedió durante los años siguientes, es decir, si el episodio seco continuó o se vio interrumpido, esto último atendiendo a la tendencia que persistió en el resto de las provincias analizadas: Chaco, Misiones y Corrientes.

Los **Mapas** que comprenden los Ns° **61 a 64** representan los años secos detectados con mayor cobertura espacial. Cabe aclarar que en lo posible se trató de respetar las equidistancias definidas para los intervalos de clases establecidos en el análisis de las anomalías, no obstante, en algunas situaciones éstas quedaron supeditadas a los datos representados que oportunamente se irán mencionando.

En 1978 (**Mapa 61**) la sequía se desarrolló en forma homogénea en toda la provincia de Formosa con valores de anomalías que indicaron una disminución de los valores pluviométricos en más de un 40% en el centro norte del territorio.

El año 1968 (**Mapa 62**), al igual que la situación anterior, el evento se manifestó en todo el territorio, no obstante, se profundizó la disminución de la precipitación en el departamento de Pilagás (Tacaaglé registra una anomalía de -61%).

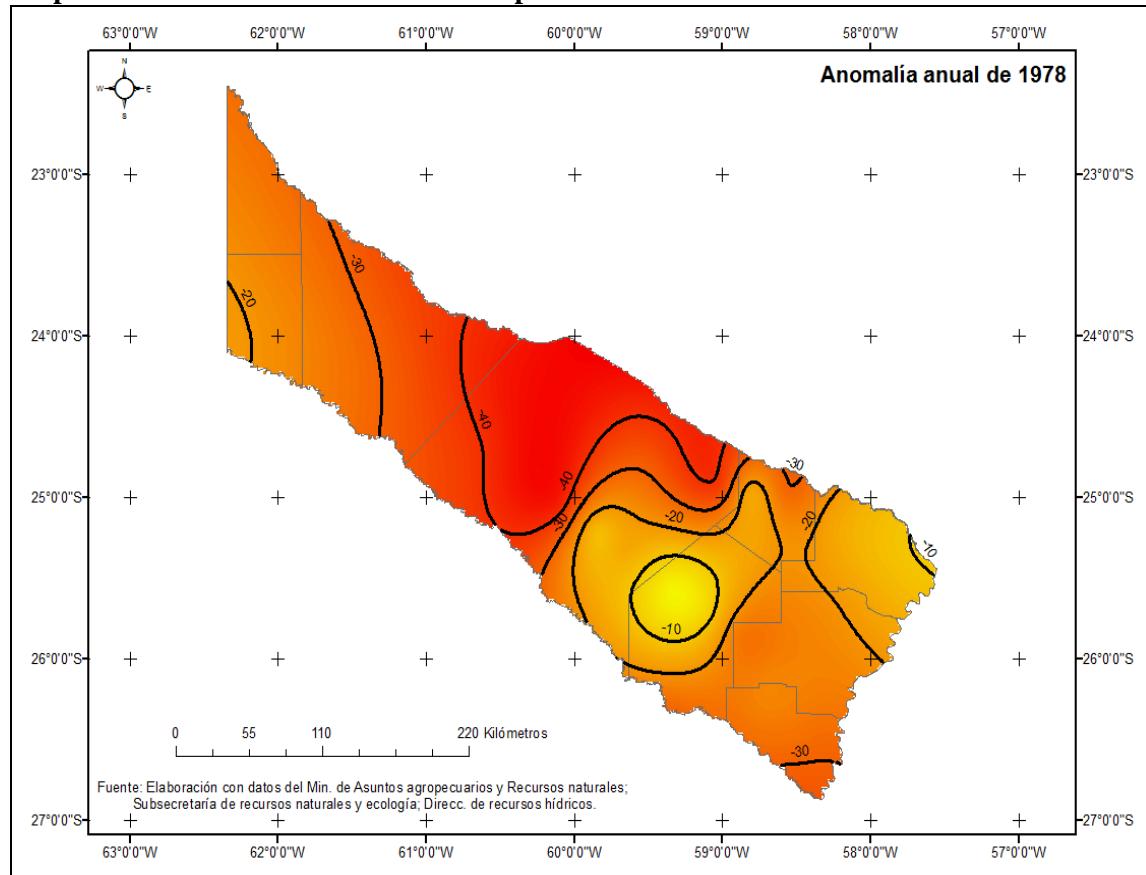
En 1976 (**Mapa 63**) los valores de anomalías negativas manifestaron una profundización del evento seco (la precipitación disminuye en más de un 50 % el promedio de la serie) en el centro y este de la provincia.

Cabe señalar que en las tres representaciones analizadas anteriormente se trazaron las isoanómalas con una equidistancia del 10 %, debido a las características de los datos representados.

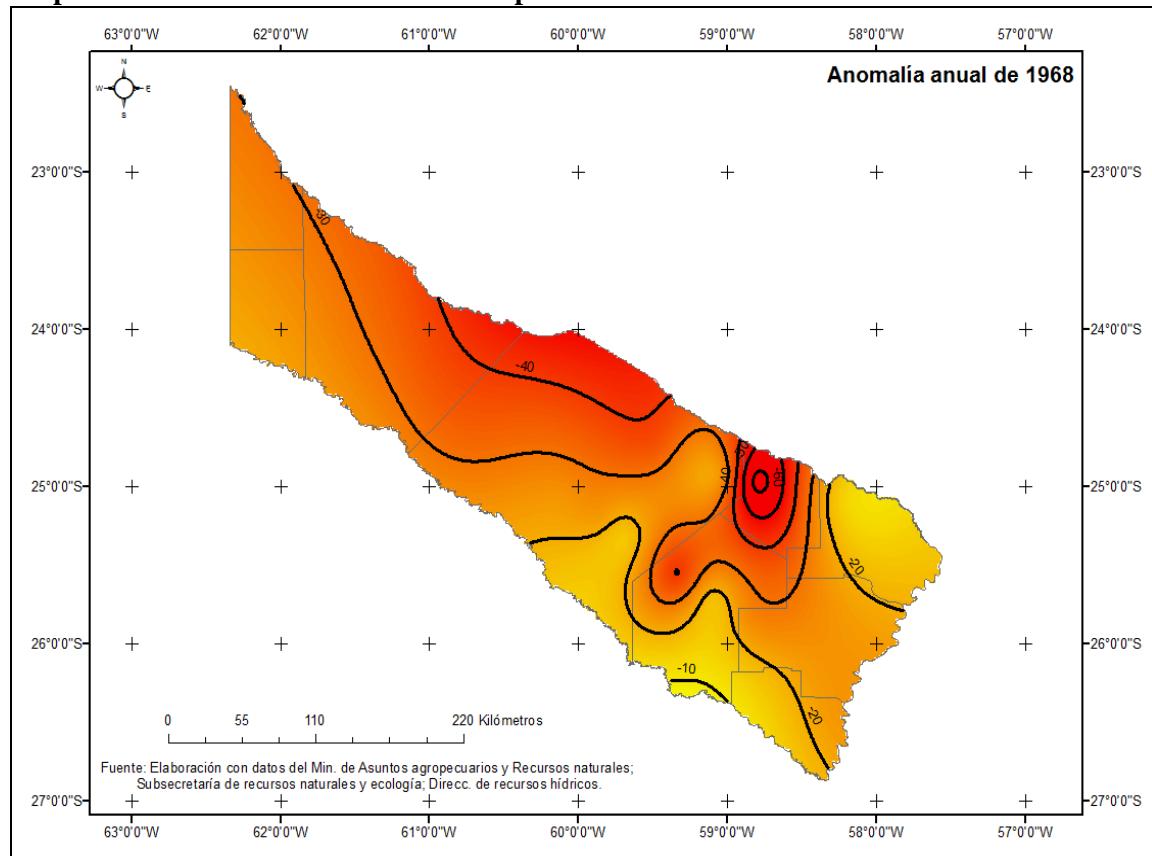
Por último, en el año 1970 (**Mapa 64**) el evento seco se desarrolló en todo el territorio, sin embargo se puede decir que, a diferencia de las situaciones anteriores la disminución de los montos pluviométricos entre un 25 y 50 % se produjo en gran parte del territorio formoseño.

Asimismo resulta interesante mencionar que, los años secos analizados anteriormente, se encuentran intercalados por otros donde se observa la coexistencia con el evento húmedo. Las representaciones de estos últimos se pueden consultar en el Anexo cartográfico (Pág. 314)

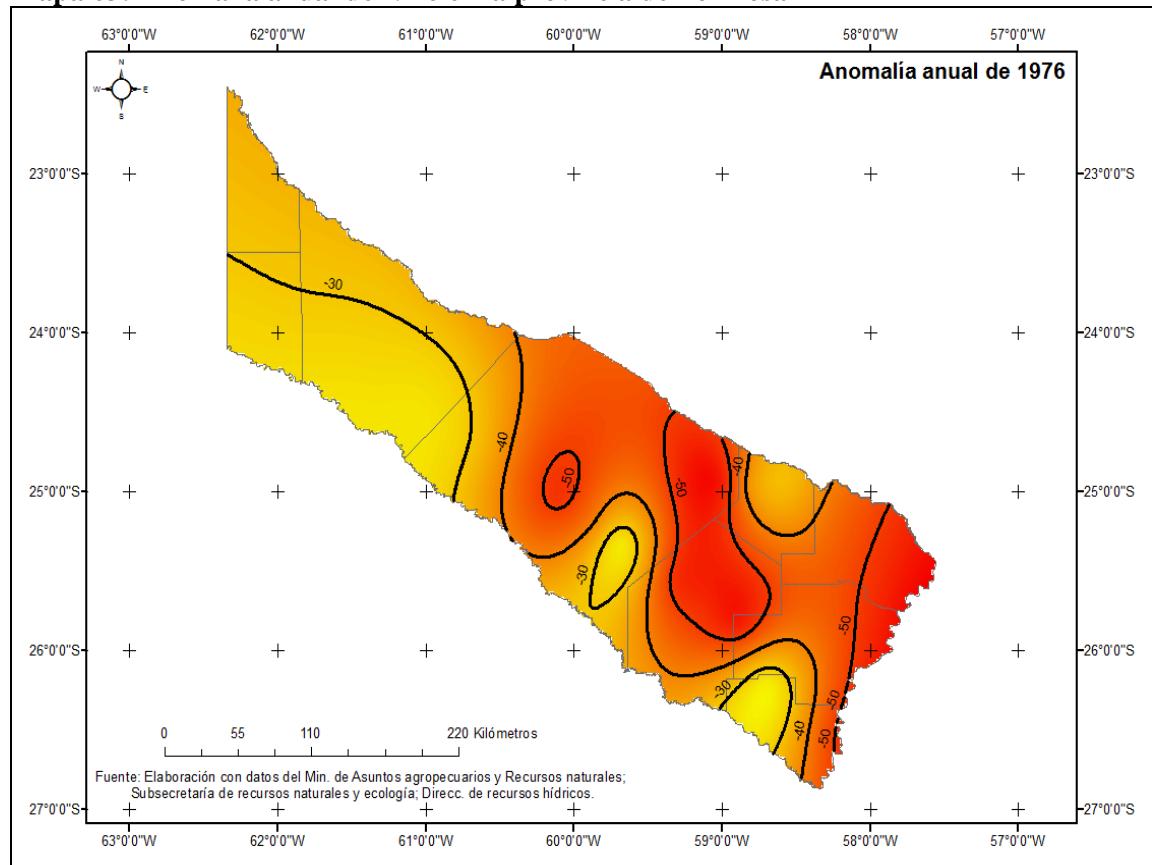
Mapa 61: Anomalía anual de 1978 en la provincia de Formosa



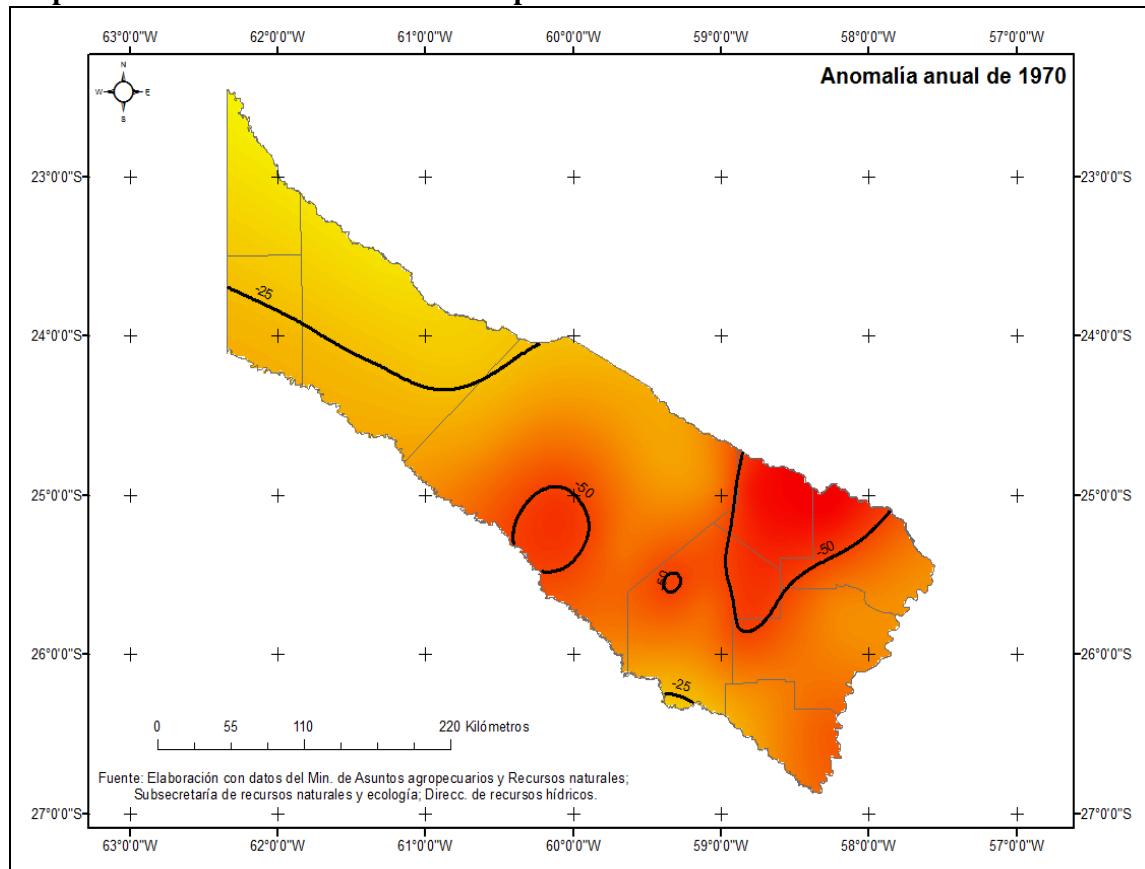
Mapa 62: Anomalía anual de 1968 en la provincia de Formosa



Mapa 63: Anomalía anual de 1976 en la provincia de Formosa



Mapa 64: Anomalía anual de 1970 en la provincia de Formosa



Las siguientes representaciones cartográficas muestran las secuencias secas mensuales de gran cobertura espacial que dan cuenta del inicio y finalización del evento en la provincia de Formosa y durante el periodo de estudio.

En octubre y noviembre de 1967 (**Mapas 65 y 66**) las secuencias evolucionaron desde una situación de sequía homogénea en todo el territorio, con valores anómalos que indican ausencia de precipitación (-100 %) en el centro y sureste provincial, hacia el mes siguiente donde el evento se ve interrumpido desde el noroeste y norte por anomalías positivas que pueden superar en un 100 % el promedio de la serie.

En marzo y abril de 1968 (**Mapas 67 y 68**) se advirtió la persistencia del evento seco en forma homogénea en todo el territorio de la provincia de Formosa, con anomalías que indicaron ausencia de precipitación en el centro y extremo noroeste en el primero de ellos y en el centro y oriente del territorio en el segundo caso.

En febrero y marzo de 1969 (**Mapas 69 y 70**) se observó, en el primero, un núcleo de anomalías positivas que indicó un incremento de los valores pluviométricos en alrededor de un 25 % en el departamento de Pirané, mientras que en el resto del

territorio el evento seco se generalizó y se extendió al mes siguiente con valores que señalan hasta un 75 % de disminución de las lluvias o ausencia de precipitación.

En marzo de 1970 (**Mapa 71**) el evento seco se desarrolló en forma homogénea en todo el territorio formoseño. Asimismo se advirtió que en los sectores centro y norte las anomalías mostraron una disminución de la precipitación en más de un 75 % hasta ser nulos hacia el occidente. Al mes siguiente (**Mapa 72**) el episodio seco se interrumpió en el centro oeste por anomalías positivas que indicaron un registro pluviométrico superior a la media de la serie en un 50 %. En octubre y noviembre de 1970 (**Mapas 73 y 74**) se observó un comportamiento similar a la dupla anterior.

En el año 1976 la sequía reviste igual importancia que en el caso anterior con la diferencia de que en la secuencia marzo y abril (**Mapas 75 y 76**) el evento se registró en forma homogénea en todo el territorio, con valores anómalos que indicaron una disminución significativa de la precipitación y, en algunos casos, ausencia de la misma.

La situación de febrero, marzo y abril de 1977 (**Mapas 77, 78 y 79**) presentó ciertas diferencias con respecto a los casos anteriores, por ejemplo, el mes de febrero desarrolló en forma homogénea en todo el territorio anomalías negativas que implicaron una merma de los valores pluviométricos en más de un 75 % en el centro y hacia el oeste del territorio. Al mes siguiente, el evento seco se ve interrumpido por valores positivos en el centro y noreste de la provincia; luego en abril la sequía se extendió nuevamente en gran parte de la provincia, pero con los valores de -75% desplazados hacia el centro-este.

Las situaciones de marzo y abril de 1978 (**Mapas 80 y 81**) evidenciaron un comportamiento semejante a las situaciones anteriormente analizadas.

El análisis anterior nos permitiría poner de relieve varias situaciones, en primer lugar y según la serie de datos disponible, en la provincia de Formosa desde 1967 hasta aproximadamente 1979/1980 pareciera prevalecer sobre el espacio estudiado un período seco. Estos resultados pueden secundarse con otros trabajos realizados específicamente sobre la provincia de Buenos Aires, pero con un periodo de tiempo más largo, que revelaron que durante esos mismos años se produjeron importantes déficits en los valores pluviométricos (Scarpatti y Capriolo, 2013).

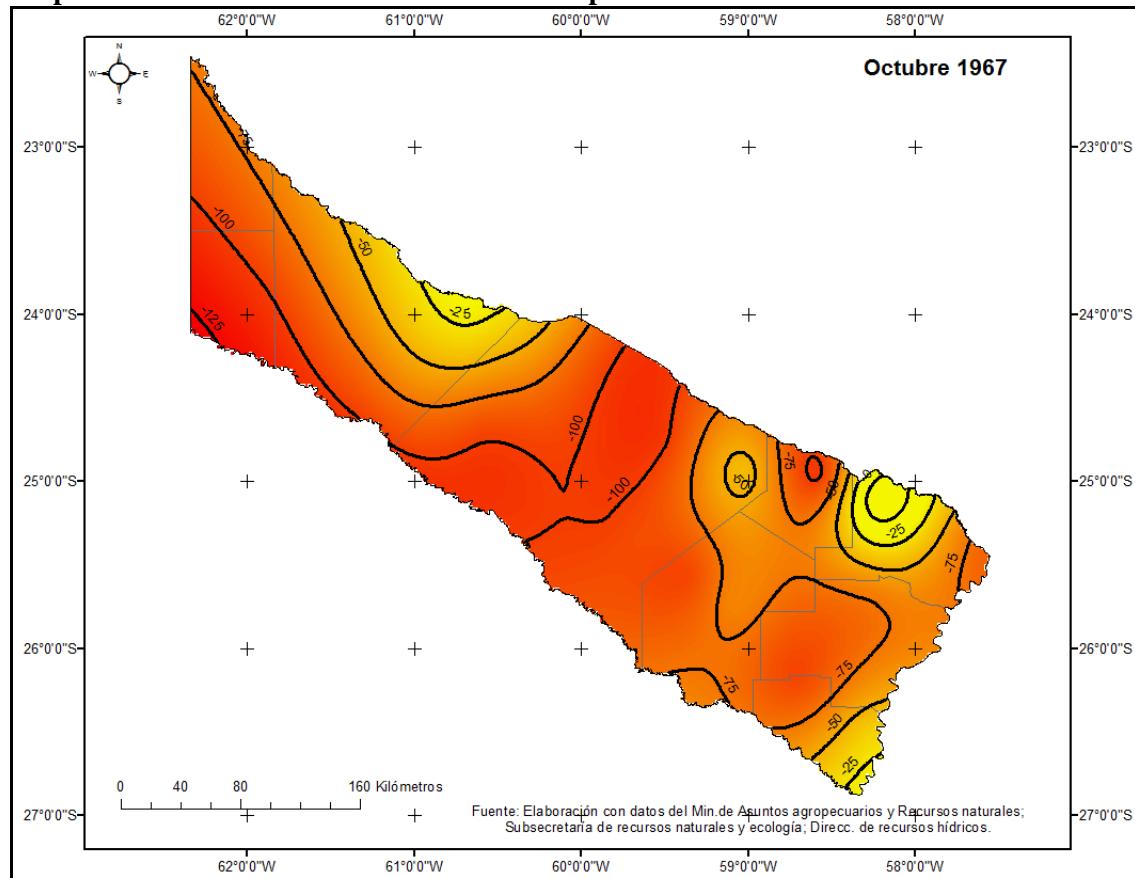
Asimismo, en el país limítrofe de Chile se registró un importante evento seco durante los años 1967/68 siendo este último de mayor trascendencia por las pérdidas

ocasionadas. Schneider (1970) en un intento por explicar las causas supone que el evento “*aparece relacionado con perturbaciones a gran escala de la circulación atmosférica general en nuestro hemisferio*” (174) que afectó también el sur de Argentina. Dado los resultados obtenidos en este trabajo, podríamos agregar también el norte del país, que provocaron una importante disminución de las precipitaciones en esta región.

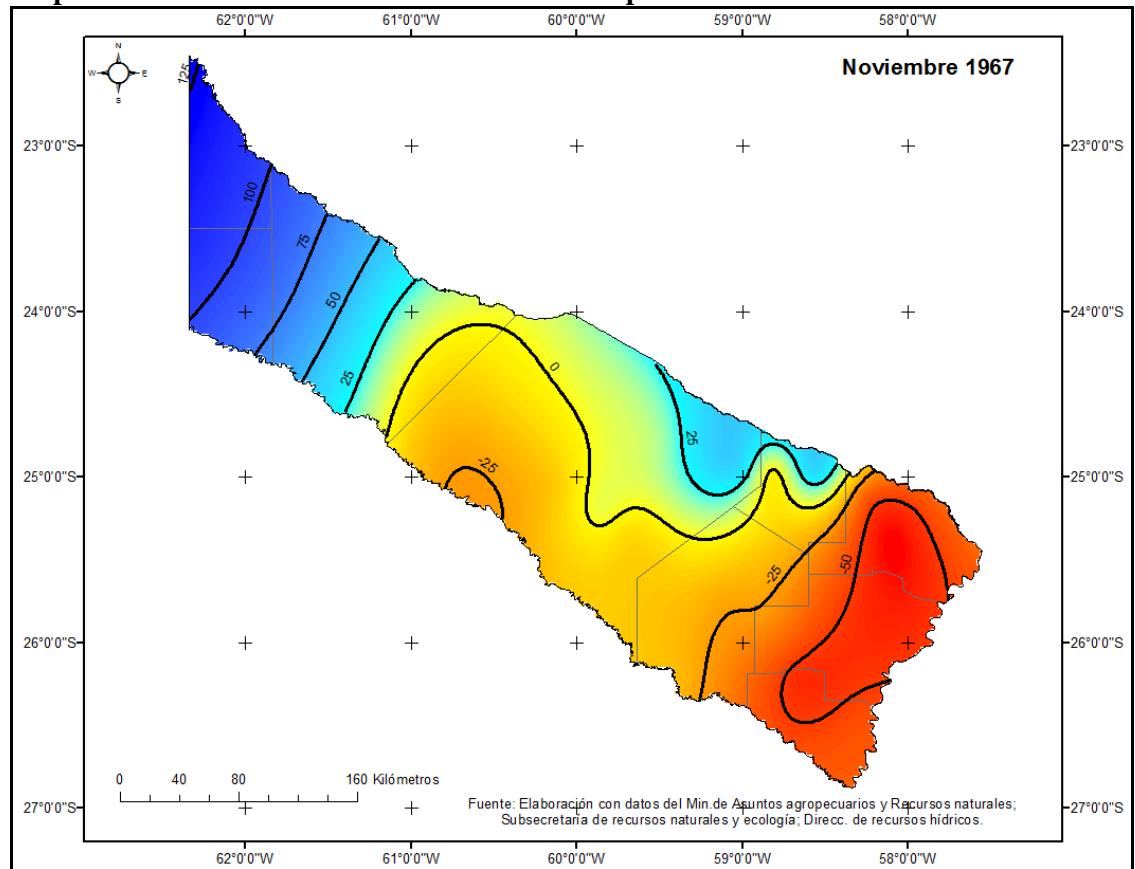
Por otra parte, resulta importante señalar que durante el estadio seco el evento tendió a presentarse, con frecuencia, con cierta persistencia interanual, no así durante el estadio húmedo, como sucedió con los eventos de sequía de 1988 y 1993 de gran extensión, que se desarrollaron de manera intercalados con otros años más húmedos.

En segundo lugar, se debe mencionar que si bien el evento seco anual o mensual representado tiende a manifestarse con frecuencia de forma homogénea en gran parte del territorio, se observan casos en donde el mismo coexiste con el fenómeno opuesto dando cuenta de la variabilidad espacial de las precipitaciones.

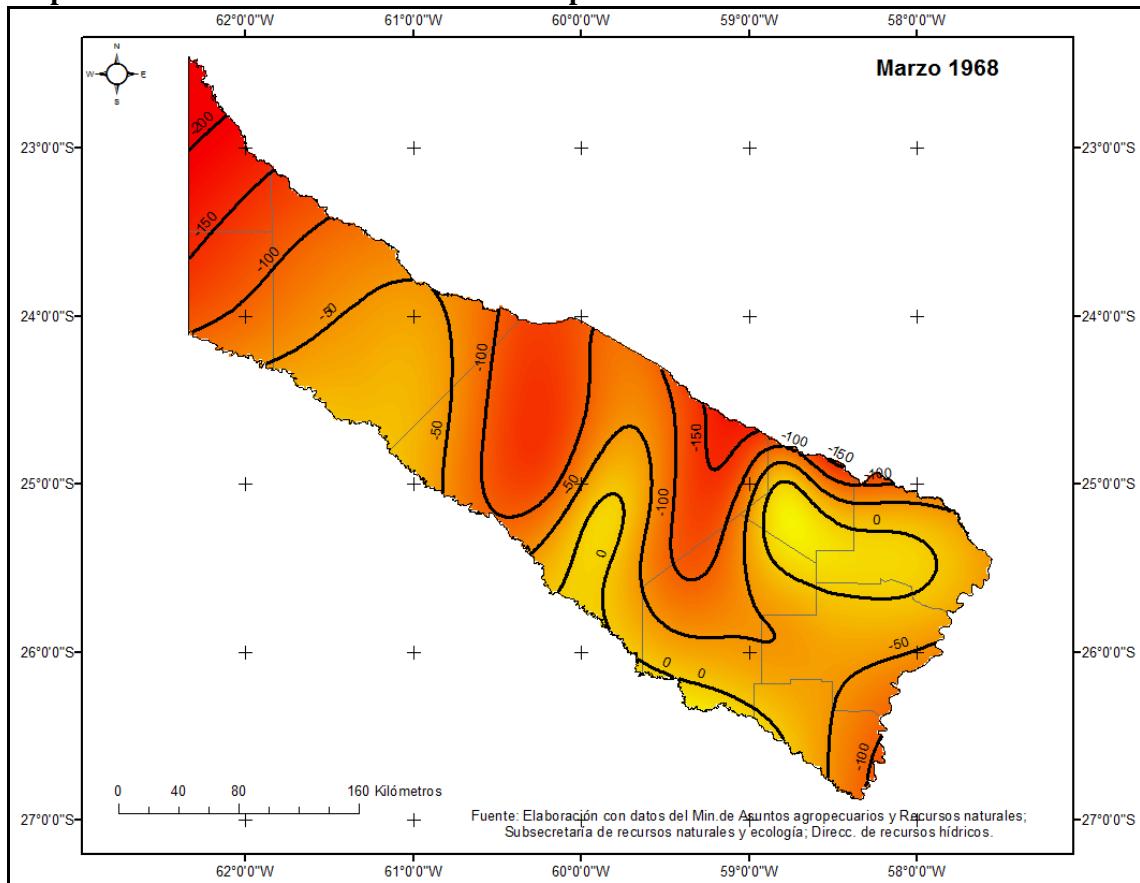
Mapa 65: Anomalías en octubre de 1967 en la provincia de Formosa



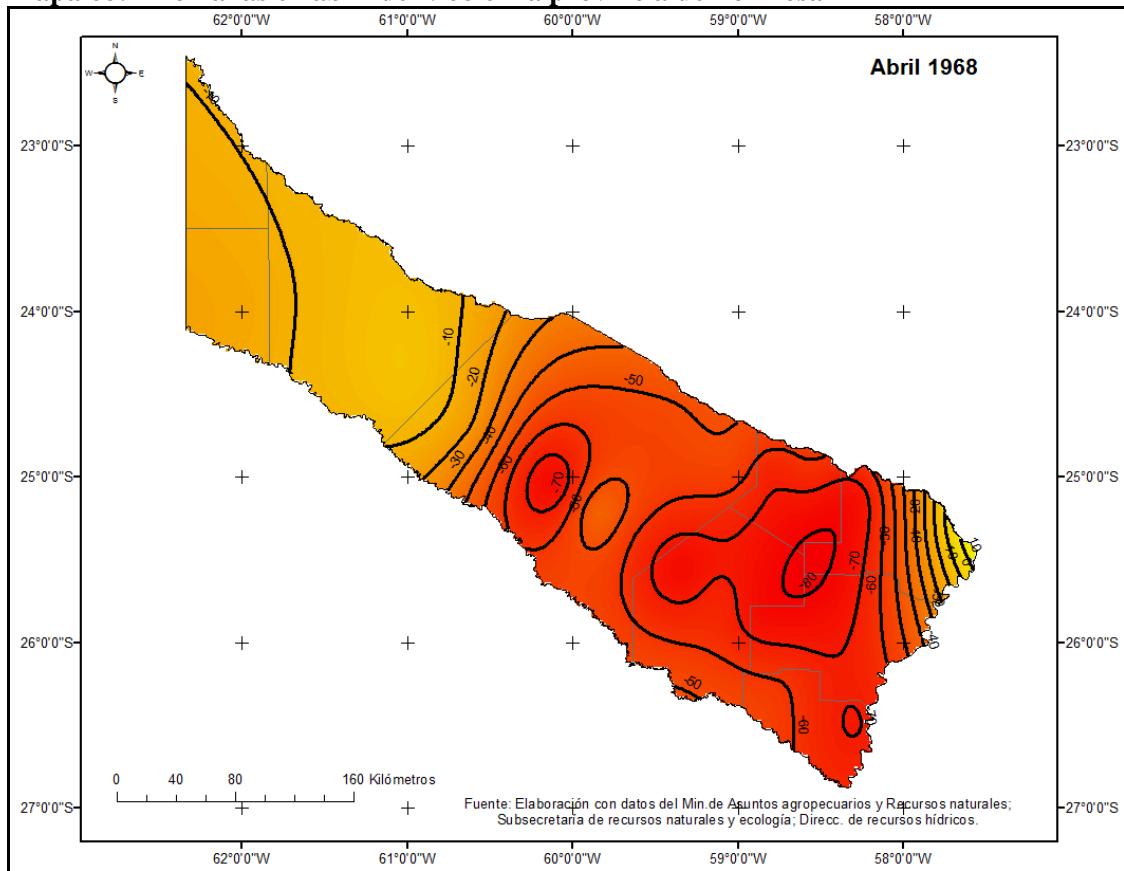
Mapa 66: Anomalías en noviembre de 1967 en la provincia de Formosa



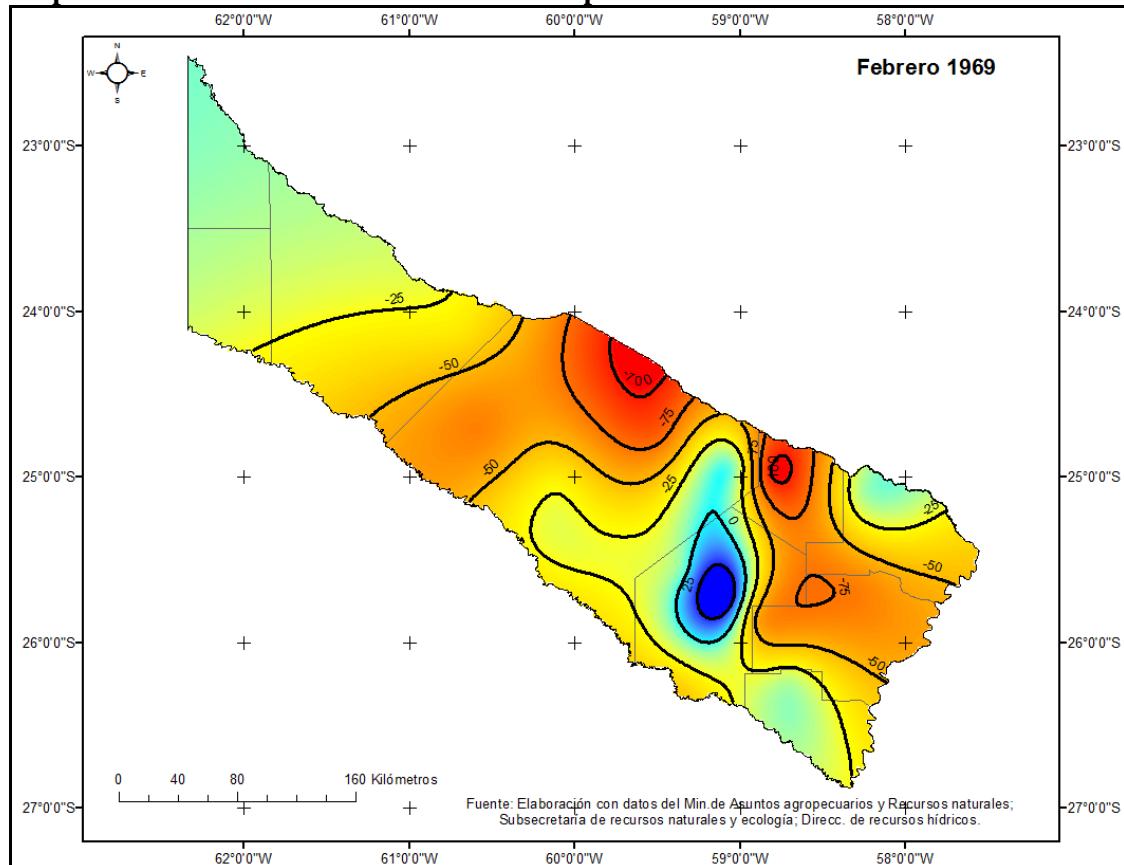
Mapa 67: Anomalías en marzo de 1968 en la provincia de Formosa



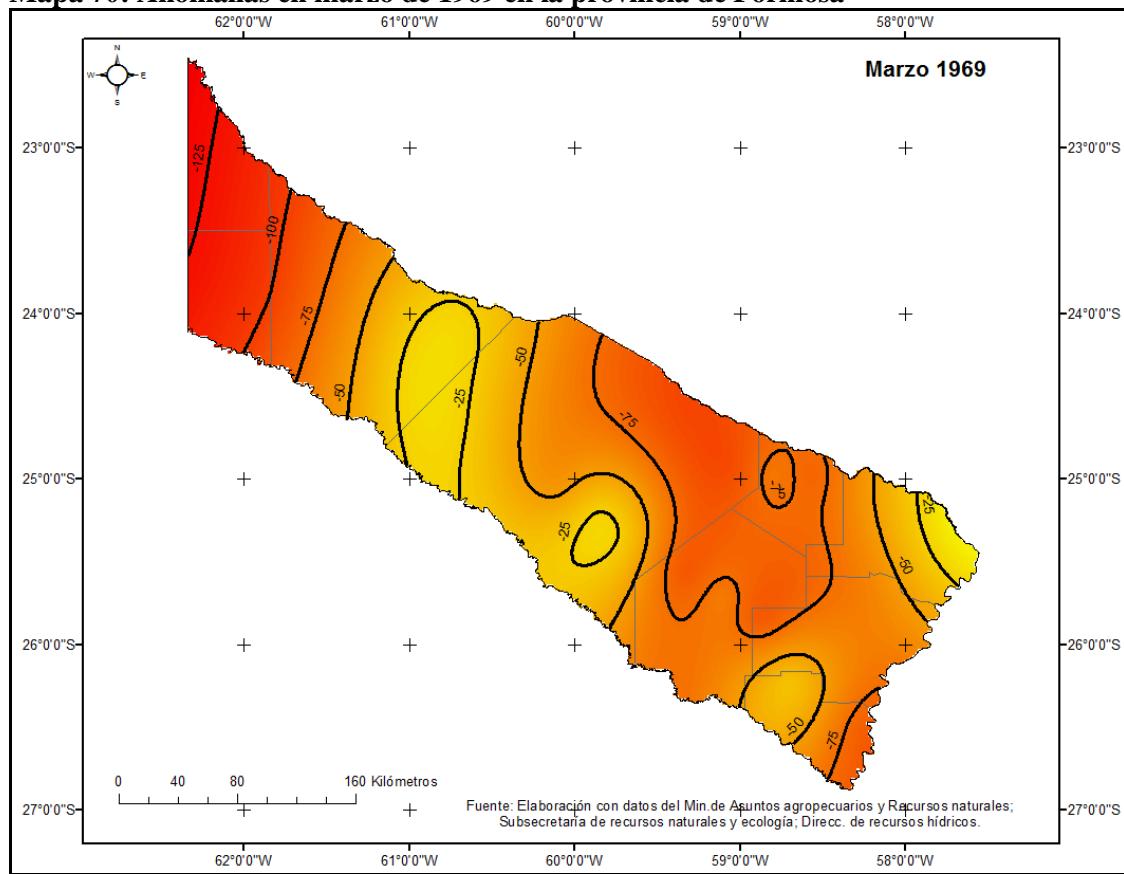
Mapa 68: Anomalías en abril de 1968 en la provincia de Formosa



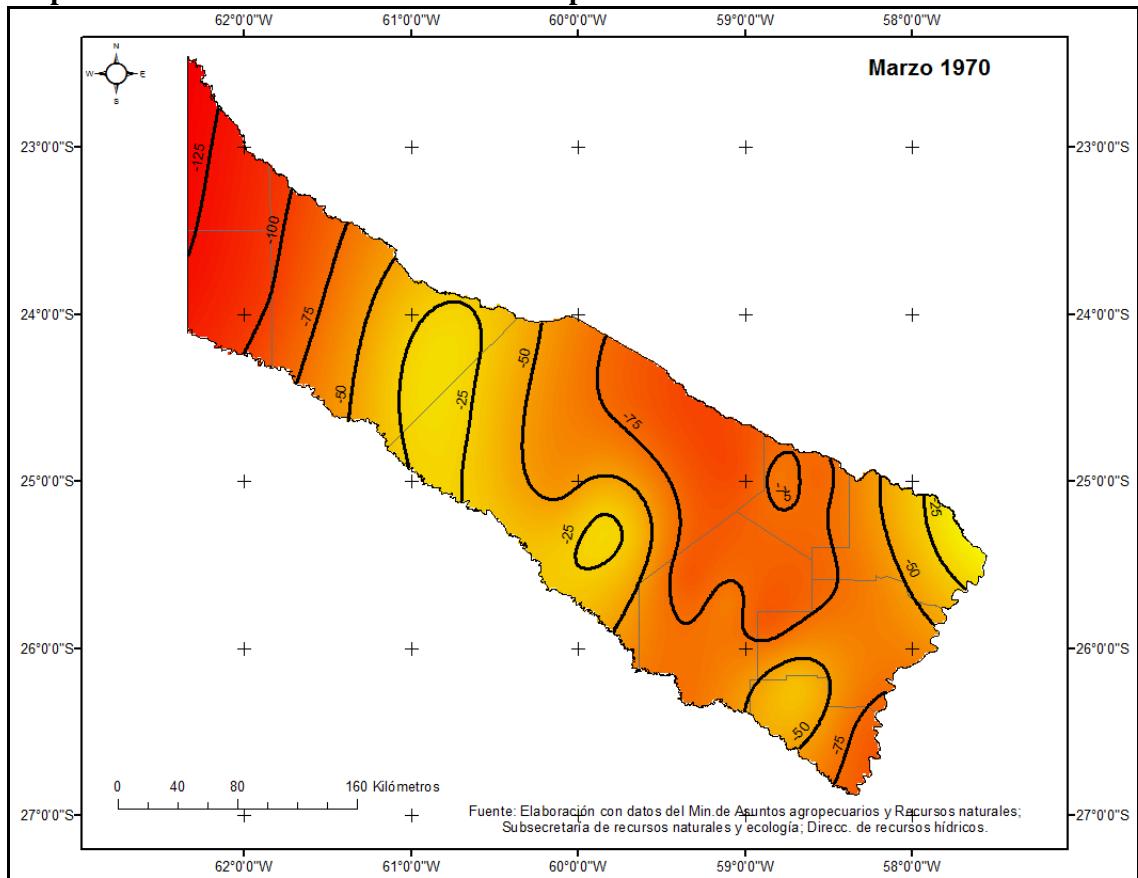
Mapa 69: Anomalías en febrero de 1969 en la provincia de Formosa



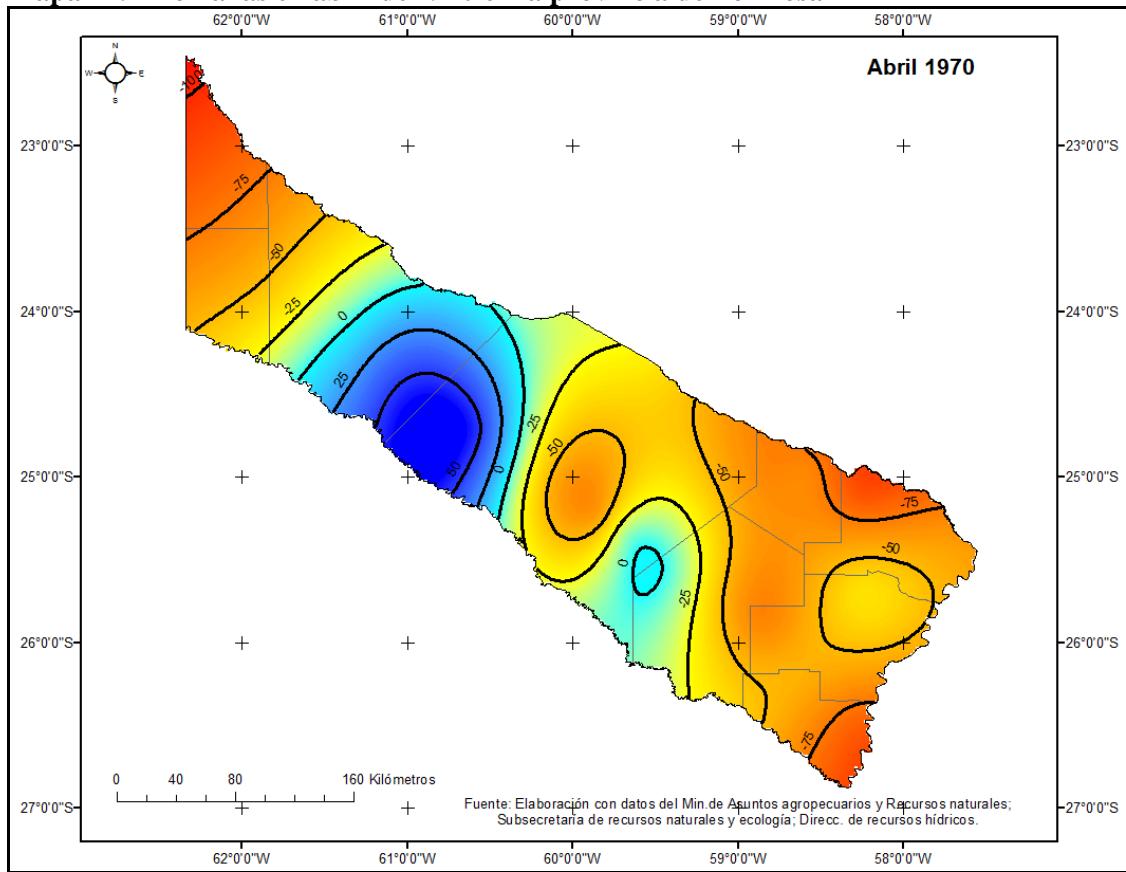
Mapa 70: Anomalías en marzo de 1969 en la provincia de Formosa



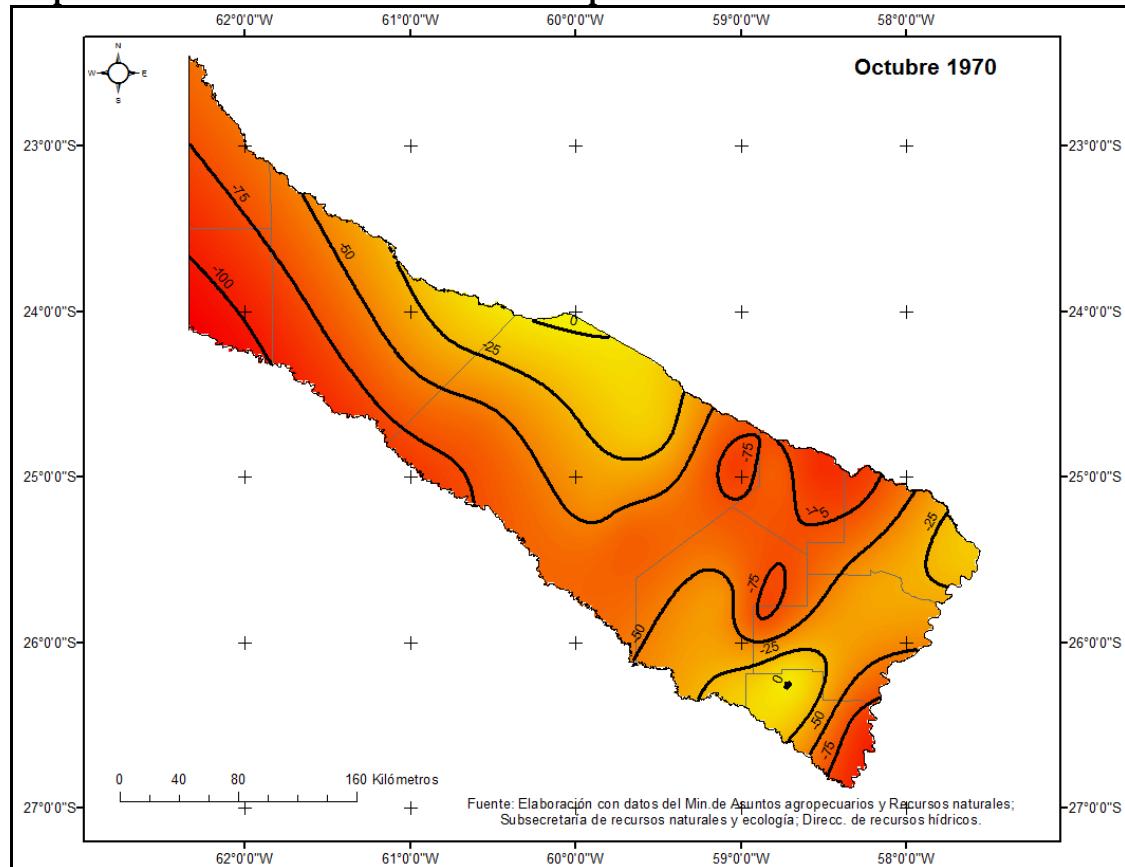
Mapa 71: Anomalías en marzo de 1970 en la provincia de Formosa



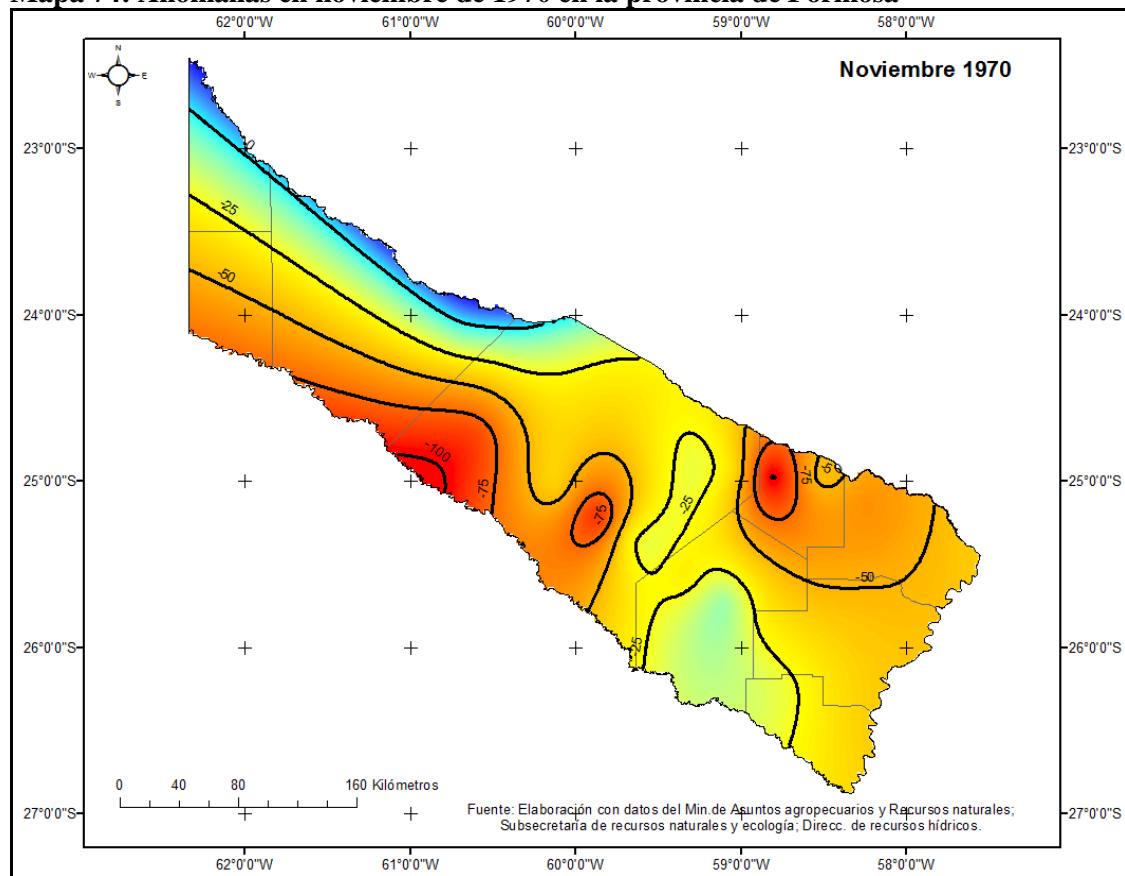
Mapa 72: Anomalías en abril de 1970 en la provincia de Formosa



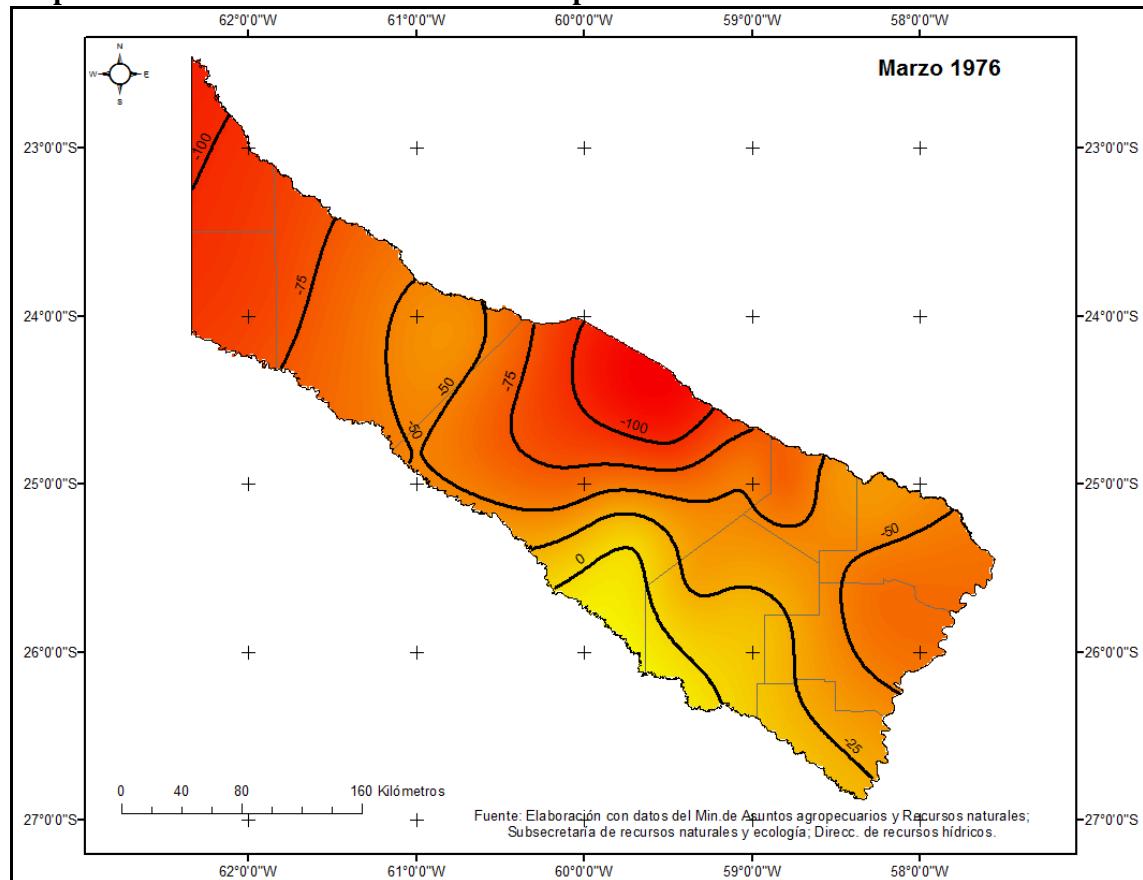
Mapa 73: Anomalías en octubre de 1970 en la provincia de Formosa



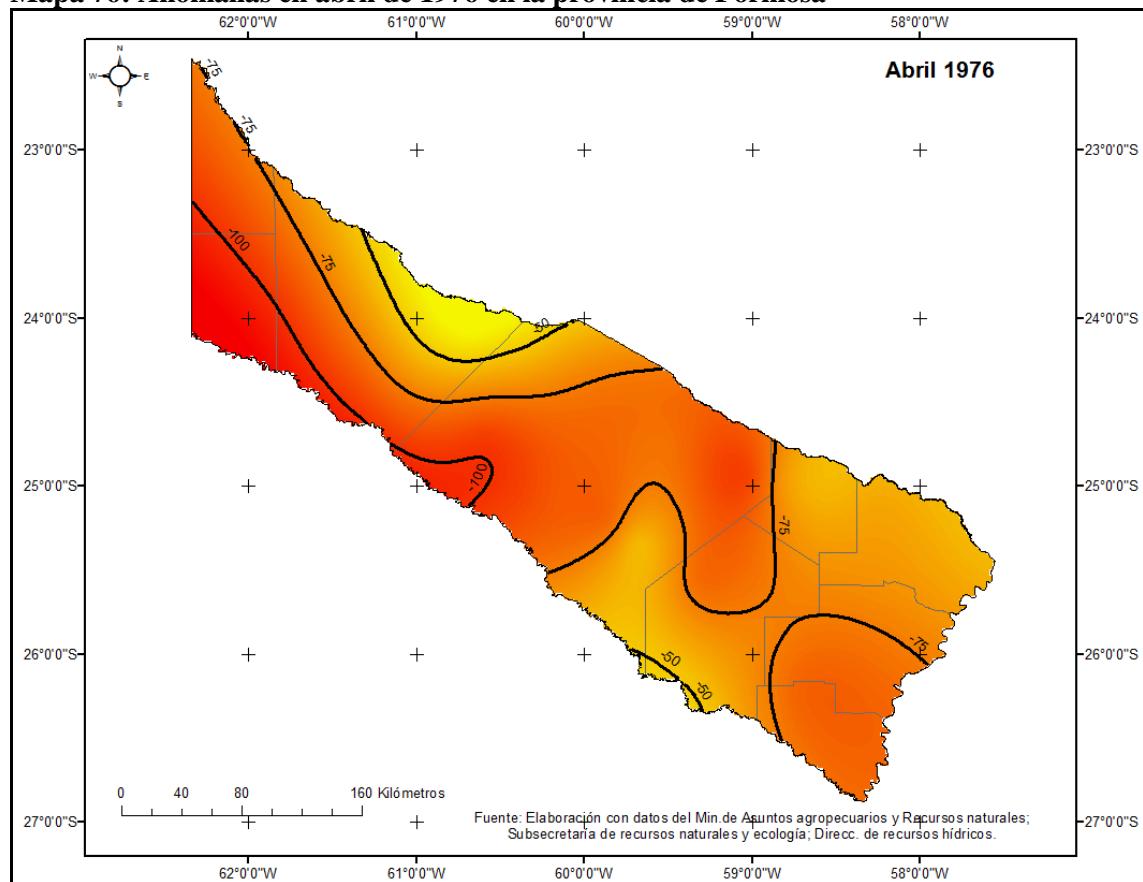
Mapa 74: Anomalías en noviembre de 1970 en la provincia de Formosa



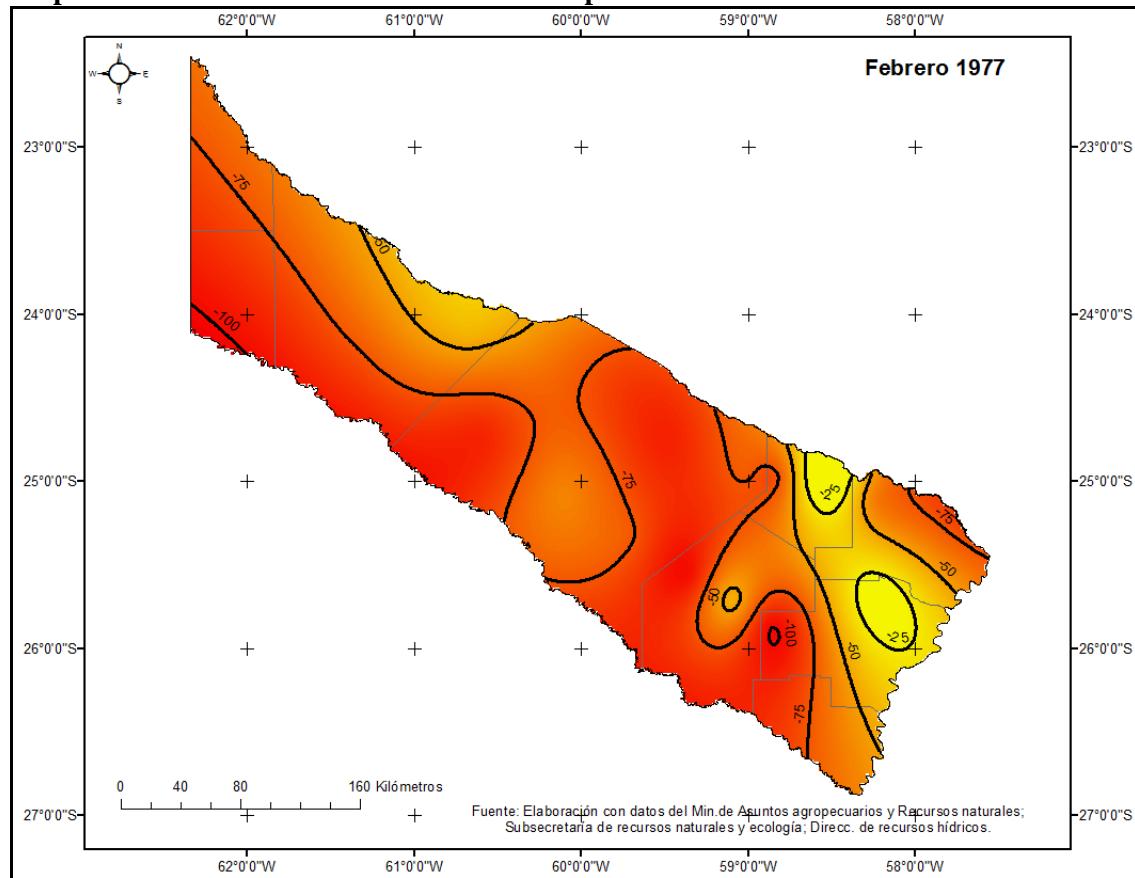
Mapa 75: Anomalías en marzo de 1976 en la provincia de Formosa



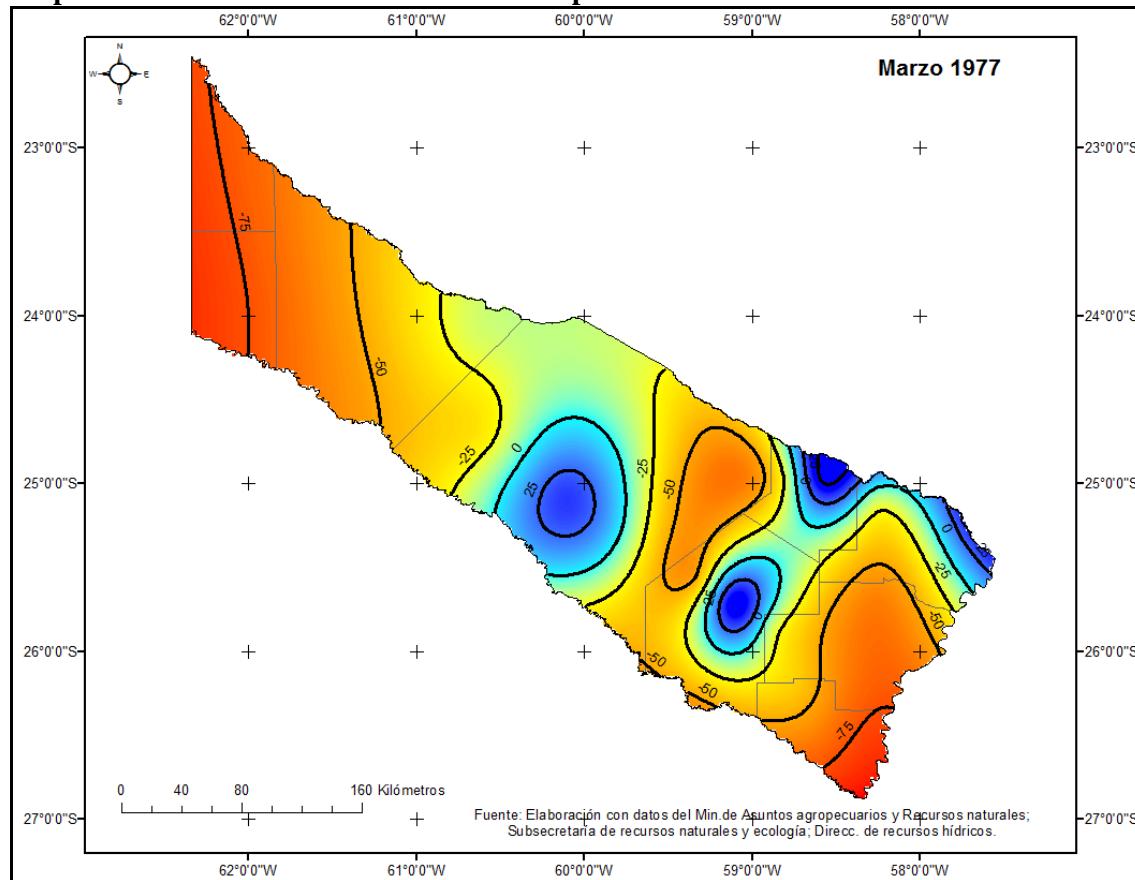
Mapa 76: Anomalías en abril de 1976 en la provincia de Formosa



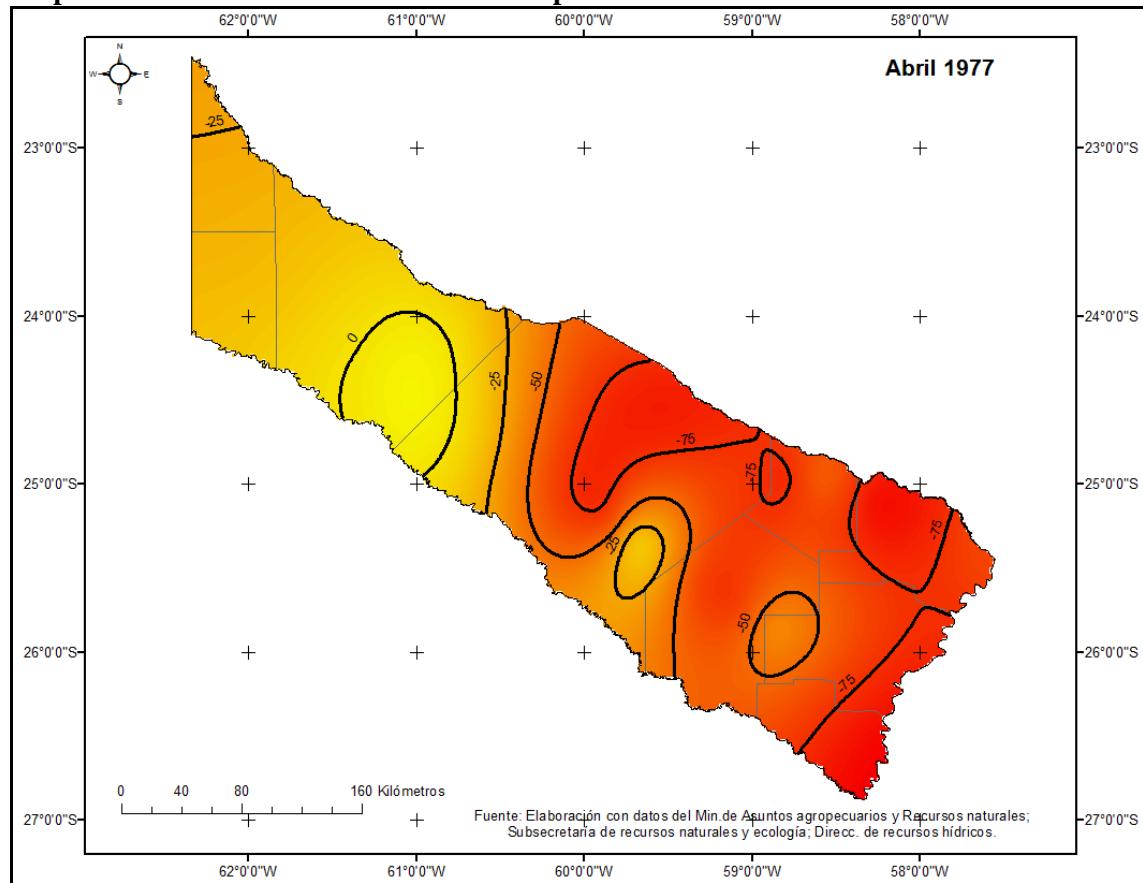
Mapa 77: Anomalías en febrero de 1977 en la provincia de Formosa



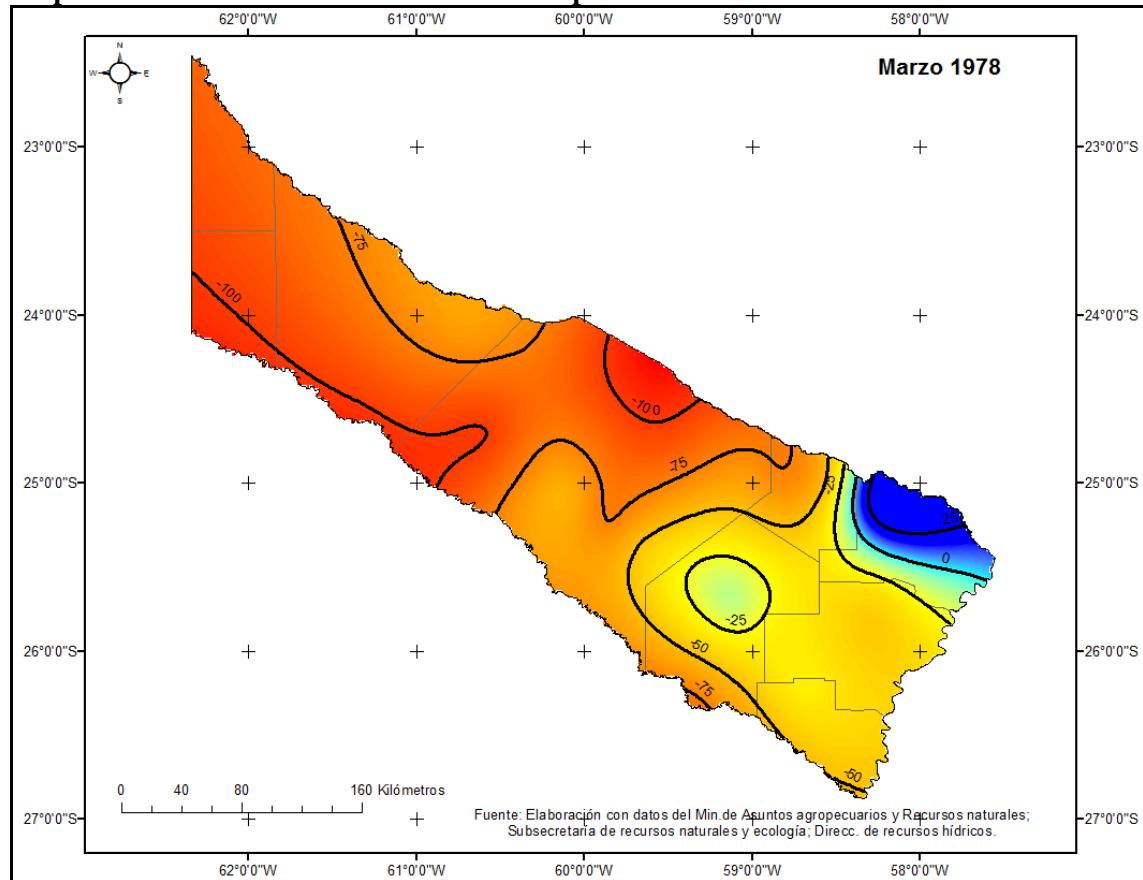
Mapa 78: Anomalías en marzo de 1977 en la provincia de Formosa



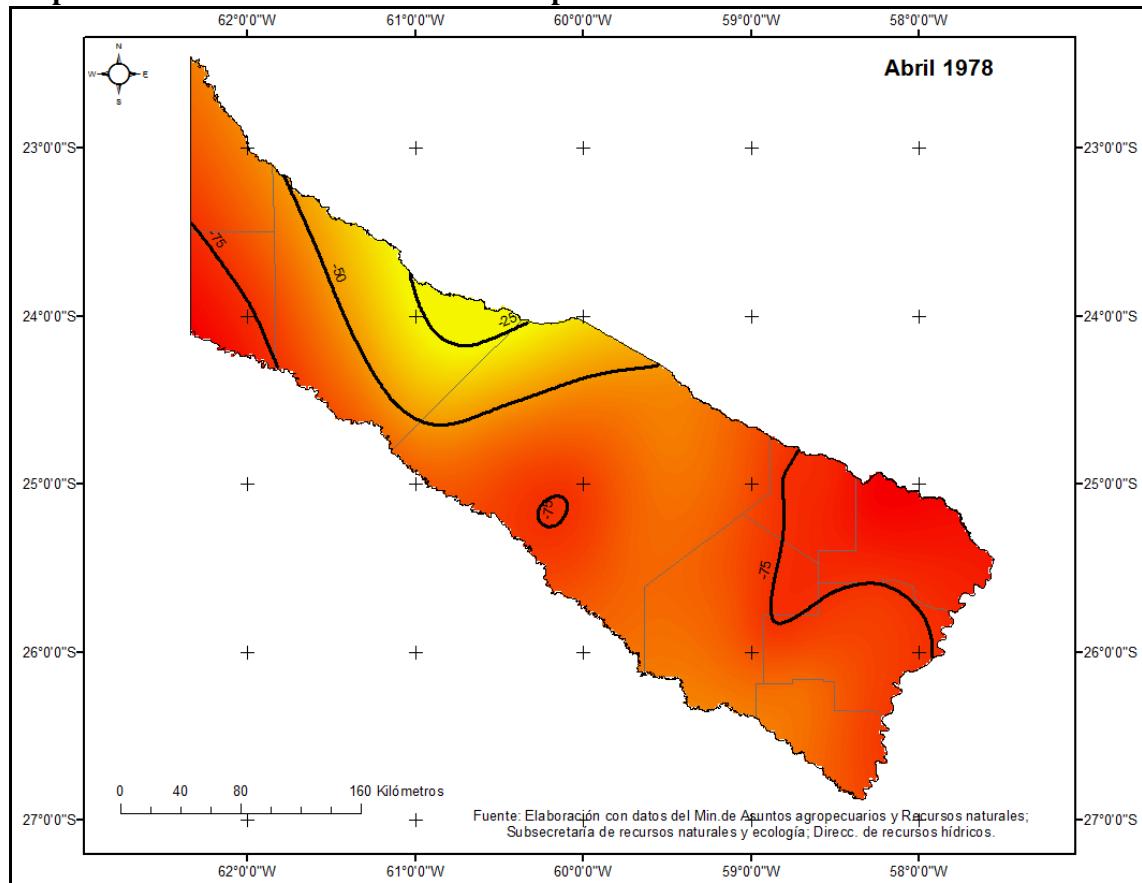
Mapa 79: Anomalías en abril de 1977 en la provincia de Formosa



Mapa 80: Anomalías en marzo de 1978 en la provincia de Formosa



Mapa 81: Anomalías en abril de 1978 en la provincia de Formosa



6.5.2 Inundaciones

Los años considerados húmedos según los criterios establecidos, figuran en la **Tabla 26**.

Tabla 26: Años húmedos y % de estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos afectados en la provincia de Formosa.

Años húmedos	% de Estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos afectados
1980	95
1981	89
1982	79
1983	74
1986	95
1987	84
1991	79
1992	89

Fuente: Elaboración propia.

Cabe aclarar que en el año 1973 se desarrolló un evento anormalmente húmedo en el país según los datos trabajados en la provincia del Chaco y otros estudios

realizados en Buenos Aires, sin embargo, en este espacio, según la serie analizada y los resultados obtenidos, dicho evento afectó sólo el 50 % del territorio y se desarrolló de forma aislada durante el período seco 1967/1979 detectado.

Los **Mapas** desde los Ns° **82 a 89** presentan el comportamiento anual de las isoanómalias positivas susceptibles de generar inundaciones en la provincia de Formosa y se exponen según la cobertura espacial del fenómeno.

La situación de 1980 (**Mapa 82**) evidenció el predominio de anomalías positivas sobre el territorio formoseño que superaron, en general, en un 25 % el promedio de la serie trabajada, no obstante, hacia el extremo sureste y noroeste se desarrollaron anomalías de signo contrario que significaron una disminución de los aportes pluviales.

El año 1986 (**Mapa 83**) presentó similitudes con el caso analizado anteriormente, es decir, el evento se desarrolló en forma homogénea en gran parte del territorio con incrementos superior al 50 % de la precipitación. No obstante, cabe decir que en los extremos noreste y oeste irrumpieron anomalías del signo contrario.

En 1981 (**Mapa 84**), al igual que las situaciones anteriores, los valores positivos cubrieron casi todo el espacio de estudio con un aumento de la precipitación en más de un 75% en el extremo oeste. Una pequeña superficie se encontró afectada por anomalías negativas, específicamente en el norte, donde se evidenció una disminución de los registros pluviométricos de hasta un 50 %.

En el año 1992 (**Mapa 85**) el fenómeno se registró en forma homogénea en toda la provincia con incrementos en los valores de precipitación comprendidos entre el 25 % y 75% con respecto al promedio de la serie.

En 1987 (**Mapa 86**), si bien prevalecieron las anomalías positivas en gran parte de la provincia, las negativas se desplazaron desde el norte hacia el centro y desde el oeste hacia el suroeste.

En la situación de 1982 (**Mapa 87**) el evento húmedo generalizado se interrumpió por el fenómeno opuesto en áreas muy puntuales. No obstante, se debe señalar que el incremento de los valores pluviométricos con respecto a la serie trabajada apenas supera el 25 %.

En 1991 (**Mapa 88**) el evento húmedo se extendió en gran parte del territorio formoseño con valores de anomalías positivas que implicaron un incremento de la

precipitación superior al 75 %, particularmente en el centro sur de la provincia, mientras que en el extremo noreste y noroeste se desarrollaron anomalías de signo contrario que indicaron una merma de los valores de hasta un 25 %.

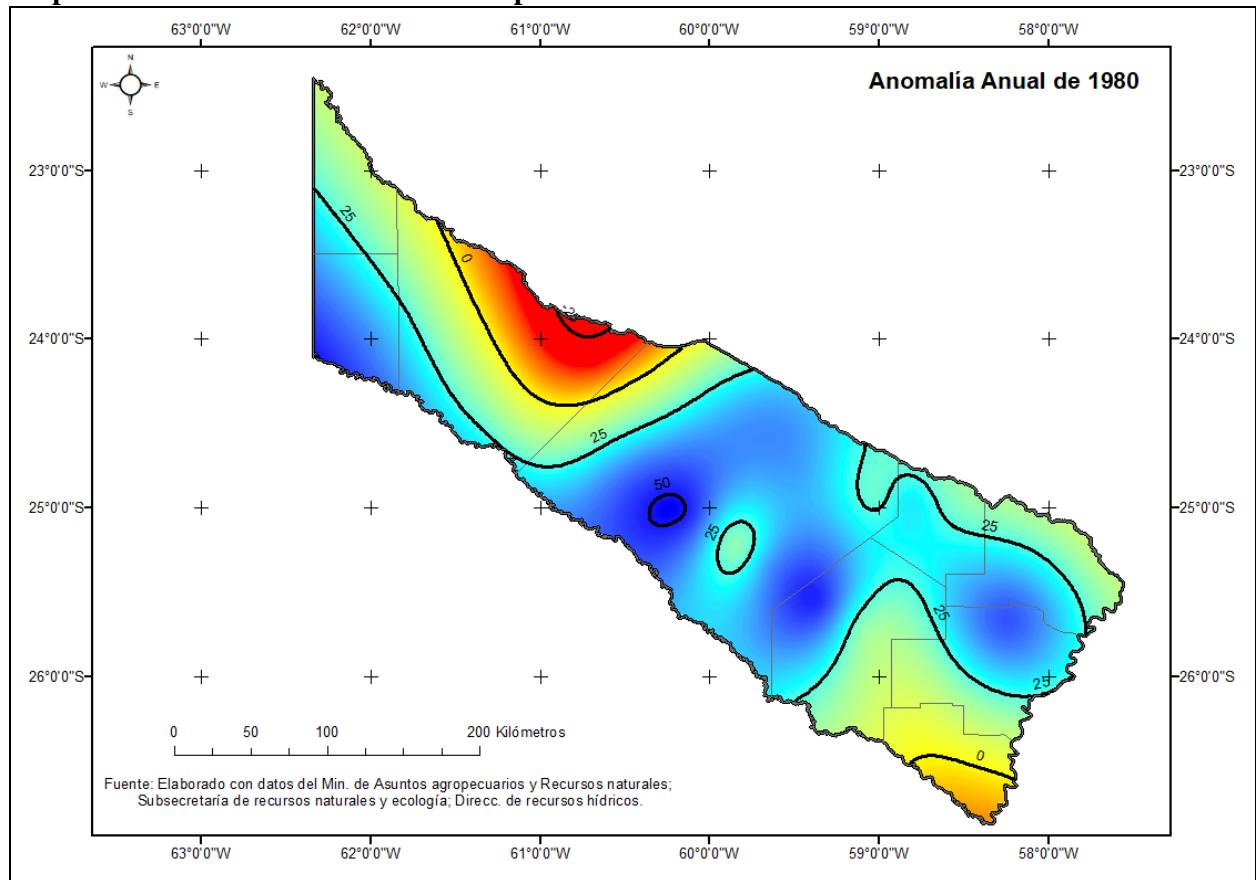
En 1983 (**Mapa 89**) la equidistancia de las isoanómalias quedó supeditada a los datos representados. En esta cartografía se observó, al igual que en los casos anteriores, que los eventos seco y húmedo coexisten, desarrollándose el primero hacia el este y oeste, mientras que el segundo en el centro y sureste de la provincia. Por otra parte, se debe señalar que el incremento de los valores pluviométricos supera en un 43 % en Estanislao del Campo.

Tal como se procedió en el capítulo anterior, resultó interesante el análisis mensual del evento húmedo para advertir el comportamiento temporal y espacial del fenómeno en la provincia de Formosa.

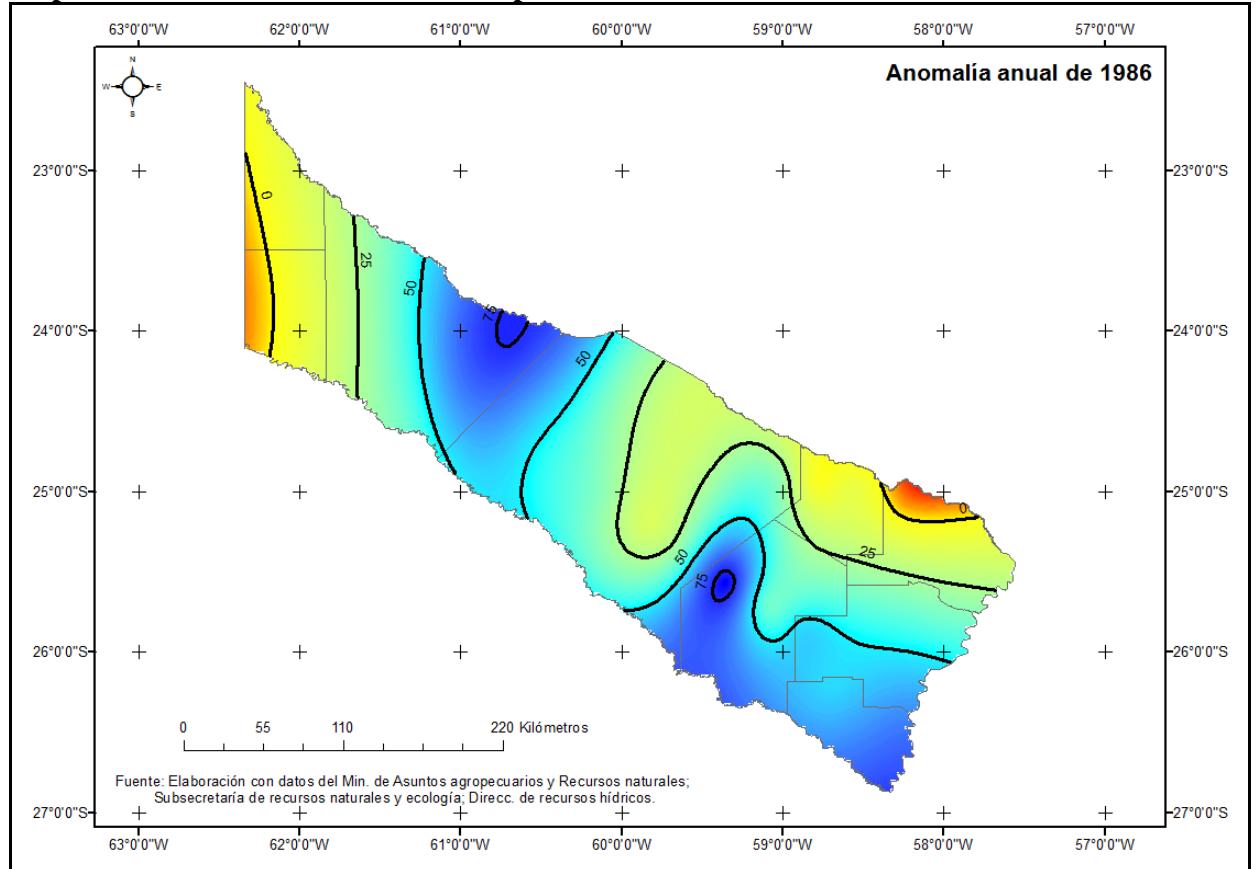
Las representaciones correspondientes a los meses de enero y febrero de 1981 (**Mapa 90 y 91**) presentaron un comportamiento muy similar. En primer lugar, se observó que las anomalías positivas se registraron en gran parte del territorio siendo interrumpidas por valores anómalos de signo contrario en el norte y noreste. En segundo lugar, el apófisis que se advirtió en el noreste provincial durante el mes de enero adquiere mayor desarrollo hacia el interior del territorio al mes siguiente. En ambos casos los valores de anomalías positivas indicaron un incremento importante de los valores de precipitación en relación a la media de la serie.

En los meses de enero y febrero de 1987 (**Mapas 92 y 93**) se advirtió que en el primer caso el evento húmedo se extendió en forma homogénea con valores de anomalías que superan el 350 % en el centro provincial. Al mes siguiente las anomalías positivas se ven interrumpidas en el sur y noroeste por valores de signo contrario.

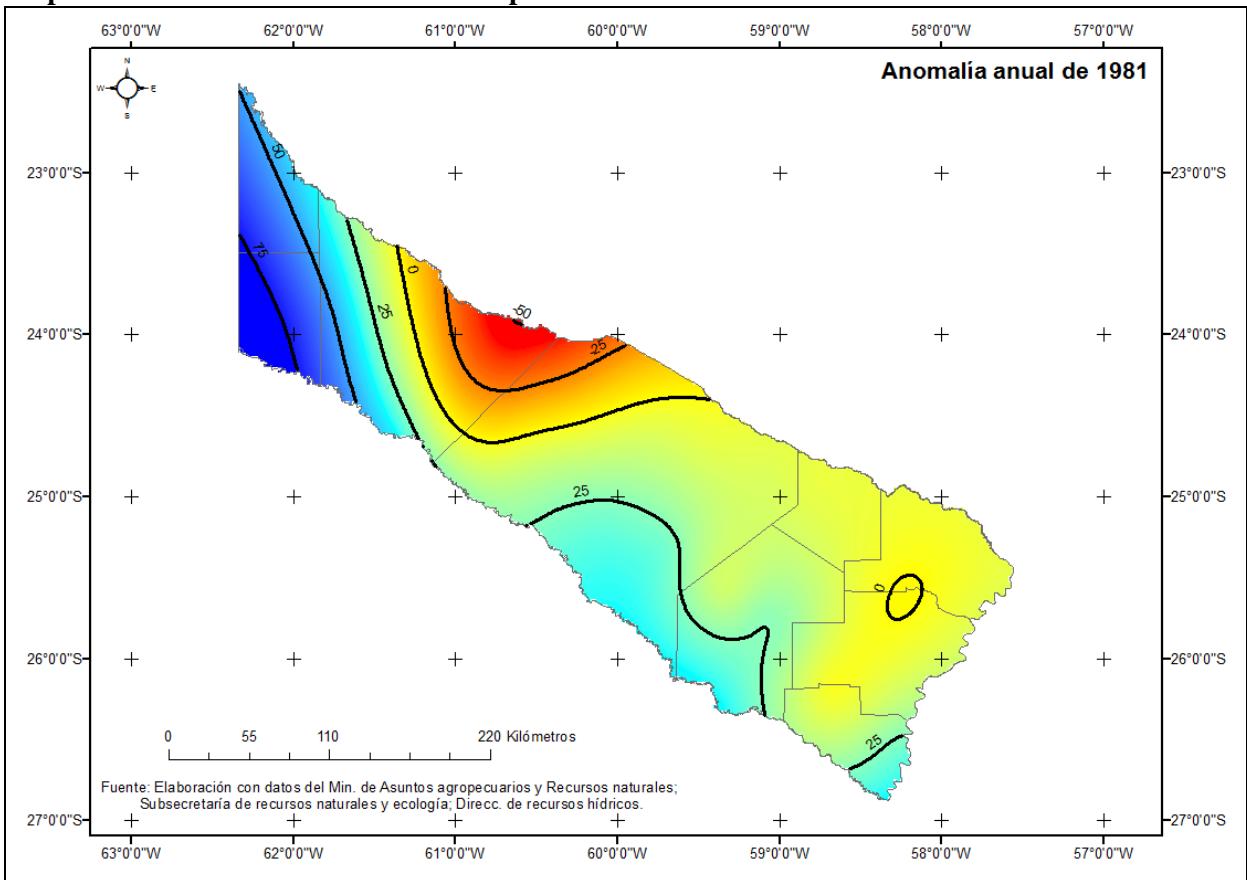
Mapa 82: Anomalía anual de 1980 en la provincia de Formosa



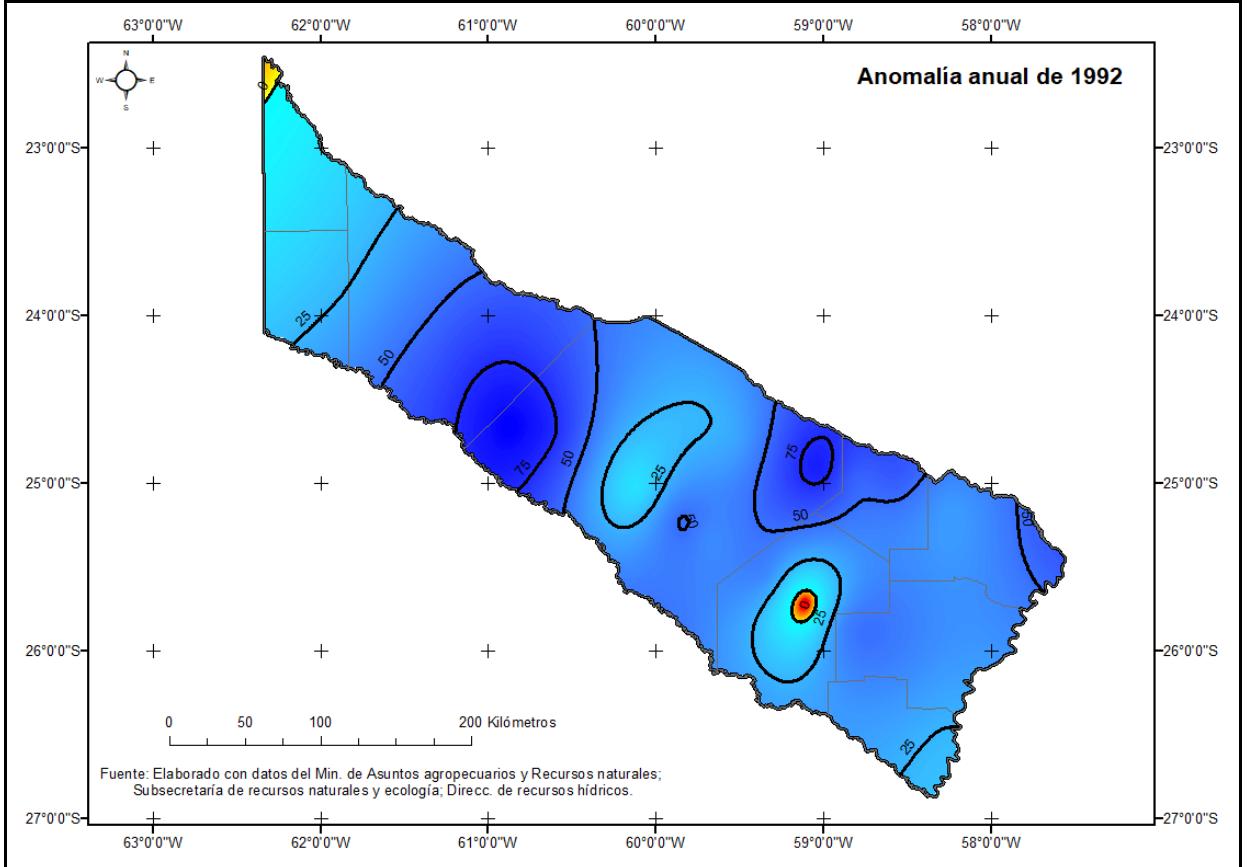
Mapa 83: Anomalía anual de 1986 en la provincia de Formosa



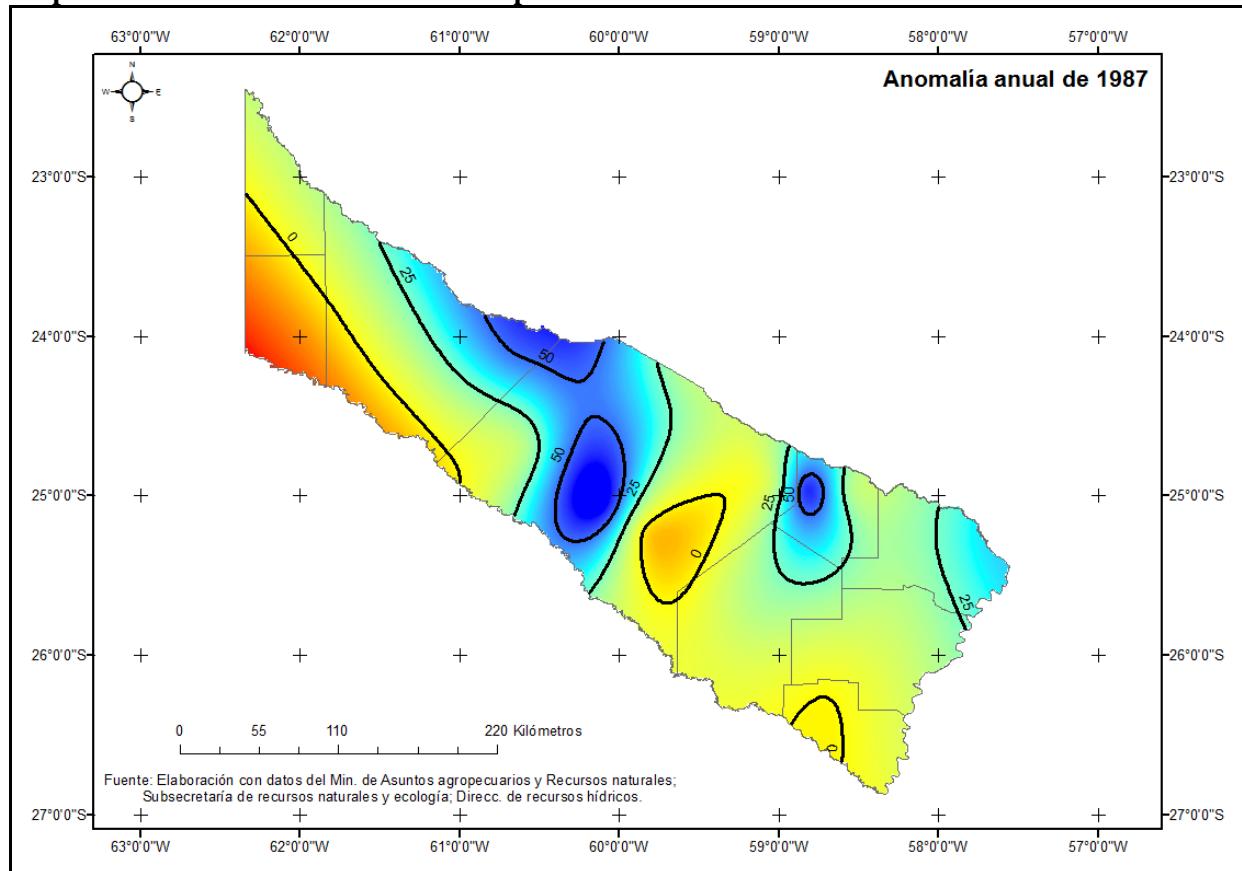
Mapa 84: Anomalía anual de 1981 en la provincia de Formosa



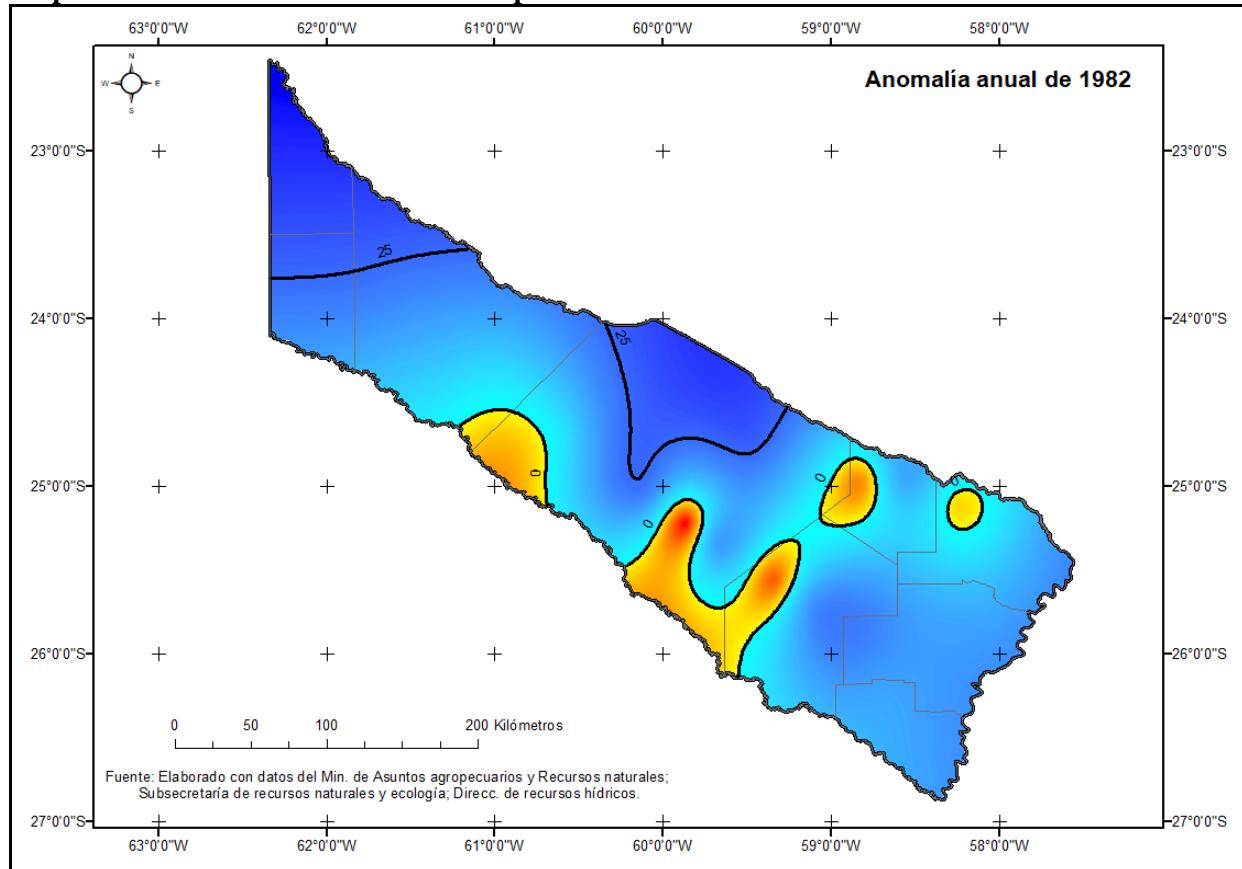
Mapa 85: Anomalía anual de 1992 en la provincia de Formosa



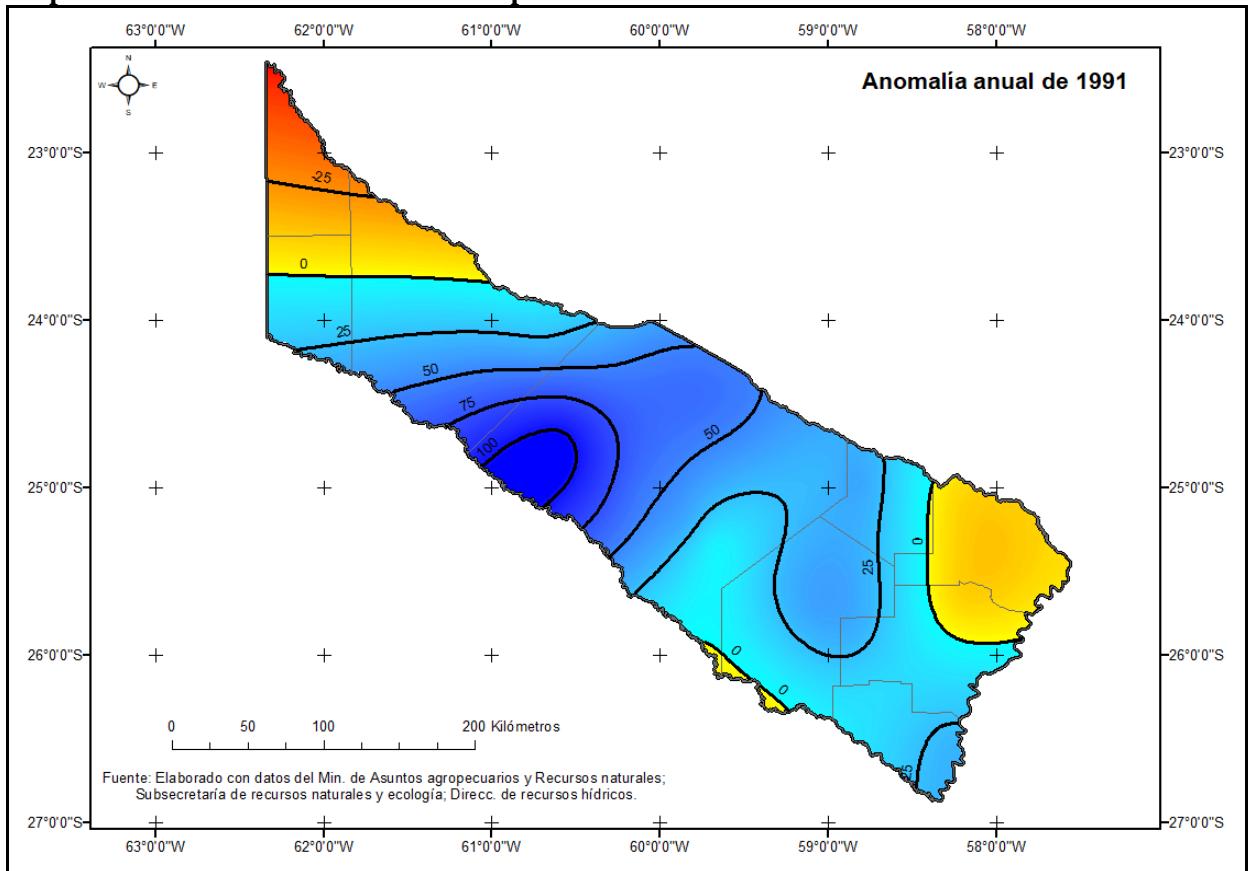
Mapa 86: Anomalía anual de 1987 en la provincia de Formosa



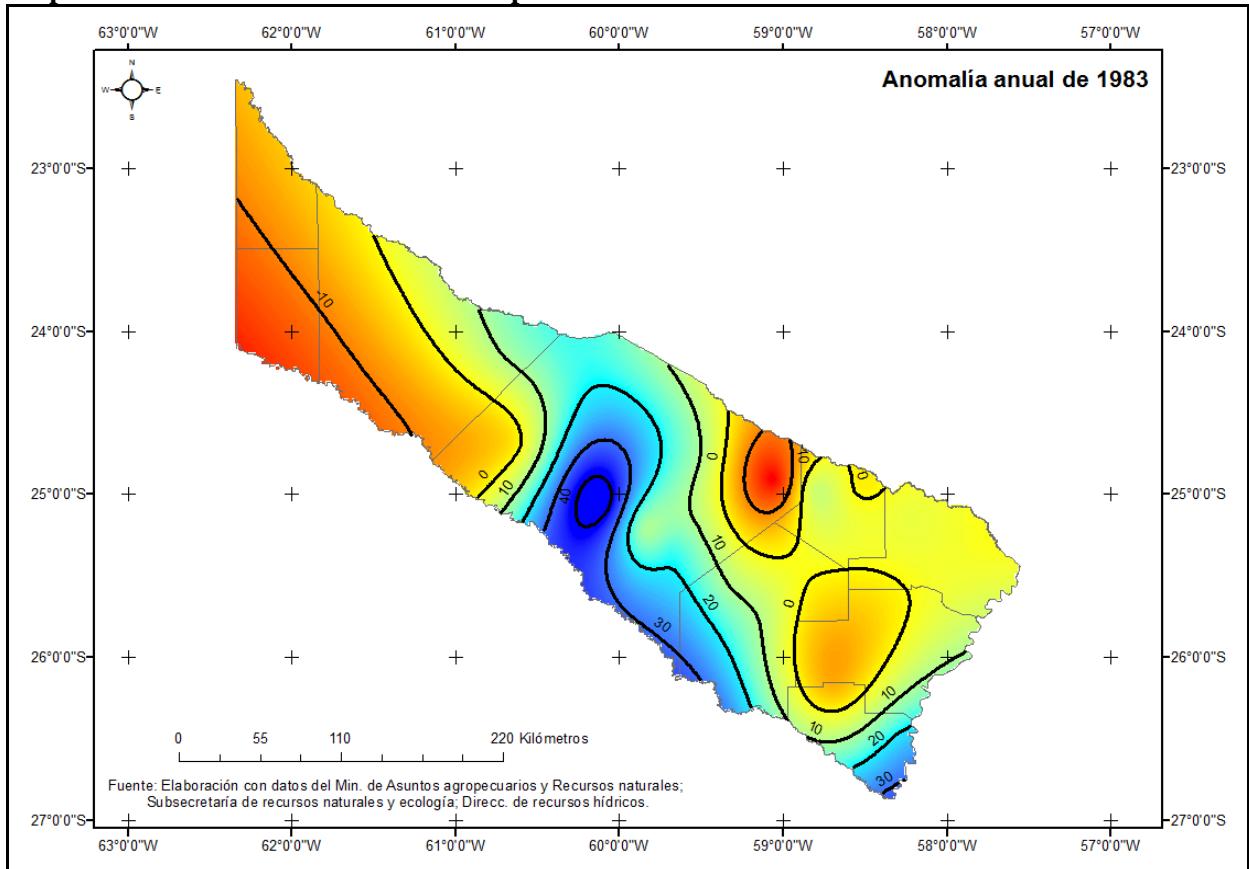
Mapa 87: Anomalía anual de 1982 en la provincia de Formosa



Mapa 88: Anomalía anual de 1991 en la provincia de Formosa



Mapa 89: Anomalía anual de 1983 en la provincia de Formosa

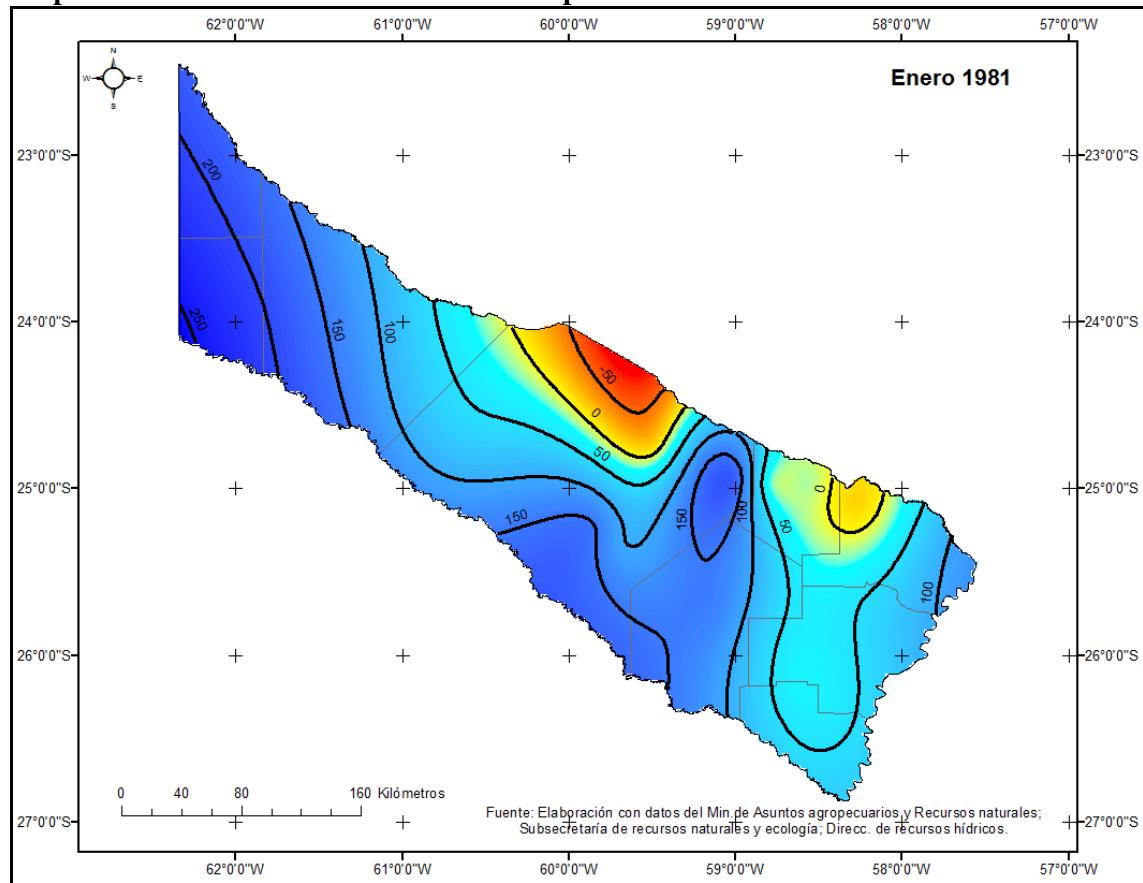


La secuencia febrero-marzo-abril de 1992 (**Mapas 94 a 96**) evidenció el predominio de anomalías positivas en todo el espacio, escasamente interrumpidas por valores del signo contrario en el extremo sureste (febrero), extremo noroeste (marzo) y norte (abril). Cabe señalar que en los tres casos se produjo un incremento de la precipitación superior al 100 % del promedio de la serie. La secuencia octubre-noviembre-diciembre (**Mapas 97 a 99**) del mismo año presentó similares características, es decir, el evento húmedo resultó contundente, no obstante, se desarrollaron anomalías negativas que cubrieron una porción mayor del territorio a diferencia de la secuencia anterior, el extremo noroeste (octubre), el extremo este (noviembre) y norte (diciembre).

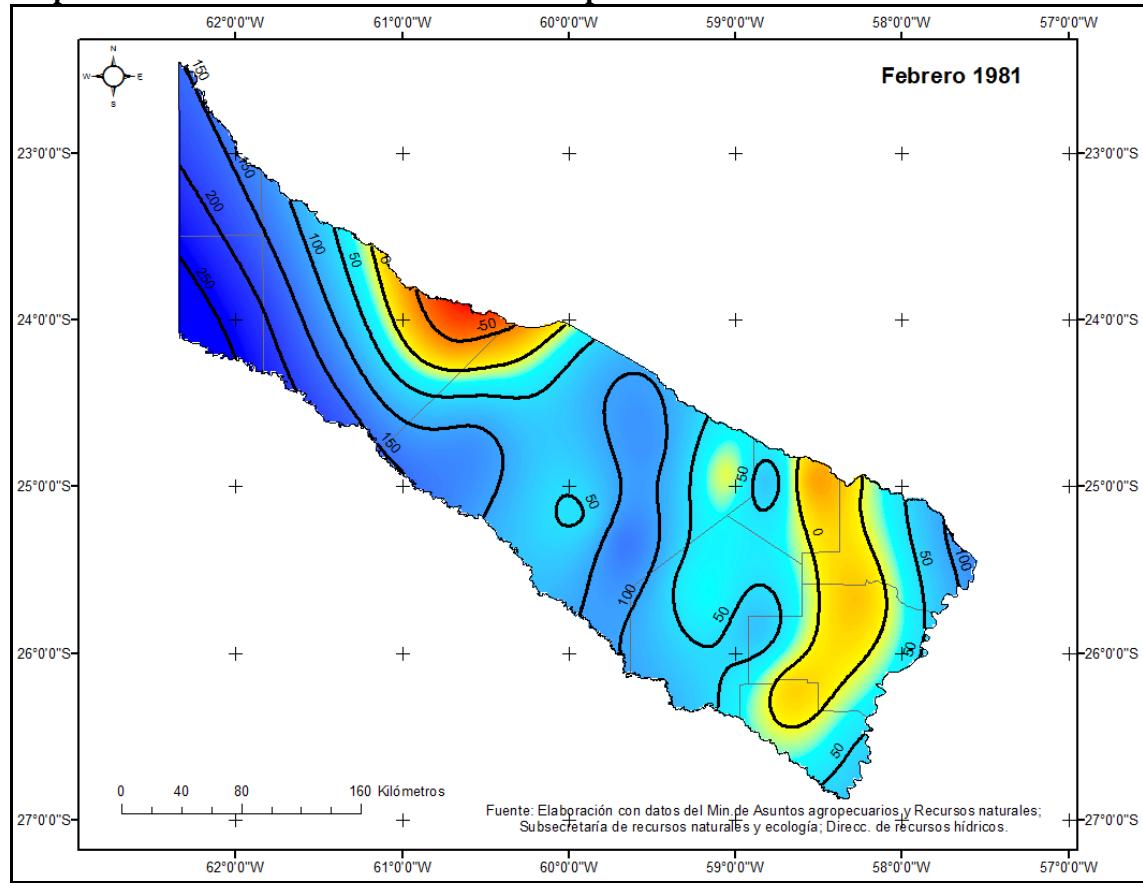
En conclusión, se podría decir que, a fines de la década de 1970, durante los años '80 y principios del '90, se registraron en nuestro espacio de estudio eventos de inundación con gran cobertura espacial. Según Scarpati y Capriolo (2013) el fenómeno no estuvo circunscripto únicamente al norte del país, sino que también se desarrolló en la provincia de Buenos Aires. Cabe decir que, al igual que el fenómeno opuesto, el evento de inundación se presentó en el espacio con cierta persistencia durante los estadios húmedos no así durante el periodo seco. No obstante, esto no significa que no pueda desarrollarse un evento de inundación durante este último.

Por otra parte, resultaría interesante señalar que los años y meses húmedos detectados, a diferencia de los años y meses secos, generalmente no se producen en forma homogénea en el espacio de estudio, sino que coexisten con el evento seco.

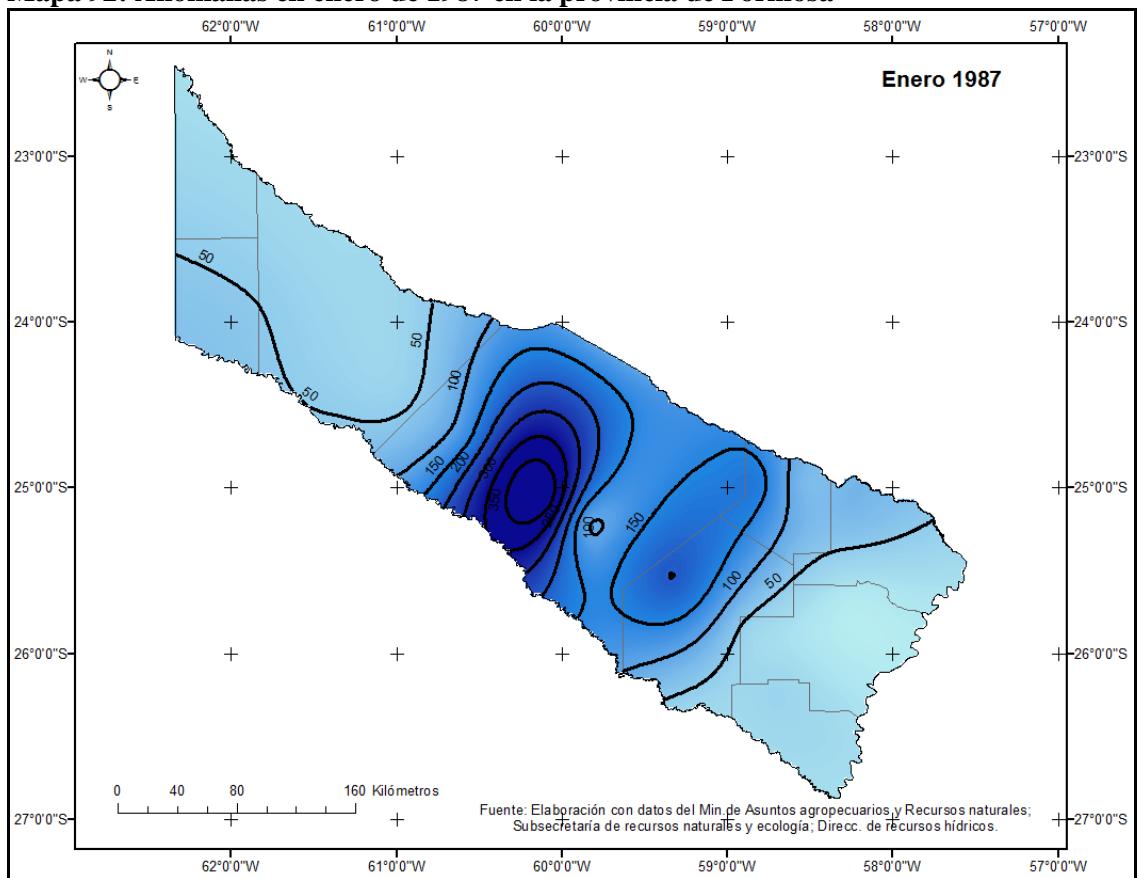
Mapa 90: Anomalías en enero de 1981 en la provincia de Formosa



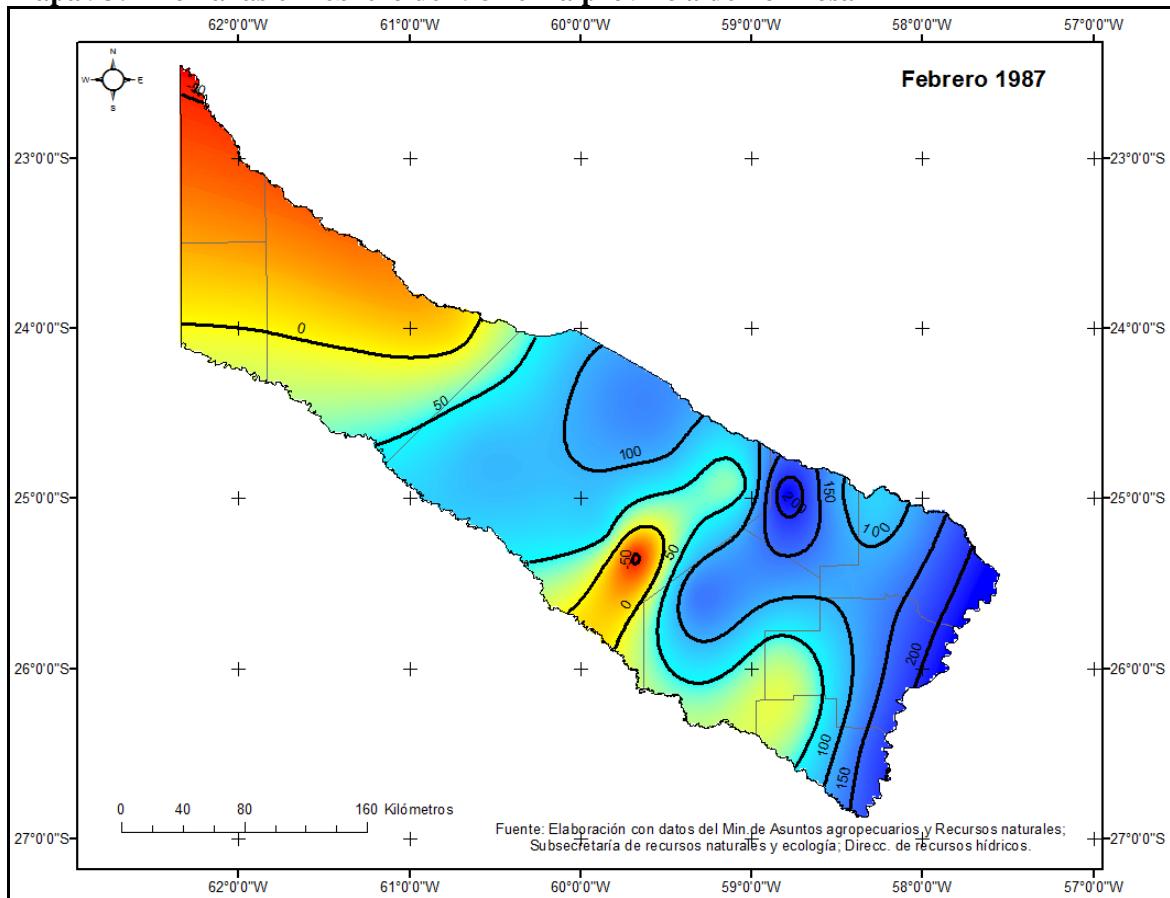
Mapa 91: Anomalías en febrero de 1981 en la provincia de Formosa



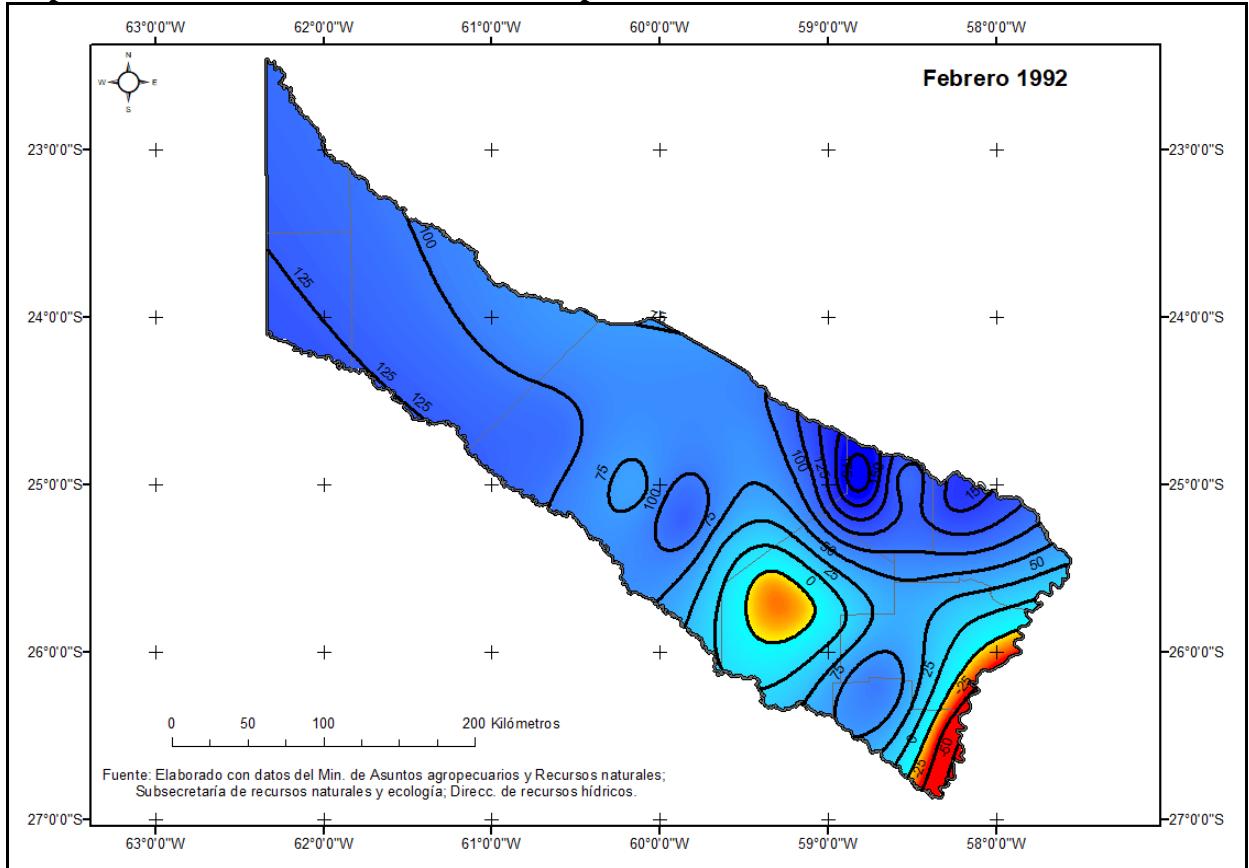
Mapa 92: Anomalías en enero de 1987 en la provincia de Formosa



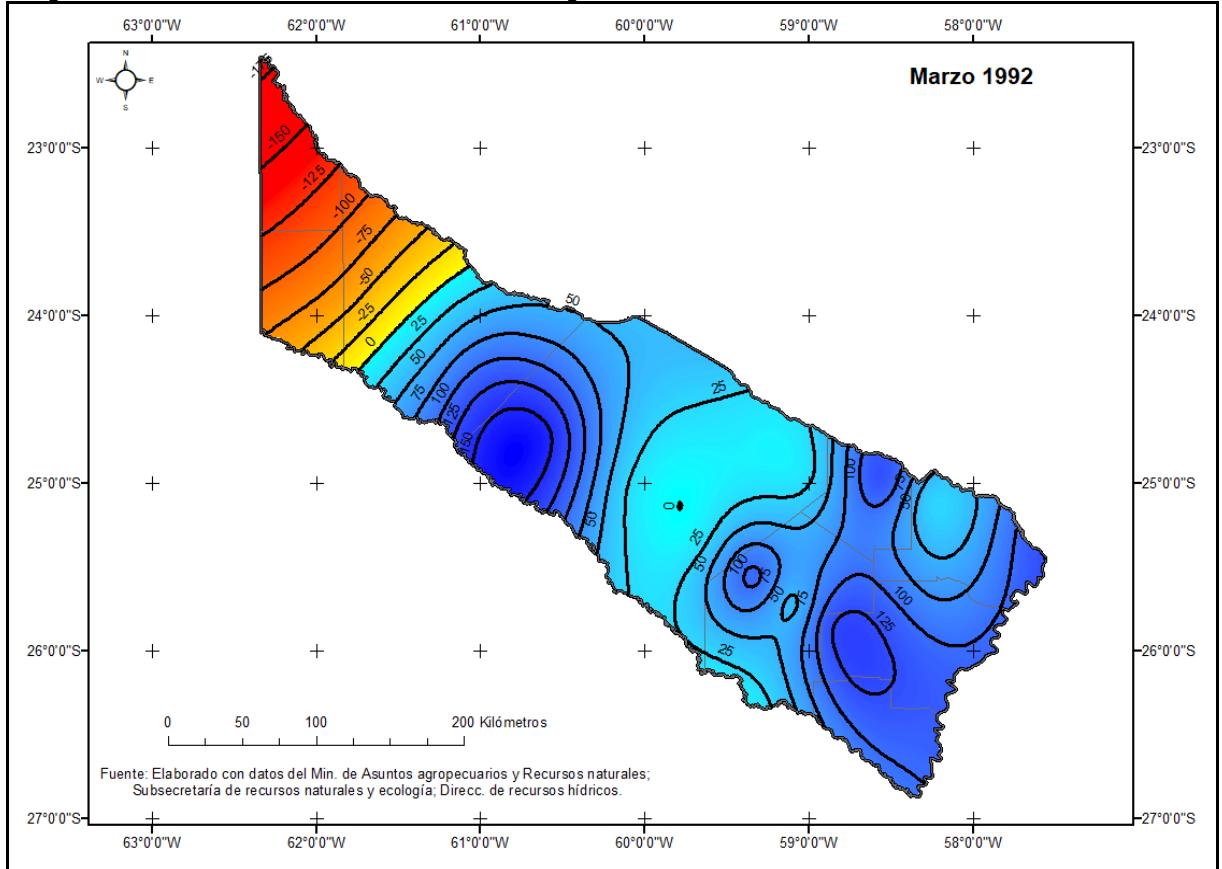
Mapa 93: Anomalías en febrero de 1987 en la provincia de Formosa



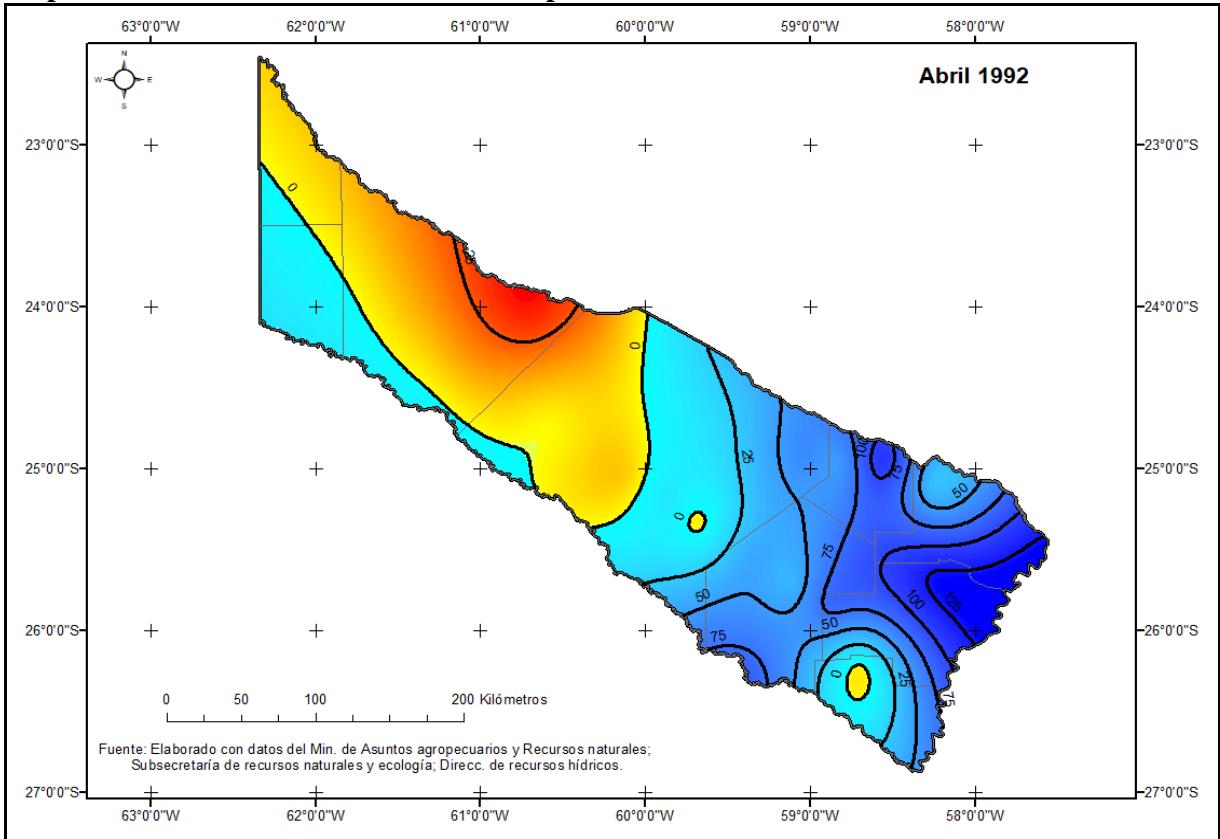
Mapa 94: Anomalías en febrero de 1992 en la provincia de Formosa



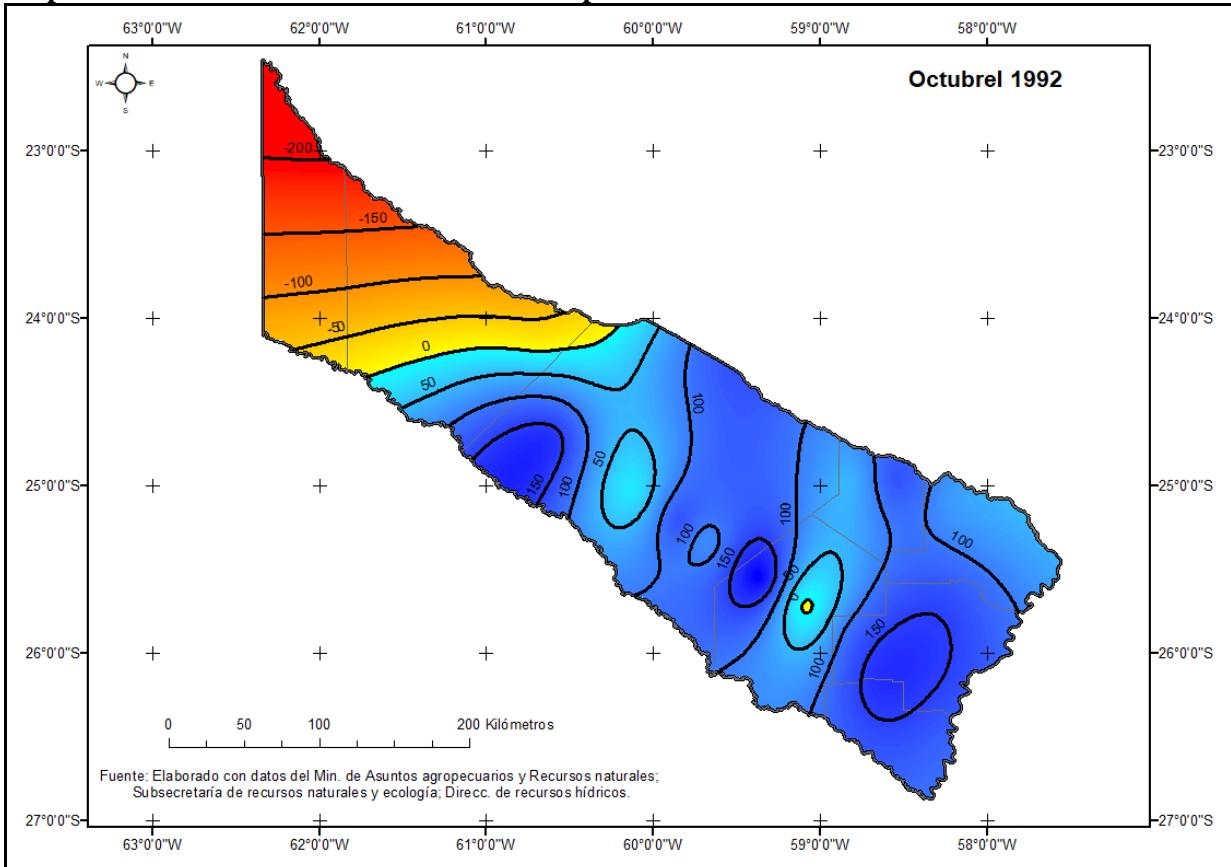
Mapa 95: Anomalías en marzo de 1992 en la provincia de Formosa



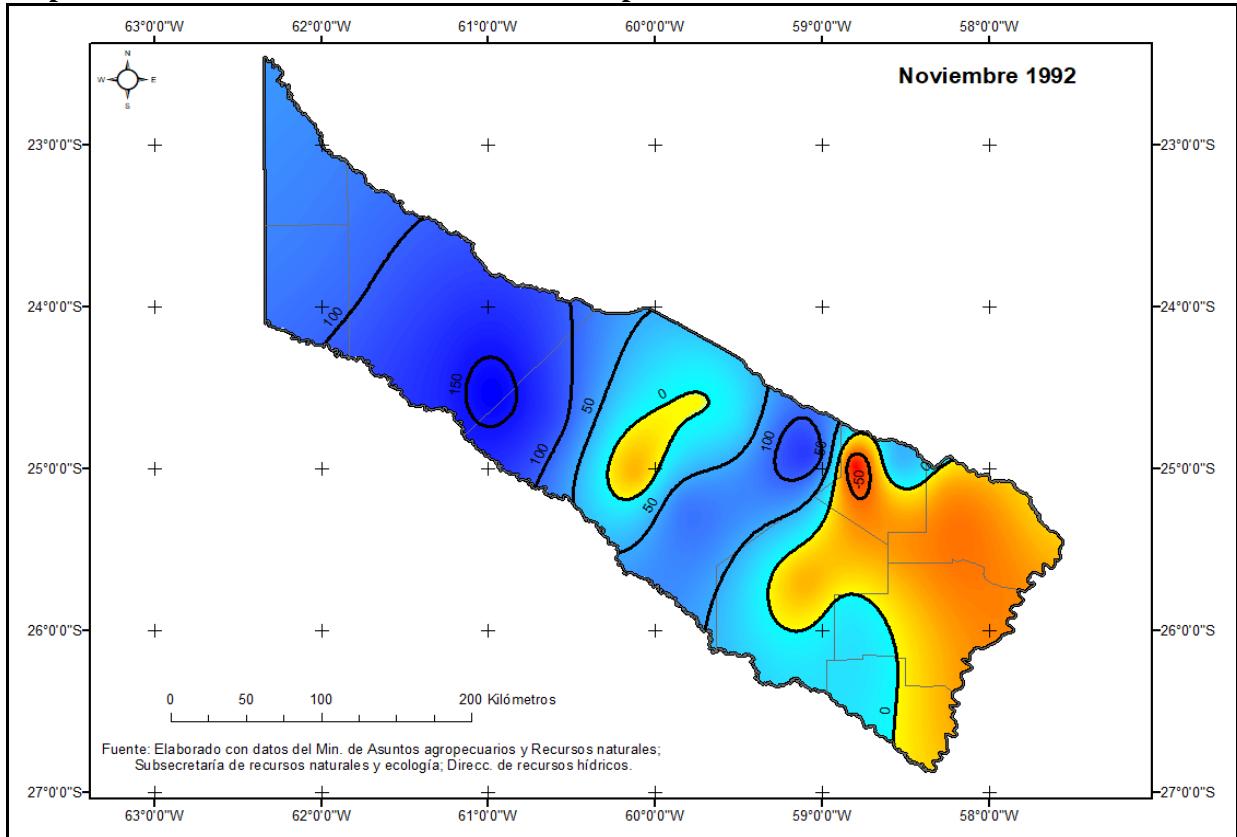
Mapa 96: Anomalías en abril de 1992 en la provincia de Formosa



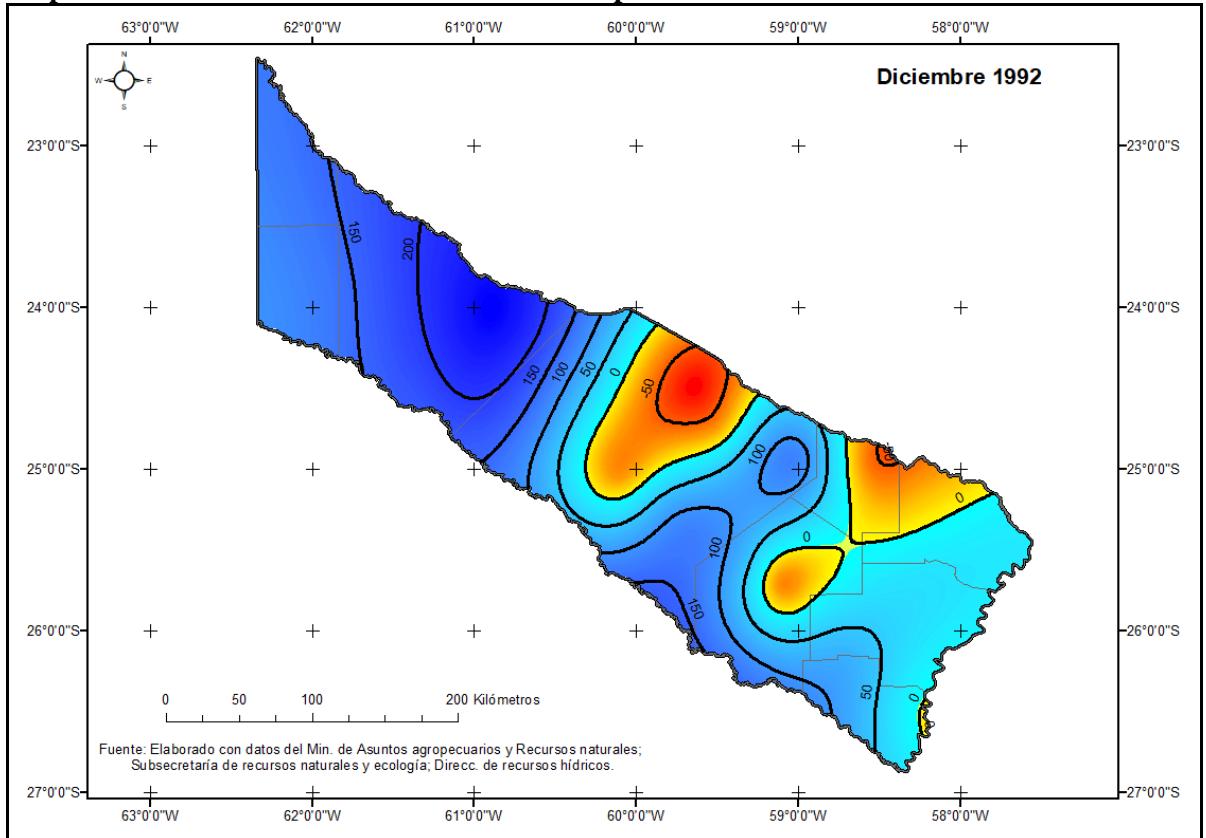
Mapa 97: Anomalías en octubre de 1992 en la provincia de Formosa



Mapa 98: Anomalías en noviembre de 1992 en la provincia de Formosa



Mapa 99: Anomalías en diciembre de 1992 en la provincia de Formosa



4.6 Síntesis

Los mecanismos que producen las precipitaciones en la provincia de Formosa son los mismos que actúan en la provincia del Chaco y el NEA en general. El régimen pluviométrico permite advertir los valores máximos a principios y finales de la estación estival (noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo) y meses de transición (abril y octubre), mientras que durante el invierno se registran los mínimos. Sin embargo, cabe señalar que, en los extremos oriental y occidental de la provincia los máximos valores de precipitación se presentan en el espacio y en el período de estudio con una gran variabilidad temporal, mientras que en el sector comprendido entre los 59° y 60° de longitud oeste aproximadamente, se comportan con cierta regularidad.

La variabilidad característica de las precipitaciones en esta provincia es lo que permitió analizar el comportamiento espacial y temporal de los eventos extremos: sequías e inundaciones, atendiendo a los parámetros definidos previamente.

En cuanto a las sequías cabe decir que, en general y durante el período 1967/1993, se produjo con mayor frecuencia que el evento opuesto, las inundaciones. La disminución significativa de los aportes pluviométricos (disminución grave o ausencia de precipitación) se manifestaron durante los meses de invierno, aunque también se presentaron durante el verano, pero con una frecuencia inferior al 25 %.

Asimismo, las secuencias secas más frecuentes son las que se desarrollaron entre dos y cinco meses de duración que, por lo general, se generaron también en la estación invernal, período en el cual se espera una merma en los valores de precipitación, y se denomina sequía estacional (Costa, 1999). En cuanto a las secuencias de mayor duración, si bien son las menos frecuentes, se han contabilizado casos en el espacio de estudio de hasta un máximo de 15 meses de duración (Tacaagle y Palo Santo). Estas son consideradas aperiódicas (Costa, 1999) puesto que se desarrollan en la estación donde cabe esperar abundantes precipitaciones, es decir, el verano. En este sentido Bobba y Minetti (2002) señalan que la hegemonía espacio temporal del período seco está asegurada en la estación invernal, a partir de la cual aumenta la intensidad o severidad al extenderse a los meses del verano, atentando al normal desenvolvimiento del sistema natural y las actividades humanas.

Otro aspecto a señalar es que el evento seco se presenta en casi la totalidad de los años del periodo considerado en la provincia de Formosa, intercalados o separados por otros más húmedos, con excepción de aquellas situaciones de sequías severas donde el evento tiende a homogeneizarse desde el punto de vista espacial. Esta situación se conoce como persistencia o tendencia del evento, especialmente durante el período considerado seco (1967/1980). Similar comportamiento fue identificado por Bobba y Minetti (2002) en los estudios realizados en el Noroeste argentino.

Las representaciones cartográficas pondrían de manifiesto que todo el territorio de la provincia de Formosa se vio afectado por episodios secos de distinta magnitud. Estos tendieron a desarrollarse desde el este, norte o sur hasta extenderse en todo el espacio formoseño. Cabe señalar también que durante el periodo analizado se observó que los episodios secos coexisten con los húmedos.

En lo que respecta a los eventos húmedos, que implican un incremento que supera el valor medio de la serie en más de un 75 % (comprende las categorías aumento grave a muy grave) y son susceptibles de generar inundaciones, se producen con mayor frecuencia durante el invierno, no obstante, se registran episodios durante los meses de verano con una frecuencia inferior al 25 %. Son estos últimos lo que revisten significatividad temporo espacial puesto que los máximos pluviométricos se concentran en esta estación (como ejemplos se pueden citar el mes de enero de 1971 con un incremento de 277%, febrero con 297% en 1991 y noviembre con 364 % en 1980 en Las Lomitas, anexo pág. 283. Este comportamiento también se detecta en el resto de las estaciones y puestos pluviométricos trabajados).

Atendiendo a la persistencia mensual del fenómeno se ha encontrado que en este espacio y durante el período de estudio, son muy frecuentes rachas húmedas de hasta 4 meses consecutivos, valor a partir del cual disminuye significativamente, siendo poco habitual secuencias húmedas de hasta diez meses, como ocurre en las localidades de Estanislao del Campo, El Espinillo y Fortín Soledad, u once meses como en Gral. Belgrano.

Cabe aclarar que, para determinar estas secuencias húmedas se consideró la totalidad de la serie de años trabajada y no sólo los que tienen importancia por su cobertura areal, asimismo se debe señalar que, al igual que en las secuencias secas, no

se tiene en cuenta la duración del año calendario, por ello es posible detectar casos de hasta once meses consecutivos de duración como los señalados anteriormente.

Las representaciones cartográficas ponen en evidencia que los eventos húmedos se desarrollaron en todo el territorio de la provincia de Formosa con variada magnitud. Sin embargo, se debe señalar que este evento se encuentra con frecuencia interrumpido por el desarrollo del fenómeno opuesto, las sequías, que se manifiestan desde el norte, oeste, sur y este del espacio.

Por último, cabe decir que los años secos de 1967, 1969 y 1970 se condicen con algunos resultados obtenidos por otros autores en estudios sobre el Noroeste Argentino, concretamente los realizados por Bobba (1998). Por otra parte, se debe mencionar que algunos de los años húmedos de gran cobertura espacial detectados coinciden con los episodios de El Niño (ENOS) identificados y difundidos por organismos especializados, específicamente los referidos a los eventos de los años 1982/83, 1986/87 y los dos períodos sucesivos entre 1991 a 1995.

Capítulo V

Provincia de Misiones: situaciones pluviométricas extremas anómalas que derivan en sequías e inundaciones (1985/2006)

5.1. Localización geográfica del área de estudio

El territorio misionero se extiende desde los 25° 30' hasta los 28° 10' latitud sur y desde los 53° 38' hasta los 56° 03' longitud oeste y posee una superficie de 29.801 km² (Colomo de Graña y de la Cruz de Bulacio, 2006: 413), se localiza en el extremo Noreste de la República Argentina. Limita al sur, este y norte con la República Federativa del Brasil y al oeste con la República del Paraguay y la provincia argentina de Corrientes. Los límites de este espacio están definidos, casi en su totalidad, por elementos naturales, es decir, los ríos San Antonio, Pepirí Guazú y el Uruguay lo delimitan por el este, el Iguazú por el norte, el Paraná por el oeste y los arroyos Itaembé, Angico y Chimiray por el suroeste. Los límites convencionales están representados por la línea imaginaria que une al río San Antonio con las nacientes del Pepirí Guazú y la que une las nacientes del arroyo Itaembé con las del Angico.

En la **Tabla 3** y el **Mapa 3** se consignan las catorce estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos que se utilizaron para el estudio de las situaciones anómalas de la provincia, los cuales se encuentran distribuidos en doce departamentos: Capital, Concepción, Candelaria, Leandro N. Alem, San Javier, Cainguá, Guaraní, Ldor. Gral. San Martín, San Pedro, El Dorado, Gral. Manuel Belgrano e Iguazú.

5.2 Aspectos climáticos generales.

La provincia de Misiones, dentro del panorama de los tipos climáticos de la Argentina, tiene una clara individualidad, dado que se trata de un área de clima templado cálido, generalmente definido como subtropical sin estación seca caracterizado por una escasa oscilación anual de la temperatura, alto porcentaje de

humedad y precipitaciones muy abundantes y bastante uniformes durante el año (Bruniard, 1981 y Daus y García Gache, 1955).

Capitanelli (2008:85) subdivide los climas regionales de nuestro país en unidades cuyas características responden a la dinámica de los principales centros de acción y a factores geográficos de menor escala. En este sentido incluye a la provincia de Misiones en la región climática subtropical marítima, dominada por la masa de aire tropical marítima, cálida y húmeda del Atlántico, cuyas características térmicas y pluviométricas determinan la ausencia de un invierno térmico y precipitaciones máximas en primavera y otoño.

Las precipitaciones están íntimamente ligadas al desplazamiento del Anticiclón del Atlántico Sur, y por ende el registro de precipitaciones aumenta hacia el noreste aunque, cabe decir, este aumento estaría influenciado por la presencia de un relieve quebrado. Asimismo, si se consideran las características de la vegetación natural como bioindicador, se podría señalar que las precipitaciones, posiblemente, descienden hacia el sudoeste y aumenten hacia el borde oriental debido a la barrera natural que presenta el relieve quebrado que define pequeñas áreas de microclimas.

5.3. El comportamiento temporal y espacial de las precipitaciones

5.3.1 Precipitación media mensual (mm) período 1985/2006.

El régimen pluviométrico en la provincia de Misiones y según la serie de datos trabajada, permite afirmar que no existe una estación lluviosa en sentido estricto pues los máximos de precipitación (1º y 2º óptimo pluvial) se concentran preferentemente en dos meses: octubre y abril en las estaciones y puestos de Posadas, Cerro Azul, San Javier, Colonia Mártires, El Alcázar y San Vicente; en abril y octubre en Puerto Concepción; en octubre y diciembre en Puerto Iguazú; en octubre y enero en Campo Grande y Bernardo de Irigoyen; en octubre y febrero en El Soberbio y Valle Hermoso; en octubre y mayo en Puerto Andresito; y en octubre y junio en San Pedro (**Tabla 27** y **Gráfico 18**). En síntesis, se advierte que el mes de octubre concentra, en la mayoría de las estaciones y puestos pluviométricos analizados, el mayor monto pluviométrico. En

este sentido Bruniard (1992b: 90), al referirse a los regímenes de lluvias con doble máximo como los que se desarrollan en esta provincia, señala que “*se trata de una combinación o transición entre régimen pluvial oceánico o ponderado del oriente americano y el continental estival del interior*”.

Por otra parte, se evidencia un descenso de los valores pluviométricos durante la estación invernal en los meses de julio y agosto, que podría considerarse como el período menos lluvioso (el mínimo valor registrado en el espacio y la serie de datos trabajado es de 78 mm en el mes de agosto en Puerto Concepción) (**Tabla 27**).

Tabla 27: Precipitación media mensual (mm) según estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia de Misiones (1985/2006)

ESTACIÓN	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Posadas	171	138	162	206	123	142	99	99	146	233	163	188
Puerto Concepción	137	138	135	233	117	118	92	78	132	223	152	168
Colonia Mártires	173	166	163	220	133	135	95	104	157	244	161	184
Cerro Azul	179	168	158	230	143	156	110	109	157	233	145	195
San Javier	149	166	130	199	123	117	80	101	135	215	132	165
Campo Grande	191	170	132	187	131	167	113	105	167	246	164	168
El Soberbio	152	170	149	170	137	158	117	109	163	238	136	159
El Alcazar	165	169	151	177	144	174	107	121	168	215	150	156
San Vicente	179	166	137	181	162	176	136	103	167	255	161	154
San Pedro	180	196	152	177	156	204	109	127	189	275	170	212
Valle Hermoso	136	162	140	152	147	143	82	103	147	212	123	154
Bernardo de Irigoyen	222	207	153	178	178	205	126	122	210	296	177	189
Puerto Iguazú	182	164	120	151	186	154	94	99	152	218	159	192
Puerto Andresito	185	156	115	144	200	143	94	100	154	215	154	160

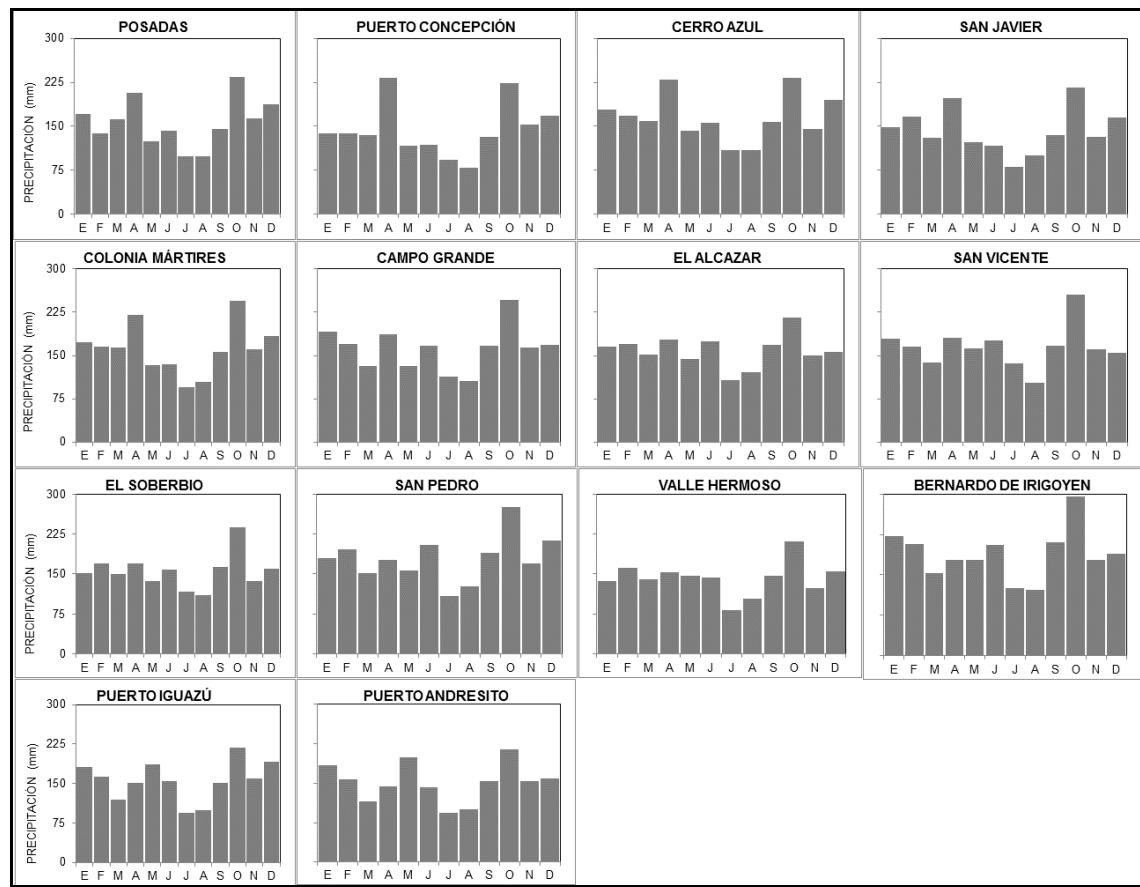
Fuente: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (BDHI).

Las representaciones cartográficas que a continuación se analizan y detallan responden a una selección que tiene en cuenta el salto (positivo o negativo) que se produce al comparar los valores medios mensuales consecutivos. Esta técnica trata de salvar la dificultad de representar las situaciones extremas, por ejemplo: enero y julio, dada la ausencia de una estacionalidad marcada de las precipitaciones. En este sentido, de la comparación entre los meses de abril y mayo se detecta una disminución significativa en los valores pluviométricos de este último mes, lo mismo se observa si se comparan junio y julio, por el contrario, si relacionamos los meses de septiembre y octubre se revela un aumento importante de los valores de precipitación en este último.

Lo anterior se condice con lo que sostiene Wolcken (1954), y que también resulta válido para Bruniard (1981), y es que en los meses de abril y octubre se producen los cambios o desplazamientos atmosféricos más acusados, por lo que concentran los valores de precipitación más altos, otorgándole a la provincia de Misiones el régimen “*subatlántico*” con doble máximo (Bruniard, 1981:174), el primero en abril o mayo y el segundo en octubre, aunque cabe decir que durante el período de estudio la situación no resulta homogénea en todo el espacio.

En cuanto a la génesis de las lluvias, Wolcken (1954:352-353) señala que los procesos frontales dominan en el oriente del país y Galmarini y Raffo del Campo (1963:39) sostienen que interviene, además, una importante actividad ciclónica.

Gráfico 18: Precipitación media mensual (mm) según estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia de Misiones (1985/2006).



Fuente: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (BDHI).

El **Mapa 100** muestra el comportamiento espacial de las isohietas para el mes de abril durante el período de estudio. En el mismo se observa: a) la disminución de los valores pluviométricos desde el sudeste hacia el noreste de la provincia, es decir, desde

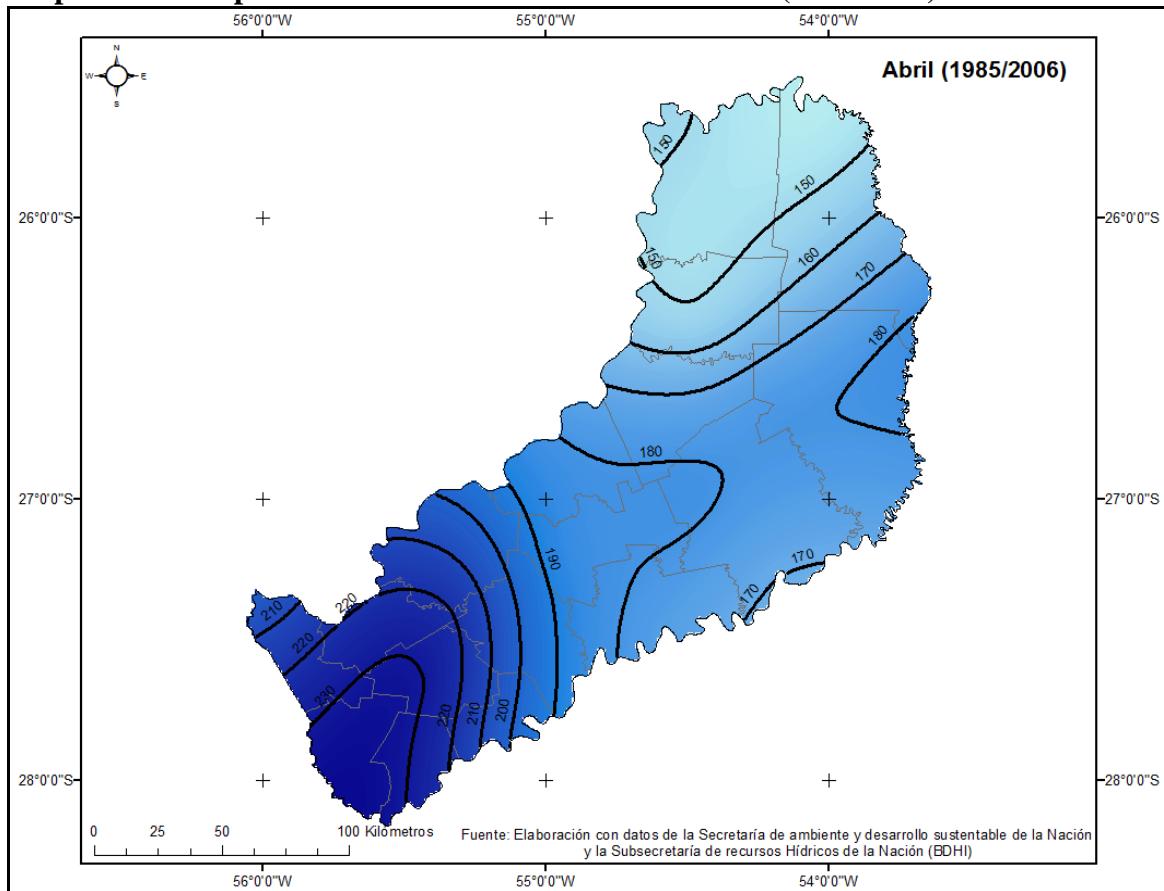
los 233 mm en Puerto Concepción hasta 144 mm en Puerto Andresito, b) un marcado gradiente desde Puerto Concepción hasta Campo Grande, aspecto que adquiere más regularidad hacia el centro y noreste provincial.

La disposición de las isolíneas hace suponer que la génesis de los procesos pluviales durante este mes responde a los empujes de la masa Polar Atlántica (Pa), aunque en menor medida, ya que su área de acción se extiende con frecuencia hasta los 30° de latitud, y la masa de aire Polar Atlántica de transición (Pat) cuya frecuencia, por el contrario, aumenta hacia el norte de dicho paralelo. No obstante, cabe señalar que, para que se generen lluvias, se requiere además la presencia de anticlones (costa de Buenos Aires y el litoral atlántico) y depresiones dinámicas (sobre las provincias del Litoral, Uruguay y sur del Brasil) (Bruniard, 1981:106-108). Asimismo, se debe destacar que el relieve misionero ejercería cierta influencia en el trazado de las isohietas, aspecto que condiciona los resultados obtenidos.

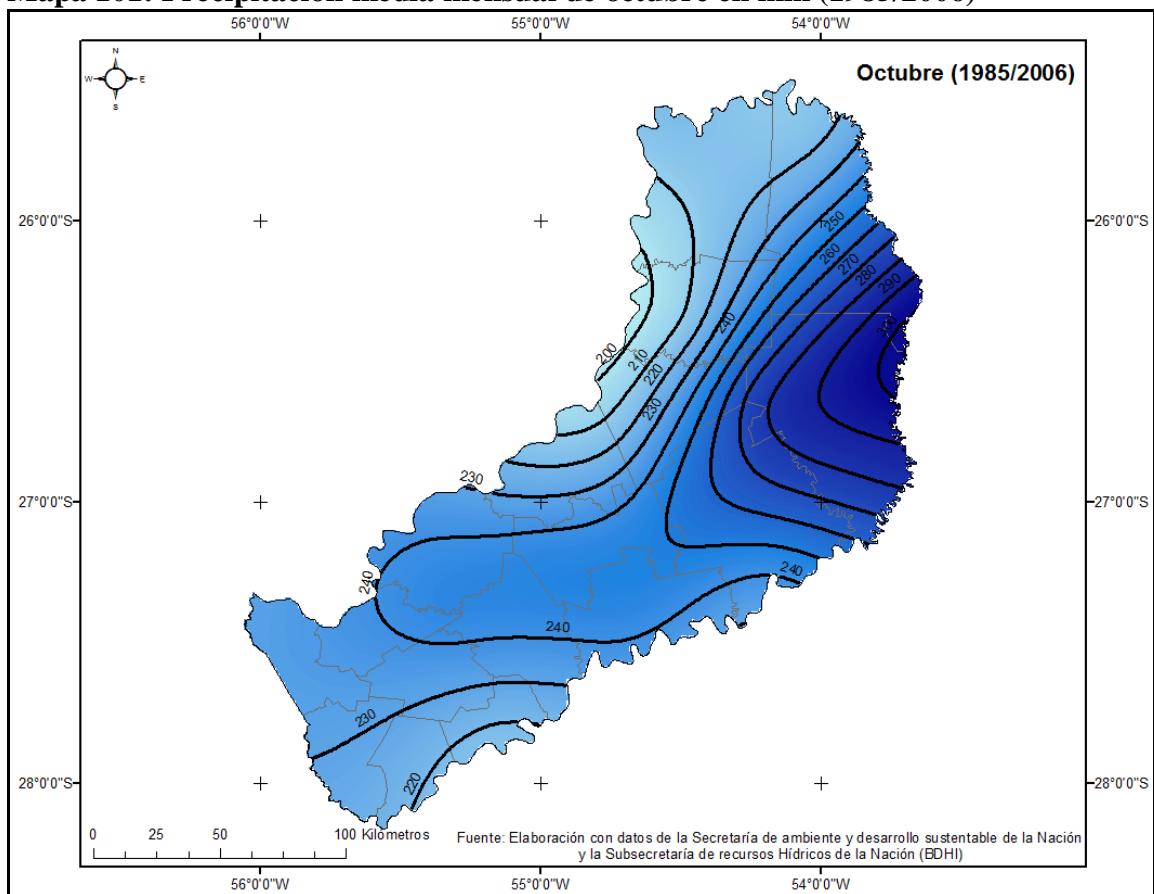
En el **Mapa 101** se representó la distribución de las lluvias para el mes de octubre durante el período analizado. En este caso, los máximos valores se concentran hacia el este-noreste con 296 mm en la estación de Bernardo de Irigoyen y disminuyen hacia el norte (Puerto Andresito 215 mm), oeste (Valle Hermoso 212 mm y El Alcázar 215 mm) y sur (San Javier 215 mm). No obstante, cabe señalar que, comparados con el mes de abril (considerado por Bruniard el primer máximo en estos regímenes pluviométricos) todas las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos registraron durante este período precipitaciones medias mensuales superiores a los 200 mm. superando el mes de abril.

La génesis de las lluvias en este mes de transición pluviométrica, responde a la disminución de la frecuencia de las masas de aire Polar y a la profundización primaveral de la baja térmica del Noroeste, que inducen la mayor penetración de los flujos de origen tropical atlánticos.

Mapa 100: Precipitación media mensual de abril en mm (1985/2006)



Mapa 101: Precipitación media mensual de octubre en mm (1985/2006)



En el mes de enero (**Mapa 102**) las isohetas registran un comportamiento similar al mes de octubre, con la diferencia de que los valores pluviométricos disminuyen considerablemente. Es decir, el núcleo de máxima precipitación se circunscribe en el sector este-noreste (222 mm en Bernardo de Irigoyen) a partir del cual comienza a disminuir hacia el norte, oeste y sur.

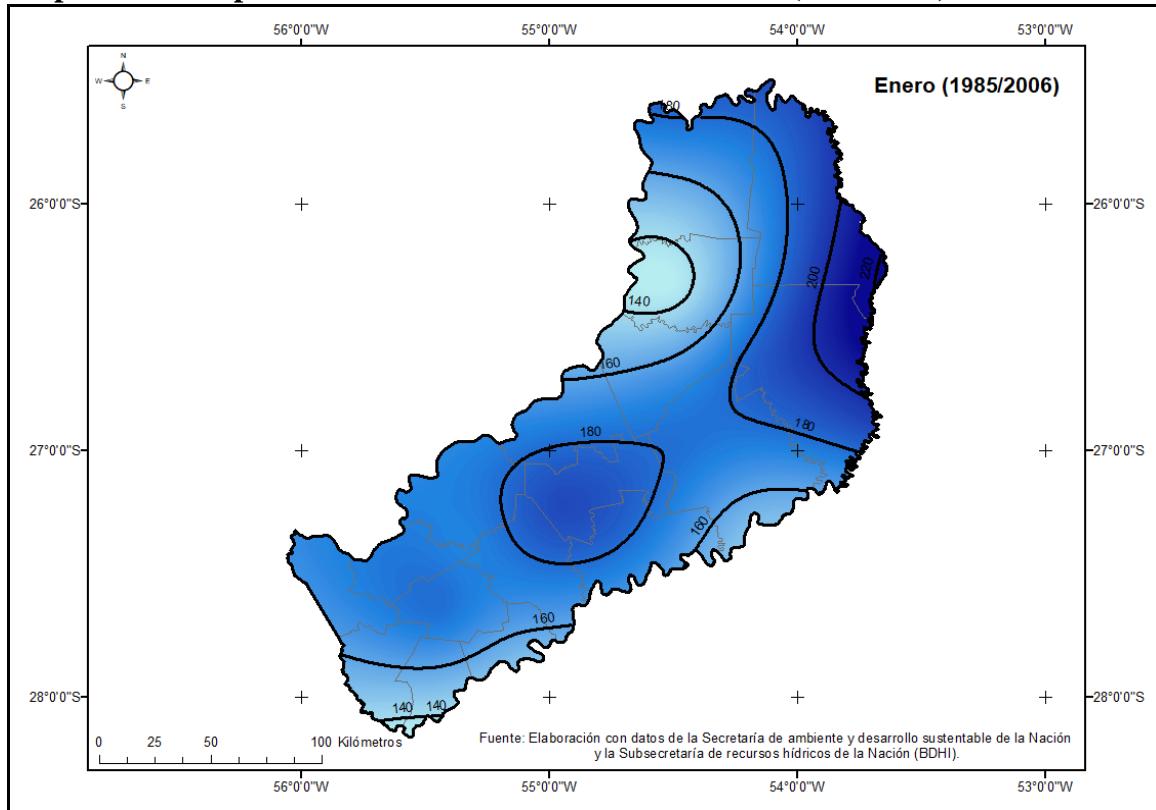
El **Mapa 103** muestra la situación media para el mes de julio en el que se observa un marcado gradiente pluviométrico que disminuye del este al oeste, norte y sur con máximos valores en Bernardo de Irigoyen (205 mm) y mínimos en San Javier (117 mm) y Puerto Concepción (118 mm).

Resulta interesante destacar en este mes el comportamiento de las precipitaciones, ya que parecen conjugar la dinámica espacial de los meses considerados de transición: abril y octubre. El primero se observa hacia el centro sur de la provincia donde las isolíneas se disponen en sentido subparalelo o perpendicular a la topografía con excepción del extremo sudeste. En el segundo caso el comportamiento de las precipitaciones permite su representación espacial en sentido submeridiano o paralelo a la topografía del terreno. No obstante, no se debe descartar la influencia que podría ejercer en el trazado de las isolíneas durante este mes, la localización de las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en las márgenes de los ríos Paraná y Uruguay.

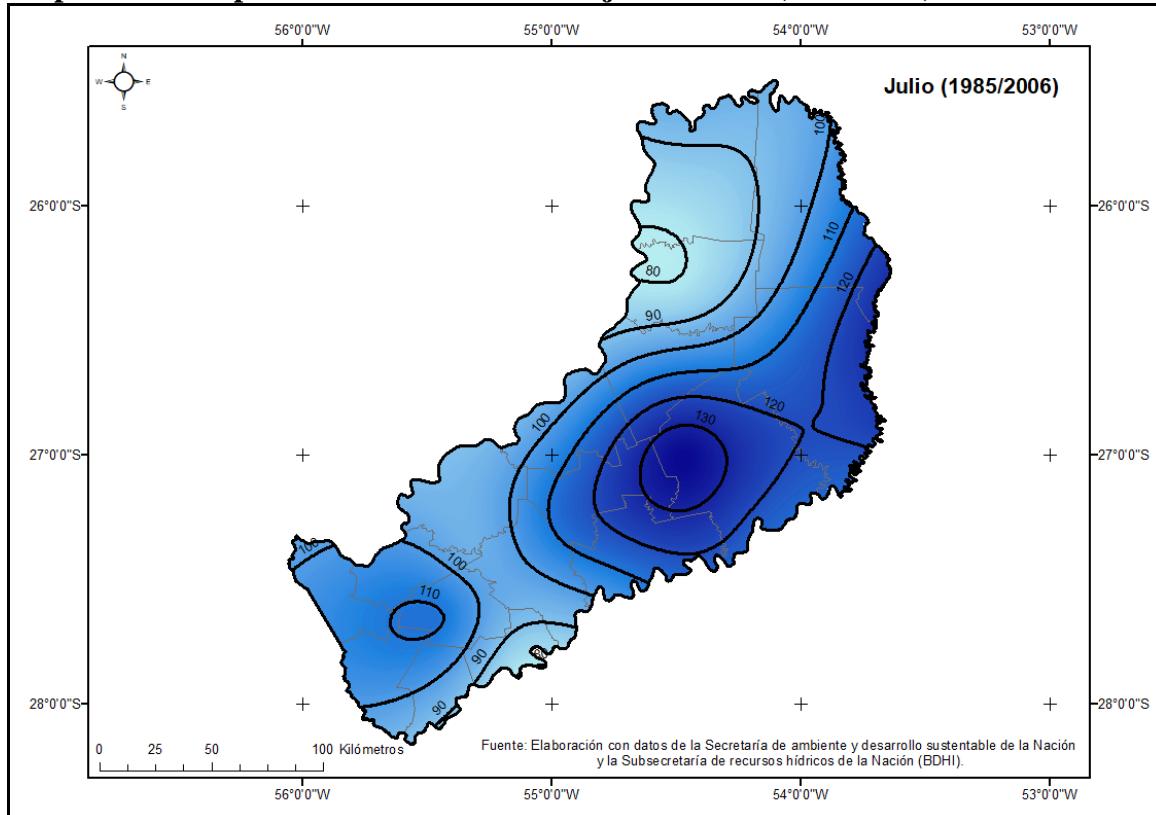
Con respecto de los valores de precipitación en los meses de invierno, Burgos (1970:61), considera que el aumento en los montos responde a la presencia de las sierras de Misiones y una fuente secundaria de vapor en el noroeste de la provincia de Corrientes. Por su parte Bruniard (1981) lo denomina “efecto meseta” en Misiones, ya que la elevación del terreno desde el ángulo noreste de la provincia de Corrientes frena los ciclones dinámicos produciendo, en consecuencia, un incremento en los valores pluviométricos.

En cuanto a la génesis de las precipitaciones, en general, cabe decir que los frentes fríos en sentido estricto como productores de lluvias, disminuyen considerablemente su actividad para este mes dado que se trata de frentes que reemplazan aire continental, envejecido o retrógrado, por nuevo aire continental (Bruniard, 1981:137). Asimismo, este autor señala que las masas de aire que contienen la mayor cantidad de agua precipitable son las Tropicales y Polares atlánticas.

Mapa 102: Precipitación media mensual de enero en mm (1985/2006)



Mapa 103: Precipitación media mensual de julio en mm (1985/2006)



Sin embargo, las condiciones invernales no son las propicias para generar lluvias por lo que se requieren “*factores desencadenantes, es decir, los elementos dinámicos que acompañan al frente polar y al sistema de circulación de la zona templada*” (Bruniard, 1981:138) para que se produzcan precipitaciones, o en el caso de Misiones, irregularidades en el terreno que contribuyan al efecto Meseta mencionado anteriormente.

5.3.2 Precipitación Anual (o monto anual em mm) período 1985/2006.

La **Tabla 28** y **Gráfico 19** muestran que los parámetros estadísticos de centralización (promedio y mediana) describen un comportamiento bastante homogéneo en toda la provincia, sin evidenciar una tendencia de ascenso o descenso de los valores de precipitación en el espacio; los valores extremos (máximos y mínimos) manifiestan un comportamiento análogo en el sector sudeste de la provincia, característica que se pierde hacia el centro, este y norte provincial. Este aspecto podría estar relacionado con las características topográficas de la provincia, que podrían actuar como obstáculo a las masas de aire generadoras de precipitación, dando como resultado estas particularidades.

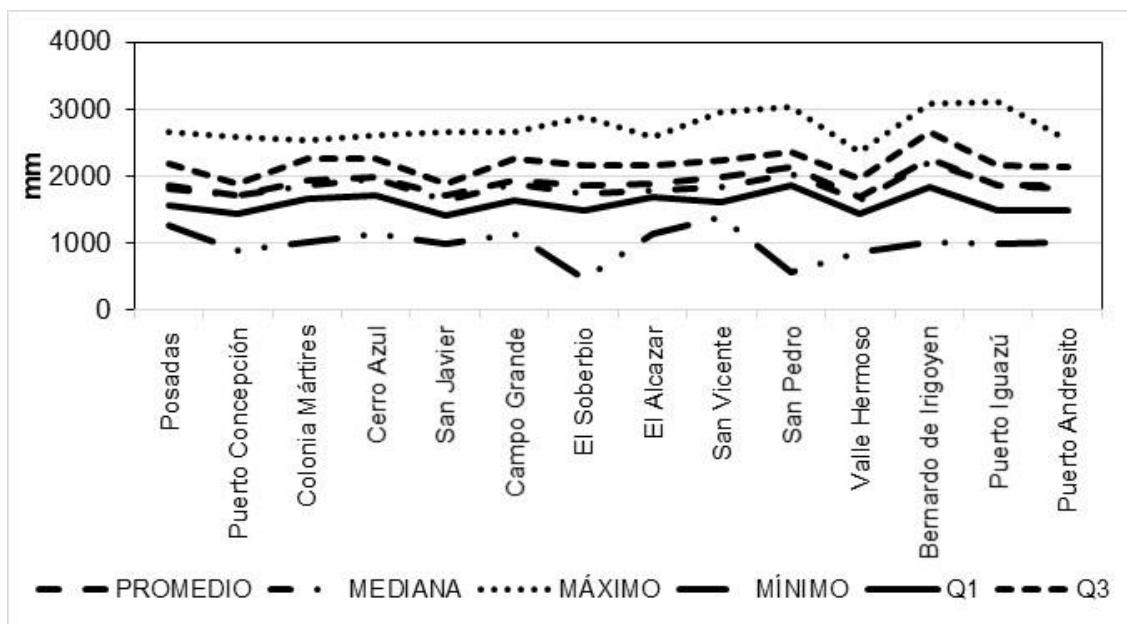
Tabla 28: Estadísticos de la precipitación media anual (mm) para cada estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia de Misiones (1985/2006).

ESTACIÓN	PROMEDIO	MEDIANA	MÁXIMO	MÍNIMO	COEF.VAR.%	Q1	Q3
Posadas	1870	1825	2659	1273	20	1573	2199
Puerto Concepción	1723	1713	2584	895	22	1453	1890
Colonia Mártires	1935	1876	2544	1029	21	1677	2259
Cerro Azul	1984	1972	2616	1147	21	1719	2275
San Javier	1710	1652	2649	984	24	1429	1887
Campo Grande	1942	1886	2666	1153	23	1653	2274
El Soberbio	1858	1735	2878	480	28	1492	2157
El Alcazar	1897	1787	2578	1146	21	1702	2160
San Vicente	1978	1836	2950	1391	22	1611	2226
San Pedro	2147	2039	3033	580	23	1857	2358
Valle Hermoso	1701	1636	2365	869	23	1453	1969
Bernardo de Irigoyen	2262	2208	3078	1017	23	1848	2665
Puerto Iguazú	1870	1869	3105	994	27	1504	2158
Puerto Andresito	1819	1875	2540	1019	23	1494	2128

Fuente: Elaboración propia.

Los parámetros de dispersión describen un comportamiento homogéneo en toda la provincia, por ejemplo: en San Javier los valores pluviométricos oscilan entre 1429 y 1887 mm mientras que en Cerro Azul se concentran entre 1719 y 2275 mm.

Gráfico 19: Estadísticos de la precipitación media anual (mm) para cada estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia de Misiones (1985/2006).



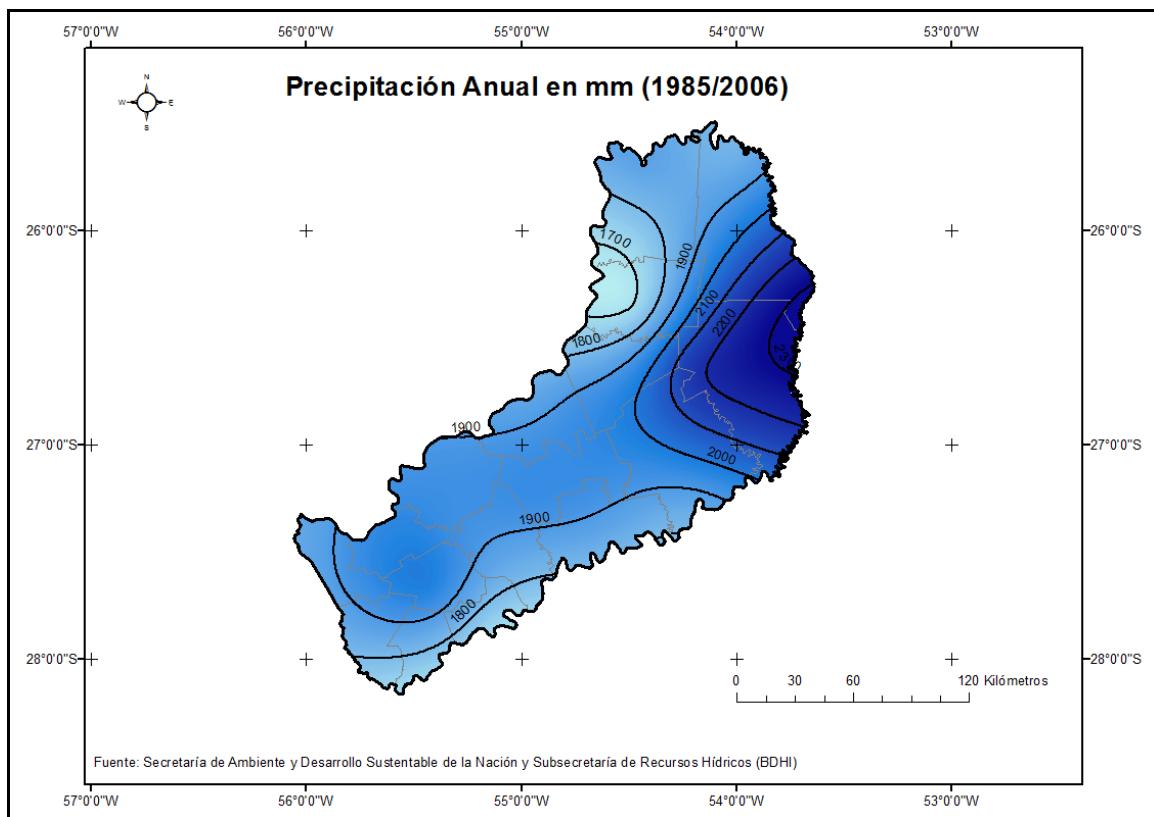
Fuente: Elaboración propia.

El **Mapa 104** muestra la distribución espacial del monto anual durante el período 1985/2006. Cabe decir que las isohietas se trazaron con equidistancia de 100 mm y los valores disminuyen desde el este hacia el oeste y hacia el sur.

Los montos de precipitación en el sector oriental de la provincia oscilan entre 2262 mm en Bernardo de Irigoyen y 1710 mm en San Javier, ambas localidades se encuentran a una diferencia altitudinal de 725 metros, es decir que la topografía conjuntamente con la localización geográfica inciden en la distribución pluviométrica del territorio de la provincia de Misiones.

Lo anterior se puede constatar si relacionamos el monto anual con la altura mediante una regresión lineal simple tal como muestra el **Gráfico 20**. Entre estas variables existe un alto valor de correlación (0,82) y un valor-P en la tabla ANOVA inferior al 0,05 que indicaría una relación estadísticamente significativa entre ambos parámetros, con un nivel de confianza del 95 %. Cabe señalar que el modelo empleado explica el 67,88 % de la variabilidad del monto anual. En éste se puede observar que la mayoría de las estaciones pluviométricas se concentran entre los 50 y 300 m de altitud con valores de precipitación anual comprendidos entre los 1700 y 2000 mm., superando estos valores pluviométricos sólo se encuentran dos estaciones: San Pedro y Bernardo de Irigoyen, pues se localizan a mayor altura.

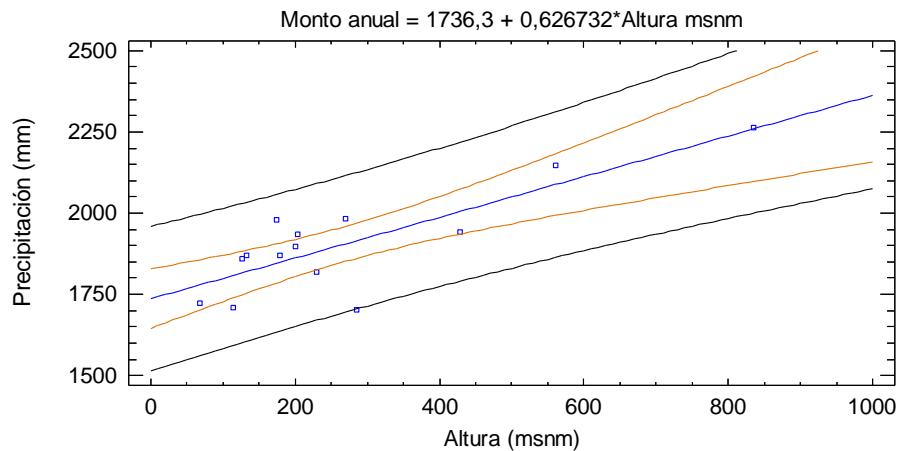
Mapa 104: Precipitación anual en mm en la provincia de Misiones (1985/2006).



El **Mapa 105** muestra el coeficiente de variación del monto anual durante el período de estudio en el territorio, en el mismo se observa mayor variabilidad pluviométrica hacia el este (28 % en El Soberbio) y norte provincial (27 % en Puerto Iguazú), mientras que al oeste y suroeste disminuyen hasta menos de 22 %, por ejemplo, Posadas con un 20 % de variabilidad pluviométrica, revela una mayor homogeneidad en el comportamiento de las precipitaciones.

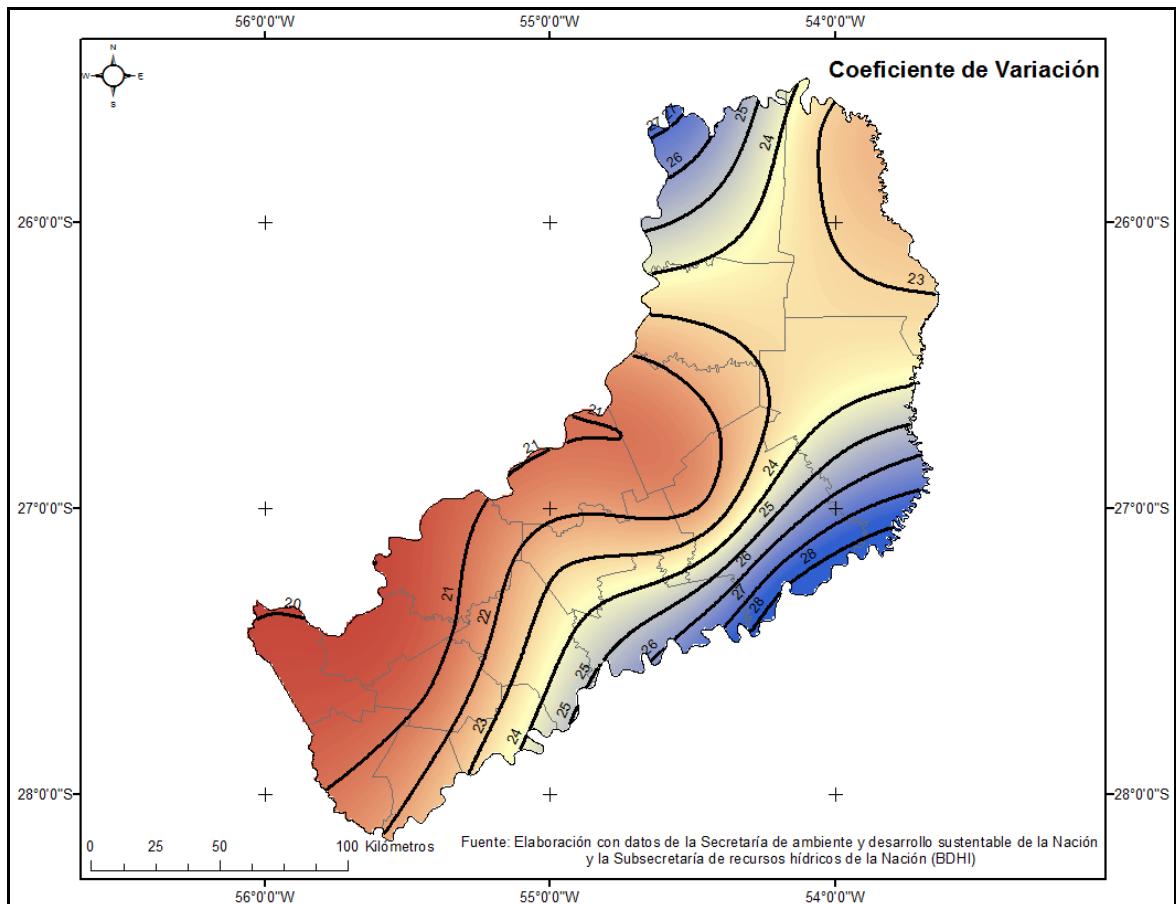
A pesar de los resultados de coeficiente de variación obtenidos, Marchetti (1952) y Bruniard (1981) sostienen que la provincia comprende unos de los núcleos de menor variabilidad pluviométrica correspondiente al norte del Litoral, probablemente porque lo característico son las abundantes precipitaciones distribuidas de manera relativamente homogénea durante el año en todo el territorio. Al respecto se debe destacar que en las provincias de Chaco, Formosa y Corrientes se supera ampliamente el 30 % en varias localidades, especialmente en las localizadas en el oeste Chaco-Formoseño (ver **Tablas 14 y 21**).

Gráfico 20: Regresión simple Monto anual vs Altura



Fuente: Elaboración propia.

Mapa 105: Coeficiente de variación en % en la provincia de Misiones (1985/2006).



Los Mapas Ns° 106 a 109 representan el comportamiento de la precipitación durante las estaciones de verano e invierno y en los meses de transición, abril y octubre.

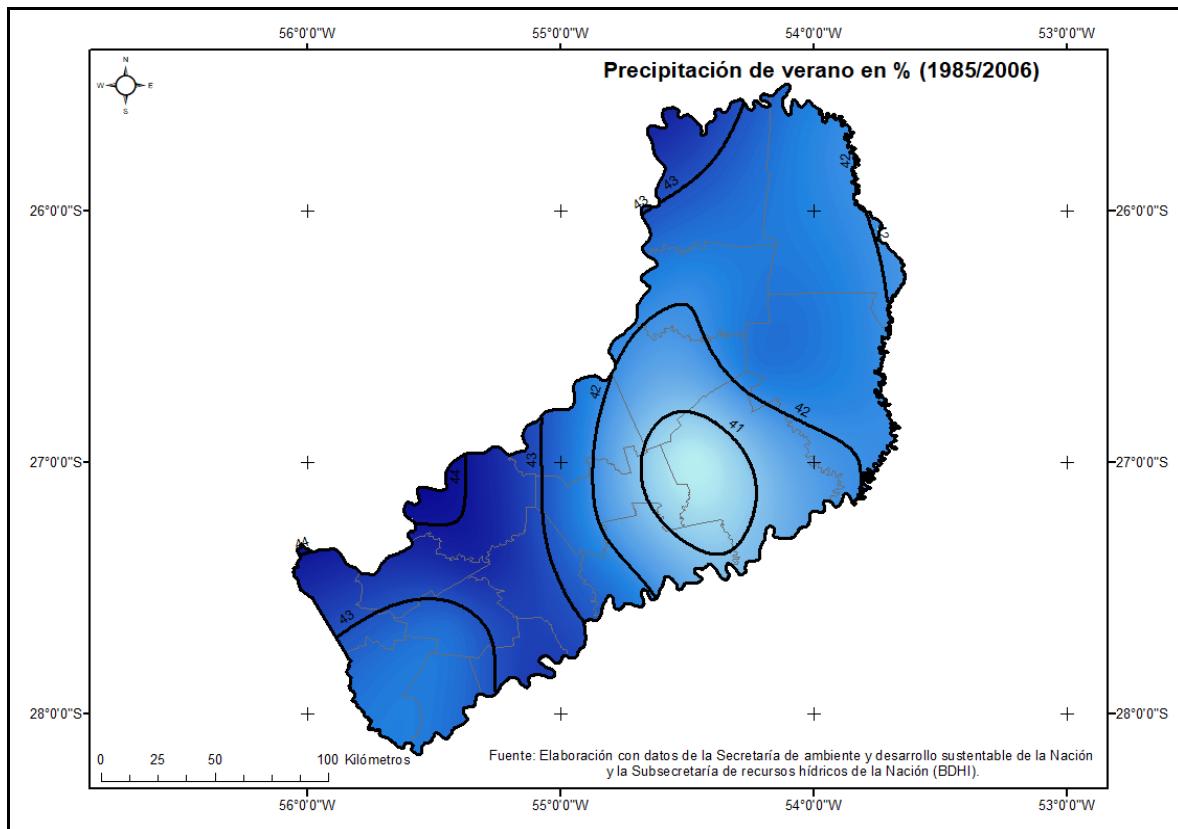
Resulta evidente que el mayor porcentaje de precipitación lo concentran los meses estivales entre un 40 y 44 %, valores que aumentan de este a oeste hacia el

interior continental y desde el centro provincial hacia el norte y sur, mientras que los meses de invierno registran entre un 32 y 38 % con un gradiente que disminuye de norte a sur.

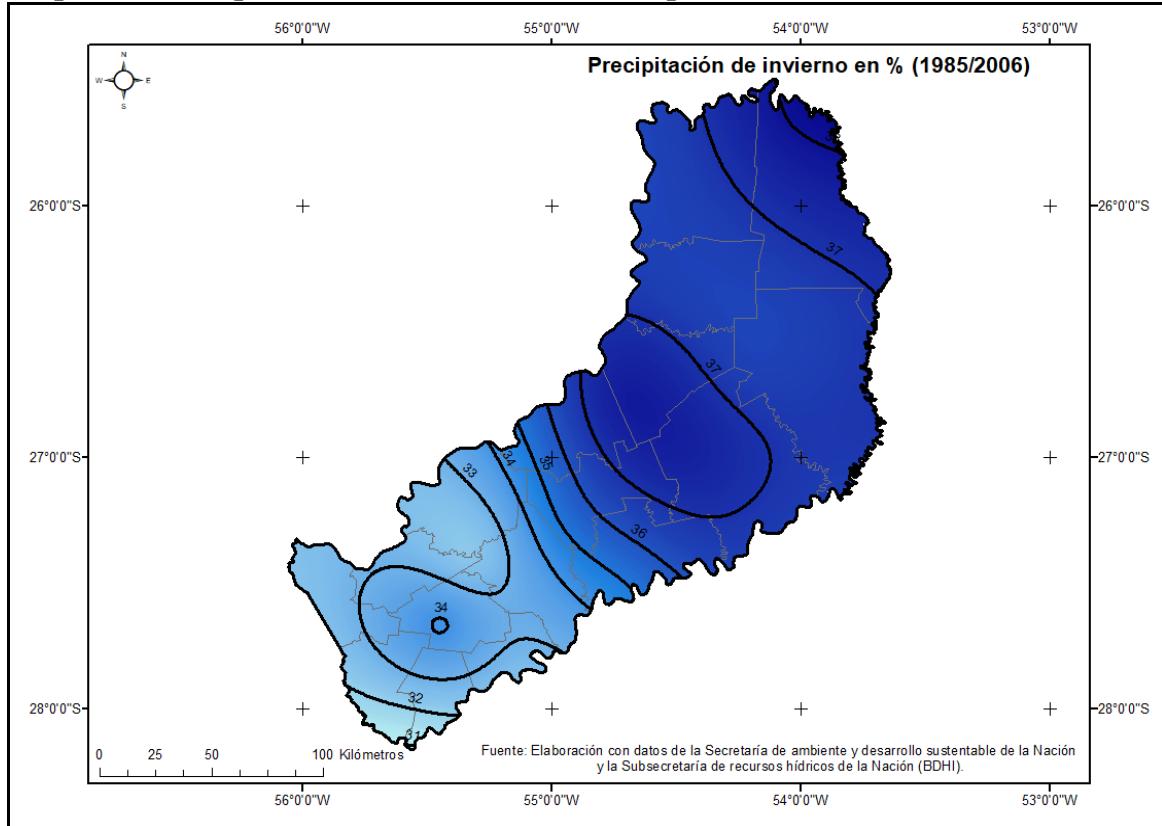
En los meses de transición, por su parte, los valores oscilan entre un 8 y 13 % en el mes de abril describiendo un comportamiento inverso a la estación invernal, por su parte en octubre se desarrollan entre un 12 y 13 % y podría decirse que describen una dinámica opuesta al verano.

Cabe señalar que, según el régimen pluviométrico analizado, los meses de abril y octubre detentan los máximos valores de precipitación con respecto al resto de los meses del año, no obstante, esta característica no se observa en la cartografía realizada (**Mapa 108 y 109**). La diferencia es debida a la disparidad que existe en el número de meses que se tienen en cuenta para realizar el cálculo relativo, pues tanto en la estación de verano como la de invierno se consideran cinco meses y en la transición tan sólo un mes. Si consideramos cada mes en particular salta a la vista que los montos mensuales de octubre y abril superan el 10 % de las precipitaciones anuales, mientras que el resto de los meses escasamente alcanzan ese valor porcentual.

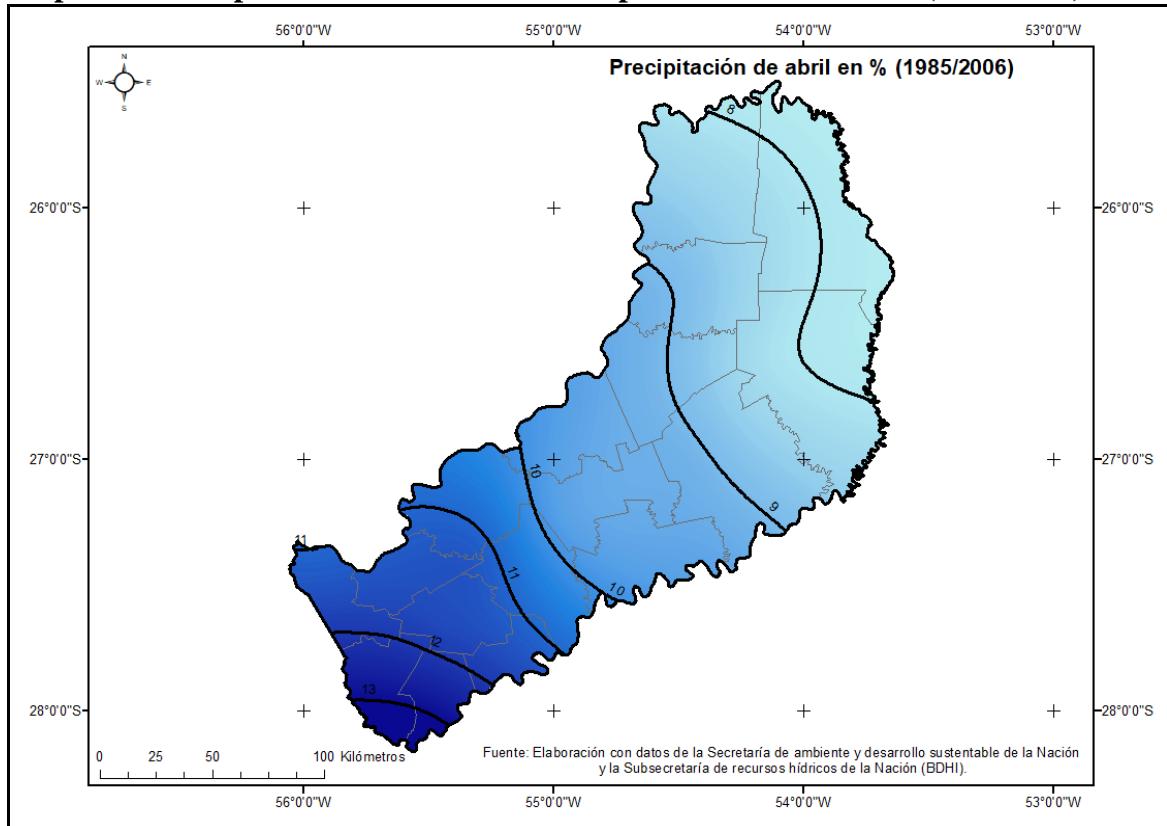
Mapa 106: Precipitación de verano en % en la provincia de Misiones (1985/2006).



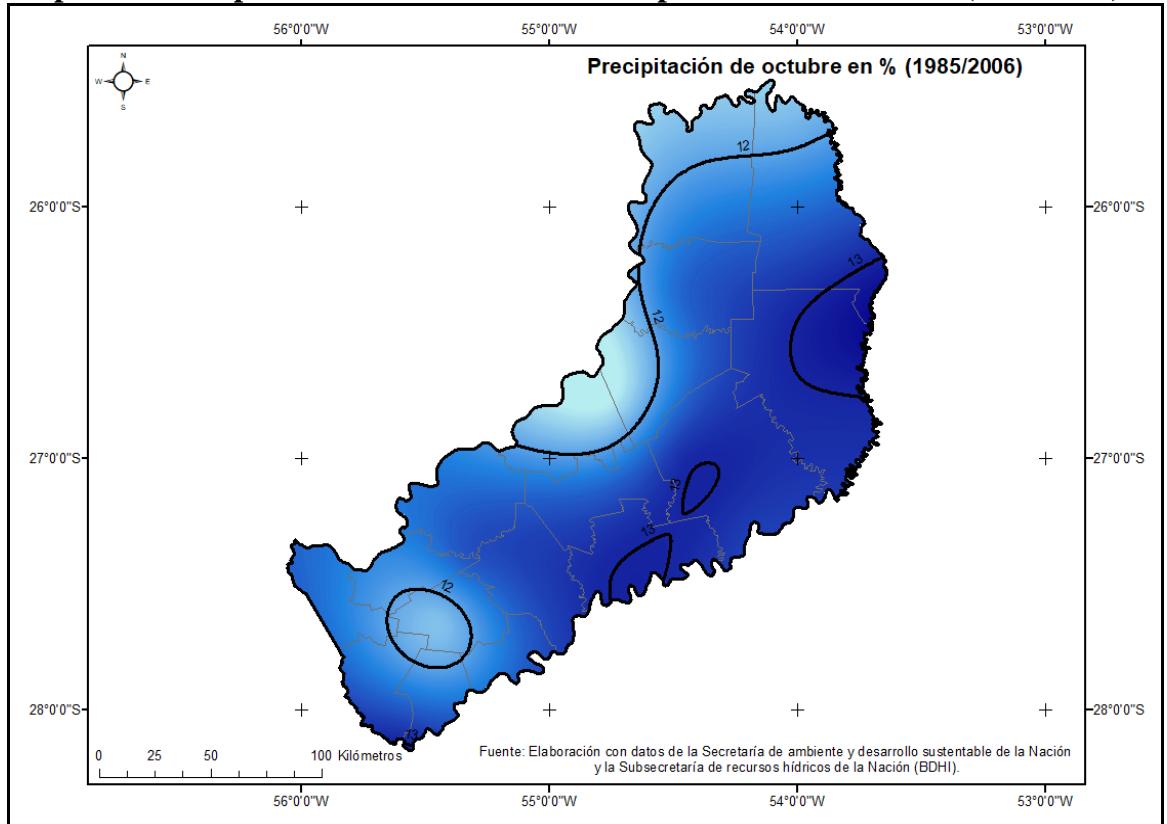
Mapa 107: Precipitación de invierno en % en la provincia de Misiones (1985/2006).



Mapa 108: Precipitación de abril en % en la provincia de Misiones (1985/2006).



Mapa 109: Precipitación de octubre en % en la provincia de Misiones (1985/2006).



En la **Tabla 29** se presentan los valores de precipitación media anual por quinquenio. En ella se puede observar, si tomamos los datos desde el año 1990 a 2004, que la única localidad que evidencia una clara tendencia ascendente, durante el período de estudio, es Puerto Concepción, mientras que Colonia Mártires, Campo Grande, El Alcazar, San Vicente, Bernardo de Irigoyen, Puerto Iguazú y Puerto Andresito describen un comportamiento descendente en el mismo período.

El resto de las localidades no describen una tendencia definida, por el contrario, muestran un incremento para el quinquenio 1995/99 y un descenso en 2000/04 (Posadas, Cerro Azul, El Soberbio y San Pedro), o bien, presentan un descenso en el período 1995/99 y luego un incremento para el quinquenio 2000/04 (San Javier y Valle Hermoso).

Por último, si se considera el período de estudio 1985/2006 se debe mencionar que no existe un comportamiento constante al ascenso o descenso de los valores de precipitación media anual por quinquenio, sino que estos oscilan entre etapas más húmedas y otras más secas. Este mismo comportamiento se detectó en el análisis de los montos anuales de precipitación por década durante el período 1951/90 en el norte argentino y particularmente en la estación de Posadas (Pérez, 2007: 48), aspecto que corroboran los resultados obtenidos.

Tabla 29: Precipitación media anual (mm) por quinquenio según estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia de Misiones (1985/2006).

Estación/puesto	1985/89	1990/94	1995/99	2000/04	2005/06 ³
1-Posadas	1909	1814	1970	1888	1621
2-Puerto Concepción	1784	1648	1687	1801	1534
3-Colonia Mártires	1953	1972	1958	1835	1584
4-Cerro Azul	2188	1986	1999	1860	1739
5-San Javier	1814	1723	1629	1702	1536
6-Campo Grande ¹	1660	2071	1972	1948	1703
7-El Soberbio	1368	1742	2151	1743	1727
8-El Alcazar	1714	2097	2077	1735	1701
9-San Vicente ¹	1799	2136	2056	1780	1861
10-San Pedro ¹	1821	1791	2339	2202	1939
11-Valle Hermoso	1730	1860	1597	1649	1560
12-Bernardo de Irigoyen ²	1577	2493	2380	2197	1986
13-Puerto Iguazú	1644	2167	2066	1897	1138
14-Puerto Andresito	1705	1989	1968	1683	1642

¹Comprende los años 1987/89 para mantener la periodización de los quinquenios;

²Comprende los años 1988/89;

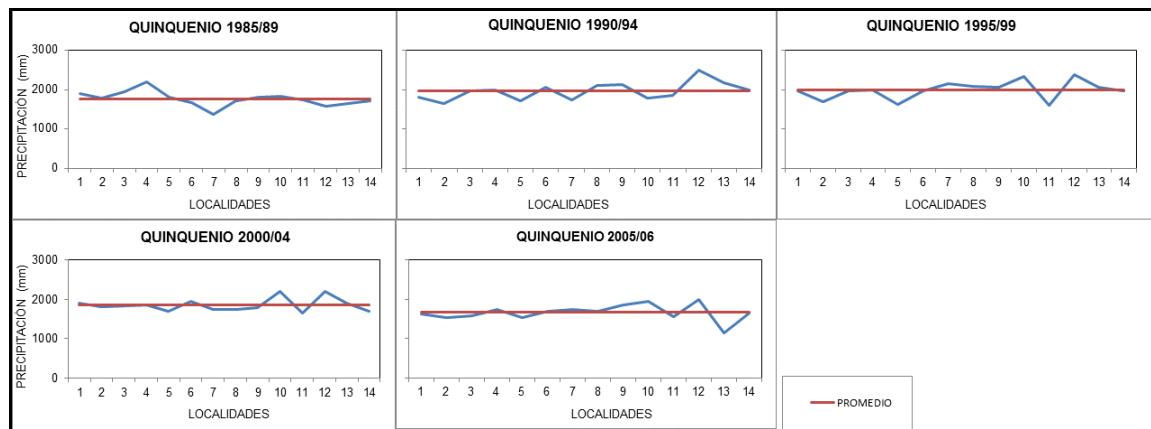
³Se incluyó los dos últimos años para mantener el período de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

El **Gráfico 21** muestra el comportamiento de los valores de precipitación media anual por quinquenio en todo el espacio de estudio. Tal como se puede observar en la provincia, no existe un comportamiento homogéneo durante el período de análisis, por

el contrario, coexisten áreas donde se registran valores por encima y por debajo del promedio durante el mismo quinquenio, dando cuenta de la variabilidad espacial de las precipitaciones.

Gráfico 21: Precipitación media anual (mm) por quinquenio según estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia de Misiones (1985/2006)*.



*El nombre de las localidades se puede consultar en la Tabla 29.

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, cabe señalar que los tres últimos quinquenios (1995/2006) muestran un comportamiento semejante en el espacio de estudio, al que también se podría asimilar el período 1990/94, mientras que el correspondiente a 1985/89 presenta un modelo prácticamente inverso a los anteriores y que podría obedecer a errores en la toma de datos o a subregistros de los mismos.

En síntesis, se puede decir que la localidad que presenta valores superiores al promedio en los cinco quinquenios estudiados es: Cerro Azul; las que superan en los cuatro quinquenios el valor medio son: San Vicente, San Pedro y Bernardo de Irigoyen; en tres: Campo Grande, El Alcazar y Puerto Iguazú; en dos: Posadas, Colonia Mártires y El Soberbio y en uno: Puerto Concepción, San Javier y Puerto Andresito.

5.4. Anomalías Pluviométricas

Las anomalías pluviométricas se hallaron calculando las diferencias que presentan cada uno de los valores de precipitación mensual con el promedio del mes del período considerado (1985/2006), luego se registraron en una tabla de datos en mm que posteriormente se expresaron en proporción porcentual del promedio. Una vez calculadas se utilizó la escala de grisados cuantitativos previamente establecida para las

anteriores provincias en el análisis de los parámetros (ver en el Anexo las localidades Posadas, Cerro Azul e Iguazú que se tomaron como estaciones “testigos” ya que son las que cuentan con las series estadísticas oficiales del Servicio Meteorológico Nacional, pág. 293-294).

Posteriormente se computaron y se representaron gráficamente los casos anuales y mensuales de la serie trabajada en las categorías citadas, observándose la distribución temporal del fenómeno.

5.4.1 Frecuencia

Para obtener la frecuencia mensual de los eventos secos y húmedos se contabilizaron los casos absolutos de anomalías positivas y negativas de cada mes durante el período de estudio y se volcaron en una tabla para posteriormente calcular la frecuencia relativa (%). Esta se obtiene del cociente entre el N° de anomalías según intervalo y el N° total de casos analizados, expresando el resultado en porcentaje.

El **Gráfico 22** muestra la frecuencia relativa de anomalías positivas y negativas por estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos (1985/2006). Se puede observar que en la mayoría de los casos analizados los meses con anomalías negativas ocurren con mayor frecuencia que las anomalías positivas, lográndose identificar los siguientes patrones:

1. Las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos de Posadas y Puerto Concepción al sur, Campo Grande en el centro y El Alcazar en el oeste provincial, presentan todos los meses del año anomalías negativas superiores a las positivas;

2. Por el contrario, los que se caracterizan por presentar uno o más meses con anomalías positivas superiores a las negativas son: Cerro Azul (My), San Javier (Mz), Colonia Mártires (En), San Vicente (En), El Soberbio (En), San Pedro (En, Fb, Se), Valle Hermoso (My), Bernardo de Irigoyen (En, Fb, Jl, Se), Puerto Iguazú (Se) y Puerto Andresito (En, Fb, Nv).

De lo anterior se podría afirmar que, en la mayoría de las estaciones o puestos pluviométricos se suceden con mayor frecuencia anomalías negativas, no obstante, con cierta frecuencia, las anomalías positivas las superan preferentemente durante los meses

de enero, febrero o septiembre en varios puestos pluviométricos y estaciones meteorológicas.

En el **Gráfico 23** se representaron las frecuencias de las anomalías negativas, particularmente en los intervalos comprendidos entre -0,1 a -25 % (disminución leve), -50,1 a -75 % (disminución moderada a grave) y -75,1 a -100 % (disminución grave o ausencia de precipitación). Del mismo se destacaría lo siguiente:

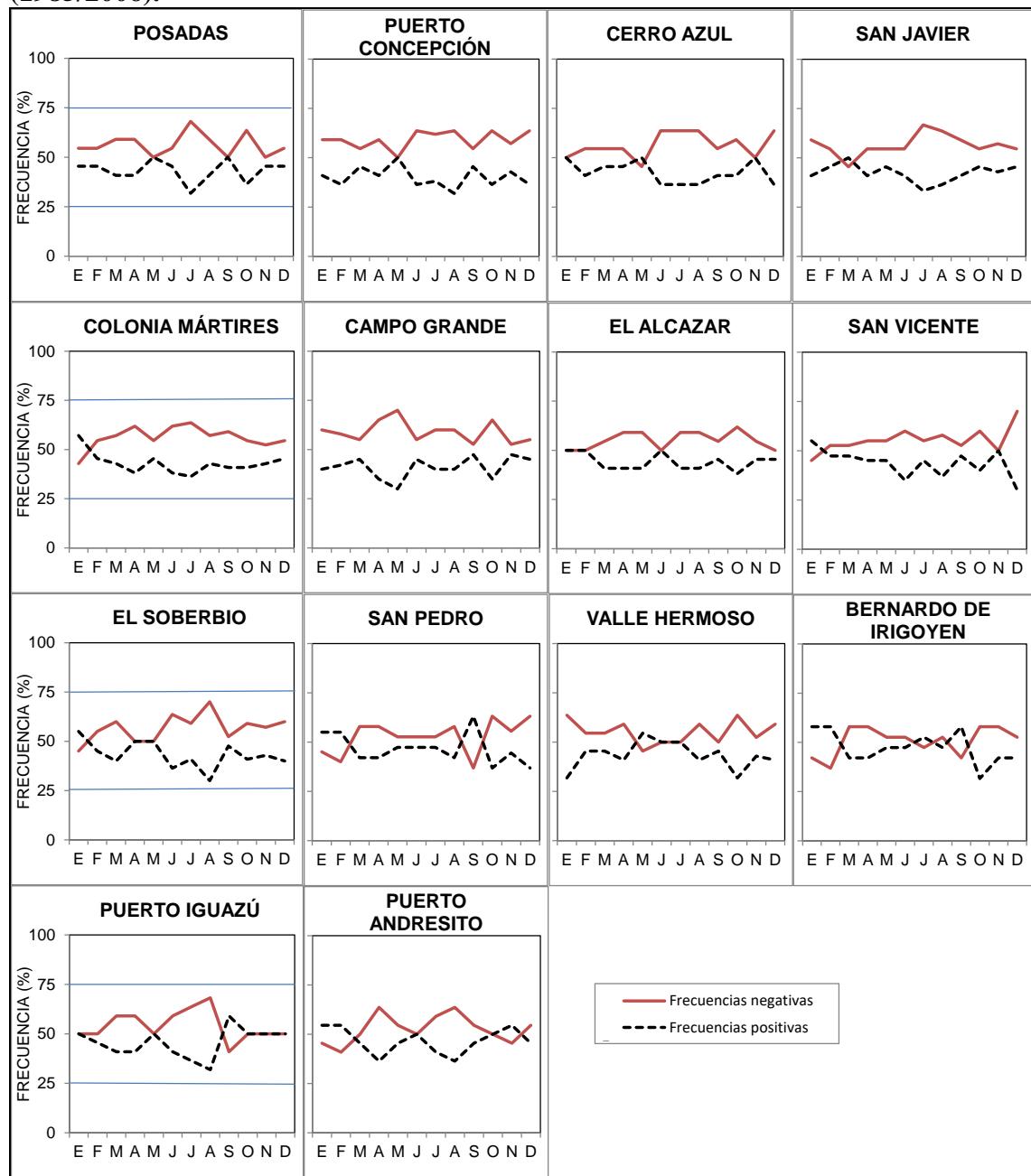
1. En los tres intervalos analizados se evidencian curvas multimodales, por lo que no es posible detectar una estacionalidad de las anomalías para ninguna de las clases analizadas,

2. Las anomalías negativas se presentan, en la mayoría de los casos, con una frecuencia inferior al 25 % en el período analizado, sólo se supera este valor en 13 de las estaciones y puestos analizados (preferentemente en los meses de Ab, Oc, Fb, Se, Jl, En, My, Nv, Dc, Jn) en el intervalo comprendido entre -0,1 a -25 %; en 8 localidades en el intervalo comprendido entre -50,1 a -75 % (Mz, Dc, My, Ag, Ab, Se); y en un puesto pluviométrico para la clase -75,1 a -100 % (Fb).

3. Se observa, en general, mayor frecuencia de anomalías en el intervalo de -50,1 a -75 % comparados con la clase comprendida entre -75,1 a -100 % en la mayoría de las estaciones y puestos pluviométricos.

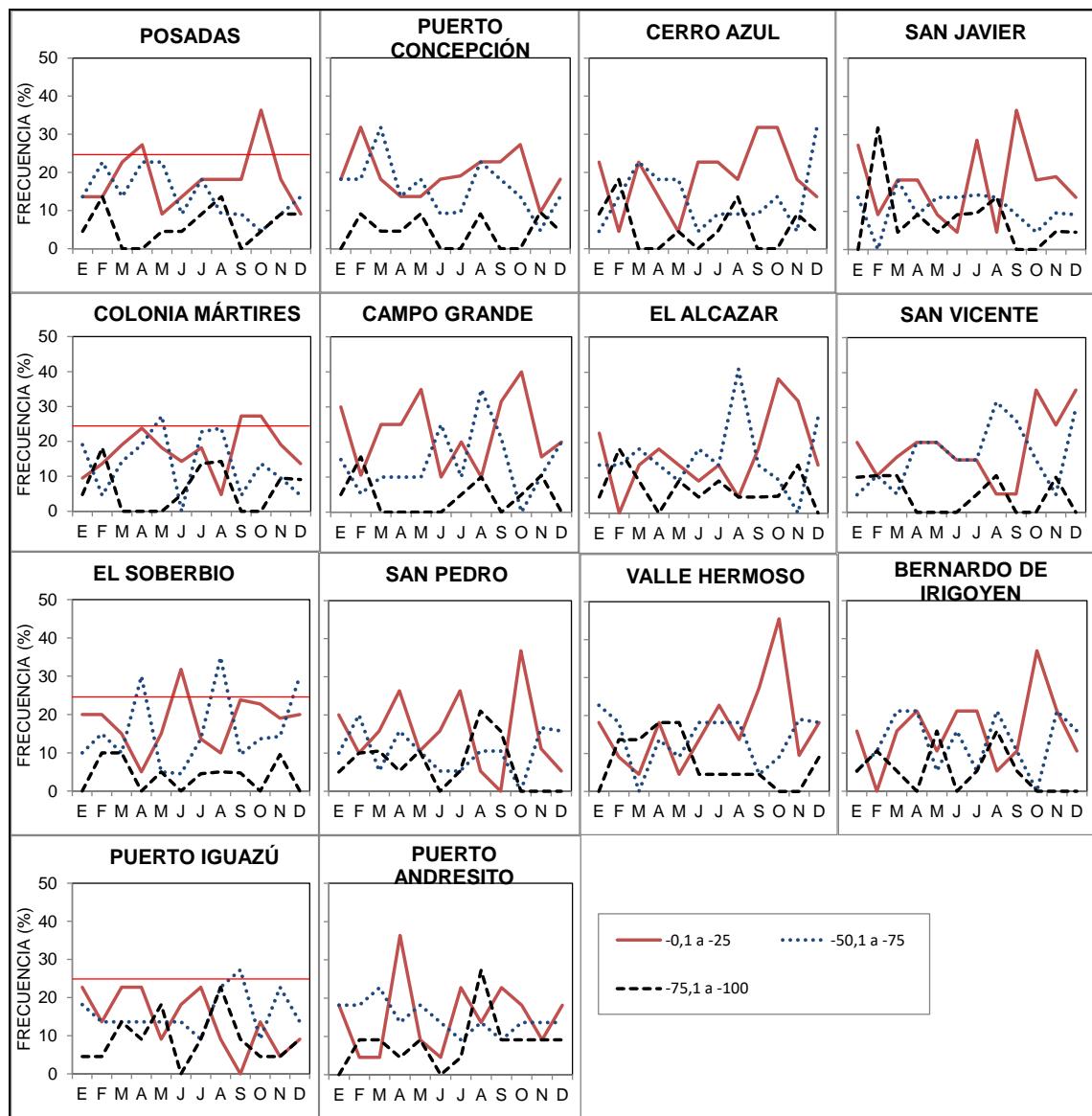
4. En lo que respecta al intervalo comprendido entre -75,1 a -100 % los casos adquieren mayor frecuencia en los meses de Fb, My, Ag, Nv, y disminuyen en los meses de Mz, Ab y Jn.

Gráfico 22: Frecuencia relativa (%) de anomalías positivas y negativas según estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia de Misiones (1985/2006).



Fuente: Elaboración propia:

Gráfico 23: Frecuencia relativa de los meses secos en los intervalos comprendidos entre -0,1 a -25; -50,1 a -75 y -75,1 a -100 % para todas las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia de Misiones (1985/2006).



Fuente: Elaboración propia.

En definitiva, se podría alegar que durante el período de estudio y según las estaciones y puestos pluviométricos analizados, las precipitaciones disminuyen con mayor frecuencia hasta un 25 % con respecto al promedio de la serie, lo que calificaríamos como disminución leve, mientras que la merma de más de 75 % de las lluvias, denominada “disminución grave”, es poco frecuente. Asimismo, cabe señalar que en todo el territorio no es posible detectar una estacionalidad de los episodios analizados siendo factible su desarrollo en cualquier momento del año (ver por ejemplo que, en los Anexos estadísticos de las pág. 293-294, se observa el mes de febrero de

1991 con una disminución de las precipitaciones del 96 % en Cerro Azul y de un 97 % Puerto Iguazú).

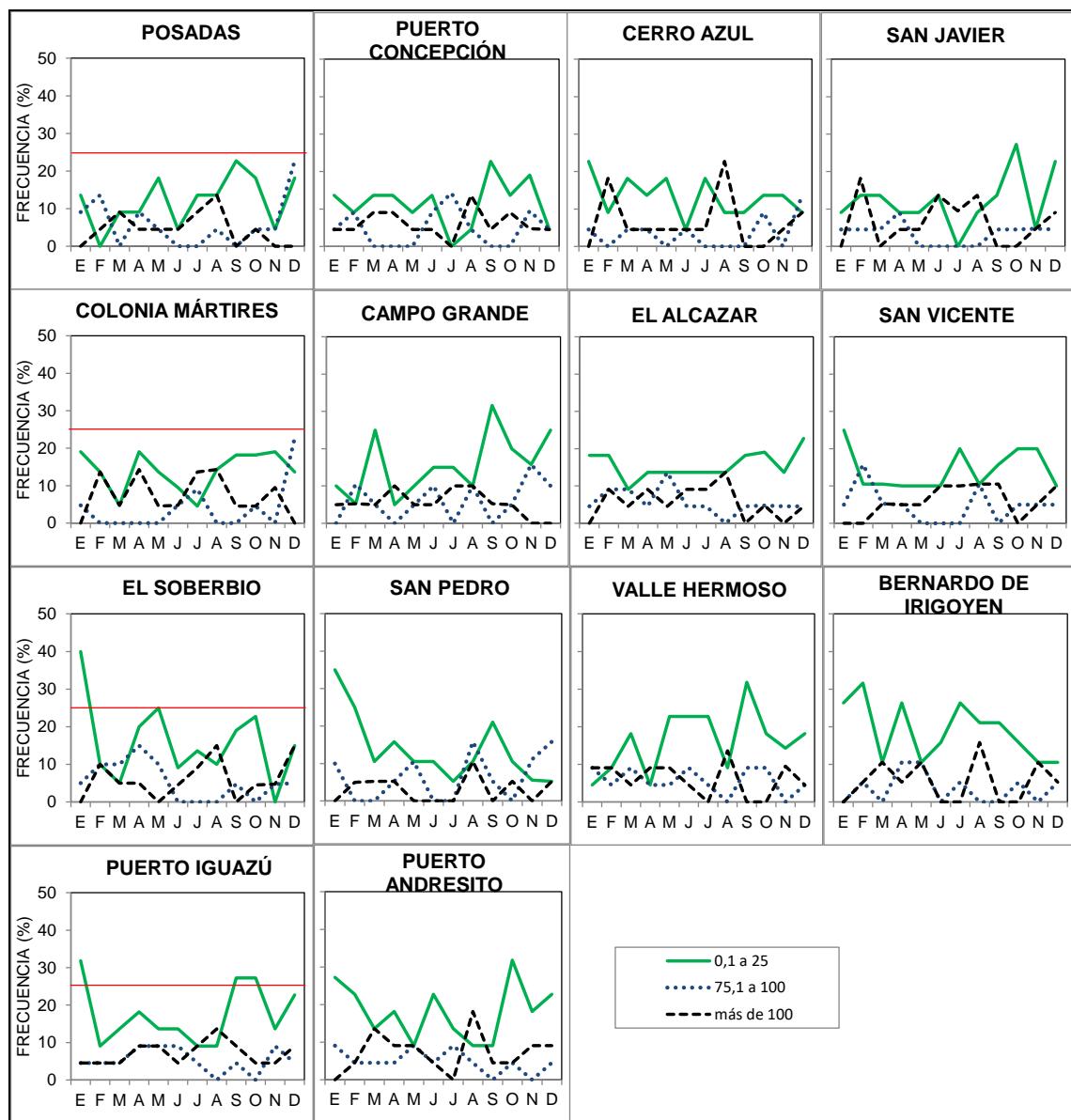
En el **Gráfico 24** se representó la frecuencia relativa de los meses húmedos en los intervalos comprendidos entre 0,1 a 25 % (aumento incipiente); 75,1 a 100 % (aumento grave a muy grave) y más de 100 % (aumento muy grave) para todas las estaciones y puestos pluviométricos durante el período 1985/2006 donde se puede observar lo siguiente:

1- En los tres intervalos analizados se evidencian curvas multimodales, por lo tanto, no es posible detectar una estacionalidad de los eventos húmedos en ninguno de los casos mencionados;

2- Se presentan, en la mayoría de las estaciones y puestos pluviométricos estudiados, con una frecuencia inferior al 25 % en los intervalos comprendidos entre 75,1 a 100 % y más de 100 %; sólo se supera este valor en la clase 0,1 a 25 % en: San Javier (Oc), Campo Grande (Se), El Soberbio (En), San Pedro (En), Valle Hermoso (Se), Bernardo de Irigoyen (En, Fb, Ab, Jl), Puerto Iguazú (En, Se, Oc) y Puerto Andresito (En, Oc).

3- Las anomalías positivas de más de 100 % se detectan con mayor frecuencia en los meses de Ag, Fb, Ab, Oc, Nv y Dc, respectivamente. Cabe resaltar que en algunos de los meses señalados se supera ampliamente el valor de 100 %, por ejemplo: el mes de agosto de 1990 en Puerto Iguazú se registra un incremento de 279 % de las precipitaciones respecto del valor medio de la serie trabajada).

Gráfico 24: Frecuencia relativa de los meses húmedos en los intervalos comprendidos entre 0,1 a 25; 75,1 a 100 y más de 100 % para todas las estaciones y puestos pluviométricos (1985/2006).



Fuente: Elaboración propia.

Si se comparan los **Gráficos 22, 23 y 24** se pueden advertir algunas situaciones particulares:

1. En los meses de enero, febrero y septiembre la curva de anomalías positivas supera a las negativas en el intervalo comprendido entre 0,1 y 25 %;
2. Son más frecuentes los casos en que se registra una disminución de la precipitación de más de 50 % (intervalos comprendidos entre -50,1 a -75 y -75,1 a -100%) y menos frecuentes las situaciones en que se producen precipitaciones superiores a 75 % de la normal.

3. En los meses donde ocurren con mayor frecuencia los valores extremos de anomalías negativas, también se registran los valores extremos de anomalías positivas, por ejemplo, el mes de agosto.

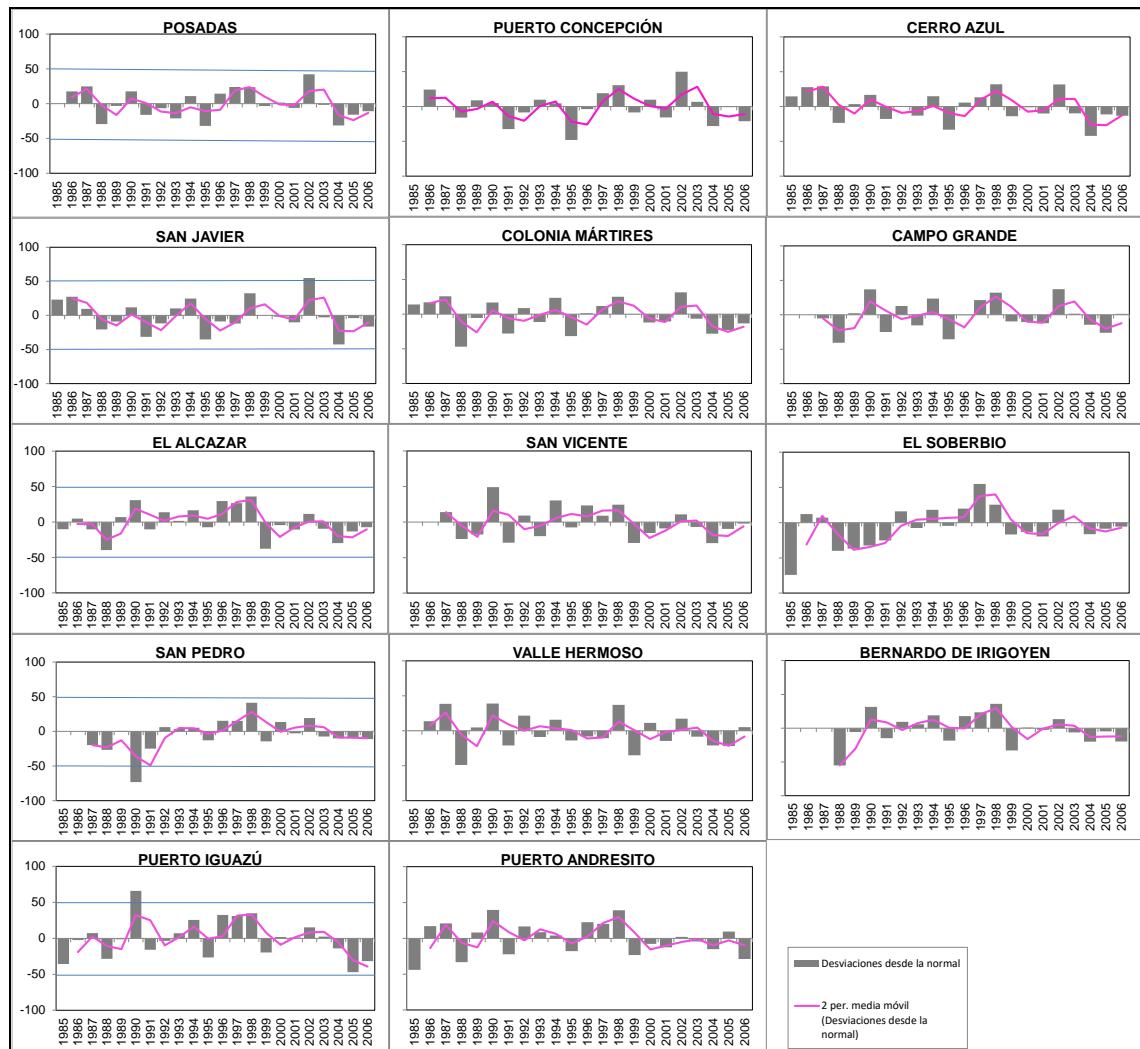
5.4.2 Magnitud:

El **Gráfico 25** representa las anomalías anuales en todas las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos durante el período 1985/2006. Resulta interesante destacar, en primer lugar, que en la mayoría de los casos las desviaciones se encuentran comprendidas entre + 50 % y - 50% con algunas excepciones tales como: en el año 1990 en Puerto Iguazú (66%), en 1988 en Bernardo de Irigoyen (-55%), 1985 y 1997 en El Soberbio (-74% y 55% respectivamente), 2002 en San Javier (55%) y en 1990 en San Pedro (-73%).

En el caso del valor de anomalía de -74 % en El Soberbio se debe señalar que contribuiría a este resultado la falta de datos (5 meses), no obstante, fue un año anormalmente seco si se compara con 1990 al cual le falta también la misma cantidad de información. Con respecto al año 1990 se observó que la tendencia, en toda la provincia, es positiva no así en El Soberbio y San Pedro que responden a la ausencia de información.

En segundo lugar, se debe decir, tal como lo analizáramos en las frecuencias de anomalías positivas y negativas mensuales, estos valores exceden ampliamente los parámetros $\pm 50\%$ lo que pone en evidencia que pocos meses húmedos compensan muchos meses secos y enmascaran las situaciones extremas en los valores anuales (ver Anexo estadístico págs. 293-294).

Gráfico 25: Anomalías anuales en % según estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia de Misiones (1985/2006).



Fuente: Elaboración propia

5.4.3 Duración e intensidad:

Es importante señalar que, para determinar las secuencias o rachas secas, se contabilizaron los casos consecutivos de anomalías negativas, independientemente de la duración del año calendario (ver **Anomalías según estación meteorológica y puesto pluviométrico de la provincia de Misiones (1985/2006)** en Anexo pág. 293).

El análisis de la duración y frecuencia de las secuencias secas en cada una de las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos permitiría detectar varias situaciones:

1. Mayor frecuencia de las secuencias secas de 2 meses de duración en: Bernardo de Irigoyen, Puerto Iguazú, Puerto Andresito, El Soberbio, El Alcazar, San Pedro, Valle Hermoso y San Vicente;
2. Mayor frecuencia de las secuencias secas de 3 meses con un segundo máximo en secuencias de 2 meses en Posadas, Colonia Mártires y Puerto Concepción;
3. Mayor frecuencia de las secuencias secas de 3, 5 y 4 meses de duración en Cerro Azul;
4. Mayor frecuencia de las secuencias secas de 2 y 5 meses en San Javier;
5. Mayor frecuencia de las secuencias secas de 4 y 5 meses de duración en Campo Grande.

Las secuencias secas de seis o más meses de duración se desarrollaron, tal como lo muestra la **Tabla 30**, en los siguientes períodos:

-Fines de verano e invierno: comienzan en los meses de enero o febrero y se extienden hasta agosto, y en menor frecuencia hasta septiembre y octubre.

-Invierno y principios de verano: se extiende desde abril, mayo o junio hasta noviembre o diciembre.

-Invierno: desde abril o mayo hasta octubre.

-Invierno y verano: se inicia en julio y se extiende hasta febrero y marzo del año siguiente.

Tabla 30: Años con secuencias secas iguales o mayores a seis meses de duración en la provincia de Misiones.

Año	Estación Meteorológica/ Puesto Pluviométrico	Duración en meses	Período
1988	Posadas	7	Fines de verano e invierno
	Puerto Concepción	7	Fines de verano e invierno
	Colonia Mártires	8	Invierno y principio de verano
	Cerro Azul	7	Fines de verano e invierno
	San Javier	7	Fines de verano e invierno
	Campo Grande	8	Invierno y principio de verano
	El Alcazar	8	Invierno y principio de verano
	San Vicente	7	Invierno y principio de verano
	San Pedro	7	Invierno y principio de verano
	Valle Hermoso	10	Fines de verano e invierno
2000	Puerto Iguazú	7	Invierno y principio de verano
	Puerto Andresito	6	Invierno y principio de verano
2001	San Vicente	6	Fines de verano e invierno
2001	San Javier	8	Invierno y principio de verano
	San Vicente	6	Invierno y principio de verano

	Posadas	7	Invierno
	Puerto Concepción	7	Invierno
	Colonia Mártires	8	Invierno
	Cerro Azul	8	Invierno
	San Javier	7	Invierno
2003	Campo Grande	7	Invierno
	El Alcazar	7	Invierno
	San Vicente	6	Invierno
	San Pedro	6	Invierno
	Valle Hermoso	11	Fines de verano e invierno
	Bernardo de Irigoyen	7	Invierno
	Puerto Iguazú	8	Fines de verano e invierno
2004	Posadas	10	Fines de verano e invierno
	Puerto Concepción	8	Fines de verano e invierno
	Colonia Mártires	9	Fines de verano e invierno
	Cerro Azul	10	Fines de verano e invierno
	San Javier	9	Fines de verano e invierno
2005/06	Posadas	8	Invierno y principio de verano
	Puerto Concepción	6	Invierno y principio de verano
	Colonia Mártires	8	Invierno y principio de verano
	Cerro Azul	8	Invierno y principio de verano
	Campo Grande	8	Invierno y principio de verano
	El Soberbio	6	Invierno y principio de verano
	Puerto Iguazú	13	Invierno y verano
2006	El Soberbio	9	Invierno

Invierno: My, Jn, Jl, Ag, Se. Verano: Nv, Dc, En, Fb, Mz. Meses de transición: Ab y Oc.

Fuente: Elaboración propia:

Resulta interesante rescatar el caso de la estación meteorológica Puerto Iguazú durante los años 2005/06, que desarrolló una secuencia seca de 13 meses de duración. La misma comenzó en mayo de 2005 y culminó en mayo del año siguiente. Otras situaciones interesantes de mencionar son las correspondientes a los puestos pluviométricos de Valle Hermoso, con un episodio de 11 meses y Posadas y Cerro Azul con 10 meses, en todos estos casos comenzó a fines de verano y continuó durante el invierno.

En conclusión, se podría decir que las secuencias secas se desarrollan con mayor frecuencia cuando los caracteres hídricos del invierno se prolongan hacia la estación estival o, cuando un verano anormalmente seco se prolonga hacia el invierno, agravando cada vez más la situación en el territorio durante esta estación.

Para determinar las secuencias húmedas se procedió de la misma manera que en el caso anterior. Resulta interesante mencionar que son muy frecuentes rachas húmedas de hasta 4 meses consecutivos, valor a partir del cual disminuye significativamente, siendo poco frecuentes secuencias húmedas de hasta 10 meses consecutivos, como ocurrió por ejemplo, en las localidades de Colonia Mártires y Campo Grande.

En la **Tabla 31** se señalan las secuencias húmedas de 4 meses o más de duración.

Tabla 31: Años con secuencias húmedas iguales o mayores a 4 meses de duración en la provincia de Misiones.

Año	Estación Meteorológica/ Puesto Pluviométrico	Duración en meses	Período
1994/1995	El Alcazar	7	Fines de invierno y verano
	San Vicente	7	Fines de invierno y verano
	Bernardo de Irigoyen	5	Verano
	Puerto Iguazú	7	Fines de invierno y verano
1997/1998	Puerto Andresito	7	Fines de invierno y verano
	Cerro Azul	8	Verano y principio de invierno
	San Javier	8	Verano y principio de invierno
	Campo Grande	10	Fines y principio de invierno
2002	Puerto Concepción	6	Fines de invierno y principio de verano
	Cerro Azul	6	Fines de invierno y principio de verano
	San Javier	8	Invierno y principio de verano
	Campo Grande	8	Invierno y principio de verano
	El Soberbio	6	Fines de invierno y principio de verano
	San Pedro	5	Fines de invierno y principio de verano
	Bernardo de Irigoyen	5	Fines de invierno y principio de verano
2002/03	Colonia Mártires	10	Invierno y verano

Fuente: Elaboración propia.

En síntesis, podríamos afirmar que las secuencias húmedas más significativas comienzan con un invierno anormalmente lluvioso cuyas características hídricas se acentúan durante el verano, o bien, estos aspectos anómalos resultan de una prolongación de los caracteres del verano del año anterior hacia el invierno del siguiente.

5.4.4 Espaciamiento temporal

En la provincia de Misiones y durante el período 1985/2006 se desarrolló un estadio seco que comenzó en 1999 y se extendió hasta 2006 aproximadamente. Durante los tres primeros años, el evento se desarrolló con persistencia en el centro del territorio,

no así en el resto de la provincia. Asimismo, cabe señalar que desde 2003 hasta 2006 esta condición adquirió homogeneidad en gran parte del espacio.

Otro aspecto importante, y que se repite en las provincias de Chaco y Formosa, es que los años secos identificados se registraron en toda la serie de datos, es decir, que es factible su desarrollo aún en los estadios húmedos, presentándose en forma aislada, es decir, intercalados por secuencias húmedas.

El período húmedo se circscribe, a su vez, desde 1985 hasta 1998, aproximadamente, donde se puede observar la persistencia de la secuencia húmeda en el territorio de la provincia. Sin embargo, esta característica no es homogénea en el espacio pues se encuentra interrumpida por eventos secos de corta duración. Al igual que el caso anterior, los años húmedos se registraron también durante el estadio seco y se caracterizaron por ser breves y manifestarse de manera intercalada por años con caracteres de sequedad (ver Anexo pág. 293-294).

5.5 Eventos de Sequías e Inundaciones:

5.5.1 Sequías

En el apartado anterior cuando se analizaron las anomalías negativas resultó evidente que los eventos secos se sucedieron con cierta frecuencia en el espacio de estudio. Atendiendo a esta característica se definió un escenario con base en dos criterios: a) dos años o más consecutivos con anomalías negativas y b) coincidencia de un 50 % o más de estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos. Estos aspectos se establecieron como condición necesaria para que los eventos secos sean considerados relevantes desde el punto de vista areal. Los años que reúnen estas condiciones se consideraron años secos.

Según este criterio se obtuvieron los resultados que figuran en la **Tabla 32**

Tabla 32: Años secos y % de estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos afectados en la provincia de Misiones.

Años Secos	% de Estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos afectados
1999	93
2000	57
2001	93
2003	71
2004	100
2005	93
2006	86

Fuente: Elaboración propia.

Los eventos secos se presentaron en numerosos años del periodo considerado en la provincia de Misiones, intercalados o separados por otros más húmedos (por ejemplo: 1988, 1991, 1993 y 1995), con excepción de aquellas situaciones de sequías severas donde el evento tendió a homogeneizarse desde el punto de vista espacial, lo que se conoce como persistencia o cierta tendencia del evento.

Una vez definidos los años secos según los criterios mencionados con anterioridad y cuyos resultados se encuentran en la **Tabla 32** se procedió a la representación cartográfica.

Los **Mapas 110 y 111** ponen de manifiesto el desarrollo temporal y espacial del evento seco desde el año 2004 a 2005. En estos se pudo observar el incremento de las anomalías negativas lo que implicó una merma significativa de los valores pluviométricos en gran parte de la provincia (más de un 40 % en 2004 y de un 50 % en 2005), con excepción del extremo noreste del territorio en el año 2005, donde se insinuó isoanómalias positivas que rompieron la homogeneidad espacial del evento seco.

En el año 1999 (**Mapa 112**) se registraron anomalías negativas en gran parte del espacio de estudio, no obstante, la disminución de la precipitación apenas superó el 25 %, mientras que hacia el este sureste se vislumbró el inicio de valores positivos.

El **Mapa 113** representa las anomalías del año 2001 las cuales poseen semejanzas y diferencias con respecto de sus predecesoras (específicamente 1999). En primer lugar, se mantuvo en el territorio una sequía generalizada pero de menor magnitud, que se evidenció en los valores de las isolíneas comprendidos entre 0 y -20 %. En segundo, las equidistancias tomadas en esta representación son relativamente menores a las anteriores pues se encuentran supeditadas a los datos representados, lo

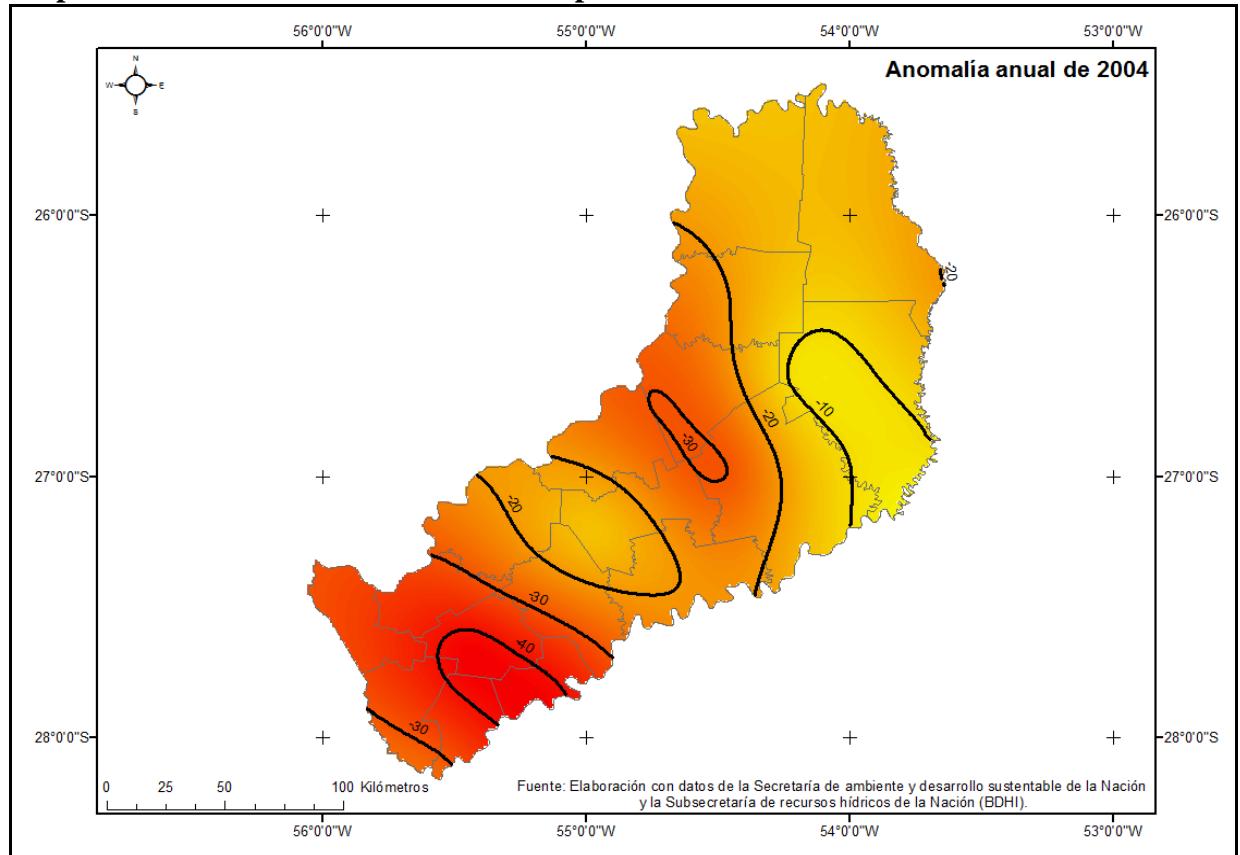
que se traduce en un aumento en el número de isolíneas que pueden generar confusión en la lectura del mapa. Por último, se debe mencionar que en el extremo noroeste y este se observó un aumento en los valores de precipitación desarrollándose leves anomalías positivas.

En el año 2006 (**Mapa 114**) las anomalías negativas tienden a profundizarse hacia los extremos norte y sur de la provincia, mientras que en el centro del territorio se insinúan valores positivos que rompen la homogeneidad espacial del evento seco.

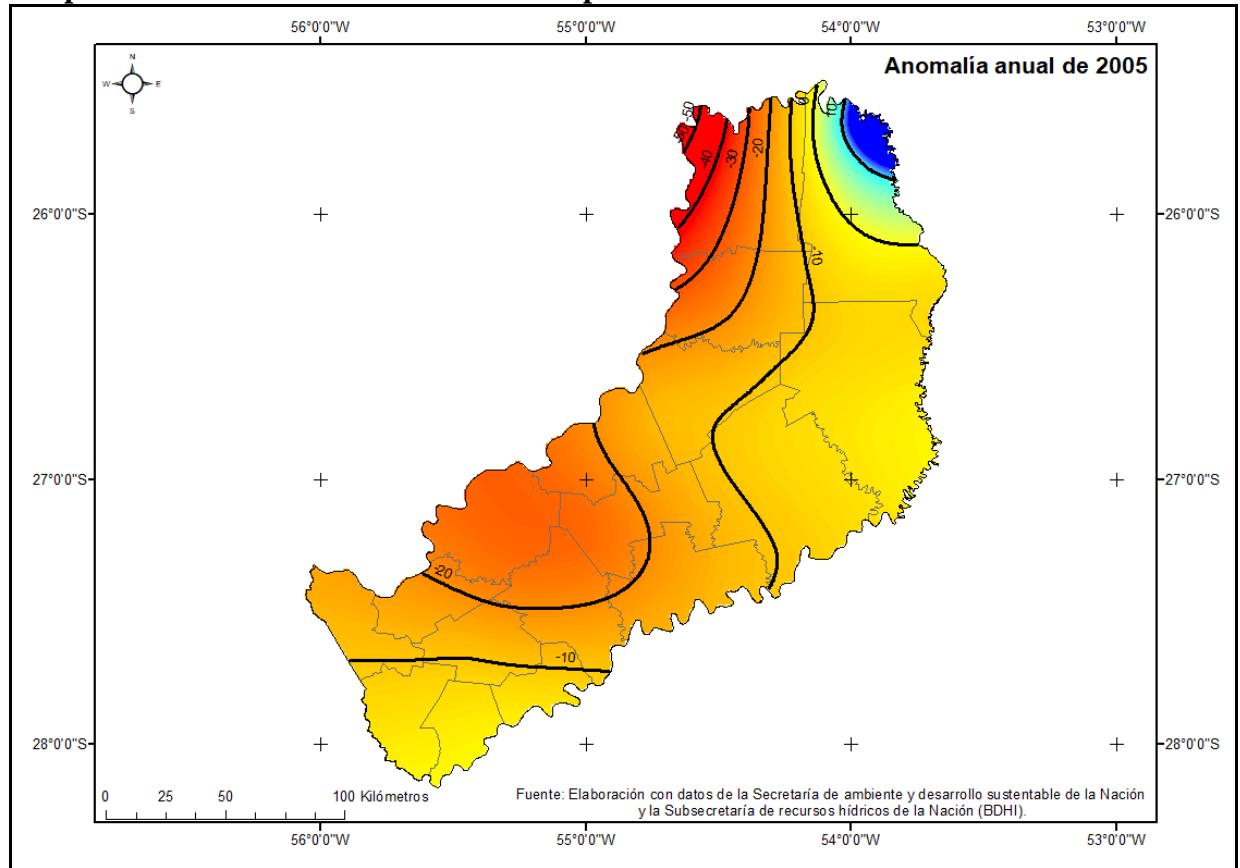
En 2003 (**Mapa 115**) el evento seco tendió a homogeneizarse en casi todo el territorio con una disminución leve de los valores pluviométricos que apenas superaron el 10 %, asimismo los valores de anomalías positivas que se manifestaron en el extremo noroeste, este y sureste apenas si excedieron el valor normal.

El año 2000, comparado con los anteriores, apenas superó el 50 % de extensión espacial y se desarrolló en el centro provincial con anomalías comprendidas en -5 a -15 %. Se encuentra en la sección de Anexo cartográfico para su consulta (pág. 321).

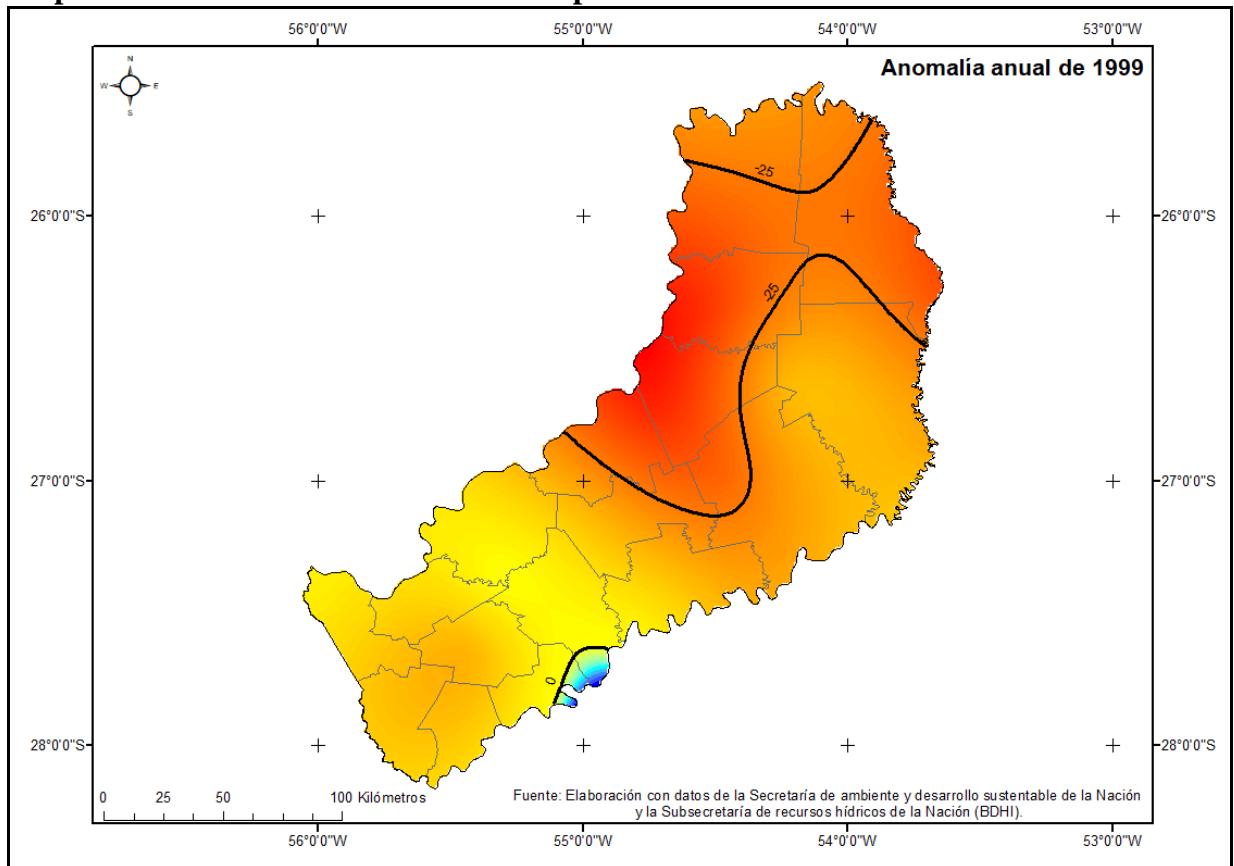
Mapa 110: Anomalía anual de 2004 en la provincia de Misiones



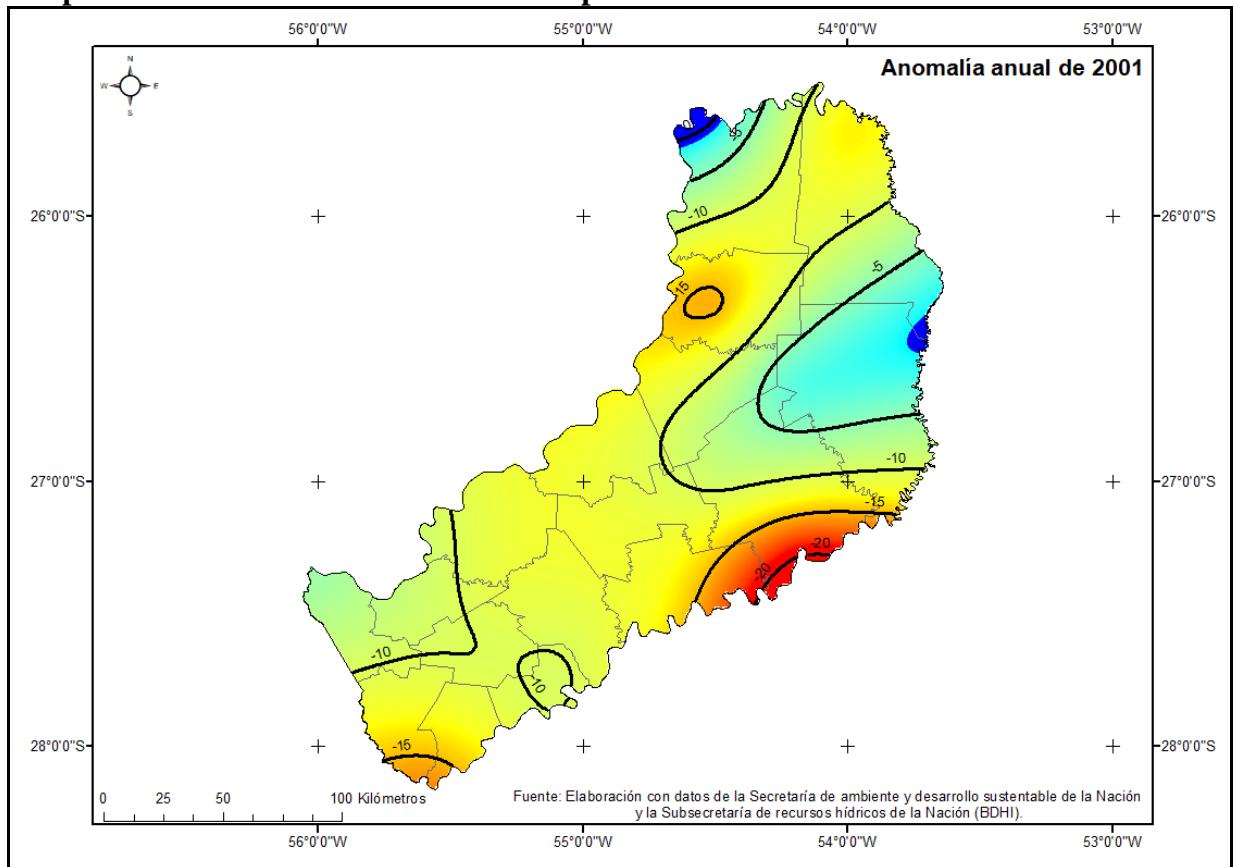
Mapa 111: Anomalía anual de 2005 en la provincia de Misiones



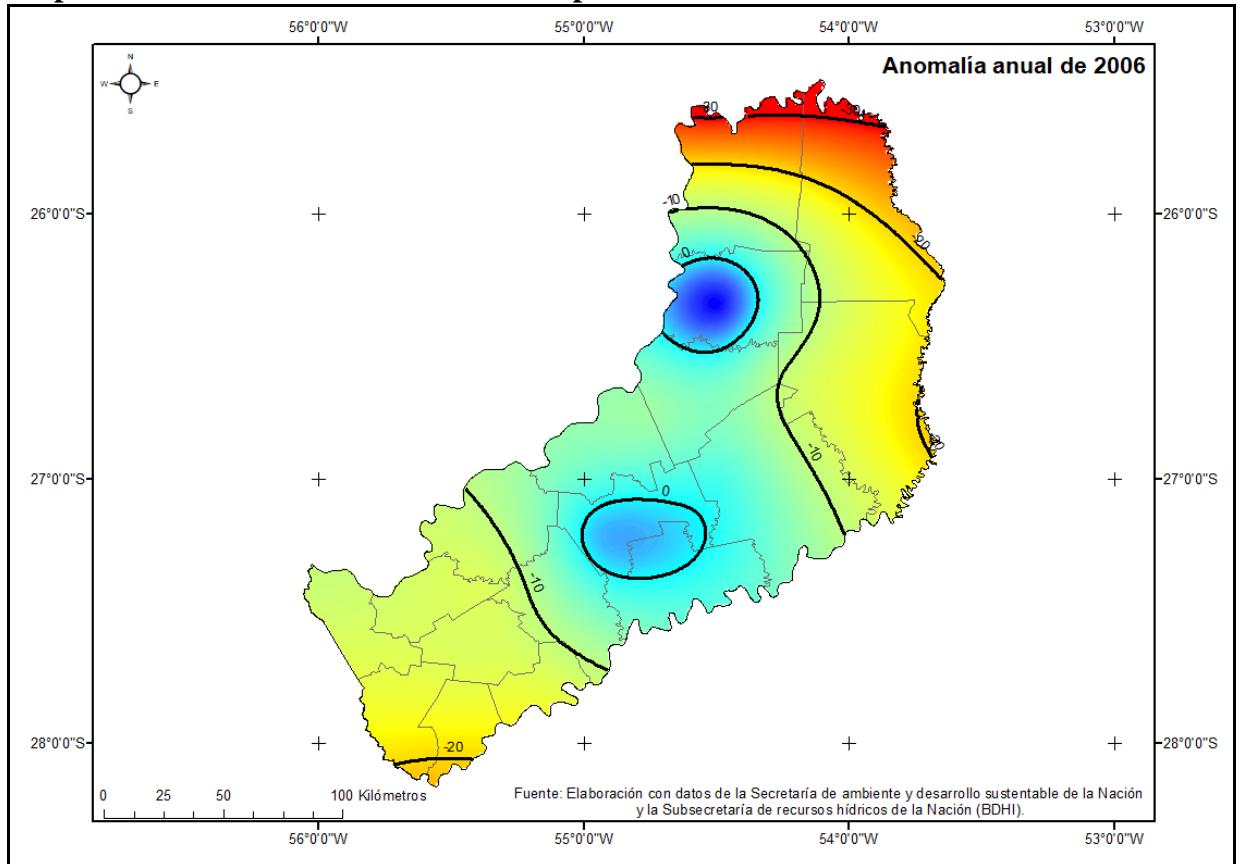
Mapa 112: Anomalía anual de 1999 en la provincia de Misiones



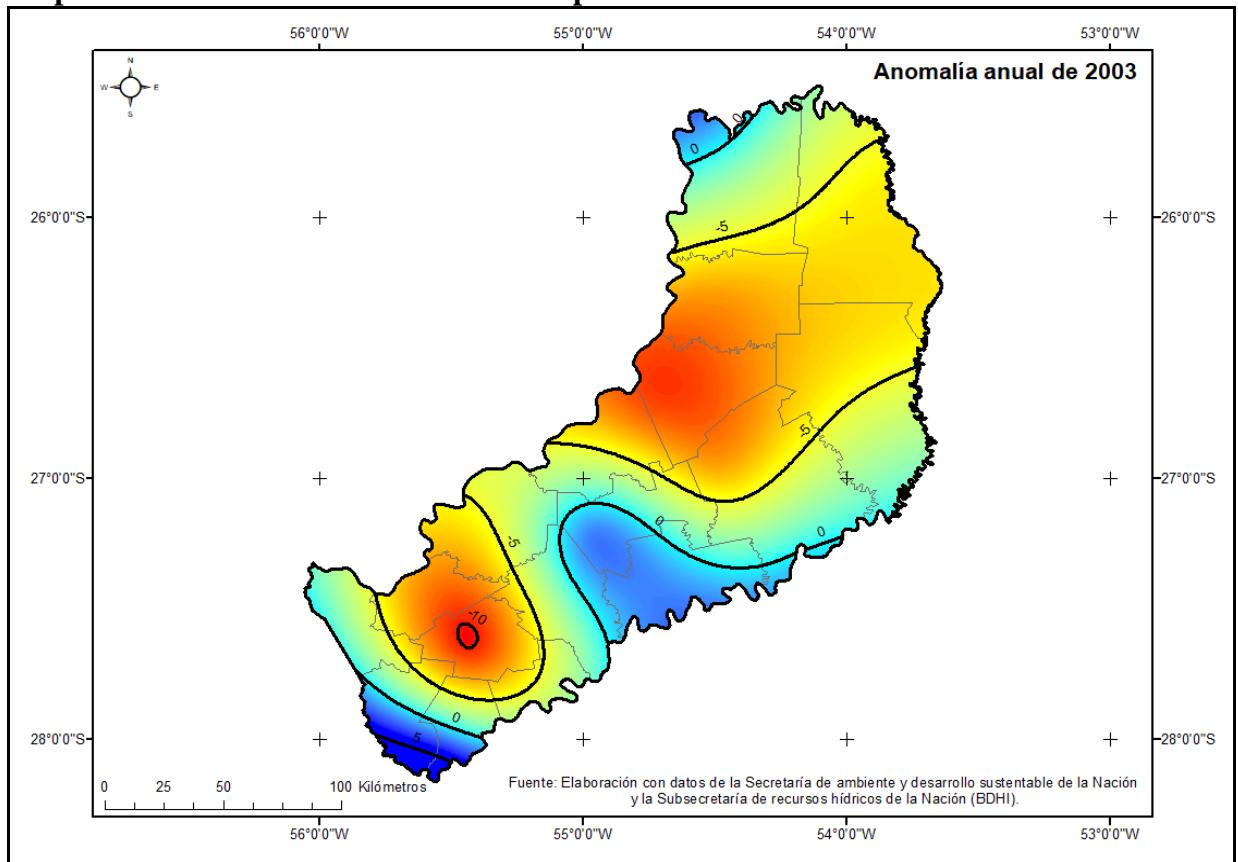
Mapa 113: Anomalía anual de 2001 en la provincia de Misiones



Mapa 114: Anomalía anual de 2006 en la provincia de Misiones



Mapa 115: Anomalía anual de 2003 en la provincia de Misiones



Como suele suceder, los valores anuales enmascaran las situaciones mensuales significativas y dado que nuestro interés se centra en las sequías aperiódicas de relevancia espacial, se han seleccionado para cada año seco meses representativos que dan cuenta del “inicio” y “finalización” de los eventos de sequía.

Las situaciones de marzo-abril (**Mapas 116 y 117**) y octubre-noviembre (**Mapas 118 y 119**) de 1999 muestran una situación bastante similar, en la primera secuencia se observó que en el mes de marzo toda la provincia se encontró afectada por un episodio seco cuyos valores se acentuaron hacia el noreste, oeste y sureste, mientras que en el mes siguiente, esta característica se vio interrumpida por el desarrollo de un núcleo de anomalías positivas hacia el noroeste, con valores pluviométricos que superaron un 50 % el promedio de la serie. No obstante, hacia el sureste las anomalías negativas se profundizaron. En la segunda secuencia, en el mes de octubre gran parte de la provincia registró anomalías negativas, sin embargo, hacia el oriente presentó anomalías del signo contrario. Durante el mes siguiente, noviembre, el episodio seco fue homogéneo en todo el territorio registrando valores negativos relativamente altos (la precipitación disminuyó en más de un 50 %).

En los meses de enero-febrero-marzo de 2004 (**Mapas 120 a 122**) se desarrolló en forma homogénea una secuencia seca consecutiva, cuyos valores de precipitación disminuyeron en más de un 75 % el promedio de la serie en gran parte del territorio, dando cuenta de la gravedad de la situación. Esta condición se interrumpió en el último mes en un pequeño sector del espacio, específicamente en los departamentos de Valle Hermoso y San Pedro en donde se produjo un leve incremento de la precipitación de hasta un 38 %.

En enero de 2005 (**Mapa 123**) el evento seco coexistió con valores positivos de anomalías que indicaron un incremento de la precipitación en el extremo noreste de la provincia. Este aspecto cambió en el mes siguiente (**Mapa 124**) cuando la sequía se generalizó en todo el territorio y los valores pluviométricos disminuyeron significativamente en más de un 80 %, hasta el punto de no registrarse precipitaciones en el extremo este. Asimismo, durante el mes de marzo de 2005 (**Mapa 125**) el fenómeno se vio interrumpido hacia los extremos sureste y noroeste por isoanómalias positivas.

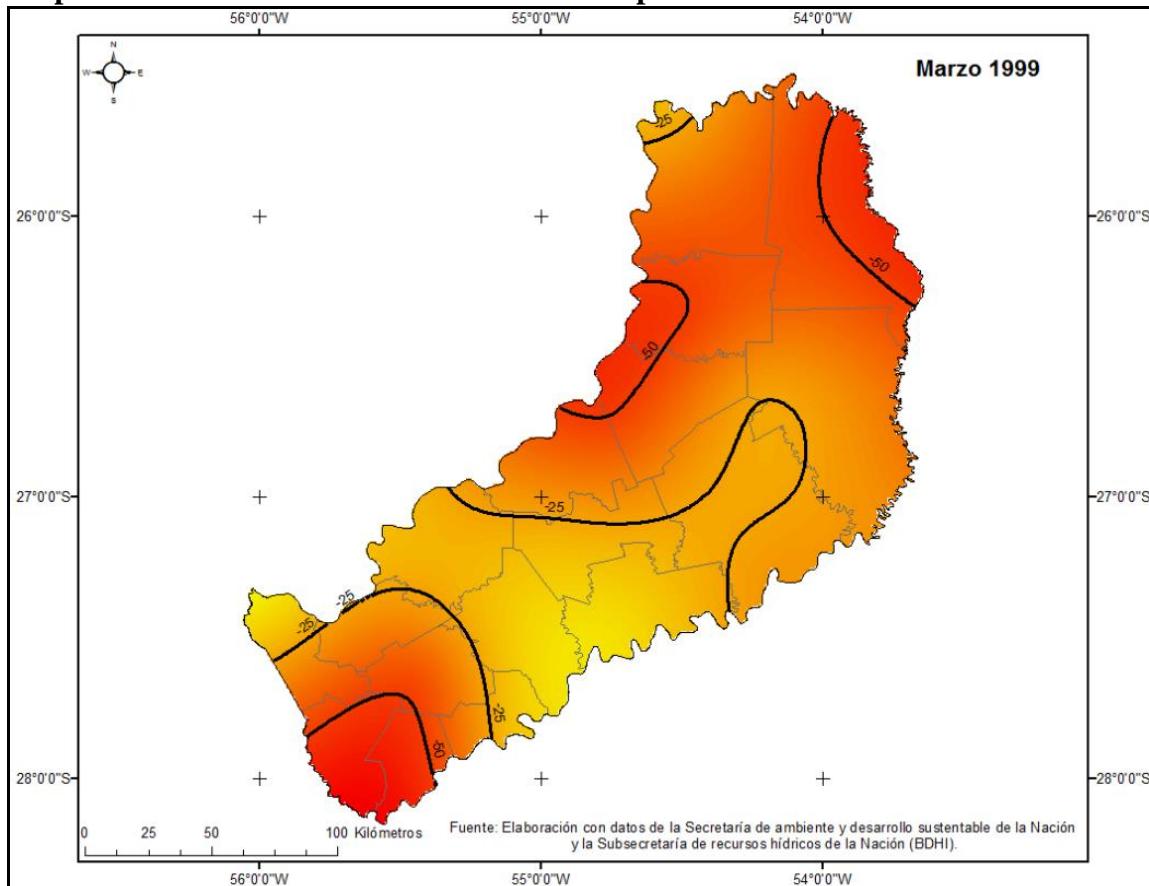
Las representaciones de los meses de enero-febrero de 2006 (**Mapas 126 y 127**) muestran una secuencia seca que se registró en gran parte de la provincia con una merma de las lluvias en más de un 50 %, no obstante, esta característica se interrumpió hacia el este y noroeste por un leve incremento de las precipitaciones.

Cabe señalar que, según la serie de datos trabajada, desde 1999 hasta 2006 se observó el inicio de un ciclo seco en el que el evento adquirió cierta persistencia que podría estar relacionados con la circulación general de los océanos y de la atmósfera.

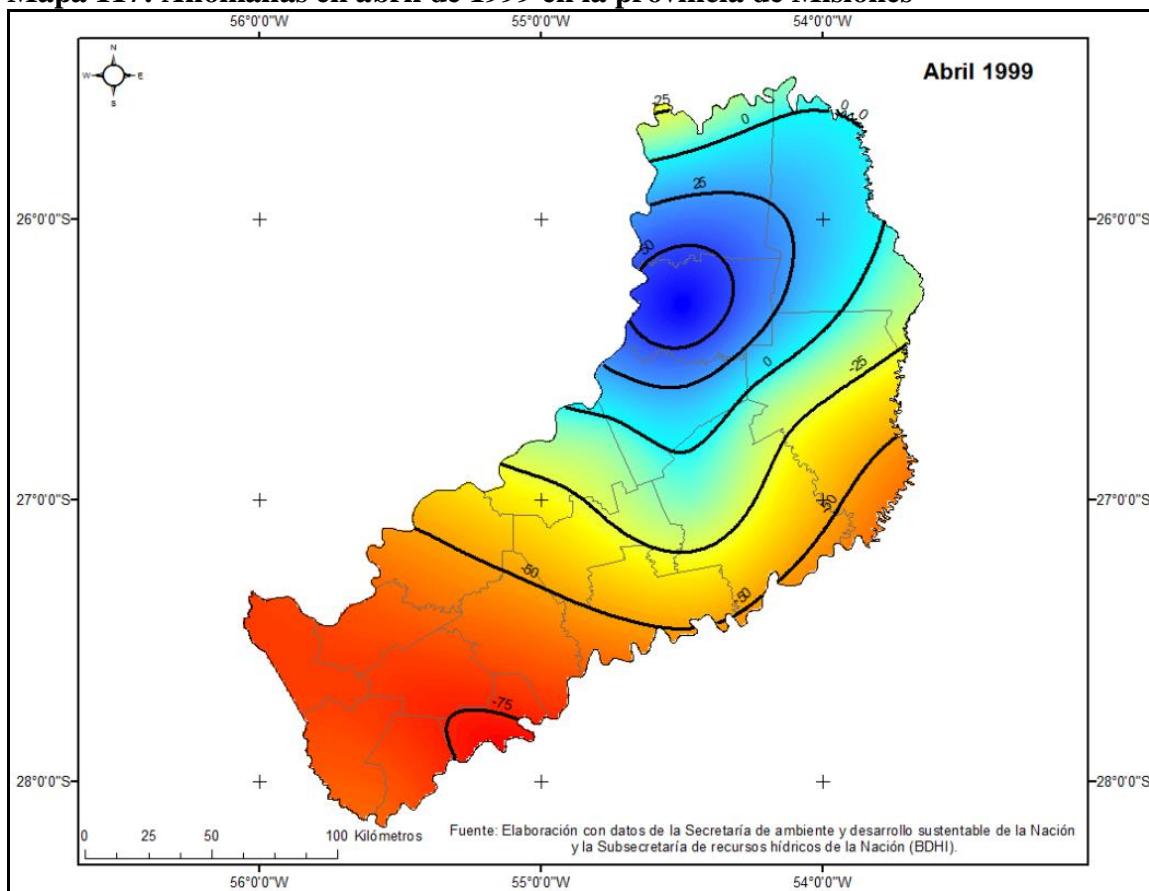
En este sentido, se observan años secos que se condicen temporalmente con el fenómeno que se desarrolló a nivel planetario denominado La Niña, que registró un episodio en 1988/89 y otro que comenzó a mediados de 1998 y se extendió hasta principios de 2001. Para el año 2004, según expertos, la situación era neutral para el fenómeno opuesto, El Niño, y dado los resultados obtenidos para este año (y según la serie de datos trabajada y la técnica utilizada) el evento seco fue determinante. Entre los meses de mayo de 2005 y septiembre de 2006 se desarrolló una anomalía negativa cuyo centro fue el noreste de la provincia de Corrientes y que se intensificó hacia el sur de Brasil y norte de Uruguay. En lo que respecta al año 2003, si bien no existe registro sobre el desarrollo de La Niña, se produjo una importante sequía en los países transatlántico que puede tener su correlato en nuestro espacio de estudio.

Por último, cabe decir que, si bien varios de los años donde se desarrollaron sequías severas en el territorio misionero estuvieron estrechamente relacionados con el evento planetario La Niña, otros en cambio no presentan coincidencias. Esto puede deberse a que, según Costa (1999), la NOAA (Administración Nacional de Océano y Atmósfera de Estados Unidos) y otros autores reconocidos en la investigación de la interacción de océano-atmósfera tipificaron menos eventos fríos La Niña, de los que realmente existieron. También cabe mencionar que la variabilidad de las condiciones atmosféricas a escala regional y local son responsables de los episodios secos, si bien estos no se presentan en forma homogénea en el espacio ni se manifiestan con tanta severidad.

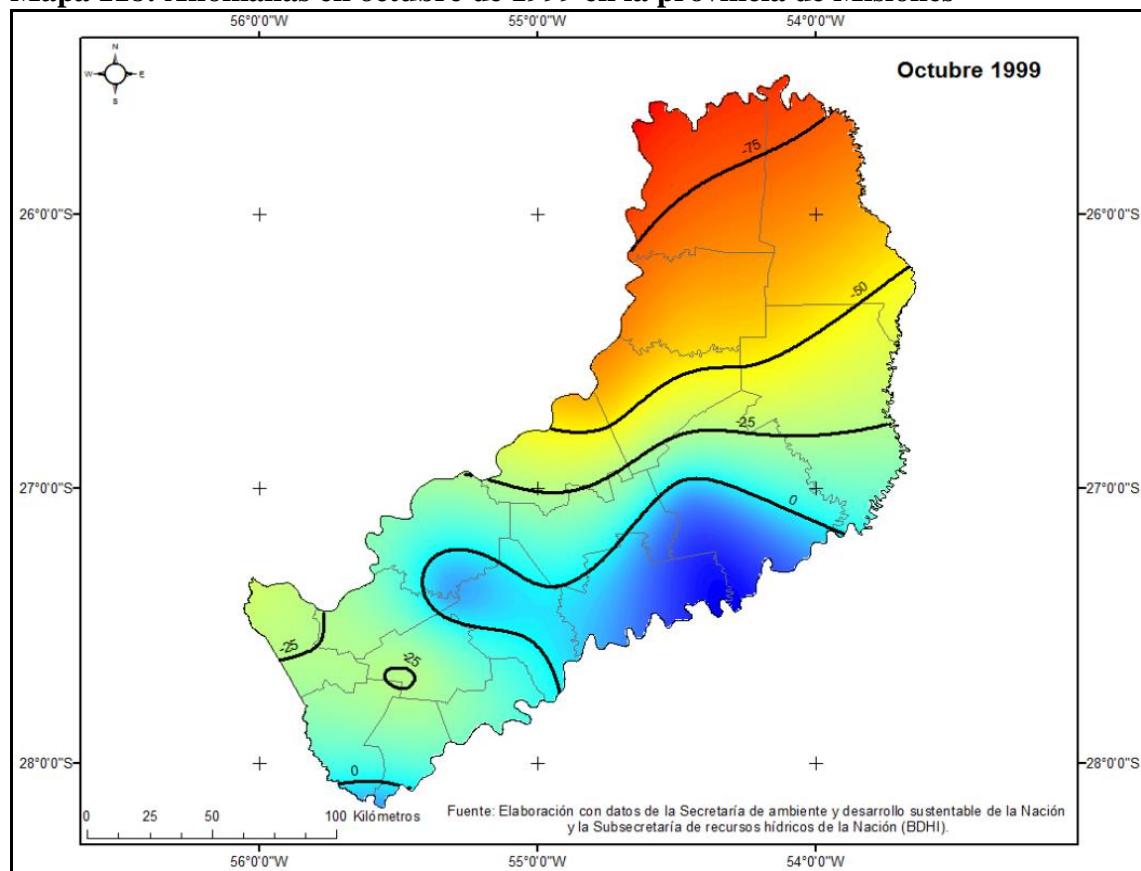
Mapa 116: Anomalías en marzo de 1999 en la provincia de Misiones



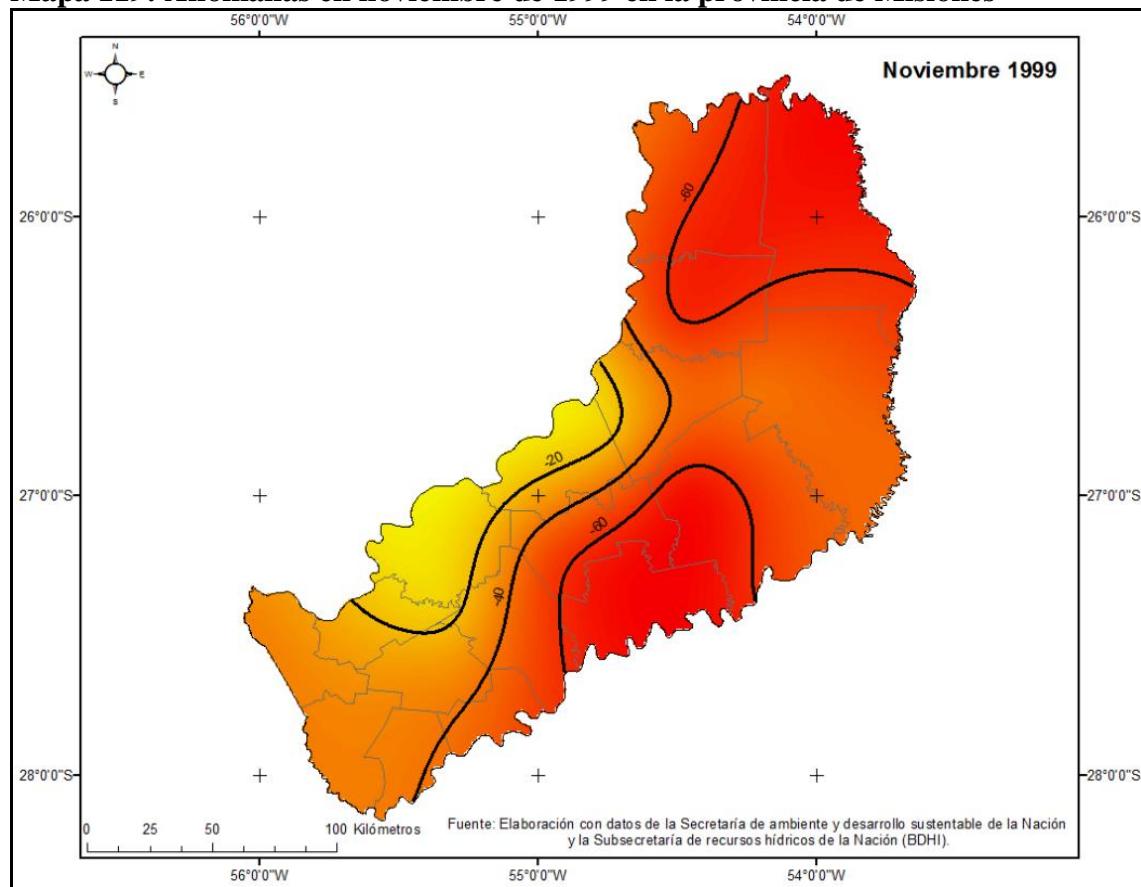
Mapa 117: Anomalías en abril de 1999 en la provincia de Misiones



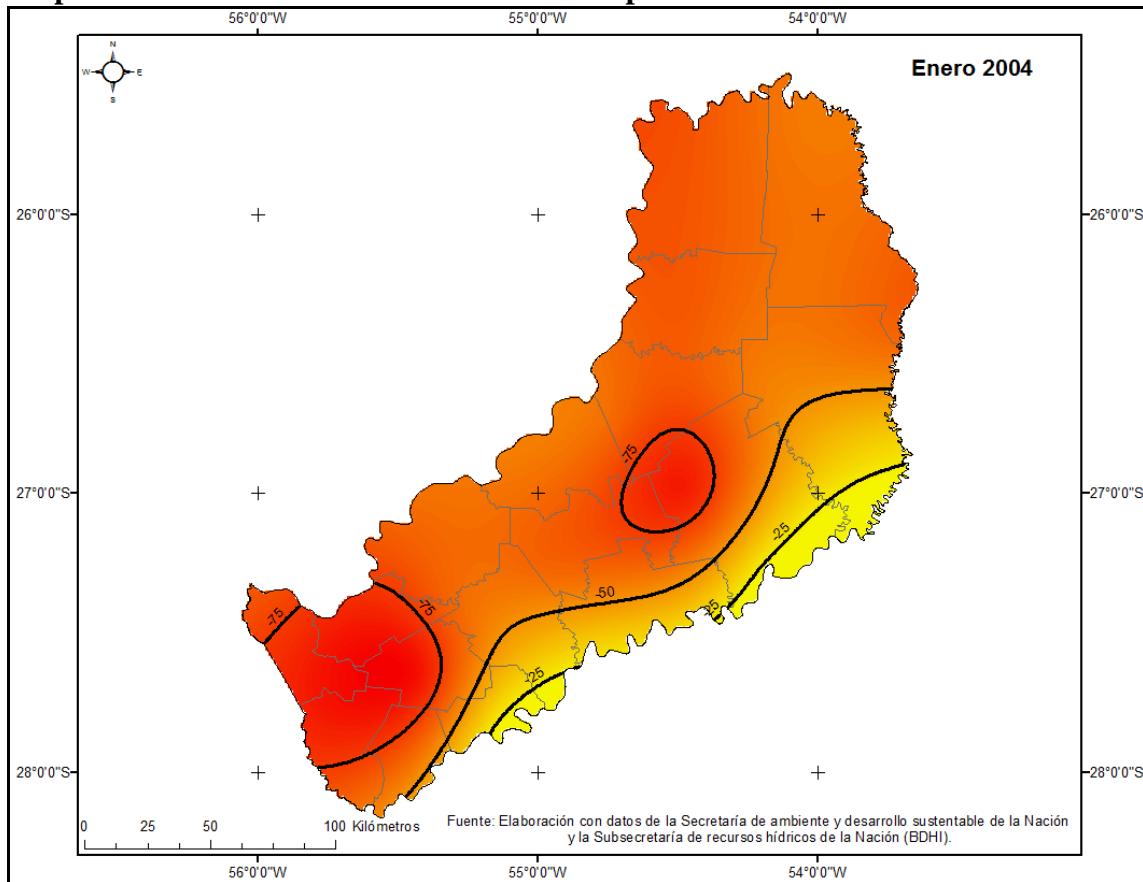
Mapa 118: Anomalías en octubre de 1999 en la provincia de Misiones



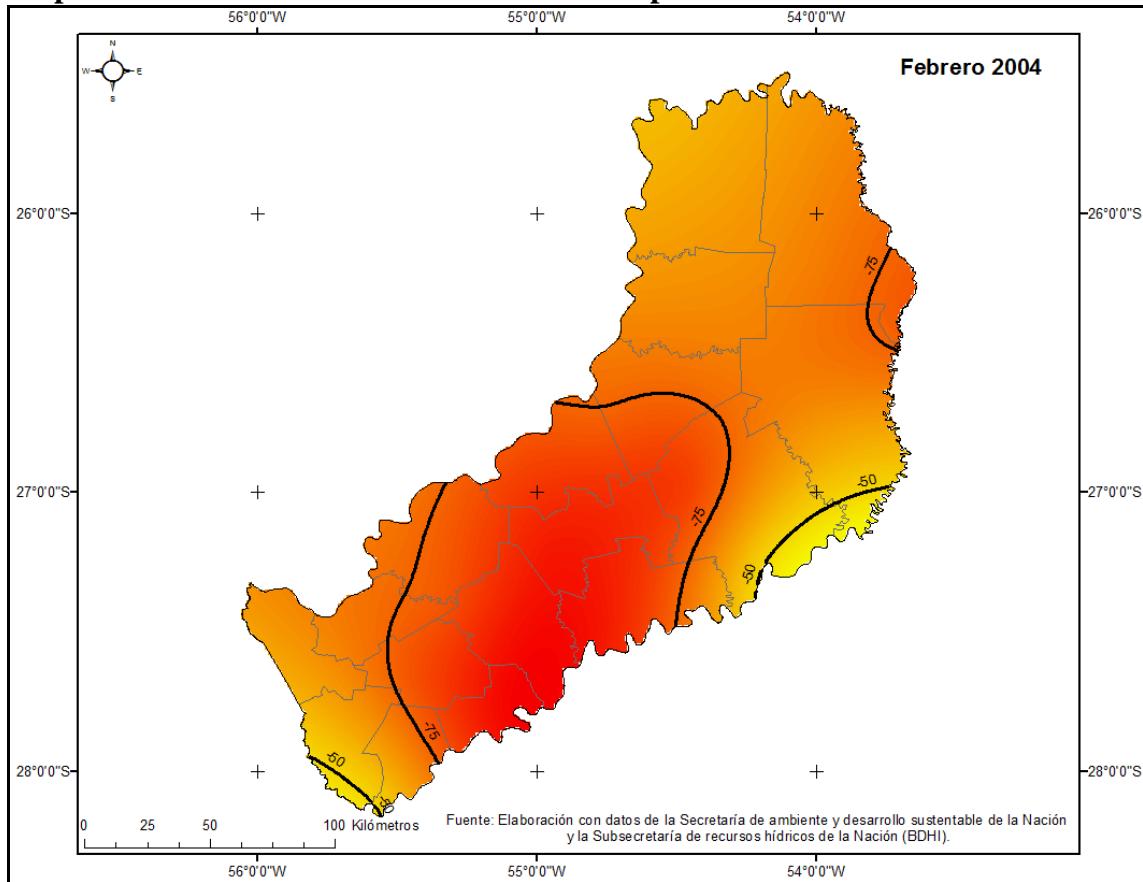
Mapa 119: Anomalías en noviembre de 1999 en la provincia de Misiones



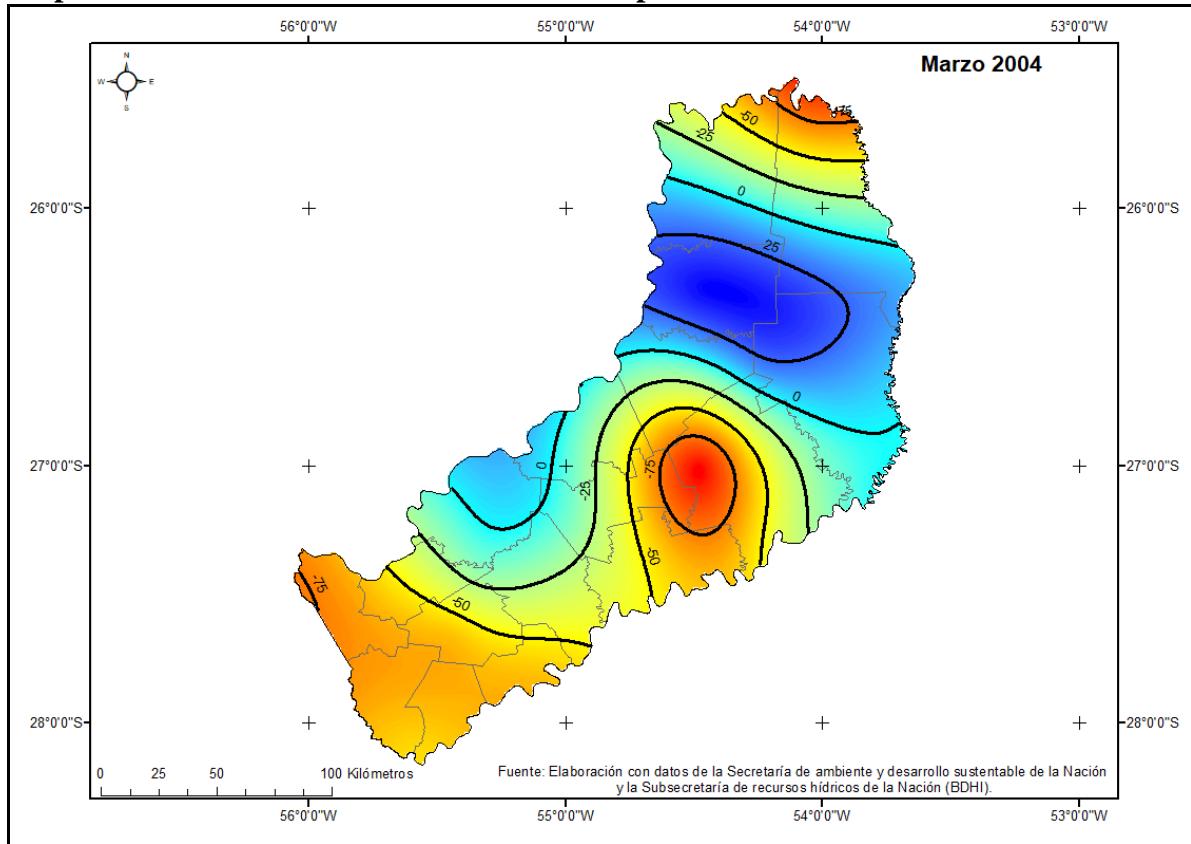
Mapa 120: Anomalías en enero de 2004 en la provincia de Misiones



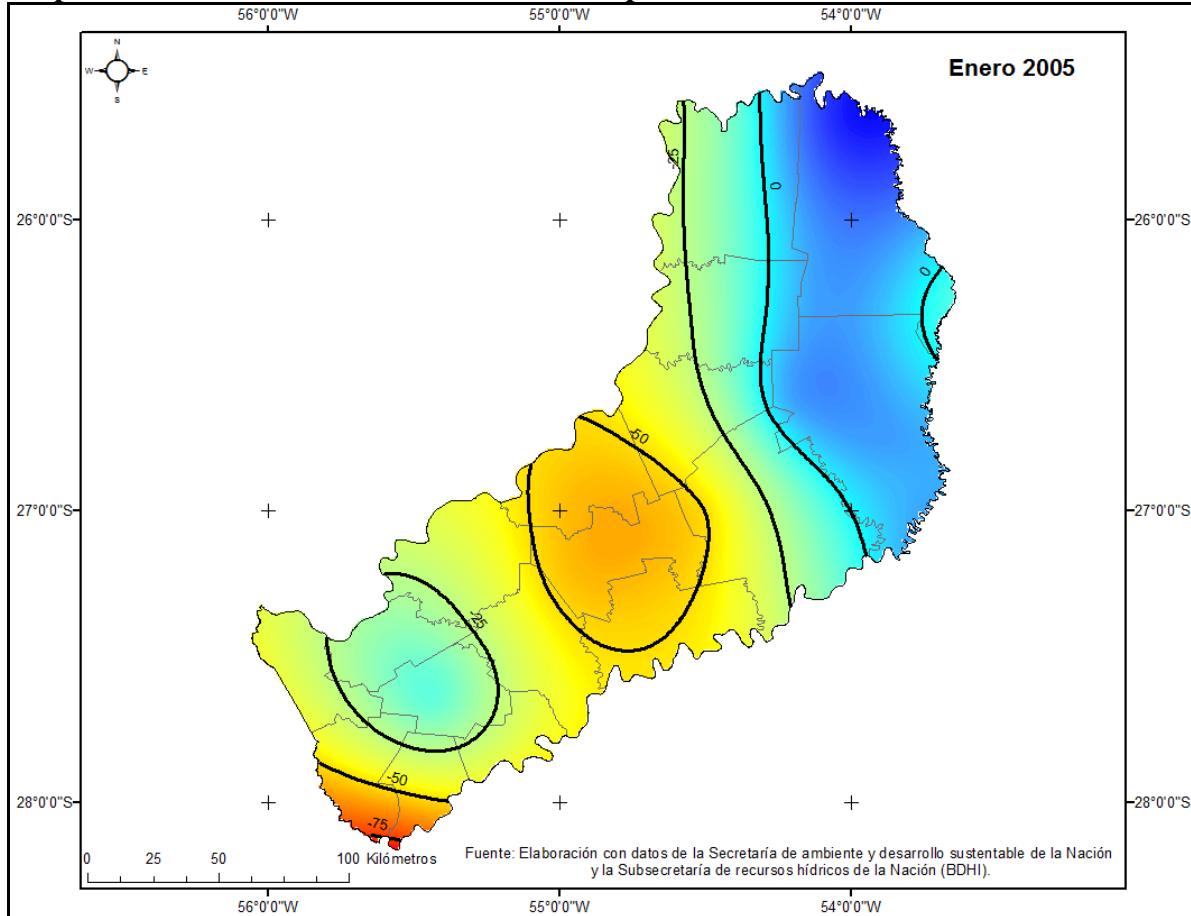
Mapa 121: Anomalías en febrero de 2004 en la provincia de Misiones



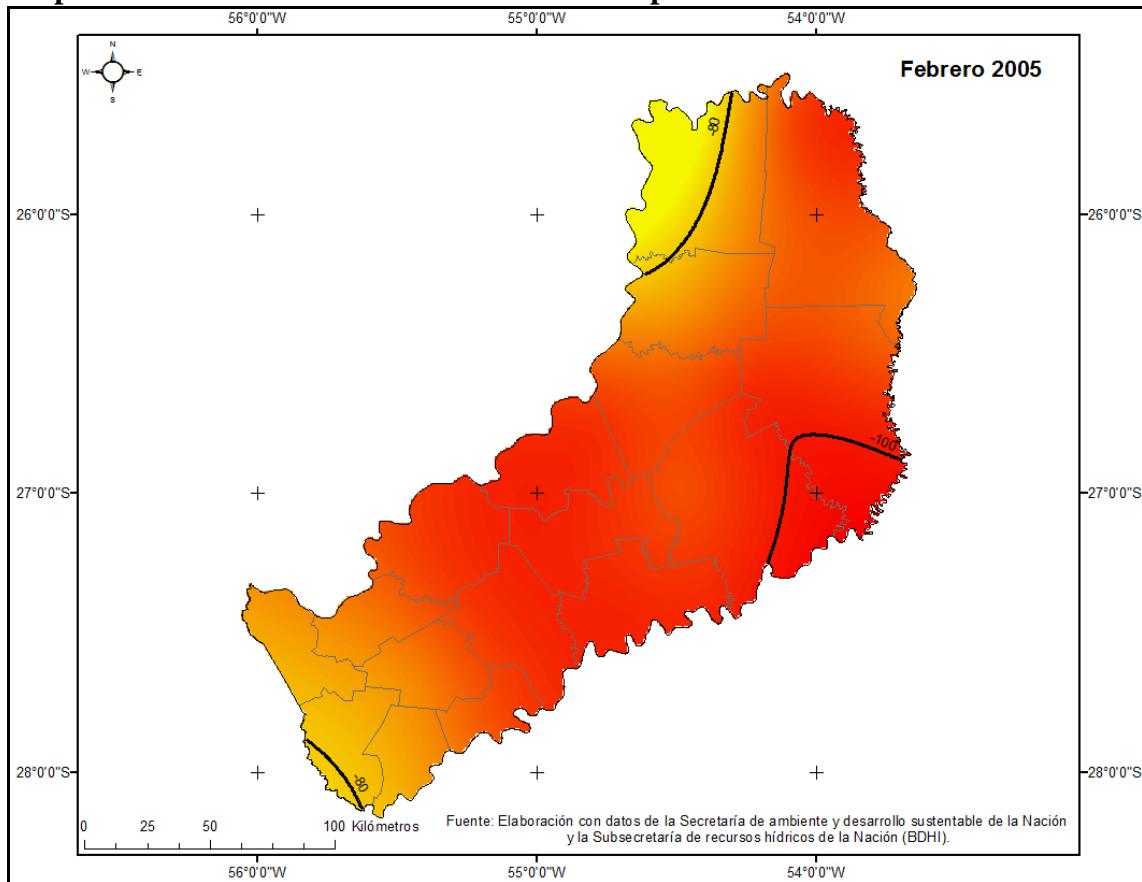
Mapa 122: Anomalías en marzo de 2004 en la provincia de Misiones



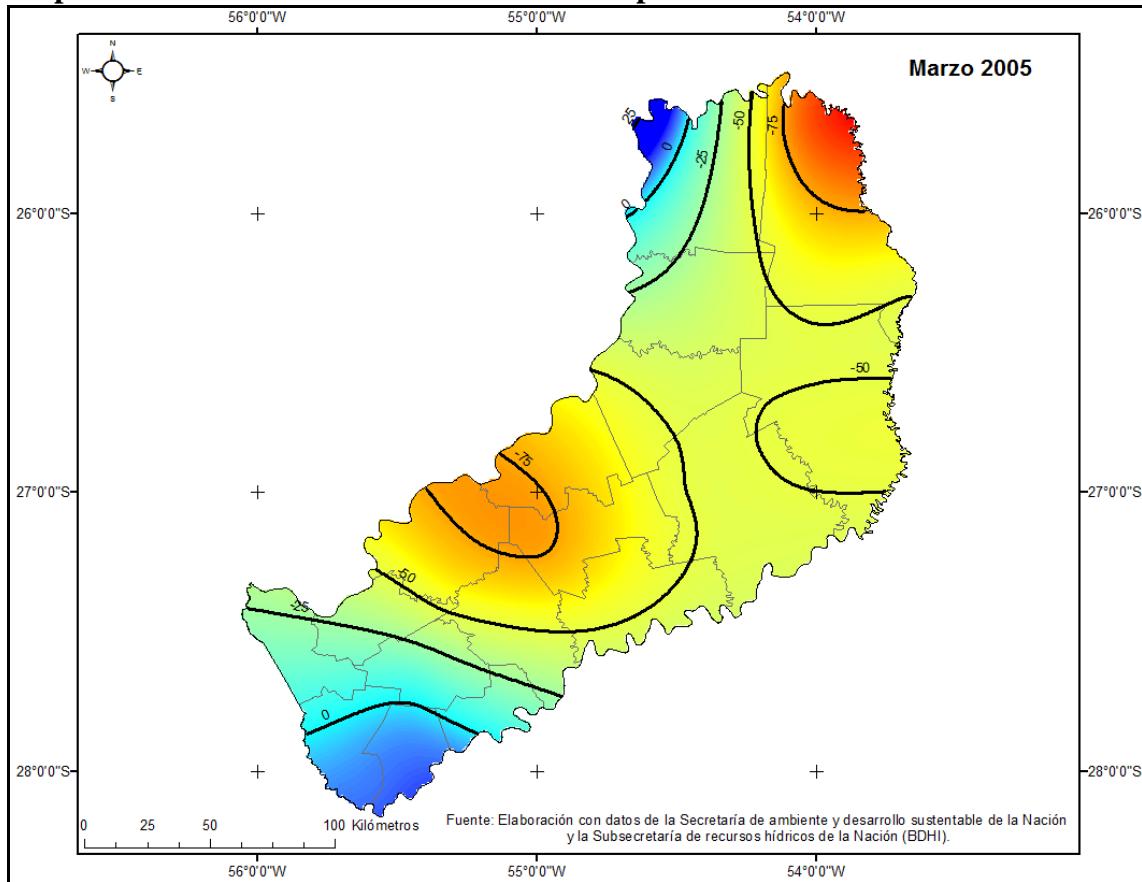
Mapa 123: Anomalías en enero de 2005 en la provincia de Misiones



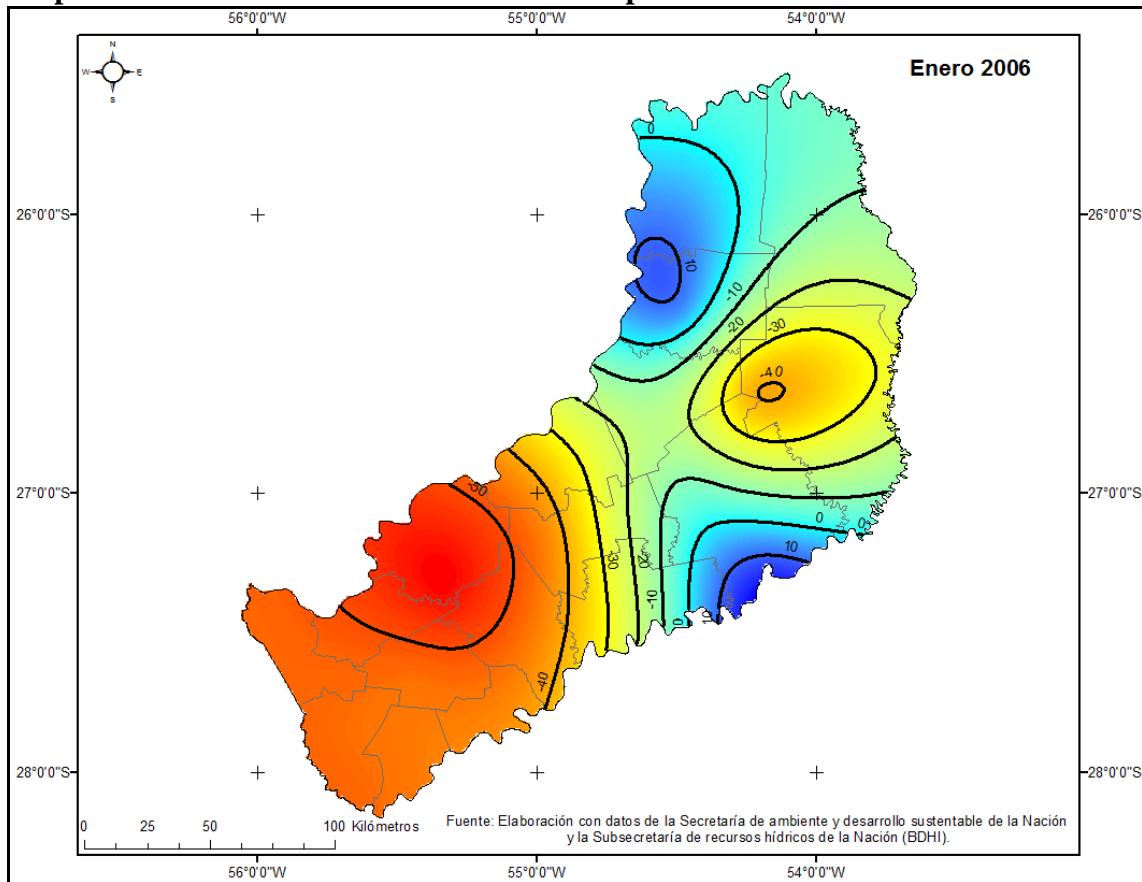
Mapa 124: Anomalías en febrero de 2005 en la provincia de Misiones



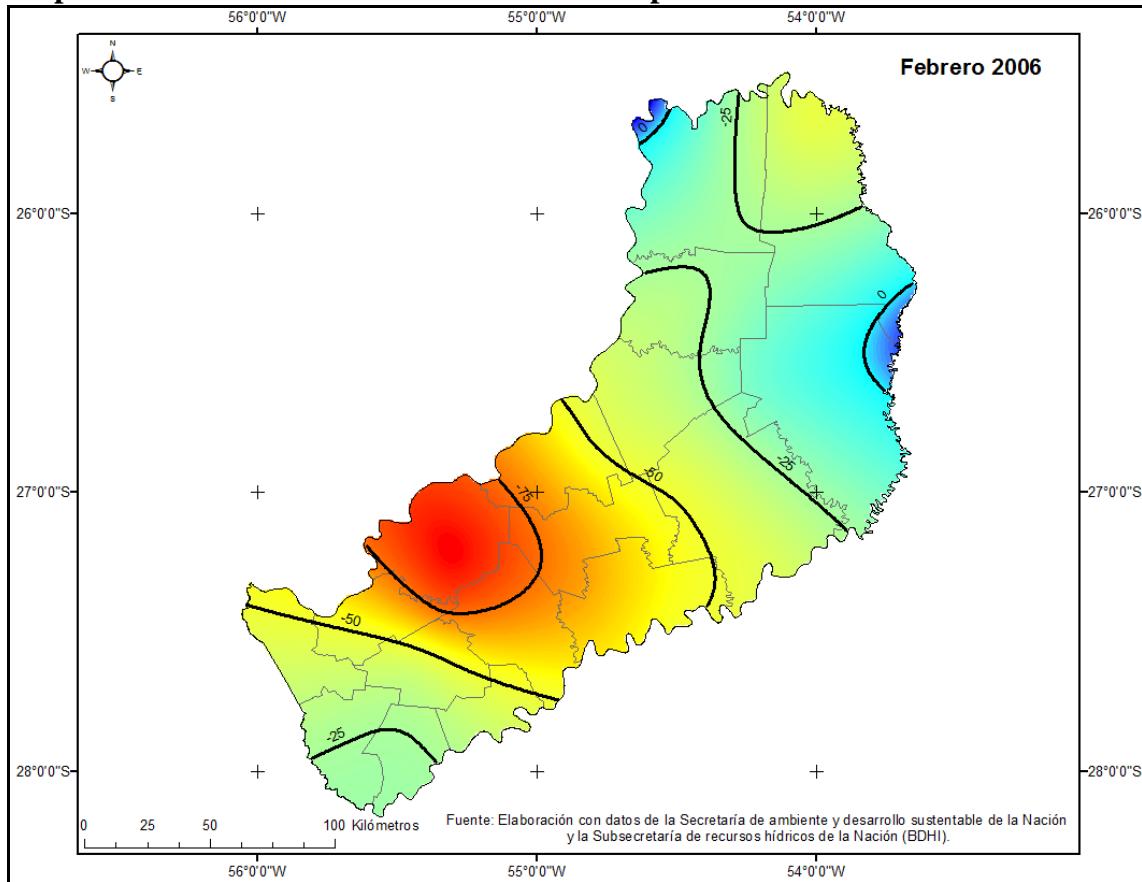
Mapa 125: Anomalías en marzo de 2005 en la provincia de Misiones



Mapa 126: Anomalías en enero de 2006 en la provincia de Misiones



Mapa 127: Anomalías en febrero de 2006 en la provincia de Misiones



5.5.2 Inundaciones

El término inundación, según menciona Medina (1999), involucra para su desarrollo no sólo factores atmosféricos vinculados a los excesos hídricos, sino aspectos geográficos (físicos) y, según Pardé (1954) también humanos, en lo que respecta al uso de la tierra. No obstante, “*el principal factor determinante de una inundación lo constituye un exceso hídrico en una región determinada. Estos excesos si son persistentes en el tiempo agravan la situación y tornan a veces inmanejables los escorrimientos superficiales, transformando esto en una situación de catástrofe, cuyos efectos perduran varios años después de ocurrido*” (Medina, 1999:477).

Para identificar aquellos años húmedos susceptibles de derivar en inundaciones pluviales se mantuvieron los mismos criterios preestablecidos anteriormente. Los resultados figuran en la **Tabla 33**:

Tabla 33: Años húmedos y % de estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos afectados en la provincia de Misiones.

Años Húmedos	% de Estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos afectados
1986	64
1987	64
1996	71
1997	86
1998	100

Fuente: Elaboración propia.

Cabe señalar que el año 2002 no cumple con los criterios antes mencionados, sin embargo, presentó anomalías positivas relativamente superiores a las calculadas en los otros años húmedos detectados y se desarrolló en todo el territorio estudiado, de allí la importancia de mencionarlo. En este sentido también se deben destacar los años 1990 y 1994 en los que el evento húmedo ocupó el 86 % y 93 % de la superficie provincial, respectivamente.

Resulta interesante establecer comparaciones entre los años secos y húmedos identificados, los primeros evidencian mayor cobertura espacial y se presentan con mayor frecuencia, mientras que los segundos, ocupan una superficie relativamente menor y son menos frecuentes. En este sentido, y tal como lo señala Medina (1999:477) parafraseando a Vargas (1987) que “*mientras las sequías involucran a extensas*

regiones en forma simultánea ocasionando las mayores pérdidas sobre el sector agropecuario y energético, las inundaciones son más significativas en términos regionales de menor escala espacial-temporal y pérdidas humanas”.

También se debe decir que, algunos de los años húmedos de gran cobertura espacial detectados coinciden con los episodios del evento El Niño, como por ejemplo: los años 1986/87, dos períodos sucesivos entre 1991 a 1995 y la dupla 1997/98. Para los casos de los años 1990, 1994, 1996 y 2002, Costa (1999) sugiere que probablemente los organismos que realizan el seguimiento de los eventos de El Niño no han contabilizado todos los sucesos. Asimismo, resulta interesante señalar que para Minetti y Acuña (1997) en los años 1995/1996 se desarrolló un evento de La Niña que afectó a nuestro país pero que sin embargo sus efectos no se observaron en esta provincia, dado los resultados obtenidos.

Las páginas siguientes contienen las representaciones de los años y meses considerados húmedos.

En 1998 (**Mapa 128**) se observa que todo el territorio misionero desarrolló anomalías positivas cuyos valores se incrementaron desde el sur hacia el norte desde un 25 % hasta más de un 40%.

En 1997 (**Mapa 129**) y 1996 (**Mapa 130**) se evidencian ciertas similitudes. En ambas coexistieron simultáneamente anomalías positivas y negativas, estas últimas hacia el sureste y en el departamento de El Dorado. Las anomalías positivas apenas superaron un 25 % el promedio de la serie en 1996, mientras que al año siguiente se observó un incremento que superó un 50 % hacia el este, específicamente sobre los departamentos de San Pedro y Guaraní.

En el año 1986 (**Mapa 131**) el desarrollo de anomalías positivas fue generalizado en todo el territorio provincial, cuyos valores se incrementaron de norte a sur, desde un 5 % en El Alcazar hasta más de un 50 % en el sureste provincial. Cabe señalar que los resultados obtenidos son relativos dado que puestos pluviométricos como Campo Grande, San Vicente, San Pedro y Bernardo de Irigoyen no registraron datos pluviométricos para este año.

El año 1987 evidencia el desarrollo del evento húmedo en simultaneidad con el fenómeno opuesto y apenas supera el 25 % del promedio de la serie de estudio (1985/2006). Se encuentra en Anexo Cartográfico para su consulta (pág. 321).

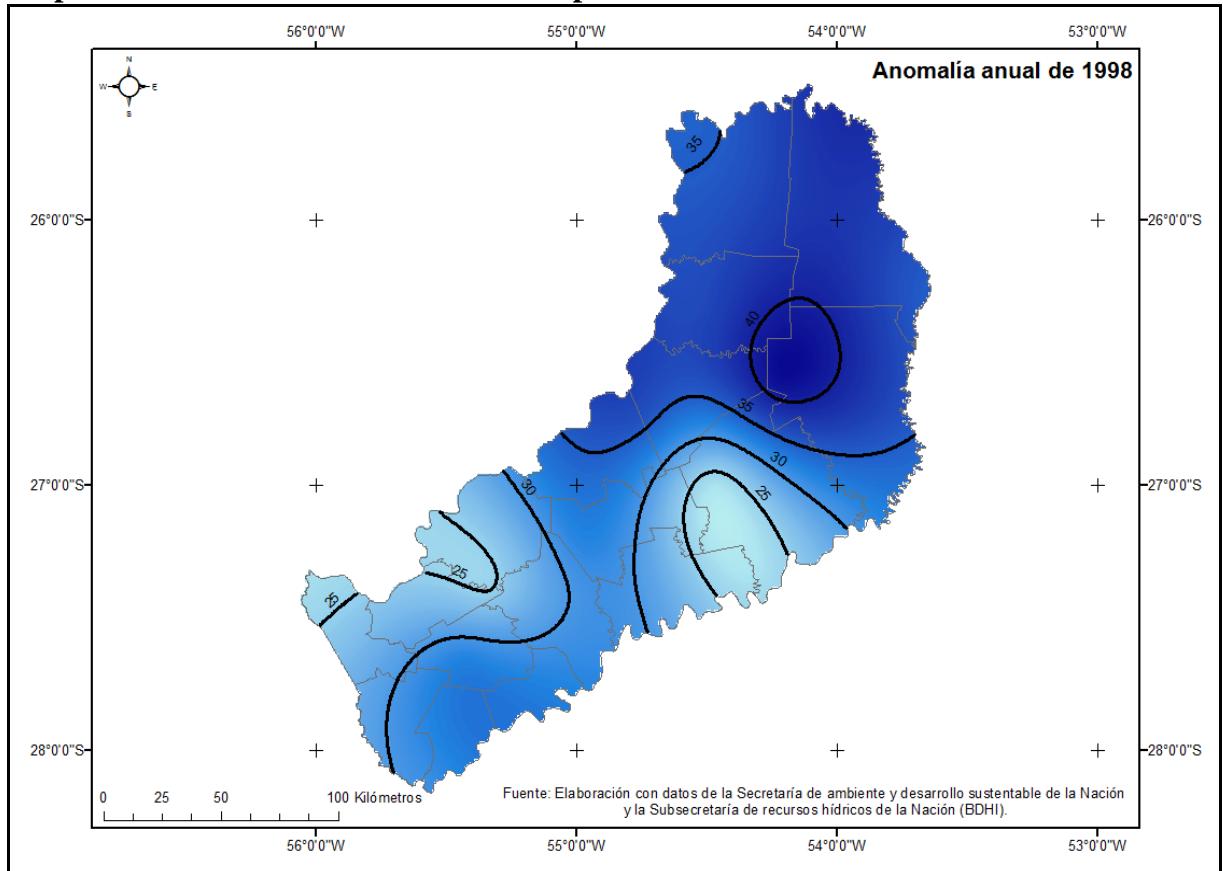
Como sucede con los eventos de sequía analizados anteriormente, en el estudio de los años húmedos susceptibles de generar inundaciones, es importante realizar un análisis mensual para describir y explicar su comportamiento espacial y temporal. Con respecto a esto último se pone especial atención a los eventos que se producen durante los meses estivales o de transición, dado que un incremento significativo de las precipitaciones de por sí abundantes, pueden generar serios inconvenientes a la población.

En el mes de marzo de 1986 (**Mapa 132**) las anomalías positivas se distribuyeron en todo el territorio de manera homogénea, con valores que superaron el 75 % del promedio de la serie, localizándose en el centro y sudoeste a partir del cual comenzaron a disminuir hacia el este y norte. El mes de abril del mismo año (**Mapa 133**) mantuvo en gran parte del espacio el desarrollo de isoanómalas positivas, pero con valores que excedieron el 100 % en el centro del territorio, manifestándose hacia el norte anomalías del signo contrario que indicaron una disminución de la precipitación con respecto al promedio de la serie en un 25 %.

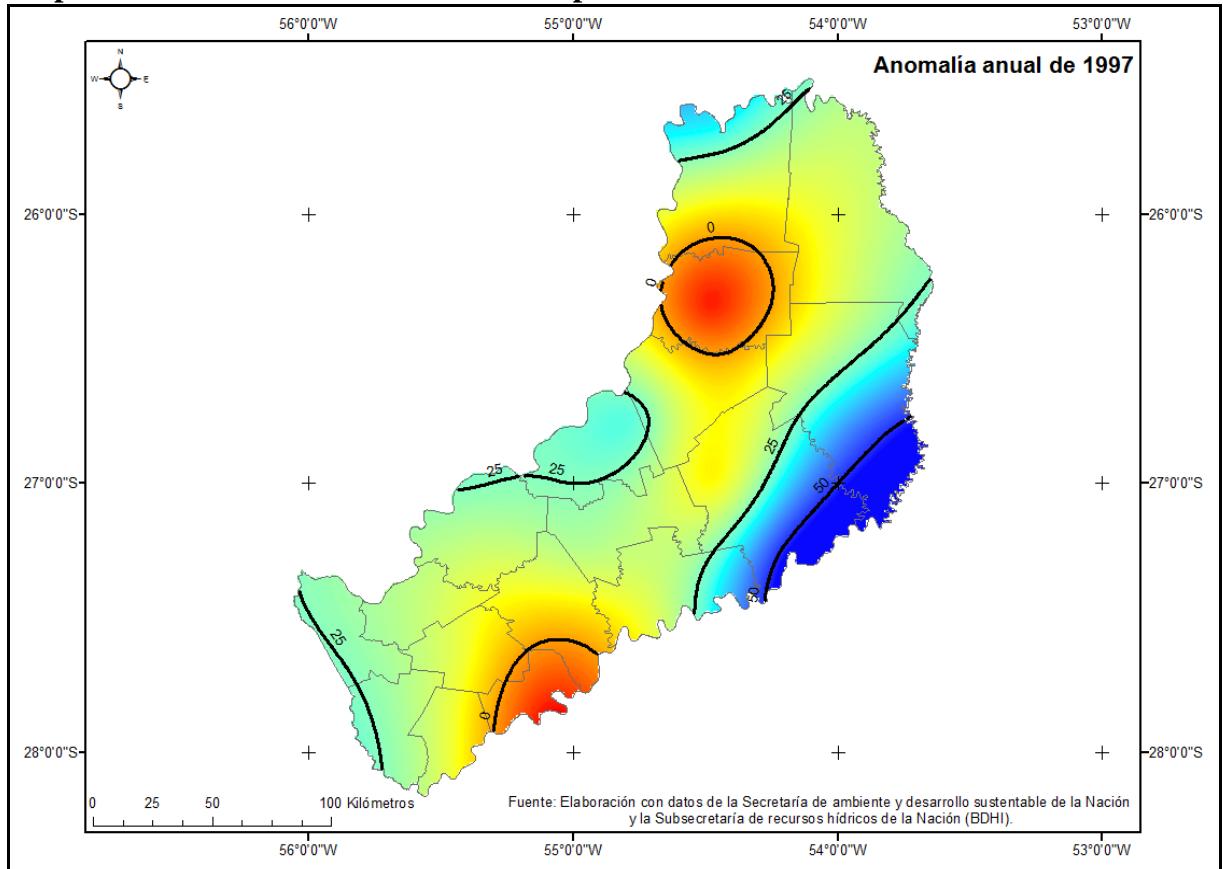
En el mes de enero de 1994 (**Mapa 134**) se observó, también, la coexistencia de anomalías positivas y negativas, las primeras se circunscribieron en el sur oeste con valores de precipitación que superaron el 50 % el promedio de la serie y en el extremo noreste donde excedieron el 25 %, mientras que las segundas se desarrollaron en el noroeste y hacia el extremo este. En el mes siguiente (**Mapa 135**) se advirtió que el núcleo de anomalías positivas avanzó hacia el norte y hacia el este extendiéndose por todo el territorio con valores positivos desde 25 % hasta un 175 %.

La situación de octubre de 1994 (**Mapa 136**) muestra una situación similar a lo descripto anteriormente, en esta se observó la coexistencia de valores positivos y negativos, superiores en un 25 % al promedio de la serie e inferiores en un 25 % del mismo valor, respectivamente. Este comportamiento cambió radicalmente en el mes de noviembre (**Mapa 137**), donde las anomalías positivas adquirieron relevancia espacial registrando valores que superaron el 175 % en el extremo noroeste. No obstante, aún se encontraban presentes isoanómalas negativas en el extremo sureste de la provincia que indicaron una disminución de la precipitación en un 25 % respecto del promedio.

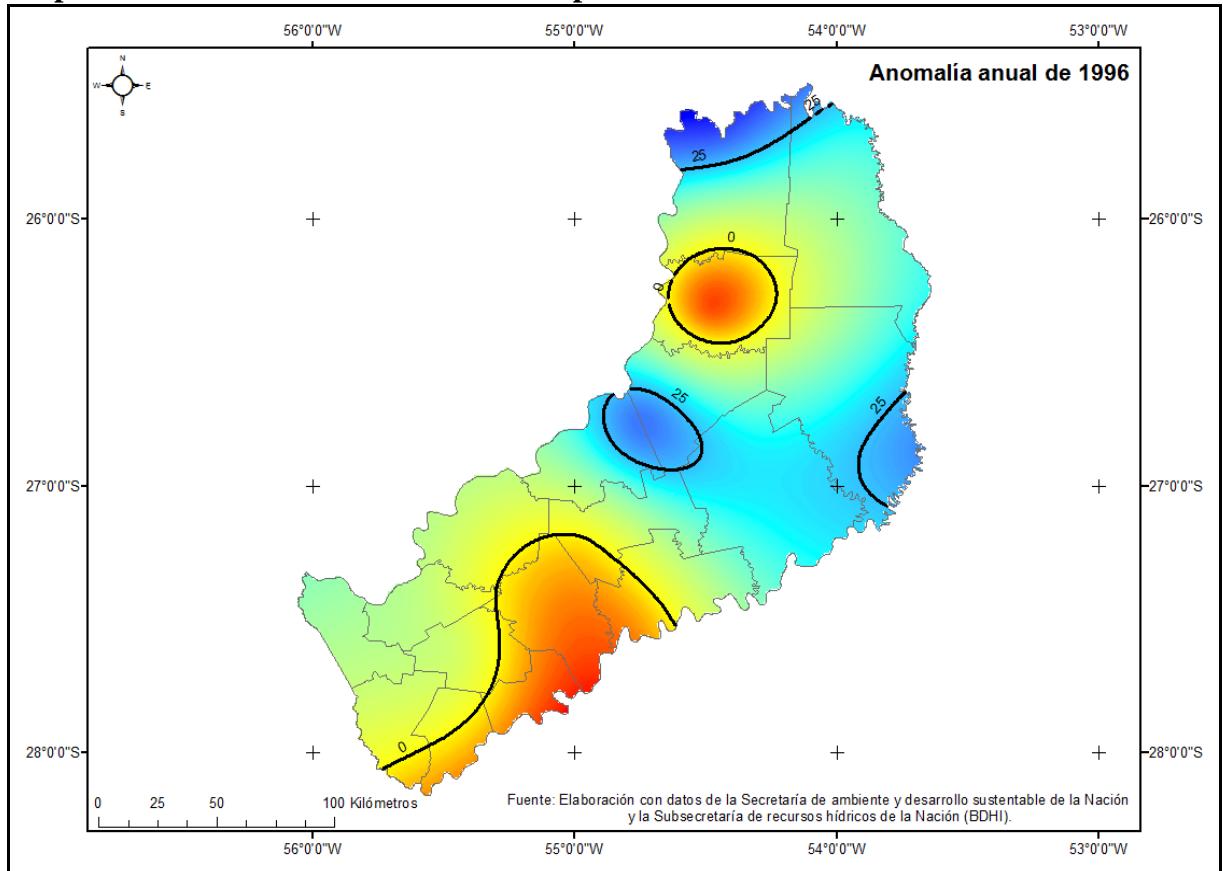
Mapa 128: Anomalía anual de 1998 en la provincia de Misiones



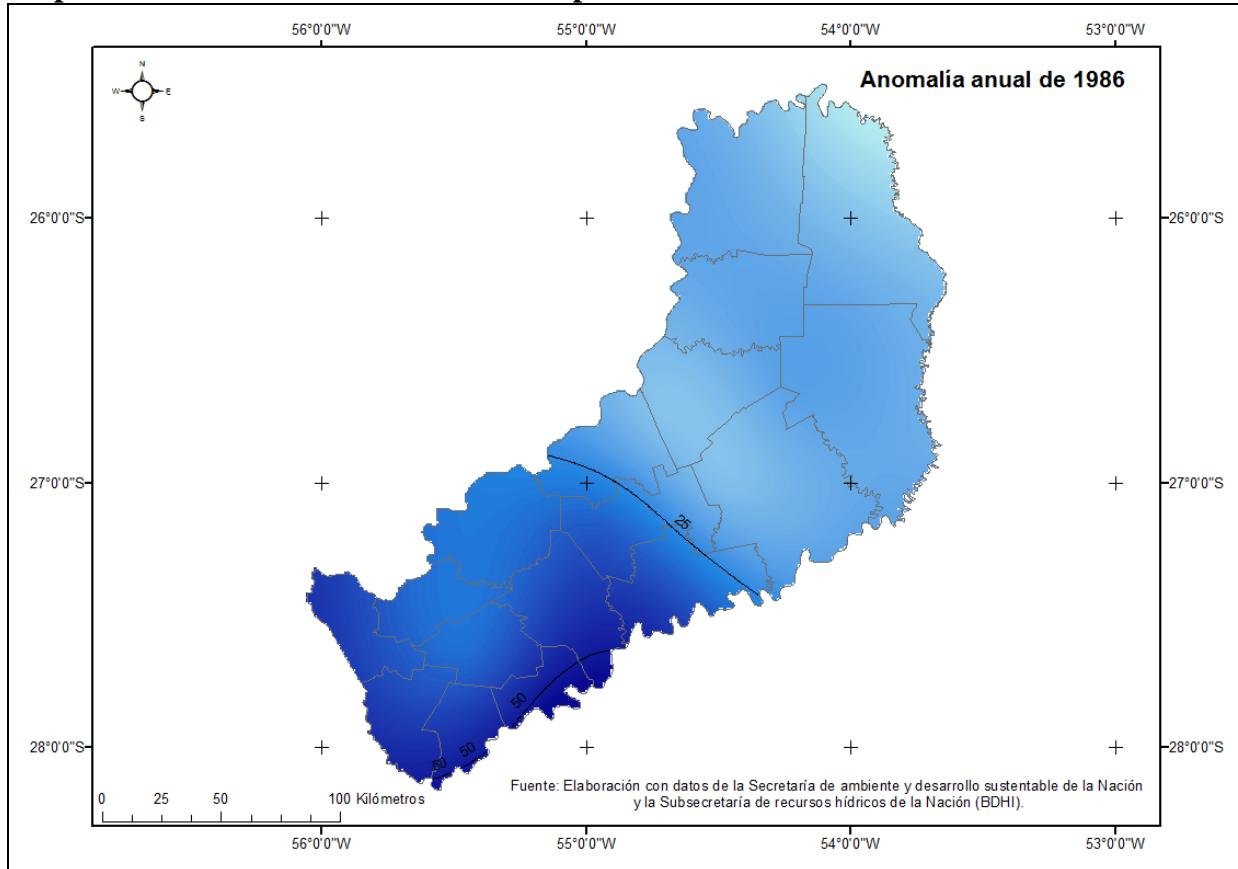
Mapa 129: Anomalía anual de 1997 en la provincia de Misiones



Mapa 130: Anomalía anual de 1996 en la provincia de Misiones



Mapa 131: Anomalía anual de 1986 en la provincia de Misiones



En el mes de octubre de 1997 (**Mapa 138**) se observó que las anomalías positivas tienen mayor cobertura espacial exceptuando el sector norte de la provincia. Si se compara esta situación con su homólogo del año 1994 se pueden advertir ciertas diferencias, en primer lugar, la homogeneidad con que se distribuyeron las anomalías positivas en gran parte del territorio con excepción del sector norte y, en segundo, los valores son relativamente superiores al 100% hacia el este, centro y sur provincial. El mes de noviembre (**Mapa 139**) evidenció también una cobertura areal homogénea con valores que excedieron el 100 % hacia el este y oeste provincial.

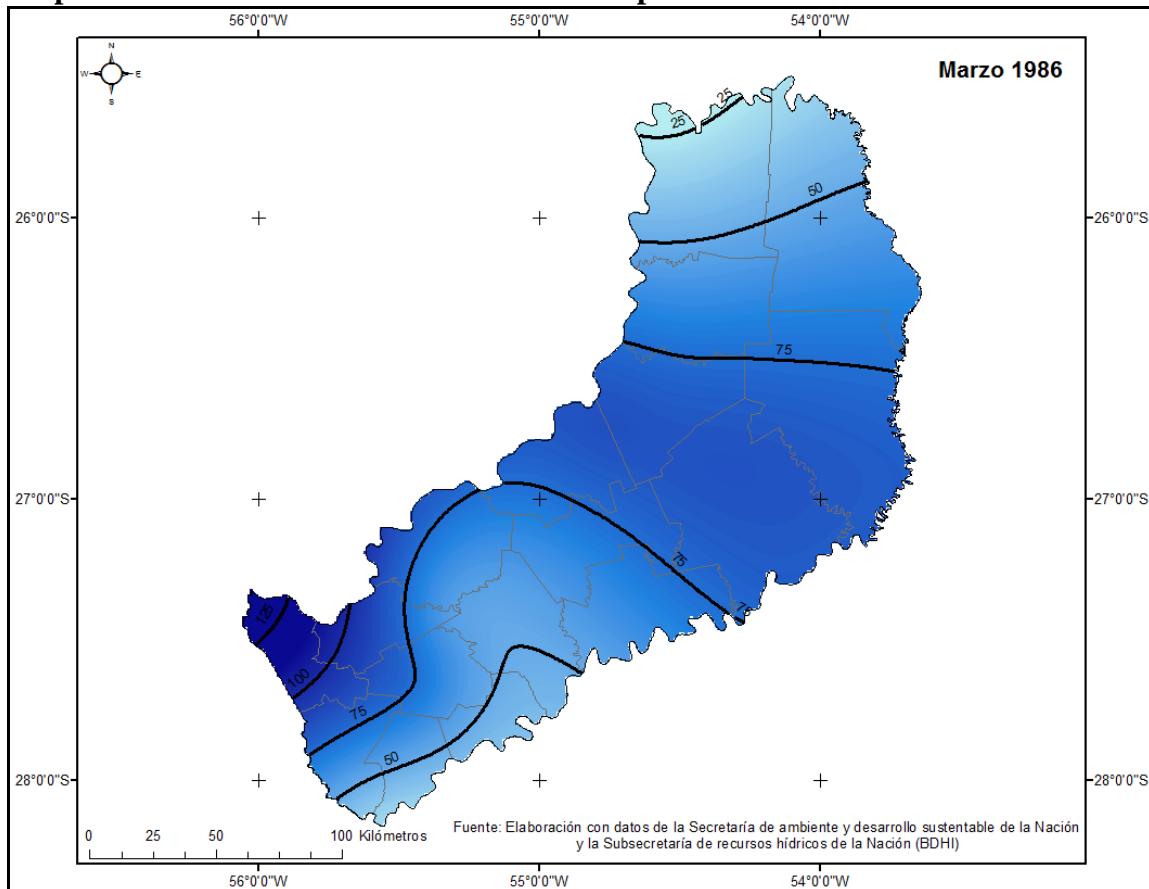
La secuencia de febrero, marzo y abril de 1998 (**Mapas 140 a 142**) puso en evidencia la distribución homogénea de las anomalías positivas en todo el territorio, así como también la persistencia del fenómeno con valores de precipitación que superaron el 100 % el promedio de la serie, las cuales adoptaron distintas localizaciones en el territorio durante la secuencia húmeda.

En síntesis, se podría afirmar que, según la serie de datos trabajados, desde 1985 hasta 1998 se desarrollaría en el territorio misionero un ciclo húmedo, característica que se opone a lo señalado por Minetti y Acuña (1997) quienes sostienen que a partir de 1985 comenzaría otro ciclo seco (estos autores estiman que desde la sequía de 1988/89 a la fecha de su estudio, 1997, se manifiesta una progresiva tendencia al decrecimiento de las precipitaciones en varias regiones del país incluida el NEA). Sin embargo, se debe señalar que los eventos húmedos que se producen durante este ciclo son menos persistentes y homogéneos en el espacio, pues con frecuencia son interrumpidos por años secos.

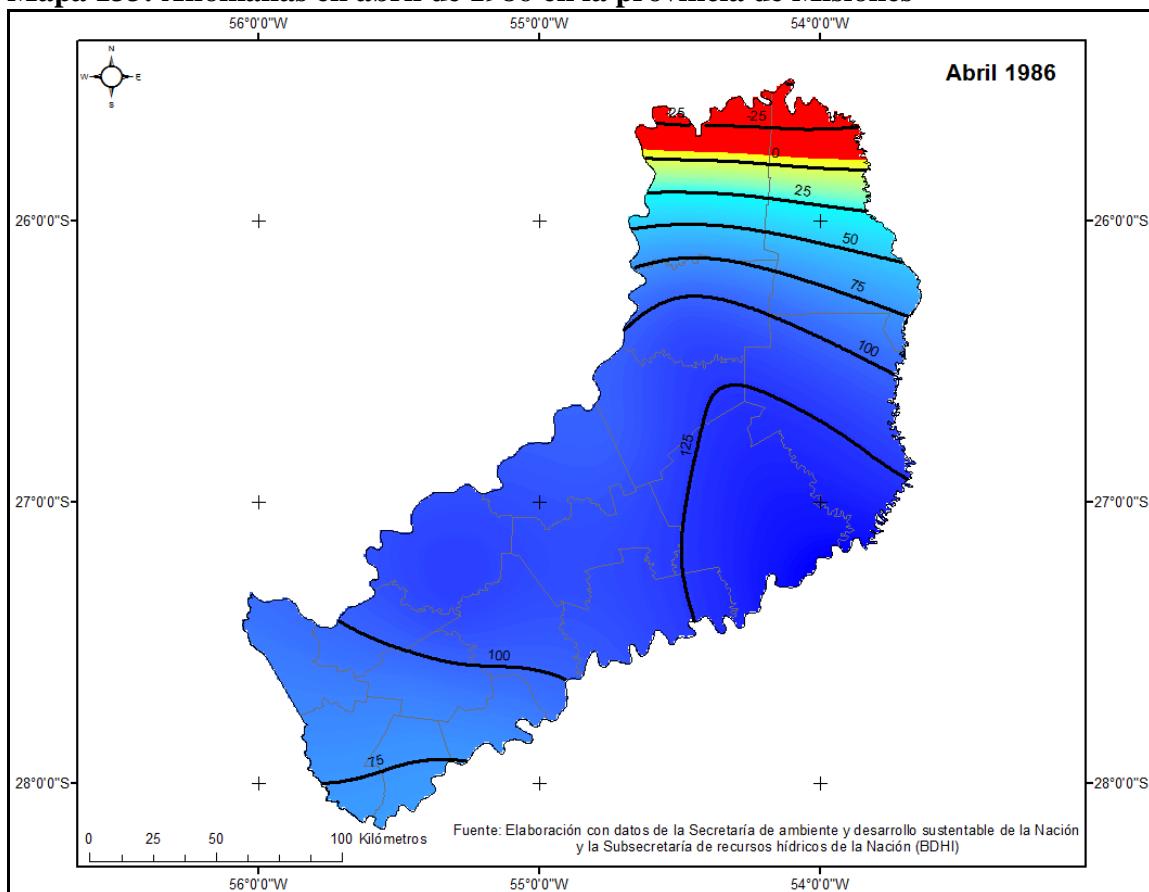
El análisis mensual de los eventos húmedos pone de relieve que los meses con mayor coincidencia espacial del fenómeno son febrero y abril, mientras que el resto evidencia un comportamiento más variable.

Por último, cabe resaltar que otras situaciones anómalas de la provincia pueden consultarse en el Anexo cartográfico (pág. 321)

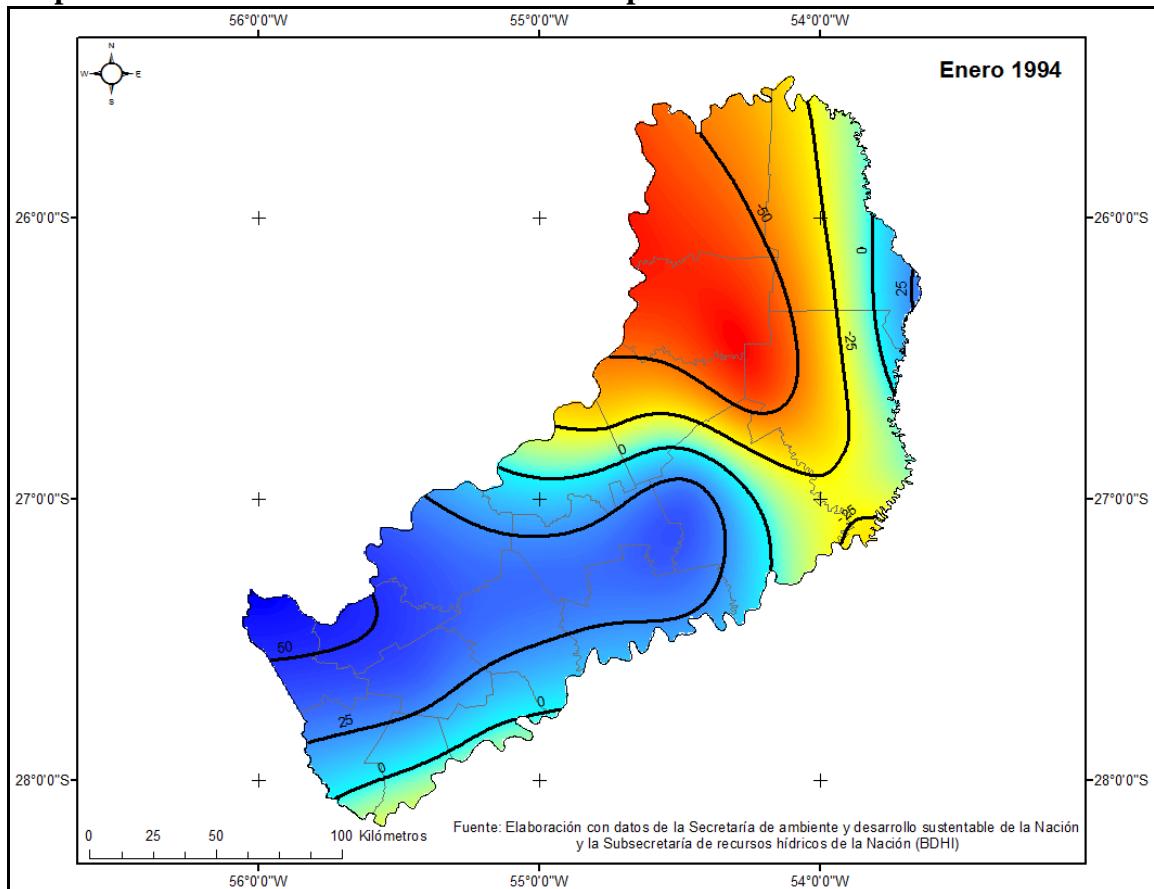
Mapa 132: Anomalías en marzo de 1986 en la provincia de Misiones



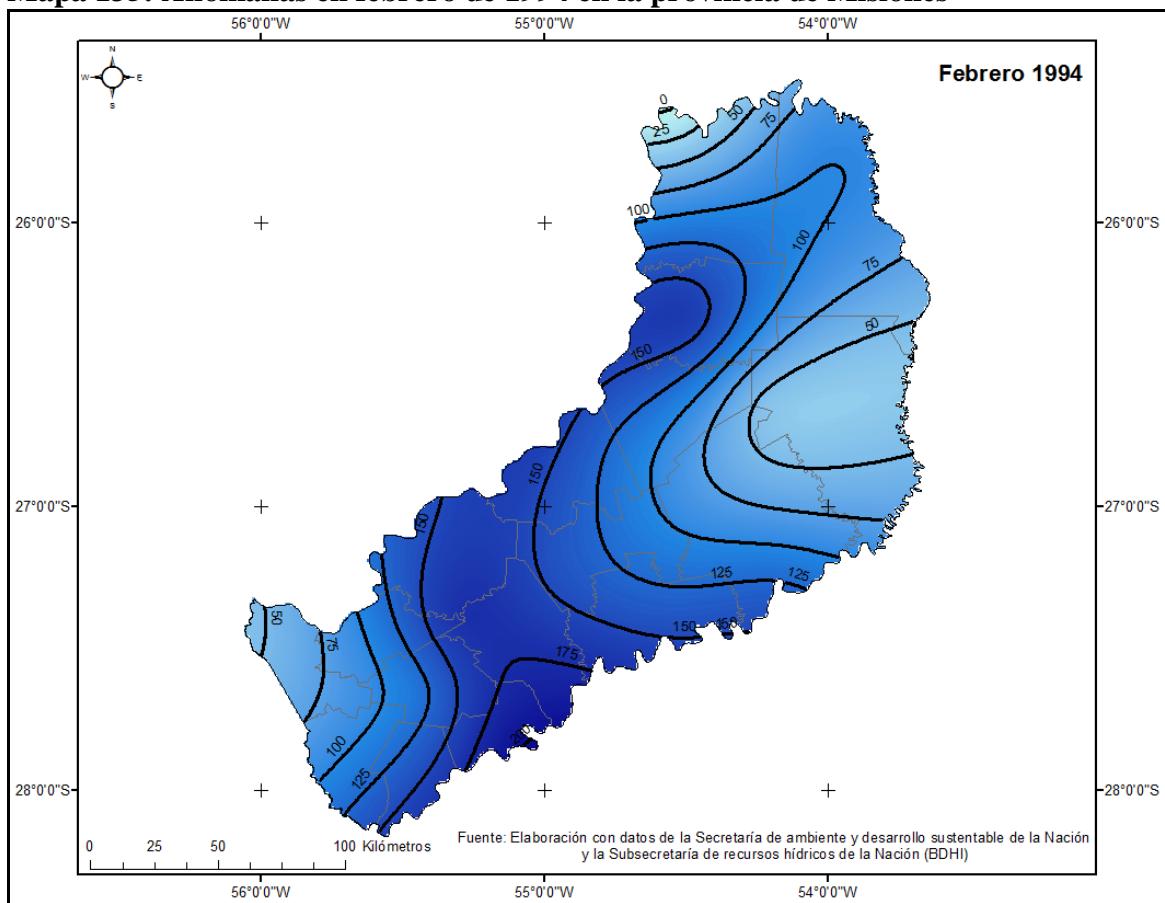
Mapa 133: Anomalías en abril de 1986 en la provincia de Misiones



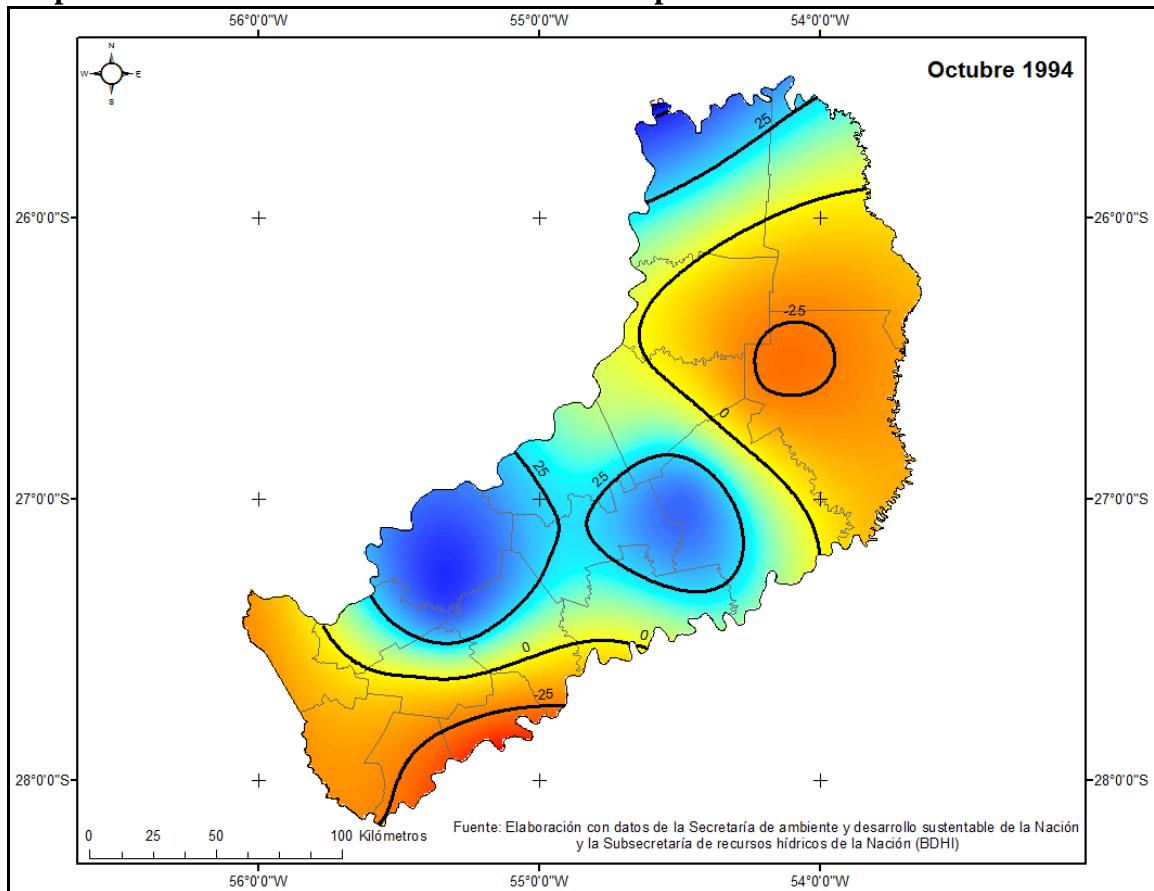
Mapa 134: Anomalías en enero de 1994 en la provincia de Misiones



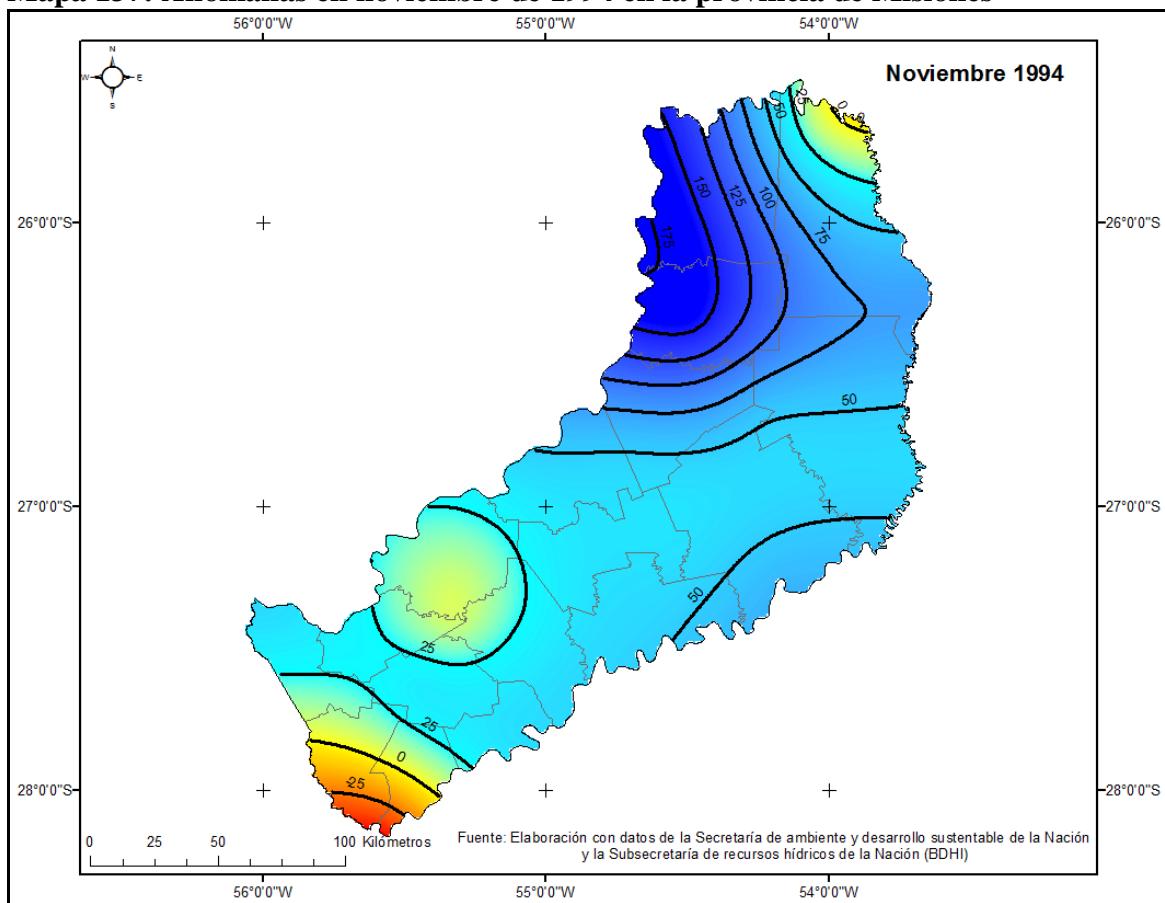
Mapa 135: Anomalías en febrero de 1994 en la provincia de Misiones



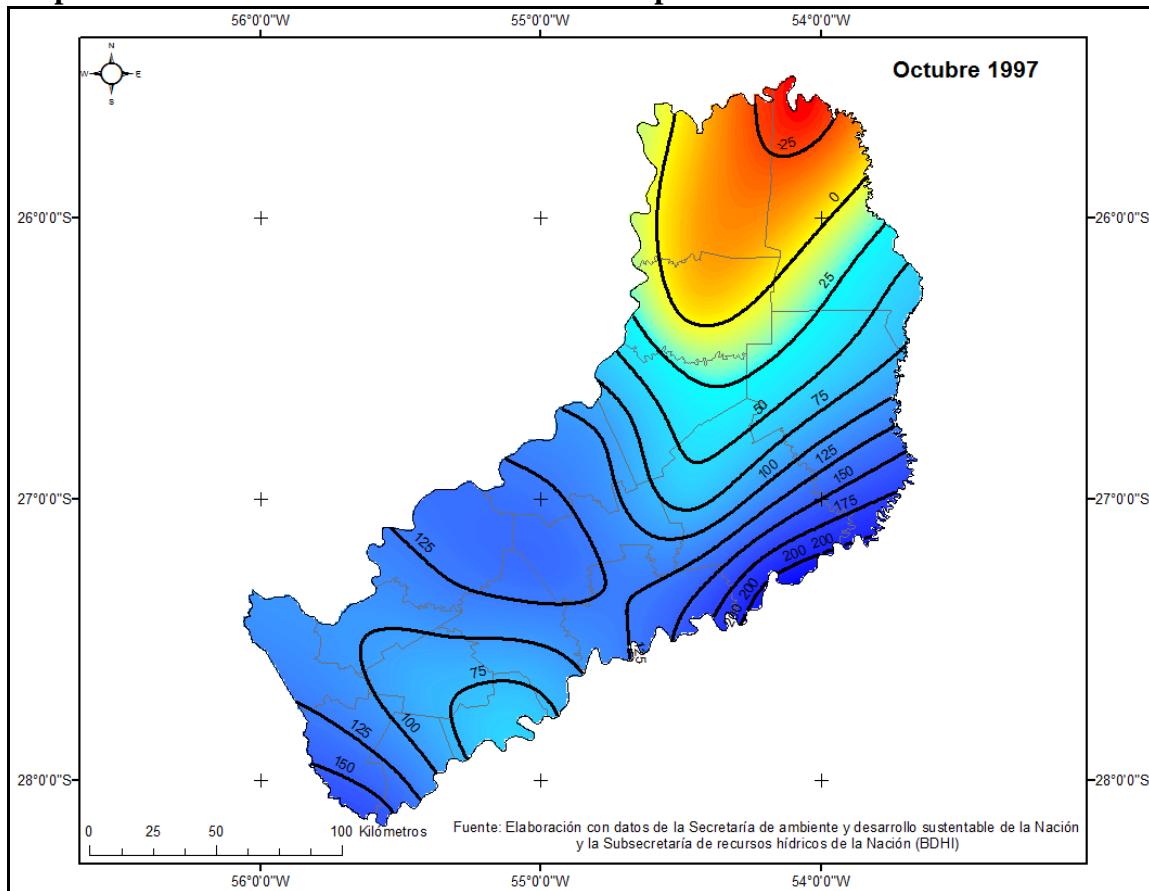
Mapa 136: Anomalías en octubre de 1994 en la provincia de Misiones



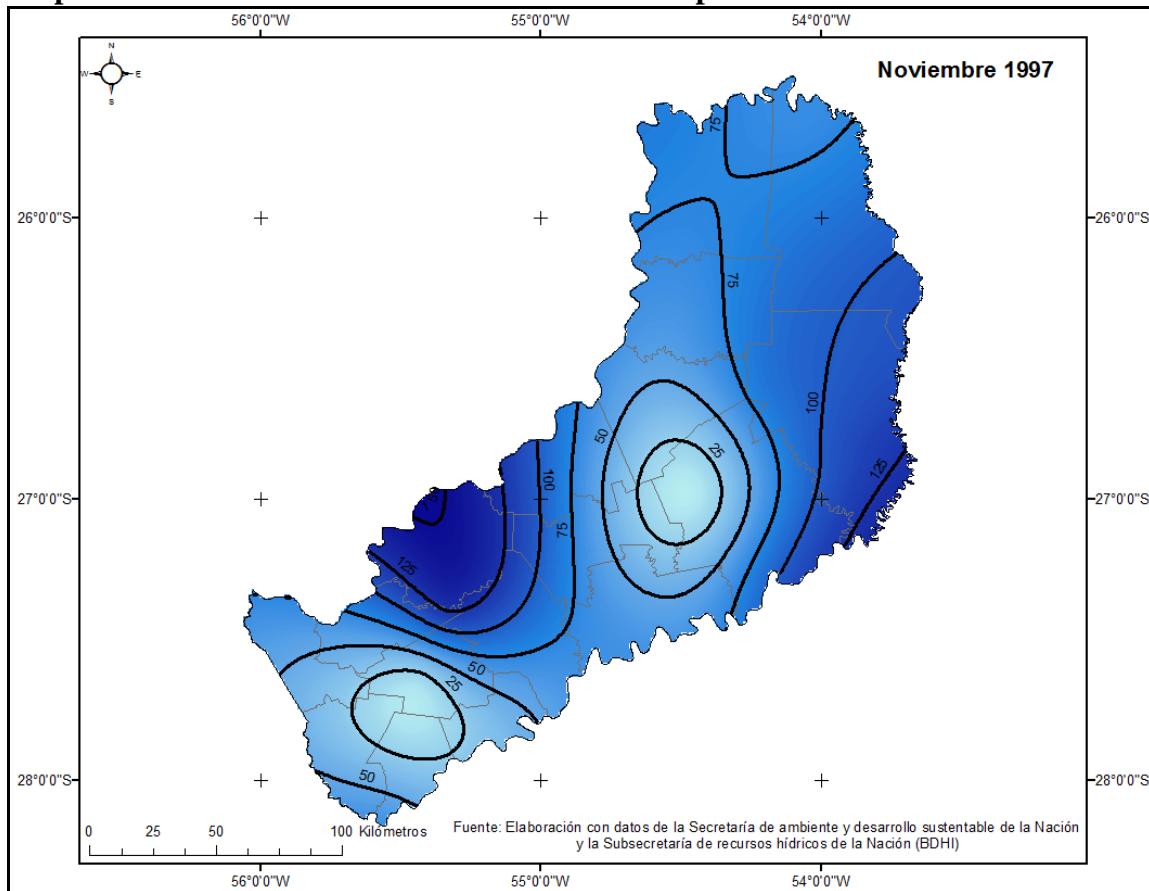
Mapa 137: Anomalías en noviembre de 1994 en la provincia de Misiones



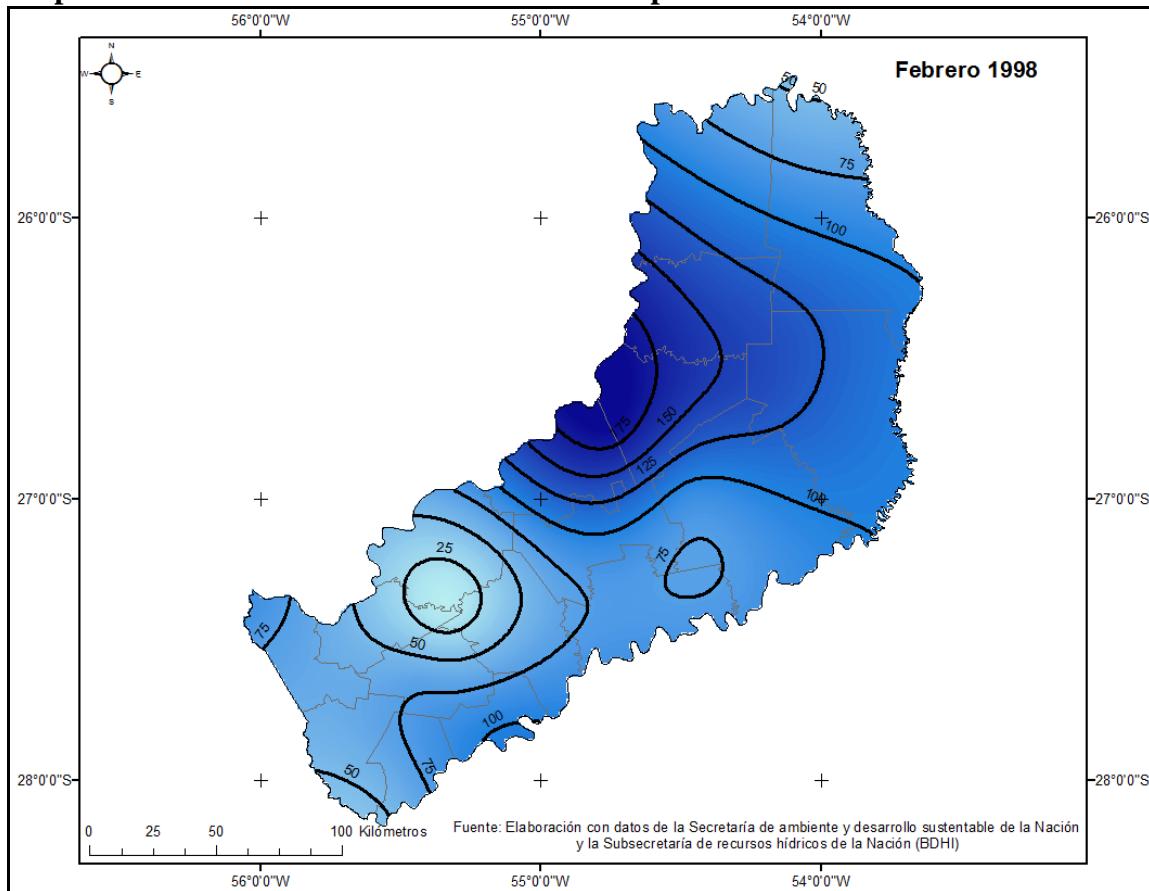
Mapa 138: Anomalías en octubre de 1997 en la provincia de Misiones



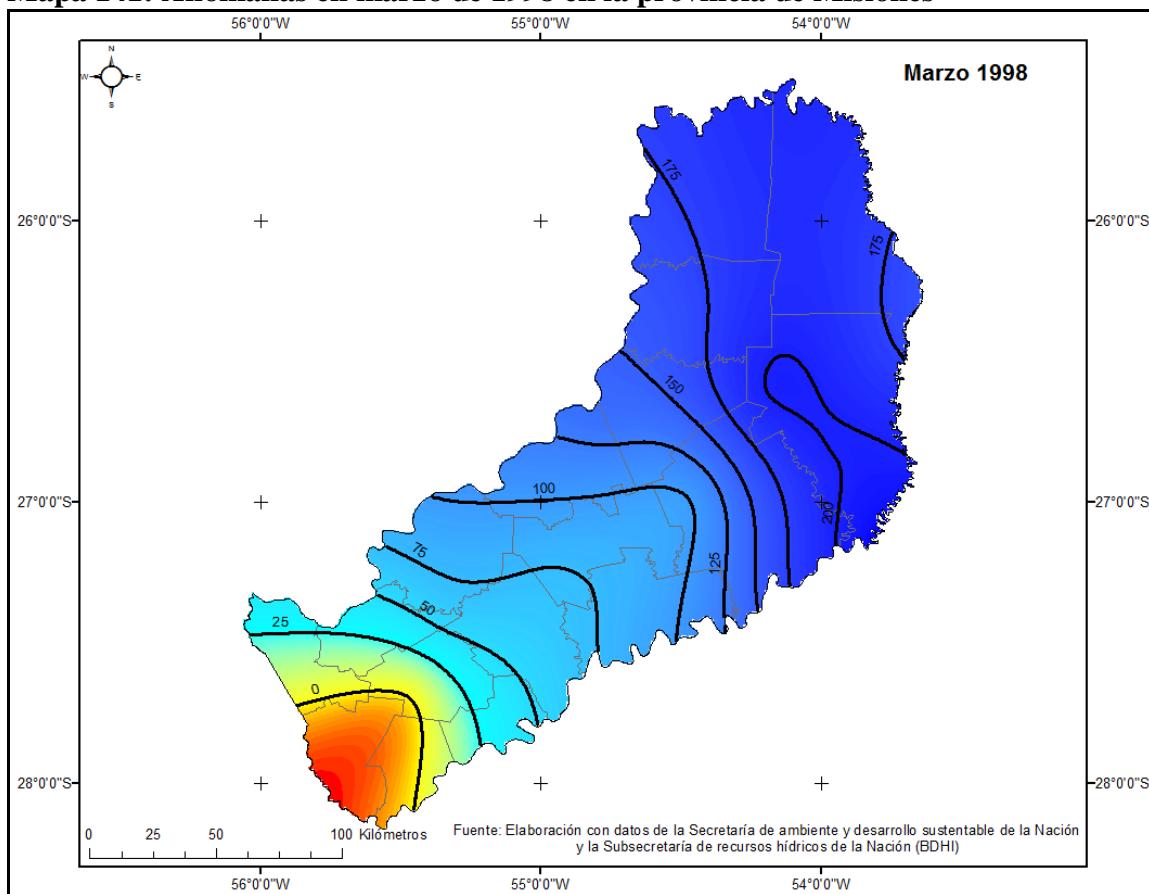
Mapa 139: Anomalías en noviembre de 1997 en la provincia de Misiones



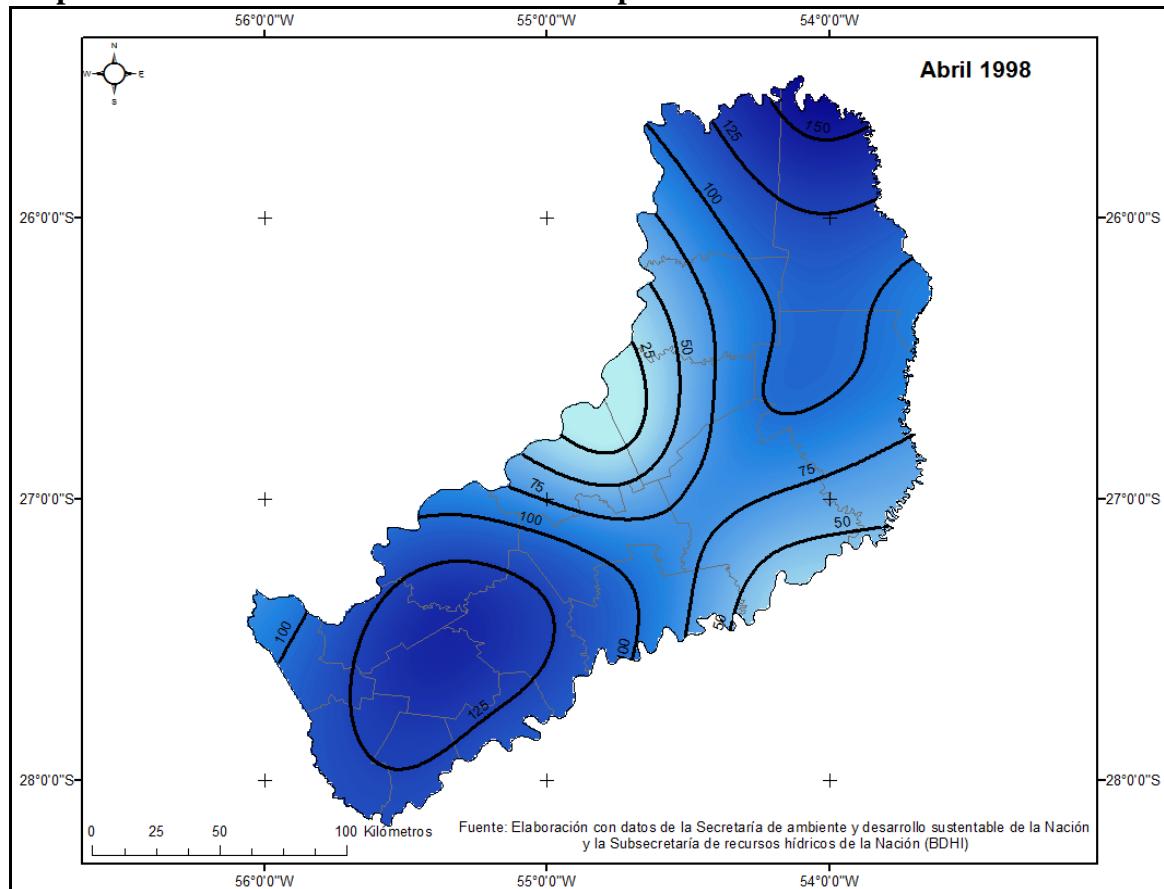
Mapa 140: Anomalías en febrero de 1998 en la provincia de Misiones



Mapa 141: Anomalías en marzo de 1998 en la provincia de Misiones



Mapa 142: Anomalías en abril de 1998 en la provincia de Misiones



5.6 Síntesis

El régimen pluviométrico según la serie de datos 1985/2006 permite advertir que no existiría en la provincia de Misiones una estación lluviosa predominante, pues el primer máximo de precipitación se concentra en el mes de octubre mientras que el segundo se puede registrar en: abril, enero, febrero o diciembre con montos similares⁷. Durante el invierno, si bien se produce una disminución de los valores pluviométricos, estos no son tan significativos como en el resto de las provincias del Nordeste Argentino. Atendiendo a las características señaladas, el régimen pluviométrico de la provincia de Misiones resultaría de una combinación o transición entre el régimen pluvial oceánico o ponderado del oriente americano y el continental estival del interior.

Sin embargo, a pesar de los caracteres mencionados anteriormente Misiones presenta una variabilidad pluviométrica importante, especialmente hacia el este y

⁷ No obstante, en los promedios de largas series de datos pluviométricos se detecta un doble máximo o régimen bimodal. El primero se adelanta a la primavera y el segundo al otoño, contrapuesto al de Corrientes, Chaco y Formosa oriental.

noreste provincial, que permite el desarrollo de los eventos extremos analizados: sequías e inundaciones.

El análisis de los parámetros estudiados permitiría señalar que, tal como se ha observado en las provincias del Chaco y Formosa, en el territorio misionero y según el período 1985/2006 se registran con mayor frecuencia los meses secos (o anomalías negativas) que los húmedos (o anomalías positivas). No obstante, se detectaron algunas excepciones, por ejemplo, en enero y febrero el comportamiento se invierte en algunas localidades como Colonia Mártires, San Vicente, El Soberbio, San Pedro, Bernardo de Irigoyen y Puerto Andresito. El estudio de las categorías de sequías (disminución leve, disminución moderada a grave, disminución grave o ausencia de precipitación) establece que no existe estacionalidad de los mismos y que pueden producirse en cualquier momento del año, pero con una frecuencia inferior al 25 %.

Por otra parte, las secuencias secas de mayor frecuencia son las de dos meses de duración, sin embargo, este comportamiento no es homogéneo en todo el espacio. Los episodios más extensos son menos frecuentes y puntuales como por ejemplo, el caso de la estación meteorológica Puerto Iguazú durante los años 2005/06, que desarrolló una secuencia seca de 13 meses de duración, que comenzó en mayo de 2005 y culminó en mayo del año siguiente. Otras situaciones interesantes de mencionar son las correspondientes a los puestos pluviométricos de Valle Hermoso, que presentó un episodio de 11 meses, Posadas y Cerro Azul con 10 meses, comenzando en todos los casos a fines de verano y continuando durante el invierno. En este sentido se puede decir que las secuencias secas se desarrollaron con frecuencia cuando los caracteres hídricos del invierno se prolongaron hacia la estación estival o, cuando un verano anormalmente seco se prolongó hacia el invierno, agravando cada vez más la situación en el territorio durante esta estación.

Las representaciones cartográficas del evento seco evidencian que en todo el territorio de la provincia de Misiones es factible el desarrollo del fenómeno con variada intensidad. Asimismo, se observa que éste se registra con mayor frecuencia en forma homogénea en el espacio y en menor medida, en simultaneidad con los episodios húmedos.

Los eventos húmedos comprendidos en las categorías aumento incipiente (0,1 a 25 %), aumento grave a muy grave (50,1 a 75 %) y aumento muy grave (más de 100 %)

se presentan en el espacio con una frecuencia inferior al 25 % y se desarrollan en cualquier momento del año, dando cuenta de la ausencia de estacionalidad del evento.

Por otra parte, las secuencias húmedas más frecuentes son de dos a cuatro meses consecutivos, valor a partir del cual disminuyen significativamente, siendo poco frecuentes secuencias húmedas de hasta 10 meses consecutivos como ocurre, por ejemplo, en las localidades de Colonia Mártires y Campo Grande.

Las representaciones cartográficas de las inundaciones evidencian que el evento se presenta en forma homogénea en toda la provincia, con una frecuencia significativa y con variada intensidad, asimismo también puede presentarse simultáneamente con el evento seco.

Por último, cabe señalar que en la provincia de Misiones y durante el período 1985/2006 se desarrollarían tanto un estadío seco que comenzó en 1999 y se prolongó hasta 2006 y un período húmedo comprendido entre 1985 y 1998 aproximadamente. Ambos eventos tuvieron lugar en cualquier momento, sin embargo, adquirieron persistencia y homogeneidad espacial cuando se produjeron en el estadío correspondiente, características que se diluyen cuando se registraron en el período opuesto.

Los años secos detectados se condicen temporalmente con el fenómeno que se desarrolló a nivel planetario denominado La Niña, es así que se reconoce un episodio en 1988/89 y otro que comenzó a mediados de 1998 y se extendió hasta principios de 2001. En el año 2004, según expertos del Servicio Meteorológico Nacional, la situación era neutral para el fenómeno opuesto, El Niño, no obstante, y teniendo en cuenta los resultados obtenidos ese año, así como también la serie de datos trabajada y la técnica utilizada, el evento seco fue determinante. Entre los meses de mayo de 2005 y septiembre de 2006 se desarrolló una anomalía negativa cuyo centro fue el noreste de la provincia de Corrientes que se intensificó hacia el sur de Brasil y norte de Uruguay. En lo que respecta al año 2003, si bien no existe registro sobre el desarrollo de La Niña, se produjo una importante sequía en los países transatlánticos que pudo tener su correlato en nuestro espacio de estudio.

También se debe decir que algunos de los años húmedos de gran cobertura espacial detectados coinciden con los episodios del evento El Niño, como por ejemplo: los años 1986/87, dos períodos sucesivos entre 1991 a 1995 y la dupla 1997/98. No

obstante quedan los casos de los años 1990, 1994, 1996 y 2002. Al respecto Costa (1999) sugiere que probablemente los organismos que realizan el seguimiento de los eventos de El Niño no han contabilizado todos los sucesos. Asimismo, resulta interesante señalar que para Minetti y Acuña (1997) en los años 1995/1996 se desarrolló un evento de La Niña que afectó a nuestro país pero que sin embargo los efectos de sequedad no se observan en esta provincia, dado los resultados obtenidos.

Capítulo VI

Provincia de Corrientes: situaciones pluviométricas extremas anómalas que derivan en sequías e inundaciones (período 1985/2008)

6.1 Localización geográfica del área de estudio

La provincia de Corrientes se localiza en el Nordeste Argentino y se extiende entre los 27°30' y 30°30' latitud sur y entre los 56° y 59°30' longitud oeste. Limita al norte con la República del Paraguay y al oeste con las provincias argentinas de Chaco y Santa Fe, en ambas situaciones el límite lo establece el río Paraná, hacia el este el río Uruguay lo separa de la República Federativa de Brasil y Uruguay. Al nordeste los arroyos Itaembé y Chimiray junto con un tramo de “límite seco” la separan de la provincia de Misiones; al sur los ríos Guayquiraró y Mocoretá y los arroyos Basualdo y Tunas establecen el límite con la provincia de Entre Ríos.

Esta provincia posee una superficie de 88.199 km² y se divide en 25 departamentos, de los cuales, para alcanzar los objetivos de esta investigación sólo se trabajó con once de ellos, donde se encontraban distribuidos en forma homogénea once estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos que permitieron el estudio de la dinámica temporal espacial de las precipitaciones durante el período 1985/2008.

6.2 Aspectos climáticos generales

Esta provincia posee un clima, según Capitanelli (2008), Subtropical “sin invierno térmico y con precipitaciones máximas en primavera y otoño” y señala, además, que estas condiciones climáticas se encuentran dominadas “por las masas de aire tropicales, marítimas, cálidas y húmedas del Atlántico”. Por su parte Daus y García Gache (1955) lo denominan Subtropical sin estación seca, que se caracteriza por las precipitaciones constantes y regulares durante todo el año aunque acentuadas, como se

señalara anteriormente, en otoño y primavera. Bruniard (1981), sin embargo, habla de un Régimen de Transición (entre el régimen atlántico y continental) con mínimos invernales y una doble o triple onda de máximos en estación intermedia y en verano, es decir, en los momentos en que el área lluviosa penetra y se retira del interior continental.

6.3 El comportamiento temporal y espacial de las precipitaciones.

6.3.1 Precipitación media mensual (mm) período 1985/2008.

El régimen pluviométrico de la provincia de Corrientes permite advertir que los valores máximos de precipitación se registran en los meses de transición (abril y octubre) preferentemente, no obstante, también pueden registrarse valores altos en los meses de marzo y diciembre.

En la **Tabla 34** y el **Gráfico 26** se observó, considerando la serie trabajada, hasta cuatro patrones de comportamiento de los máximos pluviales, el primero de ellos se desarrolla en el extremo noreste de la provincia donde se advierte que el primer máximo se registra en el mes de octubre y el segundo en abril en las localidades de San Carlos, Garruchos, La Sirena y Carlos Pellegrini; en el sector noroeste del territorio el primer máximo se produce en abril y el segundo en octubre en Concepción y en diciembre en Corrientes Capital; el tercer comportamiento detectado tiene como referentes a las localidades de Bella Vista y Santa Lucía al oeste, Paso de los Libres y Monte Caseros al este, donde el primer máximo se mantiene en el mes de abril pero el segundo en el mes de marzo. Por último, en Pueblo Libertador la situación se invierte, se registra el primer óptimo pluvial en el mes de marzo y el segundo en abril⁸.

Por otra parte, los valores mínimos tienen un comportamiento más homogéneo con respecto a los anteriores pues se registran generalmente en los meses de julio o agosto. Cabe señalar, no obstante, que los comportamientos detectados y descriptos responden a la serie de datos trabajados 1985/2008.

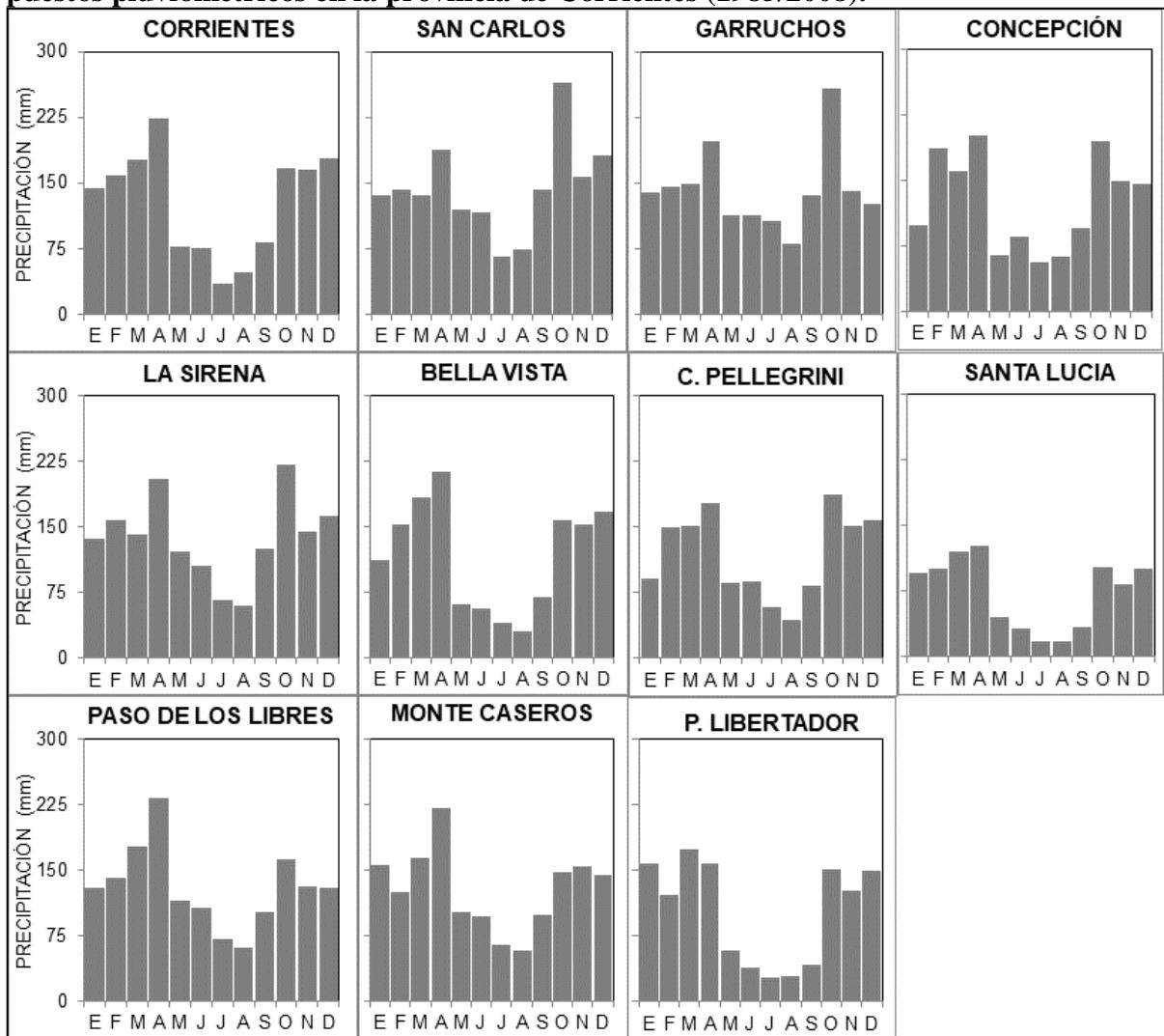
⁸ Las diferencias encontradas podrían deberse a la escasa longitud de las series estadísticas ya que en largos períodos de observación, por ejemplo en Corrientes y Paso de Los Libres, dichas diferencias se anulan y se mantiene el doble máximo de abril y octubre.

Tabla 34: Precipitación media mensual (mm) según estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia de Corrientes (1985/2008)

ESTACIÓN	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Corrientes Aero	144	158	177	223	76	75	34	48	82	166	165	178
San Carlos	136	143	136	187	120	116	66	74	142	265	158	181
Garruchos	139	146	149	198	112	114	106	81	136	259	141	126
Concepción	99	187	160	202	64	85	55	62	94	195	148	145
La Sirena	136	157	140	204	122	105	66	60	125	222	145	163
Bella Vista	112	152	183	212	61	55	39	30	69	156	152	167
Carlos Pellegrini	91	149	151	177	86	88	59	44	83	187	150	157
Santa Lucía	96	101	120	128	45	32	18	17	33	103	83	101
Paso de los Libres Aero	129	141	176	232	114	107	70	60	102	163	131	130
Monte Caseros Aero	156	125	164	221	101	96	64	58	98	147	155	144
Pueblo Libertador	157	121	174	158	59	39	27	29	42	151	127	149

Fuente: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

Gráfico 26: Precipitación media mensual (mm) según estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia de Corrientes (1985/2008).



Fuente: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

Los mapas que figuran a continuación representan el comportamiento espacial de las condiciones medias de los meses de enero, julio, abril y octubre:

En enero (**Mapa 143**) se detecta que, durante el período de estudio, los valores pluviométricos aumentan desde el centro provincial hacia el noroeste, este y sur. En las localidades de Carlos Pellegrini (91 mm), Santa Lucía (96 mm) y Concepción (99 mm) se registran valores inferiores a 100 mm y describen en el espacio isolíneas cerradas. Hacia el noroeste y este se producen valores superiores a los 125 mm, mientras que hacia el sur las localidades de Monte Caseros (156 mm) y Pueblo Libertador (157 mm) superan los 150 mm. Cabe mencionar que las isolíneas se disponen en sentido subparalelo en el sector noroeste y sur mientras que hacia el este se presenta en sentido meridiano.

En el mes de julio (**Mapa 144**) las isolíneas se disponen en sentido submeridiano y presentan un leve gradiente que disminuye desde el este hacia el oeste, registrándose en Garruchos 106 mm y Santa Lucía 18 mm. Cabe señalar que éste es relativamente más marcado en el extremo noreste mientras que hacia el interior provincial la disminución de las lluvias es paulatina y homogénea.

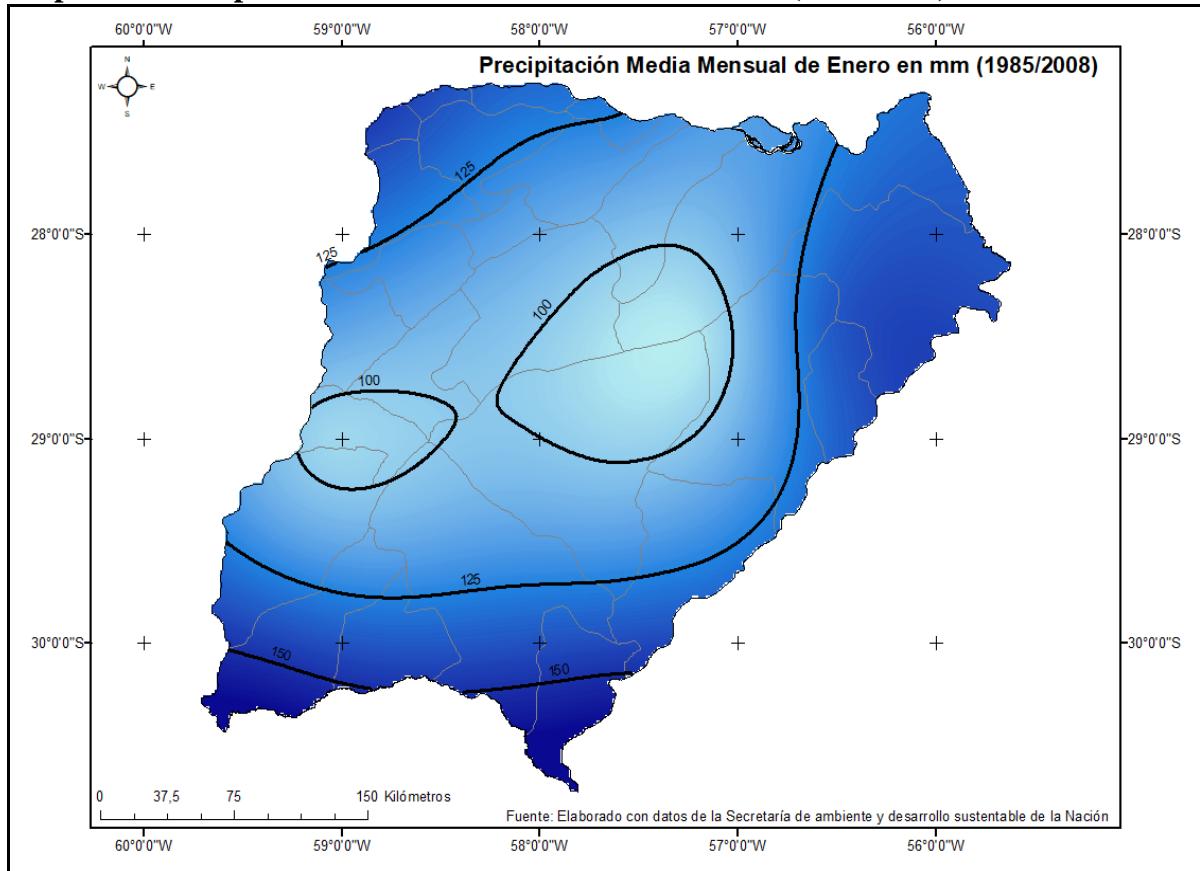
En abril (**Mapa 145**) los valores más altos de precipitación se dan en el este y en el extremo noroeste, superando los 200 mm; en el interior provincial comienzan a disminuir progresivamente hasta registrar 128 mm en Santa Lucía, en el extremo suroeste. Cabe señalar que esta situación reúne ciertas similitudes a las condiciones de verano representada por el mes de enero, por ello se lo considera como una prolongación de dicha estación.

Por último, en el mes de octubre (**Mapa 146**) la disposición de las isohietas indica un gradiente que disminuye desde el noreste hacia el suroeste, con valores pluviométricos que van desde 265 mm en San Carlos hasta 151 mm en Pueblo Libertador⁹.

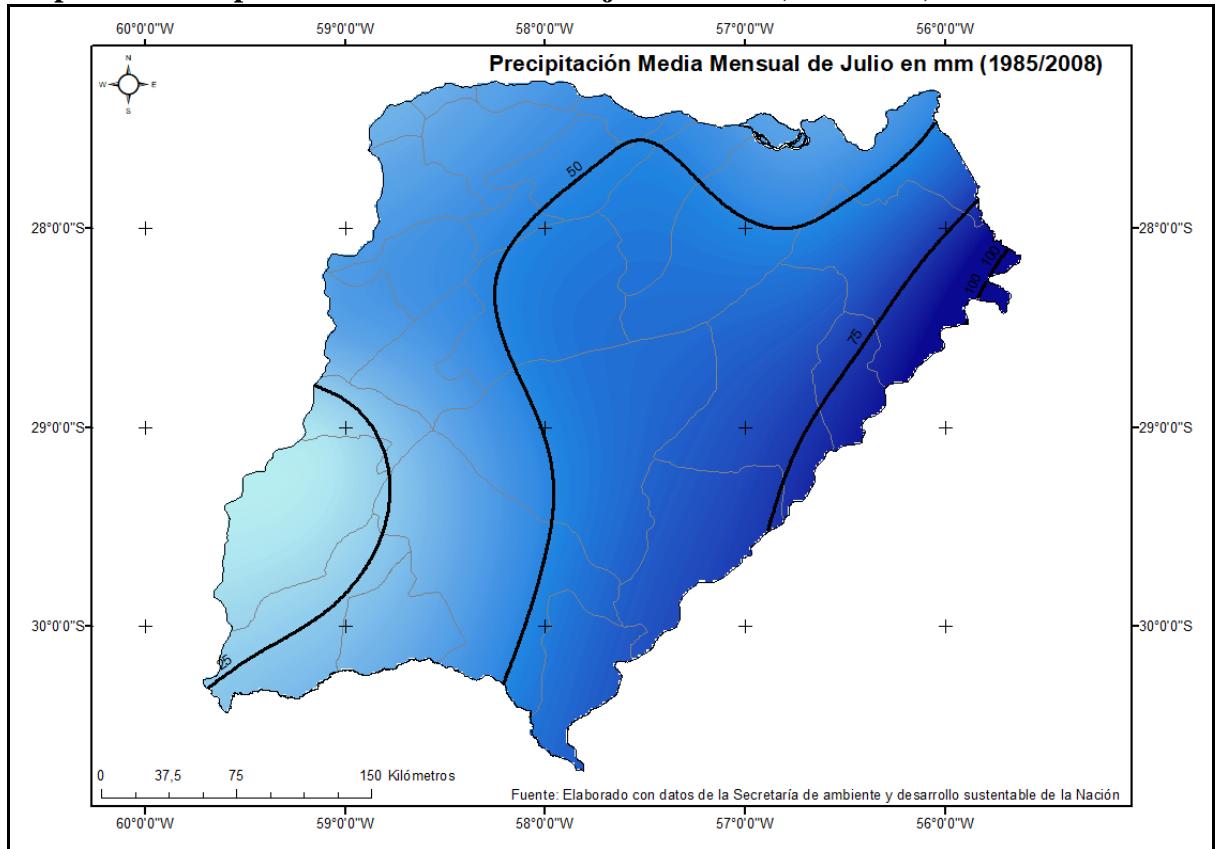
Cabe señalar que, los procesos atmosféricos que influyen en la génesis pluvial de las situaciones medias tratadas previamente se corresponden a las explicitadas para las provincias de Chaco, Formosa y Misiones por lo tanto no se redunda en su explicación.

⁹La regularidad y disposición de las isolíneas podría deberse a causas topográficas y escasos puestos de observación en el interior de la provincia.

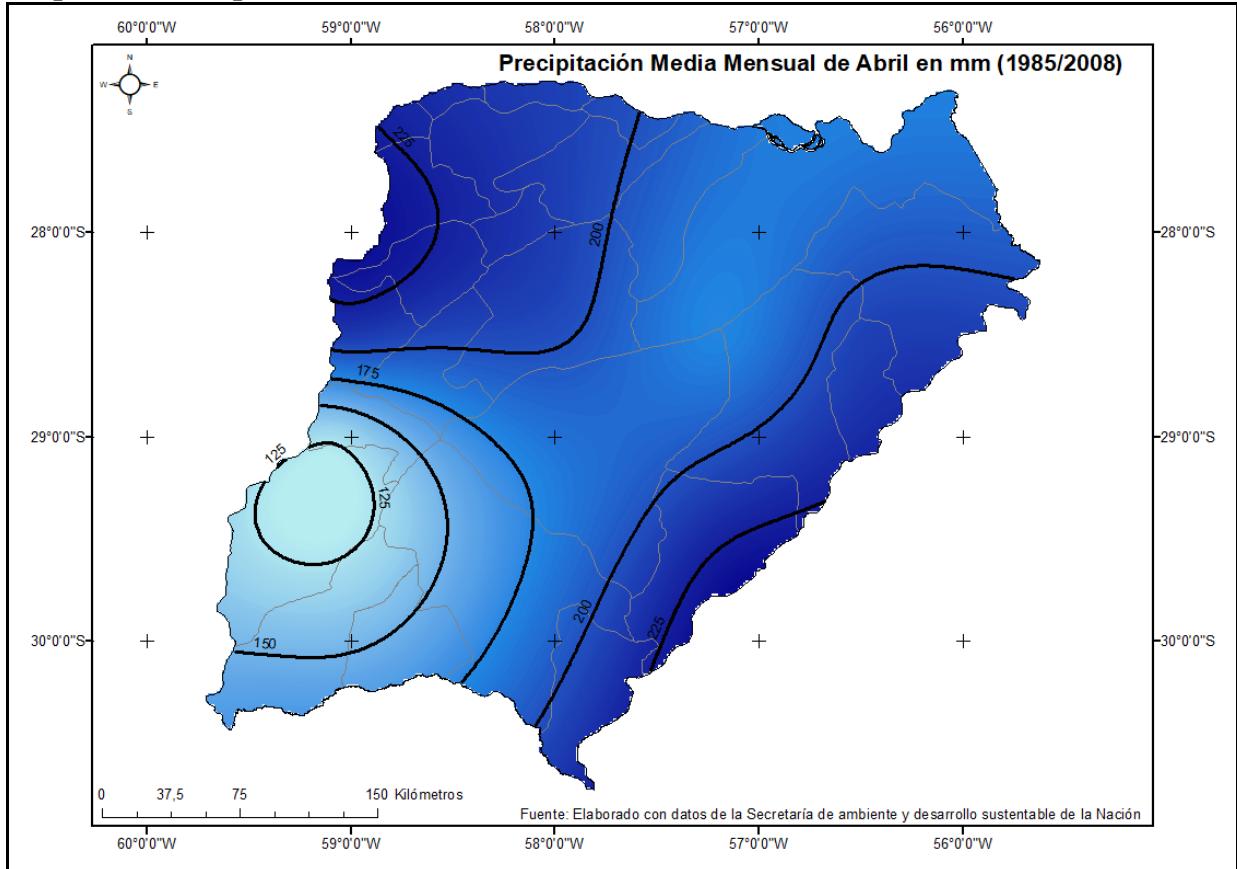
Mapa 143: Precipitación media mensual de enero en mm (1985/2008)



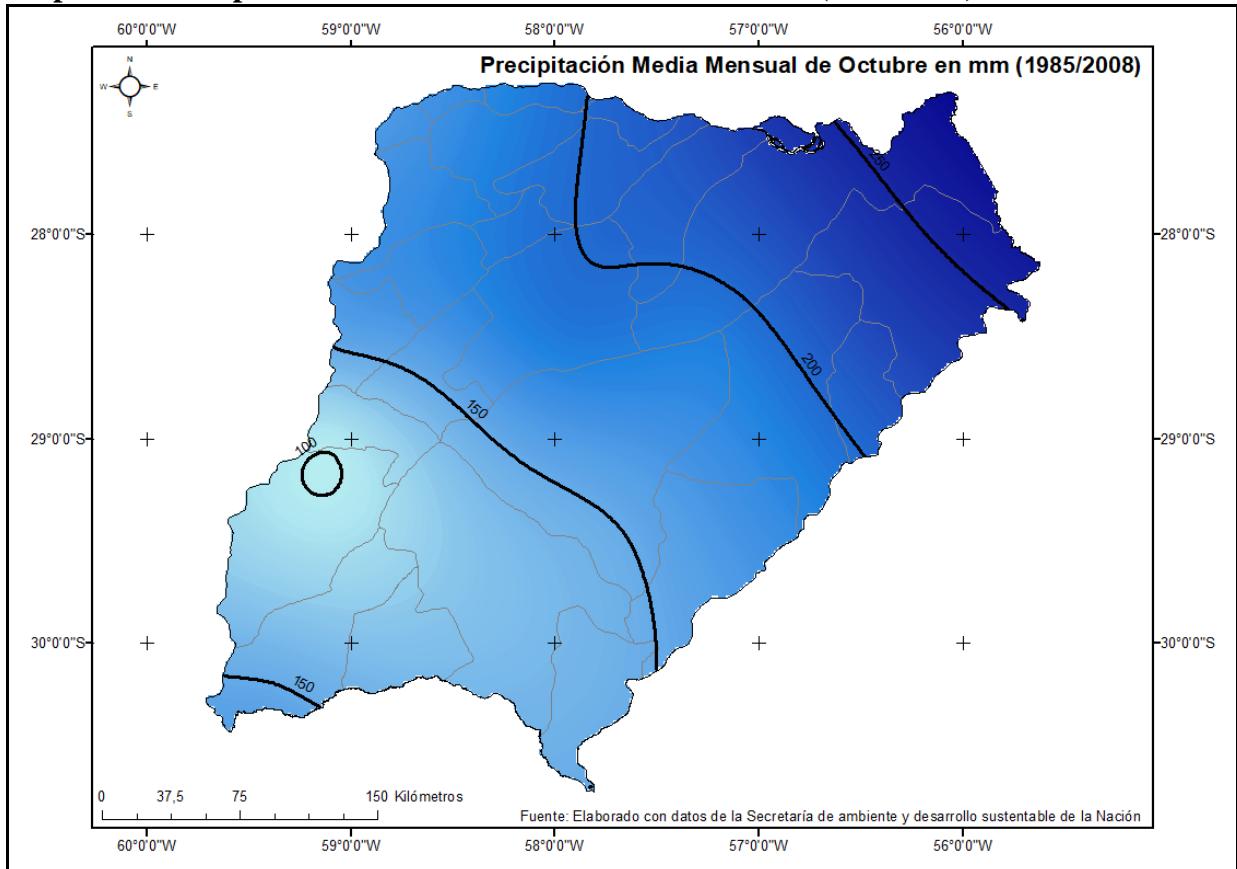
Mapa 144: Precipitación media mensual de julio en mm (1985/2008)



Mapa 145: Precipitación media mensual de abril en mm (1985/2008)



Mapa 146: Precipitación media mensual de octubre en mm (1985/2008)



6.3.2 Precipitación anual (o monto anual) período 1985/2008

Las medidas de centralización en la provincia de Corrientes (**Tabla 35 y Gráfico 27**) muestran un comportamiento bastante homogéneo en gran parte del territorio, con excepción del puesto pluviométrico de Santa Lucía, cuya dinámica podría deberse a un subregistro de los datos por parte del organismo responsable. No obstante, cabe señalar que los datos de La Sirena, Carlos Pellegrini, Concepción, Garruchos y San Carlos provienen de la misma fuente y no se detectó la misma característica¹⁰.

Resulta interesante señalar que las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos representados no se disponen en orden con respecto a su localización geográfica, lo que ratifica la uniformidad en el comportamiento espacial de las precipitaciones. Esta aparente homogeneidad se ha observado también en las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos de la provincia de Misiones, lo que permitiría sugerir que este comportamiento responde a las características de las condiciones climáticas del área así como también a la topografía.

Tabla 35: Estadísticos de la Precipitación Media Anual (mm) para cada estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia de Corrientes (1985/2008).

ESTACIÓN	PROMEDIO	MEDIANA	MÍNIMO	MÁXIMO	COEF.VAR.%	Q1	Q3
Bella Vista	1362	1278	755	2024	26	1135	1660
Carlos Pellegrini	1423	1435	839	2385	30	1145	1572
Concepción	1498	1394	932	2268	27	1207	1793
Corrientes Aero	1528	1472	913	2164	23	1220	1820
Garruchos	1707	1749	1018	2626	27	1266	2056
La Sirena	1644	1669	1008	2356	23	1343	1819
Monte Caseros Aero	1529	1492	935	2198	24	1172	1865
Paso de los Libres Aero	1556	1478	971	2513	29	1169	1790
San Carlos	1724	1708	917	2484	25	1391	1908
Santa Lucía	876	756	502	1626	35	664	1034
Pueblo Libertador	1233	1203	593	1817	25	1057	1413

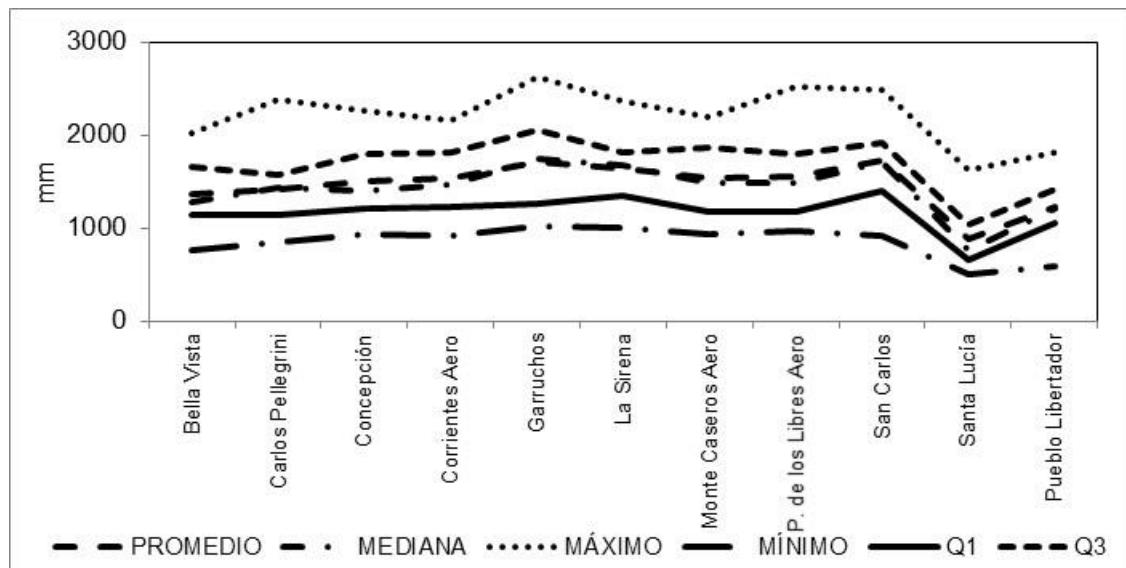
Fuente: Elaboración propia.

El **Mapa 147** representa el comportamiento de la precipitación anual (o monto anual) durante el período 1985/2008. En esta representación las isohietas se trazaron con una equidistancia de 150 mm y describen un gradiente que disminuye desde el

¹⁰El comportamiento detectado también podría estar influenciado por factores topográficos o por la localización de la estación meteorológica/puesto pluviométrico.

noreste hacia el suroeste (desde los 1724 mm en San Carlos hasta los 876 mm en Santa Lucía)¹¹.

Gráfico 27: Estadísticos de la Precipitación Media Anual (mm) para cada estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia de Corrientes (1985/2008).



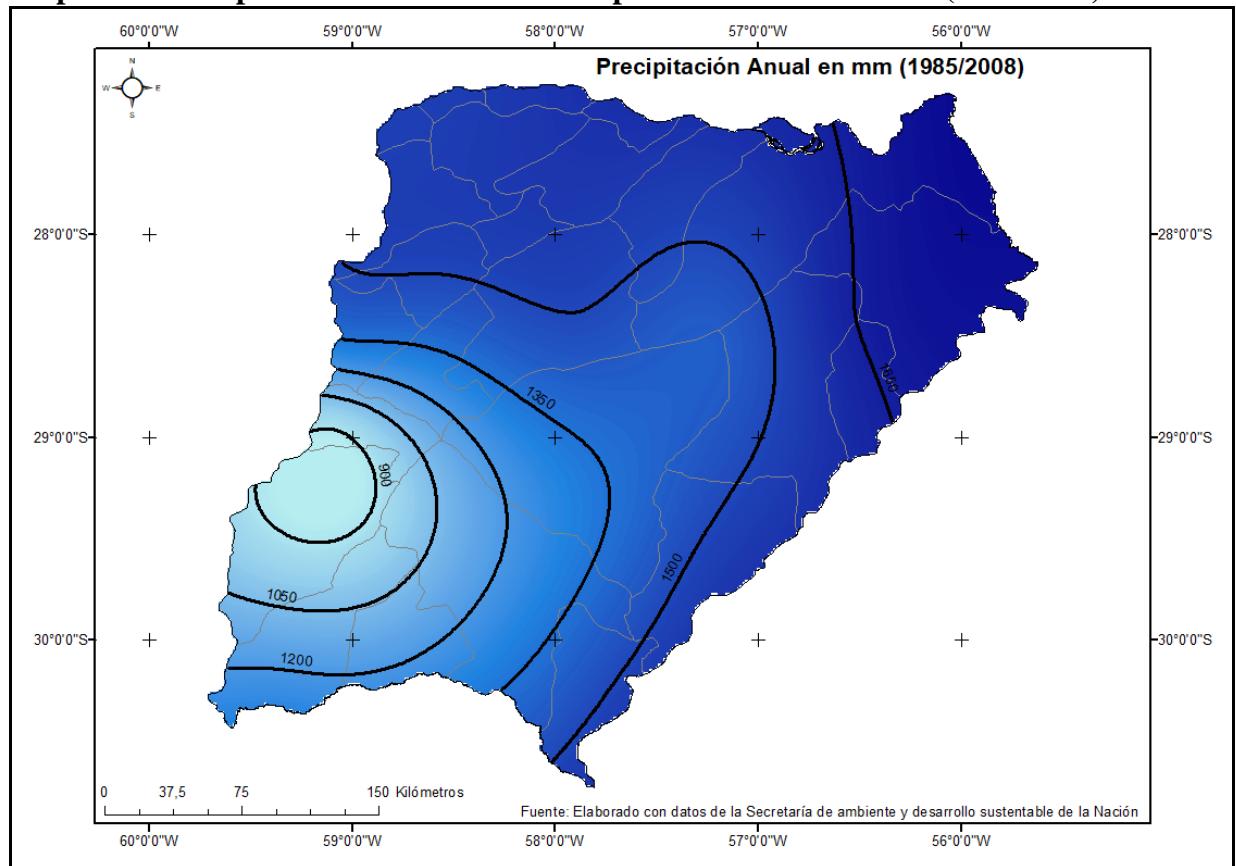
Fuente: Elaboración propia.

Los valores de los coeficientes de variación (**Mapa 148**) por su parte, aumentan desde el norte y sur hacia el centro provincial, es decir desde Corrientes y La Sirena (23 %), en el norte, y desde Monte Caseros y Pueblo Libertador (24 % y 25 %, respectivamente) en el sur, hacia Santa Lucía (35 %), dando cuenta de una marcada variabilidad pluviométrica en este sector de la provincia de Corrientes.

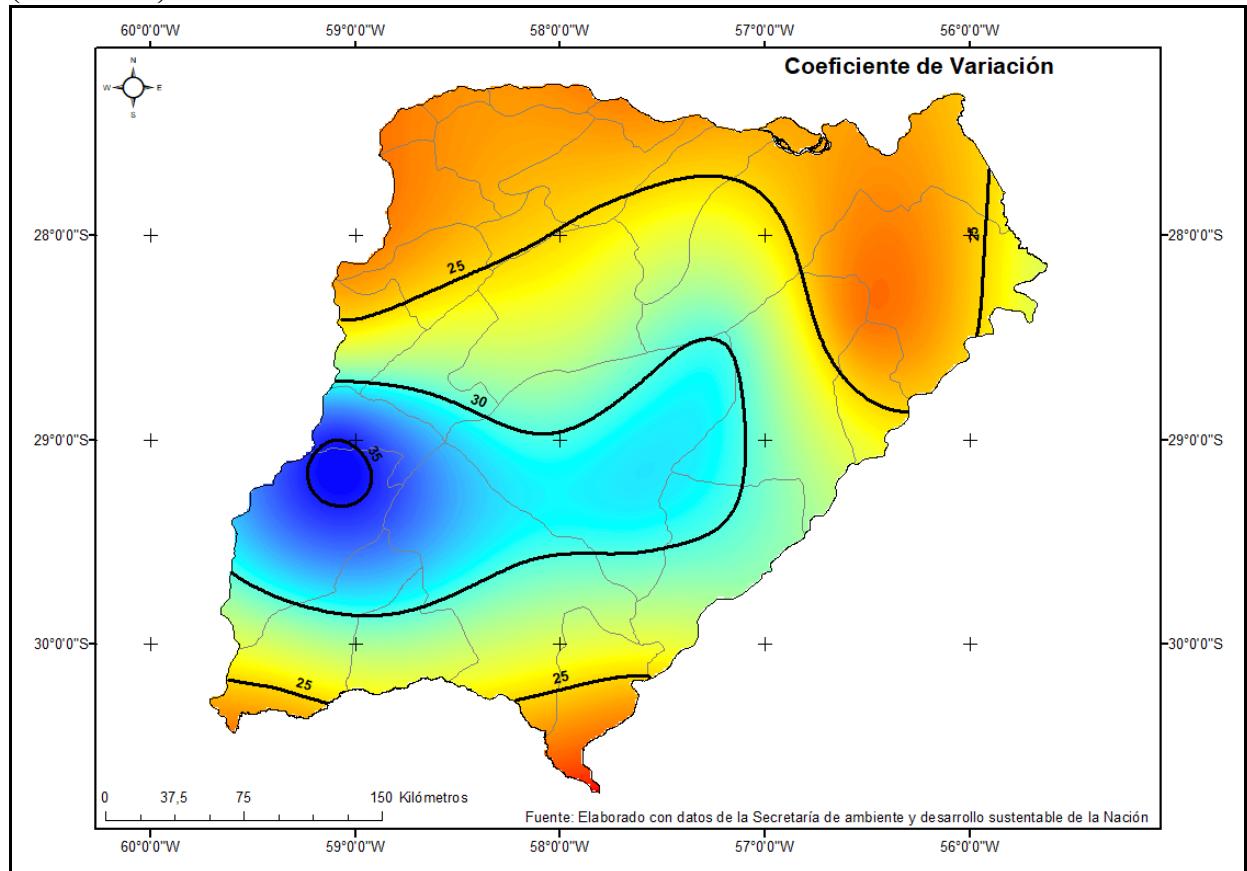
El **Mapa 149** representa el porcentaje de precipitaciones que se producen en los meses de verano. Las isolíneas se disponen en sentido submeridiano y aumentan desde el este hacia el oeste, es decir, desde un 45 % hasta más de un 55 %. En invierno (**Mapa 150**) encontramos la situación inversa, si bien las isolíneas se disponen en el mismo sentido el gradiente disminuye de este a oeste, es decir, desde un 30 % hasta menos de un 20 %. No obstante, se debe desatascar que los valores pluviométricos disminuyen considerablemente desde el verano hacia el invierno.

¹¹El trazado de las isolíneas se encuentra supeditada a los caracteres climáticos de Santa Lucía o bien a errores o subregistros en los datos como se ha mencionado anteriormente.

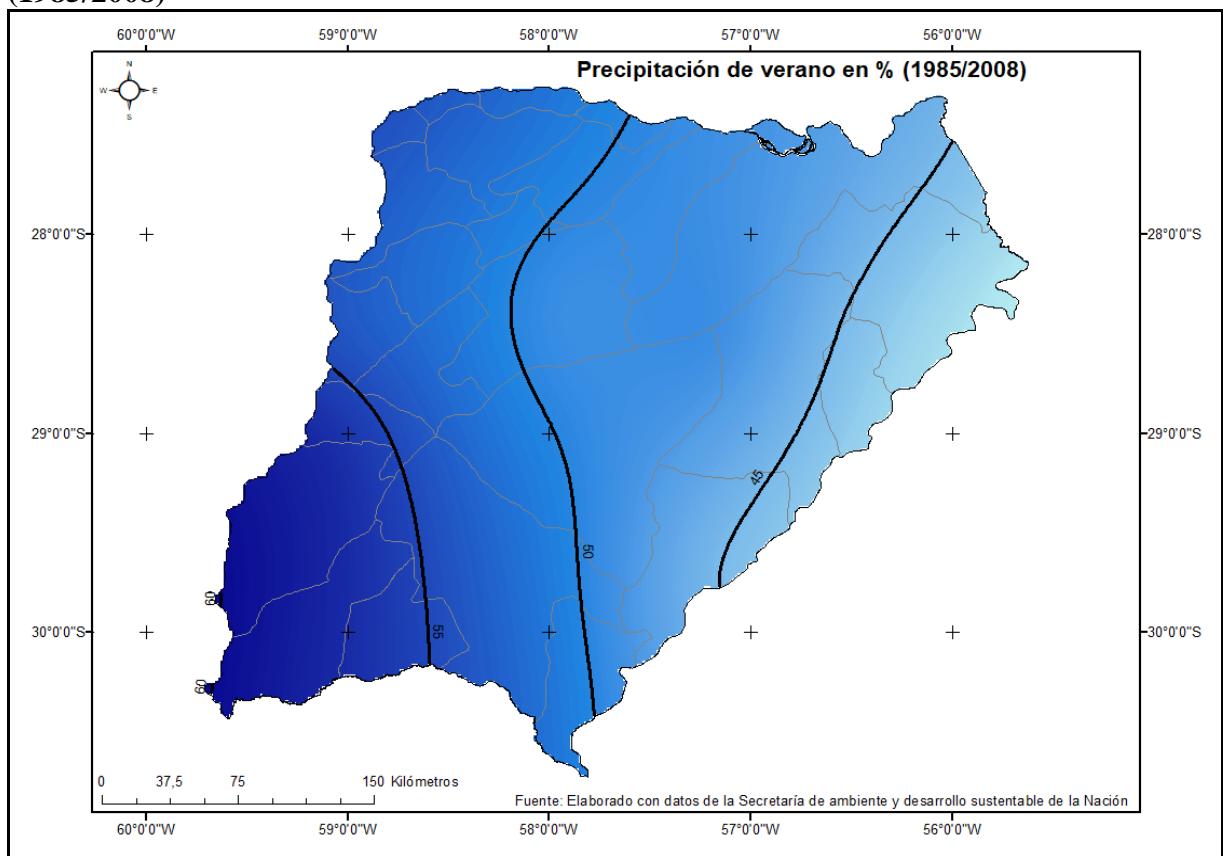
Mapa 147: Precipitación anual en mm en la provincia de Corrientes (1985/2008)



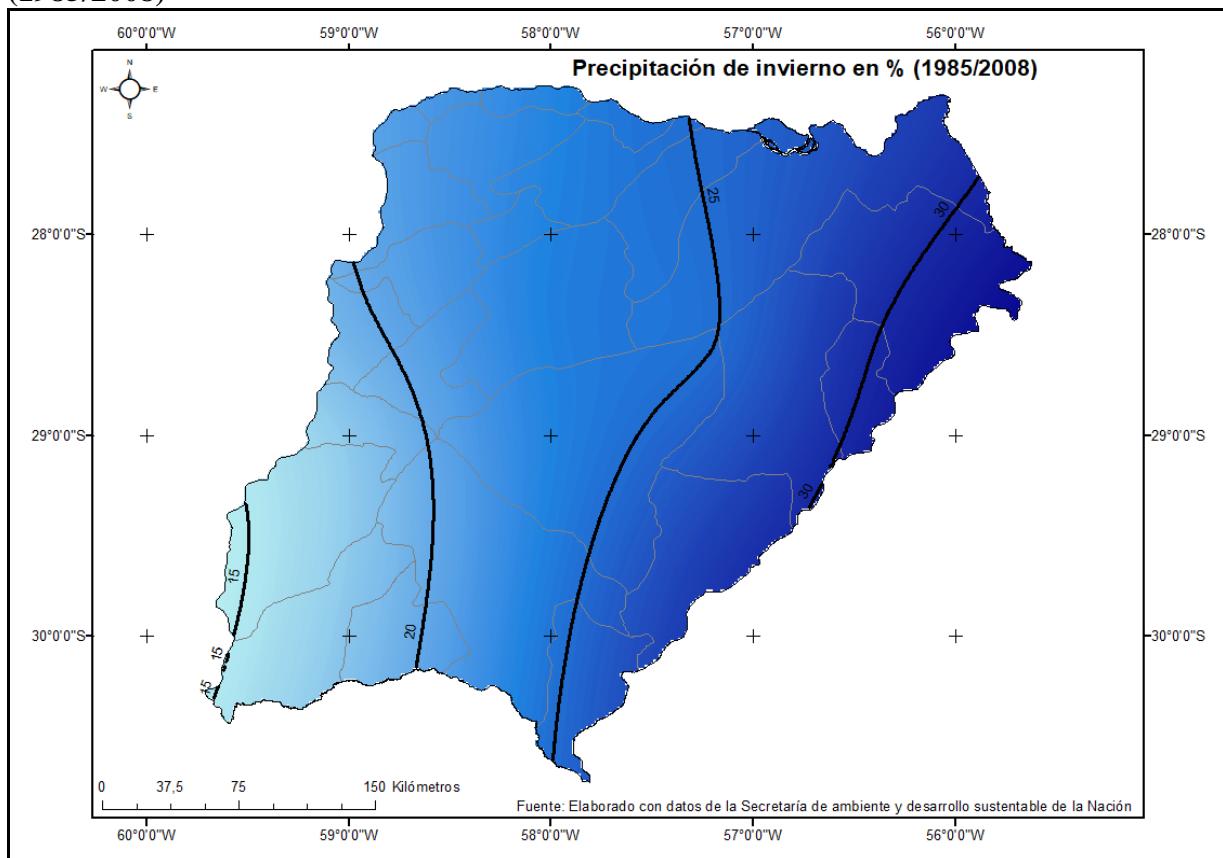
Mapa 148: Coeficiente de variación en % en la provincia de Corrientes (1985/2008)



Mapa 149: Precipitación de Verano en % en la provincia de Corrientes (1985/2008)

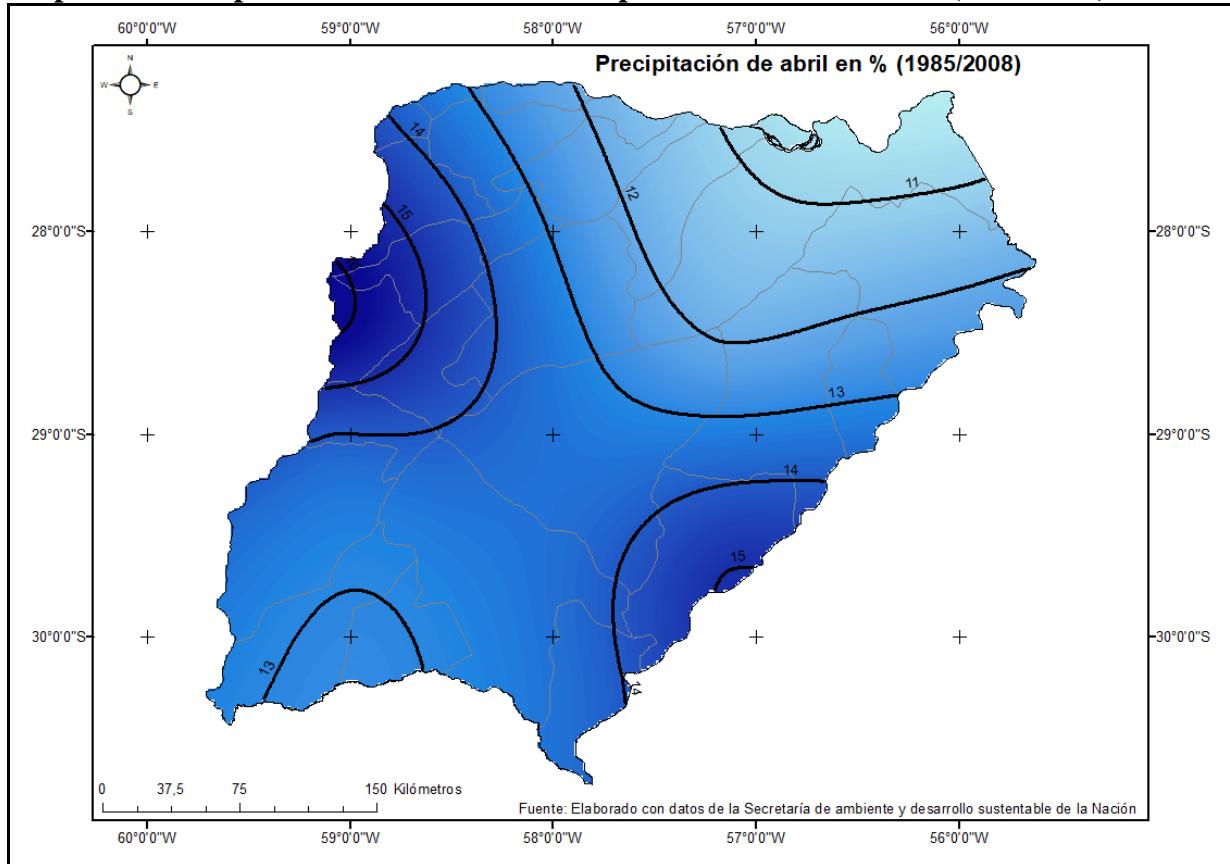


Mapa 150: Precipitación de invierno en % en la provincia de Corrientes (1985/2008)

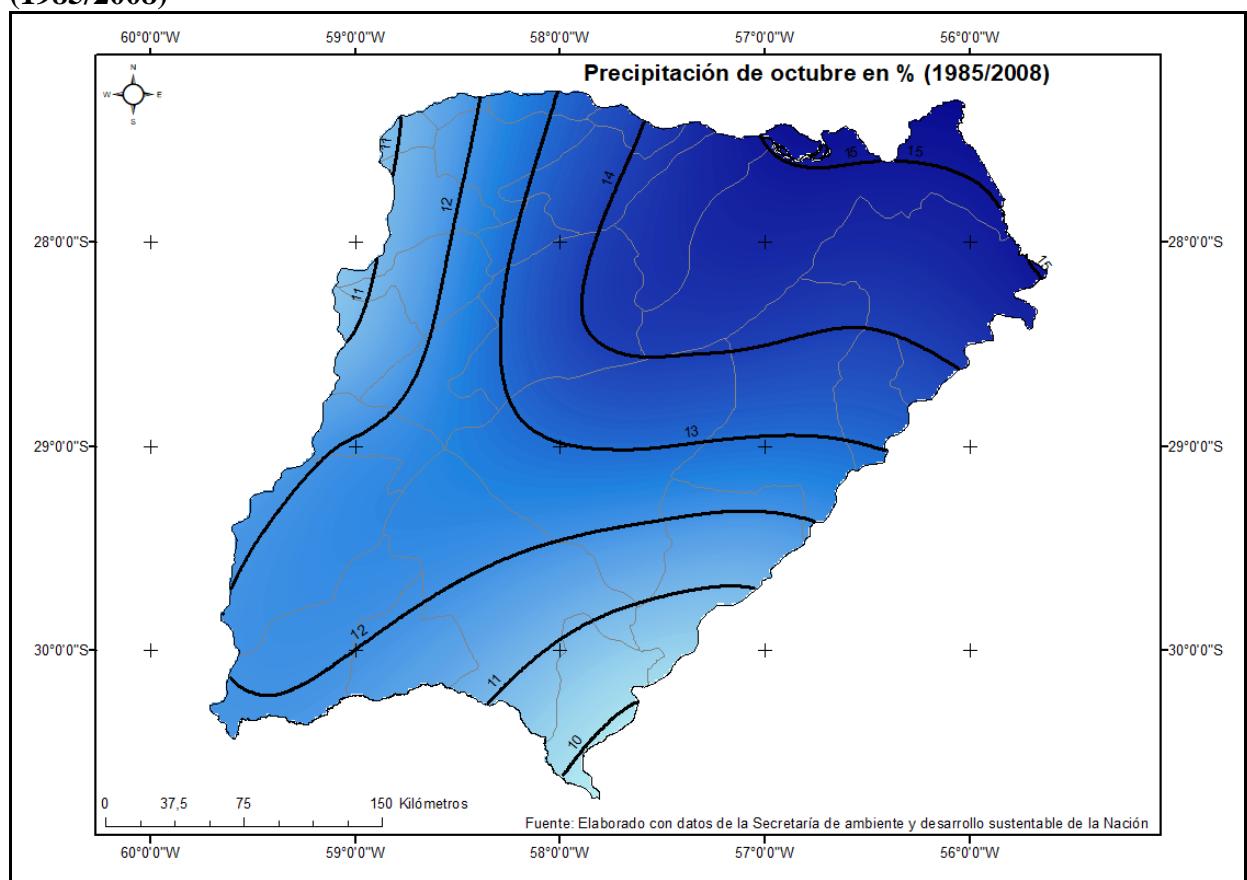


Por su parte, en los meses de transición, abril y octubre, se observan cambios en el trazado de las isolíneas porcentuales. En abril (**Mapa 151**) se disponen en sentido submeridiano hacia el este y oeste registrando los mayores valores, mientras que al norte y sur lo hacen en sentido subparalelo con valores que disminuyen hacia el interior provincial. En el mes de octubre (**Mapa 152**), por el contrario, las precipitaciones se concentran en el noreste y disminuyen hacia el sur, este y oeste.

Mapa 151: Precipitación de abril en % en la provincia de Corrientes (1985/2008)



Mapa 152: Precipitación de octubre en % en la provincia de Corrientes (1985/2008)



La **Tabla 36** muestra el comportamiento del monto pluviométrico por quinquenio en la provincia de Corrientes durante el período 1985/2008, no obstante, la inexistencia de datos en algunos de los puestos pluviométricos circunscribió el análisis al período 1990/2004. Atendiendo a esta característica, el comportamiento que presentan los quinquenios permitiría establecer los siguientes patrones:

1. Disminución constante de los montos en las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos de Corrientes, Garruchos y La Sirena, durante el período analizado;
2. El siguiente patrón evidencia un ascenso (1990/94), descenso (1995/99) y ascenso (2000/04) nuevamente en las localidades de San Carlos, Concepción, Bella Vista, Paso de los Libres, Monte Caseros, Pueblo Libertador;
3. Por último, Carlos Pellegrini y Santa Lucía registran un comportamiento inverso: descenso (1990/94), aumento (1995/99) y descenso (2000/04) de los montos pluviométricos quinqueniales.

Los aspectos mencionados anteriormente pondrían de manifiesto la variabilidad temporal y espacial de las precipitaciones en la provincia de Corrientes durante el período analizado.

En el **Gráfico 28** se representa la dinámica témporo espacial de la precipitación media anual por quinquenio en el que se puede advertir, a grandes rasgos, que las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos del norte provincial presentan generalmente valores por encima del promedio, mientras que en el centro y sur del territorio el comportamiento se vuelve más variable. Resulta interesante señalar también el comportamiento que describe Santa Lucía, quien en todos los casos presenta valores por debajo del promedio de la serie de datos analizada.

Tabla 36: Precipitación media anual (mm) por quinquenio según estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia de Corrientes (período 1985/2008)

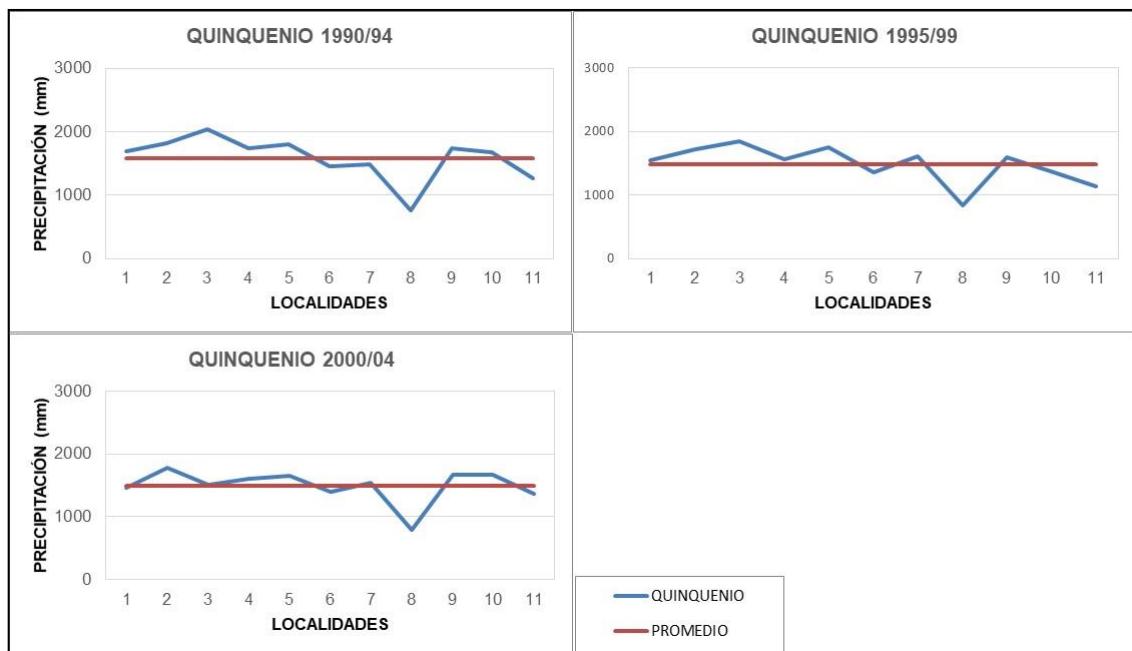
ESTACIÓN	1985/89	1990/94*	1995/99	2000/04	2005/08**
1 Corrientes Aero	1518	1687	1553	1467	1387
2 San Carlos	-	1818	1716	1775	1626
3 Garruchos	-	2033	1848	1515	1607
4 Concepción	-	1738	1558	1606	1168
5 La Sirena	-	1799	1743	1659	1425
6 Bella Vista	1346	1453	1353	1397	1108
7 Carlos Pellegrini	-	1493	1616	1546	994
8 Santa Lucía	-	756	843	792	1081
9 Paso de los Libres Aero	1590	1732	1589	1674	1103
10 Monte Caseros Aero	1414	1671	1369	1669	1509
11 Pueblo Libertador	-	1272	1141	1368	1158

* Los valores de precipitación en este quinquenio se calcula con los años 1993 y 1994 para las localidades de La Sirena, Santa Lucía, Carlos Pellegrini, Concepción, Garruchos, San Carlos y Puerto Libertador.

** Los valores de precipitación en este quinquenio se calcula con los años 2005 y 2006 para las localidades de Bella Vista y Monte Caseros.

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 28: Precipitación media anual (mm) por quinquenio según estación meteorológica y puesto pluviométrico* en la provincia de Corrientes (período 1985/2008)



*El nombre de las localidades se puede consultar en la **Tabla 36**.

Fuente: Elaboración propia.

6.4 Anomalías pluviométricas

6.4.1 Frecuencia

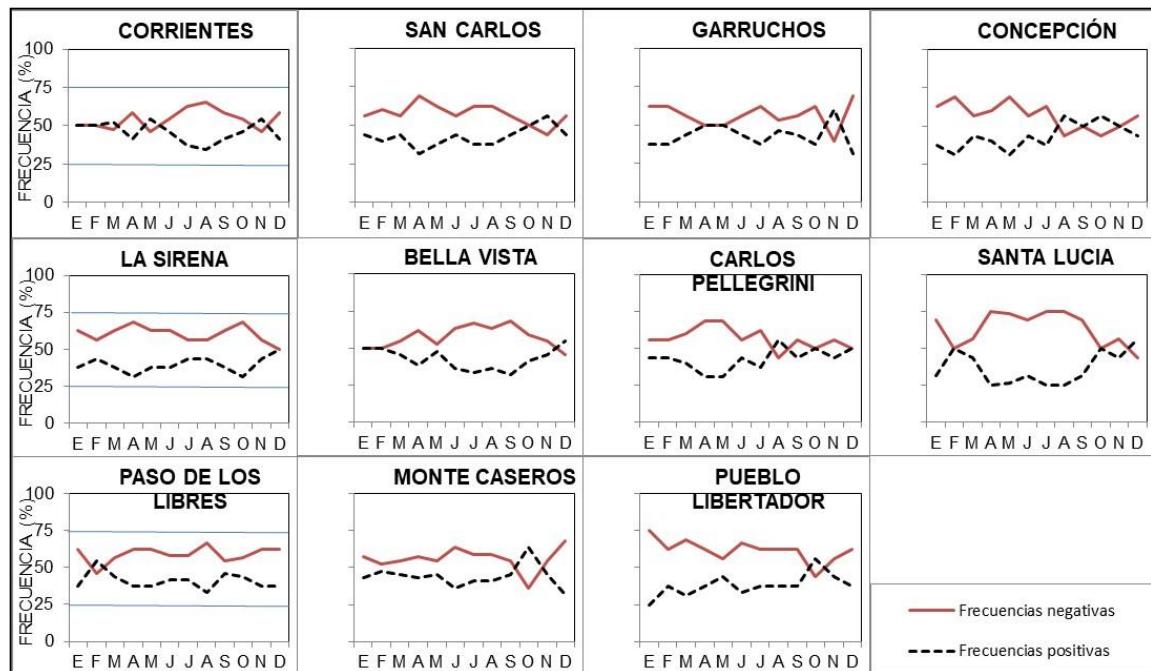
El **Gráfico 29** representa las frecuencias relativas de anomalías positivas y negativas según estación meteorológica y puesto pluviométrico durante el período 1985/2008. En ellos se puede observar, tal como se ha advertido en el resto de las provincias del nordeste, un predominio de las anomalías negativas con respecto de las positivas. No obstante, se detectan algunas situaciones particulares que nos permitirían definir patrones en el comportamiento de las frecuencias durante el año:

1. Doce meses con anomalías negativas superiores a las positivas: el puesto pluviométrico de La Sirena es el único que reúne esta característica.

2. Un mes con anomalía positiva superior a la negativa: San Carlos (Nv), Garruchos (Nv), Bella Vista (Dc), Carlos Pellegrini (Ag), Santa Lucía (Dc), Paso de los Libres (Fb), Monte Caseros (Oc) y Pueblo Libertador (Oc).

3. De dos a tres meses con anomalías positivas superiores a las negativas: Concepción (Ag y Oc) y Corrientes (Mz, My y Nv).

Gráfico 29: Frecuencia relativa (%) de anomalías positivas y negativas según estación meteorológica y puesto pluviométrico en la provincia de (1985/2008).



Fuente: Elaboración propia.

Como se advierte, si bien en gran parte del año las anomalías negativas superan a las positivas es posible detectar la situación contraria, especialmente en los meses de verano: noviembre, diciembre, febrero o marzo, como también en los meses de transición y algunos meses invernales: mayo y agosto. Desde el punto de vista espacial no es posible circunscribir los patrones detectados a un espacio determinado.

El **Gráfico 30** muestra las frecuencias relativas de las anomalías negativas o meses secos en los intervalos comprendidos entre -0,1 a -25 % (disminución leve), -50,1 a -75 % (disminución moderada a grave) y -75,1 a -100% (disminución grave). Se observa, de modo general, que en la mayoría de las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos los tres intervalos analizados describen curvas multimodales, asimismo, se debe destacar la ausencia de un gradiente en el comportamiento temporal dando cuenta de la variabilidad del fenómeno durante el año, que nos permitiría señalar lo siguiente:

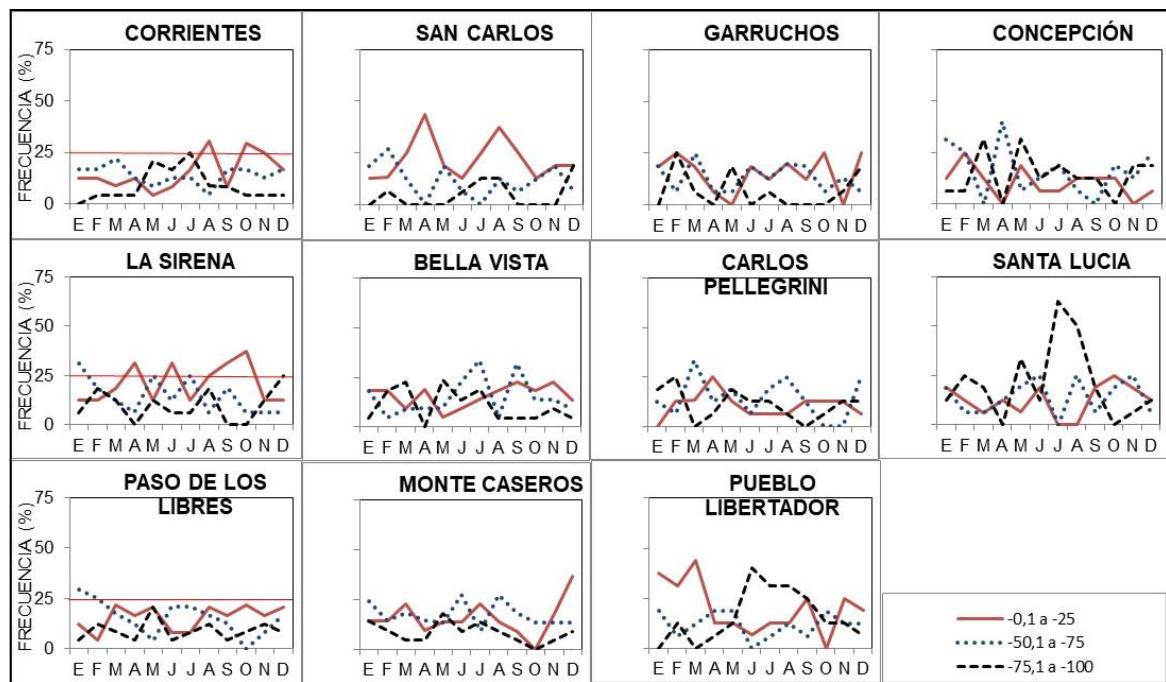
1. El intervalo de anomalías negativas comprendido entre -0,1 a -25 % se presentó durante el período de estudio y en la mayoría de las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos con una frecuencia inferior al 25 %, no obstante, se registraron algunas excepciones que superan este valor, por ejemplo: Corrientes (Ag y Oc), Monte Caseros (Dc), La Sirena (Ab, Jn, Se, Oc), San Carlos (Ab y Ag) y Pueblo Libertador (En, Fb y Mz).

2. En la clase comprendida entre -50,1 a -75 % también se observó una frecuencia inferior al 25 % en la mayoría de las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos, así mismo se sucedieron algunas excepciones, por ejemplo: Bella Vista (Jl y Se), Monte Caseros (Jn y Ag), Paso de los Libres (En), La Sirena (En), Carlos Pellegrini (Mz), Concepción (En y Ab) y San Carlos (Fb).

3. En el intervalo comprendido entre -75,1 a -100 % se advierte que, del total de estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos trabajados y durante el período de estudio, superan la frecuencia de 25 % Santa Lucía (My, Jl, Ag), Concepción (Mz, My) y Pueblo Libertador (Jn, Jl, Ag). Como se puede observar la frecuencia de las anomalías negativas comprendidas en este intervalo se incrementa durante los meses invernales preferentemente.

Por otra parte, el **Gráfico 31** expone las frecuencias relativas de los meses húmedos en los intervalos comprendidos entre 0,1 a 25 % (aumento incipiente), 75,1 a 100 % (aumento grave a muy grave) y más de 100 % (aumento muy grave) durante el período de estudio. En el análisis de los tres intervalos de clases se observa que, en general, el comportamiento de las anomalías positivas no supera el 25 % de frecuencia, sin embargo, se detectaron algunas particularidades específicamente en el intervalo de anomalías positivas comprendido entre 0,1 a 25 %, donde se observó que con asiduidad se supera la frecuencia de 25 %, por ejemplo: en Monte Caseros, Carlos Pellegrini, Concepción y San Carlos en el mes de octubre; Corrientes, Garruchos y San Carlos en noviembre; Bella Vista y Santa Lucía en diciembre; y por último en el mes de julio en La Sirena.

Gráfico 30: Frecuencia relativa de los meses secos en los intervalos comprendidos entre -0,1 a -25, -50,1 a -75 y -75,1 a -100 % para todas las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia de Corrientes (1985/2008).



Fuente: Elaboración propia.

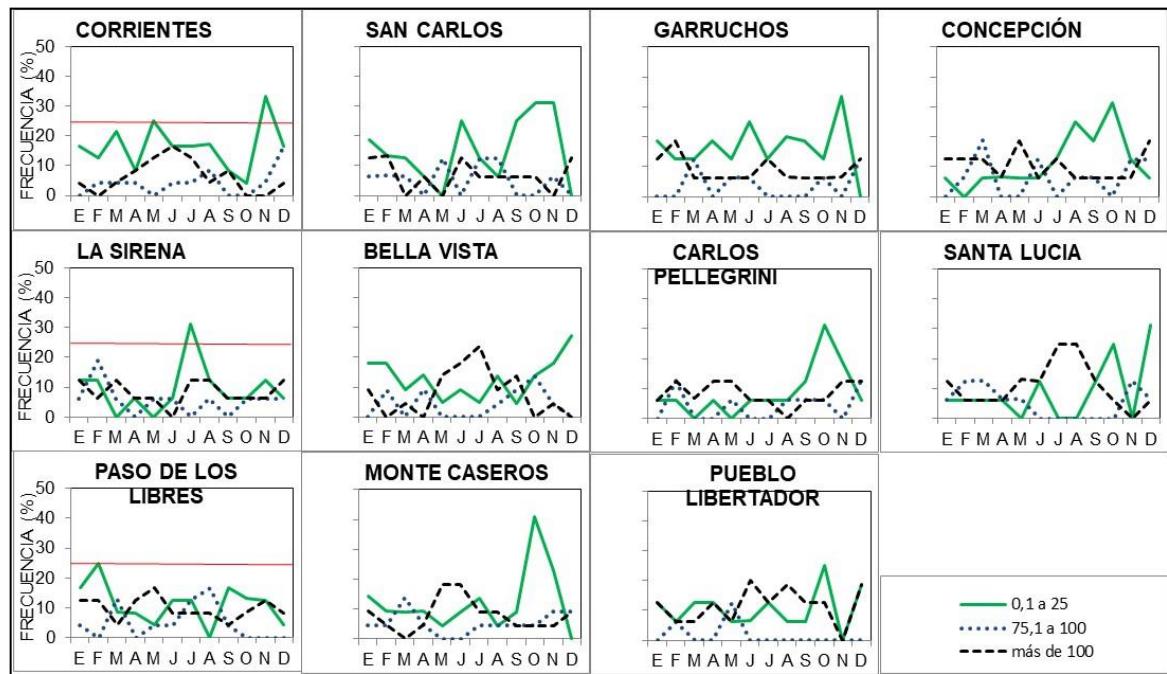
Las anomalías positivas comprendidas entre 75,1 y más de 100 % se suceden con una frecuencia inferior a un 25 % de ocurrencia en todas las estaciones y puestos pluviométricos de la provincia, pueden registrarse en cualquier momento del año y en algunos casos adquieren gran significatividad por los valores alcanzados, por ejemplo el mes de enero de 1998 en Paso de los Libres presentó un incremento de 325% de las precipitaciones con respecto a la media de la serie trabajada (ver Anexo estadístico pág. 295-296).

Así mismo es importante señalar la curva multimodal que describen en los tres intervalos analizados como también la variabilidad espacial y temporal del fenómeno.

Para concluir se podría afirmar que, al igual que el resto de las provincias del Nordeste, en Corrientes se desarrollaron con mayor frecuencia las anomalías negativas o eventos secos con respecto de las anomalías positivas o eventos húmedos. No obstante, en los meses de verano o de transición se puede advertir un comportamiento inverso, aunque con menor frecuencia, posiblemente causadas por fenómenos atmosféricos aperiódicos. Asimismo, los intervalos analizados de los eventos secos y húmedos se registrarían en la provincia de Corrientes y durante la serie 1985/2008 con

una frecuencia inferior al 25 %, no obstante, se observaron casos en donde se supera este valor en los meses de verano y de transición, preferentemente.

Gráfico 31: Frecuencia relativa de los meses húmedos en los intervalos comprendidos entre 0,1 a 25 %; 75,1 a 100 % y más de 100 % para todas las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia de Corrientes (1985/2008)



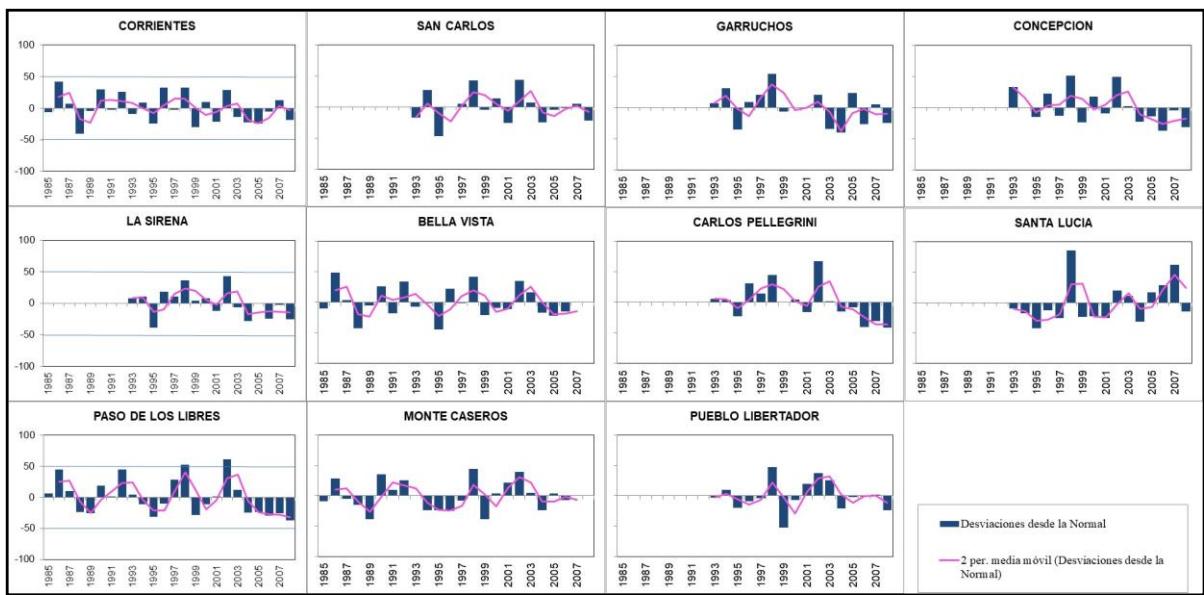
Fuente. Elaboración propia.

6.4.2 Magnitud

En el **Gráfico 32** se representaron las anomalías anuales para todas las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos durante el período de estudio en la provincia de Corrientes. En este se puede observar que las desviaciones, en general, oscilan entre $\pm 50\%$, con algunas claras excepciones: en 1998 en Santa Lucía (86 %), Paso de los Libres (53 %), Concepción (51 %) y Garruchos (54 %); en 1999 en Pueblo Libertador (-52%); en 2002 en Paso de los Libres (62 %) y Carlos Pellegrini (68 %); y en 2007 en Santa Lucía (63 %). Resulta interesante mencionar que de los casos señalados, la mayoría implica un incremento de los valores de precipitación con respecto de la media de la serie ya que las décadas de 1980 y 1990 fueron particularmente lluviosas.

Por otra parte, también se puede advertir que las anomalías anuales describen un comportamiento variable durante el período de estudio donde los estadios húmedos y secos coinciden en la mayoría de las localidades analizadas, no obstante, a partir de los años 2003/2004 hay una tendencia generalizada al inicio de un período seco en gran parte de la provincia con excepción del puesto pluviométrico de Santa Lucía que describe un comportamiento opuesto.

Gráfico 32: Anomalías anuales en % según estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos en la provincia de Corrientes (1985/2008)



Fuente: Elaboración propia.

6.4.3 Duración e intensidad

En la provincia de Corrientes, al igual que el resto de las provincias del Nordeste, se suceden con mayor frecuencia secuencias secas de 2 meses de duración mientras que aquellos episodios de 3, 4 y 5 meses se registran en menor medida.

En la **Tabla 36** se consignan las secuencias secas iguales o mayores a 6 meses de duración según año, estación meteorológica o puesto pluviométrico y período del año en que se producen. El análisis de la información representada permitiría sostener lo siguiente:

1. La duración de las secuencias secas en un mismo año no es homogénea en el espacio, no obstante, puede advertirse que durante los años 1988/89, 1995/96, 2005/06, 2007/08 se observa cierta persistencia del evento seco;

2. El momento o período del año en que se producen las secuencias secas tampoco es homogéneo en el espacio en algunos casos;

3. La extensión espacial de la secuencia seca de más de seis meses de duración, en muchos casos, comprende menos del 50 % de territorio, esto se determinó por el número de estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos involucrados.

Tabla 37: Años con secuencias secas iguales o mayores a seis meses de duración en la provincia de Corrientes.

Año	Estación Meteorológica/ Puesto Pluviométrico	Duración en meses	Período
1988	Bella Vista	6	Fines de verano y principio del invierno
	Paso de los Libres	7	Fines de verano y principio del invierno
	Monte Caseros	6	Fines de verano y principio del invierno
	Paso de los Libres	7	Invierno y principio del verano
1988/89	Corrientes	13	Fines de verano, invierno y principios de verano del año siguiente
	Paso de los Libres	10	Verano y principio de invierno
	Monte Caseros	8	Verano e invierno
1994/95	Santa Lucía	8	Invierno y verano
1995	Bella Vista	7	Invierno y principio de verano
	Monte Caseros	6	Invierno
	Paso de los Libres	6	Invierno
	Pueblo Libertador	9	Invierno y verano
1995/96	Santa Lucía	8	Invierno y verano
	San Carlos	12	Invierno y verano
1996	Santa Lucía	6	Invierno
	San Carlos	7	Invierno
	Pueblo Libertador	6	Invierno
1996/97	Monte Caseros	9	Invierno y verano
	Pueblo Libertador	10	Verano e invierno
1998/99	Concepción	6	Verano
1999	Corrientes	7	Invierno y principio de verano
	Bella Vista	8	Invierno y principio de verano
1999/00	Monte Caseros	12	Fines de verano, invierno y verano del año siguiente
	Paso de los Libres	7	Invierno y verano
	Pueblo Libertador	7	Fines de invierno y verano
2000	Santa Lucía	7	Invierno y principio de verano
2001	Corrientes	6	Fines de invierno y principio de verano
2001/02	La Sirena	6	Verano
2003	Garruchos	8	Verano
2003/04	Monte Caseros	6	Verano
	Garruchos	8	Verano e invierno
2004	La Sirena	6	Fines del verano y principio del invierno.
	Pueblo Libertador	7	Invierno
2005/06	Paso de los Libres	9	Fines del invierno, verano y principios del invierno del año siguiente.
	La Sirena	15	Invierno y verano

	Carlos Pellegrini	10	Verano e invierno
	Concepción	9	Verano
	San Carlos	8	Fines de invierno y verano
2006/07	Carlos Pellegrini	10	Verano e invierno
2007	Pueblo Libertador	8	Fines de verano e invierno
	Corrientes	6	Verano y principio del invierno
2007/08	La Sirena	6	Verano y principio del invierno
	Carlos Pellegrini	8	Verano y principios del invierno
	Concepción	6	Verano

Fuente: Elaboración propia.

Es importante reiterar que en este trabajo reviste particular interés aquellas secuencias secas de 6 o más meses de duración que se desarrollan durante los meses de transición o de verano, pues en esos momentos del año se espera la reposición de agua en el suelo para el desarrollo de los cultivos. Asimismo el comienzo de una secuencia de anomalías negativas a fines del invierno y su continuación en el verano resulta igual de alarmante pues se extienden las condiciones de sequía hacia los meses donde cabría esperar lluvias. Por otra parte, la situación inversa, es decir, el comienzo de la secuencia seca en el verano y su continuidad durante el invierno reviste igual preocupación, aun cuando el descenso de las temperaturas atenúa la situación, pues es durante esta estación cuando se acentúa la falta de precipitaciones.

Las secuencias húmedas más frecuentes en nuestro espacio de estudio son las de 2, 3 y 4 meses de duración, no obstante, se registran casos donde se extienden en el tiempo. En la **Tabla 38** se consignan los años con secuencias húmedas iguales o mayores a cuatro meses de duración, de los cuales revisten importancia, como ya se mencionara, aquellos que se registran en el verano, o a fines de invierno y comienzo de verano, o fines de verano y comienzo del invierno, en estos dos últimos casos cabe señalar que los meses de transición, es decir los más lluviosos, quedan comprendidos en el grupo e implica un incremento considerable de los montos pluviométricos.

El análisis de la tabla permite advertir que, al igual que las secuencias secas, no se observa una homogeneidad en la extensión temporal y espacial de las secuencias húmedas en el territorio, no obstante, se detecta cierta persistencia del evento durante los años 1997/98 y en menor medida en 1992 y 2002.

Tabla 38: Años con secuencias húmedas iguales o mayores a cuatro meses de duración en la provincia de Corrientes.

Año	Estación Meteorológica/Puesto Pluviométrico	Duración en meses	Período
1985	Monte Caseros	6	Invierno
	Paso de los Libres	6	Invierno
1986	Bella Vista	8	Fines de verano e invierno
	Paso de los Libres	6	Fines del verano y principio de invierno
1989/90	Paso de los Libres	6	Verano
	Corrientes	7	Fines de invierno y principio de invierno
1992	Monte Caseros	6	Fines de verano e invierno
	Paso de los Libres	6	Fines de verano y principio de invierno
1993	Concepción	6	Fines de invierno y principio de verano
	Corrientes	6	Verano
1997/98	Bella Vista	7	Verano
	Monte Caseros	7	Verano
1997/98	Paso de los Libres	7	Verano
	La Sirena	6	Verano
1997/98	Garruchos	13	Verano e invierno
	San Carlos	8	Verano
1997/98	Pueblo Libertador	12	Verano e invierno
	Corrientes	6	Fines de invierno y verano
2002	Santa Lucía	6	Verano
	Carlos Pellegrini	10	Invierno y principio de verano
2002/03	San Carlos	8	Fines de invierno y verano
2005	Garruchos	6	Invierno

Fuente: Elaboración propia.

6.4.4 Espaciamiento temporal

Como se señaló en capítulos anteriores este parámetro se define como el tiempo transcurrido entre diversos períodos secos o húmedos, lo que proporciona una medida de la regularidad o aleatoriedad del fenómeno.

El análisis de los datos pluviométricos de la provincia de Corrientes durante el período 1985/2008 nos permite sostener que desde el año 1999 hasta 2008, aproximadamente, se desarrolló en el territorio un estadio seco. Este se caracterizó por una relativa persistencia interanual del evento seco, sin embargo, se pueden desarrollar episodios húmedos que interrumpen la secuencia y que pueden durar entre uno y tres años, por ejemplo: la dupla 2002/03. Asimismo se debe mencionar que, en el resto de los años del período estudiado también se desarrollan años secos, si bien en forma aislada, que podrían estar relacionados con el fenómeno de La Niña.

El fenómeno opuesto, las inundaciones que cubren mayor extensión temporal espacial se circunscriben, en esta serie, a la década de 1990. Sin embargo, resulta

interesante señalar que en los años comprendidos entre 1993 y 1997 se observa el desarrollo del evento seco en las estaciones meteorológicas de Bella Vista, Paso de los Libre y Monte Caseros, y en el puesto pluviométrico de Santa Lucía. En ellos las secuencias secas pueden durar entre tres y cinco meses. Esta característica pone de manifiesto que los eventos secos y húmedos pueden producirse simultáneamente en un mismo espacio.

Cabe mencionar, además, que durante los últimos años de la década de 1980 se vislumbró un episodio húmedo, pero debido a la ausencia de datos en los puestos pluviométricos se evita dicha generalización¹².

6.5 Eventos de sequías e inundaciones

6.5.1 Sequías

A diferencia del apartado 6.4.3 donde se evalúan las secuencias de los meses secos, en éste se analizan los años secos, atendiendo a los criterios preestablecidos para el resto de las provincias que forman parte de la región, los cuales fueron definidos de la siguiente manera: a) dos o más años consecutivos con anomalías negativas y b) coincidencia de un 50% o más de estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos trabajados. Los resultados figuran en la **Tabla 39**.

Tabla 39: Años secos y % de estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos afectados en la provincia de Corrientes.

Años Secos	% de Estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos afectados
2004	100
2005	72
2006	81

Fuente: Elaboración propia.

Cabe señalar que los años 1988/89 fueron identificados como secos en el resto de las provincias analizadas, en el caso de Corrientes son solamente cuatro las

¹² En la serie de datos de las estaciones oficiales Corrientes y Paso de los Libres que poseen registros ininterrumpidos desde 1931, se puede constatar que las décadas de 1980 y 1990 fueron lluviosas. (cf. Estadísticas climáticas del Servicio Meteorológico Nacional, World Weather Records y Climate Visualisation (ClimVis))

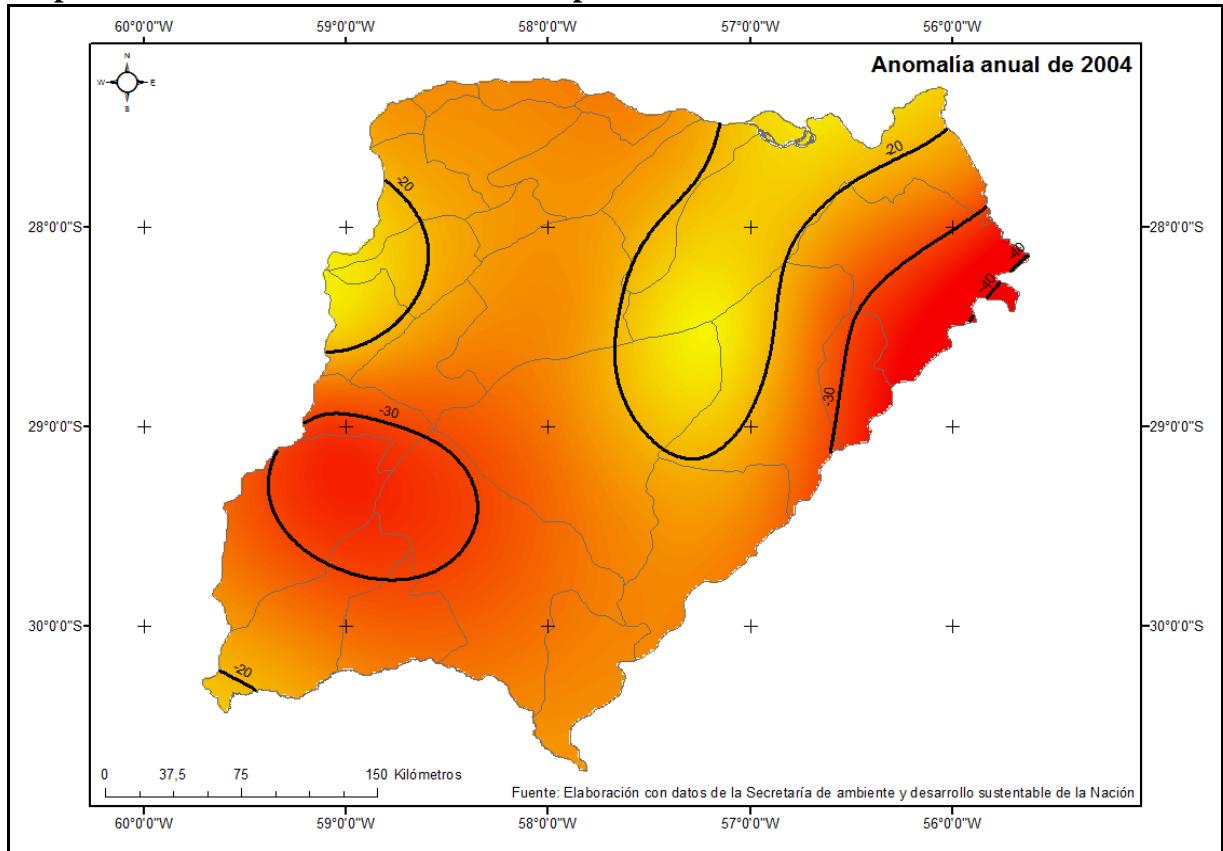
estaciones meteorológicas que tienen datos de los mismos, mientras que del resto no se tiene información para establecer fehacientemente la secuencia seca. No obstante, los valores tratados evidencian sequía en esas localidades. Otros años identificados como secos son 1995, 1999, 2001 y 2008 pero dado que no reúnen los criterios establecidos sólo se los menciona.

El **Mapa 153** representa la situación del año 2004 donde se observó el desarrollo homogéneo del evento seco en toda la provincia. Éste adquirió relevancia hacia el extremo noreste y oeste con el registro de anomalías negativas que indicaron una disminución de los valores pluviométricos en más de un 30 %.

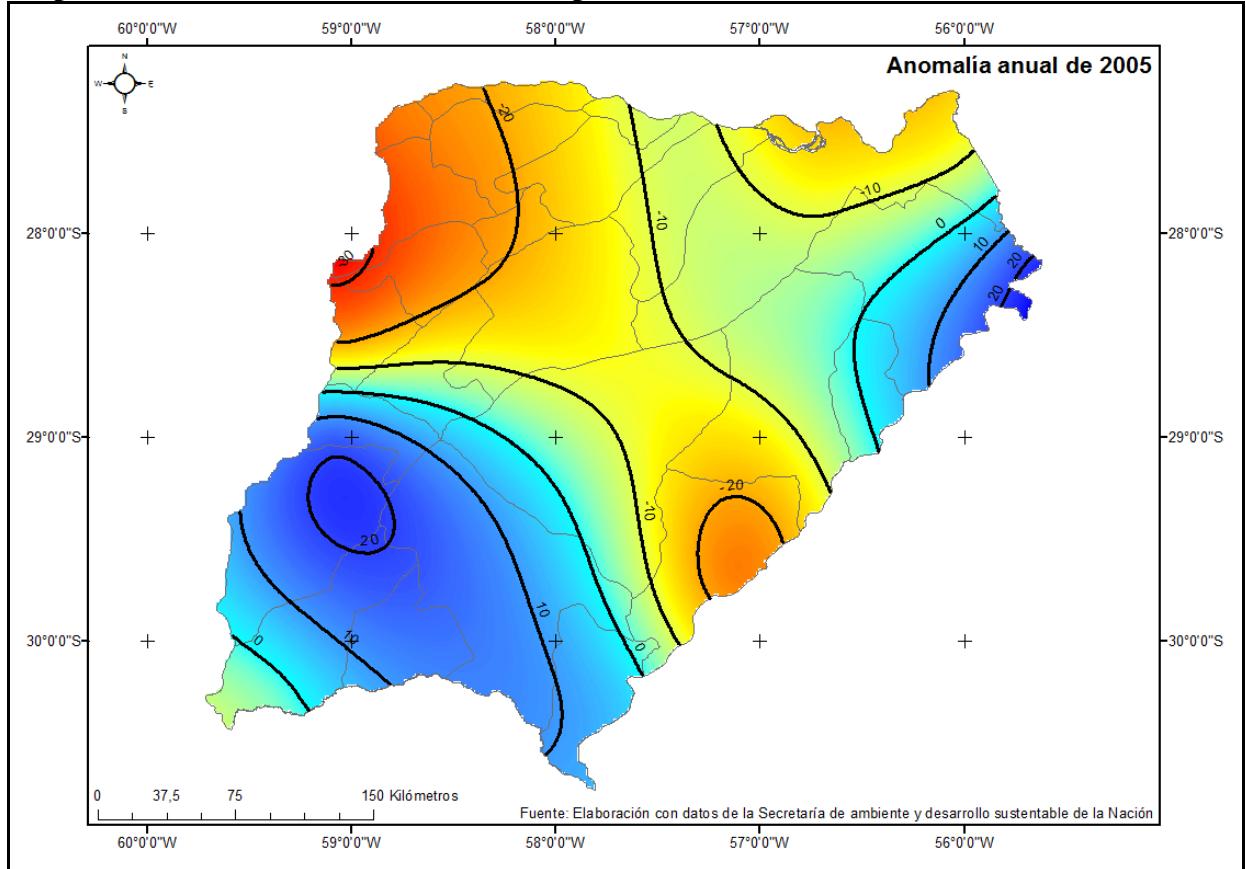
Las representaciones correspondientes a los años 2005 y 2006 (**Mapas 154 y 155**) se diferencian del caso anterior puesto que coexistieron con eventos húmedos o anomalías positivas, si bien sólo en pequeñas superficies, pero suficientes para otorgar heterogeneidad al territorio en lo que respecta al evento que nos ocupa. Las anomalías positivas tendieron a desarrollarse en los extremos noreste, sur y sureste, no obstante, los incrementos que se registraron en las precipitaciones, en algunos casos, apenas superaron el 25 % con respecto al monto anual. Asimismo, los eventos secos también indicaron una disminución de alrededor del 25 %.

Los años secos detectados y sus características analizadas reflejan las condiciones mensuales y los procesos que intervienen según la época del año, de allí las particularidades que se observan en el trazado de las isoanómalias negativas. Atendiendo a lo anterior se representaron cartográficamente aquellos meses secos significativos, específicamente los que se registran en la estación favorable a que se produzcan precipitaciones.

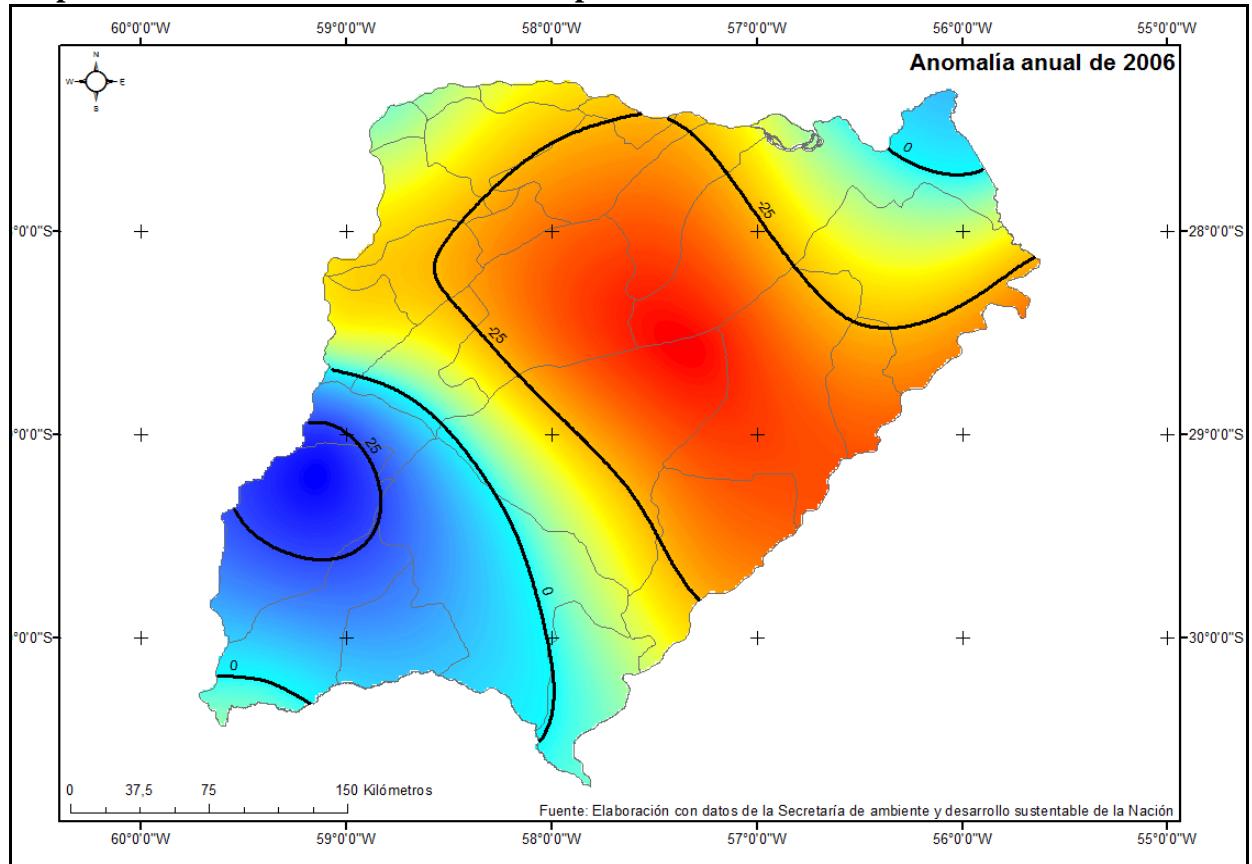
Mapa 153: Anomalía anual de 2004 en la provincia de Corrientes



Mapa 154: Anomalía anual de 2005 en la provincia de Corrientes



Mapa 155: Anomalía anual de 2006 en la provincia de Corrientes



Los meses de octubre y noviembre de 1999 (**Mapa 156 y 157**) evidenciaron una profundización del evento seco hacia el sur del territorio, donde se desarrollaron anomalías negativas que implicaron una disminución de los valores pluviométricos en más de un 75 % del promedio de la serie. Por otra parte, en el mes de noviembre el fenómeno se extendió por toda la provincia.

Los meses de enero, febrero, marzo y abril de 2004 (**Mapas 158-161**) registraron una situación singular, pues a diferencia de los casos analizados anteriormente, los meses secos no se presentaron en forma consecutiva, sino que, por el contrario, se ven interrumpidos por meses con un gran desarrollo espacial de anomalías positivas. En enero y marzo el evento seco se manifestó en forma homogénea en todo el territorio, presentando valores que implicaron una disminución de los montos pluviométricos en más de un 75 % en el interior provincial. Mientras que durante febrero y abril la irrupción de anomalías positivas mitigó la situación anterior, particularmente en el centro y sur provincial.

Los meses de enero y febrero de 2008 (**Mapa 162 y 163**) presentaron la particularidad de verse interrumpidos por eventos húmedos en una o dos estaciones meteorológicas o puestos pluviométricos localizadas al sur de la provincia, mientras que desarrollaron hacia el norte eventos secos que significaron una merma de las precipitaciones superior a un 75% en algunos sectores.

En marzo de 2008 (**Mapa 164**) las anomalías negativas se extendieron en forma homogénea en todo el territorio, sin embargo, el evento se profundizó hacia el centro oeste de la provincia. La situación de abril del mismo año (**Mapa 165**) presentó un comportamiento parecido a enero y febrero de 2008, con la diferencia de que la irrupción de las anomalías positivas se produjo en el noreste del espacio de estudio.

Los meses de noviembre y diciembre de 2008 (**Mapas 166 y 167**) registraron en toda la provincia una sequía que implicó una disminución significativa de las lluvias, principalmente, al este y sur del territorio.

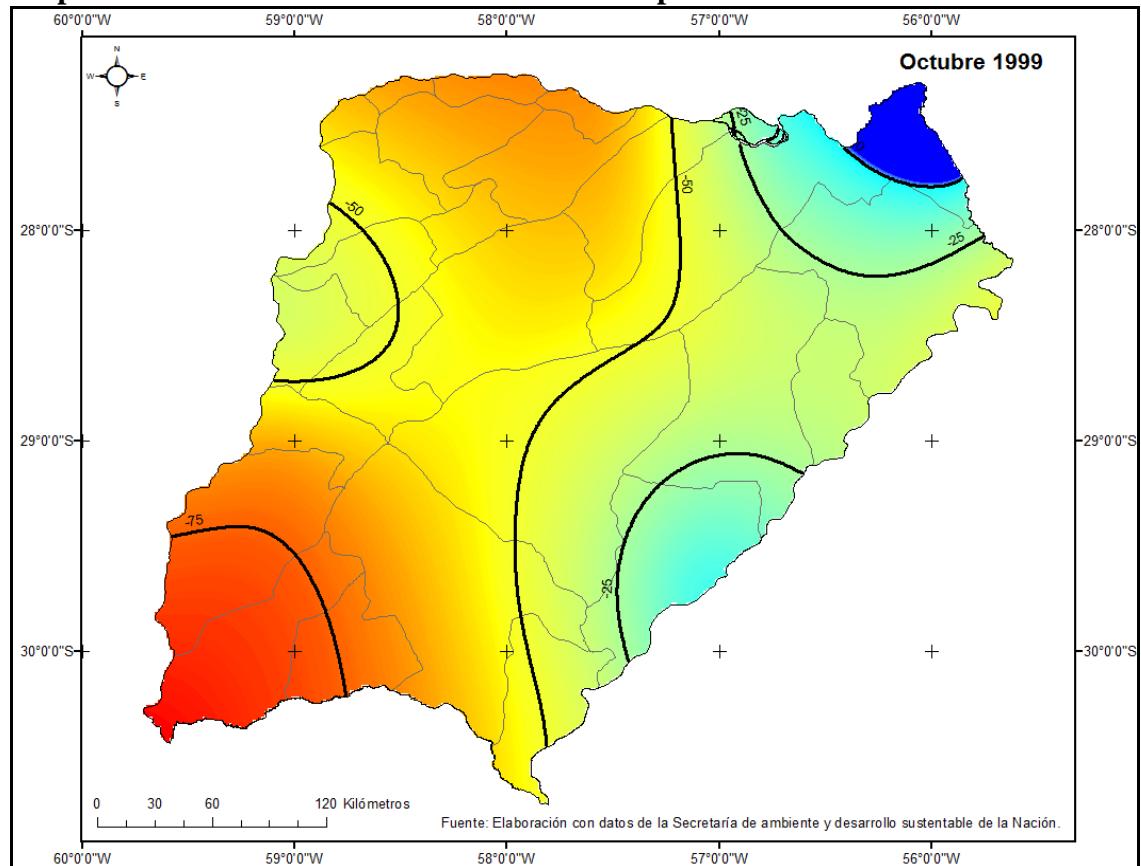
El análisis de los eventos secos anuales y mensuales nos permitirían rescatar algunas características:

1. Los valores de anomalías anuales no reflejan las particularidades mensuales, es decir que, se suceden reducciones importantes de los aportes pluviométricos durante los meses analizados que no se aprecian en la síntesis anual;

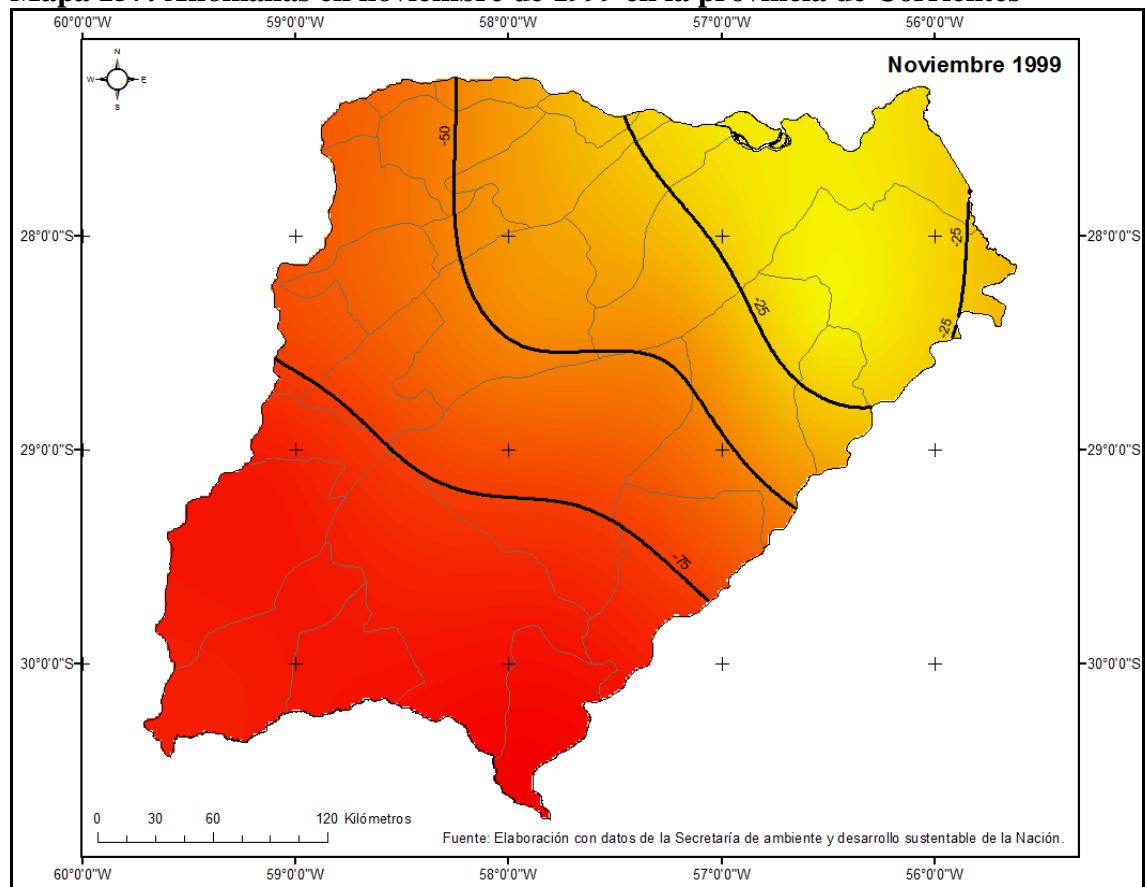
2. Las secuencias secas mensuales se interrumpen con frecuencia por meses húmedos, que si bien traen cierto alivio a la situación imperante no alcanzan para revertir el evento seco;

3. Es frecuente en este espacio que los eventos secos coexistan con los húmedos, dando cuenta de la variabilidad espacial de las precipitaciones.

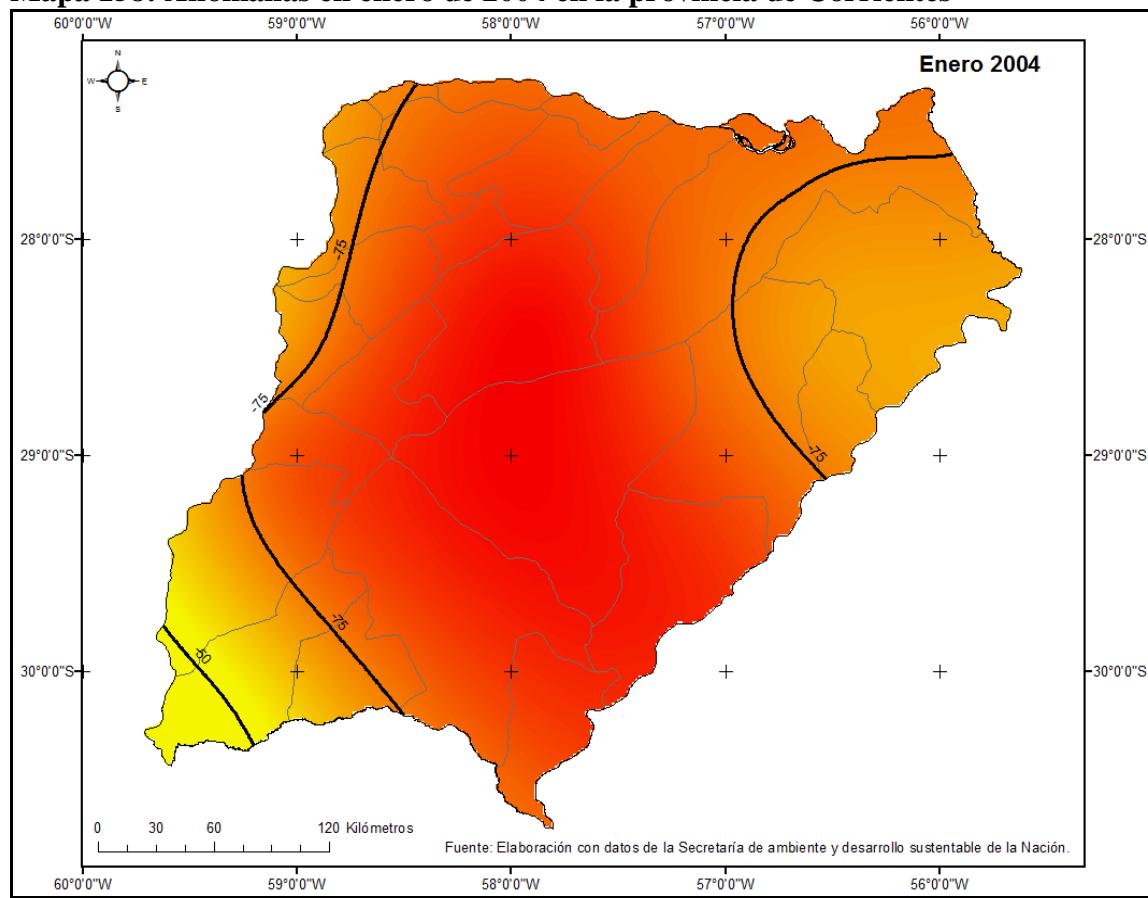
Mapa 156: Anomalías en octubre de 1999 en la provincia de Corrientes



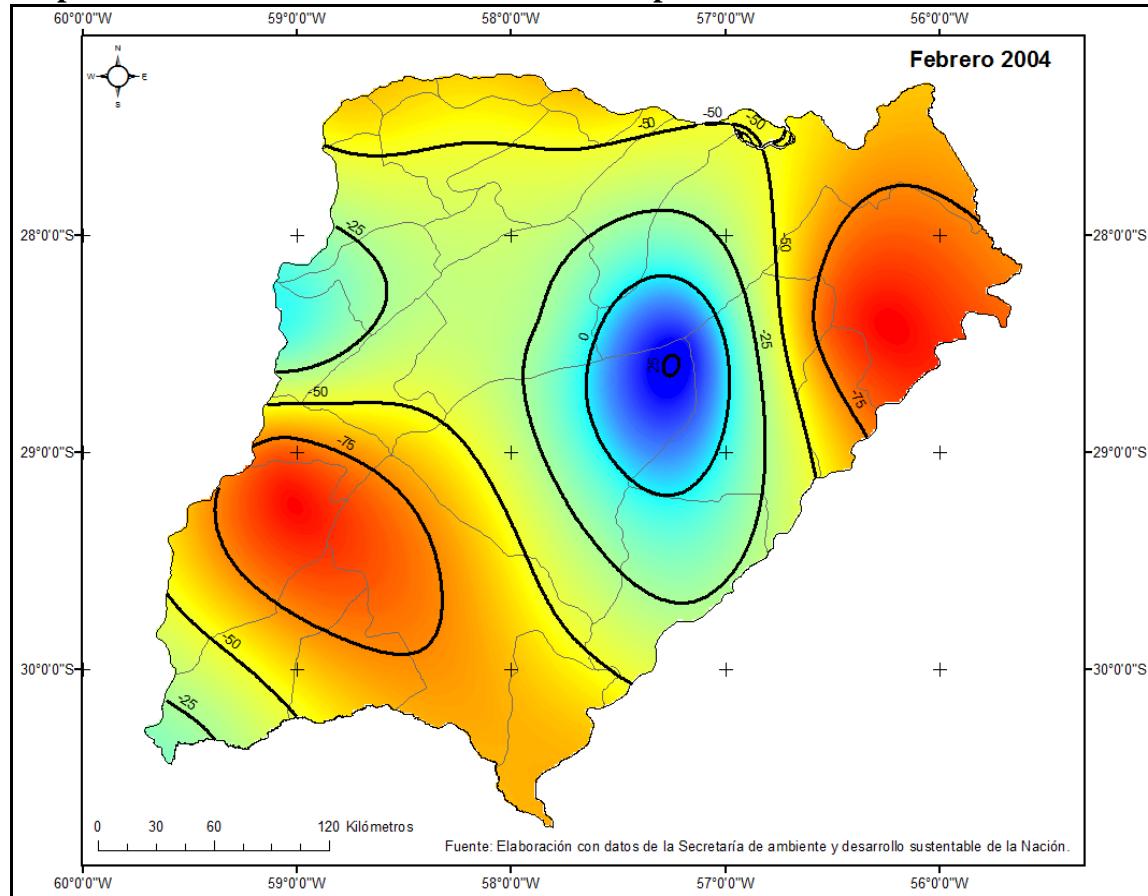
Mapa 157: Anomalías en noviembre de 1999 en la provincia de Corrientes



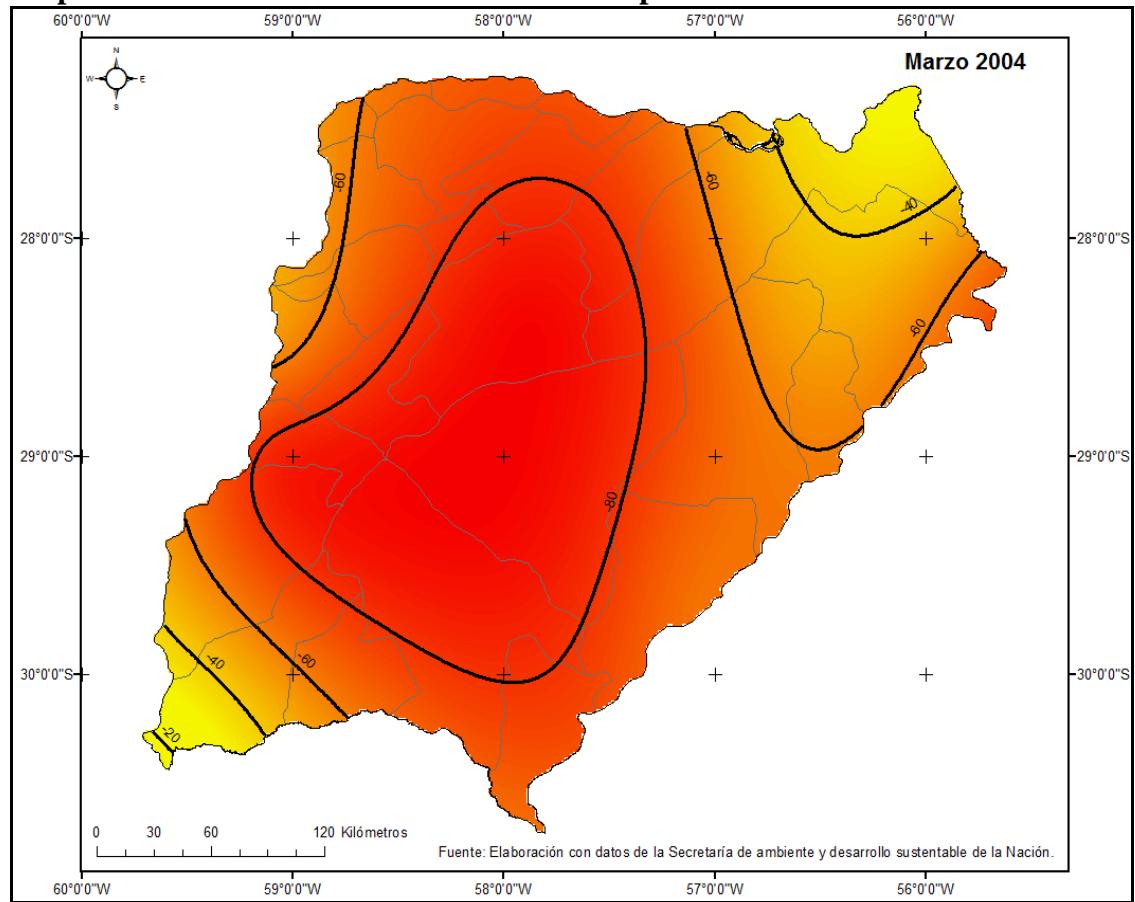
Mapa 158: Anomalías en enero de 2004 en la provincia de Corrientes



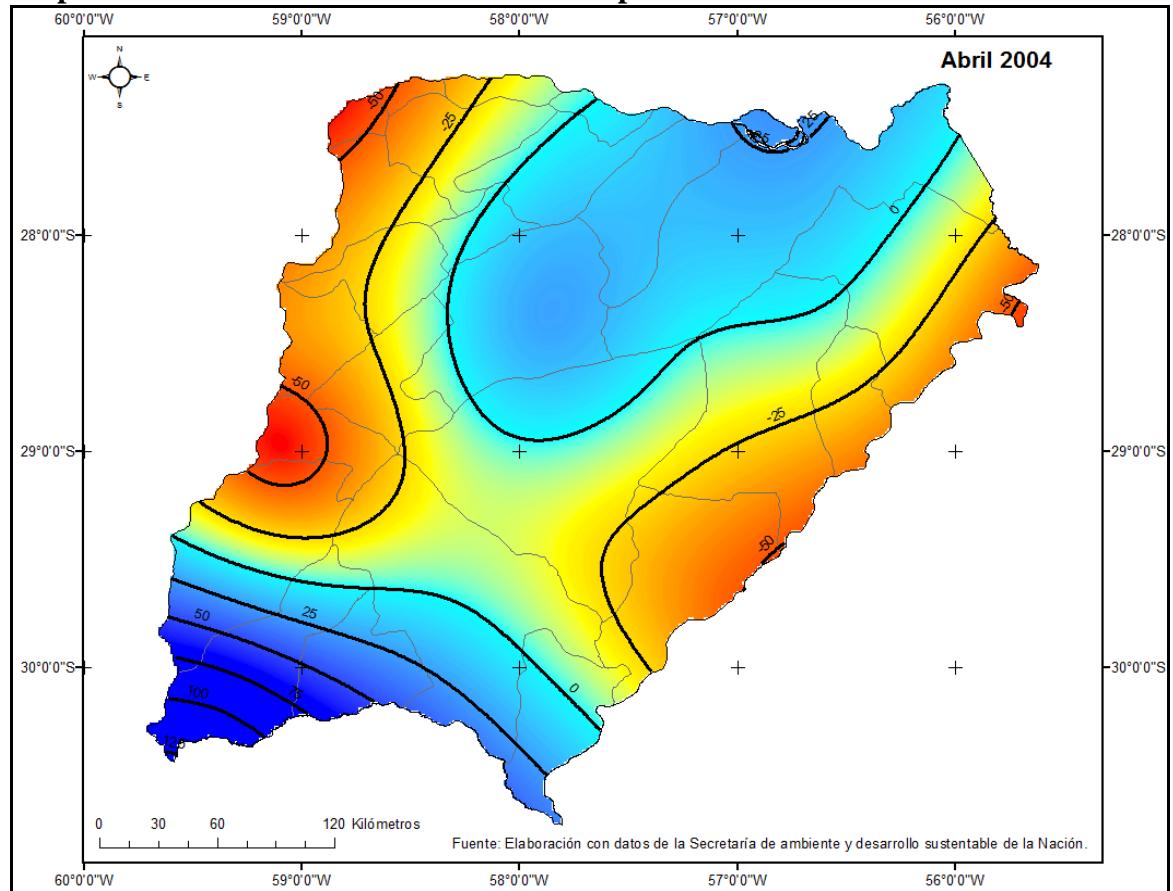
Mapa 159: Anomalías en febrero de 2004 en la provincia de Corrientes



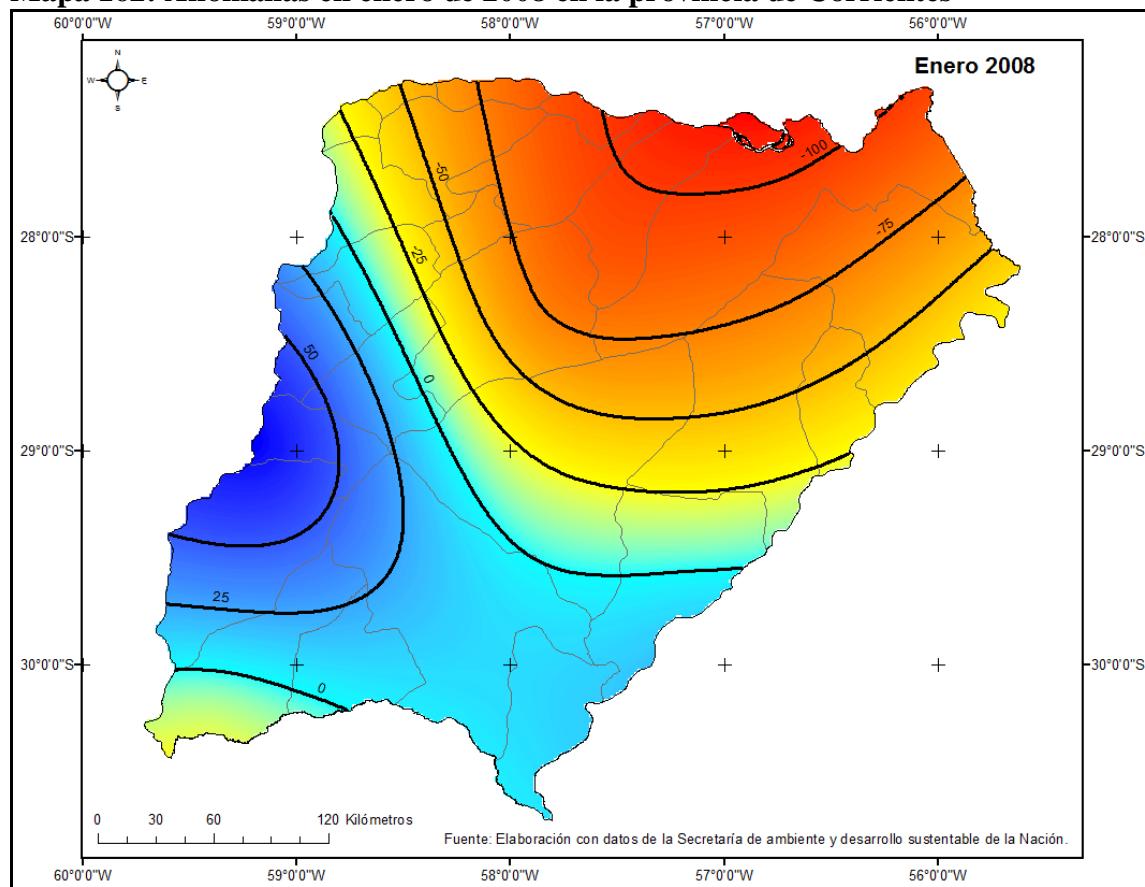
Mapa 160: Anomalías en marzo de 2004 en la provincia de Corrientes



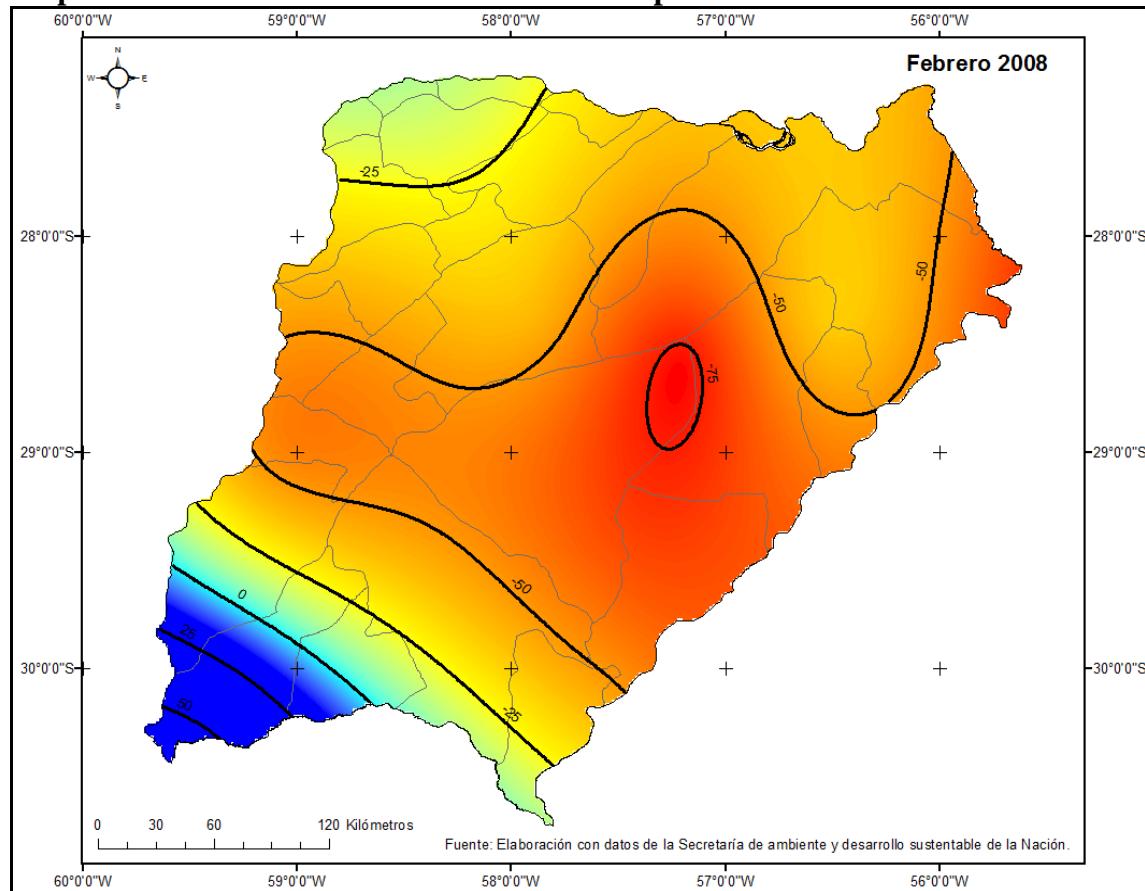
Mapa 161: Anomalías en abril de 2004 en la provincia de Corrientes



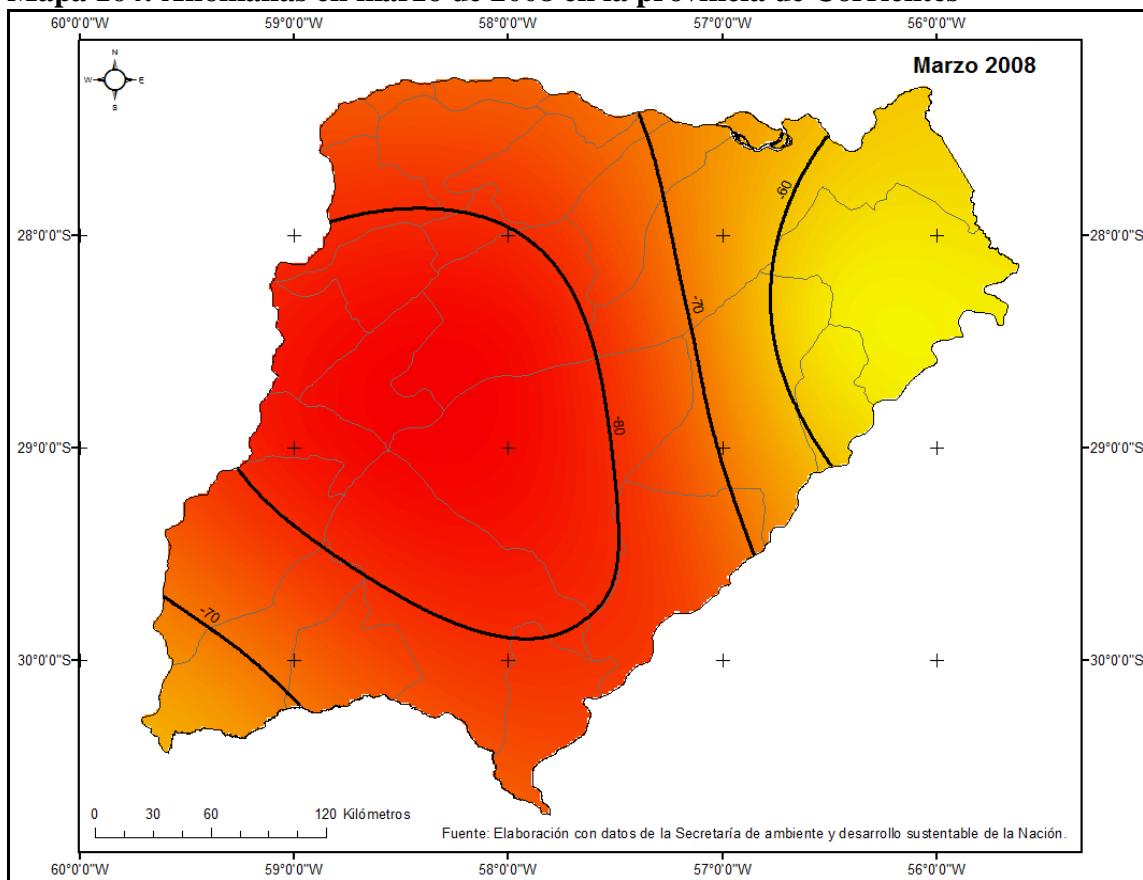
Mapa 162: Anomalías en enero de 2008 en la provincia de Corrientes



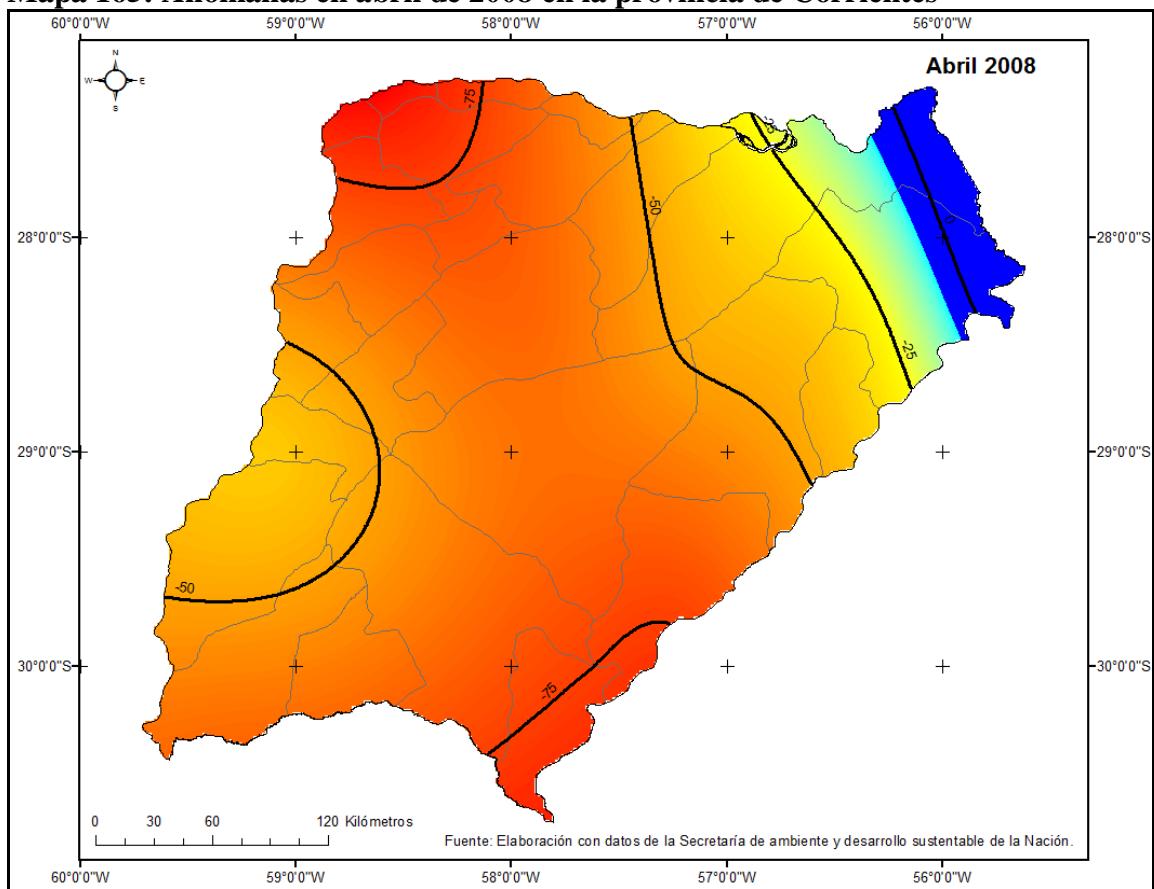
Mapa 163: Anomalías en febrero de 2008 en la provincia de Corrientes



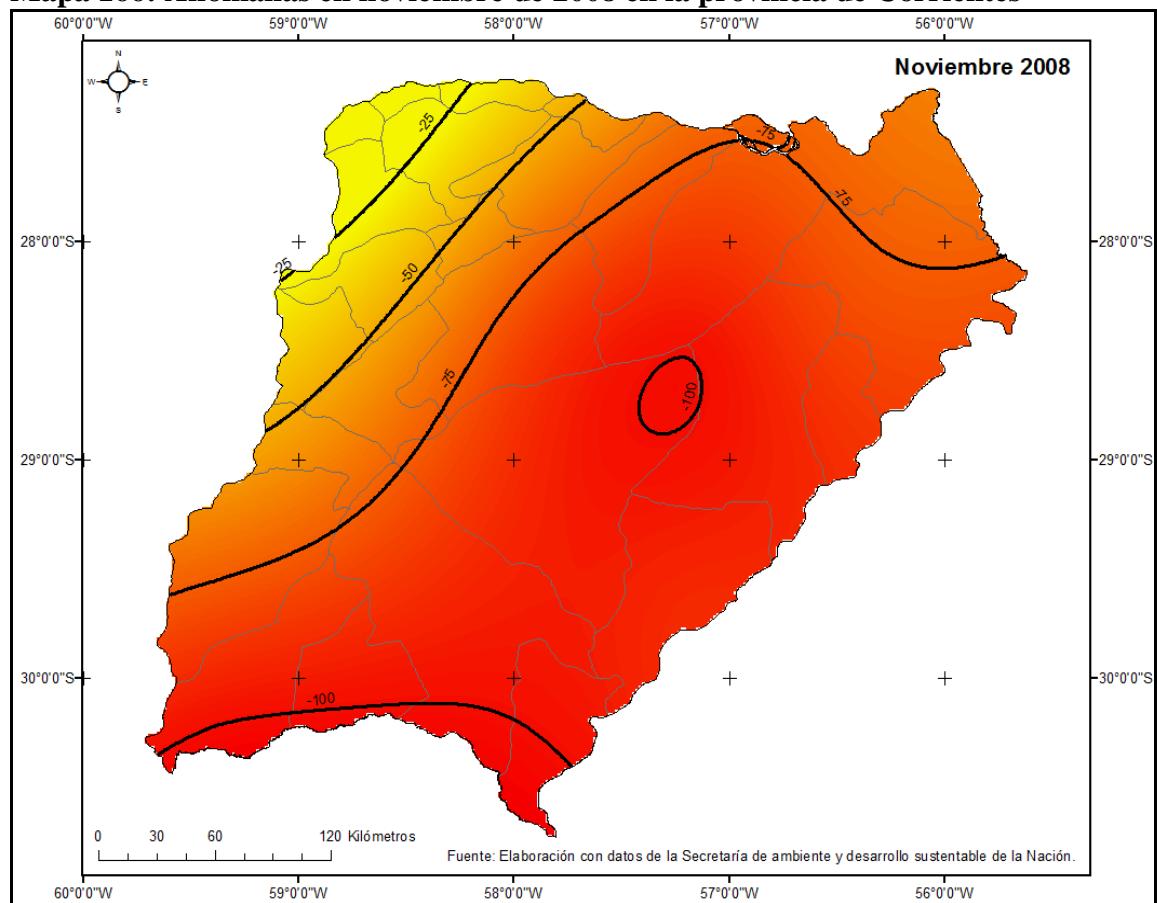
Mapa 164: Anomalías en marzo de 2008 en la provincia de Corrientes



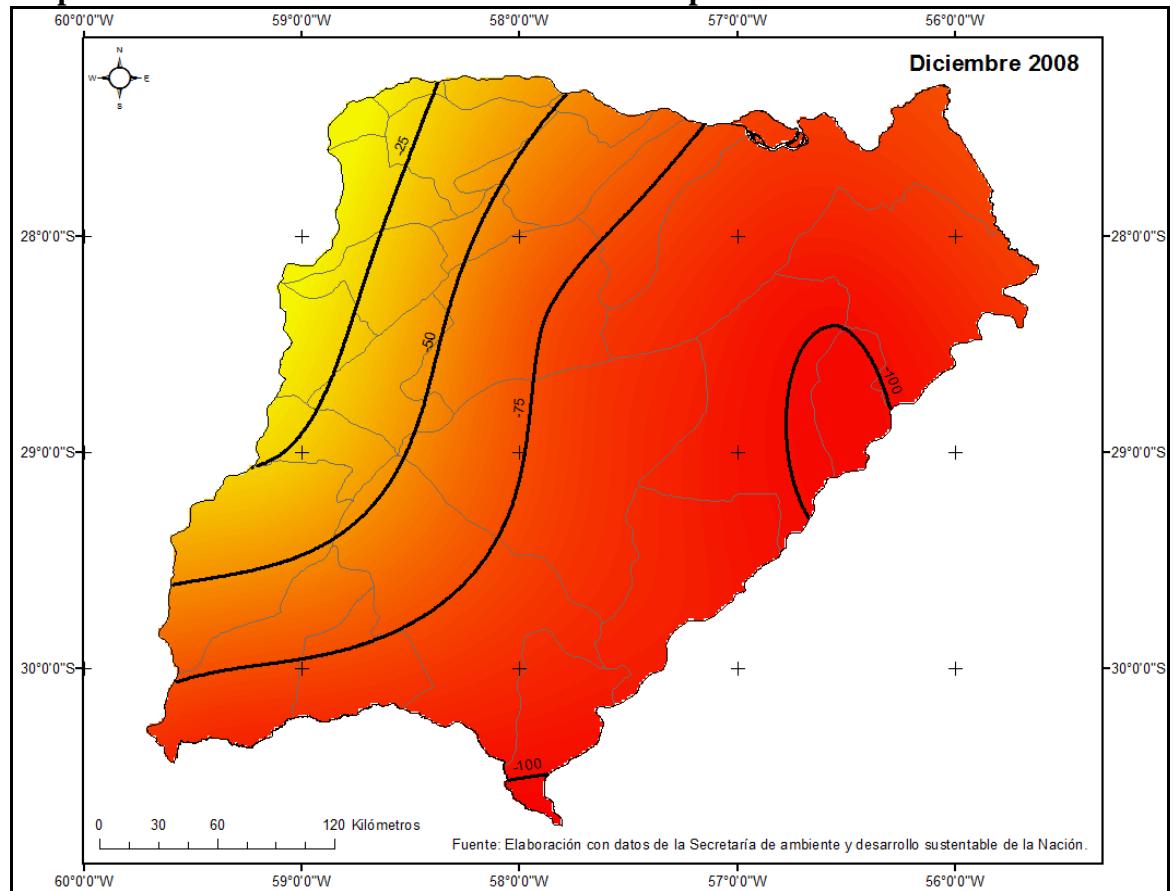
Mapa 165: Anomalías en abril de 2008 en la provincia de Corrientes



Mapa 166: Anomalías en noviembre de 2008 en la provincia de Corrientes



Mapa 167: Anomalías en diciembre de 2008 en la provincia de Corrientes



6.5.2 Inundaciones:

En el territorio de Corrientes no fue posible detectar secuencias húmedas como en las demás provincias del Nordeste, probablemente por la serie de datos trabajada o porque en este espacio el fenómeno presenta esta característica. Para salvar esta dificultad se decidió cartografiar los años 1986, 1990, 1994, 1996, 1998 y 2002 en donde el evento húmedo se registró tanto en Corrientes como en Misiones con un desarrollo espacial superior al 50 %.

La mayoría de las representaciones cartográficas de los años húmedos presentan ciertas similitudes en cuanto al trazado de las isolíneas, lo que hace suponer que los procesos que intervienen en el desarrollo del evento de inundación podrían ser similares. No obstante, se debe considerar la posibilidad de que el método que se utiliza para la representación cartográfica puede influir en los resultados obtenidos.

Los años 1986, 1990, 1998 y 2002 se caracterizaron por presentar el desarrollo homogéneo de anomalías positivas susceptibles de producir inundaciones en todo el espacio. En 1986 (**Mapa 168**) las isoanómalas positivas presentaron un gradiente que disminuyó paulatinamente de noreste a sur, con un incremento de las precipitaciones superior al 60 %, que descendió hasta menos de un 30% en el ángulo sureste de la provincia.

En 1990 (**Mapa 169**), si bien las isolíneas se orientaron en el espacio de manera semejante al caso anterior, el gradiente se invirtió, es decir, aumentó desde el noreste hacia el sur, desde un 10 % hasta superar el 40 %.

La situación de 1998 (**Mapa 170**) se diferencia de las anteriores en el trazado de las isoanómalas, las mismas se dispusieron en sentido subparalelo con máximos en el suroeste, con incrementos de los valores pluviométricos en más de un 75 %, a partir del cual comenzó a disminuir hacia el norte y sur.

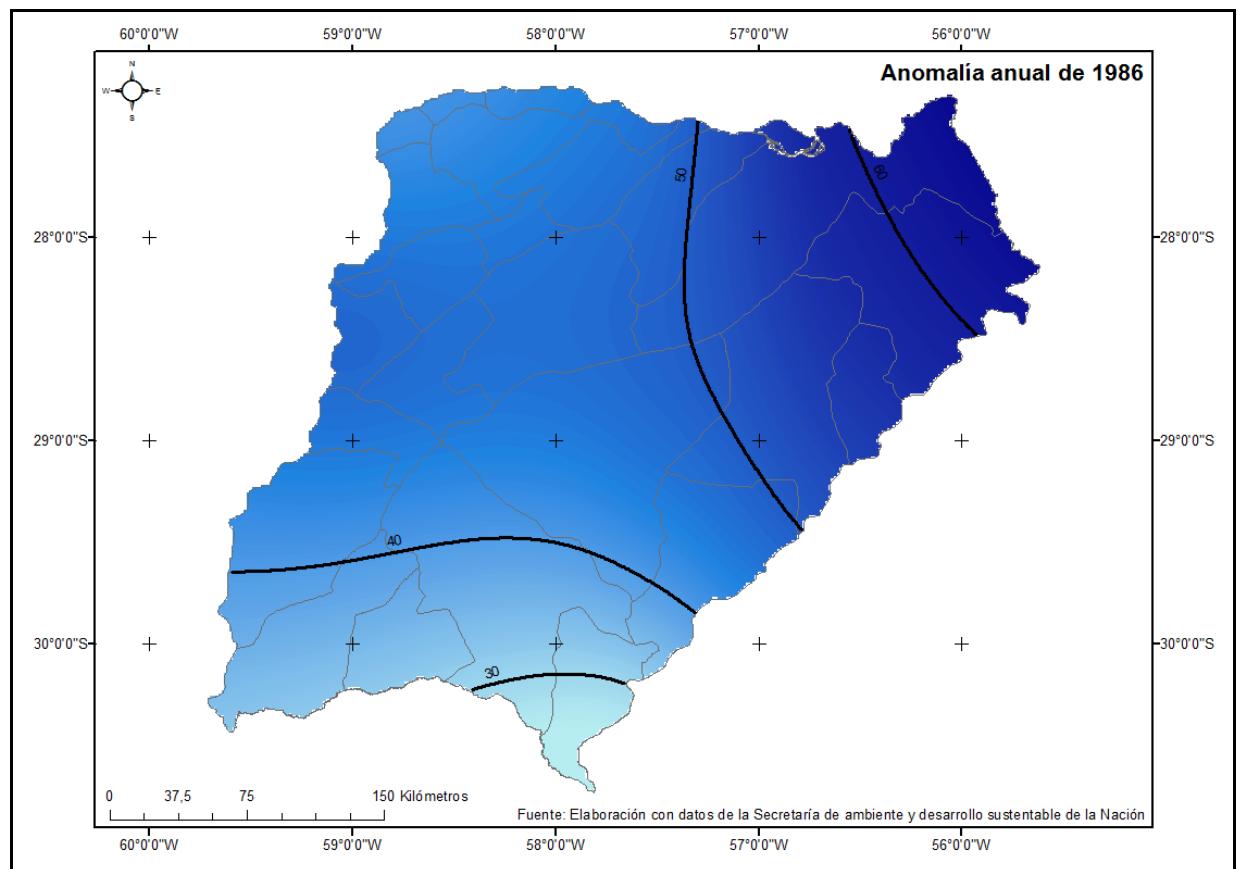
Por último, en 2002 (**Mapa 171**), se observó un comportamiento similar a los dos primeros casos en cuanto al trazado de las isolíneas, no obstante, los máximos valores de anomalías positivas se localizaron hacia el centro este del territorio y registraron un aumento superior al 50 % en la precipitación.

Los años 1994 y 1996 se diferencian de los anteriores por la irrupción, en el territorio, de anomalías negativas.

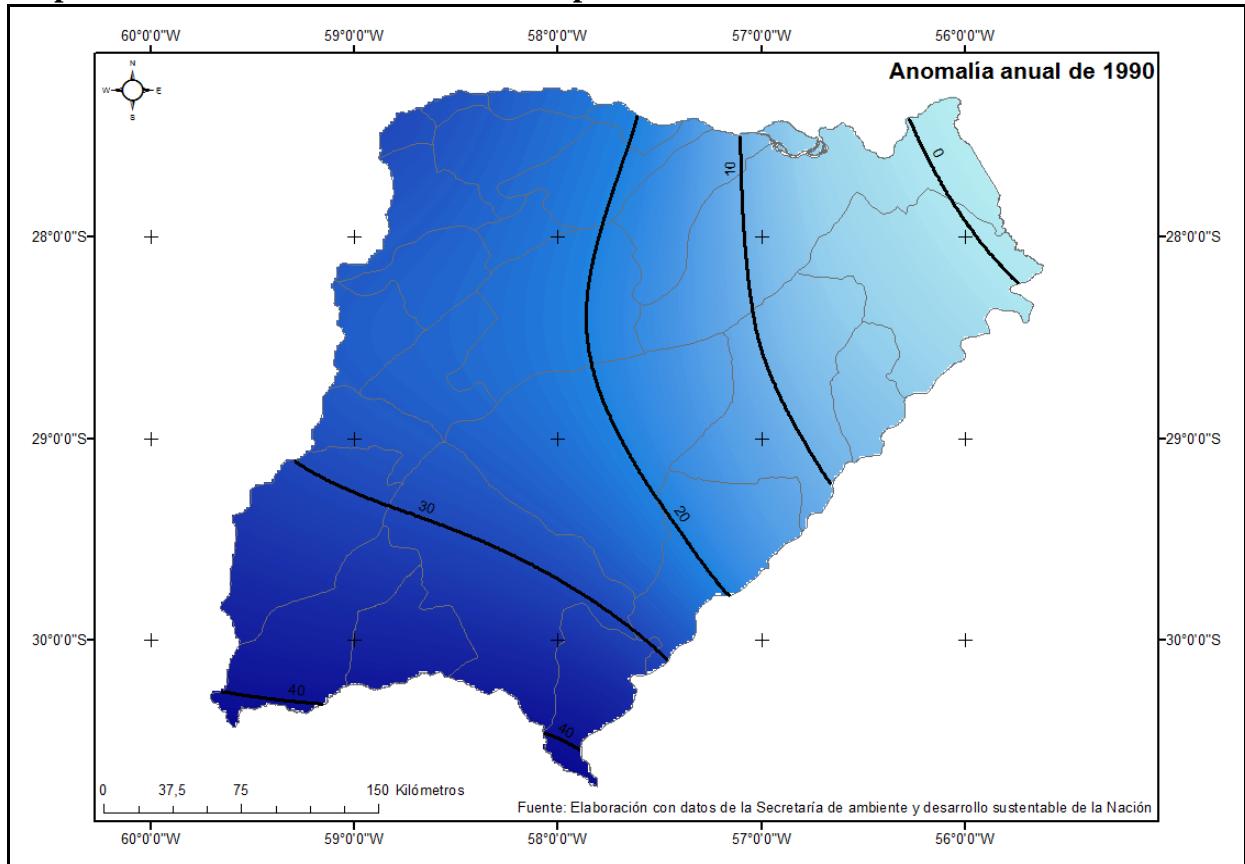
En 1994 (**Mapa 172**) y 1996 (**Mapa 173**) se sucedieron comportamientos similares. En el primero de ellos las anomalías negativas se desarrollaron en el centro sur de la provincia con valores que indicaron más de un 20 % de disminución de los valores pluviométricos, sin embargo, hacia el extremo suroeste se registraron anomalías positivas que aumentaron paulatinamente. En el segundo caso las isoanómalias adquirieron un sentido subparalelo con un gradiente que disminuyó de norte a sur y hacia el noreste.

Resulta interesante destacar que en estos últimos casos analizados el incremento de los valores pluviométricos apenas si superaron el 20 %; igual comportamiento se observó en las anomalías negativas que indicaron una disminución de la precipitación alrededor del mismo valor.

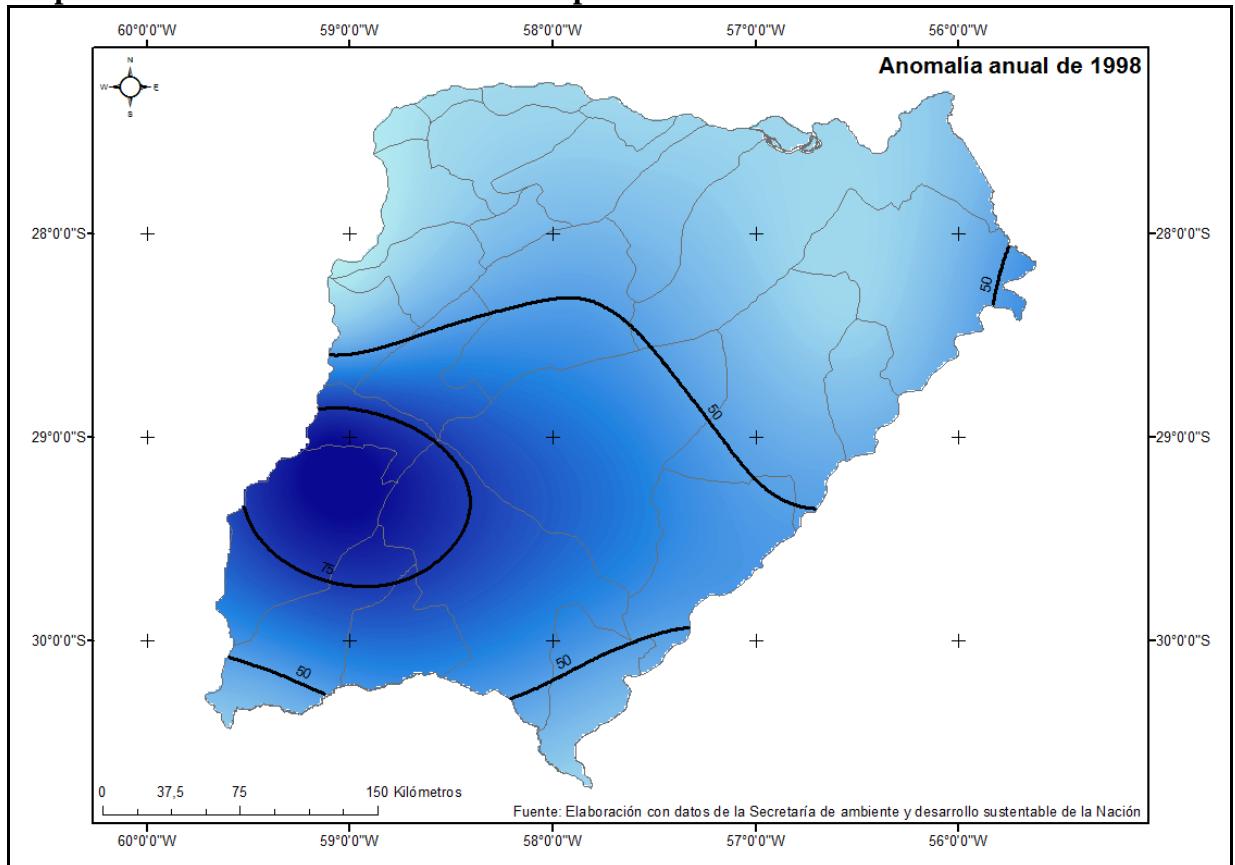
Mapa 168: Anomalía anual de 1986 en la provincia de Corrientes



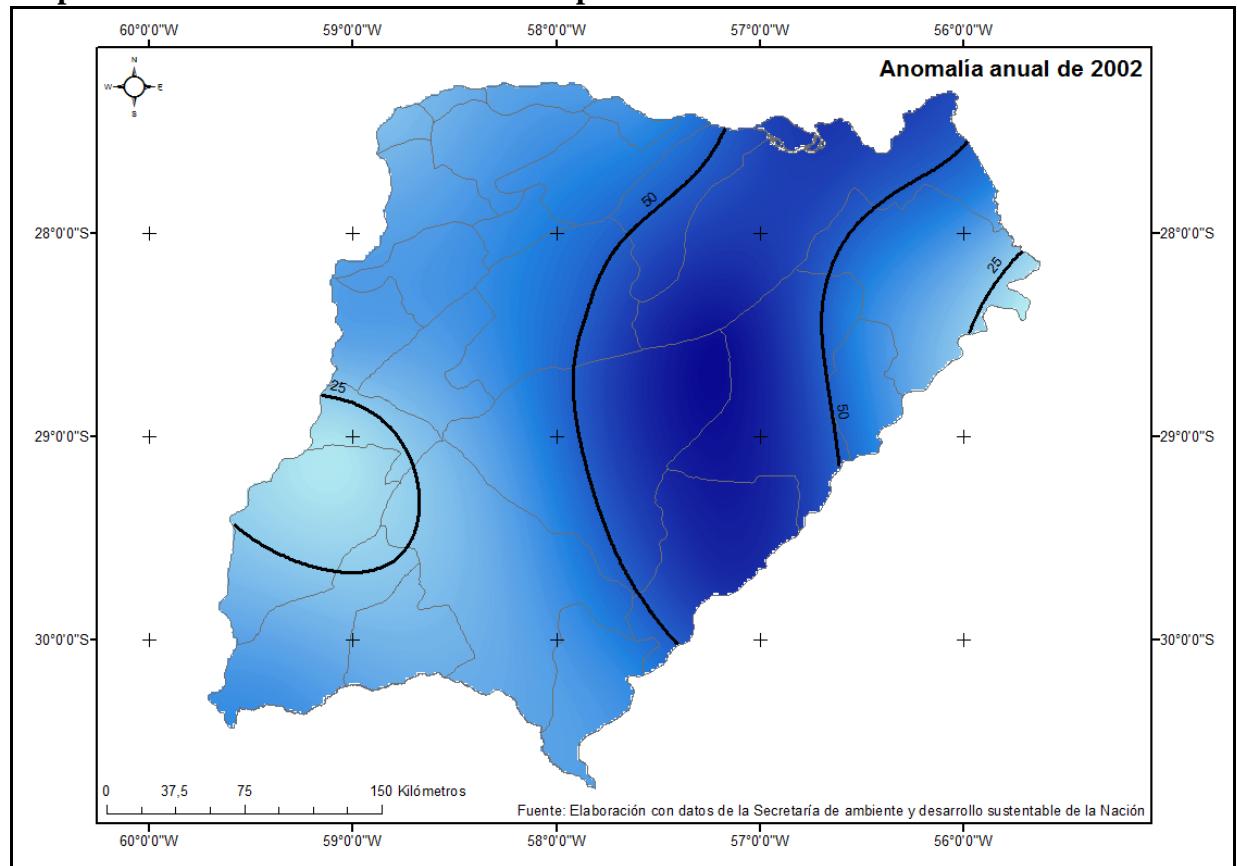
Mapa 169: Anomalía anual de 1990 en la provincia de Corrientes



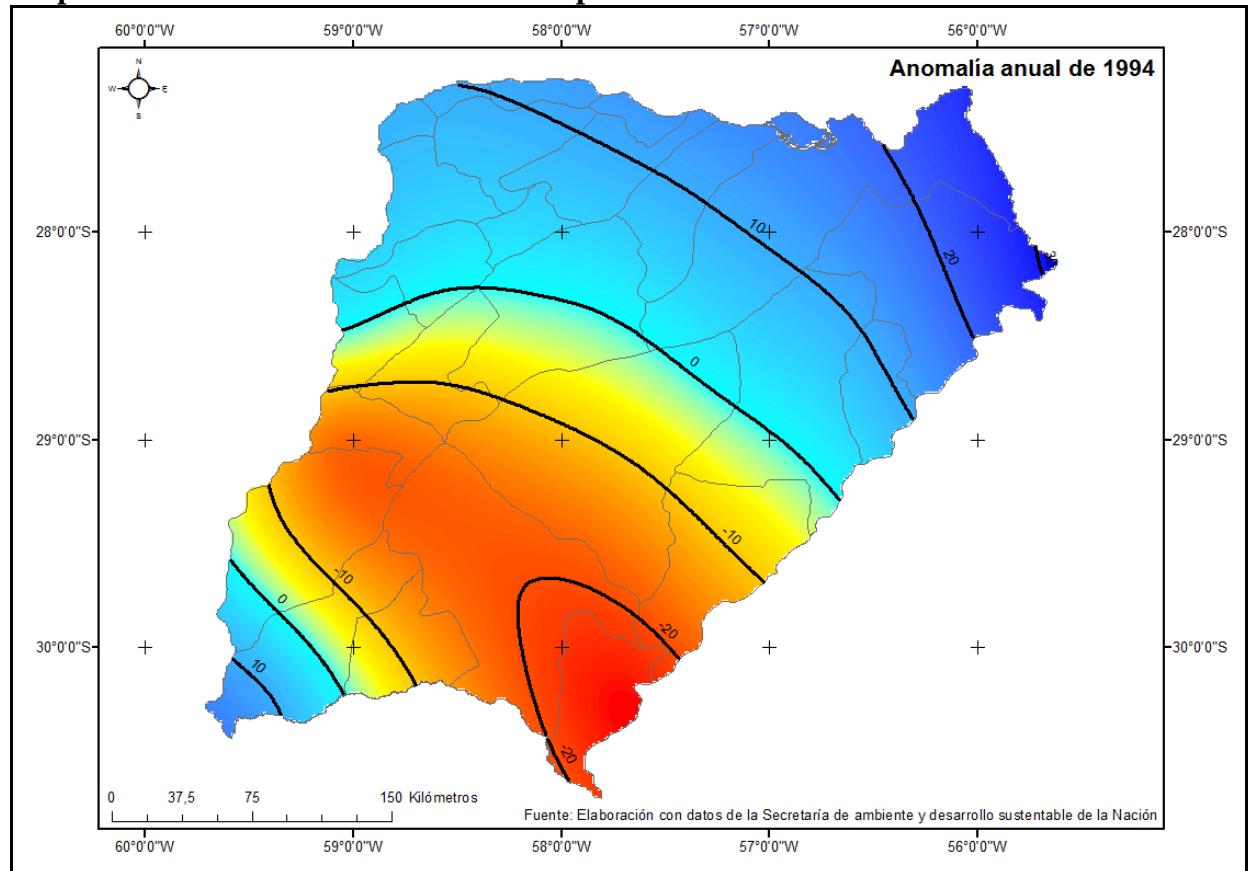
Mapa 170: Anomalía anual de 1998 en la provincia de Corrientes



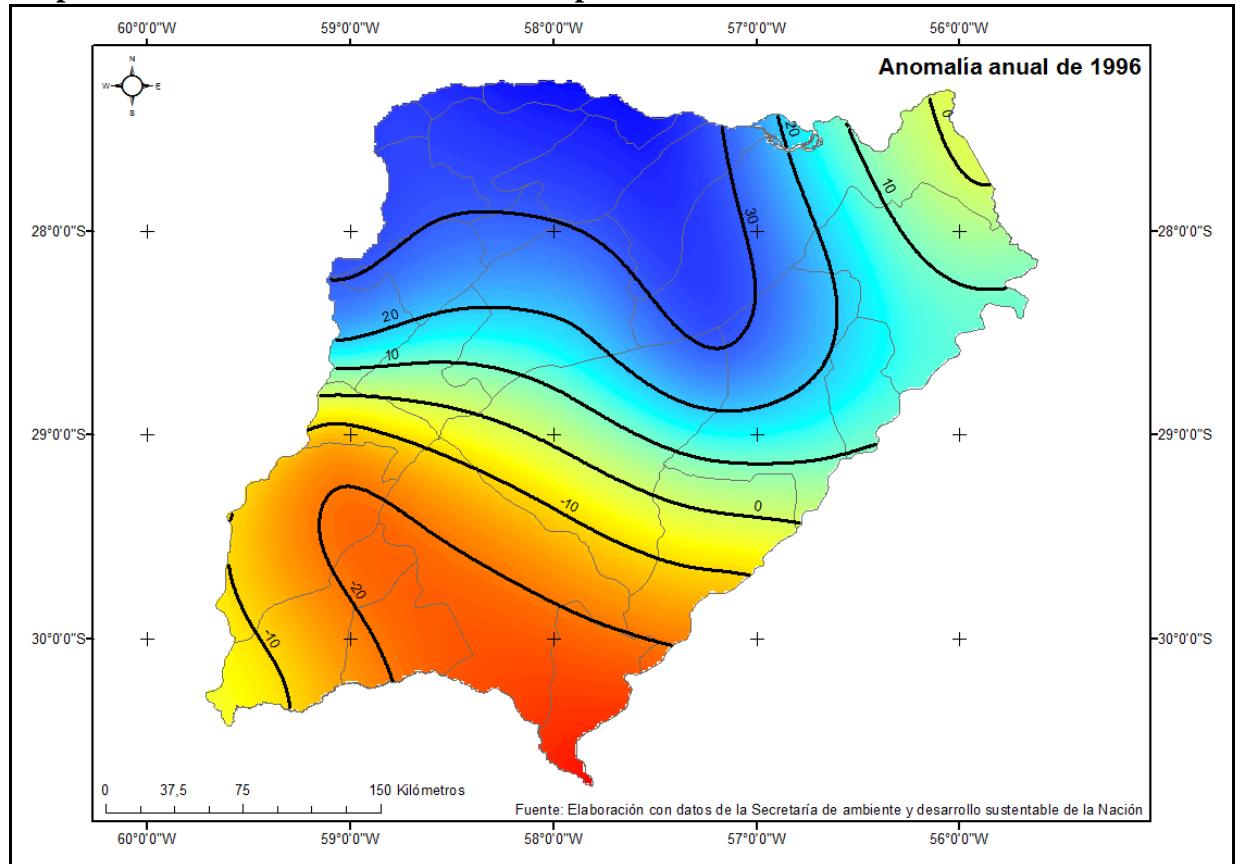
Mapa 171: Anomalía anual de 2002 en la provincia de Corrientes



Mapa 172: Anomalía anual de 1994 en la provincia de Corrientes



Mapa 173: Anomalía anual de 1996 en la provincia de Corrientes



El análisis mensual de los años húmedos identificados permite advertir la disposición de las isolíneas en el espacio de estudio, que dan cuenta de los posibles procesos que intervienen en el evento. En este sentido las situaciones de marzo (**Mapa 174**) y abril (**Mapa 175**) de 1986 presentaron anomalías positivas superiores a 100 % hacia el noroeste y noreste (por ejemplo: en Paso de los Libres se registró 124 % en el mes de abril) mientras que hacia el sur se advirtió una disminución marcada de los valores hasta registrar anomalías de signo contrario.

En el análisis de los meses de marzo (**Mapa 176**) y abril (**Mapa 177**) de 1990 se detectó que, en el primero de ellos, los mayores incrementos de las precipitaciones se produjeron en el sur provincial, mientras que en el segundo los máximos valores se registraron en el sector noroeste. En este último caso las anomalías positivas excedieron ampliamente el 125 %. Para noviembre (**Mapa 178**) y diciembre (**Mapa 179**) de este mismo año se observó un gradiente que aumenta desde el norte hacia el sur, en el primero, y desde el ángulo noreste hacia los ángulos noroeste y suroeste, en el segundo.

Asimismo, resulta interesante señalar que los incrementos pluviométricos superaron el 75 % el promedio de la serie.

Las situaciones de enero (**Mapa 180**), febrero (**Mapa 181**) y marzo (**Mapa 182**) de 1998 evidenciaron el desarrollo de anomalías positivas en gran parte del territorio. No obstante, se encontraron interrumpidas en el extremo noreste (en enero y marzo) y hacia el oeste (en febrero) por valores de signo contrario. El mes de abril (**Mapa 183**) del mismo año se destacó por el desarrollo homogéneo del evento húmedo en todo el territorio con valores superiores a 200% en el centro oeste provincial. Cabe señalar la importancia de esta secuencia, no sólo por su duración, sino también por los valores de las isoanómalas que superaron ampliamente el 100 % el promedio de la serie, por ejemplo, Paso de los Libres registró un incremento de 325 %.

El mes de marzo de 2002 (**Mapa 184**) se destacó por la irrupción de anomalías negativas en el oeste y noreste del territorio, no obstante, los valores positivos se circunscribieron en el centro provincial con valores superiores a 175 %. En el mes de abril del mismo año se extendió en forma homogénea el evento húmedo registrando valores similares, específicamente en el sureste provincial.

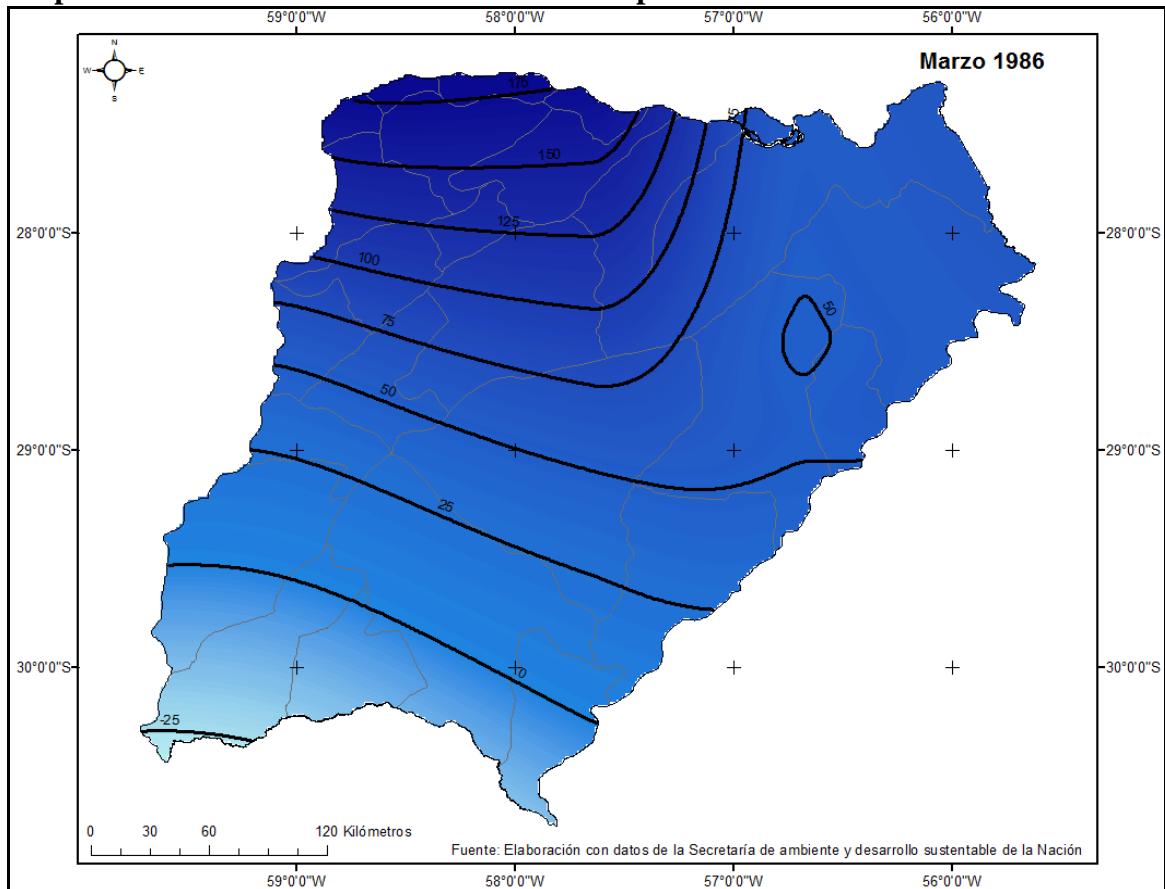
Los meses de octubre (**Mapa 185**), noviembre (**Mapa 186**) y diciembre (**Mapa 187**) del 2002 permiten señalar lo siguiente: primero la homogeneidad del evento en todo el espacio de estudio durante octubre, que se interrumpió por valores negativos en el mes siguiente, específicamente en el norte de la provincia de Corrientes. En diciembre el evento nuevamente se extendió por todo el territorio con incrementos de más de 200 %.

Por último, resulta importante rescatar los siguientes aspectos:

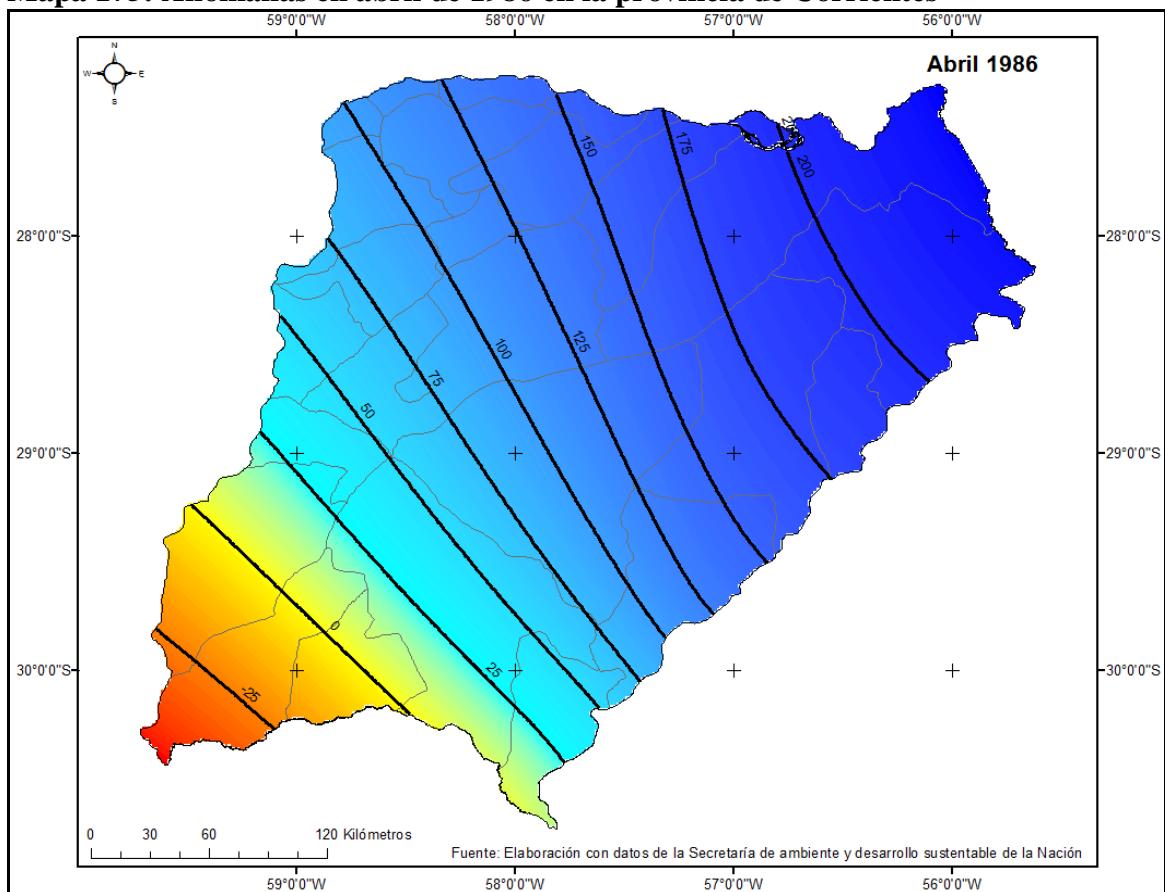
1. Los años húmedos detectados no se presentaron en este espacio y durante el período 1985/2008 en forma de secuencia sino en forma individual, es decir, intercalados por años secos.

2. Los meses húmedos se desarrollaron, por el contrario, formando secuencias de hasta 4 meses consecutivos con valores de anomalías positivas relativamente altos, superando en algunos casos en un 300 % el promedio de la serie.

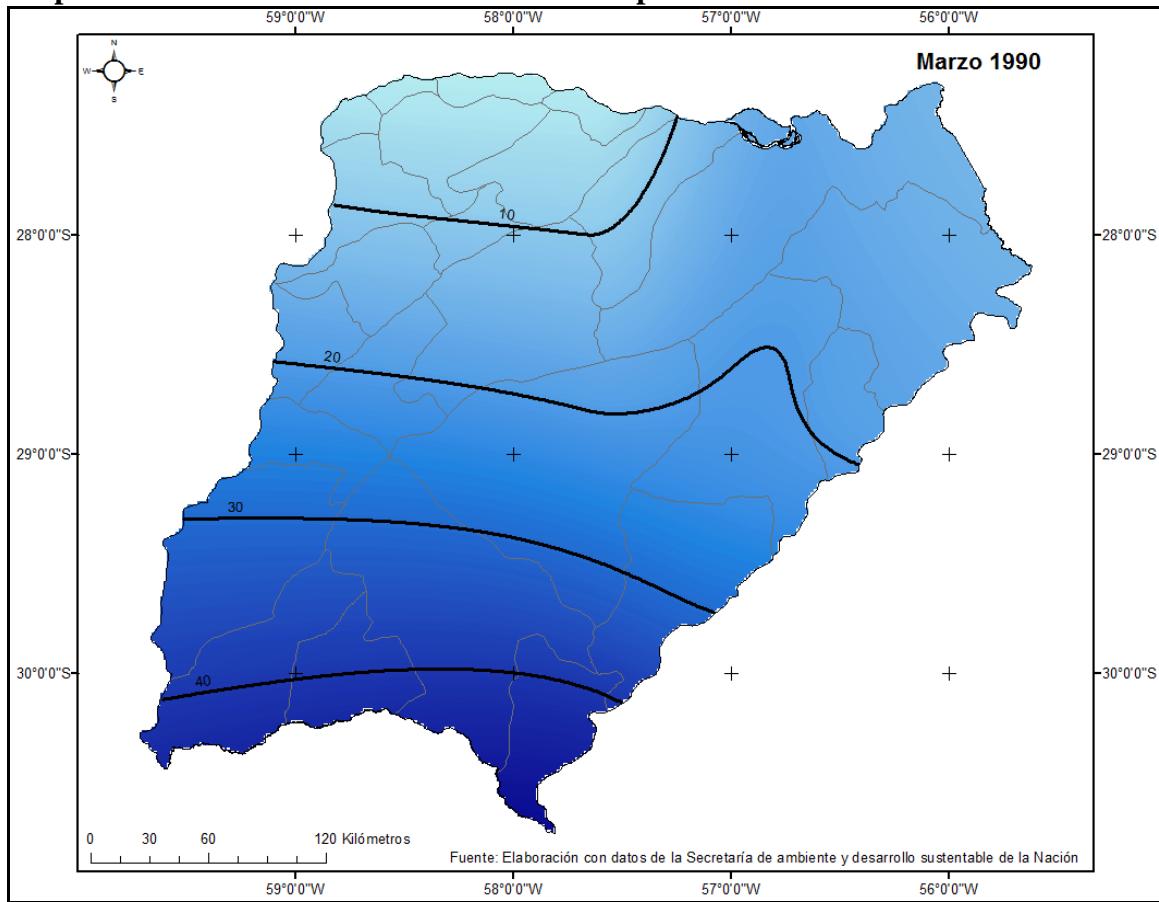
Mapa 174: Anomalías en marzo de 1986 en la provincia de Corrientes



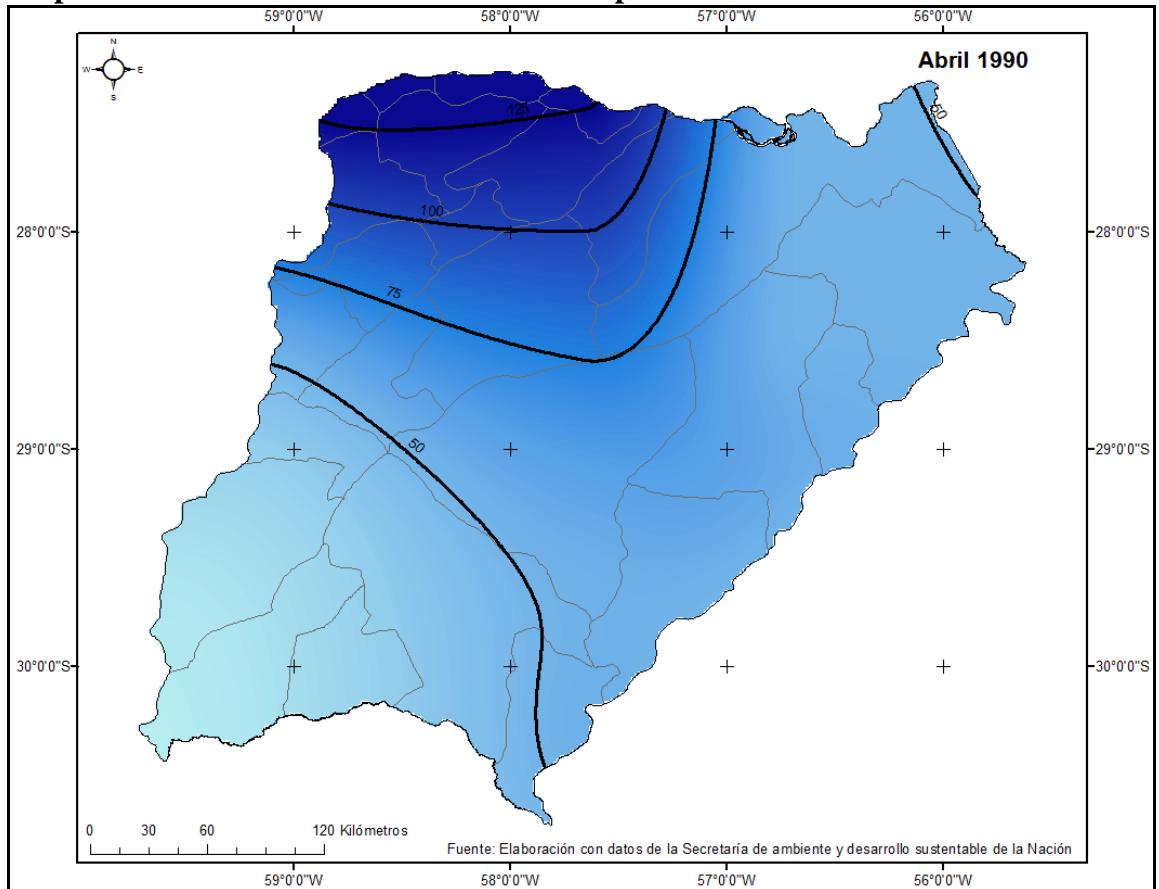
Mapa 175: Anomalías en abril de 1986 en la provincia de Corrientes



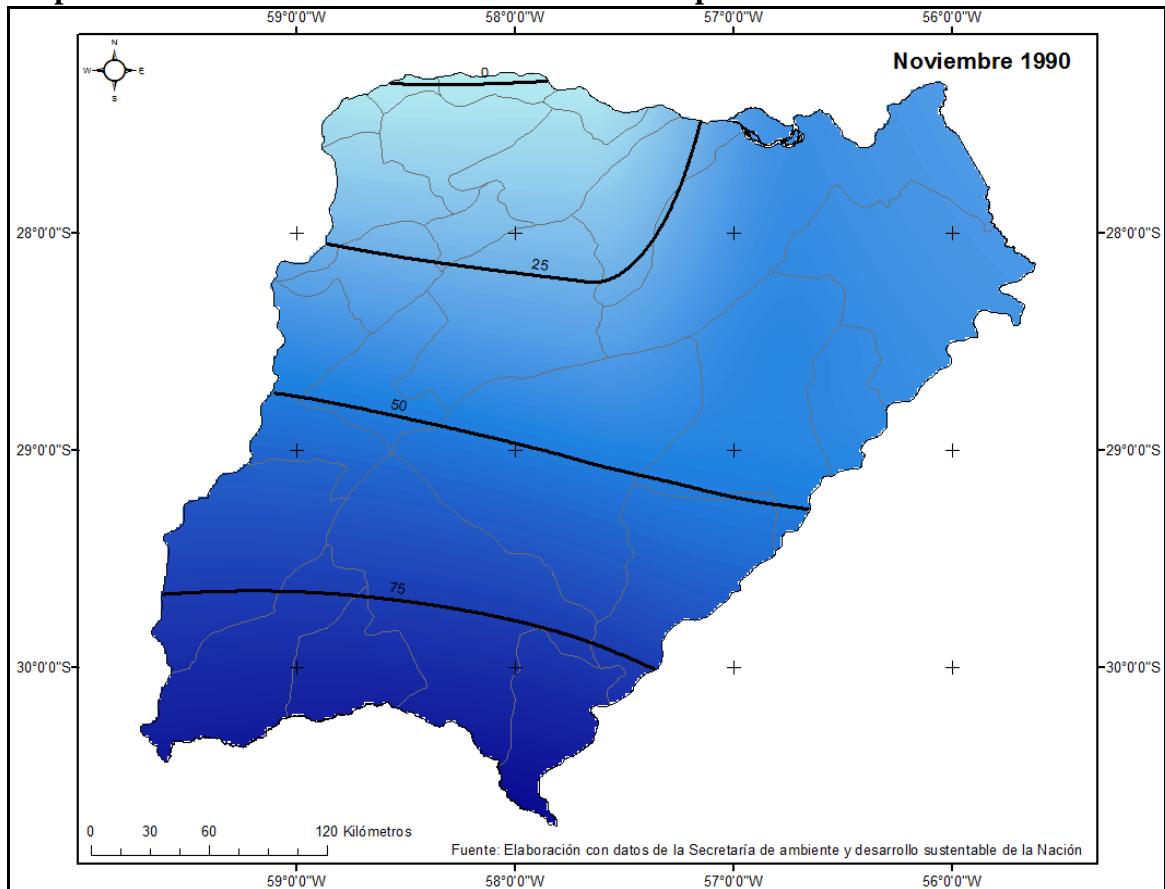
Mapa 176: Anomalías en marzo de 1990 en la provincia de Corrientes



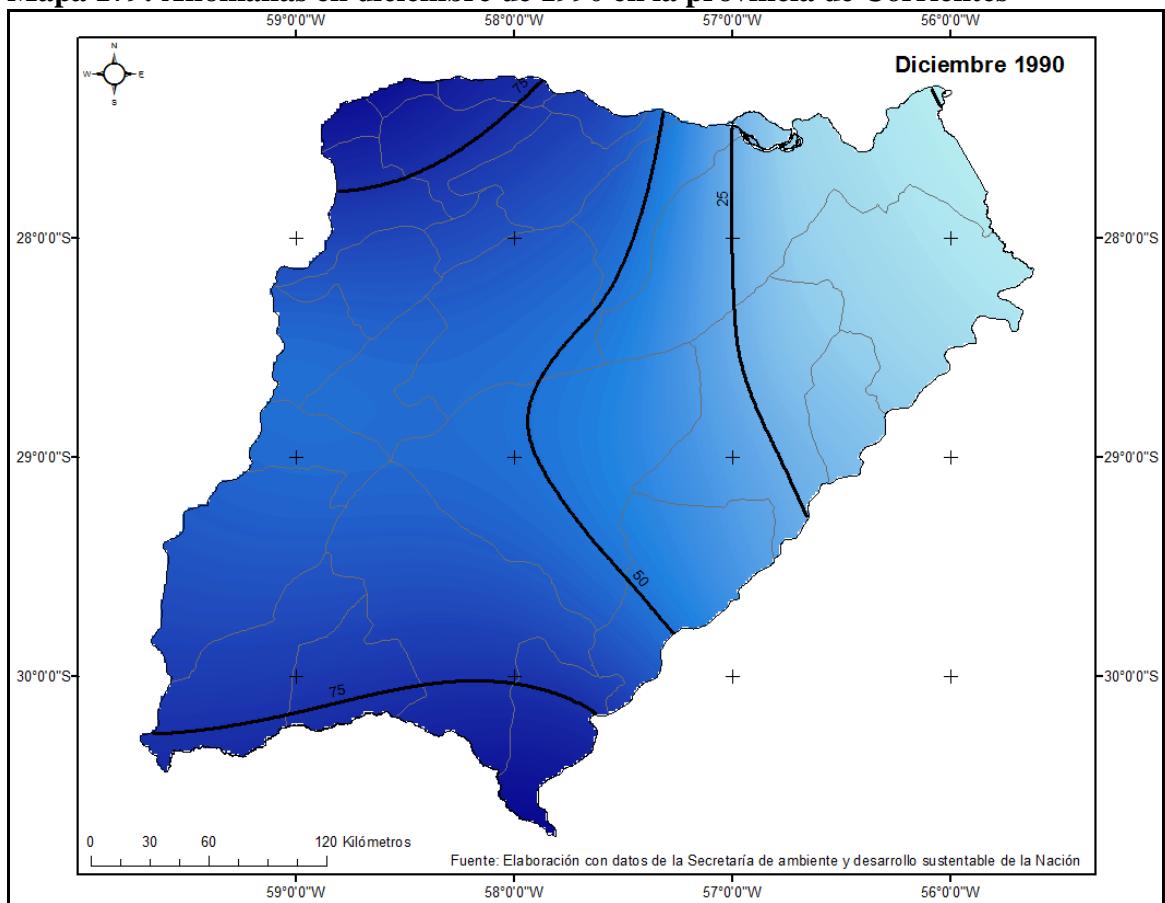
Mapa 177: Anomalías en abril de 1990 en la provincia de Corrientes



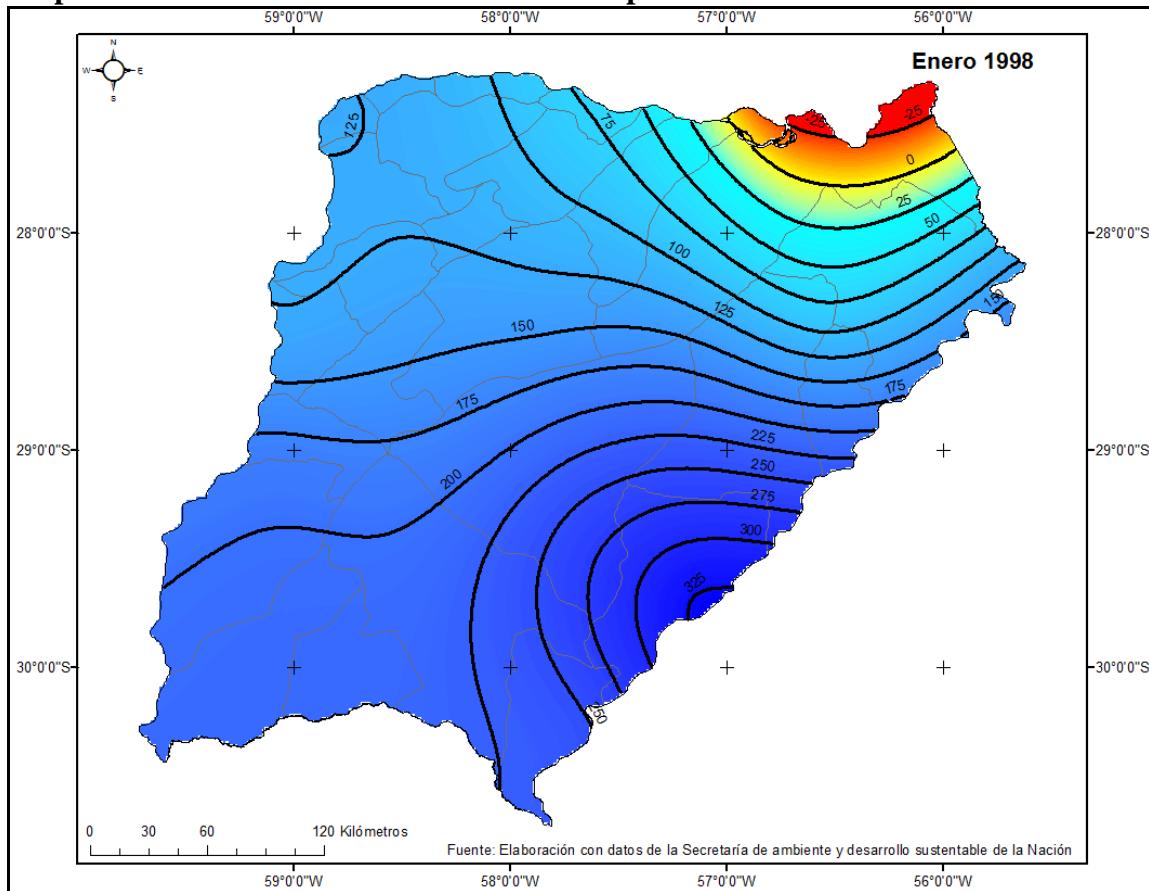
Mapa 178: Anomalías en noviembre de 1990 en la provincia de Corrientes



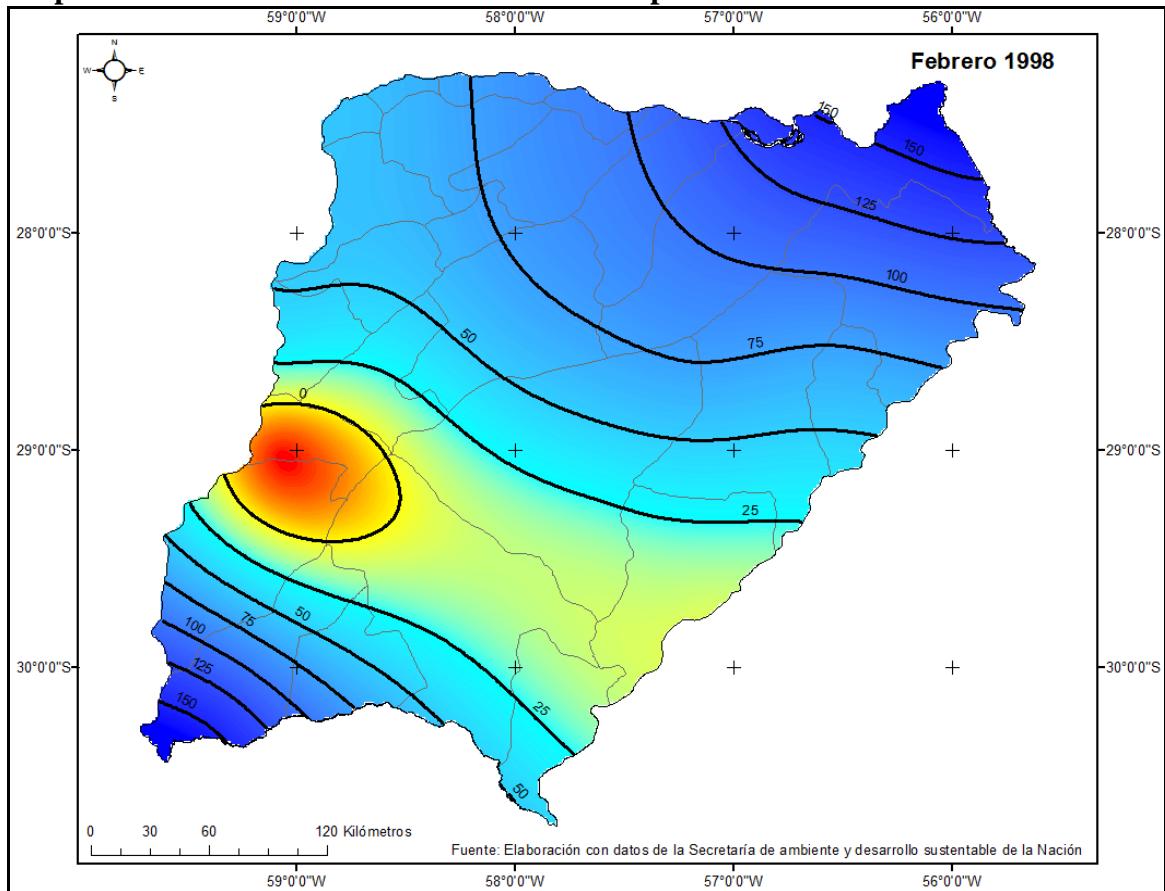
Mapa 179: Anomalías en diciembre de 1990 en la provincia de Corrientes



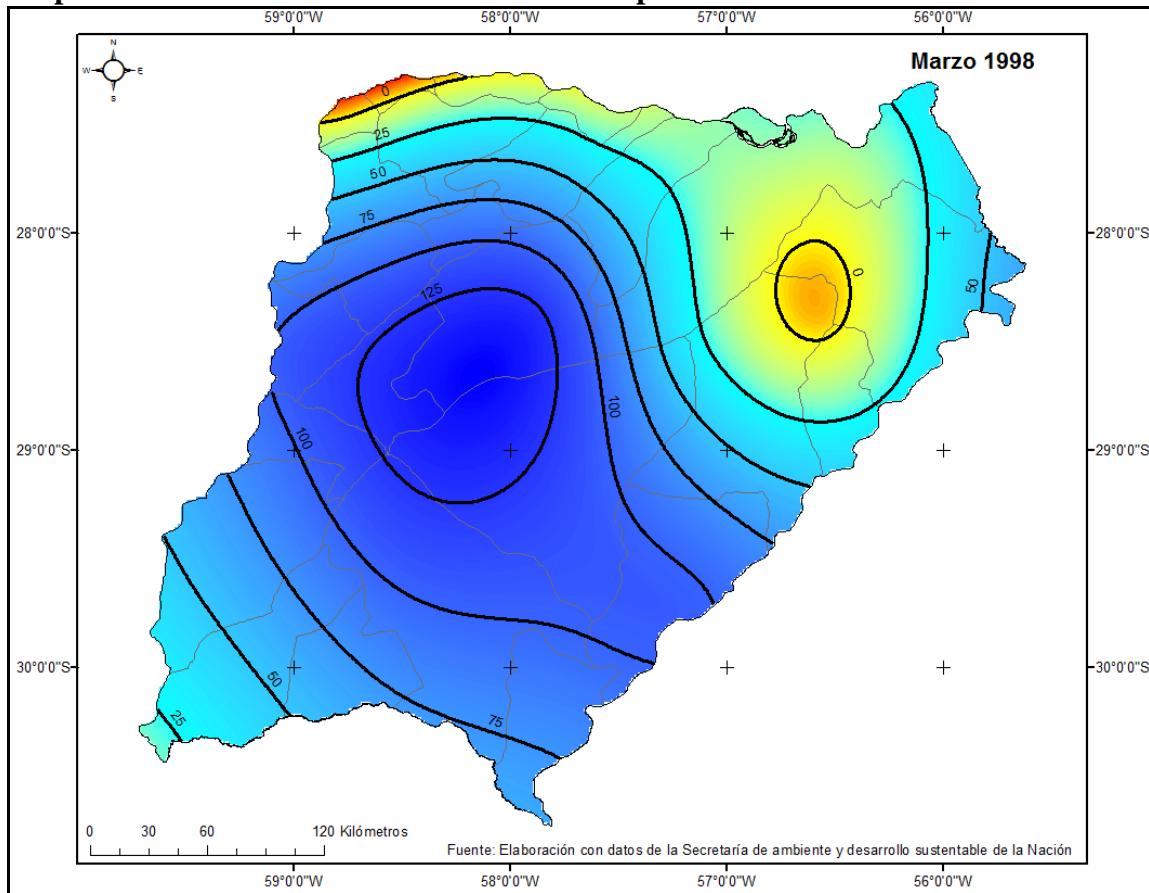
Mapa 180: Anomalías en enero de 1998 en la provincia de Corrientes



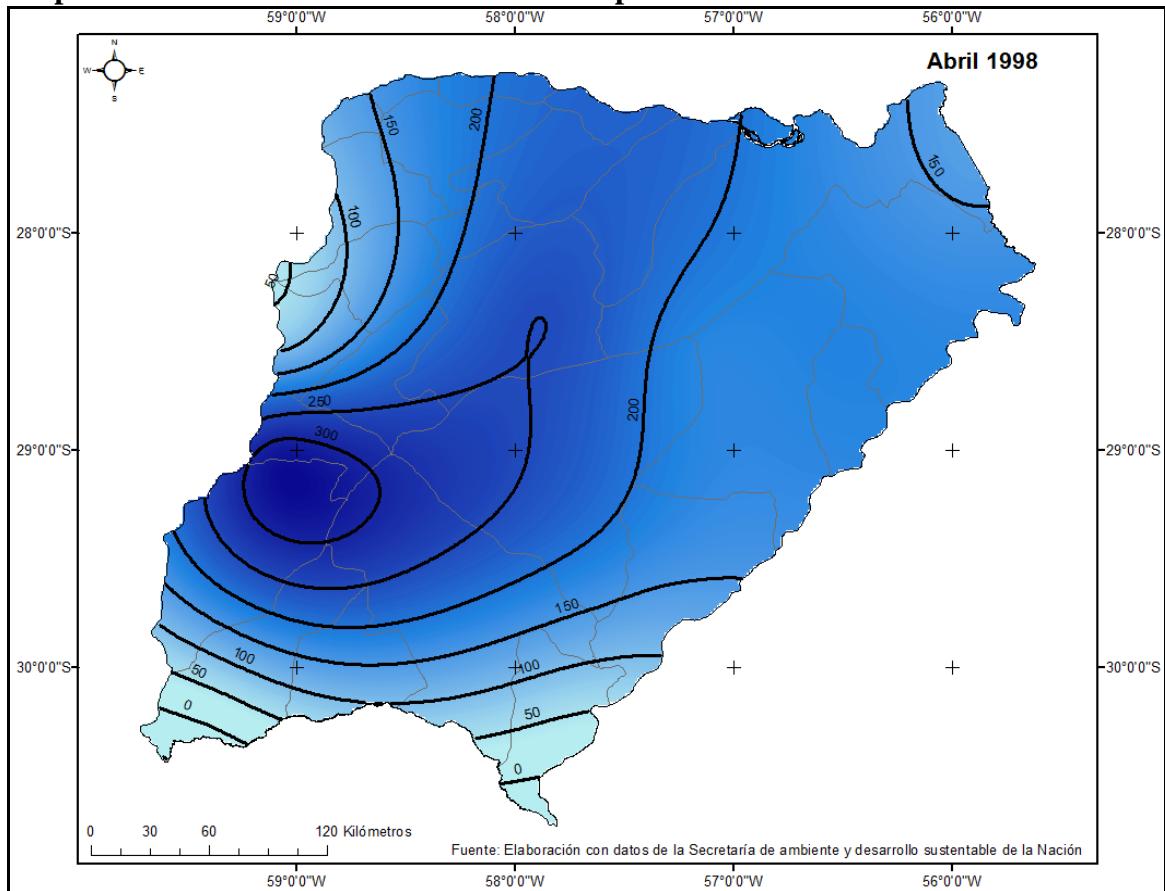
Mapa 181: Anomalías en febrero de 1998 en la provincia de Corrientes



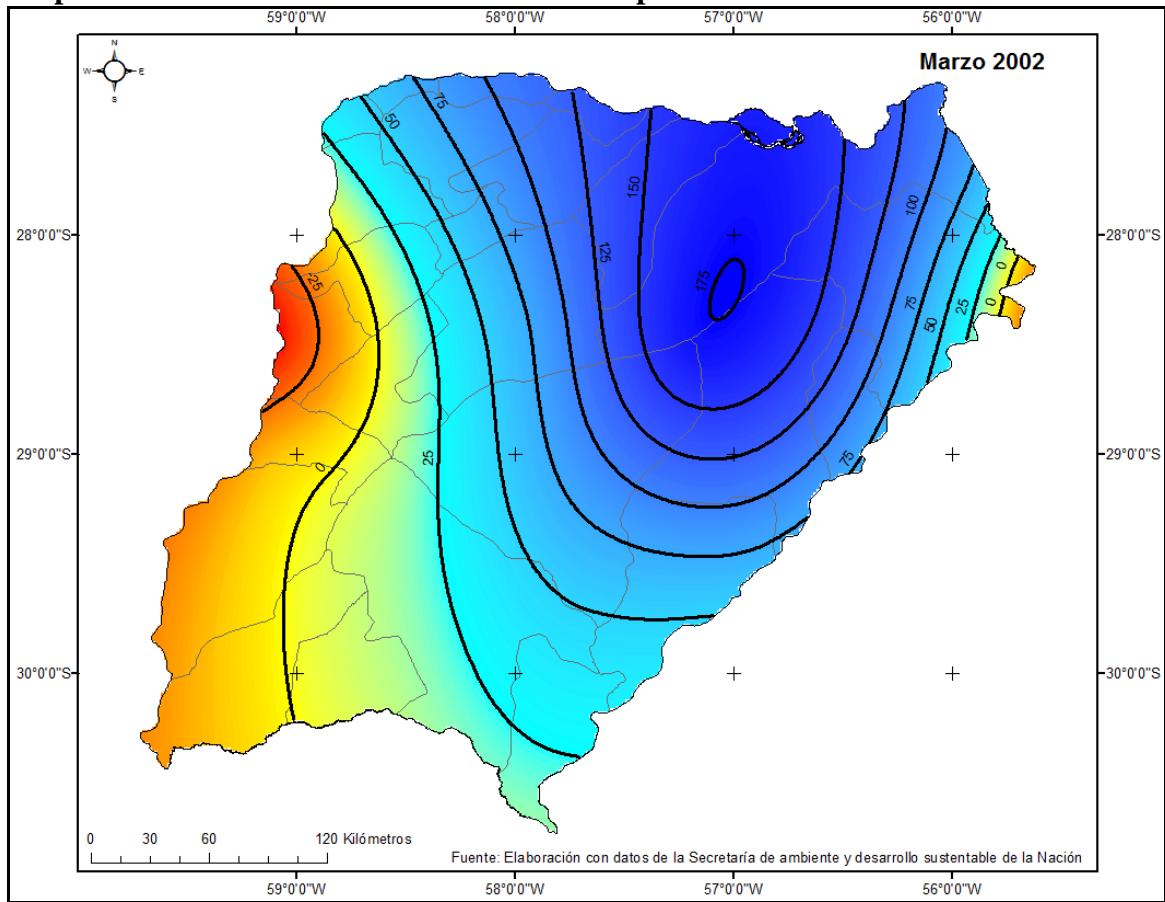
Mapa 182: Anomalías en marzo de 1998 en la provincia de Corrientes



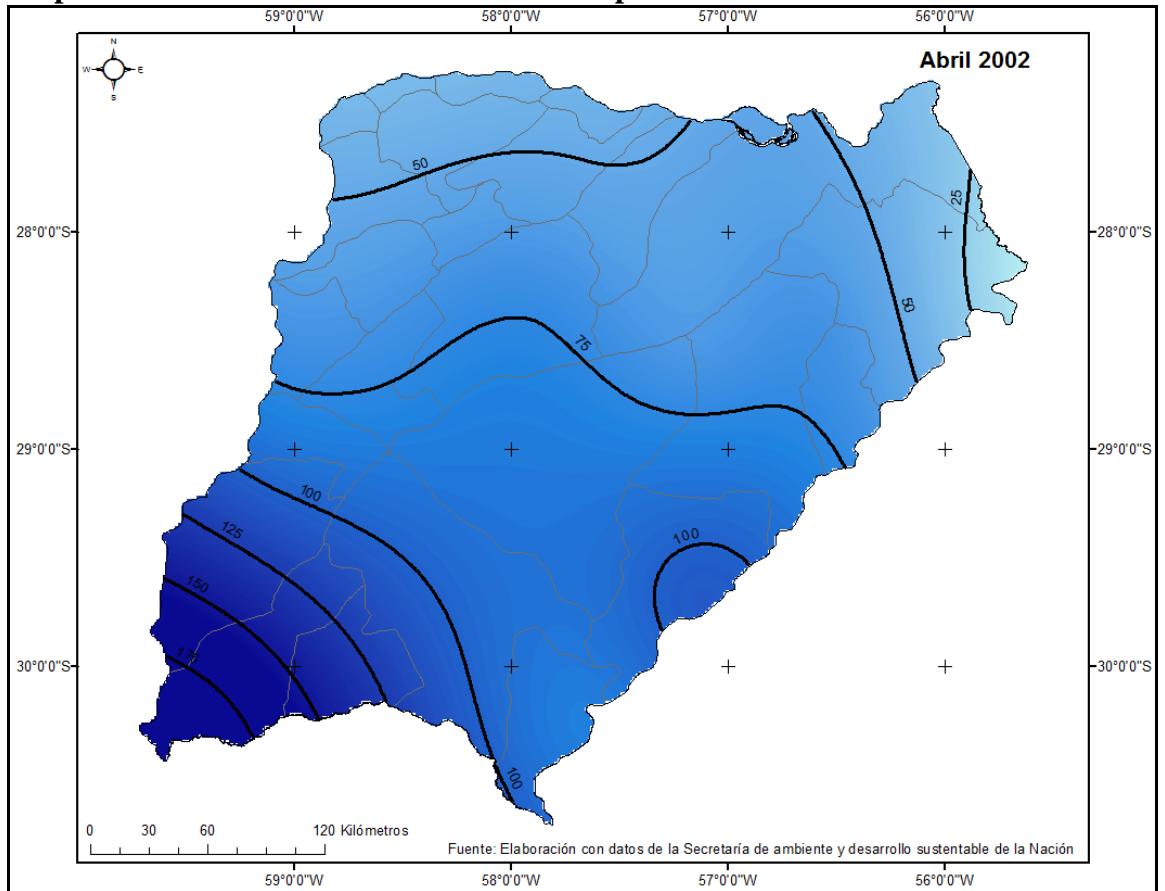
Mapa 183: Anomalías en abril de 1998 en la provincia de Corrientes



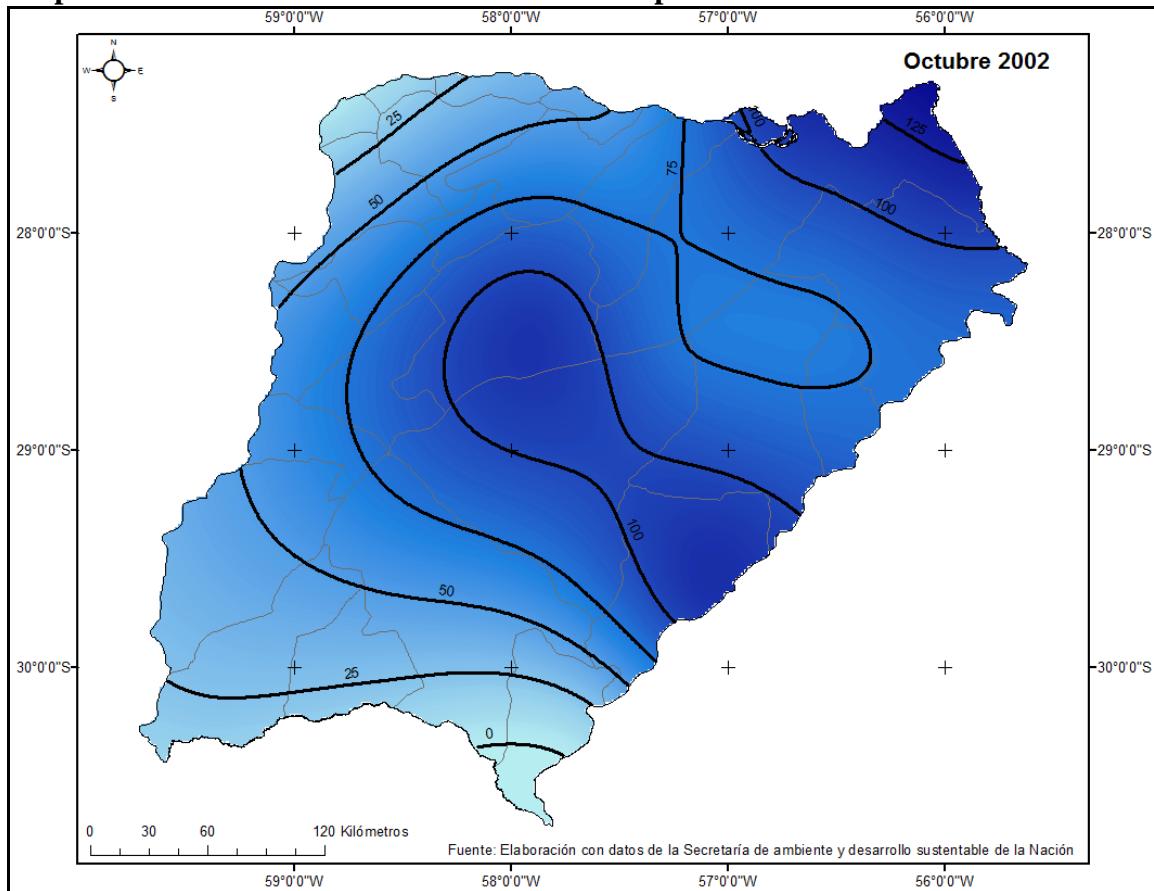
Mapa 184: Anomalías en marzo de 2002 en la provincia de Corrientes



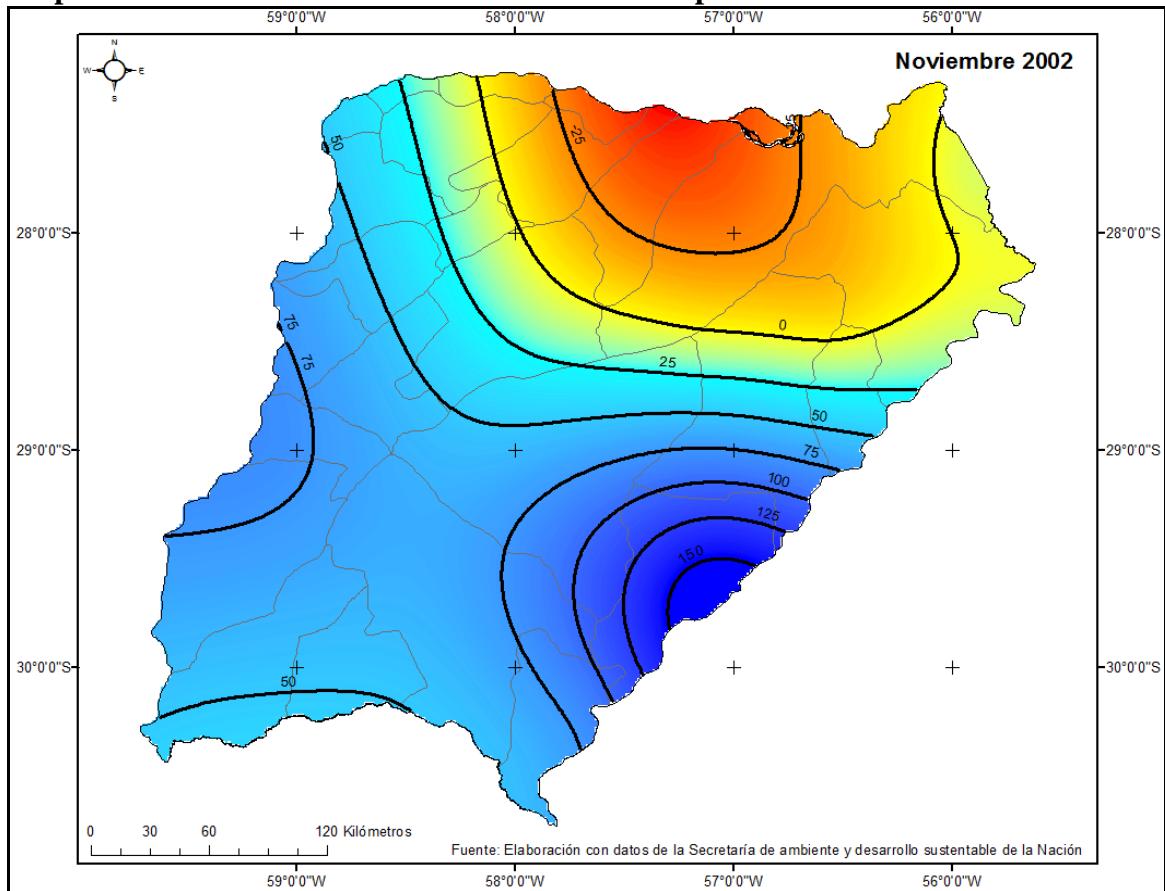
Mapa 185: Anomalías en abril de 2002 en la provincia de Corrientes



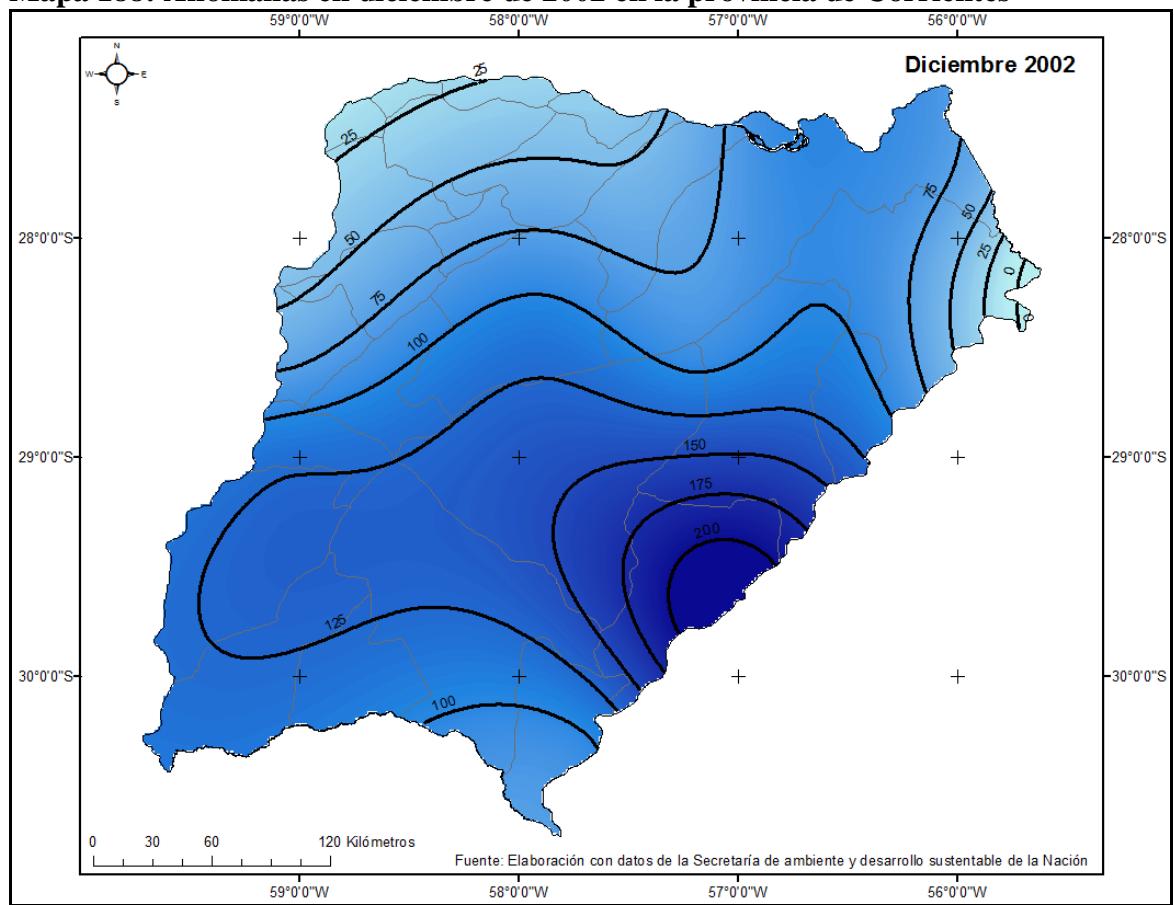
Mapa 186: Anomalías en octubre de 2002 en la provincia de Corrientes



Mapa 187: Anomalías en noviembre de 2002 en la provincia de Corrientes



Mapa 188: Anomalías en diciembre de 2002 en la provincia de Corrientes



6.6 Síntesis

En los apartados 6.2 y 6.3.1 se analizó el régimen de las lluvias en la provincia de Corrientes, detectándose que los máximos pluviométricos principales se producen en los meses de abril y octubre, y máximos secundarios, según la serie trabajada, en diciembre y marzo, mientras que los valores mínimos se registran durante los meses invernales en las estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos del territorio. Este comportamiento respondería a las características climáticas propias del área, que implica la ausencia del invierno térmico y precipitaciones máximas en los meses de primavera y otoño, comportamiento que se encontraría mayormente influenciado por las masas de aire tropicales, marítimas, cálidas y húmedas del Atlántico.

Lo anterior delimitó el análisis de los eventos de sequías e inundaciones durante la estación favorable, pues una disminución de los valores pluviométricos, o por el contrario un aumento significativo de los mismos durante el periodo estival y los meses

de transición conlleva importantes dificultades ambientales y socioeconómicas en la provincia.

El análisis de los parámetros de magnitud, duración, frecuencia, espaciamiento temporal y extensión espacial de las anomalías (positivas y negativas) permitieron señalar que toda la provincia se encuentra expuesta al desarrollo de sequías e inundaciones, no obstante, se debe decir que la primera se sucede con mayor frecuencia que la segunda con algunas excepciones muy puntuales.

Los extremos pluviométricos comprendidos en los intervalos clasificados como: disminución leve (-0,1 a -25 %) y disminución moderada a grave (-50,1 a -75 %) se registran en todo el espacio de estudio y en cualquier momento del año, mientras que la categoría denominada disminución grave o ausencia de precipitación (-75,1 a -100%) tiende a producirse con frecuencia durante la estación invernal. Por otra parte, las categorías que implican un aumento incipiente (0,1 a 25%) y aumento grave a muy grave (75,1 a 100 %) se desarrollan con mayor frecuencia y en cualquier momento del año. Asimismo, la clase denominada aumento muy grave (más de 100 %) si bien puede producirse en cualquier mes, presenta cierta estacionalidad invernal.

Como se comprobó en el estudio de los eventos extremos en las provincias de Chaco, Formosa y Misiones, las secuencias secas y húmedas más frecuentes son las de dos meses de duración. Asimismo, cabe mencionar que las secuencias superiores a seis meses, en el caso de los eventos secos, y aquellas secuencias de más de cuatro meses, en lo que respecta a los eventos húmedos, son menos frecuentes y no presentan un comportamiento temporo espacial homogéneo. (ver Anexo estadístico pág. 295-296).

En los apartados 6.5.1 y 6.5.2 se pudo comprobar que en la provincia de Corrientes y durante el periodo 1985/2008 se registraron sequías e inundaciones de variada magnitud en todo el territorio. Estos eventos se pueden extender en forma homogénea por el espacio o de lo contrario presentarse en simultáneo, característica que dificulta la delimitación de regiones.

Cabe destacar que los años húmedos susceptibles de generar inundaciones se han presentado, comparados con el resto de las provincias del Nordeste, en forma individual, es decir, sin persistencia espacio temporal, que podría estar dado por la serie de datos trabajado o bien debería considerarse como una característica propia de la provincia. Esto último haría suponer que los mecanismos responsables de los

fenómenos pluviométricos extremos se manifestarían con gran variabilidad en pequeñas superficies, o existen factores locales que influyen en la dinámica de las precipitaciones determinando un comportamiento opuesto al que se desarrolla en los alrededores.

Los años secos y húmedos detectados se corresponden temporalmente con los episodios de La Niña y El Niño, respectivamente, mencionados en el apartado 3.6. En este sentido Genta y otros (1998) y Barros y otros (2002) señalan que la provincia de Corrientes forma parte de una región de América del Sur cuyas anomalías climáticas en escala temporales interanuales están significativamente vinculadas a las del Pacífico ecuatorial oriental.

TERCERA PARTE

Capítulo VII

Áreas afectadas por los eventos pluviométricos extremos y consecuencias socioeconómicas y ambientales.

7.1 Áreas del Nordeste argentino afectadas por los eventos extremos: sequías e inundaciones

Uno de los objetivos propuesto en la investigación consistió en la delimitación de áreas homogéneas de sequías e inundaciones, es decir, a partir de la circulación de la atmósfera o de la interacción atmósfera-océano, interpretar y explicar los distintos modelos de distribución espacial de los eventos que nos permitieran distinguir límites regionales significativos, definidos por las singularidades del campo de distribución espacial de las precipitaciones extremas, en función de su génesis y de la evaluación de sus efectos sobre el paisaje.

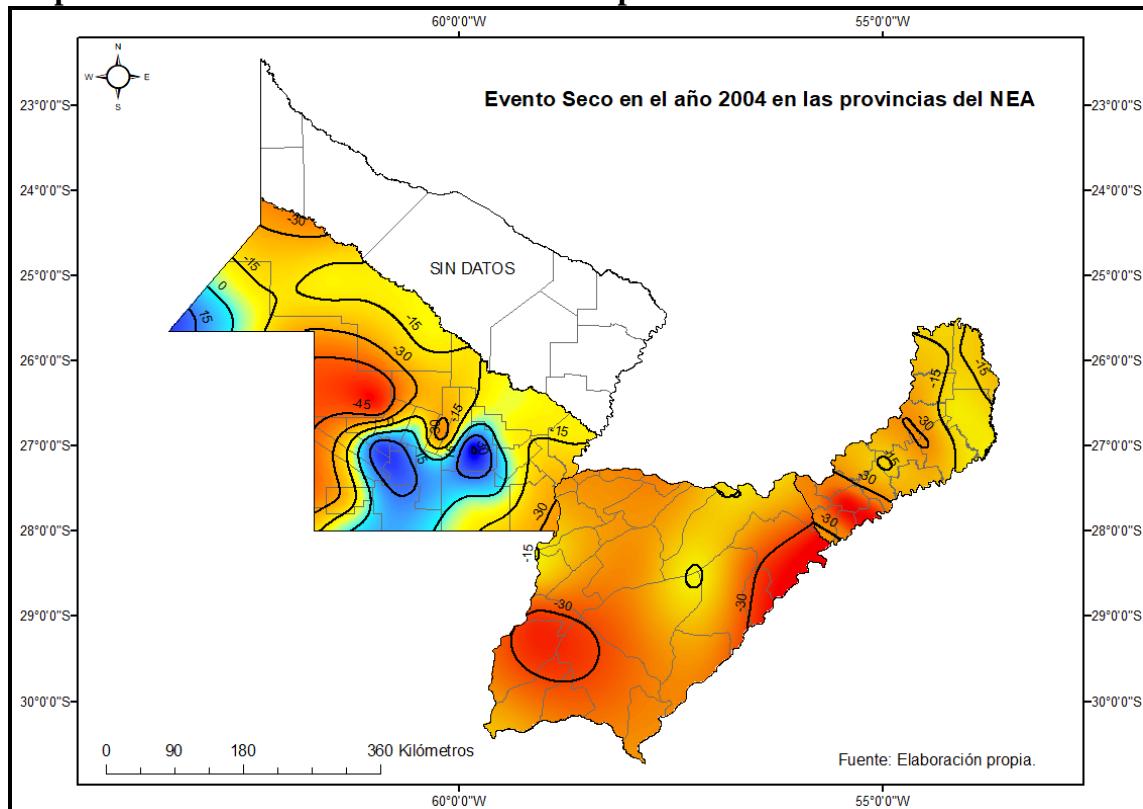
En los capítulos anteriores se analizó el desarrollo de los eventos de sequías e inundaciones en las provincias del Nordeste Argentino, advirtiéndose que ambos fenómenos pueden manifestarse en todo el espacio estudiado, ya sea extendiéndose en forma homogénea o, por el contrario, desarrollándose en simultáneo. Sin embargo, cualquiera de las dos situaciones se registraría en el territorio con variada magnitud. Además, se estableció que algunos de los procesos responsables corresponden a los eventos de El Niño y La Niña o bien, a anomalías en la circulación general atmosférica relacionada con la actividad energética solar y la interacción océano-atmósfera.

Lo anterior haría suponer que existen factores internos o externos que influyen en los procesos atmosféricos, responsables de los eventos pluviométricos extremos, sequías e inundaciones, que afectarían el comportamiento temporo espacial de los fenómenos en cuestión. En este sentido se observó que procesos similares en la circulación atmosférica o en la interacción atmósfera-océano no necesariamente generarían siempre los mismos efectos o se manifestarían con la misma intensidad en el espacio. Lo anterior se puede advertir comparando, por ejemplo, años secos (o

húmedos) entre sí u observando el comportamiento de un mes en particular en los distintos años considerados secos (húmedos).

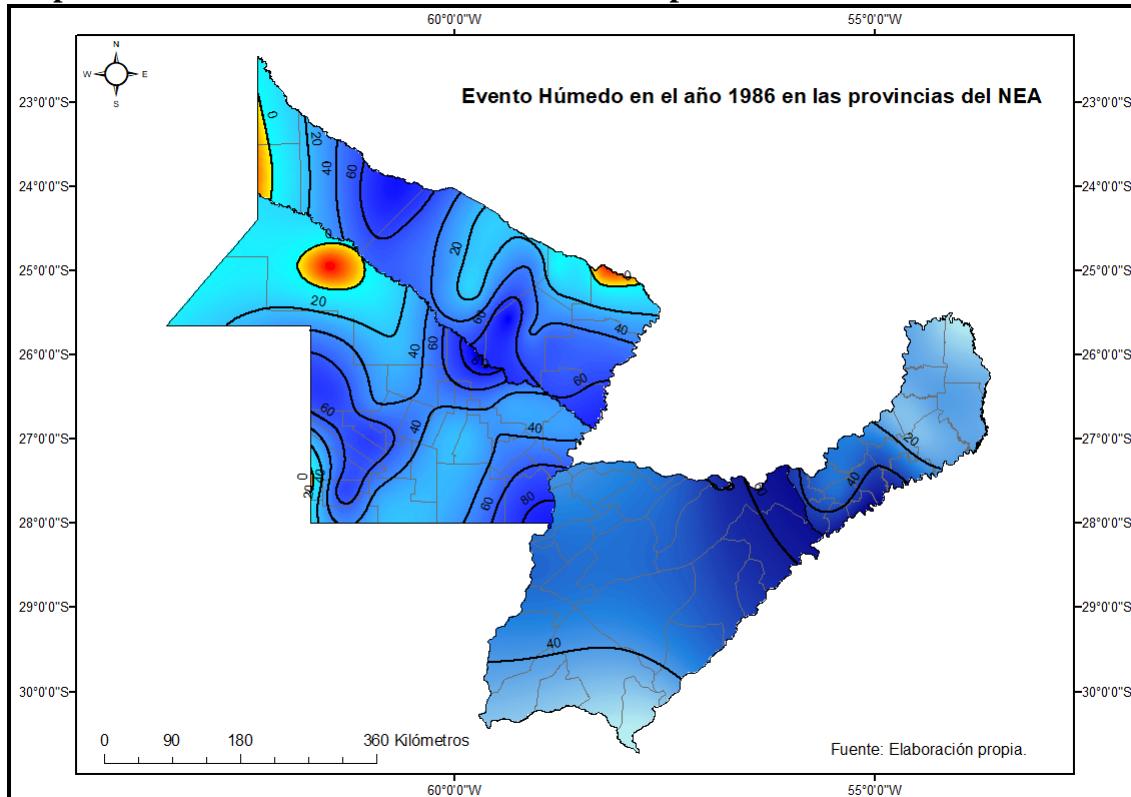
En el primer caso se pueden citar como ejemplos los años 2004, 2005 y 2006 en los cuales se registraron, en tres de las cuatro provincias del Nordeste Argentino, una secuencia seca (la provincia de Formosa no presenta datos pluviométricos en estos años). El análisis de la secuencia pone de manifiesto que sólo en el año 2004 (**Mapa 189**) el evento seco se desarrolló en forma homogénea en las provincias de Misiones y Corrientes, mientras que en el Chaco se presentó en simultáneo con el evento opuesto. Del mismo modo, se advirtió que la sequía se extendió por todo el espacio solamente en el mes de enero en las tres provincias, mientras que en los otros meses analizados no se observó correspondencia espacial.

Mapa 189: Evento seco en el año 2004 en las provincias del NEA.



Con respecto del evento húmedo del año 1986 (**Mapa 190**) se observa que adquirió homogeneidad espacial en las provincias de Misiones y Corrientes mientras que en Chaco y Formosa coexistió con el fenómeno seco. Asimismo, cabe señalar que solamente en los meses de marzo y abril alcanzó relevancia espacial en la región del Nordeste.

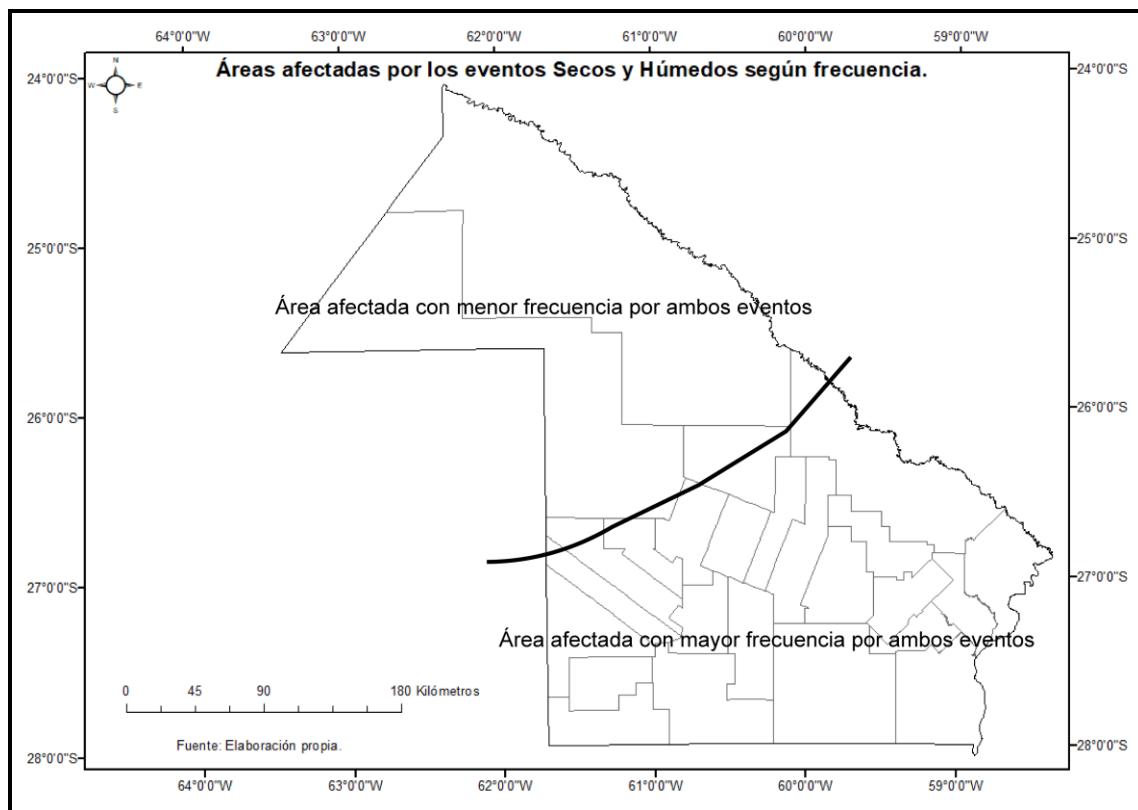
Mapa 190: Evento húmedo en el año 1986 en las provincias del NEA.



Por todo lo expuesto, la delimitación de regiones, atendiendo a los procesos que intervienen en la génesis de los eventos pluviométricos extremos, responsables de las sequías e inundaciones, conlleva dificultades que hasta el momento no se han podido resolver de manera satisfactoria, debido a la variabilidad témporo-espacial con que se manifestaron los procesos detectados y analizados durante la serie de datos trabajados en las provincias del Nordeste Argentino.

Lo anterior motivó la búsqueda de otros criterios que nos permitiera la delimitación de áreas homogéneas secas o húmedas. En primer lugar, se intentó definir regiones atendiendo a la frecuencia anual con que estos eventos se manifestaron en el espacio. En este sentido se logró el **Mapa 191** para la provincia del Chaco en el que se observó dos áreas donde los fenómenos de sequías e inundaciones se presentaron en menor y mayor frecuencia. Cabe señalar que esta representación resultó de la comparación y superposición de las cartografías analizadas con anterioridad para esta provincia. Sin embargo, el uso de este criterio no se pudo extender a las otras provincias del NEA (Formosa, Misiones y Corrientes) debido a la variabilidad con que se manifestaron en el territorio ambos fenómenos lo que dificultó encontrar una regularidad que permitiera delimitar áreas homogéneas.

Mapa 191: Áreas afectadas por los eventos Secos y Húmedos según frecuencia¹.



Asimismo, se debe contemplar que esta dificultad también podría estar dada porque la serie de datos no comprenden el mismo período en todos los casos y, si bien, su recolección fue realizada por personal de organismos oficiales provinciales, no siempre son tan fidedignos como cabría esperarse.

Los resultados obtenidos pueden compararse con los alcanzados por Bobba (2002) en su estudio sobre el “Comportamiento espacio temporal de las sequías en la región del Noroeste Argentino”, en el cual algunas de las conclusiones a las que arribó dan cuenta de la variabilidad en la intensidad y distribución espacial de los eventos secos y húmedos. También destaca que estos fenómenos extremos adquieren una relativa homogeneidad en el territorio cuando aumentan en intensidad. En definitiva, cabe decir que las representaciones cartográficas alcanzadas por la autora no fueron concluyentes en cuanto a la delimitación de áreas homogéneas de sequías e inundaciones se refiere, justamente por la variabilidad temporo espacial de las precipitaciones extremas.

¹ El límite propuesto está sujeto a la variabilidad con que se presentan los eventos extremos en el espacio.

Esta autora considera que puede existir una posibilidad de delimitar áreas homogéneas de los eventos de sequías e inundaciones cambiando radicalmente el enfoque aquí abordado. Se piensa que, tal vez, contemplando la capacidad de respuesta de la población a las consecuencias generadas por estos eventos podríamos acercarnos un poco más a la meta de regionalizar estos fenómenos extremos, lo que constituiría el objetivo principal de futuros trabajos de investigación.

7.2 Consecuencias socioeconómicas y ambientales

Todo trabajo de investigación que se precie de ser geográfico debe contemplar tanto los elementos físicos como humanos y atender a su localización, dinamismo y conexión. Si bien este escrito se centra, fundamentalmente, en el análisis témporo-espacial de las precipitaciones contempla también, el factor antrópico. En este sentido Olcina Cantos (2006) señala que, tanto las sequías como las inundaciones son hechos naturales que se manifiestan con cierta regularidad y efectos diversos en el espacio, sin embargo, su interés geográfico reside en sus repercusiones, como por ejemplo: “*en los volúmenes de agua necesarios para el mantenimiento de cultivos y el propio abastecimiento de agua potable en las ciudades, industrias, centrales hidroeléctricas, como también en los caudales de los ríos y en las láminas de agua de los humedales*” (Olcina Cantos, 2006:75)

Ambos términos, en su definición, presentan un componente social dado su significatividad o importancia que adquirieron como objetos de estudio en numerosas investigaciones ya que son motivo de alarma y preocupación en todo el planeta por las consecuencias devastadoras que generan. Sin embargo, hay que mencionar que, es muy común que el estado de alerta persista sólo durante el tiempo que dura el evento, ya que sus secuelas se olvidan rápidamente y por ello no se toman acciones preventivas a largo plazo para anticipar y/o paliar sus efectos.

Cabe señalar que, las condiciones de escasez o excedente de las precipitaciones, como también los daños que acarrearon al sector agropecuario, a las ciudades y el ambiente se encuentran disponibles en los artículos periodísticos publicados en los diarios locales, como el diario Norte (Chaco), Litoral (Corrientes), entre otros, y nacionales lo que nos permitió generar el presente inventario.

Los eventos secos desarrollados en las provincias del Nordeste Argentino, e identificados con los criterios pre establecidos, corresponden principalmente a los años: 1968, 1969, 1970, 1976, 1978, 2004, 2005 y 2006. Asimismo, caben mencionar a 1988, 1993, 1995, 1999 y 2001 como ejemplos de eventos secos aislados o interrumpidos por el fenómeno opuesto.

Los párrafos siguientes transcriben fragmentos relevantes de los artículos que cubren las sequías y sus manifestaciones espaciales en algunos de estos años, los cuales se consideran representativos del fenómeno en cuestión.

En este sentido, Naumann y otros (2007), en una de sus investigaciones, pusieron en evidencia la significatividad de la sequía de 1988 en nuestra región, puesto que los impactos generados en la economía argentina rondaron los 4 billones de dólares en pérdidas.

Por otra parte, bajo el título “**1999, un año pluviométricamente atípico, que todos quieren olvidar**” se puede leer lo siguiente:

“Aún cuando la prolongada sequía que afecta al Chaco, norte de Santa Fe, Santiago del Estero, Salta, Formosa, Corrientes, Paraguay y sur de Brasil parece amainar, los daños que ha causado, especialmente al agro, son cuantiosos. El tenor de humedad en el aire de nuestra región depende de los vientos del este, noreste y norte que este año fueron poco frecuentes, bien sabemos los chaqueños que el viento Norte saca lluvias. Este año parece que el Anticiclón Sur que nos manda vientos húmedos, se hubiera debilitado o desplazado hacia el sur muy prematuramente, prueba de esto último es que la Pampa Húmeda tuvo lluvias entre suficientes y abundantes a lo largo del invierno” (Manoiloff, (31 de diciembre de 1999). 1999, un año pluviométricamente atípico, que todos quieren olvidar. Diario Norte, pp. 22)

La publicación del año 2004 clarificó un poco más acerca de las consecuencias de este evento sobre el agro pues señala que esta circunstancia no permite “*iniciar como corresponde la siembra del girasol, además de inquietar a los ganaderos por las bajantes en sus aguadas, pozos, represas y también deterioro en sus pasturas*”... “*sólo se sembró 500 has de trigo en el departamento cuando la norma era alrededor de 3500 has, por su parte la tendencia del girasol era de unas 24000 has pero sólo se sembraron 4000*”. (Baluk, (13 de agosto de 2004). San Bernardo soporta la peor sequía de los últimos 43 años. Diario Norte (sección Chaco Adentro), pp. 36)

Además, resulta interesante señalar que en el mismo artículo se menciona que en los departamentos vecinos se produjeron algunas lluvias que permitió un poco de siembra, denotando que se trató de algunas franjas beneficiadas con el agua.

En el año 2006 al evento seco se lo analizó como consecuencia del cambio climático que afecta al planeta “*las altas temperaturas durante el invierno producen sequías que impactan negativamente en la producción. El intenso calor retrasa el crecimiento de las plantas*”... “*los especialistas señalaron que el pasado invierno fue un ejemplo de lo que puede ocurrir en la región chaqueña y en el noroeste: altas temperaturas que provocan el llamado estrés hídrico y mayor efecto de sequía. Pero como no deja de ser invierno las heladas terminan de destruir las pasturas y los cultivos de estación como el algodón*”. Chaqueña (12 de noviembre de 2006). El calentamiento global. Consecuencias en el Nordeste. Diario Norte, pp. 18)

En el año 2008 se produjo una sequía que afectó gran parte del país, específicamente las provincias de Chaco y Corrientes. Según los titulares de los diarios Norte y Nación fue de gran relevancia pues se puede leer en el primero de ellos títulos alarmistas como “**la sequía que azota al oeste y sudoeste (del Chaco) es la más intensa de los últimos 30 años**” o “**la peor sequía en 100 años: angustia en el campo. Las próximas lluvias serán insuficientes**”. También expresa que “*gran parte del país espera con ansiedad la llegada de las lluvias que pueda mitigar en parte la tremenda sequía, la peor en 100 años, que afecta la producción agropecuaria y los pueblos del interior*”. Asimismo, se considera como zona crítica la comprendida entre el norte de Santa Fe y Chaco, y según el climatólogo Eduardo Sierra hacía falta como mínimo 150 mm para recuperar la humedad de los suelos, no obstante, el especialista señaló que el Chaco, por tener una evaporación tan alta, tardaría más en recuperarse, “*la lluvia ahí es menos efectiva*”. En otro párrafo también se señala “*la sequía que sufre el Chaco suma pérdidas por más de 650 millones, lo que resta un 43 % del producto bruto que aporta el agro a la economía provincial, según un informe oficial*” (Subiza, (27 de septiembre de 2008). La Nación, pp 2).

Con respecto a esto último en el Chaco “*...el presidente de la Administración Provincial del Agua (APA), ingeniero Pedro Favarón, observó que toda la provincia está afectada por la sequía, pero la crisis más grave se registra en el sudoeste*”. La situación revestía tal seriedad que este funcionario anunció “*se está gestionando la llegada de un tren desde Buenos Aires, que pertenece al Belgrano Cargas, con vagones*

cisterna para proveer a las localidades más afectadas” (Sáenz Peña (agencia). (20 de mayo de 2008) La sequía que azota al oeste y sudoeste es la más intensa de los últimos 30 años. Diario Norte)

En el mes de junio de ese mismo año se pusieron en evidencia ciertas particularidades sobre el evento seco, pues mientras el oeste y sudoeste del Chaco sufrían la sequía, vastas zonas de El Impenetrable se encontraban anegadas. “*Hoy las inundaciones y la sequía golpean al mismo tiempo la provincia de Chaco, donde más de 12 mil personas fueron evacuadas en las localidades de El Sauzalito, El Pintado y Fuerte Esperanza y se encuentran completamente aisladas, debido a la crecida del río Bermejito. Las actuales inundaciones en El impenetrable fueron causadas por la combinación del aumento del régimen de lluvias, producto del fenómeno de La Niña, y la alta deforestación en el Chaco salteño*”. (Locales (5 de junio de 2008). La deforestación es la principal causa de inundaciones en el Chaco. Diario Norte)

A nivel nacional el evento seco de la provincia del Chaco resultó de gran interés puesto que se refirieron a las pérdidas ocasionadas por el evento “*El gobernador del Chaco, Jorge Capitanich, informó que por la sequía se perdieron 25000 cabezas de ganado bovino y hay otras 200000 que padecen una baja de peso. El gobernador presentó un informe sobre el déficit hídrico de la provincia entre el 2002 y 2008 detallado por departamento, que confirma que en algunos se registran hasta un 60 % menos de precipitaciones del promedio, siendo los más afectados los del sudoeste provincial*” . (Subiza, (23 de agosto de 2008). Por la sequía, ya se muere el ganado en el norte bonaerense, faltan pastos y no se consiguen rollos. La Nación, pp 3).

El 30 de agosto se publicó también en este mismo diario “**las pérdidas de la sequía**”, donde se consignó lo siguiente “*desde fines de 2007 el efecto La Niña provocó lluvias por debajo de lo normal, y se conjugó con invierno muy seco*”. Por otra parte, con el empleo de un mapa de la República Argentina se consignaron las pérdidas para la provincia del Chaco (25000 cabezas de ganado perdidas, 50000 mal vendidas y 200000 en riesgo, en cuanto al girasol sólo se sembró un 50 % del área apta para el cultivo, mientras que otras 30000 has se incendiaron). En la provincia de Corrientes se registraron las pérdidas en pesos (\$) significando \$ 30.732.375 por muerte del ganado y 62.140.871 por preñez. Las provincias de Formosa y Misiones no se encontraban afectadas por lo que figuran como provincias sin pérdidas (Corresponsal (30 de agosto de 2008). Las pérdidas de la sequía. La Nación)

En otro texto se puede leer sobre el proyecto del INTA de Colonia Benítez acerca de una estrategia ganadera contra la sequía. El sistema que proponía el INTA consistía en alimentar con suplementos energético-proteicos y vender la recria, para nutrir solamente a las vacas preñadas y paridas, y el ternero recién destetado, “*la idea es que el animal sobreviva hasta el período de las lluvias*” afirmó el ingeniero agrónomo César D. Kucseva. Así mismo se brindaron tres recomendaciones principales: “*desprenderse de una parte de la hacienda para alimentar mejor al resto, el destete precoz y suplementar con subproductos industriales*” (García, (27 de septiembre de 2008). Estrategia ganadera contra la sequía. La Nación, pp. 9).

Por último, el siguiente artículo puso de manifiesto las particularidades del evento seco cuando se produce en zonas donde se registran habitualmente pocas precipitaciones “*Los Frentones, Pampa del Infierno y Concepción del Bermejo están afectados más de año y medio por una sequía. Con la actividad forestal resentida, la ganadería con el drama de la falta de agua y pasturas, la soja, y lo poco del maíz, girasol y sorgo, como principales cultivos estresados y con los rindes por el piso, el panorama económico en la población se torna incierto y muy preocupante. La alta desocupación y la actividad laboral con salarios paupérrimos suman a un coctel explosivo pero que es aceptada por los pobladores con la resignación de quienes están acostumbrados a sufrir*” (Chaco Adentro (24 de mayo de 2009). El oeste chaqueño, una pampa del infierno por la histórica sequía. Diario Norte, pp.32 y 57).

En cuanto al a las inundaciones, cabe decir que, los años que presentan correspondencia espacial en la región del Nordeste son: 1986, 1987, 1990, 1991 y 1992, mientras que los años de 1994, 1996, 1998 y 2002 se presentan en el espacio de estudio intercalados por eventos secos. Atendiendo estos resultados se debe mencionar, dada su significatividad a nivel país, el año 1983 donde se produjo el evento de El Niño más importante registrado según algunos investigadores. El ingeniero agrónomo Manuel A. Vasallo al referirse sobre el tema se centra principalmente en la posible causa del evento y señala que “*las abundantes precipitaciones de la fecha responden a que la energía del radiante del sol, a partir de julio del año pasado, aumentó considerablemente con las explosiones solares que hubo. Las estadísticas lo prueban, cuando hay fenómenos de este tipo suceden cosas raras*”. (M.G.M (9 de mayo de 1983). Son ciclos, antes fue de sequía. ¿Hasta cuándo...?. El Litoral, pp. 4).

Por otra parte, desde la aparición de El Niño, a mediados de 1997, los registros pluviométricos se multiplicaron aceleradamente en todo el país. “*Los suelos del centro y sur correntino recibieron en pocos días más de 600 mm arrasando la producción tabacalera y frutihortícola y obligando a evacuar a decenas de miles de pobladores. Las rutas desaparecieron bajo el agua, que además se llevó cuanto puente encontró a su paso.*

En el Chaco la situación no es menos crítica. La mitad de las 700 mil hectáreas de algodón sembradas esta campaña se consideran perdidas. En tanto el 25 % de la producción arrocera de la provincia ha quedado en el camino. El ganado se refugia en el escaso terreno firme que queda, resignado a una muerte lenta y penosa”. (El Litoral. (mayo 1998). Chacra y campo moderno. Año 68 N° 810, pp. 22-26)

Una publicación del año 1998 analizó el evento de inundación en las provincias de Chaco, Formosa y Corrientes:

“La mayor parte de la región NEA se ve afectada por un ciclo de precipitaciones extraordinarias. Los pronósticos de lluvias por encima de las medias de este ciclo llamado El Niño, anticipados hacia septiembre-octubre de 1997, no podía precisar las cantidades, ni eran previsibles las intensidades registradas repetidamente en algunas zonas.

Además de la emergencia social inmediata, que implica la evacuación de pobladores de sus casas y barrios inundados, el sector agropecuario es el más gravemente afectado, previéndose un proceso de recuperación productiva más lento y laborioso.

Chaco: en el centro de la provincia, donde se concentra la producción agrícola, la problemática se debe a lluvias excesivas provocando inundaciones y anegamientos que provocan falta de piso.

En el sudoeste el exceso de lluvia se agrega el aporte de agua de escorrimiento de zonas más altas del norte; esta situación se ve agravada por limitaciones al escorrimiento producidas por obra de ingeniería deficientes. En el área este y centro norte la situación se ve agravada por el desborde de los ríos.

Corrientes: a la fecha el sector sudoeste es el más afectado, ya que al efecto lluvias, con valores de más de 300 % por encima de la media en sitios puntuales, se sumaron los desbordes de los ríos Paraná, Corrientes y tributarios. Fueron afectados

severamente los cultivos de algodón, tabaco, la horticultura bajo plástico y las arroceras localizadas en tierras bajas. La ganadería en tierras bajas de todo el ámbito provincial se ve actualmente afectada.

Formosa: en esta provincia el fenómeno se manifestó en un aumento de días con lluvias superiores a la media histórica, para el primer trimestre del año. Al efecto directo de las lluvias caídas se suma la falta de drenaje y los desbordes de riachos, esteros y lagunas. Las zonas más afectadas se localizan en el este y sudeste de la provincia con un 60 % de la superficie, mientras que en la zona centro, a pesar del exceso de lluvias, las áreas inundadas se localizan en las zonas bajas. (INTA. (junio de 1998)- Las inundaciones. Pautas generales de manejo para suelos sometidos a excesos de agua en la región del NEA Agro mercado. El negocio del campo al día. Año 12 N°139, pp. 17-19).

También resulta interesante el análisis del impacto de las inundaciones en zonas frutihortícolas. El agrónomo Luna Ercilla señala “*las excepcionales precipitaciones pluviales y el desbordamiento de ríos ocurridos en la región húmeda del litoral fluvial de nuestro país, han ocasionado cuantiosos daños a un sector importante frutihortícola existente allí, que puede considerarse un impacto ambiental ocasionando el desplazamiento de los asentamientos humanos de pueblos enteros donde la fruticultura constituye la principal actividad. Tal es lo acaecido en las provincias de Entre Ríos, Corrientes, Misiones, Formosa, Chaco y el norte de Santa Fe*”...al referirse a las consecuencias en el suelo dice “*los suelos con saturación hídrica pierden el contenido orgánico de nutrientes y tienden a ser esqueléticos por la pérdida especialmente de humus. También los niveles freáticos elevados por el colmataje hídrico desplazan gran parte del volumen de aire reduciendo la disponibilidad de oxígeno para las raíces de las plantas frutales y hortícolas, apareciendo fuertes clorosis en la superficie foliar con la caída de frutos, como los citrus*”. (Luna Ercilla, (mayo de 1998). *Las inundaciones, impacto ambiental en zonas frutihortícolas. Informe frutihortícola. N° 12 (II), pp. 10.*

Atendiendo a todo lo expuesto se debe mencionar que la gravedad de los daños causados por las inundaciones está relacionada no sólo con los factores climáticos sino también con los aspectos sociales, es decir, el clima juega un papel importante pero de ninguna manera es determinante (Pielke y Downton, 2000).

Para finalizar cabe decir que las provincias del Nordeste Argentino aún hoy no han logrado prepararse para afrontar un flagelo que cíclica o periódicamente se repite, con o sin el evento de El Niño. La falta de una adecuada sistematización, la deforestación creciente, la ausencia de labranzas conservacionistas, la existencia de infraestructura obsoleta o inadecuada son algunos de los factores que siguen facilitando la labor destructiva del agua.

Atendiendo a que en nuestro espacio de estudio se suceden con frecuencia las sequías e inundaciones resultan oportunas las palabras de Florentino Ameghino referidas a la provincia de Buenos Aires, pero que se podrían hacer extensivas no sólo al NEA sino a todo el país en general: “*Aquí no hay sobrantes. Si hoy nos ahogamos por excesiva abundancia de agua, mañana nos morimos de sed*” por lo que cabría “*establecer los medios para poder dar desagüe en los casos urgentes, a aquellos terrenos anegadizos, expuestos al peligro de una inundación completa durante una época de excesivas lluvias, pero impedir este desagüe en las estaciones de lluvias menos intensas, y sobre todo en regiones expuestas sólo a inundaciones parciales o limitadas y aprovechar las aguas que sobran en tales épocas para fertilizar los campos en estaciones de seca, ejecutando trabajos que impidan que esas aguas inunden los terrenos bajos, sin necesidad de darles desagüe a los grandes ríos ni al océano*” (1958:31).

7.3 Síntesis

Los eventos de sequías e inundaciones detectados en las provincias del Nordeste Argentino pueden manifestarse en todo el espacio estudiado, ya sea extendiéndose en forma homogénea o, por el contrario, desarrollándose en simultáneo; los procesos responsables que intervienen en su génesis corresponden a los eventos de El Niño y La Niña o bien, a anomalías en la circulación general atmosférica relacionada con la actividad energética solar y la interacción océano-atmósfera.

Sin embargo, cabe señalar que, existirían factores internos o externos que influyen en los procesos atmosféricos, responsables de los eventos pluviométricos extremos, sequías e inundaciones, que afectarían el comportamiento temporo espacial de los fenómenos en cuestión. En este sentido se observó que procesos similares en la circulación atmosférica o en la interacción atmósfera-océano no necesariamente

generarían siempre los mismos efectos o se manifestarían con la misma intensidad en el espacio.

Lo anterior condicionó la delimitación de áreas homogéneas de sequías e inundaciones, atendiendo a los procesos que intervienen en la génesis de los eventos pluviométricos extremos, responsables de los mismos. En este sentido, cabe señalar que hasta el momento no se han podido resolver de manera satisfactoria, debido a la variabilidad témporo-espacial con que se manifestaron los procesos detectados y analizados durante la serie de datos trabajados en las provincias del Nordeste Argentino.

Esta autora considera que puede existir una posibilidad de delimitar áreas homogéneas de los eventos de sequías e inundaciones cambiando radicalmente el enfoque aquí abordado. Se piensa que, tal vez, contemplando la capacidad de respuesta de la población ante las consecuencias generadas por estos eventos podríamos acercarnos un poco más a la meta de regionalizar estos fenómenos extremos, lo que constituiría el objetivo principal de futuros trabajos de investigación.

En cuanto a las consecuencias de las sequías que padece la población de las provincias del NEA podríamos señalar, entre las más relevantes, las siguientes:

- retrasos en la siembra,
- estrés hídrico,
- disminución del rendimiento de los cultivos,
- deterioro de las pasturas,
- bajantes en las fuentes de agua utilizadas como abrevadero natural,
- disminución del peso de los animales, pariciones antes de tiempo y muerte del ganado,
- desabastecimiento de agua en los pueblos,
- pérdidas económicas significativas

Las inundaciones, por su parte, pueden generar:

- producción agrícola bajo agua,
- pérdida de suelos,
- evacuación de ganado, muchos de los cuales mueren en el proceso,
- evacuación de la población,

- pérdida de infraestructura,
- enfermedades,
- pérdidas económicas significativas.

Para finalizar cabe decir que, las provincias del Nordeste Argentino aún hoy no han logrado prepararse satisfactoriamente para afrontar un flagelo que cíclica o periódicamente se repite, con o sin el evento de El Niño o La Niña. Lo anterior implicaría cambiar radicalmente el paradigma de considerarlos como eventos excepcionales y empezar a analizar a los eventos pluviométricos extremos como fenómenos que pueden manifestarse simultáneamente en el espacio y como características propias de la dinámica atmosférica de nuestra región.

Conclusiones

Si retomáramos las síntesis que coronan cada uno de los capítulos realizados podríamos redactar las conclusiones generales solicitadas para estos trabajos de investigación, sin embargo, se considera que es una tarea reiterativa y fragmentada, por lo que se cree más adecuado y sintético resaltar las similitudes y diferencias encontradas entre la dinámica espacio temporal de los eventos pluviométricos extremos de cada una de las provincias que componen la región del Nordeste Argentino.

Para comenzar, cabe recordar que, en los primeros capítulos de esta investigación se puso de manifiesto que, para la delimitación de los eventos atmosféricos extremos resulta necesario el estudio del régimen pluviométrico del Nordeste Argentino, para así detectar los períodos secos y húmedos y su variabilidad espacial y temporal. Lo anterior fue posible, principalmente, por la existencia de largas series de observaciones y registros pluviométricos de las estaciones y puestos oficiales tanto de las redes nacional y provinciales. Es importante mencionar que este aspecto nos generó ciertas dificultades puesto que, de todas las provincias involucradas sólo Chaco posee una serie lo suficientemente larga y con estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos distribuidos de forma homogénea en el espacio. En las restantes se tuvo que recurrir a distintas fuentes de información para lograr cubrir todo el territorio, lo que condicionó el número de años de las series pluviométricas. Es así que las provincias de Formosa, Misiones y Corrientes presentan una serie de datos relativamente corta, desde el punto de vista climatológico, para registrar todas las posibles variaciones de los procesos atmosféricos.

Asimismo, se propuso como objetivo general realizar un estudio climatogeográfico, con énfasis en la distribución espacial y el comportamiento temporal de las precipitaciones en condiciones de escasez y abundancia. Para ello se tuvo en cuenta los caracteres esenciales de la circulación general atmosférica, como causa fundamental de las singularidades climáticas extremas, con la finalidad de identificar, delimitar regionalmente y explicar los distintos modelos de distribución espacial de las sequías e inundaciones. Al mismo tiempo se analizó la frecuencia, duración o intensidad y magnitud con que se presentaron en el pasado.

En lo que respecta a la hipótesis de trabajo planteada inicialmente, en la que se afirma que en las provincias del Nordeste Argentino las sequías y las inundaciones son eventos climáticos extremos que responden a situaciones atmosféricas singulares en la media y baja tropósfera, propios de la variabilidad natural del clima, queda confirmada con evidencia estadística y cartográfica y por lo tanto bien fundamentada en los siguientes párrafos.

En relación con lo anterior se identificaron en las provincias del Nordeste Argentino los siguientes años secos: 1968, 1969, 1970, 1976, 1978, 2004, 2005 y 2006 los cuales reunían los siguientes criterios: a) dos o más años consecutivos con anomalías negativas y b) coincidencia en un 50 % o más de estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos. Cabe mencionar que, según la serie de datos trabajada, las décadas de 1960, 1970 y 2000 se identificaron como estadíos secos, razón por lo cual este evento se presentaría con cierta persistencia.

Por otra parte, las sequías también se desarrollaron en forma aislada o intercaladas por otros años más húmedos en los años 1988, 1993, 1995, 1999, 2001 y 2008. La importancia de mencionarlos radica en la gran cobertura espacial de las isoanómalas negativas en nuestra región.

Cabe señalar que, los años secos identificados se condicen con los resultados publicados por organismos como el Servicio Meteorológico Nacional y la Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera, quienes realizan un seguimiento constante de la actividad del ENOS.

En cuanto al análisis de los registros pluviométricos sugiere que las sequías, en nuestro espacio y durante la serie trabajada, se registraron con más frecuencia que el evento opuesto presentando distinta magnitud y cobertura espacial. Asimismo, cabe mencionar que en muchos casos se desarrollaron en simultáneo con las inundaciones.

El estudio de los parámetros propuestos para el análisis mensual del fenómeno que nos ocupa muestra que se sucedieron con mayor frecuencia que los eventos húmedos, no obstante, en algunos meses del verano esta dinámica se invierte (por ejemplo: Fb, Mz y Nv), aunque en menor medida. Resultados similares fueron obtenidos por Bruniard (1981) y Bobba (2002) quienes advirtieron, además, que esos extremos pluviométricos se diluyen en los montos anuales a causa de algunos meses muy húmedos.

Asimismo, se debe señalar que en general, registraron una disminución de un 25 % con respecto a la media de la serie de datos trabajados, lo que atinamos a denominar como disminución leve de las precipitaciones, una merma superior a este valor, que podríamos calificar como disminución grave, por ejemplo de 75 % o más, se suceden en menor medida y suelen circunscribirse a los meses invernales, aunque se observaron casos en los meses estivales.

En cuanto a la duración de los eventos secos son más frecuentes las de dos meses consecutivos, valor a partir del cual disminuye considerablemente. Sin embargo, se registraron episodios particularmente prolongados que comprenden, en algunos casos, más de doce meses (Por ejemplo: en Hermoso Campo 17 meses consecutivos, Palo Santo y Taacaglé 15 meses, Valle Hermoso 11 meses y La Sirena 15 meses). Estos últimos se caracterizaron por ser menos frecuentes y por desarrollarse de manera irregular en el espacio. No obstante, la importancia de identificarlos radica en conocer la intensidad o gravedad con las que se pueden presentar en el territorio, es decir que, cuanto más se prolonga o persista tanto más perjudicial es para la población y las actividades que esta realiza.

Por otra parte, los años en que se produjeron inundaciones atendiendo a los criterios preestablecidos fueron: 1986, 1987, 1990, 1991 y 1992. Cabe señalar que, en 1994, 1996, 1998 y 2002 también se registraron importantes inundaciones que abarcaron grandes superficies, aun cuando se presentaron intercalados por otros años secos. Los eventos señalados se produjeron durante las décadas de 1980 y 1990 que podrían considerarse como húmedas en nuestro espacio de estudio y según el período analizado. Estos resultados corroboran lo publicado por el Centro de Predicción Climática, dependiente de la Administración Nacional del Océano y la Atmósfera, que sostiene que en las décadas de 1980 y 1990 se produjeron importantes actividades del ENOS que dio lugar a cinco episodios de El Niño.

Se pudo advertir, además, que el número de eventos húmedos identificados es relativamente menor comparados con el fenómeno opuesto, aspecto que confirmaría la menor frecuencia de los primeros con respecto de los segundos.

El análisis cartográfico puso en evidencia que las inundaciones se presentaron, generalmente, en simultáneo con las sequías, si bien estas últimas se desarrollaron con menor intensidad y se extendieron en pequeñas superficies.

Asimismo, el estudio de los parámetros indicaría que el aumento de los valores pluviométricos mensuales con respecto al promedio de la serie también rondaría el 25 %, categoría denominada como aumento incipiente, sin embargo, los incrementos superiores, si bien pueden presentarse, son menos frecuentes. Con respecto a este último cabe destacar que, en nuestro espacio de estudio se suceden precipitaciones que superan ampliamente el 100 % del valor normal, si bien se circunscriben generalmente a los meses invernales también se registraron en los meses de verano y de transición.

Por otra parte, los eventos húmedos mensuales de dos meses consecutivos se suceden con mayor frecuencia, valor a partir del cual disminuye significativamente. Sin embargo, se han registrado casos de hasta 12 meses de duración (Por ejemplo: Hermoso Campo 12 meses, General Belgrano 11 meses, Campo Grande y Colonia Mártires 10 meses y Garruchos 13 meses consecutivos).

Como se ha podido advertir ambos extremos atmosféricos generalmente se presentaron en simultáneo, por lo que las posibles explicaciones como también medidas a tomar para mitigarlos deben considerarlos en conjunto.

En la búsqueda de las potenciales causas que dan lugar a estos extremos pluviométricos, requiere recordar que la génesis pluvial durante la estación favorable respondería, a grandes rasgos, a la penetración de los flujos de origen tropical que ingresan al interior continental debido a la profundización de la Baja térmica del Noroeste Argentino, lo que da cuenta del avance de las condiciones tropicales hacia las latitudes medias.

En relación con lo anterior, cabe decir que si bien la interacción que existe entre la baja presión del Noroeste Argentino y los Anticiclones de los océanos Atlántico y Pacífico es el principal mecanismo de advección de humedad hacia el continente durante la estación del verano y generadora de precipitaciones quasi-monzónicas, también es responsable de las condiciones opuestas.

Asimismo, se debe contemplar que una variación de la intensidad o distribución espectral de la radiación solar puede influir en la circulación general atmosférica generando en consecuencia los eventos pluviométricos extremos que derivan en sequías e inundaciones.

Otro de los aspectos de la circulación atmosférica sudamericana que podría contribuir al desarrollo de los eventos secos es la convergencia Sudatlántica (SACZ)

que tiene una posición geográfica fluctuante, pudiendo afectar la región del Nordeste Argentino. Por otra parte, un aumento de la baroclinicidad austral induciría un aumento de la aparición de sistemas convectivos, que a su vez generaría grandes cantidades de precipitaciones puntuales o de mediana cobertura areal hacia el este de la región del Noroeste Argentino.

Cabe señalar además la influencia que ejercerían ciertos procesos atmosféricos generados a partir de las perturbaciones de índole atmosférica y oceánica como son los eventos de El Niño y La Niña y su incidencia en la circulación de altura, que generaría las situaciones de sequías e inundaciones detectados en nuestro espacio de estudio, según intervenga uno u otro.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que El Niño y La Niña no son los únicos que influirían en las características climáticas estacionales, por lo tanto es necesario realizar evaluaciones regionales detalladas de las condiciones atmosféricas predominantes, tomando en consideración tanto los efectos previstos por el ENOS como de otros fenómenos de regiones geográficas aledañas, para poder determinar con la mayor precisión posible las características meteorológicas que se podrían esperar a nivel local y regional, para poder anticipar y mitigar las consecuencias de los eventos pluviométricos extremos denominados: sequías e inundaciones en las provincias del Nordeste Argentino.

Se debe destacar que estos eventos pueden manifestarse en todo el espacio estudiado, ya sea extendiéndose en forma homogénea o, por el contrario, desarrollándose en simultáneo; los procesos responsables que intervienen, como se ha señalado, son muy variados y no siempre generaría los mismos efectos o se manifestaría con la misma intensidad en el espacio, características que fueron observadas por Bobba (2002) en sus estudios realizados sobre las sequías en las provincias del Noroeste Argentino.

Cabe decir que lo anterior condicionó la delimitación de áreas homogéneas de sequías e inundaciones, atendiendo a los procesos que intervienen en la génesis de los eventos pluviométricos extremos. Sin embargo, esta autora considera que puede existir una posibilidad cambiando radicalmente el enfoque aquí abordado. Se piensa que, tal vez, contemplando la capacidad de respuesta de la población ante las consecuencias generadas por estos eventos podríamos acercarnos un poco más a la meta de

regionalizar estos fenómenos extremos, lo que constituiría el objetivo principal de futuros trabajos de investigación.

En cuanto a las consecuencias de las sequías que padece la población de las provincias del NEA podríamos señalar, entre las más relevantes, las siguientes: retrasos en la siembra, estrés hídrico, disminución del rendimiento de los cultivos, deterioro de las pasturas, bajantes en las fuentes de agua utilizadas como abrevadero natural, disminución del peso de los animales, pariciones antes de tiempo y muerte del ganado, desabastecimiento de agua en los pueblos, pérdidas económicas significativas, entre otras.

Por su parte las inundaciones pueden generar: producción agrícola bajo agua, pérdida de suelos, evacuación de ganado, muchos de los cuales mueren en el proceso, evacuación de la población, pérdida de infraestructura, enfermedades y pérdidas económicas significativas.

Otras consecuencias devastadoras de estos extremos pluviométricos, algunas de las cuales no se pueden cuantificar, pueden ser: la perturbación de los ecosistemas hidráulicos, los peces y las plantas acuáticas, reducir el nivel de los acuíferos y de los humedales e interferir en el desarrollo de todas aquellas especies que dependen del agua.

Para finalizar cabe decir que, las provincias del Nordeste Argentino aún hoy no han logrado prepararse satisfactoriamente para afrontar un flagelo que cíclica o periódicamente se repite, con o sin el evento de El Niño o La Niña. Lo anterior implicaría cambiar radicalmente el paradigma de considerarlos como eventos excepcionales y empezar a analizar a los eventos pluviométricos extremos como fenómenos que pueden manifestarse simultáneamente en el espacio y como características propias de la dinámica atmosférica de nuestra región.

Anomalías según estación meteorológica y puestos pluviométricos

LOCALIDAD: Resistencia
DEPARTAMENTO: San Fernando

LAT. 27°26'23"S
 LONG. 59°0'0"O
 ALT.51 m

Años	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
1955	-75	7	60	-13	-4	10	-55	-76	-72	-32	-25	12	-15
1956	110	44	14	-8	-93	-48	237	16	-68	73	-75	-37	10
1957	9	-75	-73	45	5	2	-75	-1	100	90	-77	61	-1
1958	-6	8	-32	-3	52	-80	6	-55	-28	-85	143	147	16
1959	25	39	-41	11	82	13	-40	-27	38	79	-40	-10	11
1960	-55	-54	-50	-8	-82	43	28	86	-20	163	-41	-16	-10
1961	27	48	119	-39	23	-20	-57	-8	-71	35	118	-50	25
1962	32	-72	28	42	30	-100	-27	-55	-62	-36	-27	-62	-16
1963	23	-22	-61	-11	2	-63	6	-86	176	-39	-29	3	-12
1964	-26	-4	9	26	-74	-44	-22	-50	20	-53	-31	46	-11
1965	-39	26	-95	51	13	0	-12	67	21	81	43	98	20
1966	145	16	28	0	-17	-87	-25	-58	-34	-20	-13	7	11
1967	17	21	15	-81	-62	-68	31	34	-31	-17	-29	-95	-25
1968	1	-33	-80	-78	-41	36	74	232	-6	5	-5	2	-14
1969	47	-13	-70	-48	84	-89	-35	-50	3	-15	-9	-90	-24
1970	-21	50	-40	-74	-15	-9	1	46	351	24	-27	-44	1
1971	11	-30	20	-45	34	-85	56	112	-62	-60	-74	-27	-22
1972	-26	-46	38	18	27	97	16	49	-55	15	57	7	12
1973	181	0	58	21	102	91	172	100	-42	6	-31	93	54
1974	-22	38	-57	-48	115	-57	69	25	-57	-70	-70	6	-21
1975	-72	10	131	11	-21	39	-12	159	38	-45	32	-6	16
1976	74	-28	37	-60	-61	-70	-25	-58	7	3	-38	7	-9
1977	57	-26	-28	-52	109	-61	28	37	-82	-32	33	60	3
1978	-5	-10	-71	-65	39	30	114	-83	-25	17	30	10	-9
1979	-68	-52	-5	-51	-91	-83	149	49	-13	5	-32	76	-19
1980	-41	-45	2	-30	55	67	-75	39	-8	20	54	-31	-4
1981	-8	62	22	-34	69	41	13	-53	-65	-17	11	-59	-1
1982	-47	-6	-56	-40	25	396	-45	176	158	-77	168	2	24
1983	89	-1	-2	158	165	-85	172	-95	-100	-45	-48	-67	16
1984	59	24	74	-13	133	106	-80	-74	24	3	-6	-63	19
1985	-54	92	45	127	43	6	66	58	67	-60	-87	-39	15
1986	-54	-15	198	213	63	171	16	-29	172	40	58	-31	68
1987	-23	93	-83	-74	-2	-11	232	-6	-100	-69	25	-67	-21
1988	65	-49	20	-29	-90	-15	-95	-10	3	-39	-27	-38	-19
1989	-54	-29	72	95	-92	17	157	100	116	-38	-23	26	17
1990	-35	39	-31	201	-34	36	-72	6	4	73	-39	97	31
1991	-62	-51	-96	-8	179	-9	-35	-72	-3	-38	19	50	-16
1992	-46	-24	-45	17	-45	93	1	8	-31	72	-16	84	2
1993	12	-84	13	-58	-53	2	-47	-76	-19	-8	42	-54	-22
1994	25	25	138	-42	70	41	16	20	-94	41	59	-41	26
1995	80	126	107	-54	10	-94	-32	13	-40	-60	-53	-48	7
1996	46	92	21	147	-83	-96	-100	-3	83	100	15	162	57
1997	-22	193	-83	-47	47	-37	-17	27	-52	55	59	31	17
1998	41	136	15	117	-65	6	-82	-29	-43	-50	-25	6	20
1999	-40	-15	32	-31	0	-35	-35	-100	-82	-53	-48	-63	-33
2000	11	57	-44	-29	0	-52	-85	23	-57	52	-13	73	3
2001	-13	-65	-32	-21	-97	201	-55	34	-11	-8	12	-86	-22
2002	47	-45	138	80	2	-18	76	-13	-9	-25	4	66	33
2003	-62	-28	-50	-40	-97	-80	-92	13	-69	-3	-1	63	-30
2004	-76	-70	-49	-27	-100	-2	-55	-72	101	36	32	-17	-25
2005	-55	-76	-32	81	11	54	-95	-69	-16	-39	-20	-64	-25
2006	-23	-75	-9	-29	-72	30	-97	-72	-16	18	-60	7	-29
2007	-16	-48	17	-25	-87	-85	-92	-60	106	55	-61	-19	-20
2008	-73	-55	-76	-78	-80	49	-92	-27	23	48	-61	-41	-45
2009	-13	1	-79	-71	-30	-93	28	-62	-71	-74	250	-36	-12

Anomalías según estación meteorológica y puestos pluviométricos

LOCALIDAD: P.R. Saenz Peña
DEPARTAMENTO: Comandante Fernández

LAT. 26°46'57"S
 ALT. 91 m
 LONG. 60°26'26"O

Años	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
1955	-92	-16	99	-45	-26	61	-35	-63	-55	-10	-19	22	-10
1956	77	60	114	49	-49	-17	63	206	-79	45	-31	-23	37
1957	35	-39	-53	23	41	-82	-89	25	65	66	-63	163	18
1958	-38	21	-32	-9	-11	-100	3	2	28	-83	43	56	-5
1959	98	135	-50	-43	90	-36	144	-81	183	67	-51	47	34
1960	-21	-43	13	-43	-100	323	30	118	-50	170	91	-23	16
1961	-9	135	46	15	61	93	-62	-12	-82	-34	68	47	34
1962	7	-61	4	-11	39	-100	79	-54	-76	-35	-68	-18	-24
1963	36	56	-71	-15	3	-68	-73	-95	34	-62	-46	-47	-21
1964	-87	-62	-13	-16	72	-91	8	-91	55	-50	-54	-18	-34
1965	-13	79	-64	73	-75	-82	30	-72	47	77	97	96	35
1966	85	214	5	-6	-31	-63	-73	-95	31	-65	77	-74	24
1967	81	101	6	-50	-22	-49	-13	-100	-27	-66	-24	-42	-3
1968	35	-35	-71	-71	-55	56	79	169	-16	-49	-50	-43	-31
1969	-24	11	-49	-46	-15	-72	63	-100	-16	71	-53	-48	-24
1970	-27	-30	-47	-86	25	-86	73	206	267	-21	-88	-2	-22
1971	-24	-41	22	-14	-96	-72	-51	-7	-76	-19	-44	-94	-36
1972	2	-29	52	27	70	107	274	-77	-34	27	5	17	20
1973	220	-59	57	-51	14	314	274	34	-71	-42	-34	17	29
1974	17	72	-49	-27	307	-68	3	44	-45	-59	-2	-18	4
1975	-48	-83	114	-24	-20	148	-89	109	-27	-76	81	-63	-7
1976	6	-26	-44	-80	-66	-72	285	-86	-29	-15	3	-30	-25
1977	15	-40	2	-30	170	-77	19	95	-34	-46	47	-10	1
1978	-27	89	-61	-63	-91	-45	-100	-100	288	22	-51	-11	-13
1979	-33	43	-6	-21	-96	222	382	113	31	-21	-28	111	18
1980	-55	-46	-58	-23	101	38	-100	169	-48	-20	47	-67	-23
1981	94	68	22	-10	-62	-22	-13	90	-21	-47	54	-47	15
1982	-47	26	24	-46	-20	79	-100	-40	97	-30	76	-23	-1
1983	-2	11	-42	150	215	-100	52	-100	-16	-65	-48	-39	3
1984	8	-75	84	-9	7	29	-100	-26	34	21	-5	-52	-3
1985	-60	-14	1	117	47	-77	-57	48	89	-60	-45	-8	-3
1986	-81	-1	128	148	83	309	-35	-44	73	131	25	-38	47
1987	15	-68	-79	5	-15	-77	285	-21	-92	11	12	-45	-20
1988	59	-51	67	-8	-93	-91	-89	-91	-55	-86	-36	8	-13
1989	-57	-76	49	113	-96	-77	-19	90	-29	-61	2	61	1
1990	-45	-39	-82	208	59	88	133	-21	-6	223	-14	27	34
1991	-52	-25	16	62	380	33	-62	-100	44	-7	-35	18	14
1992	50	3	-36	58	-75	52	-84	447	-55	66	15	98	34
1993	-45	-84	32	-13	-75	-100	-89	-100	-69	-59	49	39	-20
1994	-65	10	30	-8	85	107	-100	-35	-100	28	266	-36	24
1995	101	5	8	-81	79	-68	-46	-91	-95	-49	-49	-23	-13
1996	-8	169	2	149	-89	-100	-100	-81	94	65	47	71	52
1997	-61	43	-49	-68	-64	-45	-100	-68	15	73	-16	24	-17
1998	30	99	41	39	-35	6	-84	81	-42	-44	9	11	21
1999	8	-13	-50	-54	-53	-45	-67	-100	-92	-67	-67	-55	-46
2000	-27	34	-60	97	79	19	-78	-40	-42	97	30	24	20
2001	39	-34	-14	-39	-100	139	-67	21	-24	-14	-52	-69	-25
2002	110	-16	249	76	-4	-72	258	-63	55	-32	10	66	67
2003	36	-62	-28	-35	-100	-82	-100	201	-58	5	-28	-34	-24
2004	-78	-53	-4	-69	-100	-68	-57	11	138	-28	30	139	-8
2005	-57	-76	-28	31	-31	-59	-100	-72	5	-58	-25	-84	-42
2006	-66	-83	-19	-67	-42	254	-84	-72	-27	98	-64	33	-24
2007	35	-24	21	17	-91	-86	-100	-26	31	60	-87	24	-2
2008	5	-9	-49	-86	-89	-59	-100	7	-61	124	42	-18	-13
2009	-59	-72	-98	-88	-40	-68	-19	-63	-50	-66	48	-21	-51

Anomalías según estación meteorológica y puestos pluviométricos

LOCALIDAD: Charata
DEPARTAMENTO: Chacabuco

LAT. 27°12'57"S ALT. 95 m
 LONG. 61°11'43"O

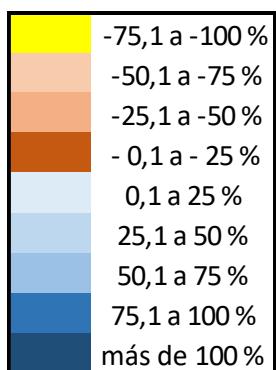
Años	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
1955	-59	-20	22	-84	-49	-59	9	-100	-100	-67	26	62	-20
1956	6	30	-7	-66	-65	-13	-40	35	-100	119	39	-47	-2
1957	-50	-41	-69	-13	-5	-34	-100	29	41	102	-30	86	-7
1958	-69	-12	76	-25	-59	-85	123	22	54	-100	50	-25	-9
1959	-21	-15	-24	-33	27	-59	214	-19	-39	47	-77	62	-7
1960	7	30	-30	-57	-86	282	280	374	-4	86	74	117	40
1961	-81	34	42	24	57	-90	-100	-80	-42	15	5	46	6
1962	8	-52	-53	58	41	27	208	157	-100	23	-86	-38	-16
1963	-51	51	-58	56	106	-34	75	-53	1	-22	-32	-21	-7
1964	-73	47	65	73	-81	-64	21	-66	19	-33	-52	82	10
1965	-45	6	11	2	-59	-100	-40	-80	9	58	27	76	9
1966	119	87	-20	-16	239	-100	21	-100	59	-57	4	-82	16
1967	202	71	-53	-30	190	32	15	42	83	-44	-59	-71	18
1968	64	-57	-17	-59	-30	124	21	218	-60	6	-24	-56	-15
1969	44	95	-74	-35	57	-59	21	-100	43	-14	-90	-42	-12
1970	-11	-52	-66	-73	174	-19	172	96	107	-33	-70	53	-15
1971	-5	-58	2	-19	-59	-85	9	279	-65	20	-35	-81	-26
1972	12	-66	148	32	-70	129	69	-73	-15	-14	14	19	20
1973	69	-25	66	120	-62	506	51	62	-42	-38	-39	79	40
1974	19	104	-18	-25	92	-95	-34	-5	-44	-51	-73	-52	-10
1975	-35	-5	75	9	11	73	-94	83	-47	-40	19	-68	-5
1976	151	-45	30	-95	-100	-100	-100	-100	-15	-13	-31	-41	-11
1977	73	4	78	9	44	-90	87	56	-52	14	-13	-58	14
1978	-27	63	-81	-56	-89	-75	-100	-100	27	-55	44	-52	-27
1979	-85	0	-48	12	-100	53	81	-93	126	3	-5	45	-9
1980	-67	-37	-19	47	163	2	-82	-86	35	12	110	19	11
1981	69	108	15	112	195	-90	-100	22	-87	-45	14	-19	34
1982	24	-29	-13	-66	-46	155	-52	-80	229	51	28	55	14
1983	12	-53	-56	147	323	-80	81	-100	-100	-61	2	-51	-2
1984	70	14	178	-17	87	68	-100	-100	46	192	13	-54	49
1985	43	56	-16	133	-46	-3	69	130	19	-70	-78	57	20
1986	-86	-66	143	111	52	251	129	245	380	145	164	-47	66
1987	54	-87	-36	-34	-11	-100	63	76	27	-26	181	-9	7
1988	-38	-58	-34	-60	-92	-34	27	-80	-34	-89	-39	24	-40
1989	-69	-40	115	90	-100	-54	141	144	-44	-50	-68	65	5
1990	-10	14	-65	79	27	-39	33	-80	33	122	-52	51	12
1991	-77	-51	17	72	409	-39	45	-12	139	-13	-68	78	16
1992	-24	-21	-48	1	-67	12	-40	137	-60	-14	28	43	-8
1993	21	-43	48	-39	-70	-75	-100	-100	-92	-47	20	-26	-17
1994	-77	43	-7	-35	8	7	-100	-100	-100	-9	127	4	-2
1995	-32	-25	-43	-57	-21	-59	-88	-26	-42	-68	2	-54	-39
1996	46	208	22	-28	-100	-100	-100	-32	126	8	36	42	41
1997	-30	38	-46	-47	8	-34	-100	-66	-73	-10	39	20	-10
1998	-14	48	-12	31	-89	139	3	56	-52	11	19	-1	7
1999	129	-32	9	-37	-51	-49	3	-100	-28	-22	-67	-70	-14
2000	22	16	2	-36	-59	-90	-82	-39	-95	109	-10	-32	-5
2001	-4	47	-4	42	-100	216	-100	-32	-7	-5	4	-86	-4
2002	15	-31	-6	102	-78	-44	232	-100	155	-16	35	11	18
2003	-35	-85	26	-27	-86	-69	-70	1	-58	45	-58	-23	-30
2004	-69	15	52	-96	-100	-100	-100	-100	4	-13	66	73	-3
2005	-34	-66	-70	34	-16	-85	-100	1	-20	-77	28	-42	-33
2006	-89	-40	-16	33	-70	516	-100	-100	-95	34	-41	-43	-23
2007	51	-58	30	-3	-100	-90	-100	-100	17	17	-27	-8	-8
2008	34	2	-74	-96	-100	-100	-100	89	6	19	-40	-84	-37
2009	0	36	-90	-66	8	-100	-82	49	-73	-39	49	113	-2

Anomalías según estación meteorológica y puestos pluviométricos

LOCALIDAD: Las Lomitas
DEPARTAMENTO: Patiño

LAT. 24°42'S ALT. 130 m
 LONG. 60°35'O

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
1967	-68	-14	35	-54	-100	-89	-100	-100	30	-96	-19	82	-17
1968	5	-80	-100	-23	-65	50	258	333	-90	-46	-40	-11	-32
1969	-21	-70	-30	62	-35	-100	-100	-38	-51	-60	123	37	-3
1970	-35	-52	-21	54	103	-100	-100	-100	-54	-62	-83	-54	-34
1971	277	18	-55	-92	-100	-72	-100	-100	-84	144	-61	-97	-1
1972	-63	-94	-51	16	-100	177	-100	-7	24	25	-74	-86	-48
1973	-44	-65	-4	96	96	260	-100	-100	-87	-60	-71	79	-2
1974	-16	-76	71	-66	89	-100	79	-100	-100	54	-79	-51	-21
1975	-52	-70	9	-12	-81	-78	-100	-88	66	-42	-13	30	-22
1976	-21	189	-67	-95	-100	-78	-100	92	-51	-35	-94	-68	-33
1977	87	-91	-30	-15	44	-100	-76	86	-35	-100	-80	38	-15
1978	-5	-70	-100	-57	-49	-100	-100	-100	226	-39	-27	-39	-41
1979	-72	18	-59	142	-32	66	-100	123	86	-65	-9	-18	-9
1980	-69	5	38	-23	-42	39	-100	340	-74	63	364	-86	32
1981	65	113	-28	-88	247	-72	-100	24	-100	-100	42	-73	5
1982	-81	95	29	99	-86	-45	19	-57	200	-60	-30	-8	5
1983	18	-68	73	-37	284	-100	258	-100	-28	-92	-31	-40	1
1984	-41	-70	-25	83	-35	144	-88	-57	-87	34	66	45	2
1985	22	187	-59	69	-56	-83	-28	104	89	82	-7	-70	16
1986	-10	155	34	-12	84	271	318	265	47	29	66	-9	52
1987	138	92	-91	66	-77	-67	485	-94	-100	0	-34	39	16
1988	155	-34	40	-65	-65	-72	-100	-100	-100	13	-53	71	12
1989	22	-100	-29	60	61	138	246	11	190	11	17	-8	12
1990	-85	-61	-60	6	16	89	-16	42	-35	23	-50	75	-20
1991	-22	109	297	-34	161	-28	-100	-100	131	128	20	177	103
1992	-9	109	152	-1	-86	138	-88	-81	30	157	114	112	74
1993	-72	-76	30	-78	-77	-89	31	-100	-41	94	43	-66	-29



Anomalías según estación meteorológica y puestos pluviométricos

LOCALIDAD: El Colorado
DEPARTAMENTO: Pirané

LAT. 26°18'S ALT. 78 m
 LONG. 59°22'O

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
1967	17	25	-50	-47	-42	-55	516	-75	-29	-69	-19	-66	-14
1968	48	1	27	-49	-79	23	105	0	35	23	-94	-27	-9
1969	88	-45	-74	0	-3	-91	-100	-22	-5	38	-71	-40	-20
1970	23	-55	-35	-21	35	-100	-100	-100	20	-33	-18	-25	-23
1971	43	88	80	35	14	2	352	96	-49	91	20	-25	48
1972	-10	-78	52	-1	-45	-17	-64	163	79	-7	5	-8	-3
1973	88	-54	114	-13	18	109	81	53	-64	-29	-25	-25	13
1974	-47	7	-23	-6	-19	-100	-5	-64	-93	-5	-24	28	-19
1975	-68	-36	-29	-27	-78	35	-95	117	23	-51	106	36	-11
1976	17	-36	8	-47	-86	-81	-100	-93	-31	-28	-33	-54	-37
1977	66	-94	-56	-54	4	-95	-45	78	-97	69	-35	65	-11
1978	-32	17	-80	-55	-73	-83	-29	-100	41	34	21	-60	-29
1979	-68	-3	0	-63	-65	-93	-52	81	7	-3	-32	102	-14
1980	0	-20	10	-26	40	230	-100	-36	-28	5	174	-35	17
1981	146	84	133	-10	127	-34	-71	-18	-72	-68	64	-38	37
1982	-36	97	-78	-37	-92	199	-74	14	235	-35	36	10	5
1983	23	73	-57	45	624	-76	-7	-89	-95	-68	-55	-65	29
1984	-66	-21	12	14	-16	102	-100	-100	64	74	46	-5	5
1985	-30	13	-77	100	-55	-100	-36	89	120	2	-57	5	-6
1986	-81	84	164	132	90	128	47	-100	85	81	58	46	69
1987	46	24	-68	-20	-14	0	145	46	-52	-9	-45	75	4
1988	37	-57	-37	0	-70	-100	-76	-100	-79	-25	-32	-27	-34
1989	-48	25	174	18	-84	23	-26	39	-18	-46	23	12	12
1990	-37	-49	-55	135	-51	154	55	64	72	11	-46	-42	-1
1991	-85	44	-34	-21	71	45	-83	-100	28	13	-42	59	-3
1992	-54	32	10	86	-60	52	-81	78	-18	84	25	141	32
1993	19	-65	-32	-68	-92	-79	-55	81	-79	-49	47	-36	-34

Anomalías según estación meteorológica y puestos pluviométricos

LOCALIDAD: Posadas

DEPARTAMENTO: Capital

LAT. 27°22'S

LONG. 55°58' O

ALT. 133m

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
1985	-53	56	20	27	168	-58	193	152	-29	-81	-88	-82	1
1986	-45	-25	131	95	1	37	-20	-16	-28	17	80	-60	18
1987	30	95	-14	31	67	45	310	-16	-30	-35	0	-37	25
1988	55	-53	-66	-10	-53	-47	-89	-79	45	-18	-49	-47	-29
1989	15	-60	-36	29	-75	106	-32	81	10	-4	-52	-18	-3
1990	-2	-15	-38	102	11	45	-48	40	58	-9	26	16	18
1991	-40	-81	-43	-19	36	39	-17	-90	-45	-14	-36	80	-16
1992	-88	27	30	17	-19	24	-41	15	12	1	-8	-43	-6
1993	4	-83	2	-63	-72	-41	8	-74	14	-14	-8	42	-21
1994	57	52	-34	-17	77	35	-8	-47	40	-15	42	-30	11
1995	-12	-28	38	-70	-49	-19	-41	-67	-15	-45	-87	3	-32
1996	60	117	-23	-63	-29	-70	-14	10	-24	60	30	84	14
1997	-57	33	-16	-59	-10	70	24	1	-9	104	72	100	24
1998	-8	81	36	86	37	-24	50	108	27	-10	-63	14	24
1999	-28	34	-9	5	6	-15	51	-81	56	-32	-32	15	-3
2000	24	-10	-59	-47	21	69	-57	-1	-54	99	15	-27	1
2001	94	82	27	-9	-60	-44	-30	-39	22	-59	31	-80	-6
2002	94	-74	103	-3	66	-42	10	151	42	67	-4	94	42
2003	53	74	-7	-35	-100	-78	-78	-26	-57	16	47	89	-2
2004	-69	-66	-70	-5	-59	-45	-53	-41	-4	-2	52	-52	-31
2005	-35	-86	-29	66	72	49	-51	-14	-41	-48	-21	-51	-16
2006	-48	-69	58	-58	-38	-36	-69	32	11	22	53	-9	-11

LOCALIDAD: Cerro Azul

DEPARTAMENTO: Leandro N. Alem

LAT. 27°39'S

LONG. 55°26' O

ALT. 270m

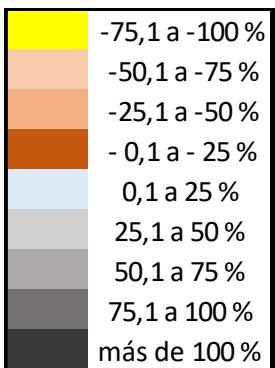
Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
1985	-79	107	100	40	210	-69	57	145	12	-58	-94	-82	15
1986	-9	-30	74	89	35	84	-49	101	-21	21	114	-61	28
1987	65	103	-5	36	70	5	293	-31	-3	-40	-15	-33	29
1988	70	-37	-65	-12	-48	-23	-87	-79	41	-1	-36	-63	-24
1989	4	-31	23	23	-71	48	-8	101	32	-3	-39	-18	4
1990	-10	-71	-58	61	29	75	-5	-24	72	51	25	15	17
1991	6	-96	-63	-27	-12	59	21	-96	-59	-70	-44	146	-18
1992	-45	75	25	-24	44	37	-56	-8	-6	31	-24	-56	0
1993	88	-83	66	-70	-28	-23	19	-73	-23	-18	37	-31	-13
1994	37	119	-46	22	55	-21	63	-49	46	-3	34	-66	15
1995	16	7	2	-73	-50	-28	-46	-63	-42	-6	-77	-55	-33
1996	18	143	-72	-60	-36	-46	-39	16	-42	36	46	79	6
1997	31	-4	-9	-29	3	-30	-22	27	0	83	15	60	13
1998	4	70	6	140	28	-24	30	129	36	21	-70	-3	32
1999	-55	0	-46	30	0	-19	24	-89	49	-24	-32	-25	-14
2000	-50	-41	-16	-64	15	67	-35	-12	-39	43	11	92	-1
2001	69	57	35	-28	-68	-32	-22	-23	8	-58	-11	-36	-10
2002	-5	-74	95	5	17	-33	17	131	29	76	66	79	32
2003	-12	19	-18	-21	-89	-44	-66	-40	-54	-35	42	148	-10
2004	-88	-80	-60	-34	-56	-49	-12	-49	-13	-21	29	-62	-42
2005	-7	-88	-9	35	9	105	-28	-37	-10	-44	-11	-51	-11
2006	-47	-64	42	-38	-56	-37	-48	23	-13	18	36	21	-13

Anomalías según estación meteorológica y puestos pluviométricos

LOCALIDAD: Puerto Iguazú
DEPARTAMENTO: Iguazú

LAT. 25°41'S ALT.179 m
 LONG. 54°27'O

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
1985	-55	32	-6	-14	-31	-43	35	-58	-75	-26	-65	-87	-36
1986	-54	119	20	-32	94	-68	-39	15	17	-27	-52	-27	-2
1987	6	58	-53	80	38	-67	8	-54	-55	-5	59	28	7
1988	-22	1	-80	88	3	-4	-97	-89	-88	-11	-67	-44	-28
1989	-8	-10	4	-39	-79	-6	-33	261	28	12	-38	-10	-1
1990	152	-29	-9	137	43	83	80	279	164	-29	33	7	66
1991	35	-97	-56	-8	-44	116	-51	-78	-32	-47	-16	44	-16
1992	-84	33	59	7	64	-5	18	63	-51	-15	4	-71	-3
1993	16	0	67	-85	20	25	70	-75	86	1	14	-38	7
1994	-52	5	-78	-14	85	61	-7	-66	4	50	140	84	26
1995	12	27	66	-24	-93	-72	-39	-77	6	1	-70	-56	-26
1996	6	32	94	-59	-56	15	-30	-49	12	203	-32	140	33
1997	63	-38	-76	-65	114	82	175	69	74	1	81	-50	31
1998	-15	80	181	115	-24	-37	-38	211	105	41	-76	-24	35
1999	25	-10	-21	-1	-22	7	48	-82	-65	-82	-45	25	-20
2000	13	-27	-53	10	7	35	-12	4	12	15	-31	22	2
2001	23	67	30	19	-58	-29	-12	-49	40	-62	53	5	1
2002	76	-69	-38	-81	123	-22	-25	-13	4	26	87	37	15
2003	-44	-1	-9	-26	-86	-42	-22	-39	28	35	16	165	2
2004	-70	-56	-39	41	67	-39	117	-90	-70	20	38	-72	-14
2005	-22	-66	16	17	-69	-32	-67	-19	-62	-70	-61	-89	-47
2006	-3	-50	-16	-69	-98	42	-78	-68	-81	-30	29	12	-31



Anomalías según estación meteorológica y puestos pluviométricos

LOCALIDAD: Corrientes													LAT. 27°27'S	ALT. 62 m
DEPARTAMENTO: Capital													LONG. 58°46'O	
Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO	
1985	-53	78	6	36	169	-91	89	18	39	-83	-90	-48	-7	
1986	-58	-5	169	98	120	147	11	-29	132	-13	3	-40	42	
1987	17	70	-54	41	-10	89	249	72	-82	-58	-4	-22	7	
1988	31	-73	-47	-16	-92	-61	-77	-32	-60	-48	-30	-51	-40	
1989	-63	-47	34	18	-76	18	130	91	46	31	-55	-28	-5	
1990	-15	-44	5	128	1	2	-36	18	-28	66	5	86	29	
1991	-33	-44	-83	-36	184	57	-4	-90	38	-18	14	78	-3	
1992	-18	22	43	3	6	115	5	190	-50	70	-23	43	26	
1993	44	-89	0	-40	-32	-20	60	-5	-24	-9	70	-22	-9	
1994	69	75	49	-49	41	29	-1	-17	-31	-13	31	-58	9	
1995	12	33	21	-66	66	-91	13	0	-41	-63	-57	-44	-24	
1996	40	61	13	63	-75	-85	-77	-27	46	47	-11	138	33	
1997	-42	68	-59	-70	15	-64	-68	-40	25	34	92	15	-2	
1998	126	56	-2	131	-44	-23	-21	-9	-27	-23	14	19	32	
1999	-31	8	13	-48	49	-41	-19	-15	-87	-61	-64	-34	-30	
2000	32	42	-54	-25	31	-39	-85	-5	-56	70	7	80	10	
2001	44	-28	-48	-47	-87	127	-33	-48	-20	-10	-1	-65	-21	
2002	55	-22	38	41	5	-45	252	82	27	7	43	18	28	
2003	-40	20	-11	-47	-88	-89	-83	14	-61	-25	6	97	-14	
2004	-70	-60	-57	-57	-95	13	16	-15	73	31	45	-25	-23	
2005	-44	-66	-26	55	19	-41	-91	-13	-59	-51	11	-65	-25	
2006	7	-66	36	-32	6	14	-74	-59	-31	46	-21	21	-6	
2007	15	30	87	-1	-41	-67	-91	-90	207	41	22	-83	12	
2008	-24	-16	-75	-81	-74	146	-65	6	24	32	-5	-8	-19	

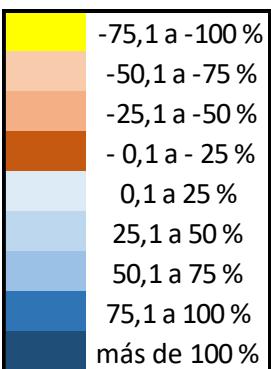
LOCALIDAD: Paso de los Libres													LAT. 29°41'S	ALT. 70 m
DEPARTAMENTO: Paso de los Libres													LONG. 57°09'O	
Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL	
1985	-70	11	-2	-3	113	22	80	155	52	5	-93	-47	6	
1986	2	41	27	124	115	27	-43	-1	49	-21	182	-71	44	
1987	-26	-72	99	14	-32	29	218	29	128	-85	7	-60	10	
1988	106	-52	-32	-41	-81	-45	-90	-19	76	-47	-31	-25	-24	
1989	-16	-67	-18	-6	-96	-52	-69	115	-79	-37	12	24	-26	
1990	3	27	30	51	-47	-40	-34	-59	18	46	63	43	19	
1991	-19	-60	-80	56	-11	128	115	-37	-44	-32	1	36	1	
1992	-60	156	90	64	100	235	74	-77	-25	-21	-39	-11	45	
1993	48	-81	21	-35	134	-58	-49	-97	-68	1	132	41	4	
1994	-63	117	-21	-41	-2	14	-10	46	-4	6	-47	-81	-11	
1995	8	5	-8	-68	-4	-71	-47	-72	3	-38	-35	-60	-32	
1996	95	2	10	41	-86	-85	-94	-57	17	-42	-22	-22	-10	
1997	-49	168	-66	-43	65	-21	21	-80	-28	105	66	186	29	
1998	325	9	103	141	-82	90	76	-27	67	-77	-66	-13	53	
1999	-64	75	-74	-37	-18	-53	53	-67	-7	-7	-76	-43	-29	
2000	-33	-51	76	-25	33	-55	-24	-34	-41	0	-1	-24	-11	
2001	115	22	-10	-2	6	-29	4	77	28	-29	-50	-71	0	
2002	-54	-33	54	105	-48	-24	98	-1	64	113	163	217	62	
2003	-2	9	55	4	47	-34	-60	89	-73	43	-14	43	12	
2004	-91	-25	-65	-44	-44	6	-63	-42	-53	39	43	30	-24	
2005	-40	-89	-47	-57	115	37	-66	89	-34	-15	-37	-34	-23	
2006	-62	-77	-66	-48	-75	54	-39	-11	-31	-7	-18	61	-30	
2007	-61	33	0	-78	-95	-40	-59	81	4	36	-51	-27	-25	
2008	7	-66	-76	-72	-9	-34	7	-2	-17	63	-91	-94	-38	

Anomalías según estación meteorológica y puestos pluviométricos

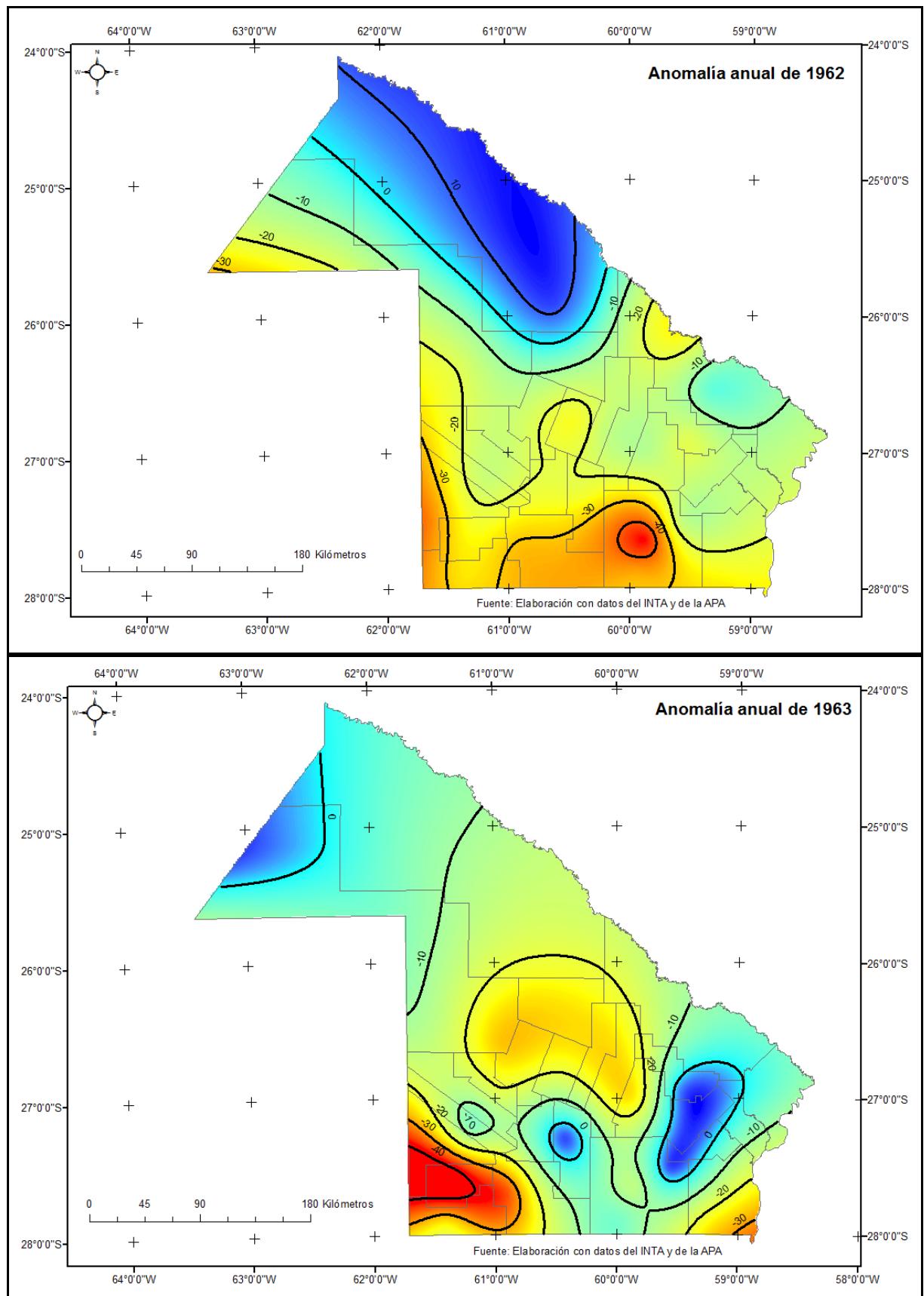
LOCALIDAD: Monte Caseros
DEPARTAMENTO: Monte Caseros

LAT. 30°16'S
 LONG. 57°39'O
 ALT. 54 m

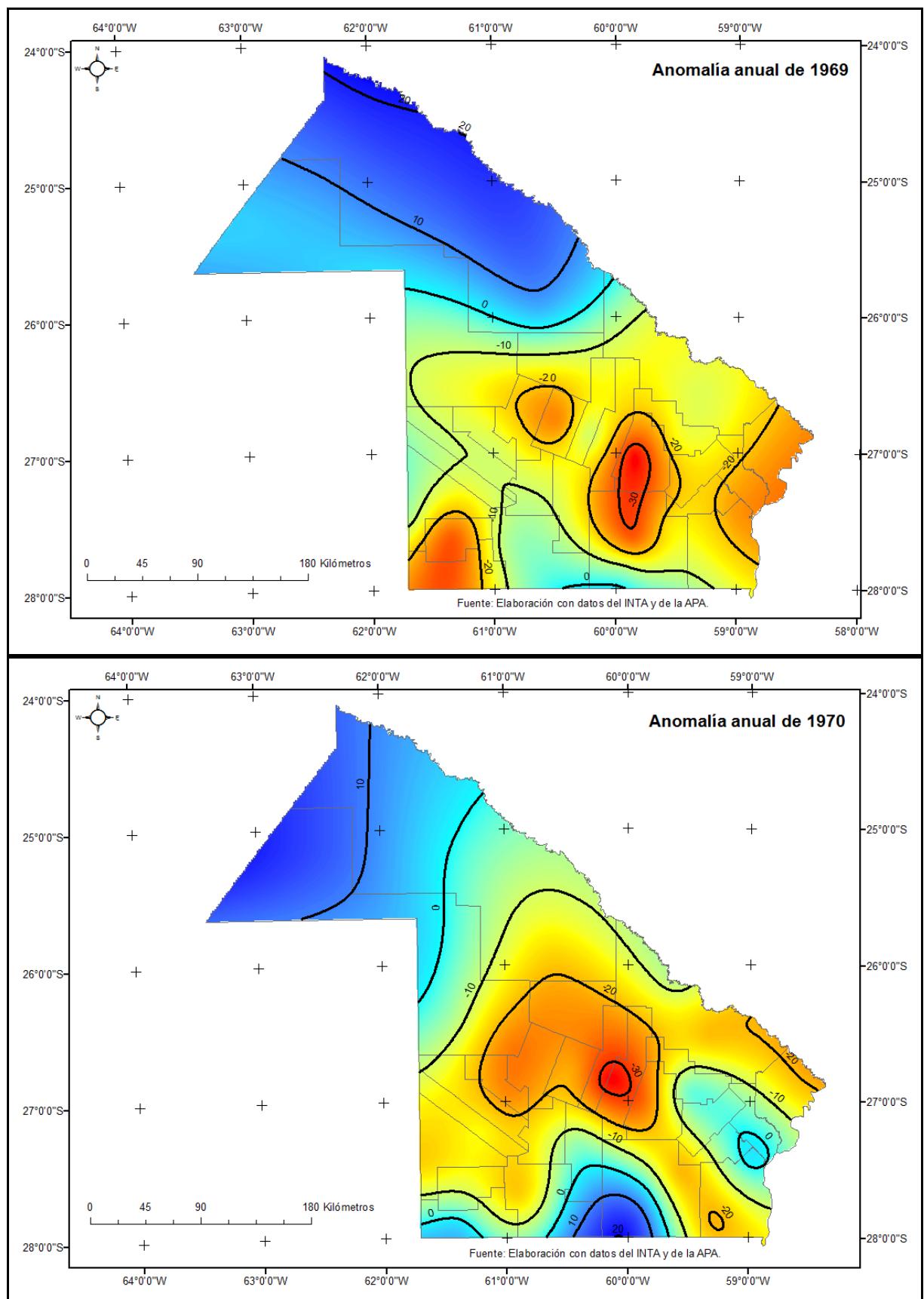
Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
1985	-89	41	10	-28	61	18	83	88	5	21	-68	-78	-9
1986	36	11	-1	41	113	21	-42	-15	48	4	154	-75	29
1987	-5	-48	97	-13	-44	-81	121	69	51	-71	4	-58	-5
1988	175	-69	-34	-83	-95	-69	-59	39	68	-29	11	-24	-15
1989	-64	-90	-22	-15	-84	-56	-80	105	-59	-40	-20	-21	-38
1990	2	66	43	52	-39	-60	8	-51	-18	109	86	79	35
1991	-21	-22	-59	121	-7	38	69	-17	-56	22	-53	51	9
1992	-44	76	53	62	107	108	14	-44	-28	-57	-50	87	25
1993	9	-59	13	-26	115	-43	-50	-76	-85	86	47	-13	0
1994	-68	59	-47	-62	30	-12	-1	8	-17	2	-53	-25	-23
1995	0	28	52	-40	-72	-52	-23	-98	-52	13	-27	-92	-24
1996	58	-13	-23	21	-81	-94	-98	-69	-46	-37	-2	-58	-25
1997	-60	129	-59	-52	10	-68	-17	32	-52	27	23	30	-8
1998	248	17	83	36	-7	125	72	-11	78	-75	-39	-10	44
1999	-58	66	-68	-26	-56	-24	-14	-62	-29	-41	-94	-40	-39
2000	-23	-34	79	-27	45	-40	58	-44	26	40	-7	-23	3
2001	87	0	-20	27	34	-33	-75	236	73	31	12	-37	22
2002	11	-29	28	83	-15	-75	177	-58	109	14	83	103	40
2003	-55	40	50	16	27	-20	-45	57	-37	4	11	-7	5
2004	-88	-64	-74	0	-76	57	-16	-74	11	1	35	-1	-24
2005	27	-23	-24	-54	102	190	-89	55	-38	-27	-48	65	4
2006	-79	-83	-80	-33	-69	170	8	-69	47	15	-6	148	-7



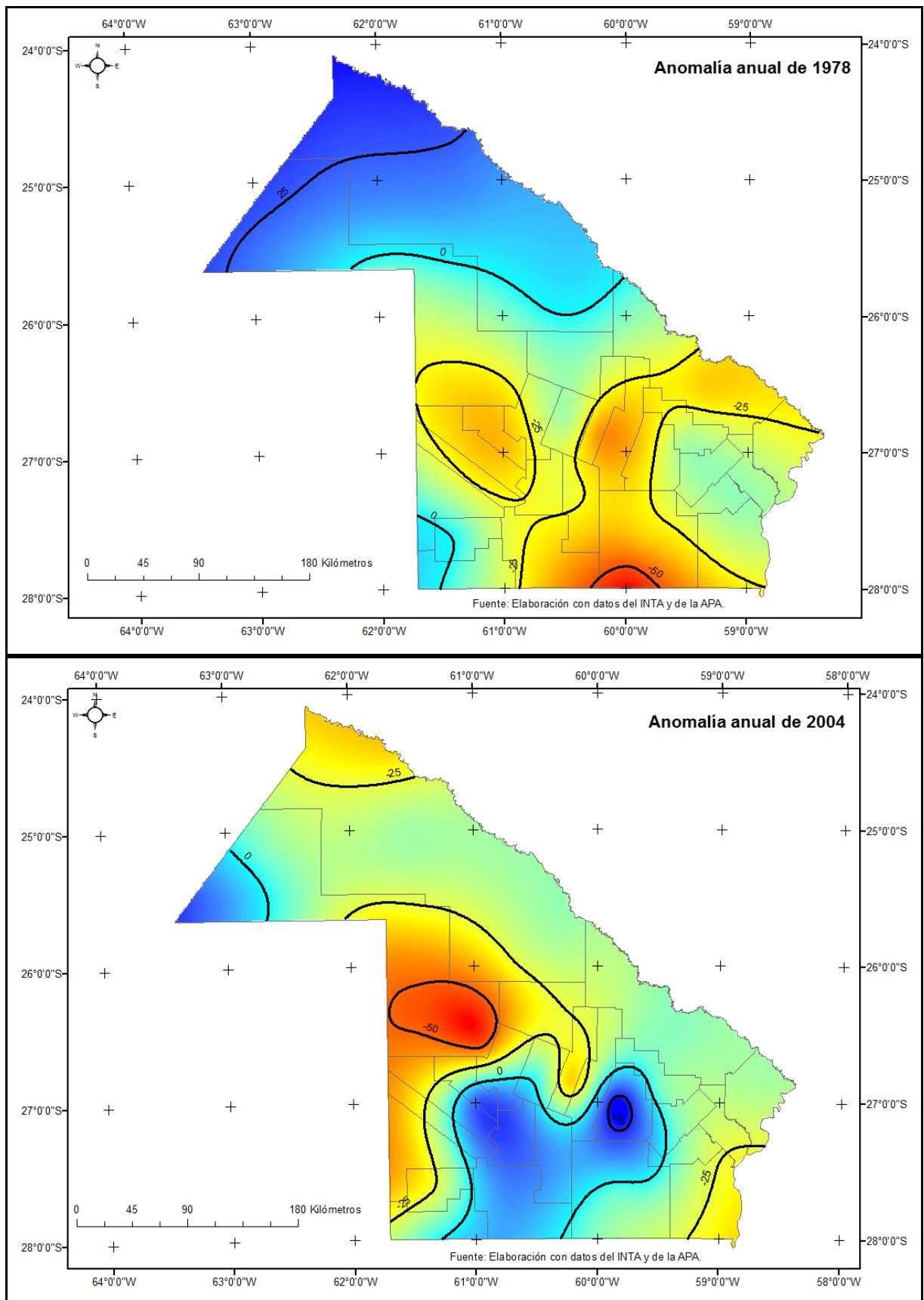
Anexo cartográfico



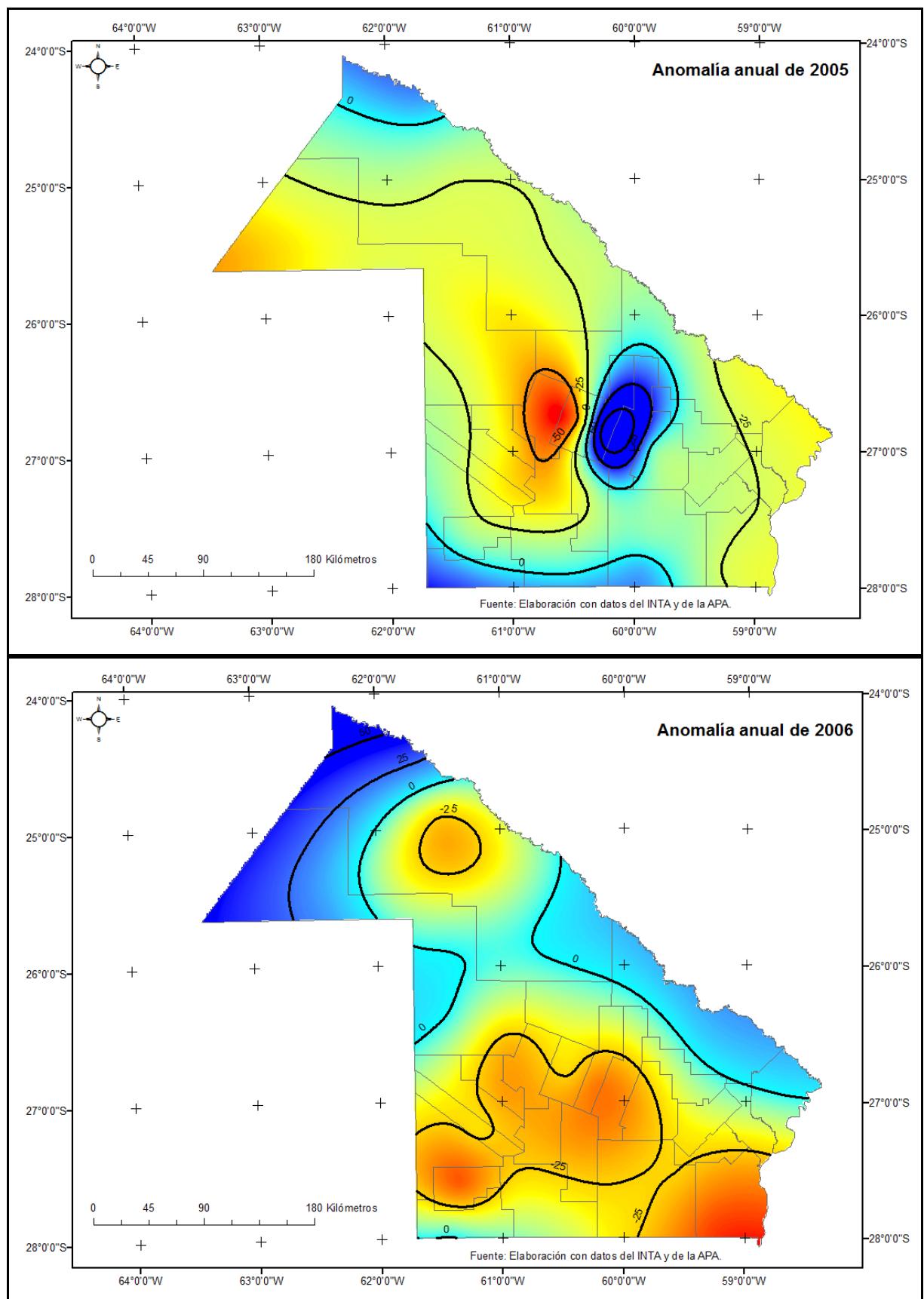
Anexo cartográfico



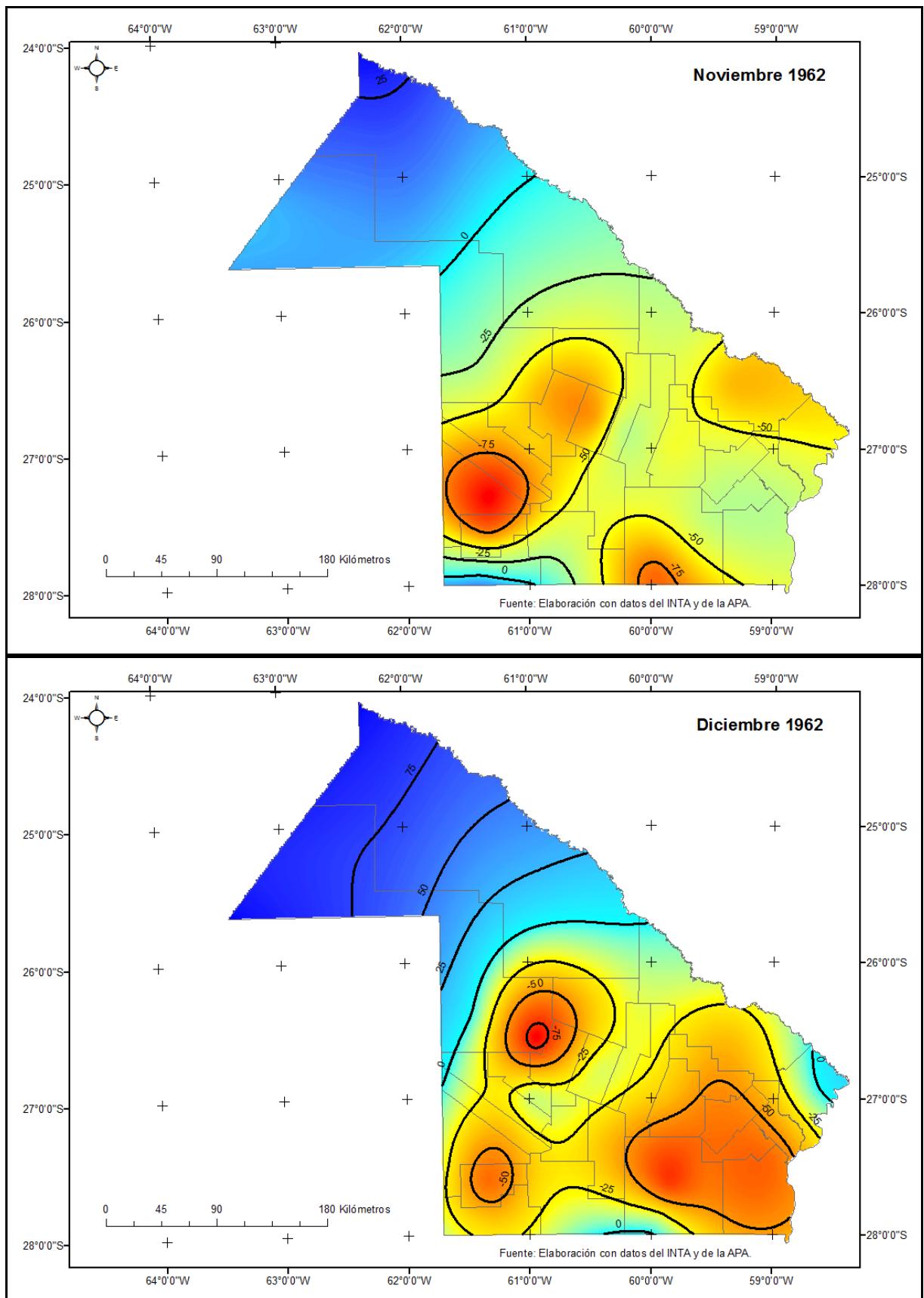
Anexo cartográfico



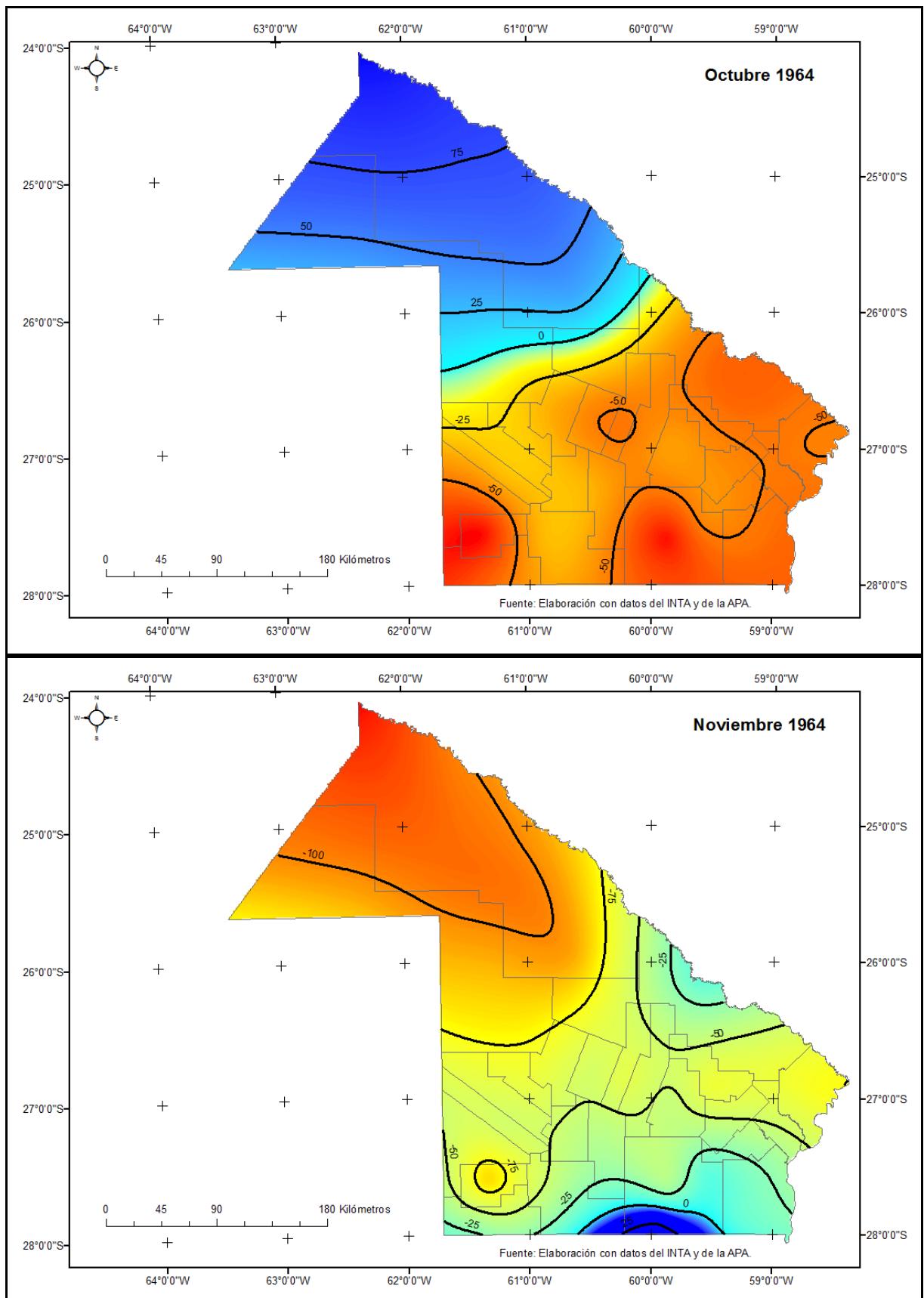
Anexo cartográfico



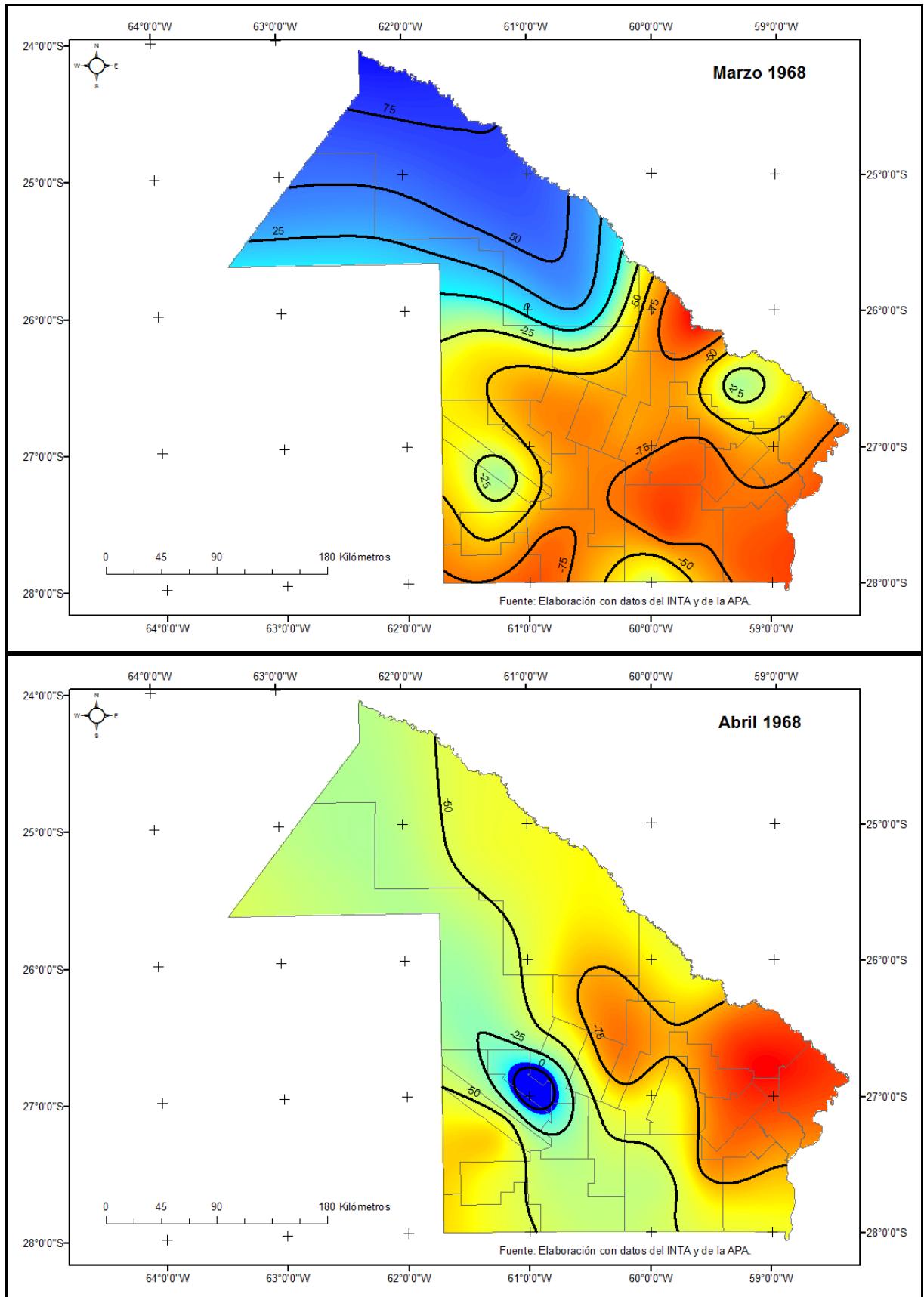
Anexo cartográfico



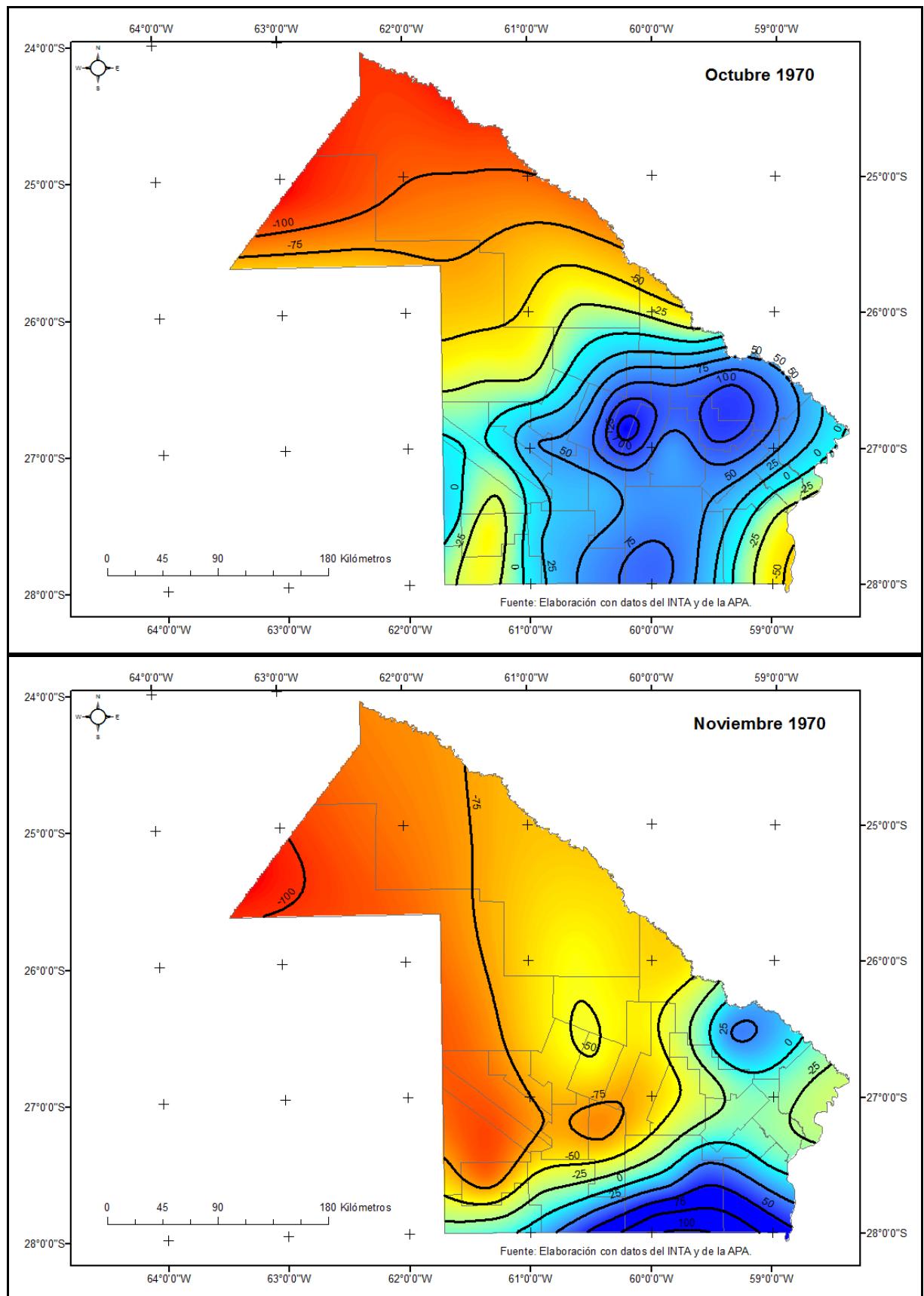
Anexo cartográfico



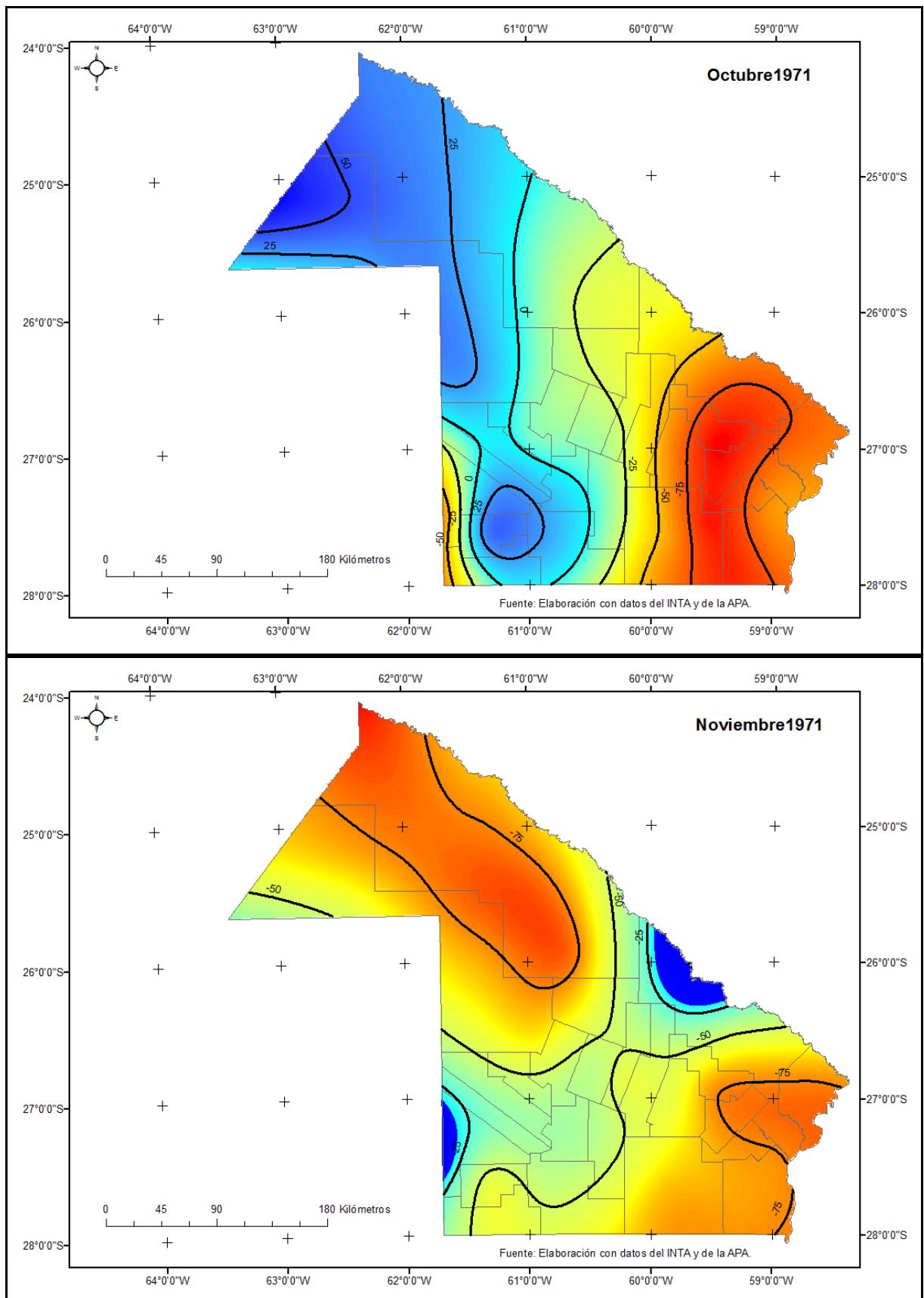
Anexo cartográfico



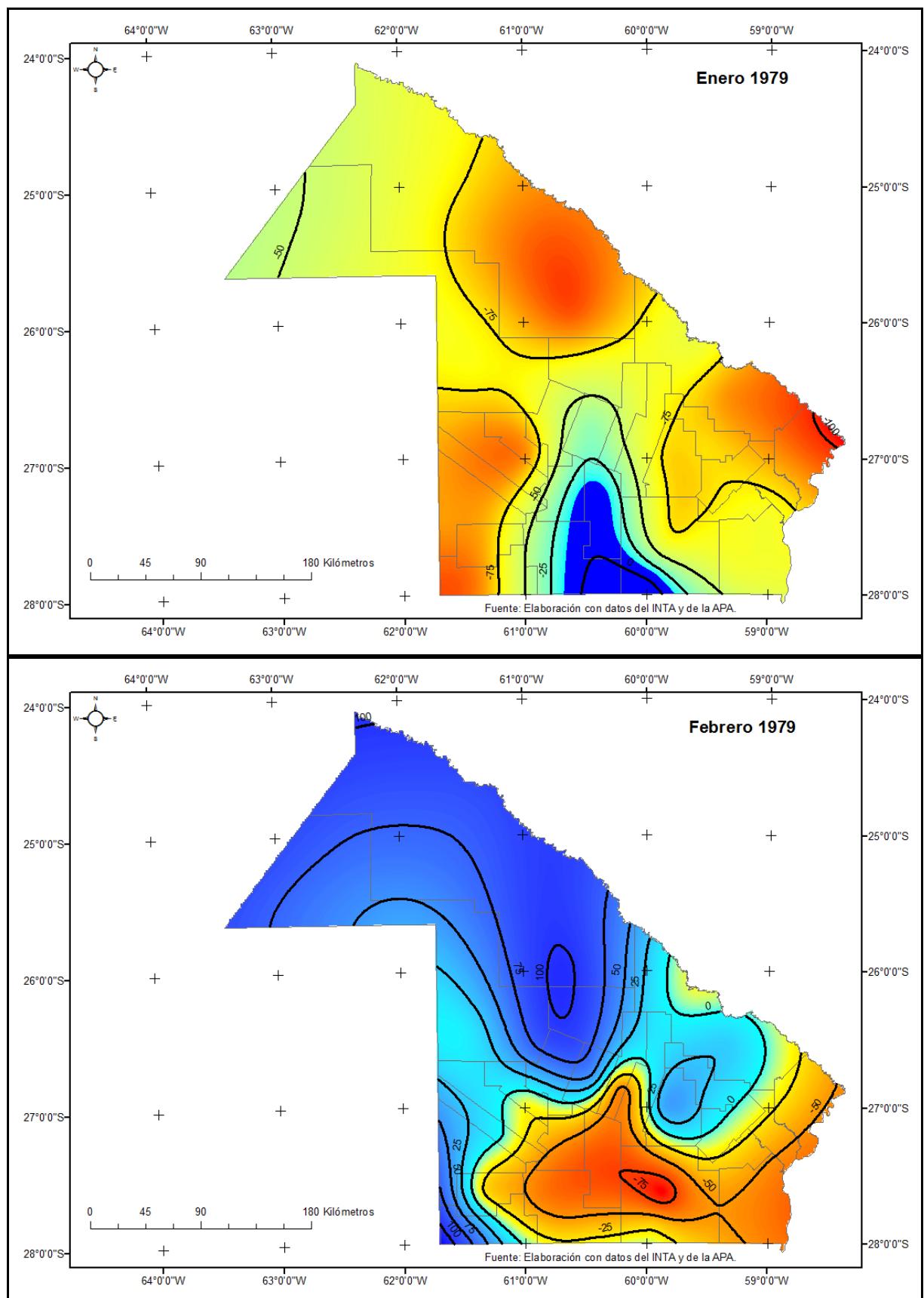
Anexo cartográfico



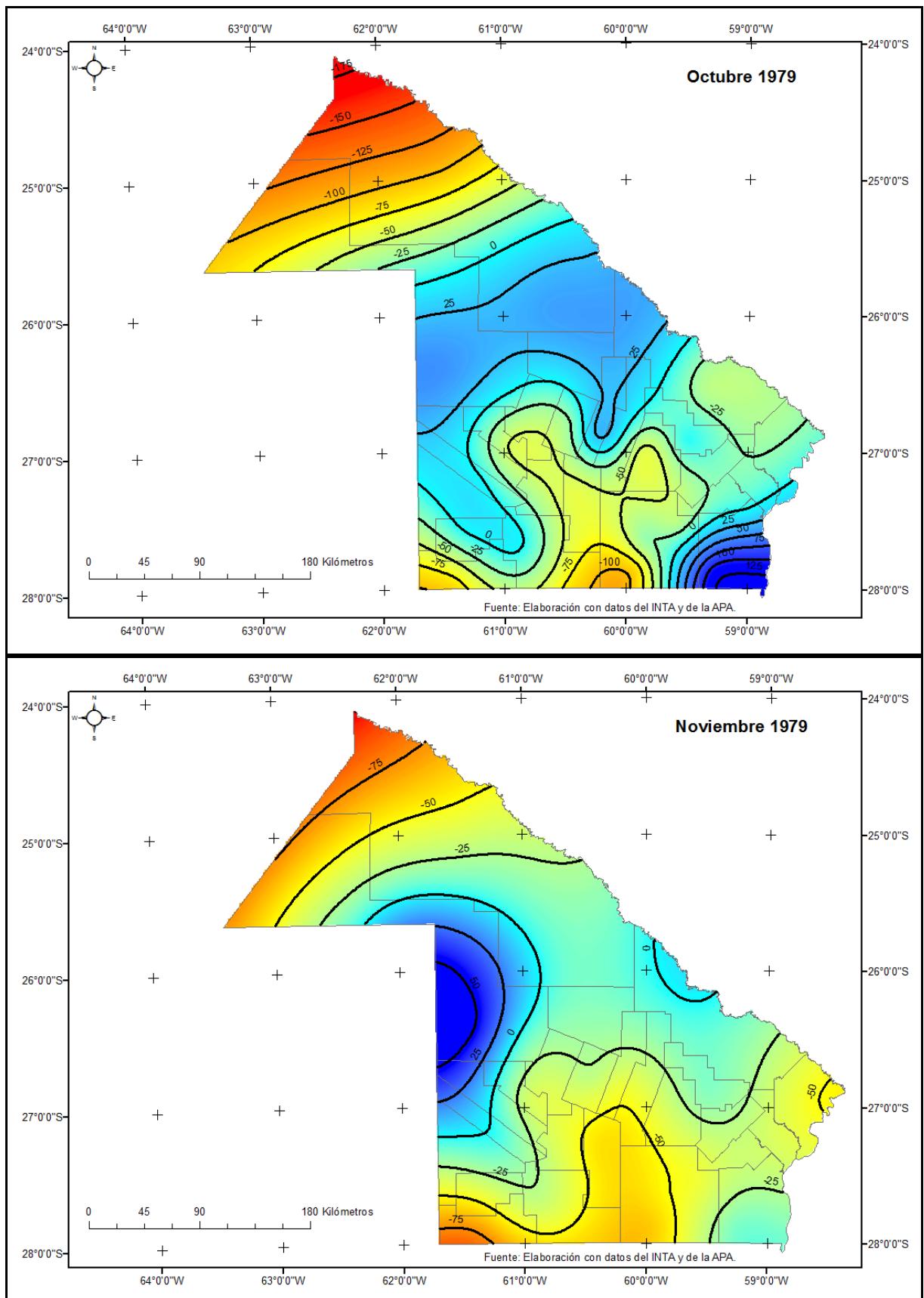
Anexo cartográfico



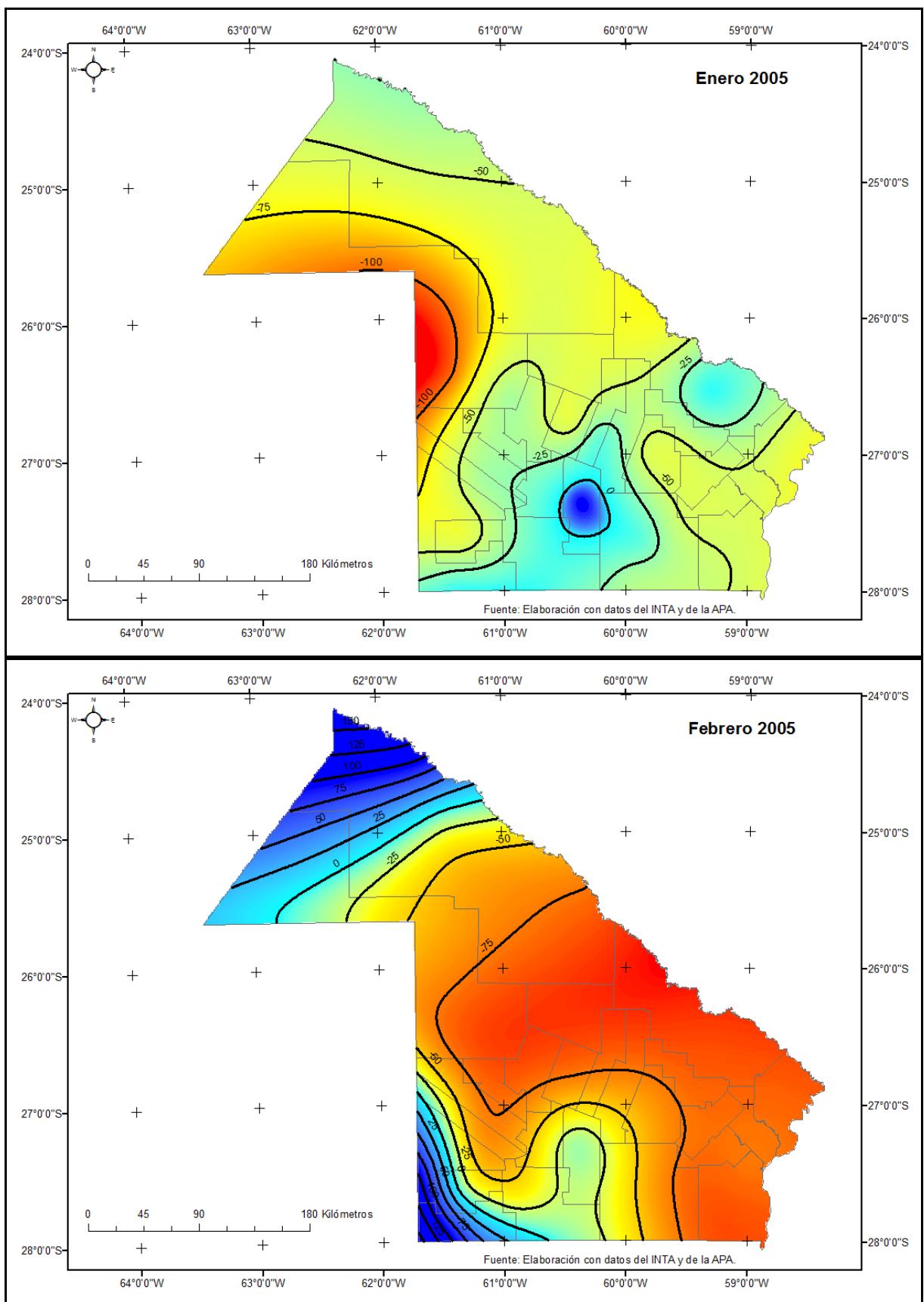
Anexo cartográfico



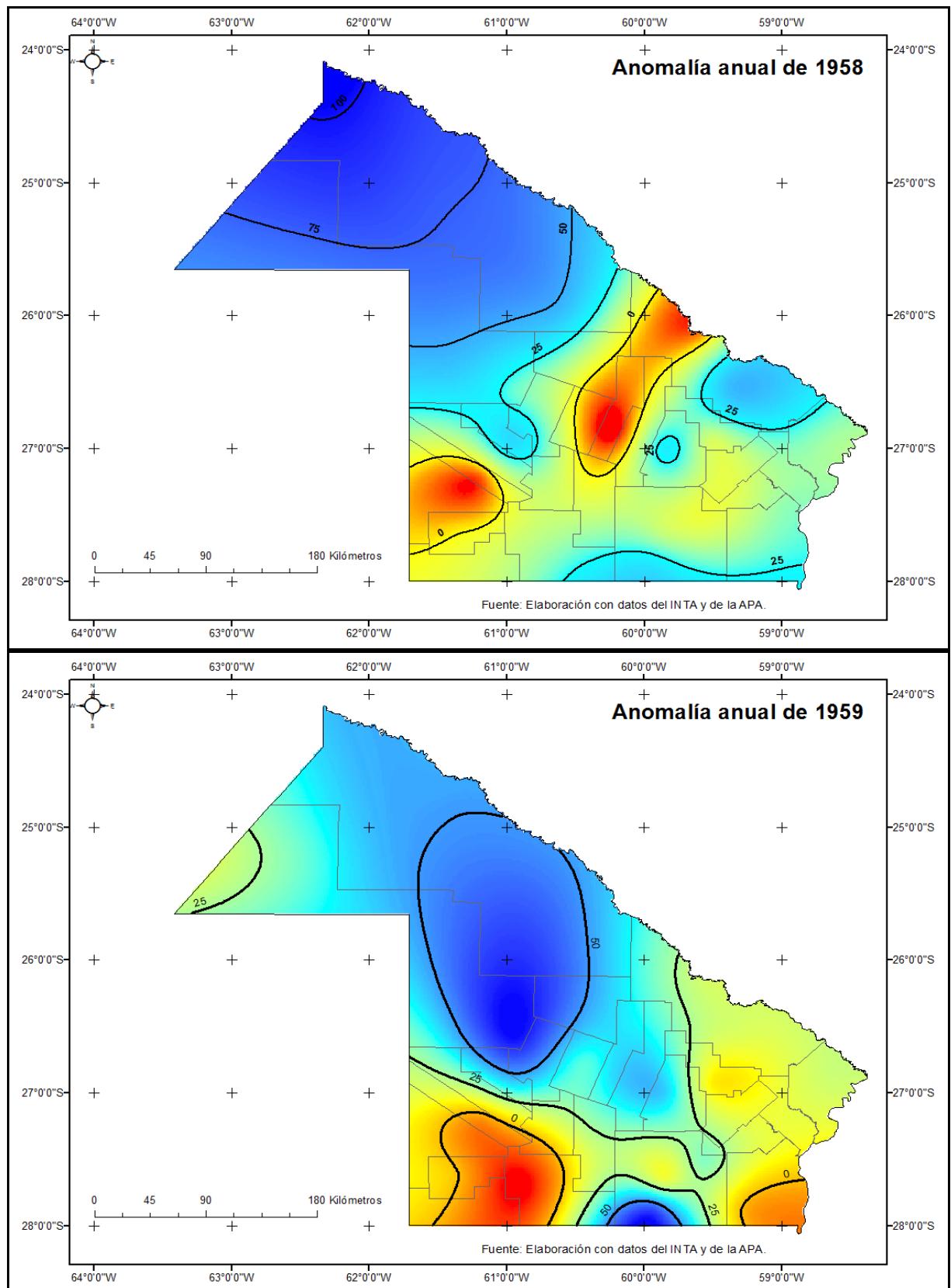
Anexo cartográfico



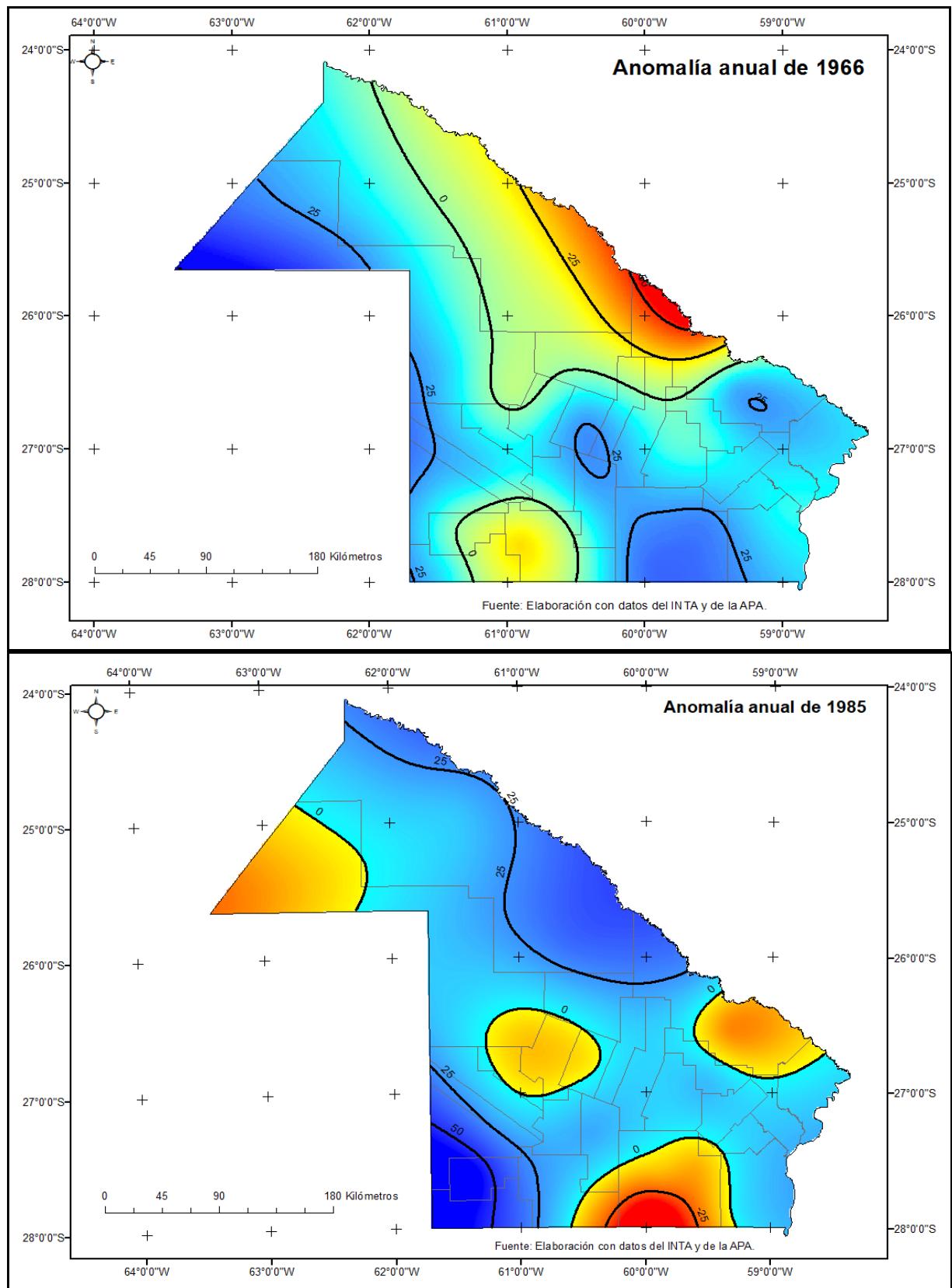
Anexo cartográfico



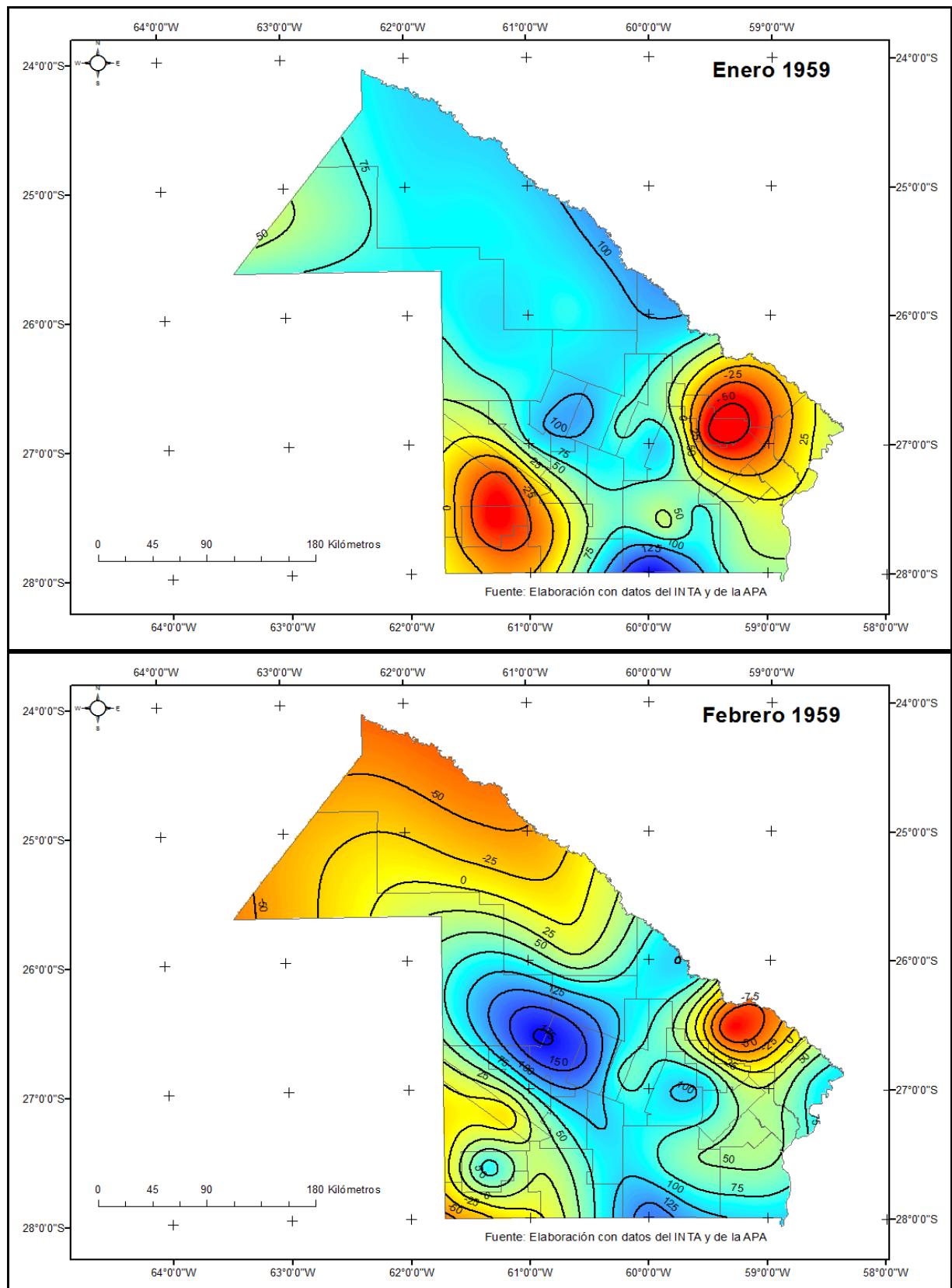
Anexo cartográfico



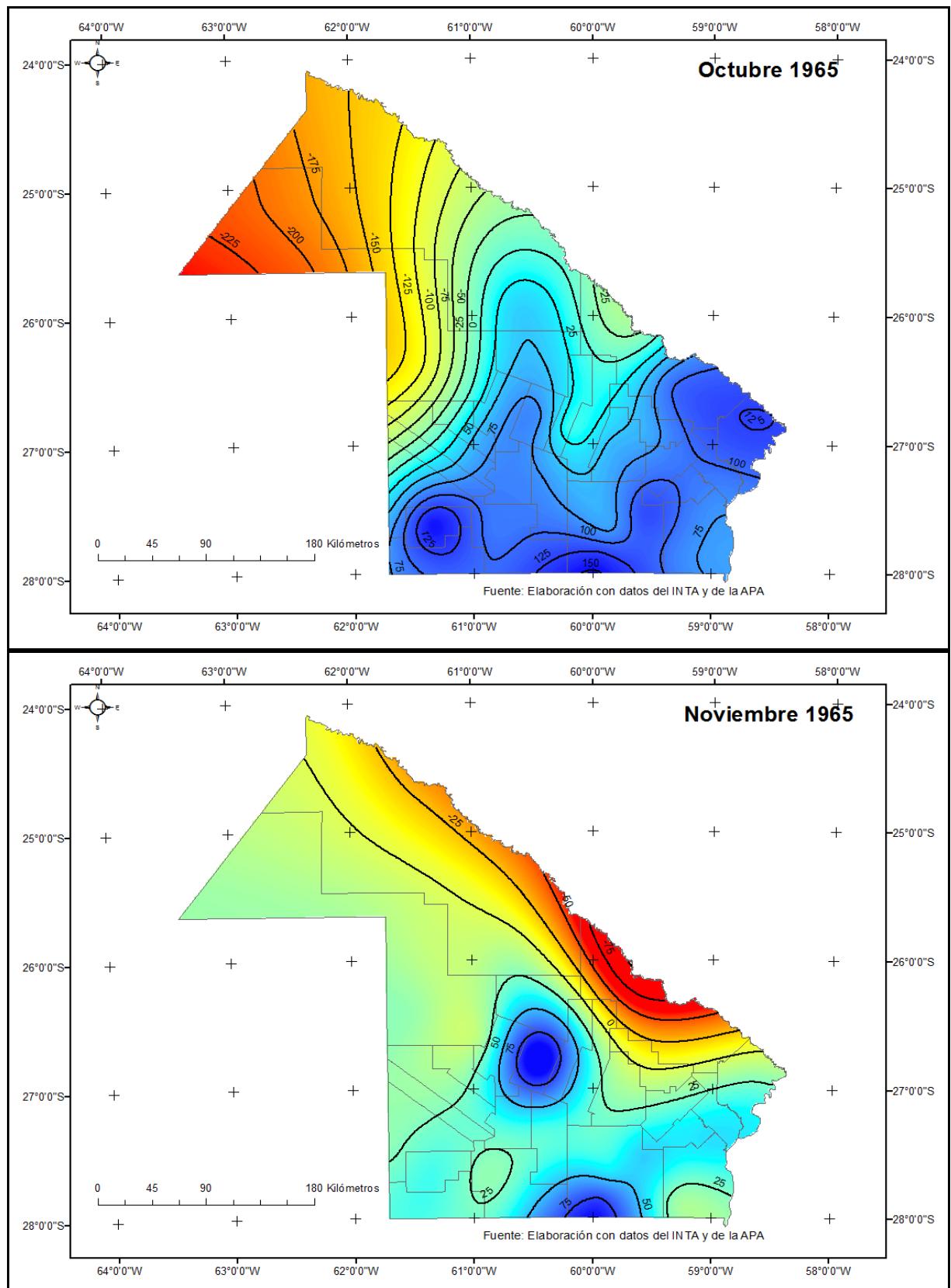
Anexo cartográfico



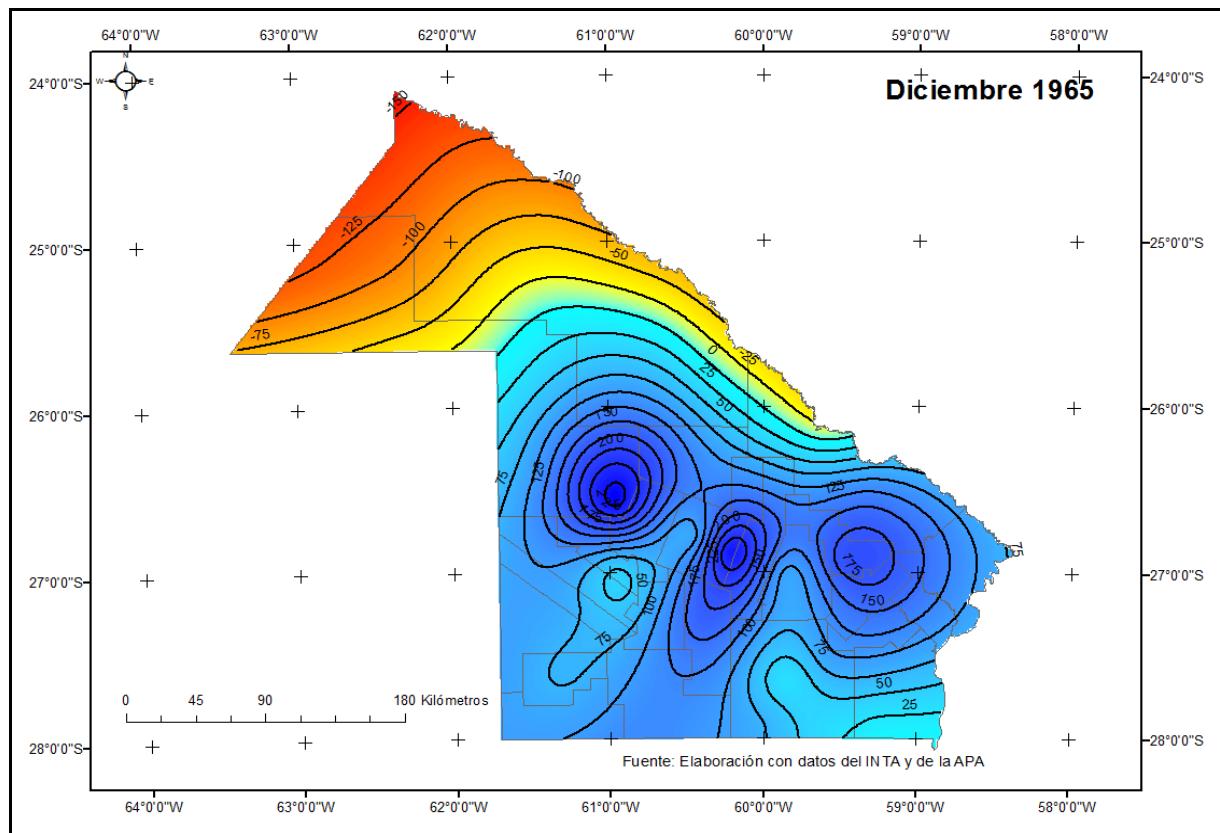
Anexo cartográfico



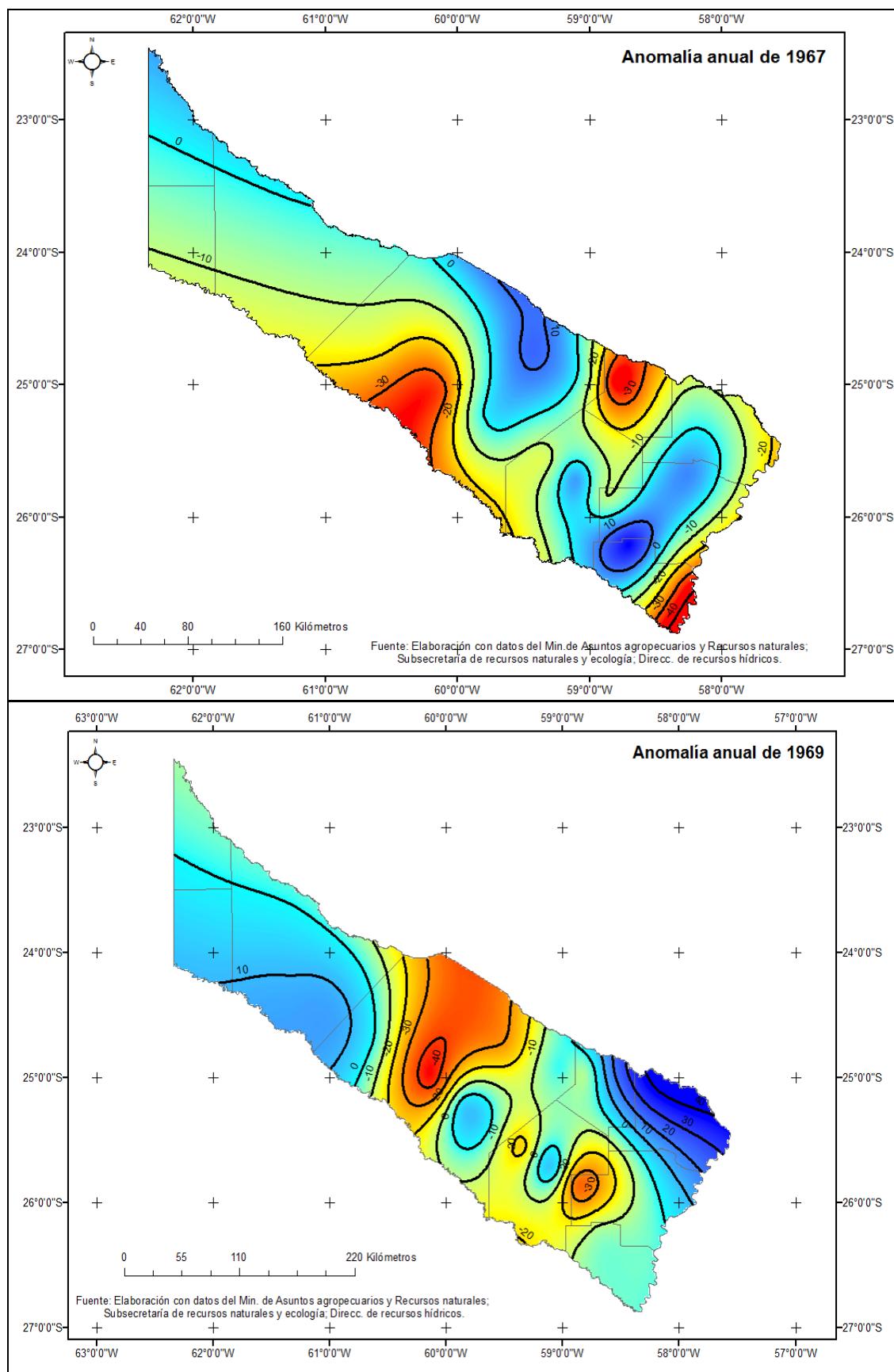
Anexo cartográfico



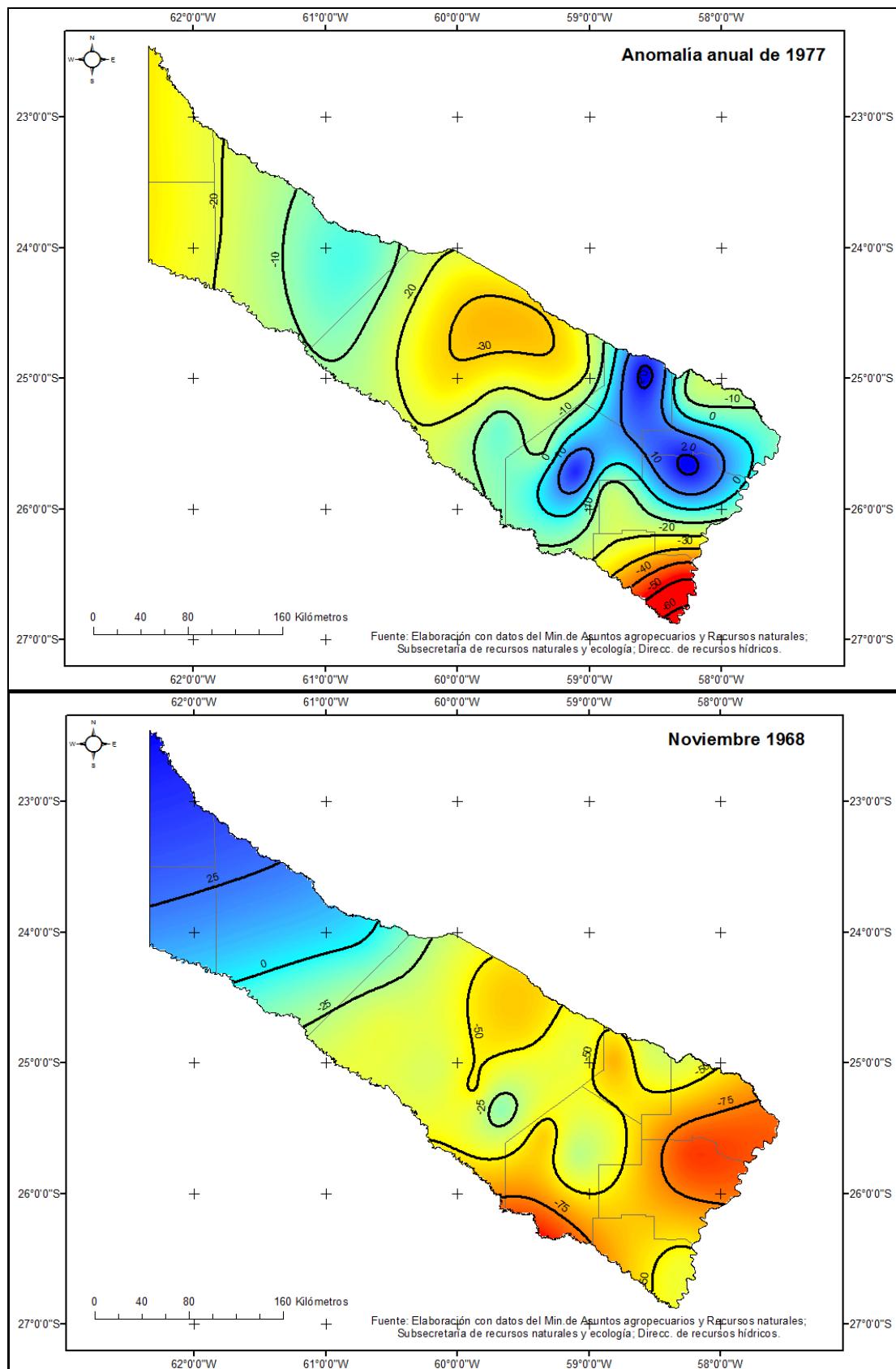
Anexo cartográfico



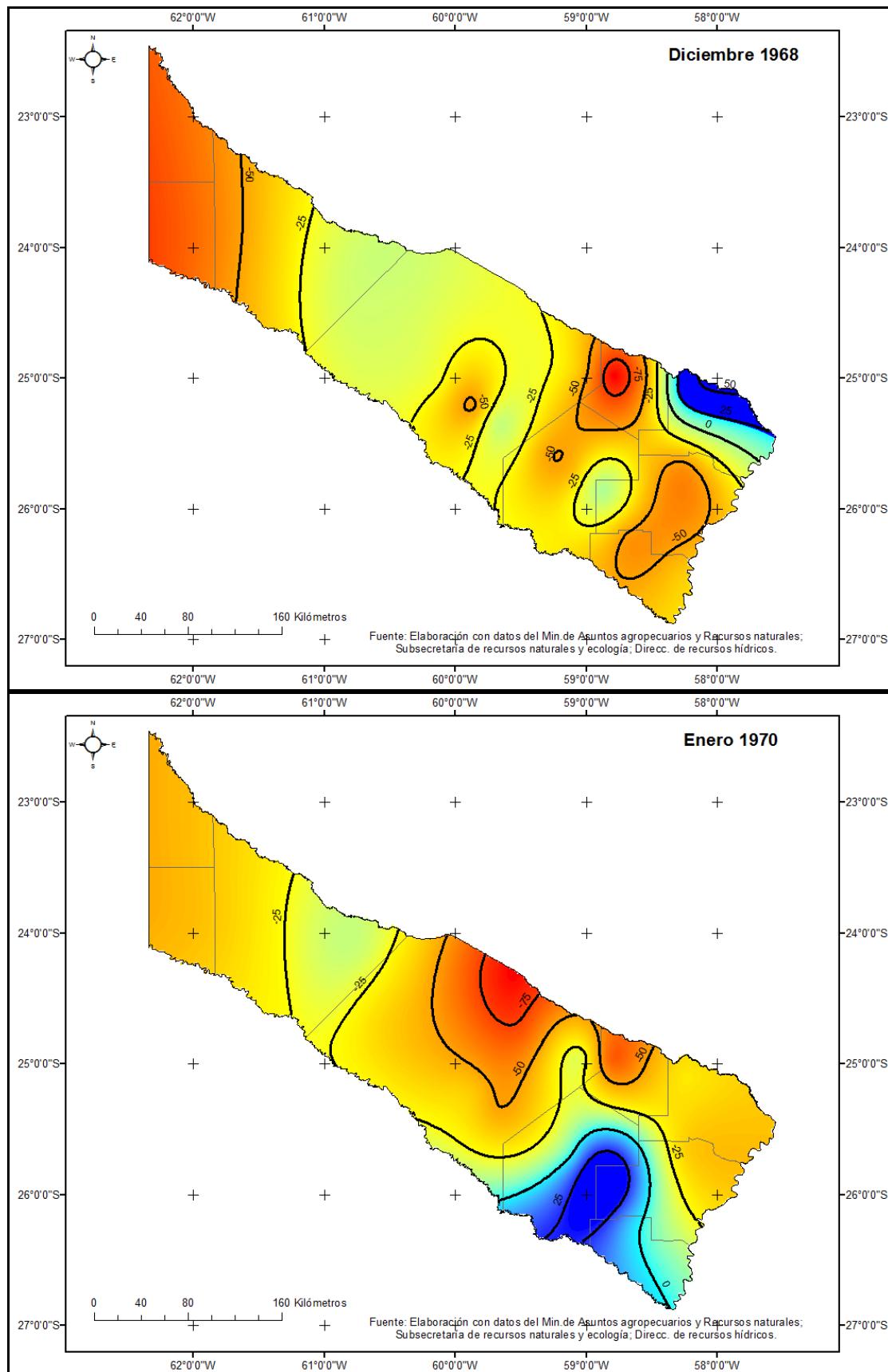
Anexo cartográfico



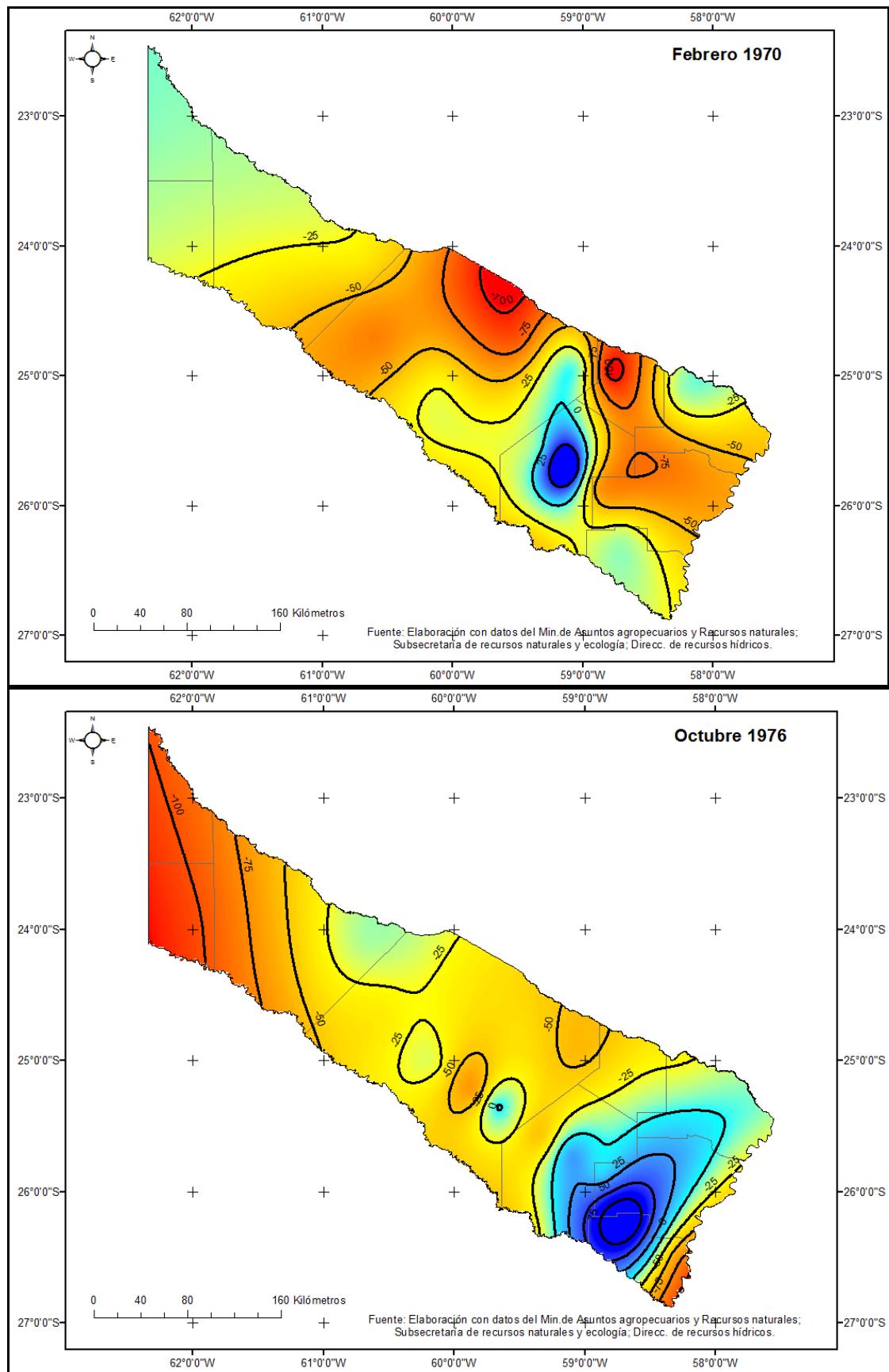
Anexo cartográfico



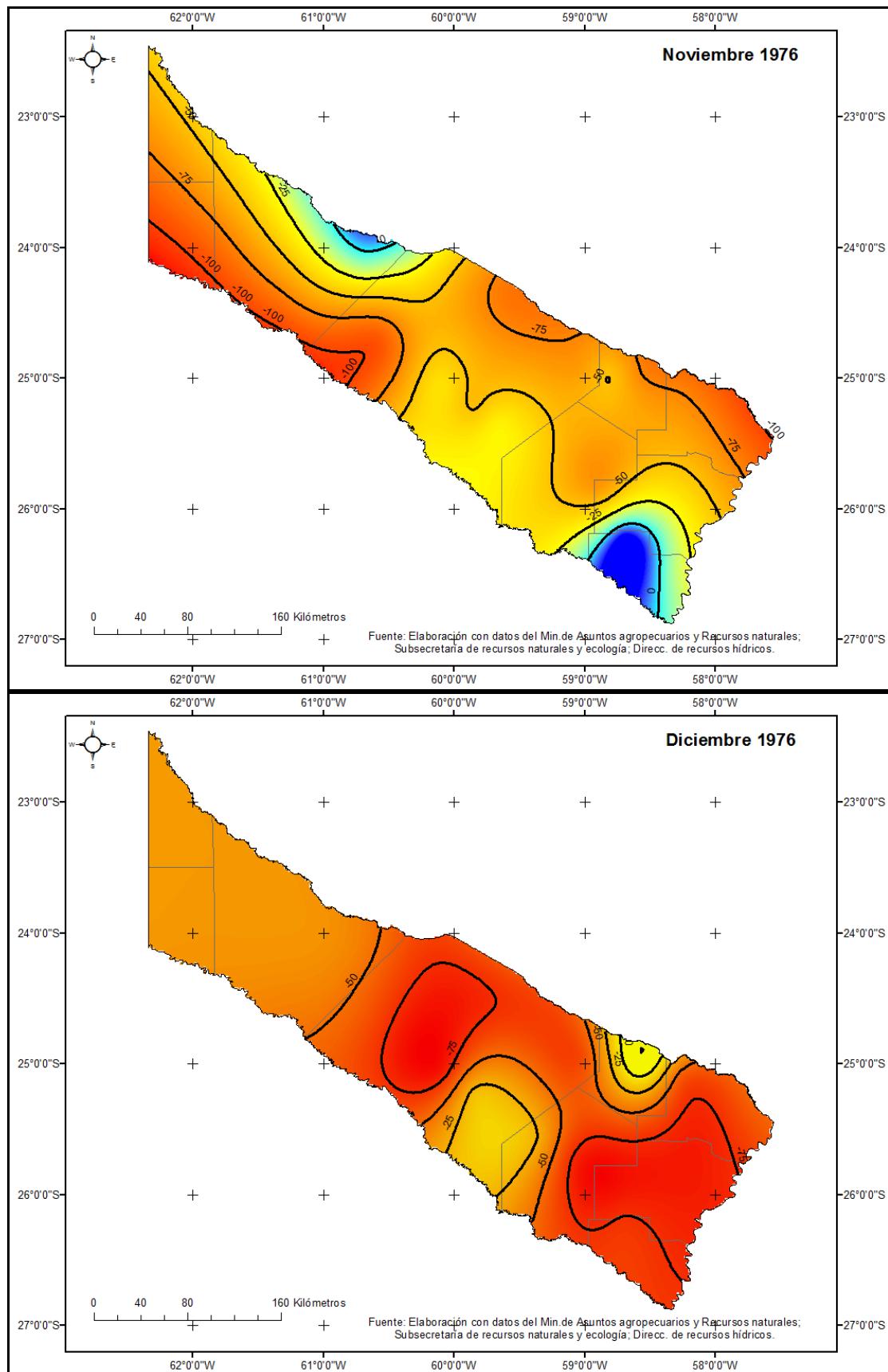
Anexo cartográfico



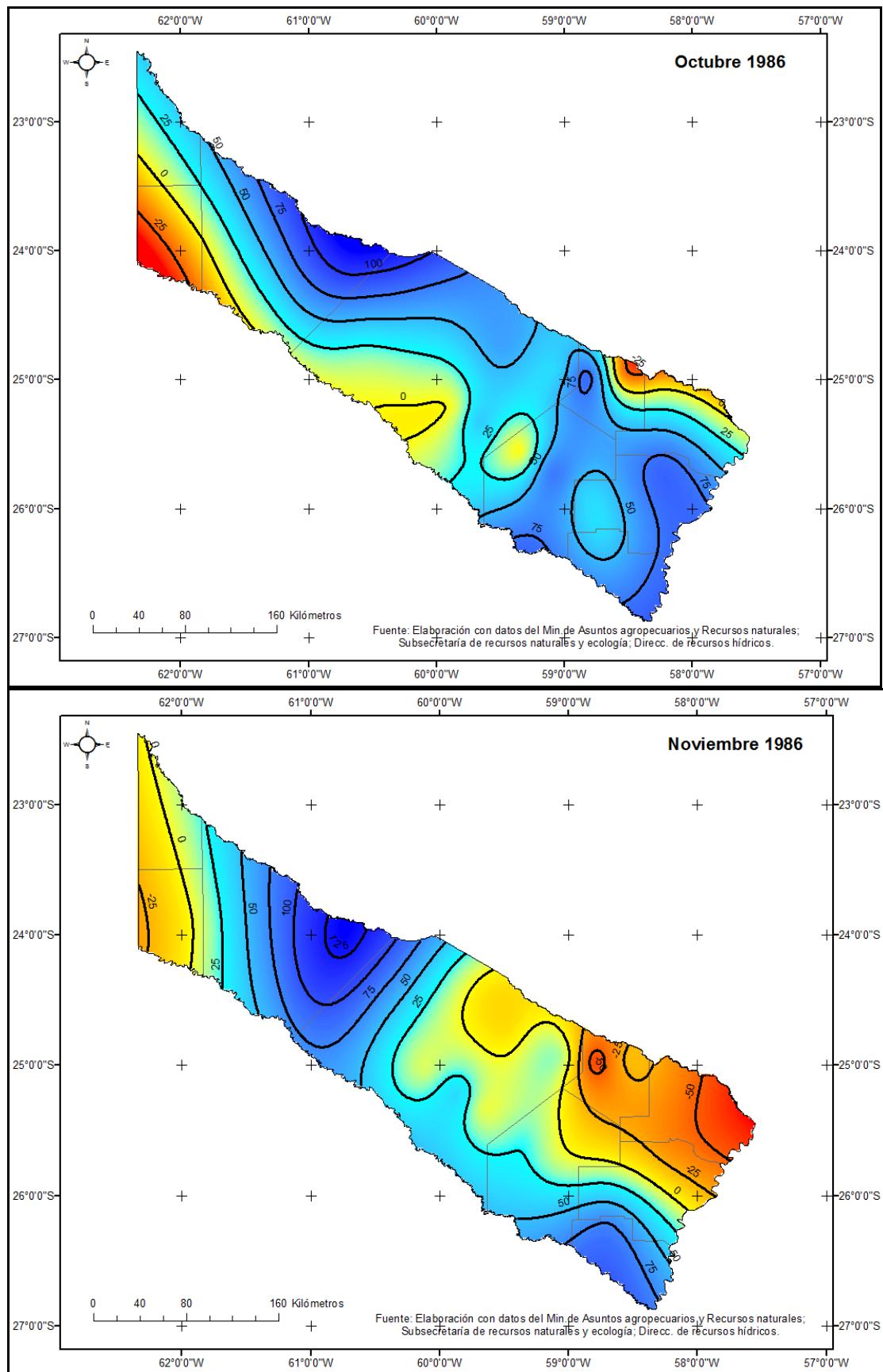
Anexo cartográfico



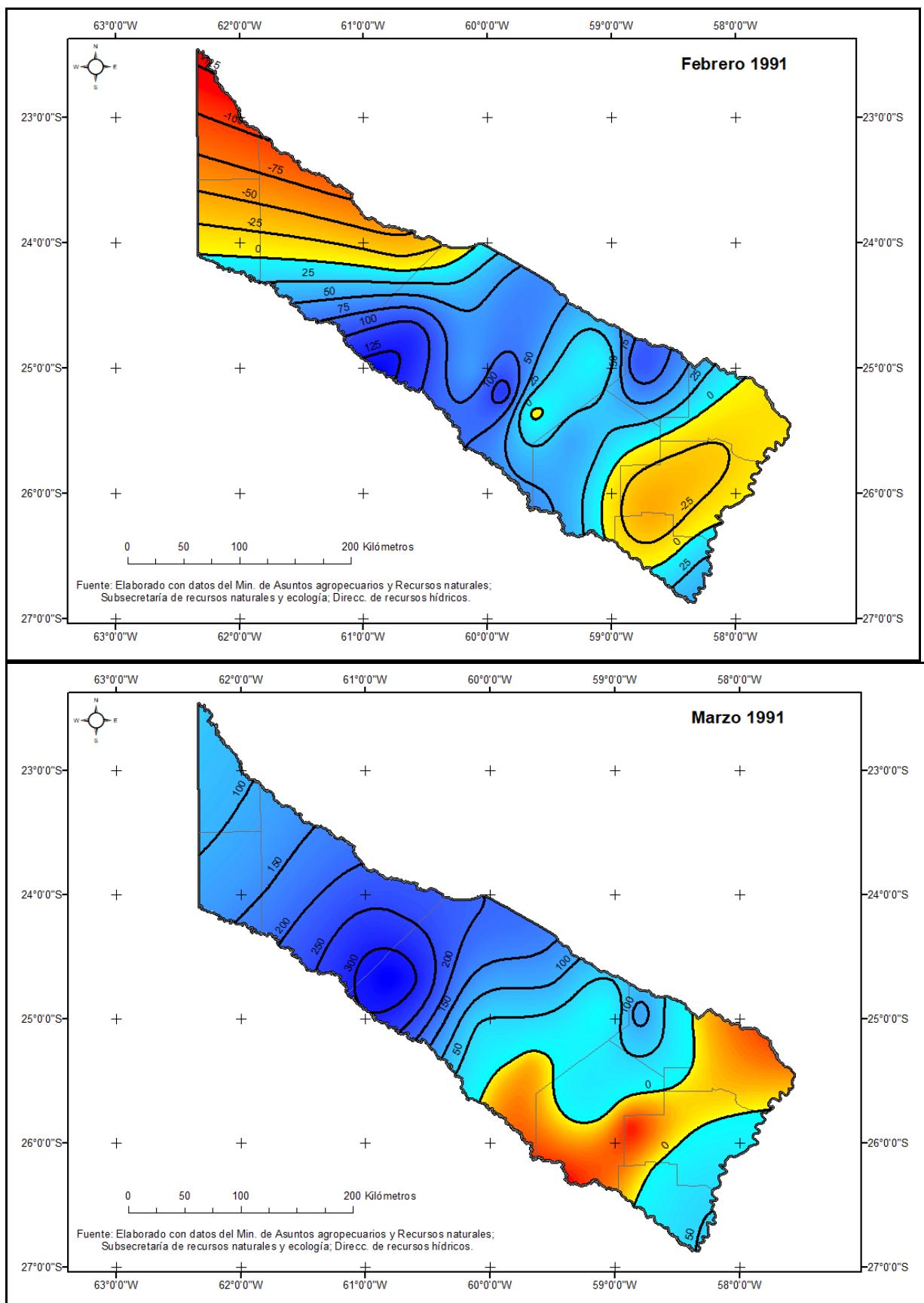
Anexo cartográfico



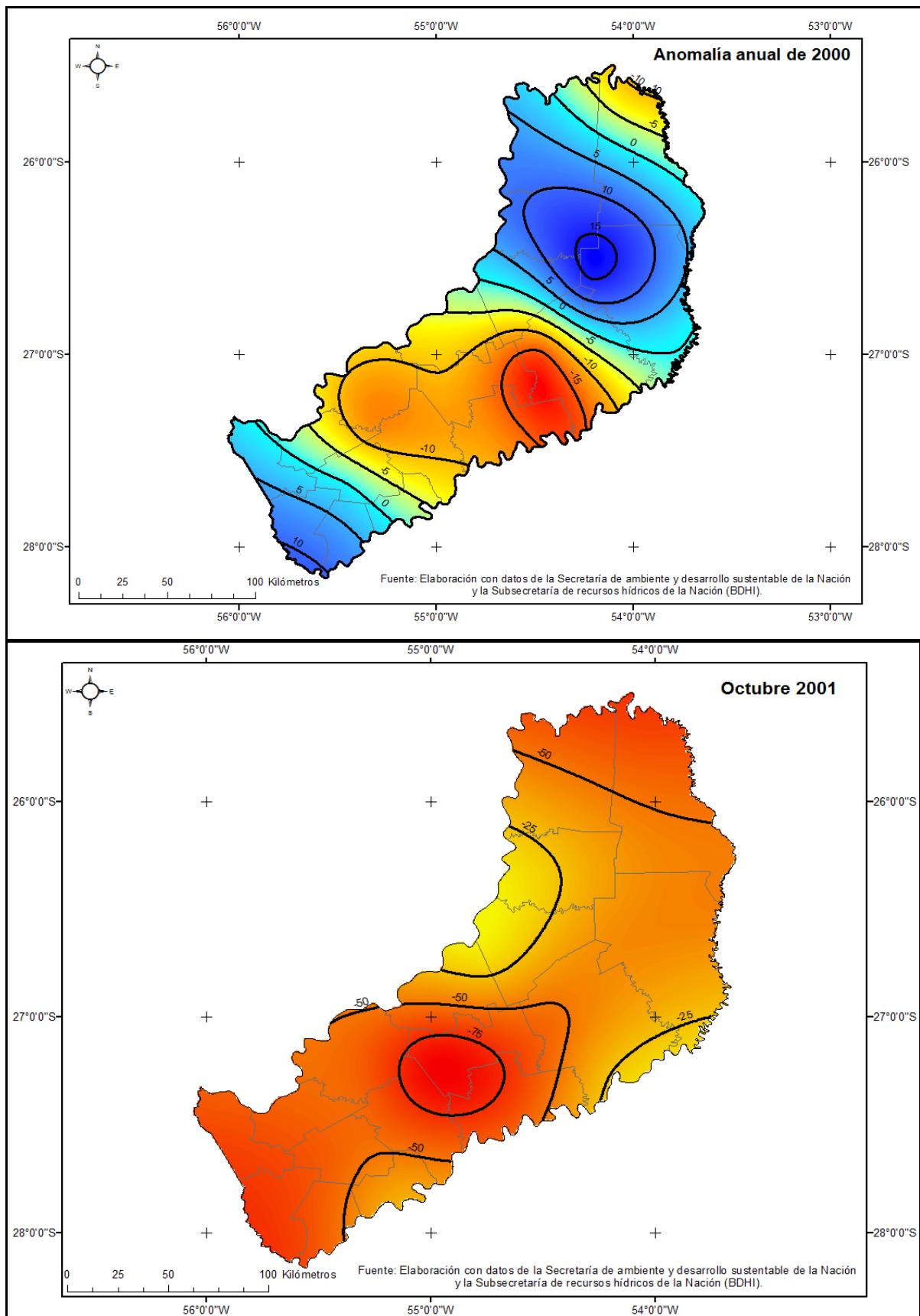
Anexo cartográfico



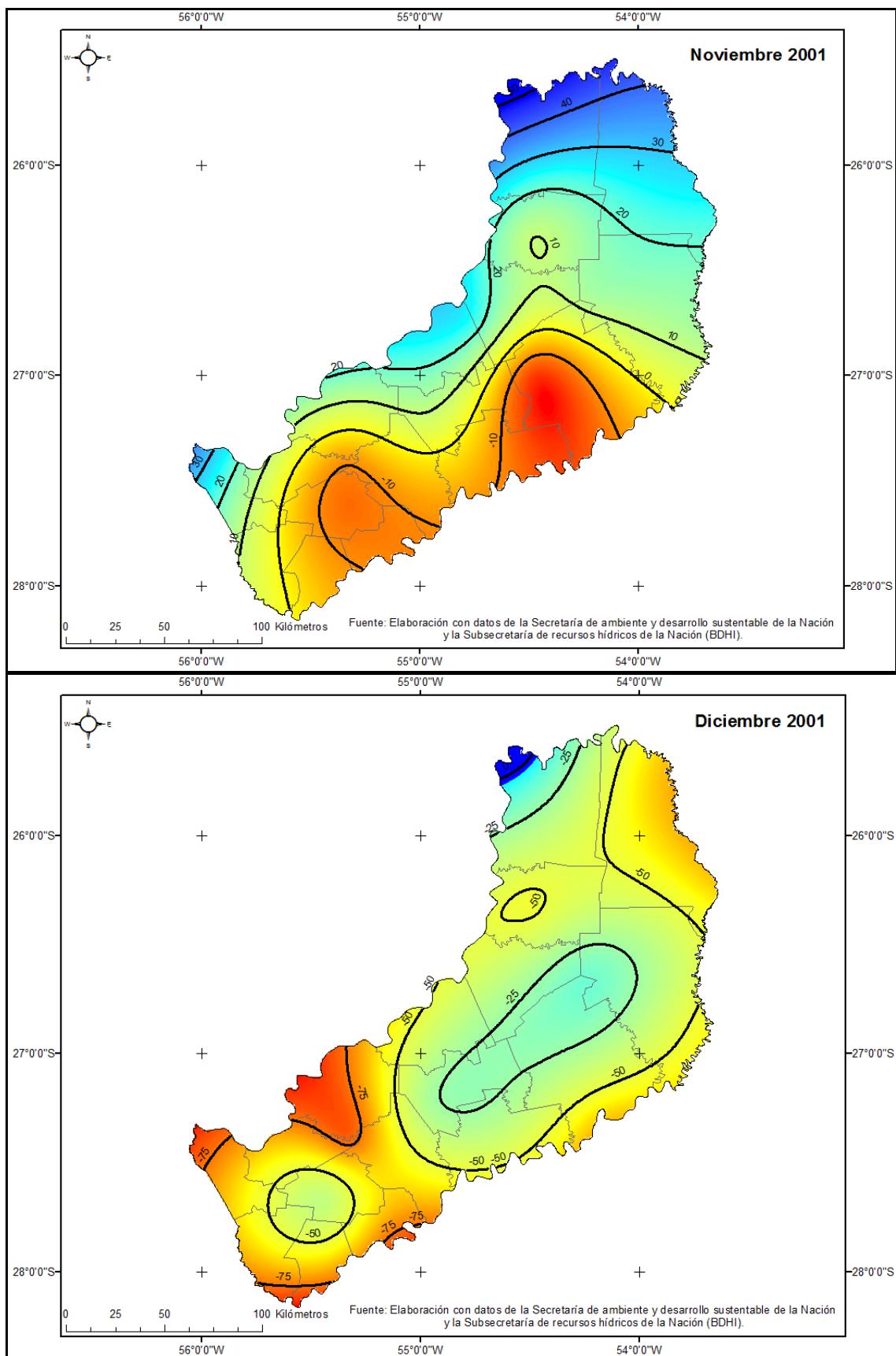
Anexo cartográfico



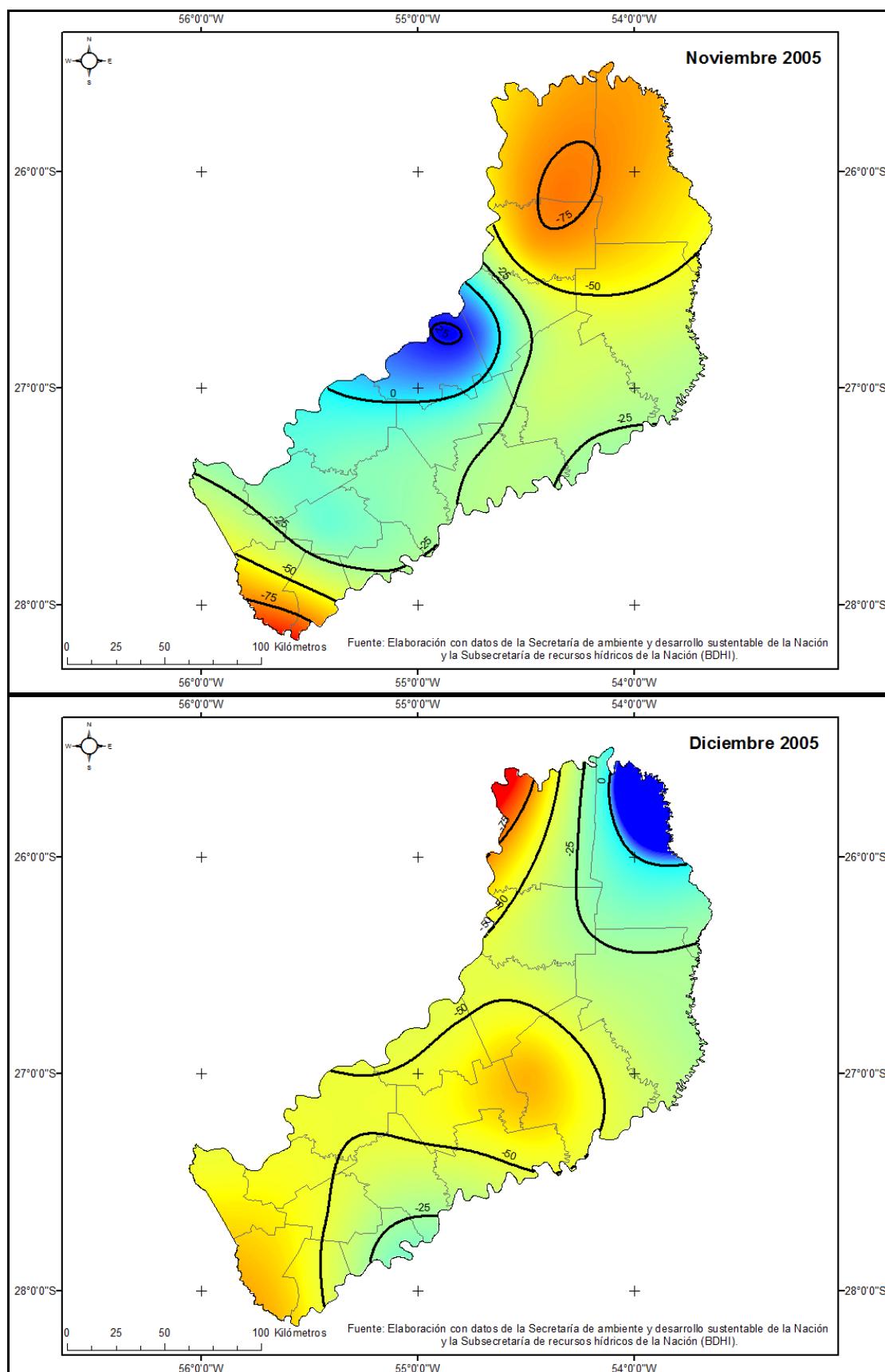
Anexo cartográfico



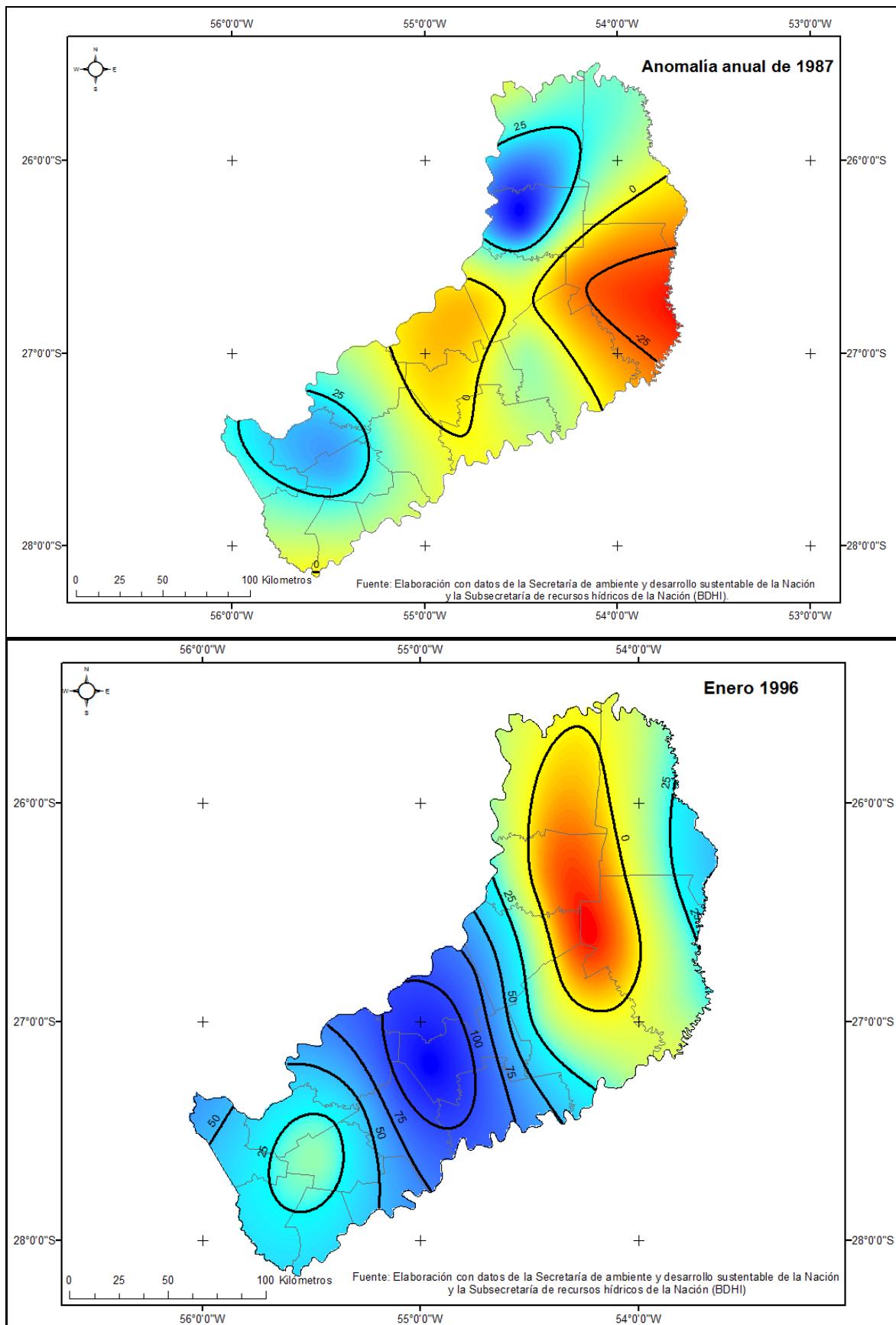
Anexo cartográfico



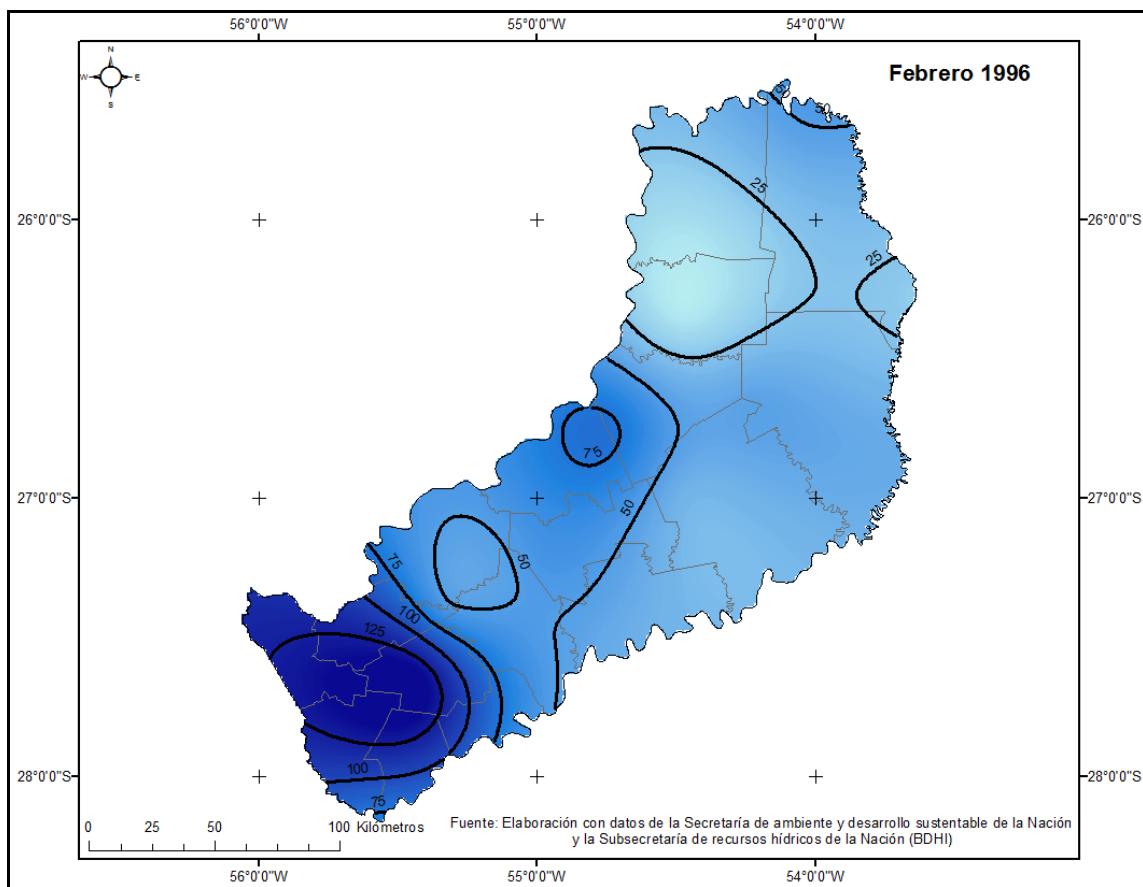
Anexo cartográfico



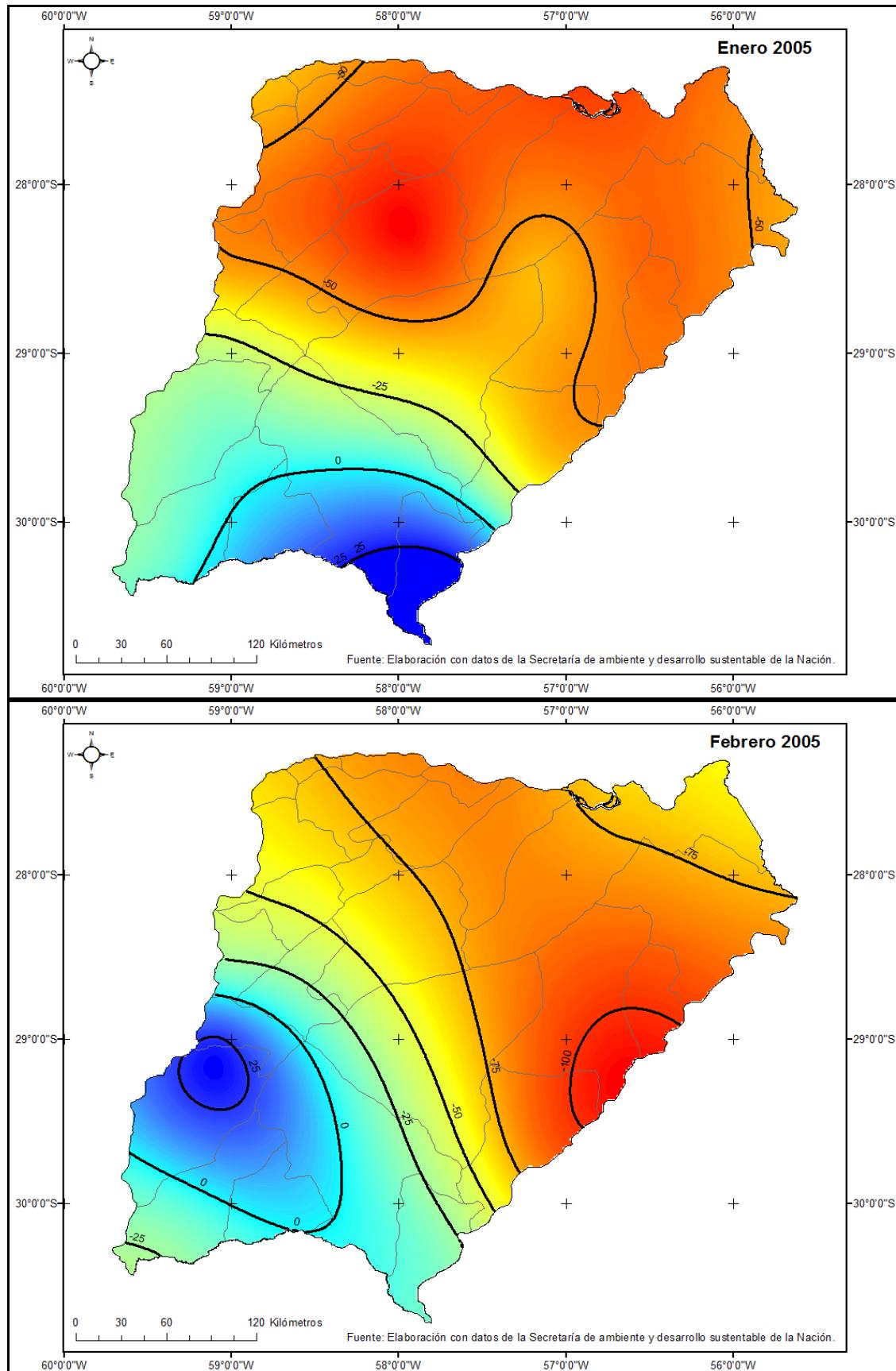
Anexo cartográfico



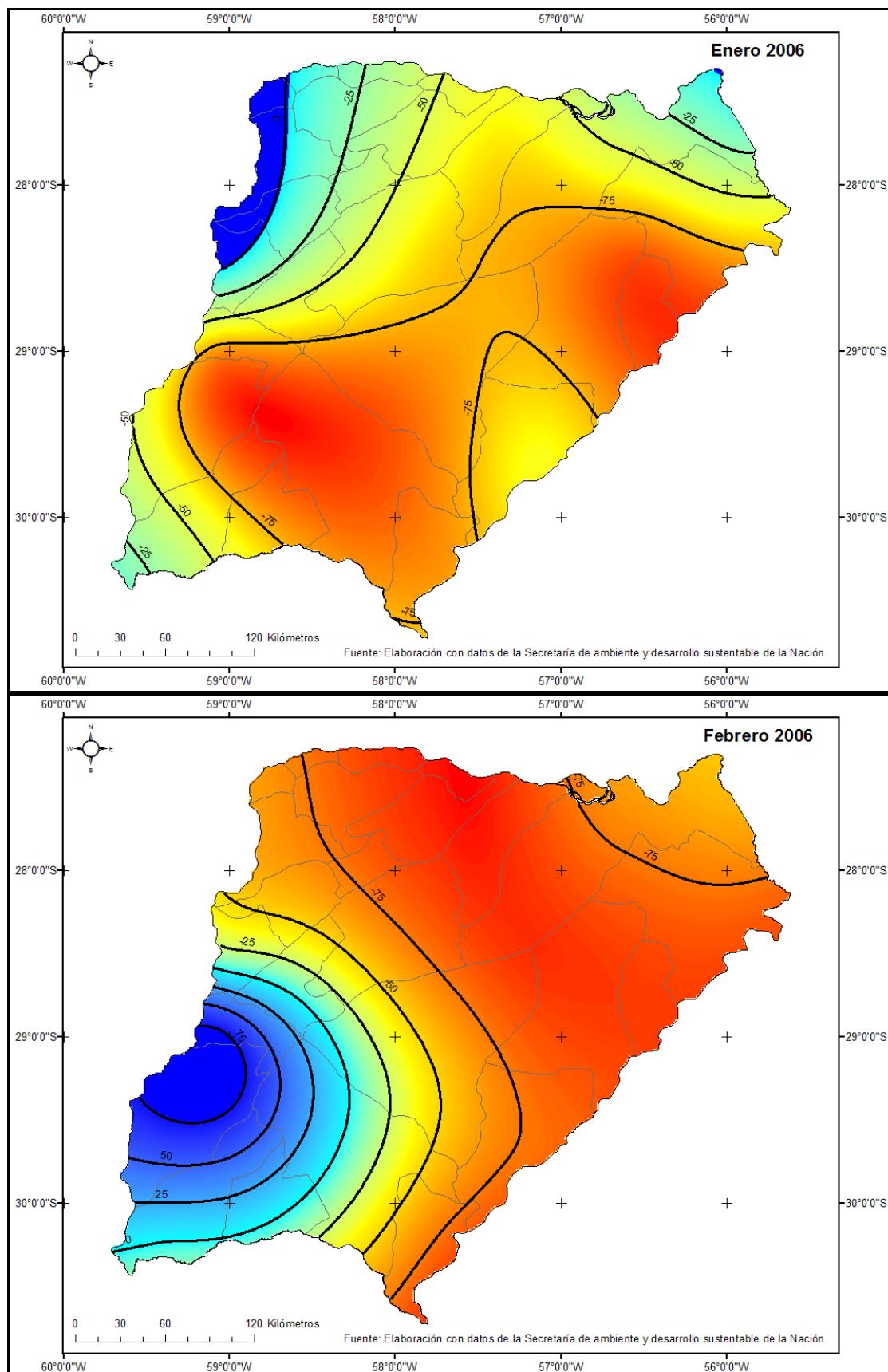
Anexo cartográfico



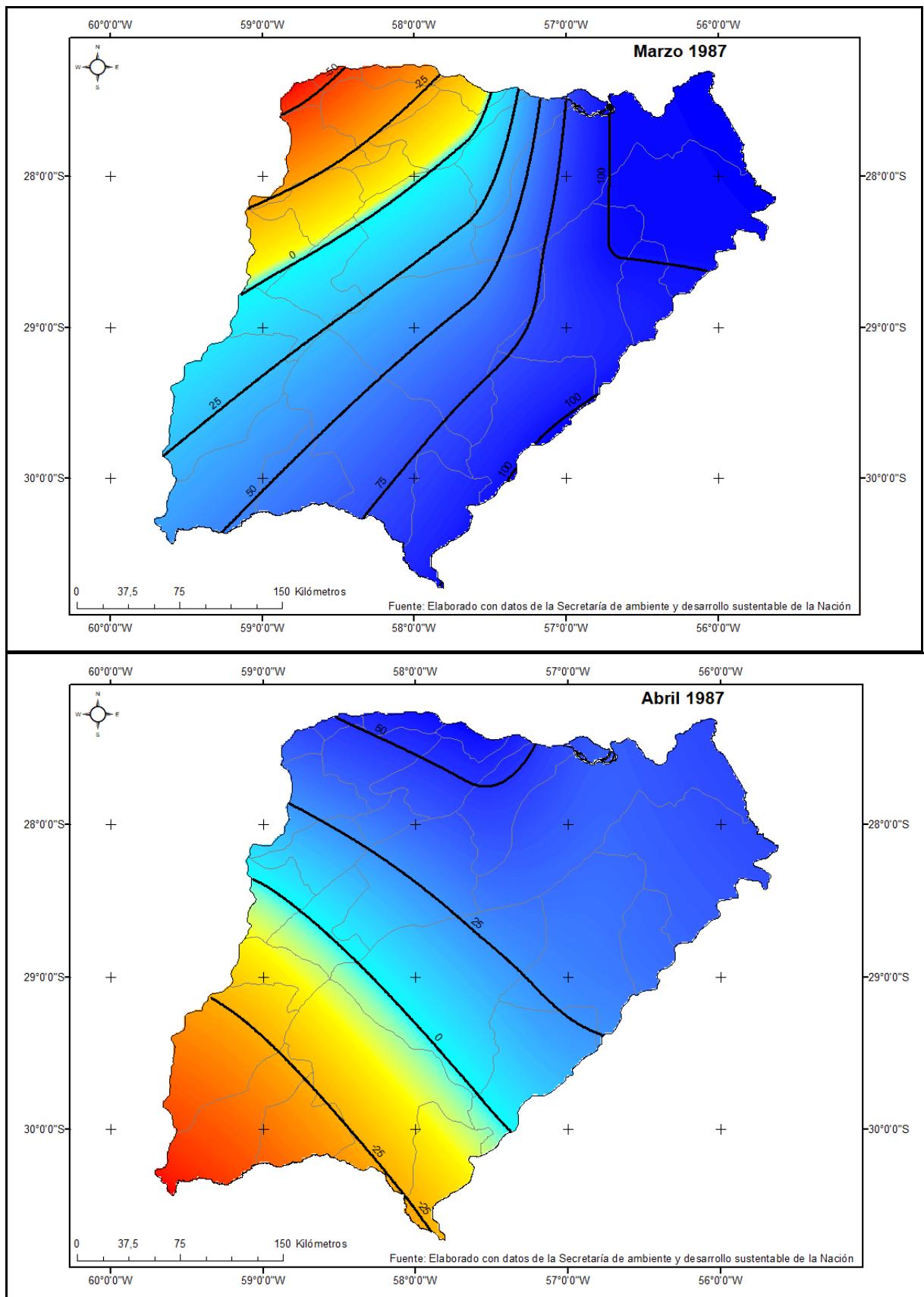
Anexo cartográfico



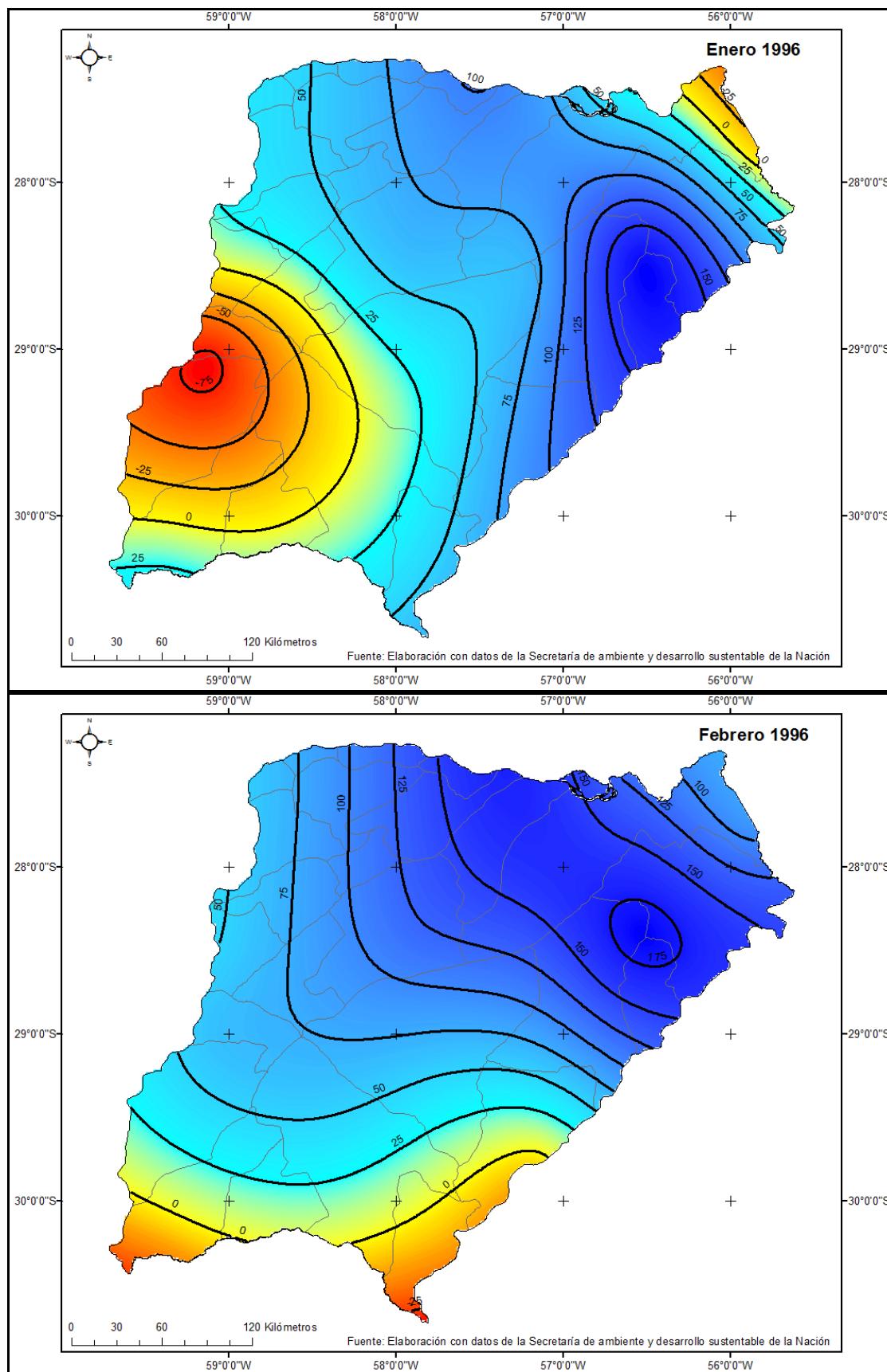
Anexo cartográfico



Anexo cartográfico



Anexo cartográfico



Bibliografía

a.Bibliografía.

- Aceituno, P., (1989). “On the Functioning of the Southern Oscillation in the South American Sector. Part II: Upper Air Circulation”. En: *Journal of Climate* Vol. 2, N° 4. American Meteorological Society. pp. 341-355.
- Alessandro, A. (2001). “Analysis of the heavy precipitations during the summer 1997-1998 in southeastern South America and their relations with the summer 1982-1983. En: *Atmósfera* N° 14. Buenos Aires. Pp: 189-202
- Alessandro, A. y E. Lichtenstein, (1996). “Anomalías persistentes de la circulación atmosférica durante la sequía del invierno de 1995”. Presentado en el VII Congreso de Meteorología. VII Congreso Latino Americano e Ibérico de Meteorología. Buenos Aires.
- Ameghino, F., (1958). “*Las secas y las inundaciones en la provincia de Buenos Aires*”. Segunda edición (segunda reimpresión). Resistencia. Instituto Agrotécnico, Universidad Nacional del Nordeste.
- Andrade, M. y Luciani, N. y L. Iezzi, (2012). “Factores de riesgo hídrico en el Gran La Plata, Argentina”. En: Actas de la IX Jornadas Nacionales de Geografía Física ISBN 978-987-1648-32-0. Bahía Blanca. Pp. 14-24.
- Arc Gis 10.3 for Desktop (1999-2014). Esri Inc.
- Barros, V., Doyle, M., Gonzalez, M., Camilloni, J., Bejarán, R. y R. Caffera., (2002). “Climate variability over subtropical South America and the South American monsoon: a review”. En: *Meteorológica* Vol. 27, N° 1 y 2. Buenos Aires. Centro Argentino de Meteorólogos. pp. 33-57.
- Barry, R. y R. Chorley, (1972). “*Atmósfera, Tiempo y Clima*”. Barcelona. Omega.
- Beran, M. y Rodier J., (1985). “Hydrological aspects of droughts”. En: *Studies and reports in hydrology* N° 39. Unesco, WMO.

- Bobba, M., (1998). "Detección de las sequías climáticas en el NOA". En: *Contribuciones Científicas*. Buenos Aires. GAEA Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. pp. 47-54.
- Bobba, M., (1999). "Análisis causal de las sequías estivales de 1995 para la región del NOA". En: *Contribuciones Científicas*. San Juan. GAEA Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. pp. 83-94.
- Bobba, M. y Minetti, J., (2002) "Comportamiento espacio temporal de las sequías en la región del Noroeste argentino". En: *Breves contribuciones del Instituto de Estudios Geográficos* Nº 14. Tucumán. Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Filosofía y Letras. Pp. 91-113.
- Bolognesi, E., (1971). "Análisis de criterios para clasificar totales mensuales de precipitación aplicados a series de la República Argentina". En: *Meteorológica* Vol. 2, Nº 1, 2, y 3. Buenos Aires. Centro Argentino de Meteorólogos.
- Bruniard, E., (1962). "Geografía Pluviométrica de la Provincia del Chaco". En: *Revista Nordeste* Nº 4. Resistencia. Universidad Nacional del Nordeste.
- Bruniard, E., (1978). "El Gran Chaco Argentino". En: *Geográfica 4: Revista del Instituto de Geografía*. Resistencia. Facultad de Humanidades UNNE.
- Bruniard, E., (1981). "El Clima de las Planicies del Norte Argentino". Tesis doctoral. Resistencia. Facultad de Humanidades de la UNNE.
- Bruniard, E., (1986). "Singulares climáticas de América del Sur". Buenos Aires. SENOC.
- Bruniard, E. (1992). "El ámbito subtropical en la República Argentina (Climatología dinámica y límites climáticos)". En: *Revista Estudios Geográficos* Nº 208. Madrid. Instituto de Economía y Geografía Aplicada. pp. 419-446.
- Bruniard, E. (1987). Atlas geográfico de la provincia del Chaco. Tomo I. *El Medio Natural*. En: *Revista Geográfica* 5. Resistencia, Instituto de Geografía, Facultad de Humanidades, UNNE.
- Bruniard, E. (1992a). "Climatología: procesos y tipos climáticos". Colección Geográfica, Buenos Aires. Editorial Ceyne.

- Bruniard, E. (1992b). “*Hidrografía*”. Colección Geográfica, Buenos Aires. Editorial Ceyne.
- Bruniard, E., Osuna, L y C. Moro (colaboradores) (1987). “*Geografía del Nordeste Argentino*”. Buenos Aires. Asociación para la Promoción de Sistemas Educativos no Convencionales, SENOC.
- Bruniard, E., (1995). “Las regiones homogéneas en Geografía Humana”. En: *Nordeste, 2º época, serie: Docencia 1, Geografía*. Resistencia. Facultad de Humanidades de la UNNE.
- Bruniard, E., (1997). Atlas de la Provincia de Corrientes. Tomo I. *El Medio Natural*. En: *Revista Geográfica* 8. Resistencia, Instituto de Geografía, Facultad de Humanidades, UNNE.
- Bruniard, E., (2000). “Los regímenes climáticos y la vegetación natural. Aportes para un modelo fitoclimático mundial”. En: *Academia Nacional de Geografía* publicación especial N° 16. Buenos Aires.
- Bruniard, E., (2004). “*Clima, paisaje y geografía*”. Primera edición. Resistencia. EUDENE.
- Bueno, E. y J. Sinoga (2012). “Las sequías en la provincia de Almería. Implicaciones biogeográficas”. En: *Nimbus* N° 29-30. España. Pp: 242-257
- Burgos, J., (1970). “El clima de la región Noreste de la República Argentina en relación con la vegetación natural y el suelo”. En: *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* Vol. 11. Buenos Aires. Sociedad Argentina de Botánica. pp. 37-102.
- Burton, I., Kates, R. y G. White, (1978). “*The Environment as Hazard*”. New York: Oxford University Press.
- Byun, H. y D. Wilhite, (1999). “Objective Cuantification of Drought Severity and Duration”. En: *Journal of Climate* Vol. 12, N° 9. American Meteorological Society. pp. 2747-2756.
- Camarasa Belmonte, A. y J. Mateu Bellés, (2000). “Las inundaciones en España en los últimos veinte años. Una perspectiva geográfica”. En: *Serie Geográfica* N° 9. España. Pp: 11-16.

- Caorsi, M. Cruz, G., Terra, R. y L. Astigarraga, (2018). “Variación de la precipitación y la ocurrencia de sequías en la cuenca lechera del SW del Uruguay en el período 1939 – 2011”. Facultad de Agronomía - Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Disponible en: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482018000100116&lang=es
- Capel Molina, J., (1999). “*EL Niño y el sistema climático terrestre*”. Barcelona. Ariel.
- Capitanelli, R., (2008). "Los ambientes naturales del territorio argentino. Un sistema basado en la diversidad". Roccatagliata (coord.). “*Argentina. Una visión actual y prospectiva desde la dimensión territorial*”. Buenos Aires. Emecé Editores S.A. pp. 63-120. También en Roccatagliata (coord.), (1992). “*La Argentina. Geografía general y los marcos regionales*”. 2da.edición. Buenos Aires. Planeta. Pp.: 73-143.
- Castañeda, E. y V. Barros, (1994). “Las tendencias de la precipitación en el Cono Sur de América al este de los Andes”. En: *Meteorológica* Vol. 19, N° 1. Buenos Aires. Centro Argentino de Meteorólogos. pp. 23-32.
- Carmona Gonzalez, P. y J. Ruiz Pérez, (2000). “Las inundaciones de los ríos Júcar y Turia”. En: *Serie Geográfica* Nº 9. España. Pp: 49-70.
- Chiozza E. y Z. González Van Domselaar (1958). “Clima”. En: De Aparicio F. y H. Difrieri (dir.) (1958). “*La Argentina. Suma de Geografía*”. Buenos Aires. Peuser. Pp. 2-183.
- Chow, V., Maidment, D. y L. Mays, (1994). “Manual de Hidroología Aplicada”. Santa Fe de Bogotá, Colombia. Mc Graw Hill.
- Colomo de Graña, M. y A. de la Cruz de Bulacio (Colaboradoras), (2006). “Las provincias. Capítulo 7”. En: *Aula siglo XXI. Curso de orientación escolar. Geografía de la Argentina*. Madrid. Cultural S.A. pp. 413-426.
- Conrad, V., (1942). “*Fundamentals of physical climatology*”. Massachusetts. Cambridge.
- Coronel, A.; Isoardi, C.; Mainardi, L.; Mascotti, G. y G. Tamantini (2003). “Características sinópticas de la sequía que afectó a la localidad de Zaballa de agosto a octubre de 1998, y su relación con el rendimiento de trigo”. En: *Revista de investigaciones* de la Facultad de Ciencias Agrarias Nº V. Rosario. UNR. pp.: 33-41
- Costa, M., (1999). “Las sequías en el noreste argentino”. En: *Contribuciones Científicas*. San Juan. GAEA Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. pp. 159-164.

- Cuadrat, J. y M. Pita. (2000). “*Climatología*”. 2da Edición. Madrid. Cátedra.
- Daus, F. y R. García Gache (colab.). (1955). “*Geografía física de la Argentina*”. Buenos Aires. Estrada.
- Díaz, E. (1953). “Interrelaciones entre Anomalías mensuales de lluvias, temperaturas, presión, gradientes y variaciones”. En: *Meteoros: Revista de Meteorología y Geofísica*. Buenos Aires. Servicio Meteorológico Nacional. pp. 343-382.
- Fernández García, F. y E. Galán Gallego, (1990). “Propuesta de una regionalización pluviométrica de la meseta meridional”. En: *Actas del IV Coloquio de Geografía Cuantitativa*. Departamento de Geografía. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid. Disponible en: http://age-tig.es/1990_Palma/1990_18_Fernandez&Galan.pdf. pp. 315-333.
- Fernández García, F., (1996). “*Manual de Climatología Aplicada. Clima, Medio Ambiente y Planificación*”. Madrid. Síntesis.
- Fritch, B., (1998). “Variabilidad pluviométrica en la ciudad de Santa Fe”. En: *Contribuciones Científicas*. Buenos Aires. GAEA. Sociedad Argentina de estudios Geográficos. Pp 183-197.
- Galán Gallego E. y F. Fernández Gracia, (1992). “Metodología del análisis temporal y espacial de los elementos climáticos”. En: *Actas del V Coloquio de Geografía Cuantitativa*. Universidad de Zaragoza. Zaragoza. Disponible en: http://age-tig.es/zaragoza92/1992_30_galan&fernandez.pdf. pp. 437-451.
- Galmarini, A. y J. Raffo Del Campo, (1963). “Condiciones de aridez y humedad en la República Argentina”. Buenos Aires. Consejo Nacional de Desarrollo (CONADE).
- Galmarini, A. y J. Raffo Del Campo, (1964). “*Rasgos fundamentales que caracterizan el clima de la Región Chaqueña*”. Buenos Aires. Consejo Nacional de Desarrollo (CONADE).
- Genta, J., Pérez Iribarren, G. y C. Mechoso, (1998). “A recent increasing trend in the streamflow of rivers in Southeastern South America”. En: *Journal of Climate* Vol. 11, N° 11. American Meteorological Society. pp. 2858-2862.
- Gil Guerado, S. y F. López Bermudez, (2011). “Tendencia de las precipitaciones y temperaturas en una pequeña cuenca fluvial del sureste peninsular semiárido”. En: *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* N° 56. Pp.:349-371.

- Gómez, C. y M. Pérez (2011a). “Los períodos secos en la provincia del Chaco entre los años 1957 y 2005”. En: *Revista Geográfica Digital. IGUNNE*, Año 8. N° 15. Enero – Junio. Resistencia. Facultad de Humanidades. UNNE.
- Gómez, C. y M. Pérez (2011b). “La variabilidad pluviométrica en la provincia del Chaco 1955-2009”. En: *Revista Geográfica Digital. IGUNNE*. Año 8. N° 15. Julio – Diciembre. Resistencia. Facultad de Humanidades. UNNE.
- Gómez, C. y Pérez, M. (2012) “La Sequía un riesgo constante en la provincia del Chaco”. En: Actas de la “IX Jornadas Nacionales de Geografía Física” ISBN 978-987-1648-320. Bahía Blanca.
- Gómez, C. (2013). “Análisis de la dinámica de los eventos de Sequías en la provincia de Corrientes empleando para su estudio la precipitación como geoindicador”. en: *Entrevistas*. Edición especial N° 4. ISSN 1853-6077. Instituto Superior Nuestra Señora del Carmen. Villa Mercedes, San Luis. Disponible en: www.isnsc.com.ar/revistas/numero004/eje_4/eje04_08
- Gómez, C.; Pérez, M. y J. Prause, (2014) “Áreas de riesgo de Inundación Pluvial en la Provincia del Chaco”. Extracto de la Tesina de grado. En: *FACENA* Vol. 30. Corrientes. pp. 3-18.
- Gómez, C. (2016). “Sequías e inundaciones en la provincia de Formosa durante el período 1967/1993”. En: Actas del XIV encuentro de profesores y licenciados en Geografía de Formosa. Formosa.
- Gómez Navarro, L. (2002). “Aproximación metodológica al estudio de secuencias secas de larga duración: el caso de las Islas Baleares”. En: Guijarro, J. et al. (Eds): “*El clima y el agua*”. Palma de Mallorca. AEC. Serie A N° 3, pp 427-436.
- Gonzalez, M. y O. Flores, (2010). “Análisis de la precipitación en la llanura chaqueña argentina y su relación con el comportamiento de la circulación atmosférica y las temperaturas de la superficie del mar”. En: *Meteorológica* Vol. 35, N° 2. Buenos Aires. Centro Argentino de Meteorólogos. S/Pág.
- González Reyes, A., (2016). “Ocurrencia de eventos de sequías en la ciudad de Santiago de Chile desde mediados del siglo XIX”. Pontificia Universidad Católica de Chile. Instituto de Geografía. Disponible en:

https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34022016000200003&lang=es

- Gorleri, M., (2005). “Caracterización climática del Chaco húmedo”. Historia natural y paisaje de la Reserva El Bagual, provincia de Formosa, Argentina. En: *Temas de naturaleza y conservación. Monografías de aves Argentinas N°4*. Buenos aires. Asociación Ornitológica del Plata. pp. 13-25.
- Grimm, A., Barros, V. y M. Doyle, (2000). “Climate Variability in Southern South America Associated with El Niño and La Niña Events”. En: *Journal of Climate*. Vol. 13, N° 1. American Meteorological Society. pp. 35-38.
- Haylock, M., Peterson, T., Alves, L., Ambrizzi, T., Anunciacao, M., Báez, J., Barros, V., Berlata, M., Bidegain, M., Coronel, G., Corradi, V., García, V., Grimm, A., Karoly, D., Marengo, J., Marino, M., Moncunill, D., Nechet, D., Quintana, J., Rebello, E., Rusticucci, M., Santos, J., Trebejo, J. y L. Vincent, (2006). “Trends in total and extreme South American rainfall in 1960/2000 and links with sea surface temperature”. En: *Journal of Climate*. Vol. 19. American Meteorological Society. pp. 1490-1512.
- Hernández Cerdá, M., Torres Tapia, L. y G. Valdez Madero (2000). “Sequía Meteorológica”. En: Gay C. (comp). “*México: una visión hacia el siglo XXI. El Cambio Climático en México*”. Resultados de los estudios de la vulnerabilidad del país, coordinados por el INE con el apoyo de U.S. Country Studies Program, México: INE, SEMARNAP, UNAM, U.S. Country Studies Program. Pp 25-40
- Hoffman, J., (1970). “Características de las series de precipitaciones en la República Argentina”. En: *Meteorológica* Vol. 1 N° 3. Buenos Aires. Centro Argentino de Meteorología. Pp: 166-190.
- Hoffman J., (1971). “Frentes, masas de aire y precipitaciones en el Norte Argentino”. En: *Meteorológica* Vol. II N° 1, 2 y 3. Buenos Aires. Centro Argentino de Meteorología.
- Hoffmann, J., (1988). “Las variaciones climáticas ocurridas en la Argentina desde fines del siglo pasado hasta el presente”. En: *El deterioro del ambiente en la Argentina (suelo, agua, vegetación, fauna)*. Buenos Aires. Fundación para la educación la ciencia y la cultura. pp. 275-290.

Jagsich, J., (1936). "Las causas de la gran sequía del año 1935". La prensa 15-03-36. Buenos Aires.

Krepper, C., Csian, B. y J. Perini, (1989). "Time and Space Variability of Rainfall in Central-East Argentina". En: *Journal of Climate* Vol. 2, Nº 1. American Meteorological Society. pp. 39-47.

Krepper, C. y N. García, (2004). "Spatial and temporal structures of trends and interannual variability of precipitation over the La Plata Basin". En: *Quaternary International* Vol. 114, Nº 1. Elsevier Science Ltd and INQUA. pp. 11-21.

Larrañaga Fernández B., (1997). "Identificación y Caracterización de Sequías Hidrológicas en Chile Central". En: *Ingeniería del Agua* Vol. 4, Nº 4. pp. 37-46.

Liebmann, B. Vera C., Carvalho, L., Camilloni, I., Hoerling, M., Allured, D., Barros, V., Báez, J. y M. Bidegoin, (2004). "An Observed Trend in Central South American Precipitation". En: *Journal of Climate* Vol. 17, Nº 11. American Meteorological Society. pp. 4357-4367.

Lucero, O., (1998). "Effects of the southern oscillation on the probability for climatic categories of monthly rainfall, in a semi-arid region in the southern mid-latitudes". En: *Atmospheric Research* Vol. 49, Nº 4. Elsevier Science Ltd. pp. 337-348.

Lucero, O. y N. Rodriguez, (2004). "Evolution of spatial patterns of subdecadal signals in annual rainfall in Southern South America and Southern and Central North America". En: *Atmospheric Research* Vol. 70, Nº 3 y 4. Elsevier Science Ltd. pp. 177-193; 147-169.

Machado, E. y A. Marchetti, (1955). "Régimen de Días de Lluvias en la República Argentina". En: *Meteoros: Revista de Meteorología y Geofísica*. Buenos Aires. Servicio Meteorológico Nacional. pp. 243-276.

Málaka, I. y S. Nuñez (1987). "Aspectos sinópticos de las sequías que afectó a la República Argentina en el año 1962". Servicio Meteorológico Nacional. Buenos Aires.

Manoiloff, R., Rey W. y M. Pérez (2007). Atlas de la Provincia del Chaco. Tomo I. *El Medio Natural*. En: *Revista Geográfica 14*. Resistencia, Instituto de Geografía, Facultad de Humanidades, UNNE. Reedición y Actualización.

- Marchetti, A., (1951). “Oscilaciones extremas de la cantidad de precipitación en la República Argentina”. En: *Meteoros: Revista de Meteorología y Geofísica*. Buenos Aires. Servicio Meteorológico Nacional. pp. 46-54.
- Marchetti, A., (1952). “Estudio del Régimen Pluviométrico de la República Argentina”. En: *Meteoros: Revista de Meteorología y Geofísica*. Buenos Aires. Servicio Meteorológico Nacional. pp. 243-311.
- Marchetti, A., (1953). “Probabilidad de lluvias Intensas en la ciudad de Buenos Aires”. En: *Meteoros: Revista de Meteorología y Geofísica*. Buenos Aires. Servicio Meteorológico Nacional. pp. 131-134.
- Medina, E., (1999). “Los excesos Hídricos del Noroeste Argentino”. En: Contribuciones Científicas-Gaea Sociedad Argentina de estudios Geográficos. Congreso Nacional de Geografía 60 semana de Geografía. Buenos Aires. Pp.: 477-482.
- Melendo, J., (1992). “Metodología para la definición de períodos secos”. En: Actas del V coloquio de Geografía cuantitativa, Zaragoza.
- Meynier, A., (1950). “*Climatologie et masses d' air*”. En: L' Information Géographique N° 1. París.
- Microsoft office (2010). Excel Microsoft.
- Minetti, J. y W. Vargas, (1983). “Comportamiento del borde anticiclónico subtropical en Sudamérica” I Parte. En: *Meteorológica* Vol.14, N°1-2. Buenos Aires. CAM. Pp. 645-654.
- Minetti, J. y E. Sierra, (1984). “La expansión de la frontera agrícola en Tucumán y el diagnóstico climático”. En: Revista Avance Agroindustrial de Tucumán. T.60, N° 2. Tucumán. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres. pp. 109-116.
- Minetti, J.; Vargas, W. y A. Poblete, (1990). “La perturbación en la circulación zonal que originaría el Subcontinente Sudamericano”. En: Rev. Geofísica 33. IPGH-OEA. México. Pp. 161-178.
- Minetti, J. y W. Vargas, (1997). “Trends and Jumps in the annual precipitation in South América, south of the 15° S”. En: *Atmósfera* Vol 11, N° 4. México. Centro de Ciencias de la Atmósfera UNAM. pp. 205-221.

- Minetti, J. y L. Acuña (1997). “Precipitaciones en la Argentina ¿Fin del período húmedo reciente?”. Presentado en VII Reunión Argentina y I Latinoamericana de Agroclimatología. Sesión II. Buenos Aires.
- Minetti J. y W. Vargas, (1998). “*Tendencias y Saltos en las Precipitaciones Anuales en América del Sur, al sur de los 15° S*”. Buenos Aires. CONICET Departamento de Ciencias de la Atmósfera, Universidad de Buenos Aires.
- Minetti, J., (1999). “Las sequías en la Argentina”. En: *Contribuciones Científicas*. San Juan. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. pp. 491-496.
- Minetti, J. y M. Bobba, (2002). “Comportamiento Espacio-Temporal de las Sequías en la Región del Noroeste Argentino”. En: *Breves Contribuciones del Instituto de Estudios Geográficos* N° 14. Tucumán. Universidad Nacional de Tucumán.
- Minetti, J., Vargas, W., Hernández, C. y E. López (2002). “La circulación regional estacional en Sud América. Su incidencia en el clima del Noroeste Argentino”. En: *Breves Contribuciones del Instituto de Estudios Geográficos* N° 14. Tucumán. Universidad Nacional de Tucumán.
- Minetti, J., Vargas, W., Poblete, A., Acuña, L. y G. Casagrande, (2003). “Non-linear trends and low frequency oscillations in annual precipitation over Argentina and Chile, 1931-1999”. En: *Atmósfera* Vol 16, N° 42. México. Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM. pp. 119-135.
- Naumann, G.; Vargas, W. y J. Minetti, (2007). “Estudio de las secuencias secas en la cuenca del Plata. Implicancia con las sequías”. En: *Meteorológica* Vol. 32 y 33, N° 1 y 2. Buenos Aires. Centro Argentino de Meteorólogos. pp. 65-82.
- Nicholls, N., (1988). “El Niño-Southern Oscillation and Rainfall Variability”. En: *Journal of Climate* Vol. 1, N° 4. American Meteorological Society. pp. 418-425.
- Nicholls N. y K.Wong, (1990). “Dependence of rainfall variability on mean rainfall, latitude and the Southern Oscillation”. En: *Journal of Climate* Vol. 3. American Meteorological Society. pp. 163-170.
- Olcina Cantos, J., (2006). “*¿Riesgos Naturales? Sequías e Inundaciones*”. Primera edición. España. Colección GEOAMBIENTE XXI.

Olcina Cantos, J. y A. Rico Amorós (1994). “Sequías en el Sureste Ibérico: ¿Hecho climático o hecho humano?”. En: *Serie Geográfica* Vol. 4. España. Universidad de Alicante. Pp: 11-30.

Organización Meteorológica Mundial (OMM), (1986). “Manual para la estimación de la precipitación máxima probable”. OMM N° 332. Ginebra.

Paoli, C., (2000). “Crecidas e inundaciones: un problema de gestión”. En: Academia Nacional de Geografía. *Simposio las inundaciones en la República Argentina*. UNNE. Resistencia. Disponible en:

<http://www.unesco.org.uy/phi/biblioteca/archive/files/9ad424d14e8c3e0d8cc9e2bd5fbc092d.pdf>. pp. 1-21

Pardé, M. (1954). Sobre los coeficientes de escurrimientos de muy grandes crecidas en “Lluvias, evaporación, filtración y escurrimiento”. Terceras jornadas de la hidráulica, Sociedad hidrotécnica de Francia. Argel. Pp. 215-219.

Pedelaborde, P., (1966). “*Climatologies*”. París. Union géographique de la faculté des Lettres.

Peguy, C., (1961). “*Précis de Climatologie*”. París. Masson.

Pérez, M., (2004). “La variabilidad de las precipitaciones en el Nordeste Argentino durante el período 1951/1990”. Presentado en *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*. Resistencia. Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/2004/Humanisticas/H-007.pdf>.

Pérez, M., (2005). “Fluctuaciones extremas de los montos anuales de precipitación en el Nordeste Argentino durante el período 1951/1990”. Presentado en *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2005*. Corrientes. Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/2005/2-Humanidades/H-023.pdf>.

Pérez, M., (2007). “La variabilidad de las precipitaciones y los riesgos de sequías e inundaciones en el norte argentino durante los años 1951 a 1990”. En: Foschiatti, A. (Autor/Comp.) “*Aportes conceptuales y empíricos de la vulnerabilidad global*”. Resistencia. EUDENE, UNNE. pp. 39-80.

Pérez, M., (2012). “La vulnerabilidad ambiental frente a los riesgos de origen climático. La influencia de los ciclos secos y húmedos en el norte argentino”. En: Foschiatti, A.

(Autor/Comp.) “*Escenarios vulnerables del nordeste argentino*”. Resistencia. UNNE, ANPCyT, CONICET. pp. 35-60.

Pielke, R. y M. Downton, (2000). “Precipitation and Damaging Floods: Trends in the United States, 1932–97”. En: *Journal of Climate* Vol. 13, N° 20. American Meteorological Society. pp. 3625-3637.

Preston, J., (1952). “Hacia una más profunda comprensión del concepto regional”. En: Randle P. (ed.) (1984), “*Teoría de la Geografía*”. Primera parte, segunda edición. Buenos Aires. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos (GAEA), Asociación para la promoción de los estudios territoriales y ambientales (OIKOS). Pp.:148-190.

Prohaska, F., (1952). “Regímenes estacionales de precipitación de Sudámerica y mares vecinos (desde 15° S hasta Antártida)”. En: *Meteoros: Revista de Meteorología y Geofísica*. Año 4, N° 1-2. Buenos Aires. Servicio Meteorológico Nacional. Pp: 66-100

Prohaska, F., (1961). “El Problema de las Sequías en la Región Semiárida Pampeana y la Sequía Actual”. En: *Colección IDIA*. Buenos Aires. INTA: Instituto de Suelos y Agrotecnia.

Prohaska, F., (1961). “Las características de las precipitaciones en la región semiárida pampeana”. En: Revista de Investigaciones Agrícolas N° 72. Buenos Aires. INTA: Instituto de Suelos y Agrotecnia

Quereda Sala, J., Chiva, E. y J. Barberá, (2000). “La Evolución de las Precipitaciones en la Cuenca Occidental del Mediterráneo ¿Tendencias o Ciclos?”. En: *Investigaciones Geográficas* (Esp.) N° 024. España. Universidad de Alicante. pp. 17-35.

Randle, P., (1976). “*Teoría de la Geografía*”. Primera Parte. Buenos Aires. GAEA Sociedad Argentina de Estudios Geográficos.

Ravelo, A. y A. Pascale, (1997). “Identificación de ocurrencia de sequías mediante imágenes del satélite NOAA e información terrestre”. En: revista Facultad de Agronomía Vol. 17 N° 1. Pp.: 105-107.

Rey Balmaceda R., (1972). “*Geografía Regional. Teoría y aplicación*”. Buenos Aires. Estrada.

- Romero Díaz, A. y A. Maurandi Guirado, (2000). “Las inundaciones en la cuenca del Segura en las dos últimas décadas del siglo XX. Actuaciones de prevención”. En: *Serie Geográfica* N° 9. España. Pp: 93-120.
- Rodriguez, V., (1964). “Análisis e interpretación de las lluvias caídas en la ciudad de Corrientes y zonas de influencia de 1908 a 1964”. INTA Centro Regional Mesopotámico. Corrientes.
- Ropelewski, C. y M. Halpert, (1989). “Precipitation patterns associated with the high index phase of the Southern Oscillation”. En: *Journal of Climate* Vol. 2, N° 1. American Meteorological Society. pp. 268-284.
- Ropelewski, C. y M. Halpert, (1996). “Quantifying Southern Oscillation Precipitation Relationships”. En: *Journal of Climate* Vol. 9, N° 5. American Meteorological Society. pp. 1043-1059.
- Rusticucci, M. y O. Peñalba, (2000). “Interdecadal changes in the precipitation seasonal cycle over Southern South America and their relationship with surface temperature”. En: *Climate Research* Vol. 16. Pp. 1-15.
- Scarpatti, O. y A. Capriolo, (2013). “Sequías e inundaciones en la provincia de Buenos Aires (Argentina) y su distribución espacio-temporal”. En: *Investigaciones Geográficas*, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM N° 82. Pp.: 38-51.
- Schneider, H., (1970). “La sequía de 1968 en Chile. Algunos antecedentes”. En: *Informaciones Geográficas* año 18 y 19 número especial 1968-1969. Santiago de Chile. Universidad de Chile. Pp.: 159-176.
- Schwerdtgeger, W., (1954). “Aplicación de métodos objetivos a la previsión de lluvias en Buenos Aires”. En: *Meteoros: Revista de Meteorología y Geofísica*. Año 4, N° 1-2. Buenos Aires. Servicio Meteorológico Nacional.
- Schwerdtgeger, W. y C. Vasino, (1954). “La Variación Secular de las Precipitaciones en el Este y Centro de la República Argentina”. En: *Meteoros: Revista de Meteorología y Geofísica*. Buenos Aires. Servicio Meteorológico Nacional. pp. 174-193.
- Secretaría de Planificación y Control y Dirección General de Estadísticas y Censos (1978). “*Atlas general de la provincia de Misiones*”. Posadas. Dirección General de Estadísticas y Censos. Pp.: 152.

- Segura Beltrán, F. (2000). "Inundaciones de ramblas y barrancos en las tierras valencianas (1980-1999): causas, procesos y espacios inundables". En: *Serie Geográfica* N° 9. España. Pp: 27-48.
- Souza, E. y T. Ambrizzi, (2002). "ENSO impacts on the South American rainfall during 1980s: Hadley and Walker circulation". En: *Atmósfera* N° 15. Brazil. Departamento de Ciencias atmosféricas, Instituto Astronómico e Geofísico.
- StatPoint, Inc. (2006). Statgraphics Centurión XV.
- Strahler, A. (1974). Geografía Física. Omega. Barcelona.
- Valiente, M., (2001). "Sequía: Definiciones, Tipologías y Métodos de Cuantificación". En: *Investigaciones Geográficas* N° 26. España. Universidad de Alicante. pp. 59-80.
- Vallaux, C. (1929). "*Les sciences géographiques*". París. Félix Alcan.
- Van Rooy, M. (1965). "A rainfall anomaly index independent of time and space". En: Notas N° 14. Pp.: 43
- Vargas, W. (1987). "El clima y sus impactos. Implicancias en las inundaciones del Nordeste de Buenos Aires". En: Boletín Inf. Techint, N° 250. Buenos Aires. Pp. 44.
- Vargas, W.; Minetti, J. y A. Poblete, (1995). "Statistical study of climatic jump in the Zonal Circulation over South America". En: *Journal Meteorologic Society of Japan* Vol. 73 N° 5. Japan. Pp: 849-856.
- Weber, T., (1951). "Tendencias de las Lluvias en la Argentina en lo que va del Siglo". En: Colección IDIA N° 48. Buenos Aires, INTA: Instituto de Suelos y Agrotecnia. pp. 2-12.
- Wolcken, K., (1954). "Algunos Aspectos Sinópticos de la Lluvia en la Argentina". En: *Meteoros: Revista de Meteorología y Geofísica*. Buenos Aires. Servicio Meteorológico Nacional. pp. 327-366.
- Yevjevich V.; Hall, W. y Salas, J., (1978). "Drought research needs". En: *Water Resources Publications*. Fort Collins. Colorado, USA.
- Yevjevich, V. (1972). "Stochastic processes in hydrology". En: *Water Resources Publications*. Fort Collins. Colorado, USA. Pp: 276.

b. Sitios Web:

-Administración Nacional de Océanos y Atmósfera:
<http://lwf.ncdc.noaa.gov/oa/ncdc.html>

-Instituto Nacional del Agua: <http://www.ina.gov.ar/>

-Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (de las estaciones agrometeorológicas de las Provincias de Chaco, Formosa, Corrientes y Misiones.) :
<http://www.inta.gov.ar/ins/regionales.htm>;
http://climayagua.inta.gob.ar/estad%C3%ADsticas_de_precipitaciones

-Secretaría de ambiente y desarrollo sustentable de la Nación:
<http://www.ambiente.gov.ar/>

-Servicio Meteorológico Nacional: <http://www.smn.gob.ar/>

-Subsecretaría de Recursos Hídricos: <http://www.hidricosargentina.gov.ar/>

Curriculum Vitae

Claudia Verónica Gómez se formó académicamente en la Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional del Nordeste, donde obtuvo los títulos de Profesora en Geografía (2009) y Licenciada en Geografía (2013). Posteriormente alcanzó la titulación de Especialista en problemáticas de las ciencias sociales y su enseñanza, otorgado por el Ministerio de Educación de la Nación en el año 2017.

Fue becaria en la categoría Iniciación Tipo B y Perfeccionamiento Tipo B otorgado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNNE desde 2010 a 2015. Forma parte del programa de incentivos como Docente Investigador categoría V desde 2013 y es Miembro Colaborador activo en distintos proyectos institucionales de la Facultad de Humanidades. Posee publicaciones de alcance regional y se ha desempeñado como expositora, conferencista y moderadora en numerosos congresos, talleres, jornadas y encuentros en el país.

Posee Certificados de Postgrado en el manejo de Herramientas Informáticas aplicadas a estudios geográficos, en Metodologías de Investigación en Geografía Física, Estadística Inferencial, Teoría de la Geografía y otros, otorgados por la Facultad de Humanidades y perteneciente al Doctorado en Geografía, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste y de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones.

Actualmente forma parte del equipo docente en las cátedras de Geomorfología II, Hidrografía Marina y Continental y Seminario de Fisiografía.

Gómez, Claudia Verónica

veronica.unne2@hotmail.com

Departamento de Geografía, Facultad de humanidades, UNNE:

Av las Heras N° 727. Resistencia, Chaco, CP 3500