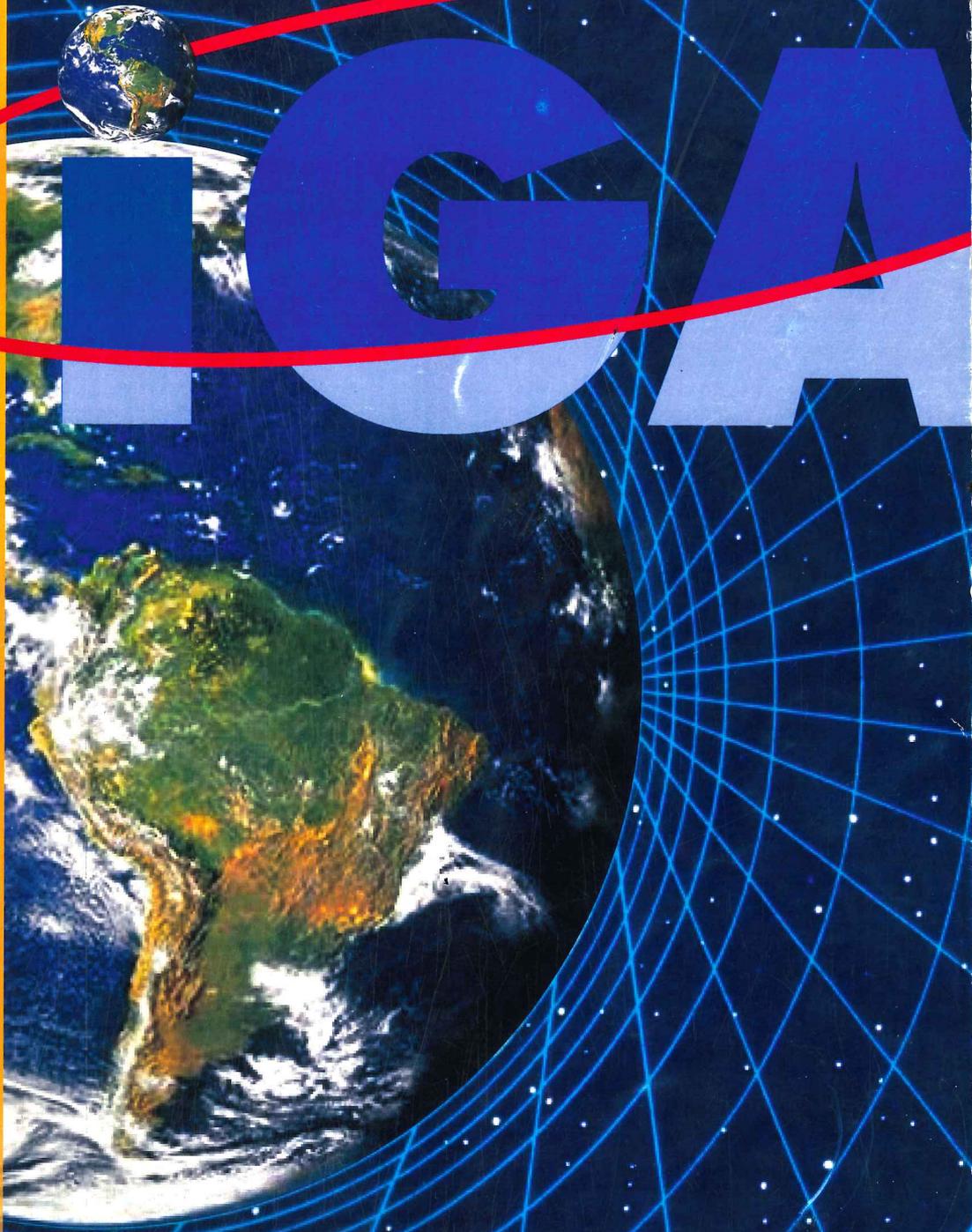


Revista de
Geografía
10

Año IX, Nº10 - San Juan, Diciembre de 2006

CONSULTA

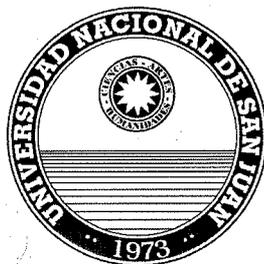


INSTITUTO DE GEOGRAFIA APLICADA
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN

ISSN: 1514 - 1942



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN

AUTORIDADES

Rector U.N.S.J.: Dr. Benjamín Kuchen

Decano FF.H.y A.: Lic. Paolo V. Landini

Vice Decana: Prof. Selva Sugo

Director I.G.A.: Prof. María Inés López

Directora Depto. de Geografía: Prof. Margarita Robledo



Mitre 317 oeste - 5400 San Juan - República Argentina

Tel: (0264) 422 2807 - e-mail: iga@ffha.unsj.edu.ar

Publicación semestral del Instituto de Geografía Aplicada y Departamento de Geografía de la UNSJ

COMITE EDITORIAL

Dr. Horacio Capel Saez

(Universidad de Barcelona - España)

Dr. Jorge A. Pickenhayn

(Universidad Nacional de San Juan)

Dr. Jean Noël, Bernard Salomón

(Universidad de Bordeaux - Francia)

Dr. Walter Vargas

(Universidad de Buenos Aires)

Dr. Mariano Zamorano

(Universidad Nacional de Cuyo)

REFEREES

Dr. Alfredo S. Bolsi (U.N.T.)

Dr. Gustavo D. Buzai (U.B.A.)

Dr. Enrique Bruniard (U.B.A.)

Prof. Martha E. Caillou (U.N.T.)

Dr. Ricardo Capitanelli (U.N.C.)

Prof. Susana Curto (U.B.A.)

Prof. Irene A. García (U.N.T.)

Dr. Juan L. Minetti (U.N.T.)

Mg. José E. Novoa Jerez (U. de La Serena - Chile)

Dr. Raúl Borges Guimaraes (U.N.E.S.P.E.)

Dr. Mariano Zamorano (U.N.C.)

Dra. Elena Chiozza (U.N.L.)

OBJETIVOS

La Revista de Geografía del Instituto de Geografía Aplicada y Departamento de Geografía de la Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes, nace por la necesidad de los geógrafos sanjuaninos de poseer un ámbito propicio y seguro que permita la publicación de los resultados de sus investigaciones provenientes de su accionar en proyectos de investigación institucionalizados y/o de sus cátedras.

Sin embargo su rol no queda circunscripto a ese objetivo, sino que tiene el propósito de ampliar espacial y conceptualmente el perfil de los potenciales autores, dando cabida a todo aquel investigador de la U.N.S.J. o fuera de ella, que realice trabajos inéditos con una impronta geográfica significativa.

Como esta publicación pretende ser de primer nivel, estructura un sistema basado en el referato externo para asegurar la excelencia académica y garantizar la objetividad en la evaluación de los papers enviados para su publicación.

- 1 **AUTORIDADES - OBJETIVOS**
- 3 **STAFF - EDITORIAL**
- 5 **ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES SINÓPTICAS Y ESTRUCTURA TÉRMICA VERTICAL ASOCIADAS A LA OCURRENCIA DE PRECIPITACIÓN EXTREMA DIARIA ESTIVAL EN CÓRDOBA.**
 Gustavo Naumann y Ezequiel A. Marcuzzi
- 11 **PROPUESTA DE MODELOS EMPÍRICOS PREDICTIVOS DEL DERRAME ANUAL DEL RIO SAN JUAN.**
 Arnobio G. Poblete y Juan L. Minetti
- 21 **ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RIO ANCHO. DEPARTAMENTO ZONDA, PROVINCIA DE SAN JUAN.**
 Elvira Aideé Suarez Montenegro
- 31 **CAMBIOS EN LA PRECIPITACIÓN MEDIA DE ARGENTINA Y CHILE RELACIONADAS CON EL ENSO. ANÁLISIS DE MESOESCALA EN EL NOROESTE ARGENTINO.**
 Juan L. Minetti, Walter M. Vargas y Marilyn del V. Leiva
- 41 **LAS TENDENCIAS DE LA TEMPERATURA MÁXIMA Y MÍNIMA EN SERIES DE REFERENCIA DEL SUDESTE DE SUDAMÉRICA. ASPECTOS METODOLÓGICOS.**
 Walter M. Vargas, Gustavo Naumann y Juan L. Minetti
- 49 **ANÁLISIS COMPARATIVO DE MÉTODOS DE CLASIFICACIÓN EN GEOGRAFÍA.**
 Silvia Cattapan
- 59 **ANÁLISIS DE EXTREMOS DEL DERRAME ANUAL DEL RIO SAN JUAN APLICANDO DISTRIBUCIONES GAMMA.**
 Arnobio G. Poblete
- 66 **LOS PATRONES DE CIRCULACIÓN Y ESTRUCTURA TÉRMICA VERTICAL COMO ELEMENTOS DE PRONÓSTICO EN LA ESTIMACIÓN DE LA EVOLUCIÓN DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN LA PATAGONIA CORDILLERANA.**
 Ezequiel A. Marcuzzi y Gustavo Naumann
- 75 **ACTUALIDAD**
 DECLARACIÓN DE LA RED INTERDEPARTAMENTAL DE GEOGRAFÍA DE UNIVERSIDADES NACIONALES.
 Mar del Plata 7 de octubre de 2006.
 UNA GLOBALIZACIÓN INNECESARIA, UN TERRITORIO INESTABLE.
 María Laura Silveira

EDITORIAL

STAFF



DIRECTOR

Dr. Arnobio Germán
POBLETE

SECRETARIA

Prof. Silvia
VILLALOBOS

PROMOCION PUBLICITARIA

Prof. Cristina
HORNILLA

PRODUCCION GRAFICA

Arq. Carlos Sisterna

Reg. Prop. Intelectual
(en trámite) Ley 11723

ISSN: 1514-1942

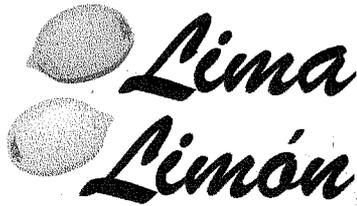
Calificada como Nivel I
por el CAICYT

Después de un duro trajín, de nuevo podemos decir: «aquí estamos» con la décima edición de nuestra revista. De ésta manera creemos cumplir con el propósito, siempre vigente; de difundirla e insertarla cada vez en más amplios y distintos ámbitos académicos y científicos, para poner a su consideración los avances que se producen desde el seno de nuestra ciencia.

En éste número, la mayoría de los trabajos son de autores externos, lo que significa un crecimiento en los enfoques y profundidad de la revista y, a la vez, un reconocimiento nacional e internacional a su solidez científica y seriedad institucional, hecho que nos llena de satisfacción al comprobar que los esfuerzos de toda índole para editarla, inclusive los realizados por los referees, no son en vano.

Es nuestro deseo poder lograr más ediciones por año, pero el proceso que implica el referato y los inconvenientes económicos no coadyuvan a que esto sea posible en lo inmediato.

Esperamos satisfacer las expectativas de los lectores y con la promesa de: seguir manteniendo el nivel académico, mejorar la calidad de impresión y, en lo posible, aumentar el número de ediciones anuales; nos reencontramos, si Dios quiere, en la próxima publicación.

 Lima
Limón

Peatonal Rivadavia 215 Este
entre Rioja y Tucumán
San Juan



LA NUEZ

Repostería Tradicional
Presente en todos los congresos

M. Verónica Falter de Moreno - Castelli 182 (sur) - Tel. (0264) 4231935 - CP 5400 - San Juan

 Cabañas
El Sauce



Ruta 150 s/n Distrito Las Flores
IGLESIA - SAN JUAN
Tel: (0264) 4225636
Cel: (0264) 156614417

 OPTICA
GAILLEZ

MENDOZA 179 (s) SAN JUAN
TEL. 4222165
D.A.M.S.U.

fernando
Cafetería

Solo Cabral 2145 oeste - Tel: 426 4310
Desamparados - San Juan

 **El Rey**

De: Ramón Alfredo López
Tucumán 15 Sur - Ciudad - (5400) San Juan

MIX
URBANO
MARTA HERCE

Entre Ríos 175 (S)
Ciudad - San Juan
Tel. 0264 4219633

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES SINÓPTICAS Y ESTRUCTURA TÉRMICA VERTICAL ASOCIADAS A LA OCURRENCIA DE PRECIPITACIÓN EXTREMA DIARIA ESTIVAL EN CÓRDOBA.

Gustavo Naumann^{1,2} y Ezequiel A. Marcuzzi^{2,3}

(1) C.O.N.I.C.E.T.

(2) Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. U.B.A.

(3) Plan Nacional de Manejo del Fuego. Secretaría de Ambiente.

Email: gnaumann@at.fcen.uba.ar , eamarcuzzi@yahoo.com

(Recibido el 08/06/2006 - Aceptado por referi el 16/06/2006)

RESUMEN

El primer objetivo de este trabajo es realizar una climatología de los perfiles verticales diarios de temperatura y temperatura de rocío en cinco niveles estándar en la troposfera durante el verano de la ciudad de Córdoba, destinada a encontrar predictores de precipitación extrema.

Para realizar la clasificación se aplicó un método de clusters apto para el análisis de estos perfiles conjuntos, lo que permitió una clasificación en seis grupos que representan al total de las observaciones. Se encontró que cada grupo posee características disímiles en cuanto al tiempo significativo asociado.

En particular se muestra que los eventos de precipitación extrema (mayor que 50 mm/día.) en la ciudad de Córdoba y alrededores se deben casi exclusivamente a dos tipos de perfil vertical.

En segundo lugar se pretende discriminar el tipo de circulación asociada a estos eventos. Para ello se utiliza un método de clusters aplicado a la muestra de campos de alturas geopotenciales y humedad específica en dos niveles estándar con el objeto de definir qué campos y cuántos de estos están asociados a la muestra de precipitaciones extremas. En relación a esto se pretende obtener las probabilidades condicionales de secuencia de los campos obtenidos con al menos dos días de anticipación para su aplicación a la predicción de los mismos.

Palabras clave: Perfil vertical - Clusters - Precipitación extrema

ABSTRACT

The goal of this study is to characterize the daily summer vertical temperature and dew point temperature profile at five standard levels for Córdoba City and its relationship with the occurrence of precipitation.

The application of the cluster K- means method to these joint profiles, allowed a classification in six groups that represent the total observations. It was found that each group has different behavior according to the associated significant weather.

Results show that extreme precipitation (greater than 50 mm during 24 hs) in Córdoba were associated with two kinds of vertical profiles.

Key Words: Vertical profile - Clusters - Extreme precipitation

INTRODUCCIÓN

En la aplicación de métodos objetivos de análisis de información es necesario reducir el volumen de los datos analizados a un pequeño número de parámetros, ya que una relación estadística será más eficiente si el número de predictores es pequeño comparado con el número de observaciones independientes. Edward N. Lorenz (1956) introdujo el uso de funciones ortogonales empíricas para determinar predictores de cualquier magnitud física.

En Argentina, Duarte de Lloret y Necco (1979) encontraron que el campo térmico anual en la troposfera en la estación de Ezeiza se puede descomponer en siete modos. Resultados similares fueron obtenidos por Yudin (1969) en sesenta estaciones aerológicas en Norteamérica para los meses de verano.

Mediante un ajuste de regresión lineal, Bocchieri, J (1980) encontró que ciertos datos aerológicos, temperatura y humedad en distintos niveles de la troposfera, son buenos predictores a corto plazo de distintos tipos de precipitación diaria.

El objetivo planteado en este trabajo es caracterizar los perfiles verticales de temperatura y humedad en la troposfera en los meses estivales (definidos como diciembre, enero y febrero) de acuerdo a un método

objetivo. Para esto se utilizó un método de agrupamiento no jerárquico, mediante el cual se discretizaron las variables utilizadas en seis parámetros.

Luego los parámetros obtenidos se relacionaron con eventos de precipitación extrema, tanto sobre el aeropuerto, como en la región que comprende a la ciudad de Córdoba y alrededores.

DATOS Y METODOLOGÍA

Se utilizaron los datos TEMP diarios brindados por el Servicio Meteorológico Nacional, del aeropuerto de la ciudad de Córdoba en los períodos correspondientes a los veranos de los períodos 1989-1996 y 1999-2003.

Se seleccionaron los niveles estándar de 950, 850, 700, 500 y 400 hPa. Se utilizó este criterio dado que para niveles superiores la disponibilidad de la información es inferior.

La clasificación en grupos se realizó utilizando el método «K-means» (Hartigan 1975; Hartigan & Wong 1979). Este algoritmo clasifica las observaciones en k grupos. La pertenencia a cada grupo se determina calculando el centroide de cada uno (cada centroide es equivalente a una media multidimensional); finalmente cada observación se asigna a cada grupo considerando la distancia euclídea al centroide más cercano. Fueron eliminados de la clasificación los días en que algún nivel no cuenta con datos.

Para realizar un análisis areal de la precipitación diaria en la región se consideraron las estaciones mencionadas en la Tabla I donde se indica latitud, longitud, y período de medición. Estas son pertenecientes a la red sinóptica del Servicio Meteorológico Nacional.

En este trabajo se utilizaron los índices K, Showalter y Total-Total (TT) los cuales toman valores de temperatura y temperatura de rocío en distintos niveles. Estos índices son valores numéricos mediante los cuales se puede expresar la inestabilidad o estabilidad atmosférica.

Para determinar los tipos de circulación asociados a los eventos de precipitación extrema se utilizaron los reanálisis NCEP/NCAR (Kalnay 1996) obtenidos a través de la página Web del Climatic Diagnostic Center. Se utilizaron los campos medios diarios de altura geopotencial correspondientes a los niveles de 850 hPa. y 300 hPa., mientras que la humedad específica se analizó en el nivel de 850 hPa.

Estación	Latitud	Longitud	Período
Córdoba aero	-31.19	-64.13	1995-2003
Córdoba Obs.	-31.24	-64.11	1995-2003
Pilar Obs.	-31.40	-63.53	1995-2003
Escuela de aviación	-31.27	-64.16	2000-2003

TABLA I. Descripción, ubicación geográfica y período de observaciones para las pluviométricas analizadas

RESULTADOS

Determinación objetiva de grupos

Como un primer paso y con el objeto de buscar similitudes o diferencias en los perfiles verticales de temperatura y temperatura de rocío de verano para la ciudad de Córdoba, se realizó un análisis de cluster que dio como resultado seis grupos que describen diferentes comportamientos. Cada grupo presenta una frecuencia de ocurrencia diferente asociada a tipos diferentes de circulación en la troposfera.

Sobre una muestra total de 980 días de verano se obtuvo que 237 pertenecen al grupo 1, 182 al grupo 2, 126 al grupo 3, 213 al grupo 4, 131 al grupo 6 y 91 al grupo 5.

A partir de la figura 1, donde se muestran los distintos perfiles de temperatura y temperatura de rocío, podemos distinguir que la estructura de cada grupo se encuentra diferenciada.

Las características que definen a cada grupo las encontramos especialmente en el comportamiento de las temperaturas de rocío, ya que para las temperaturas se puede apreciar un comportamiento similar en todos ellos.

Uno de los rasgos más sobresalientes entre grupos, es por ejemplo el alto contenido de humedad del grupo 4 hasta los 400hpa., en donde encontramos temperaturas de rocío cercanas a los -25°C, mientras que los demás grupos poseen para el mismo nivel, temperaturas no mayores a -35°C. Otra característica importante que cabe mencionar es la encontrada para el grupo 5, el cuál posee un importante secamiento en el nivel de 850 hPa.

Para analizar más en detalle los perfiles de humedad para cada grupo y compararlos entre sí, se calculó la diferencia entre T y Td para cada nivel de cada grupo. Esta diferencia es un indicador de la humedad relativa. Cuando ambas temperaturas son iguales se habla del 100% de humedad y a medida que la diferencia aumenta la humedad relativa disminuye.

A partir de la figura 2 podemos observar que en los niveles inferiores las estructuras en cuanto al contenido de humedad, se pueden agrupar de a pares de la siguiente manera: grupo 1 con grupo 4, 2 con 6 y 3 con 5, pero en niveles superiores las características en todos los casos muestran diferencias apreciables.

Considerando el perfil completo encontramos que los grupos 1 y 6, y los grupos 2 y 3 se diferencian solamente en amplitud.

RELACION ENTRE LOS PERFILES VERTICALES DE TEMPERATURA Y EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITACIÓN

Con el objeto de ampliar en la caracterización de cada grupo, se analizó la relación de cada grupo o perfil, con la ocurrencia de precipitación en la estación Córdoba Observatorio. Como la información de precipitación posee un récord menor que la de los sondeos, el período tomado

para este análisis es 1994-1996, 1999-2003, en el cual se posee información de precipitación y sondeos.

Como se puede observar en la tabla 2, las mayores probabilidades de ocurrencia de precipitación para los

diferentes umbrales se encuentran asociados a los perfiles 1 y 4, mientras que los perfiles 3 y 5 claramente se asocian a la no ocurrencia de precipitación, mientras que para los perfiles 2 y 6 los valores son intermedios.

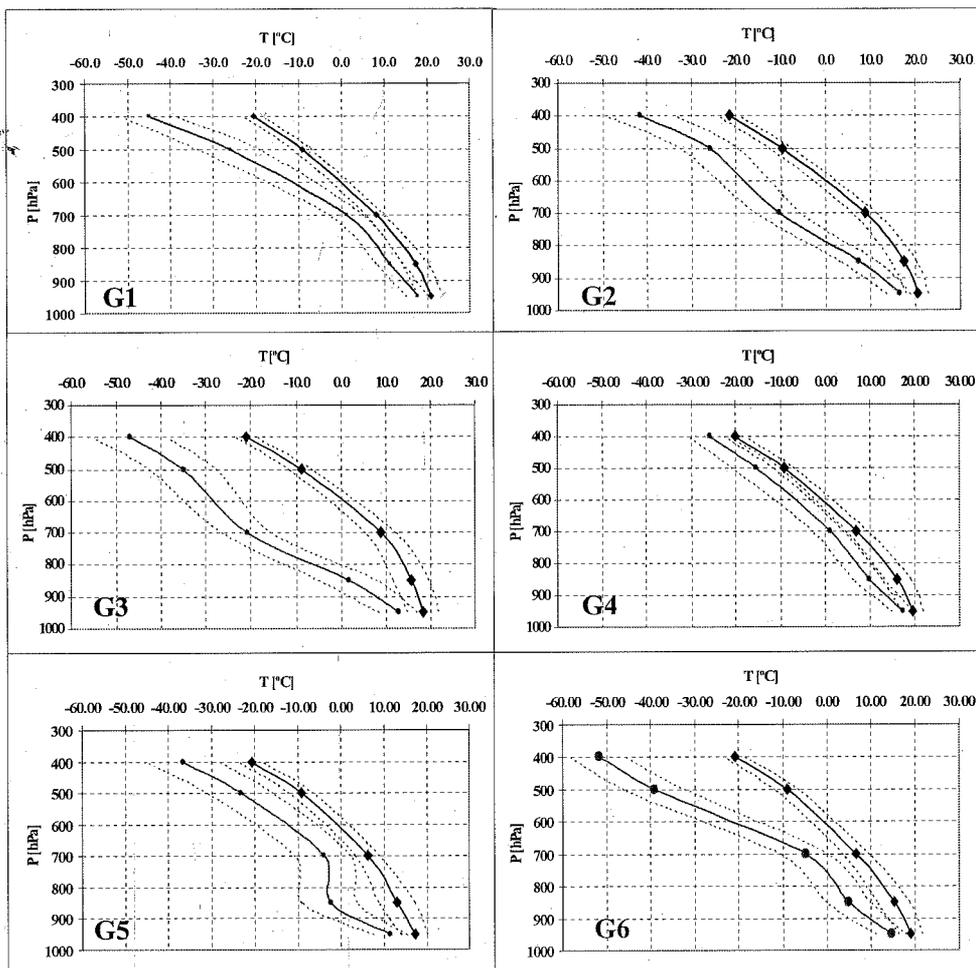


FIGURA 1. Perfiles verticales de temperatura (negro) y temperatura de rocío (gris) y desvío estándar (línea punteada) para los 6 grupos determinados mediante el análisis de cluster en el aeropuerto de Córdoba.

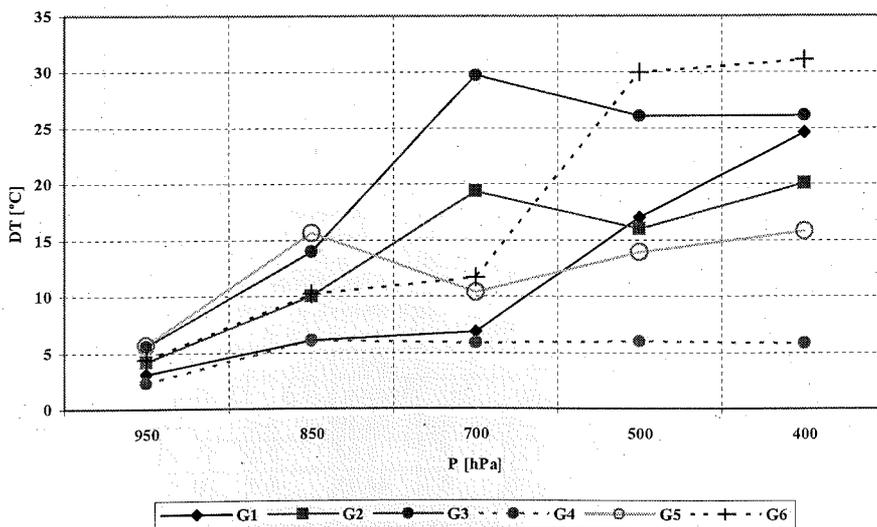


FIGURA 2. Diferencias T-Td para los seis grupos obtenidos en función de cada nivel de presión.

	G1		G2		G3		G4		G5		G6	
Umbral	Frec	P										
pp ≥ 0 mm	78	0.59	42	0.42	4	0.05	77	0.66	12	0.23	17	0.20
pp > 0 mm	67	0.51	26	0.26	2	0.03	57	0.49	4	0.08	13	0.15
pp > 30 mm	14	0.11	4	0.04	0	0	8	0.07	0	0	1	0.01
pp > 50 mm	4	0.03	1	0.01	0	0	4	0.03	0	0	1	0.01

TABLA 2. Probabilidad (P) y Frecuencia (Frec) de ocurrencia de precipitación para distintos umbrales asociada a cada grupo (Gn°) en Córdoba aero

Tomando como precipitación extrema a la que supera los 50mm/24 horas, vemos que éstas se encuentran asociadas a los grupos 1 y 4 principalmente. También están asociadas con los grupos 2 y 6, aunque con valores de probabilidad de ocurrencia menores.

Para mejorar la confiabilidad de los resultados obtenidos sobre extremos, y teniendo en cuenta que la precipitación es una variable no homogénea espacialmente, se definió la precipitación regional, como la suma de las precipitaciones diarias de cuatro estaciones cercanas, Córdoba aero, Córdoba observatorio, Escuela militar de aviación y Pilar.

En este caso el período de información tomado fue de 4 años (2000-2003), en el cual se posee información de precipitación de las cuatro estaciones y los datos de los sondeos.

Se consideró como precipitación extrema a la que reunía las siguientes condiciones: la precipitación areal superaba los 50mm/24 horas y al menos en una estación la precipitación fuese mayor o igual que 40mm. Se calculó la frecuencia porcentual asociada a cada grupo.

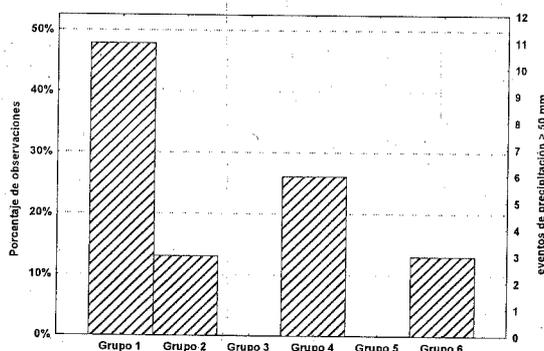


FIGURA 3. Distribución de frecuencias netas y porcentuales de ocurrencia de extremos de precipitación regional, asociada a cada grupo (precipitación > 50mm).

A partir de la figura 3 concluimos que los perfiles de los grupos 1 y 4 se asocian mayormente a eventos

extremos de precipitación regional. Los grupos 2 y 6 poseen valores intermedios de precipitación y los grupos 3 y 5 no están asociados a precipitación regional extrema de acuerdo a la definición utilizada.

Por último se calculó el índice medio de inestabilidad para cada uno de los grupos definidos anteriormente. El resultado de su análisis que se muestra en la tabla 3, confirma que los perfiles asociados a precipitaciones intensas y tiempo severo son los correspondientes a los grupos 1 y 4 confirmado por los tres índices, tal es el caso del sondeo del 26/12/2003, que se asocia al grupo 4, en cuya fecha un tornado azotó la ciudad de Córdoba y la precipitación regional fue de 485mm.

Probabilidades de transición y tipos de circulación asociados a eventos de lluvias extremas.

Para caracterizar los tipos de circulación asociados a la muestra de eventos de precipitación extrema analizados, en total 27 casos, se efectuó un análisis objetivo de los campos de altura geopotencial de 850 y 300 hPa y los campos de humedad específica del nivel de 850 hPa. Mediante el método K-means aplicado a los campos se obtuvieron 3 grupos que representan el total de los casos, tanto para el día del evento como para los dos días anteriores.

Como resultado se obtuvieron secuencias de días asociados a los tres tipos de circulación. De todas las combinaciones posibles de estos tres tipos de circulación (27 combinaciones) en la tabla 4 se muestran las probabilidades de transición distintas de cero asociadas y la figura 4 muestra los campos de circulación asociados a los mas frecuentes. Si bien la muestra de datos está condicionada a la disponibilidad de la información, que es reducida, se muestra que en 17 de las 27 combinaciones la probabilidad de ocurrencia es cero, lo cual es concordante con la validez de la discriminación en grupos de los diferentes patrones de circulación obtenidos por esta metodología.

Las secuencias de los campos 112 y 312 (figura 4) representan el 40% de los eventos de precipitación

	G1		G2		G3		G4		G5		G6	
	índice	σ										
K	30.68	4.9	15.57	5.2	-3.41	6.7	29.40	5.1	9.48	7.4	17.67	6.2
SH	0.57	2.7	2.50	2.5	8.27	3.8	2.04	2.8	11.94	3.4	6.38	3.6
TT	46.66	4.0	44.78	3.8	35.19	6.5	44.61	4.3	29.12	7.2	38.46	5.7

TABLA 3. Índices de inestabilidad K, Showalter y Total-Totals. Para cada grupo se muestran valores medios con sus respectivos desvíos. Los valores en negrita indican los índices que superan los umbrales de inestabilidad.

extrema y están asociados al ingreso de humedad bordeando la cordillera de los Andes durante los dos días precedentes a la ocurrencia del evento. En estos casos la región baroclínica se encuentra confinada al sur de 50° S. En el nivel de 300 hPa. se observa la presencia de una región de vientos difluentes asociados a curvatura anticiclónica sobre la región en estudio.

La secuencia 122 (18 % de los casos) muestra la advección de humedad preponderante del anticiclón semipermanente del Océano Atlántico, mostrándose una

profundización en los últimos dos días previos a la ocurrencia de la precipitación.

La secuencia 233 tiene la mayor probabilidad de ocurrencia y agrupa los casos de precipitación mas intensa. Presenta un ingreso de humedad hasta mayores latitudes que en las secuencias analizadas anteriormente, pero se observa que el flujo en la zona de mayor baroclinicidad, al sur de los 37° S aproximadamente tiene una dirección Sudoeste-Noreste. En esta zona además se muestra un gradiente de presión más intenso.

Grupos	111	112	113	121	122	123	131	132	133	211	212	213	221
Frecuencia		6			5	1	1						
P		0.46	0	0	0.38	0.08	0.08						
Grupos	223	231	232	233	311	312	313	321	322	323	331	332	333
Frecuencia		2		5	1	3				1	2		
P		0	0.29	0.71	0.14	0.43				1.14	0.29		

TABLA 4. Frecuencia absoluta y Probabilidades de transición(P) para las secuencias de tipo de circulación

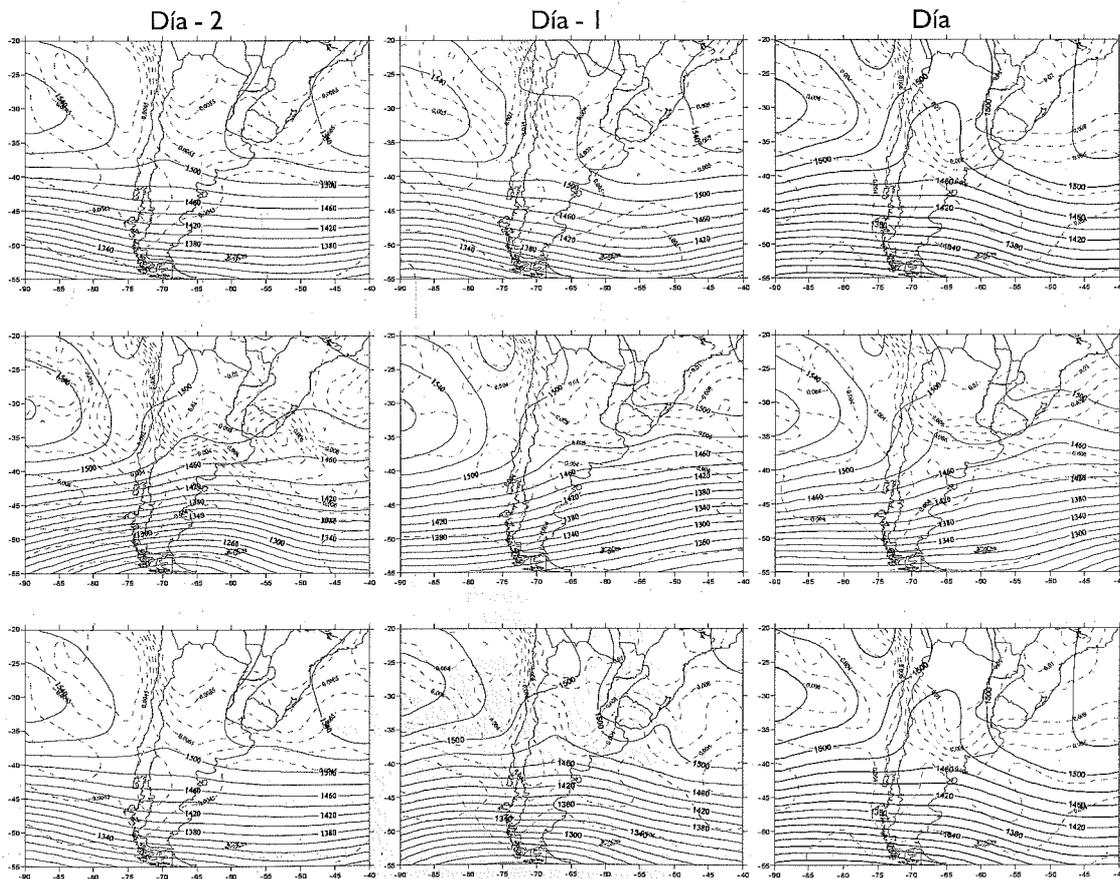


FIGURA 4: Altura geopotencial (línea sólida) y humedad específica (línea punteada) para el nivel de 850 hPa. para el día de lluvia extrema en Córdoba y los dos días precedentes. Se muestran las tres secuencias más probables; a) 112, b) 233, c) 122.

CONCLUSIONES

A partir de la información analizada vemos que la estructura vertical de la atmósfera para la ciudad de Córdoba y alrededores presenta seis tipos de estructuras verticales de temperatura y temperatura de rocío. Cada tipo presenta diferencias entre sí, y se pueden clasificar en dos grupos que producen precipitaciones extremas y/o severas, dos que producen precipitaciones escasas y otras dos asociadas a buen tiempo.

Para las precipitaciones de intensidad extrema tanto regionales como locales, la clasificación de la estructura vertical de la atmósfera (vista desde la temperatura y temperatura de rocío) no muestra diferencias. Por lo tanto se puede afirmar que la clasificación tiene validez tanto regional como localmente.

Si bien el período analizado es corto, los resultados indicarían que los grupos obtenidos se pueden clasificar como buenos «predictores» de fenómenos severos de precipitación en la región.

En todas las secuencias analizadas de los campos de circulación de 850hpa. se observa una perturbación ciclónica (en general, una vaguada) que se desplaza conducida por el flujo del oeste en la zona de mayor baroclinicidad. Esto indica el pasaje de una zona frontal en la región.

En particular para la secuencia 233, la cual está asociada a las precipitaciones más intensas, la zona frontal llega hasta latitudes menores, mostrándose más intenso el gradiente de presión de la zona baroclínica que en las otras secuencias. Esto, ligado a contenidos de humedad elevados, estaría proporcionando las condiciones necesarias para las intensas precipitaciones registradas.

Para los campos de humedad específica encontramos que el ingreso de humedad se produce cercano a la orografía cordillerana y se extiende meridionalmente hasta la región central del país en la troposfera baja.

En el caso de la secuencia 233 el mayor ingreso de humedad se ve confinado a la región norte de Argentina, pero como vimos anteriormente, el pasaje de la zona frontal asegura un contraste térmico mayor. Finalmente en 300 hPa se manifiesta la presencia del jet subtropical asociado al sistema frontal, provocando una zona de difluencia en la región en estudio, lo que favorece la génesis de tormentas de masas de aire.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los Drs. Susana Bischoff y Walter M. Vargas, a los proyectos UBA X-234 y UBA X-095, CONICET PIP 5139 y CLARIS por sus aportes en el desarrollo de este trabajo y al Servicio Meteorológico Nacional por la información suministrada, en especial al Dr. Hector H. Ciappesoni.

BIBLIOGRAFIA

- Bocchieri, J. (1980). The Objective Use of Upper Air Soundings to Specify Precipitation Type. *Monthly Weather Review*, Vol. 108, págs. 596-603. Mayo 1980.
- Duarte de Lloret, M. L.; Necco, G. (1979) Resultados preliminares de la aplicación de funciones ortogonales empíricas a radiosondeos de la República Argentina. *Meteorológica* Vol. X, N° 2 - diciembre 1979.
- Hartigan, J. A. (1975). *Clustering Algorithms*. New York: Wiley.
- Hartigan, J. A. and Wong, M. A. (1979). A k-means clustering algorithm. *Applied Statistics* 28, 100-108.
- Kalnay et al., 1996: The NCEP/NCAR Reanalysis 40 years Project. *Bulletin of the American Meteorological Society*.
- Lorenz E.N. (1956). Empirical orthogonal functions and Statistical Weather prediction. *Scientific Report N°1*. Statistical Forecasting Project.
- Yudin, M.I (1969). Some applications of statistical approach to the numerical weather prediction on lectures on numerical short-range Weather prediction, WMO, N° 297.

PROPUESTA DE MODELOS EMPÍRICOS PREDICTIVOS DEL DERRAME ANUAL DE RIO SAN JUAN

Arnobio G. Poblete (*) / Juan L. Minetti (**)

(*) Instituto de Geografía Aplicada de la UNSJ y LCS

(**) CONICET, Dpto. de Geografía de la UNT y Laboratorio Climatológico Sudamericano (LCS)

(Recibido el 06/06/2006 - Aceptado por referi el 04/07/2006)

RESUMEN

La variedad de intentos, técnicas y metodologías para predecir el derrame anual del río San Juan, muestran los inconvenientes que involucra esa tarea. Más aún cuando no se puede encarar desde su propia serie temporal.

De ahí que la idea de estimarlo a partir de datos meteorológicos y/o índices climáticos sea la más práctica a esta altura de las investigaciones sobre el tema.

Este trabajo, que se propone mejorar la predicción climática del derrame del río San Juan, se deriva de uno anterior que profundizó el conocimiento del clima de las cuencas de los ríos andinos y del recurso hídrico superficial en la región de Cuyo y sus teleconexiones, lo que aportó una base más sólida y amplia para que los modelos estadísticos predictivos aquí formulados tengan mayor sustento físico.

Otros autores e instituciones encontraron modelos que superaron el límite del 23% de varianza explicada. Para superar ese logro se implementa la mencionada profundización del conocimiento del clima de las cuencas, el uso de herramientas estadísticas más sofisticadas para construir modelos, y tener disponibles nuevos predictores de las teleconexiones.

ABSTRACT

The variety of intents, technical and methodologies to predict the annual runoff of the river San Juan, show the inconveniences that it contains to face that task. Plus still when it cannot be faced from their own temporary series.

With the result that the idea of estimating it starting from meteorological data and/or climatic indexes is the most practical to this height of the investigations on the topic.

This work that intends to improve the climatic prediction of the runoff of the river San Juan, is derived of one previous that deepened the knowledge of the climate of the basins of the Andean rivers and of the hídric resource superficial in the region of Cuyo and its teleconexions, what contributed a more solid and wider base so that the predictives models statistical here formulated, have bigger physical sustenance.

They were model that overcame the limit of 23% of explained variance reached by other authors and institutions. This is achieved with the mentioned profundization of the knowledge of the climate of the basins, the use of more sophisticated statistical tools to build models, and to have available new predictors of the teleconexions.

INTRODUCCIÓN

En el pasado, sequías registradas en el piso superior de la Cordillera Central en Argentina durante los años 1968-71 dieron motivo a la discusión académica sobre la importancia de los eventos ocurridos, desde el punto de vista de su funcionamiento, hasta el de los impactos. Estas reuniones llevadas a cabo en Mendoza como la Primera Jornada de Nivoglacialogía en 1969 y Primera Jornada del Agua y el Futuro Regional de Mendoza (1973) pusieron de relieve el complejo problema sobre los límites del crecimiento sustentable y dieron motivo a la creación del IANIGLA (Instituto Argentino de Nivología y Glaciología - CRICYT) del CONICET, como ente gubernamental para la resolución de algunos de estos problemas. Paralelamente el CONICET a través del Centro de Investigaciones Regionales de San Juan (CIRSA) encaró el desarrollo de un Proyecto de Clima y Recursos Hídricos de la Cordillera Central a Partir del año 1983.

La cantidad de investigaciones realizadas ha sido bastante grande e importante. Sin embargo por razones de orden Institucional, este proyecto se interrumpió en el año 1991 con la disolución de este Instituto, quedando aún en funcionamiento el IANIGLA-CRICYT en Mendoza.

Períodos de sequías prolongadas continuaron apareciendo en las cuencas del norte de la Cordillera Central afectando notablemente a los derrames del río San Juan durante los ciclos: 1988-89, 1989-90, 1990-91, 1995-96 y 1996-97, Flamenco(2002).

La posibilidad de predecir el derrame del río San Juan con información climática ha sido solicitada al Laboratorio Climatológico de la Sede Noroeste ampliado (NOAA) de la Fundación Caldenius durante el ciclo hidrológico 1998-99 por la Dirección de Hidráulica de la Provincia de San Juan. En esta oportunidad se comprueba que la

investigación realizada hasta el presente sobre estos aspectos no fue completada en las Instituciones mencionadas y Cuyo no dispone aún de estos modelos en forma operativa. Para aquel evento, el Laboratorio citado había desarrollado un modelo multilíneal donde se lograba explicar el 31% de la varianza del derrame a partir de predictores o precursores climáticos de largo plazo, Minetti, J.L., Vargas, W.M. (1997). Los tres modelos desarrollados que habían pronosticado relativamente bien los derrames del periodo de prueba 1991-92 a 1997-98, no lo hicieron en el 1998-99 por un cambio de las variables predictivas sobre mediados del periodo invernal. Esta situación llevó a que las autoridades optaran por otros métodos predictivos que parten de la cobertura nival (ya caída y evaluada desde fotos satelitales), que reemplazaría en algunas medidas a los registros de nieve del final de la campaña nival.

Si bien es cierto que ninguno de estos dos últimos métodos (medición y evaluación de superficie nival como entrada de un modelo predictivo) podrán ser equiparados en el futuro por tener una variable más precisa de entrada, éstos no podrán superar a los resultados de un modelo climático en el caso de que se requiera una predicción con mayor anticipación. (Por ejemplo sobre el otoño o comienzos del invierno antes de que la principal caída nívea ocurra).

Para mejorar la predicción climática del río San Juan y los restantes ríos de Cuyo como estudio complementario a éste, se hizo necesario profundizar el conocimiento del clima de las cuencas de los ríos andinos y del recurso hídrico superficial en la región de Cuyo, Poblete, et. al. (2005), con el fin de que los modelos predictivos tengan una base más sólida y amplia.

Es posible que superar el límite ya encontrado de una varianza explicada del 31% sea una tarea muy difícil, pero con la profundización en el conocimiento del clima de las cuencas, de los modelos -con herramientas estadísticas más sofisticadas- y la búsqueda de nuevos predictores en teleconexión; se puede mejorar el resultado.

La variedad de intentos, técnicas y metodologías descriptas, muestran los inconvenientes que encierra predecir con precisión el derrame anual del río San Juan, desde su propia serie temporal, Poblete (2001). De ahí que la idea de estimarlo a partir de datos meteorológicos y/o índices climáticos sea la más práctica a esta altura de las investigaciones sobre el tema, Compagnucci, R.H., y Vargas, W.M. (1998).

DATOS Y METODOS

Para realizar este estudio se tomó como base de datos a los registros aportados por la Secretaría de Energía (1994) y Departamento de Hidráulica de la Provincia de San Juan (ver figura 1).

Los cuantificadores del ENSO («El Niño» Southern Oscillation= El Niño/Oscilación del Sur) y otros índices de circulación, que se utilizan en este trabajo, fueron provistos por el Laboratorio Climatológico de la Fundación Caldenius, sede NOAA, u obtenidos vía Internet. Los

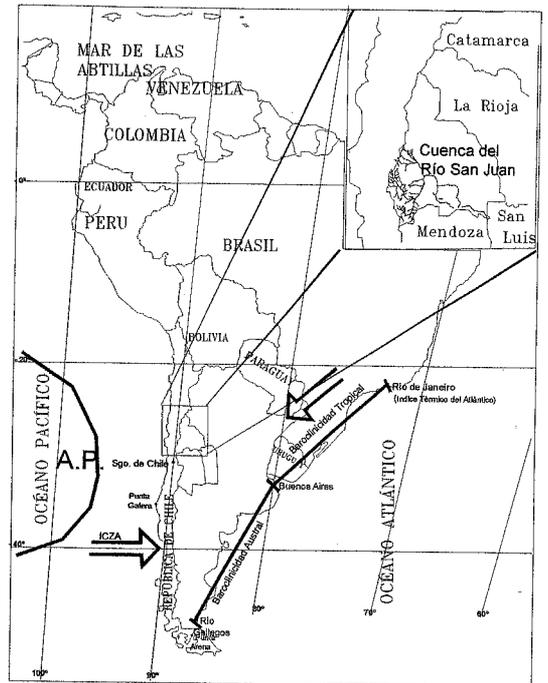


FIGURA 1. Ubicación del río San Juan y los índices de Circulación. (Dibujante: Laura A. Aguiar)

mismos, se describen sucintamente a continuación (sus ubicaciones geográficas, se pueden apreciar en la figura 2):

a) Las temperaturas superficiales del mar (SST) a las observadas en las áreas denominadas El Niño 1+2, El Niño 3, El Niño 4 y El Niño 3+4, y la temperatura del mar costero en Puerto Chicama-Perú.

b) Como índice de alteración de la gran escala se ha empleado al SOI de Troup obtenido del Buerau of Climatology de Australia, vía Internet, que mide las diferencias de las anomalías de presión entre Tahití y Puerto Darwin -Australia-, que posee una serie completa en el periodo de análisis. Esta última fue obtenida de la Administración Nacional de Océanos y Atmósfera de EE.UU.(NOAA), Instituto Geofísico del Perú y Centro Climático de Australia.

c) Recientemente para cuantificar el ENSO, se implementa un índice multivariante llamado MEI, Poblete y Minetti (2003), con seis variables observadas sobre el Océano Pacífico tropical: la presión atmosférica medida en el nivel del mar, los componentes del viento de superficie, zonal y meridional, la temperatura de la superficie del mar, la temperatura del aire en superficie y la nubosidad. La serie histórica que se usa en este trabajo, fue realizada basándose en observaciones reunidas y publicadas por Coastal Data Assimilation System (CODAS), vía Internet.

El MEI se computa en forma separada para doce periodos que solapan la mitad de cada mes. Después de filtrarse los campos individuales y espaciales en los clusters El MEI se calcula como el componente principal de los seis campos combinados de las citadas variables, luego de

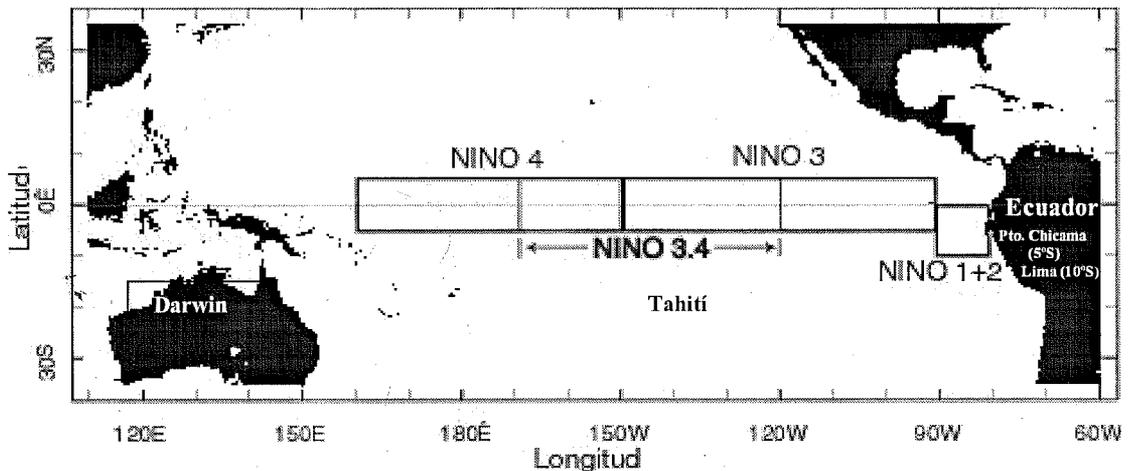


FIGURA 2. Ubicación de las áreas donde se evalúan mide las SST, el SOI y el MEI.(NOAA-EE.UU)

normalizar la variación total de cada campo primero y realizar la extracción del primer componente principal en la matriz de covarianza de los mismos. Los valores negativos del MEI representan los ENSO fríos: «La Niña», mientras que los positivos los calurosos: «El Niño».

Los índices de circulación atmosférica regional utilizados para la elaboración de los modelos son: Poblete et. al. (2005).

d) Índice de circulación zonal austral (ICZA) que mide la actividad de los «oestes» mediante las diferencias de anomalías de presión entre Punta Galera(40° 41'S y 73°44'W) y Punta Arenas(53° 10'S y 70°54' W) en Chile.

e) La anomalía de la amplitud térmica de Santiago de Chile (ATSGO) que indica la presencia de alta o baja actividad anticiclónica en el Centro de Chile, como un indicador del estado del anticiclón del Pacífico.

Criterios y algoritmos de modelación

En el contexto de este trabajo el término modelo deberá ser entendido como una representación simplificada de un sistema. A éste se lo interpreta como un conjunto de elementos o componentes vinculados entre sí por ciertas relaciones.

El modelo empírico *nace de los datos* de ahí que sus diferencias con el teórico sean marcadas. Estas diferencias se pueden resumir en las siguientes, Pulido, A. (1987):

- * El modelo empírico exige una especificación estadística más precisa de las variables que lo componen.
- * Se explicita por medio de una forma funcional definida.
- * La dinamicidad propia de los sistemas reales obliga a considerar explícitamente al tiempo, mientras que tal especificación puede ser eludida por el modelo teórico.
- * Los modelos empíricos se establecen como relaciones *no deterministas* entre variables, suponiéndose la existencia de uno o varios elementos al azar; por el

contrario los teóricos suelen proponerse como relaciones exactas.

* Quizás la más importante de las diferencias es la vocación de generalidad del modelo teórico al intento de concreción real del modelo empírico.

Para concluir esta breve referencia semántica sobre la construcción de modelos se deja establecido que una formulación empírica necesita de un soporte teórico climatológico previo pues sin él se cae en el mero cálculo de relaciones observacionales. Poblete(2002).-

No obstante, la simplicidad de ciertos modelos empíricos predictivos puede aconsejarse, por razones de tiempo y economía, con preferencia a la modelización teórica aún a costa de renunciar a un conocimiento más profundo del fenómeno en estudio, Pulido, A. (1987). Por lo cual, el proceso de elaboración de teoría - contraste de resultados, debe ser iterativo y no terminal.

Como las estructuras teóricas no son evidentes, la teoría no puede probarse directamente. Lo que se puede hacer es examinar la validez teórica de las relaciones postuladas en un contexto dado, Willmott C. J., et. al. (2000). Antes de que la teoría pueda probarse empíricamente, un juego de indicadores notables debe definirse para valuar la dimensión de cada escenario. Debe haber reglas claras de correspondencia entre los indicadores y las estructuras. Para probar al modelo conceptual, cada una de estas partes debe formularse primero como un modelo estadístico, Pulido(1987).

* El modelo estadístico requiere la especificación de la forma de la relación: lineal o no-lineal. Normalmente se asume que las relaciones estructurales son lineales pero también se han propuesto modelos no-lineales Hammond, R. ; Mc Cullagh, P. (1974.).

No se espera que las relaciones en el modelo sean determinísticamente exactas. Es más a menudo, las variables independientes son válidas para sólo un fragmento de la variación y covariación en las dependientes, porque puede haber muchas otras variables que están asociadas con las mismas, pero no incluidas en el modelo. Estas

variables así omitidas representan en la elaboración del modelo, a un juego de condiciones estocásticas, una para cada variable dependiente, Draper N.R. and Smith H. (1966).

Una vez elegidas teóricamente las variables predictoras, se emplean técnicas de selección de variables que mejor ajustan un modelo de regresión y como paso previo se cree conveniente el procedimiento que hace uso de un coeficiente denominado: Cp de Mallows, Draper y Smith (1966), que detecta el llamado «best subset» o sea el mejor conjunto de ecuaciones para representar la más criteriosa selección de variables a incluir en el modelo. Este consiste en computar todas las regresiones posibles entre las variables involucradas, Poblete (2002).

Con esta primera noción objetiva de asociación entre variables, se intenta la búsqueda del modelo propiamente dicho con la consiguiente eliminación de variables no significativas para la estimación. Para ello se emplea el procedimiento estadístico, llamado Stepwise, Poblete (2002).

Para validar la performance de los modelos construidos, es decir cuando se evalúa la conformidad de las estimaciones (Ei) a las medidas (Mi) usando la diferencia Ei-Mi (o diferencias del mismo tipo) se especifican tres clases de índices, Kobayashi y Salam, (2000).

* Cuadrado de las diferencias (es decir, distancia Euclídeana).

* Las diferencias simples (es decir, las distancias aritméticas).

* Las diferencias absolutas (es decir, distancia de Manhattan).

Para ese propósito se construyen los siguientes de índices de diferencias cuadradas:

Error global:

$$SB = (\bar{E} - \bar{M})^2$$

(Kobayashi y Salam, 2000)

La media de la raíz cuadrada de la variación:

$$RMSV = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(E_i - \bar{E}) - (M_i - \bar{M})]^2}{n}}$$

(Kobayashi y Salam, 2000)

La media de la raíz cuadrada del error:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (E_i - M_i)^2}{n}}$$

(Fox, 1981)

La desviación standard general:

$$GSD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (E_i - M_i)^2}{n}} \cdot \frac{100}{\bar{M}} = RMSE \cdot \frac{100}{\bar{M}}$$

Willmott (2000)

La media normalizada del cuadrado del error:

$$NMSE = \frac{\sum_{i=1}^n (E_i - M_i)^2}{\sum_{i=1}^n E_i \cdot M_i}$$

(Kumar, 2000)

La eficiencia del modelo:

$$EF = \frac{\sum_{i=1}^n (M_i - \bar{M})^2 - \sum_{i=1}^n (E_i - M_i)^2}{\sum_{i=1}^n (M_i - \bar{M})^2} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (E_i - M_i)^2}{\sum_{i=1}^n (M_i - \bar{M})^2}$$

(El Greenwood et al., 1985)

La eficacia porcentual del modelo:

$$EF\% = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n (E_i - M_i)^2}{\sum_{i=1}^n (M_i - \bar{M})^2} = 100 \cdot (1 - EF)$$

(El Greenwood et al., 1985)

El índice de acuerdo:

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (E_i - M_i)^2}{\sum_{i=1}^n (|E_i - \bar{M}| + |M_i - \bar{M}|)^2}$$

(Willmott y Wicks, 1980)

El coeficiente de determinación:

$$CD = \frac{\sum_{i=1}^n (E_i - \bar{M})^2}{\sum_{i=1}^n (M_i - \bar{M})^2}$$

(Loague y Green, 1991)

Los estadísticos cuadrados generalmente son muy sensibles a los valores extremos, sobre todo cuando el número de datos no es muy grande. El límite más bajo de SB, RMSV, RMSE, GSD, y NMSE es 0, lo que significa la

adhesión plena entre las estimaciones realizadas por el modelo y medidas, Willmott y Wicks, (1980).

SB es un índice global del error de las estimaciones de las medidas. RMSV indica cuanto le falta al modelo para estimar la variabilidad de las medidas alrededor de la media. La normalización por medio del producto ($E_i \cdot M_i$) previene que el NMSE esté muy encima/debajo de lo estimado, Addiscott y Whitmore(1987).

El uso de EF es una extensión a cualquier clase de modelos de las estadísticas del r^2 común de rectas de regresión. EF puede tener valores positivos o negativos, 1 es su límite superior, mientras que el infinito negativo es su más bajo límite teórico. Si EF es menor que 0, indica una baja performance en la estima del promedio de medidas. El índice de acuerdo (d) oscila en: $0 <= d <= 1$. El CD es la proporción de variación del total de medidas explicada por las estimaciones pero no es lo mismo que el r^2 , siendo posibles valores de CD mayor que 1 (cuando $CD=1$ el modelo es el mejor, pues representa que la desviación de la media de medidas es la misma para las estimaciones y medidas), Kumar, (2000).

Las diferencias simples

El error de las estimaciones medias:

$$MBE = \frac{\sum_{i=1}^n E_i - M_i}{n}$$

(Addiscott y Whitmore, 1987)

El error relativo:

$$E = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \frac{E_i - M_i}{M_i}$$

(Addiscott y Whitmore, 1987)

El error máximo:

$$MaxE = Max(E_i - M_i)$$

Willmott y Wicks, (1980)

El error en porcentaje máximo:

$$MaxE\% = \frac{100}{M_{max}} Max(E_i - M_i)$$

Willmott y Wicks, (1980)

El coeficiente de masa residual:

$$CRM = \frac{\sum_{i=1}^n M_i - \sum_{i=1}^n E_i}{\sum_{i=1}^n M_i} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{\sum_{i=1}^n M_i}$$

(Loague y Green, 1991)

El error fraccionario:

$$FB = 2 \cdot \frac{\bar{E} - \bar{M}}{\bar{E} + \bar{M}}$$

(Kumar, 2000)

Los índices MBE, E, MaxE, MaxE%, CRM, y FB pueden resultar positivos o negativos, siendo cero el valor óptimo. FB varía entre +2 y -2. Para todos ellos, menos CRM que un valor positivo indica que, por término medio, la estimación está por encima de las medidas, y recíprocamente para un valor negativo. Se puede ver que el cuadrado de MSE es SB, Loague y Green, (1991).

MBE es menos informativo que E porque no se proporcionan los residuos al tamaño de las mediciones. MBE es útil para computar la variación del error, Willmott, et. al. (2000):

Es importante señalar que la debilidad intrínseca de esas medidas que se obtienen sumando las diferencias simples (como MBE) o substrayendo sumas de valores (como CRM); con valores cerca o igual a 0, incluso puede obtenerse sin una proximidad buena entre todos los pares E_i y M_i pero simplemente debido a las compensaciones recíprocas producidas por las diferencias que han se han opuesto, Willmott y Wicks, (1980)

Las diferencias absolutas

El error absoluto máximo:

$$ME = Max|E_i - M_i|$$

(Loague y Green, 1991)

El error absoluto medio:

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |E_i - M_i|}{n}$$

(Schaeffer, 1980)

El error absoluto máximo en porcentaje:

$$MA\%E = 100 * \sum_{i=1}^n \frac{|E_i - M_i|}{|M_i|} * \frac{1}{n}$$

(Schaeffer, 1980)

La desviación standard absoluta general:

$$GASD = 100 * \sum_{i=1}^n \frac{|E_i - M_i|}{n} * \frac{100}{|\bar{M}|} = MAE * \frac{100}{|\bar{M}|}$$

(Jørgensen et al., 1986)

La eficacia del modelo modificada:

$$EF_1 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |E_i - M_i|}{\sum_{i=1}^n |M_i - \bar{M}|}$$

(Yang et al., 2000)

Un modelo es muy bueno cuando: MAE, MA%E, y GSD tienden a su límite más bajo: 0(cero), y el EFI tiende a uno(1), Willmott et. al. (2000).

Un problema potencial existe con MA%E, y se debe a la división por Mi, puesto que MA%E será indefinido cuando cualquier valor de Mi se acerque a 0. Los problemas también ocurren con los valores bajos de Mi, cuando MA%E tiende a infinito, cuando cualquier Mi tiende hacia 0. Tales problemas sugieren usar MA%E con cautela, a menos que todos los Mi son de magnitud similar, Willmott et. al. (2000).

Una medida relativa buena es GSD que puede usarse si MA%E es indefinido. Esta medida proporcionaría una información muy similar a GSD. El mismo problema asociado a MA%E no se evita completamente con GSD o GSD porque la inestabilidad puede ocurrir si el promedio de medidas tiende a 0, Willmott et. al. (2000).

Stöckle et al.(1998), sugieren los límites superiores y más bajo para un muy buen modelo cuando $GSD < 10\%$ y $d < 0.95$, la actuación aceptable cuando $10\% < GSD < 20\%$ y $d < 0.90$, y pobre con otros valores.

Basándose en los algoritmos de estos procedimientos, se realizó un programa en Visual Basic 6.0, que complementado con utilitarios estadísticos y graficadores sirvió para elaborar lo que se expone a continuación.

DESARROLLO Y DISCUSIÓN

Este trabajo es la derivación natural de los de Poblete y Minetti (2003) y Poblete, et. al.(2005). En los mismos, se concluye que el derrame anual del río San Juan presenta una significativa asociación con el ENSO, siendo la mayor correlación con el Niño 3+4 y el MEI, lo que indicaría que la caída de nieve tiene una teleconexión marcada con el estado térmico del océano Pacífico, mar adentro. También muestra una buena correlación negativa (-0.56), con el índice de circulación zonal austral (ICZA) lo que indicaría que, cuando lo «oestes» están más activos implicaría que el Anticiclón Pacífico confina las vaguadas y depresiones de superficie a latitudes australes, por lo que dichos mecanismos precipitantes no serían frecuentes en la latitud de la cuenca del río San Juan, y viceversa. Esto está confirmado por la asociación inversa con la amplitud térmica de Santiago mostrando que un anticiclón Pacífico intenso inhibe los procesos de precipitación en la cordillera central y rerecíprocamente.

Teniendo en cuenta estos conceptos es que se elaboran, con las técnicas descriptas los siguientes modelos:

Multivariantes:

$$1.-) \text{ Derrame} = 6569.5 + 670.4753 * \text{SMT34} - 229.9966 * \text{SGO} - 147.59859 * \text{ICZA}$$

RESUMEN DEL MODELO:

$$r = .73762048 \quad R^2 = .54408397 \quad R^2 \text{ Ajustado} = .51368957$$

$$F(3,45) = 17.901 \quad p < .00000 \text{ Std.}$$

Error de la estimación: 690.35

	BETA	Err. Std de BETA	B	Err. Std de de B	t(45)	Nivel de p
Interpc.			6569.50354	1359.45439	4.83245602	1.6036E-05
SMT34	0.42279375	0.11007487	670.475398	174.559087	3.84096531	0.00038114
ATSGO	-0.22596158	0.12078186	-229.996615	122.938685	-1.87082377	0.06788081
ICZA	-0.30051698	0.11894704	-147.59859	58.4207079	-2.52647726	0.01510758

$$2.-) \text{ Derrame} = 4432.93 + 751.120957 * \text{SMT34} - 195.96573 * \text{ICZA}$$

RESUMEN DEL MODELO:

$$r = .71317881 \quad R^2 = .50862402 \quad R^2 \text{ Ajustado} = .48725985$$

$$F(2,46) = 23.807 \quad p < .00000 \text{ Std.}$$

Error de la estimación: 708.86

	BETA	Err. Std de BETA	B	Err. Std de B	t(46)	p-nivel
Interpc.			4432.93817	757.235568	5.85410717	4.7888E-07
SMT34	0.47364788	0.10952587	751.120957	173.68848	4.32452952	8.13E-05
ICZA	-0.39899453	0.10952587	-195.96573	53.7935142	-3.64292486	0.0006824

Univariantes

3.-) $Derrame = 72.661225(ICZA)^{\frac{16.601572}{ICZA}}$ (Fig. N° 2).

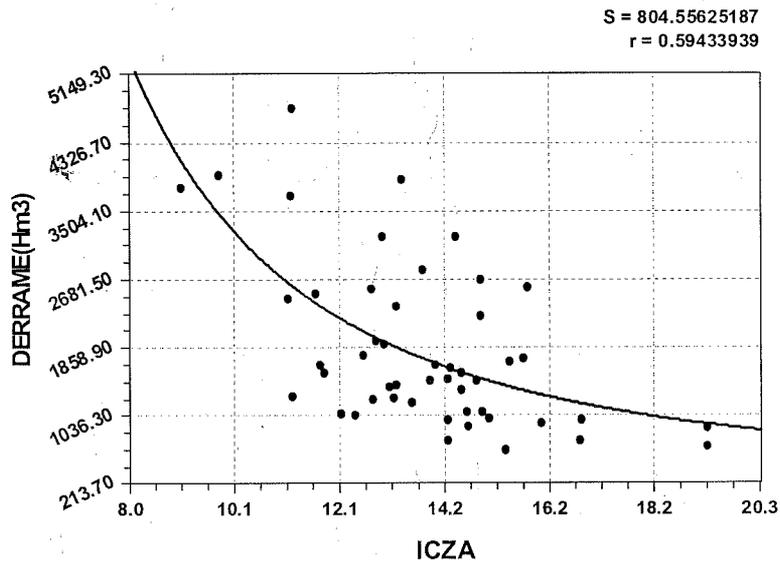


FIGURA 2: Ajuste correspondiente al modelo número 3.

4.-) $Derrame = 1588.3694 + 0.58139191 * MEI + 0.000241427 * MEI^2$ (Fig. N° 3).

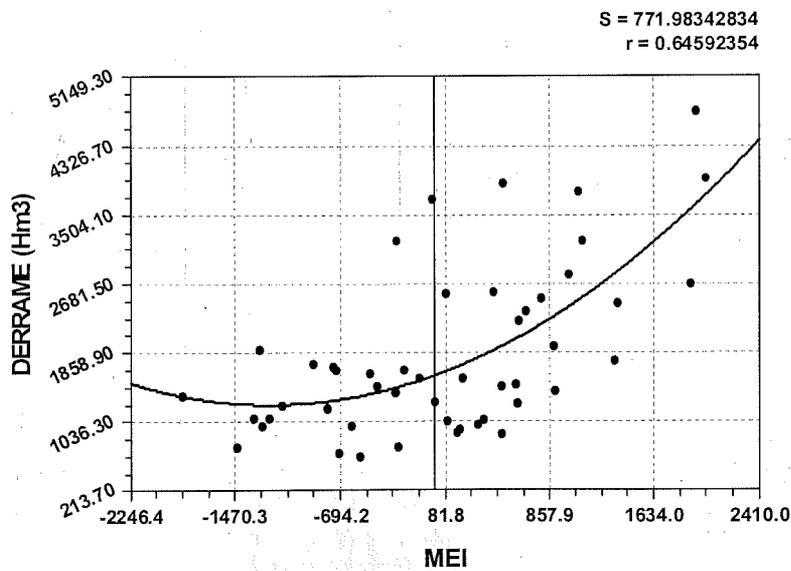


FIGURA 3: Ajuste correspondiente al modelo número 4.

El cuadro 1 resume la performance de los modelos citados, teniendo en cuenta los estadísticos descriptos con detalle en Datos y Métodos:

INDICE	1.) SMT34-ICZA-SGO	2.) SMT34-ICZA	3.) ICZA	4.) MEI
SB	0.0000	0.0000	0.3883	0.0000
RMSV	661.5732	686.8192	787.9655	747.9781
RMSE	661.5732	686.8192	787.9658	747.9781
GSD	2834.5260	2942.6930	3376.0580	3204.7300
NMSE	0.1125	0.1223	0.1674	0.1484
EF	0.5441	0.5086	0.3532	0.4172
EF%	45.5916	49.1376	64.6761	58.2783
d	0.8350	0.8152	0.7162	0.7576
CD	0.5441	0.5086	0.3509	0.4172
MBE	-0.0034	-0.0019	0.6232	0.0000
MaxE	-1692.0560	-1637.3930	-2136.7270	-2113.3040
MaxE%	-35.7124	-34.5587	-45.0977	-44.6033
CRM	0.0000	0.0000	-0.0003	0.0000
ME	1692.0560	1637.3930	2136.7270	2113.3040
MAE	527.8616	556.0685	604.7668	581.9324
MA%E	33.4835	35.9279	37.7675	37.2161
GASD	28.7551	30.2917	32.9445	31.7006
EFI	0.3287	0.2928	0.2309	0.2599

CUADRO N°1: Performance de los modelos que estiman el derrame del río San Juan (se indica la variable predictor).

Tomando el criterio de Willmott (1981), ninguno de los modelos alcanzan a ser óptimos, sin embargo presentan una aceptable performance, en especial los multivariantes:

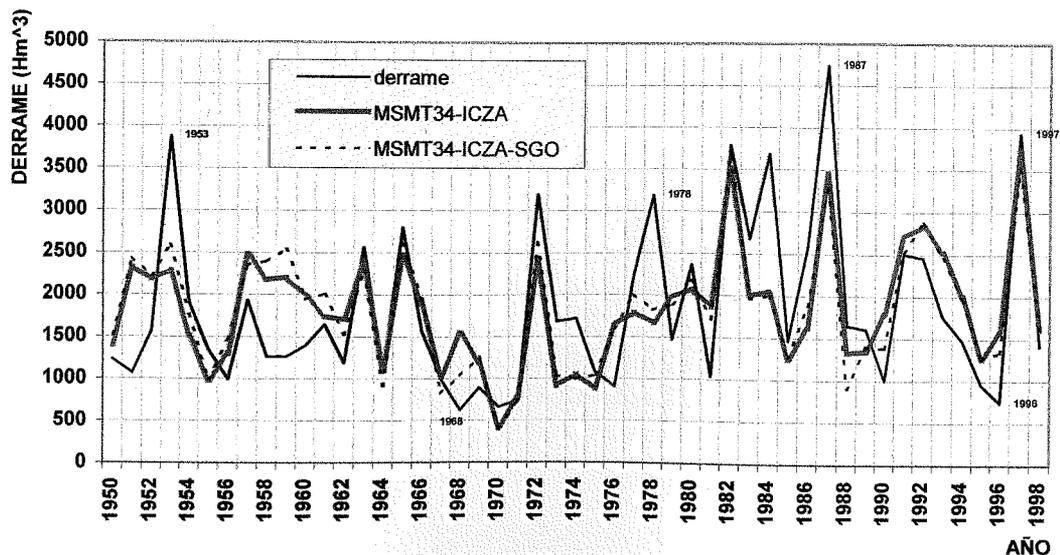
(Derrame = $f(\text{smt34, icza, sgo})$ con $d = 0.835$ y derrame = $f(\text{smt34, icza})$ con $d = 0.815$). La figura N° 4, muestra su realización en el periodo de estudio.

En la misma se puede notar una coherencia marcada en los máximos y mínimos, salvo contados casos como los más notorios de los años 1968 y 1978. Sin embargo es significativo que los dos modelos predicen con bastante exactitud el alto derrame correspondiente a «El Niño» de 1997.

La dificultad de implementación de estos modelos es contar con las variables predictoras en tiempo y forma como para elaborar el pronóstico.

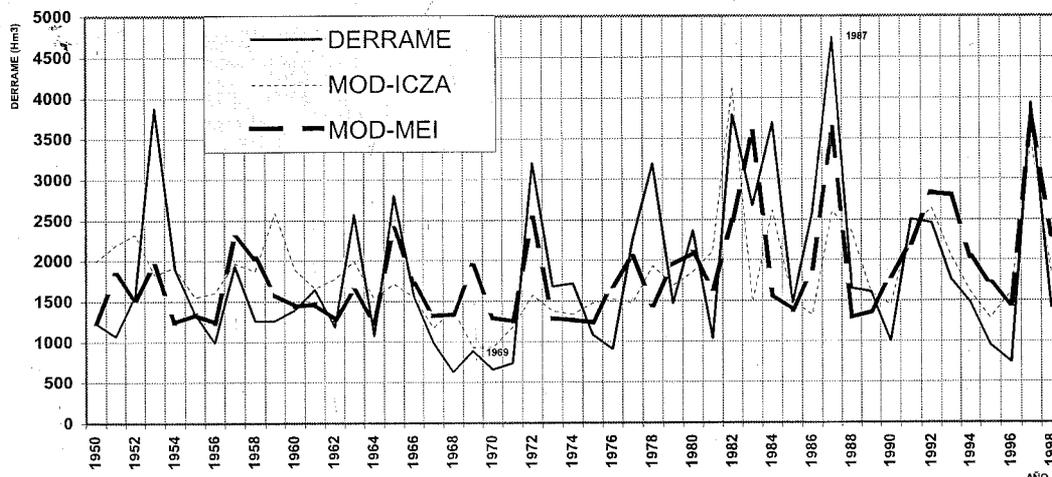
Debido a esto es que no se descartan los modelos univariantes que con una menor calificación objetiva (derrame = $f(\text{icza})$ con $d = 0.7162$ y derrame = $f(\text{mei})$ con $d = 0.7576$), presentan la ventaja de ser implementados con mayor celeridad por la disponibilidad casi inmediata de las variables predictoras. La figura N° 5, muestra la realización de estos frente al derrame real del río San Juan.

FIG. N° 4. REALIZACION DE LOS MODELOS MULTIVARIANTES (1 y 2) VS. DERRAME DEL RIO SAN JUAN



En la misma se puede notar series sin desfases, salvo el los años 1959 y 1976 y el fallo en los montos de los años 1953, 1968 y 1976, entre otros.

FIG.Nº: 5. REALIZACION DE LOS MODELOS UNIVARIANTES(3 y 4) VS.DERRAME DEL RIO SAN JUAN



CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta que el objetivo de este trabajo es exploratorio y de diagnóstico, como etapa previa a la elaboración de modelos con variables predictoras medidas antes del periodo nival, se han logrado los siguientes avances:

Los modelos predictivos del derrame del río San Juan deben tener como predictoras a variables que representen a la actividad de los «oestes» y del anticiclón Pacífico, por una parte, y al ENSO, en ese orden.

Los modelos obtenidos tomando a las variables predictoras medidas en el periodo nival, muestran un comportamiento bastante aceptable, de acuerdo a los rigurosos test objetivos a los que fueron sometidos.

Los mismos mejoran el porcentaje de varianza del 23% (umbral base al que se propuso mejorar), llevándola desde aproximadamente un 40%, en el caso de los univariantes, al 51% en los multivariantes.

Este trabajo también muestra la necesidad de seguir profundizando en la teoría modelística empírica y teórica (Redes Neuronales Artificiales y Minería de datos, por ejemplo) y en la búsqueda de predictores más eficientes que los mostrados para elevar los límites de varianza explicada alcanzados y de esta manera lograr modelos más confiables para la realización de pronósticos.

BIBLIOGRAFÍA

- Addiscott, T.M. y A.P. Whitmore. 1987. Computer simulation of changes in soil mineral nitrogen and crop nitrogen during autumn, winter and spring. *J. Agric. Sci. (Cambr.)*, 109:141-157.
- Compagnucci, R.H., y Vargas, W.M. (1998). Inter-annual variability of the Cuyo rivers' streamflow in the Argentinean Andean mountains and ENSO events. *Int. J. Climatol.* 18: 1593-1609.
- Draper N.R. and Smith H. 1966. «Applied Regression Analysis». Wiley, New York.
- Flamenco, E. (2002). Cambio del régimen hídrico en importantes ríos de la República Argentina. Informe inédito. INTA. Instituto de Clima y Agua, Castellar.
- Fox, D.G. 1981. Judging air quality model performance: a summary of the AMS workshop on dispersion models performance. *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, 62:599-609.
- Greenwood, D.J., J.J. Neeteson, and A. Draycott. 1985. Response of potatoes to N fertilizer: dynamic model. *Plant Soil*, 85:185-203.
- Hammond, R.; Mc Cullagh, P. 1974.: «Técnicas Cuantitativas en Geografía». Editorial Saltes. Madrid. Jørgensen, S.E., L. Kamp-Nielsen, T. Christensen, J. Windolf-Nielsen, and B. Westergaard. 1986. Validation of a prognosis based upon a eutrophication model. *Ecol. Model.*, 35:165-182.

- Kobayashi, K., and M.U. Salam. 2000. Comparing simulated and measured values using mean squared deviation and its components. *Agron. J.*, 92:345-352.
- Kumar, A. 2000. Dispersion and risk modeling. Department of Civil Engineering, University of Toledo.
- Loague, K., and R.E. Green. 1991. Statistical and graphical methods for evaluating solute transport models: overview and application. *J. Contam. Hydrol.*, 7:51-73.
- Minetti, J.L.; Vargas, W.M. (1997), Trends and jumps in the annual precipitation in South America, south of the 15°S. *Atmósfera* 11: 205-222.
- Minetti, J. L., Vargas, W., Poblete, A. G., 2003. «Eastern equatorial pacific SST variability related with the temperature of Lima – Peru». *Revista Transworld Research Network*. Vol.:1, Páginas 1-19 publicado el 01/02/2003. ISBN 81-7895-088X. Internacional.
- Poblete, A.G. 2002. «Estadística Multivariante para Geógrafos». Libro electrónico. FFHA.UNSJ.
- Poblete, A. G., Minetti, J. L. 2003. «Asociación entre cuantificadores del ENSO e índices de circulación atmosférica regional con el derrame del río San Juan». *Revista de Geografía*, Vol.:7 año 6, Páginas 26-33 publicado el 01/04/2003. ISSN 1514-1945 Nacional.
- Poblete, A. G. y Bertol E. 2003. «Variabilidad interanual del río San Juan». *Revista de Geografía* N°: 5, Año IV del Instituto y Departamento de Geografía de la UNSJ. ISSN 1514-1942. Pg.: 52-58.-
- Poblete, A. G., Minetti, J. L. 2003. «Asociación entre cuantificadores del ENSO e índices de circulación atmosférica regional con el derrame del río San Juan». *Revista de Geografía*, Vol.:7 año 6, publicado el 01/04/2003. ISSN 1544-1942 Nacional. Páginas 26-33.-
- Poblete A. G. Water Vargas, J. L. Minetti. 2005. «Teleconexiones entre índices de circulación atmosférica- oceánica, con los derrames anuales de los ríos de Cuyo y Comahue». Enviado al IX Congreso Argentino de Meteorología (CONGREGMET IX) a realizarse entre el 3 al 7 de Octubre de 2005 en la Ciudad de Buenos Aires, Argentina..
- Pulido, A. 1987: «Modelos Económicos». Editorial Pirámide. Madrid.
- Schaeffer, D.L. 1980. A model evaluation methodology applicable to environmental assessment models. *Ecol. Model.*, 8:275-295.
- Stöckle, C.O., G. Bellocchi, and R. Nelson. 1998. Evaluation of the weather generator ClimGen for several world locations. 7th Int. Congr. for Comp. Tech. in Agric., 15-18 November, Florence, Italy, 34-41.
- Willmott, C.J. 1981. On the validation of models. *Phys. Geogr.*, 2:184-194.
- Willmott, C.J., and D.E. Wicks. 1980. An empirical method for the spatial interpolation of monthly precipitation within California. *Phys. Geogr.*, 1:59-73.
- Willmott C. J., et. al. 2000 :»Statistical Spatial and Models». P.Hall. 1009. New York.
- Yang, J., D.J. Greenwood, D.L. Rowell, G.A. Wadsworth, and I.G. Burns. 2000. Statistical methods for evaluating a crop nitrogen simulation model, *N_ABLE. Agric. Syst.*, 64:37-53.

ANÁLISIS GEOMORFOLOGICO DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO ANCHO.

DEPARTAMENTO ZONDA, PROVINCIA DE SAN JUAN

Elvira Aideé Suarez Montenegro

Conicet, Instituto de Geografía Aplicada, Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes, Universidad Nacional de San Juan. esuarezmontenegro@yahoo.com.ar

(Recibido el 28/09/2005 - Aceptado por referi el 12/07/2006)

RESUMEN

Los resultados expuestos en la presente publicación se enmarcan en las actividades de Beca Interna de Postgrado del CONICET, que se desarrolla en el Instituto de Geografía Aplicada de la Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes.

El objetivo general del trabajo de investigación; se basó en la aplicación del enfoque sistémico para el análisis de sistemas naturales en cuencas hidrográficas precordilleranas. En este caso y en vista a su importancia se eligió como objeto focalizado a la variable geomorfológica.

Se subraya el empleo de Técnicas de Teledetección, Mapeo Analógico - Digital con simbología ITC y Observaciones Directas.

La aplicación de este enfoque integrado responde a necesidades específicas como el desarrollo y fortalecimiento de sistemas de evaluación de los recursos naturales en nuestra provincia, con vistas a la aplicación de políticas que den lugar al mejor uso y manejo sustentable de la tierra.

Se seleccionó como unidad de estudio el área drenada por el río Ancho, que se emplaza en la Precordillera Central de la Provincia de San Juan, en virtud a su fuerte influencia neotectónica y contribución de sedimentos al agua del cual se abastece la población del Gran San Juan.

Palabras Claves: Sistema Natural – Cartografía geomorfológica – Diagnóstico

ABSTRACT

The results exposed in the present publication are framed in the activities of Internal Scholarship of CONICET, that is developed in the Institute of Geography Applied in Faculty of Philosophy, Humanities and Arts.

The general mission of the investigation work was based on application of the systemic approach, for the analysis of natural systems of «precordilleranas» hydrographic river basins.

In this case it was chosen like object focused to the geomorphologic object. The use of Satellital Techniques, Manual and Digital Mapping with ITC Symbol and Direct Observations.

The application of this integrated approach responds to specific necessities like the development and fortification of systems evaluation for natural resources in our province, with views to the application of policies that give rise to the best use and sustainable Earth handling.

It was selected as study unit the area drained by the Wide river, that is located in Central Precordillera of San Juan Province, in virtue to fort influences new tectonics and contribution of sediments to the water of which the population of Great San Juan supplies itself.

Key words: Natural system - Geomorphologic Cartography - Diagnosis

INTRODUCCIÓN

El uso del término sistema es muy general en nuestros días, se hace referencia a objetos, tendencias, atributos o conjuntos. Sin embargo, la palabra sistema también expresa organización e interrelación entre dichos elementos.

Por ello el planeta Tierra constituye el ejemplo de un sistema dinámico y complejo que evoluciona en un estado de equilibrio, un sistema interactivo en el que se producen flujos de materia y energía, lo mismo sucede para cada uno de los sistemas que lo componen. El medio físico, por ejemplo, establece un sistema dinámico y complejo de transferencia de materia y energía; cuyos flujos ocasionan respuestas, cambios y modelados en el paisaje terrestre.

De acuerdo a escalas disímiles hay distintos tipos de sistemas, cada uno de los cuales constituye un elemento de la escala inmediatamente superior. Este modelo de relación suele denominarse como subsistema, sistema y supersistema, que indican la jerarquías de sus conexiones mutuas.

En Geografía Física las diferentes representaciones de los sistemas tiene por objeto mostrar como operan, indicar el valor y la dependencia temporal de las distintas variables físicas mediante modelos.

Un modelo es la representación de la realidad, la expresión formal de una teoría; hechos, procesos o sistema para la predicción y control:... «conocer un sistema es sinónimo de haber establecido uno o varios modelos que lo describan y expliquen, permitiendo predecir su comportamiento...» (López Bermúdez, 1992)

Con el uso de modelos se puede simular el sistema y predecir su comportamiento en condiciones de funcionamiento como para valores extremos de las variables:...«el modelo intenta facilitar la comprensión del sistema, ayuda a organizar las explicaciones y es muy útil para la enseñanza y aprendizaje de los hechos físicos...» (López Bermúdez, Op cit)

El gran auge del interés por los modelos esta repercutiendo favorablemente en nuestra ciencia, gracias a ellos hoy se empieza a constatar un gran avance teórico y aplicado. Este ejemplo lo constituyen los modelos referidos a análisis de los sistemas geomorfológicos.

Las geoformas constituyen la expresión espacial de la superficie terrestre, componen las diferentes configuraciones del paisaje geomorfológico y son obras de determinados procesos. Formas y procesos son elementos fundamentales del sistema geomorfológico siendo no un sistema aislado sino interactuando con otros. Funcionan dentro de un ambiente y forman parte de un conjunto mayor denominado Universo. Comprende todos los fenómenos que inciden en el sistema focalizado –en este caso el geomorfológico– los cuales serían los sistemas antecedentes. A su vez el sistema focalizado actúa sobre los antecedentes como sistema subsecuente. (Capitanelli, R., 1992)

Los sistemas antecedentes en el sistema geomorfológico son:

- Sistema climático: que a través de calor, humedad y movimientos atmosféricos sustenta y mantiene el dinamismo de los procesos.
- Sistema biogeográfico: cubierta vegetal y vida animal actúan como factor de diferenciación en la modalidad e intensidad de los procesos además de suministrar y sustraer materia.
- Sistema geológico: disposición y variedad litológica, principal fuente de materia o factor pasivo sobre el cual actúan los procesos.
- Sistema edafológico: naturaleza y distribución de los suelos, la morfogénesis se ejerce a través de los suelos ante que las estructuras. Los paleosuelos son reliquias de climas desaparecidos y testimonios de ciclos morfogenéticos.
- Sistema agua: el agua en su ciclo hidrológico constituye uno de los nexos del sistema ambiental. El agua no solo interdepende con el hombre, sino también con los demás recursos naturales, con los riesgos o catástrofes de la naturaleza y con el ambiente que el hombre induce. Constituye uno de los principales vehículos por los que se transmiten los impactos ambientales. Su estudio desde un enfoque sistémico focalizado está constituido por los tipos de regímenes y procesos que los generan. Con el propósito de asegurar el uso económico sostenible del recurso, se evalúa la erosión hídrica en toda la cuenca.
- Sistema antrópico: acción humana responsable del cambio en la distribución del sistema focalizado. (Capitanelli, R. Op Cit)

En consideración a este sistema, mediante metodologías adecuadas, es posible analizar el comportamiento, interpretar y cuantificar los impactos inducidos por cambios en los controles externos al mismo.

Los sistemas mas sencillos para examinar estas relaciones son aquellos que pueden ser bien definidos en forma precisa, como una cuenca de drenaje, donde los flujos de energía y materia (rocas, suelo, agua, plantas, animales y gases de la atmósfera) se registran en dirección de la escorrentía, aguas abajo, con modelado de la cuenca por el agua.

Los principales propósitos para describir una cuenca desde este enfoque son evaluar la calidad ambiental existente junto al impacto ambiental, identificar los factores o áreas geográficas ambientales significativas excluyentes en el desarrollo de nuevas actividades y proporcionar información suficiente para organismos públicos que en un futuro deseen aplicar alguna acción.

DATOS Y METODOS

Los materiales auxiliares utilizados en el presente trabajo de investigación fueron de tipo cartográfico, fotográfico y satelital.

Para los primeros se utilizaron cartas topográficas del Instituto Geográfico Militar; unas con escala 1:100.000 que corresponden a la Hoja 3169-34 «Los Berros» (Febrero 1949) y otras con escala 1:250.000 que corresponden a las hojas 3169-IV «San Juan». Las mismas constituyen la base para el análisis morfométrico del área. A ellas hay que agregar la carta geológica del Servicio Geológico Minero (Año 2000).

En los segundos, se emplearon fotografías aéreas con escala 1:50.000 del I.G.M. correspondientes al año 1981 y ampliaciones 1:20.000, que se utilizaron para identificar las geoformas con sus respectivos procesos.

Para analizar la evolución de formas y procesos hidrogeomorfológicos; se realizaron ventanas de la Imagen Satelital Landsat sensor TM del año 1997 y 2000. Se procesaron con el Software Idrisi 32 bajo Windows bandas específicas como la 4 y 7 para obtener ventajas de iluminación de los píxeles y así resaltar fenómenos visuales que coinciden con fallamientos y cauces.

Mediante técnicas de visualización se elaboraron cartas digitales con el Software Freehand 9, donde se destaca la utilización del Sistema ITC para Levantamientos Geomorfológicos en la realización de las cartas geomorfológicas de detalle; además de un conjunto de técnicas cuantitativas asociadas a la morfometría de cuencas.

A todo ello hay que agregar el control de campo que se efectuó en el área de estudio, a fin de chequear bosquejos y procesos mapeados, además de reconocer otros elementos documentales.

Dichas tareas de relevamiento se efectuaron en periodo de estiaje (Abril) y avenidas (Diciembre - Febrero) del río, se obtuvieron datos relativos a posición absoluta con GPS Etrex Garmin, orientación, altura de terrazas, ancho de llanura aluvial, tipo de canal de cauce, infiltración, etc. En

cuanto a la medición vegetacional se realizaron transectas lineales en concordancia al perfil trasversal del cauce y mediante el método del cuadrado en las distintas unidades geomorfológicas. Solo se tuvieron en cuenta las especies vegetales dominantes, de los cuales se obtuvo su arquitectura (altura de la planta y cobertura basal).

DESARROLLO Y DISCUSIÓN

a- Localización del Área de Estudio

La superficie drenada por el río Ancho forma parte de la cuenca del río de la Ciénaga, afluente del curso medio del río San Juan. Se ubica en el departamento Zonda, al Oeste del Gran San Juan.

Se desarrolla en ambiente de Precordillera Central desde los 31° 43' 50" hasta los 31° 56' 40" de latitud Sur, y desde los 68° 40' 30" hasta los 68° 51' 20" de longitud Oeste.

La superficie total de esta subcuenca ocupa el 31 % de la cuenca total del río de la Ciénaga anteriormente citado, se enmarca entre el Cordón del Espinacito al Oeste con máximas alturas, la Sierra Alta de Zonda y la Sierra Negra con mínimas alturas al Este. (Figura 1)

b- Algunas características de los sistemas antecedentes.

El sistema clima se abordó a partir de información estadística obtenida en la estación agro meteorológica Pocito del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (31, 57° latitud Sur y 68, 42° longitud Oeste con altura de 618, 23 m.s.n.m) y análisis mesoclimáticos de la Provincia de San Juan efectuado por especialistas del Instituto de Geografía Aplicada.

Cabe destacar que no existen datos meteorológicos confiables de la cuenca lo cual puede representar que esta variable no pueda ser todavía analizada con exactitud. Con pretensión a solucionar este problema, a través de un análisis promedio de las temperaturas y las precipitaciones efectuadas entre los años 1970 y 1996 de la estación citada, se obtuvieron los siguientes datos:

La temperatura media anual es de 15 °C, con amplitud térmica de 14,7 °C, humedad relativa promedio de 57 % y precipitación anual superior a los 300 mm. Estas últimas con mayor ocurrencia entre los meses de Octubre a Marzo e influencia atlántica.

Se debe agregar la presencia del viento Zonda «en altura» y «rastrero», combinado a su vez con fenómenos locales de brisa de montaña - valle y viceversa.

Es pertinente considerar la clasificación climática de Köppen (Poblete, A. 2000), en la cual se incluye a la cuenca en un Clima de desierto con variaciones de altura, donde las temperaturas más cálidas son superiores a los 22°C más precipitaciones en el verano.

Para el sistema flora se estableció que en alturas próximas a los 2000 metros existe una densidad y variedad media de vegetación, con predominio de gramíneas. Las especies no superan los 50 cm. En zonas de laderas orientales este predominio se diversifica y aumenta.

A medida que la altura disminuye hasta los 1.000 m. se observan cambios de variedad en especial hacia las xerófitas y densidad de acuerdo al sustrato.

En zonas de cauce aparece una estepa arbustiva monoespecífica de larreas (jarilla), con densidad superior al 60%, ejemplares con alturas mayores a 1 metro. A esta formación se le suma la presencia de cactáceas que varían de tamaño a medida que se desciende en altura.

Se determinaron caracteres especiales en toda la subcuenca que se detallan a continuación. En el Puesto Norte (ambiente de paleoabánicos) se encontró gran densidad de gramíneas y ajencos. Los ejemplares gramíneos no superan los 30 cm y su cobertura basal es de 20 cm promedio. Los mismos no están ramoneados lo que indica que mamíferos mayores no frecuentan la zona. En áreas cercanas al puesto, los ejemplares son mayores a los 25 cm y este sector si presenta ramoneos, quizás debido a la gran población de roedores del tipo cuyi que se advirtieron. En ambiente de vertientes cercanas al Puesto Punta del Agua la vegetación predominante es freatófita e hidrófita, se observa además la introducción de ejemplares arbóreos exóticos como las salicáceas. Los ejemplares arbóreos naturales, cuyos representantes son los prosopis (algarrobo negro) se ubican en correspondencia a las zonas de cauces. En el abanico aluvial en el cual culmina el área de estudio se observó la presencia de ejemplares de *Senna trichosepala* y *acanthoclada* (pichana) de gran tamaño y variedad de renovales. (Tabla 1)

La cuenca del río Ancho se integra por margen izquierda al río de la Ciénaga y juntos conforman un sector del Sistema del río San Juan. Se infiere, entonces la pertenencia al Sistema Desaguadero-Colorado y por ello -a escala regional- es una cuenca exorreica.

La cuenca del río Ancho se caracteriza por valores morfométricos importantes entre los que se destacan, en primer instancia los geométricos; tales como: extensión, dimensión y forma.

Delimitada por su divisoria de agua topográfica ocupa 83.200 hectáreas y en cuanto a sus longitudes se observa; que la longitud total del perímetro de la divisoria de agua es de 214,6 kilómetros, la longitud total del cauce principal es de 88,7 kilómetros y la longitud que une la salida y el punto más distante sobre la divisoria de agua es de 64,5. El ancho de la misma es de 13,2 kilómetros.

La forma de la cuenca afecta los hidrogramas de salida y determina la distribución de los caudales en caso de crecidas. Según la fórmula de Gravelius se obtuvo el Índice de Compacidad K_c igual a 1,3. Este valor relaciona el perímetro de la cuenca con el perímetro de un círculo, cuya área es igual a la de la cuenca. Como el valor señalado se encuentra entre 1,25 y 1,50 se infiere que la cuenca adquiere una forma ovalo - redonda.

Se aplicó la fórmula definida por Miller que corresponde a la Relación de Circularidad C , donde se expresa el área de la cuenca y la superficie de un círculo que posee igual perímetro que la unidad de estudio. Para el presente caso se obtuvo un valor de 0,5 de la cual se deduce una gran elongación de la cuenca en relación a materiales heterogéneos.

Schumm propone la descripción de la forma a través del uso de la Relación de Elongación E que se define como el coeficiente entre el diámetro de un círculo de igual área que la cuenca y la mayor longitud paralela al cauce principal. Para la cuenca del río Ancho le corresponde un valor de 0,2; lo que define quizás un relieve variado.

Bajo estos tres criterios: Índice de Compacidad, relación de Circularidad y Relación de Elongación, se observa que la forma ovalo – redonda de la cuenca puede manifestar distribución de caudales importantes en su curso inferior, con arrastre sedimentario de variado tamaño por su relieve heterogéneo y topografía.

En relación a la red de drenaje de toda la cuenca se obtuvo el diseño de drenaje, la longitud de los cauces, jerarquía y densidad espacial.

Se conoce que la red de drenaje es el resultado de la combinación de factores climáticos, edáficos, vegetacionales, geológicos y geomorfológicos. Representa condiciones actuales y pasadas del modelado en toda la cuenca, además de la acción antrópica. Se observa – en este caso- tres tipos de diseño:

En área de cabecera y media de la cuenca, red ortogonal y trellis como reflejo de un fuerte condicionamiento estructural de fallas y pliegues.

En un sector del curso medio de la cuenca predomina un diseño de drenaje dendrítico debido a un aumento continuo de los cauces tributarios, que se relaciona a la estructura del subsuelo y tiene como cubierta rocas sedimentarias.

La densidad de drenaje se caracteriza en primer lugar por un orden de jerarquía cinco y en relación a cada orden anterior existe un promedio superior a 3 cauces. Con respecto a esta jerarquización se determinó la existencia de que los cauces de primer orden predominan en área de cabecera y divisoria de agua en toda la cuenca, con longitudes mayores a 2 km. Los de orden dos se distribuyen en todo el área y son mayores a 5 km. Todos aquellos cauces de orden tres y cuatro se desarrollan desde alturas superiores a 2000 metros, poseen longitudes promedios de 10 km. Por último el cauce de orden cinco es superior a los 20 km y tiene un amplio desarrollo meandriforme e importante distribución en su zona finalización. (Figura 2)

Las distribuciones de drenaje varían en toda la cuenca y aunque son superiores a 15 km / km² los cauces son de carácter temporario. Para la obtención de las leyes que regulan este drenaje se efectuó un análisis preliminar de relación entre cauces y longitudes. (Tabla 2 y 3)

La cuenca posee en total 237 cauces, los cuales suman 929.3 km de longitud. Predominan los cauces de 1° y 2° orden de jerarquía, cuya relación de bifurcación y longitud es 4,6. Cabe destacar que la existencia de cauces con respecto a su orden es constante, aunque se destaca la gran longitud del cauce de 5° orden debido su gran distribución en la zona distal. Las relaciones de bifurcación y de longitud que se expresan en gráficos lineales, se aproximan a funciones exponenciales negativas y positivas que resultan en una cuasi uniformidad de la cuenca.

c- Sistema geomorfológico

Contribuyen en mayor proporción a la dinámica del sistema, cada una de las formaciones geológicas que se observan en la subcuenca, las cuales se disponen casi en forma paralela y se las asocia a grandes estructuras plegadas (anticlinal y sindinal), entre las que se destacan:

- Aluvión moderno, reciente y actual (bloques, grava, arena y limo) del Cuaternario
- Aluvión antiguo y aterrazado en llanura aluvial y piedemonte (bloques, grava, arena y limo) del Cuaternario.
- Conglomerados oligomícticos con clastos de calizas del Terciario.
- Formación Mogna (conglomerados polimícticos) del Terciario.
- Formación Río Ancho (arcilitas, limolitas, yeso, areniscas, areniscas tobáceas, conglomerados) del Terciario.
- Formación de Zonda (areniscas micáceas, lutitas carbonosas, conglomerados) del Carbónico.
- Formación Punta Negra (grauvacas y lutitas) del Devónico.
- Formaciones La Laja y San Juan (calizas, dolomías y margas) del Cambriano y Ordovícico. (Figura 3)

La complejidad en cuanto a estas unidades litológicas se enmarca en la provincia geológica de Precordillera, la cual se considera como una estructura de bloques imbricados (Zambrano, J. 1975).

El área de estudio se ubica dentro de los límites de Precordillera Central y por lo tanto se le asignan a las fracturas inclinación de sus planos hacia el Oeste. Se reconocen en el área cuatro fallas mayores inversas con rumbo Norte – Sur a Nornoroeste – Sursureste.

Una de estas fallas se manifiesta en el flanco oriental de la Sierra Alta de Zonda, eleva tal bloque y sobrepone las grauvacas y lutitas de la Formación Punta Negra a los terrenos terciarios de la Formación Río Ancho. Se observa que es una falla inversa de alto ángulo con plano de falla buzante al Oeste y rumbo N 330° O. Las capas devónicas en cercanías a la falla presentan un intenso plegamiento.

La segunda falla en importancia se encuentra hacia el oeste del cerro Tres Mogotes, con orientación Nornoroeste y continúa dicha dirección en los Huaycos de la Protanca. Existe una marcada alineación de lomas terciarias hacia el Sur. Este sector posee una disposición homoclinal buzante al Oeste que desaparecen bajo el acarreo moderno. Sobre estas lomadas se apoyan en marcada discordancia angular materiales de la llanura aluvial pedemontana antigua lo que nos hace reflexionar sobre la actividad neotectónica del área.

La tercera falla inversa con plano inclinado hacia el Oeste, sería la que margina el flanco oriental de los Paramillos del Tontal y que actualmente se halla cubierta por material de acarreo. Tiene orientación Norte – Sur

donde los términos estratigráficos de la Formación San Juan se superponen a los terrenos terciarios. Ambas unidades poseen una estructura homoclinal buzante al Oeste, aunque las calizas de la Formación San Juan evidencian plegamiento.

La cuarta fractura existe en el flanco oriental de la Sierra Negra de Zonda. Es una fractura inversa e inclinada al poniente. Su presencia fue detectada por prospección geoelectrónica ejecutada por el CRAS (Rodríguez, Wetten y Robles, 1978).

Entre las estructuras plegadas se destacan pliegues mayores. Uno de ellos afecta a las sedimentitas carbónicas que afloran en el flanco occidental del Sierra Alta de Zonda al Norte del Puesto Córdoba. La estructura regional es un sinclinal cuyo eje tiene rumbo Nornoroeste- Sursureste. Este sinclinal está muy erosionado en especial en su zona axial lo que en consecuencia esta zona queda topográficamente deprimida con respecto a los flancos. En el extremo sur de la estructura esta última muestra una serie de sinclinales menores que cierran en sus extremos, los acompañan pliegues anticlinales, fracturas menores, normales y oblicuas al eje de la estructura.

Se destaca la gran estructura anticlinal que forma la Sierra negra de Zonda. La misma es una anticlinal asimétrico cuyo flanco oriental es el de mayor inclinación. Tal asimetría es notable hacia el norte de la Quebrada del Río Ancho. La topografía de su flanco occidental es suave, a diferencia del oriental que es abrupto.

En cuanto a los rasgos de la geomorfología de la subcuenca del Río Ancho; en primer lugar cabe destacar que se caracteriza por el predominio de grandes unidades geomorfológicas de origen estructural y fluvial. Las acompañan procesos erosivos fluviales, gravitacionales, eólicos y termoclásticos. (Figura 4)

Dichas unidades geomorfológicas varían en su composición litológica, como se aclaró en la caracterización de la geología del área, y por ende el comportamiento hidrológico de los terrenos también es diferente.

Como primera medida se infirió a partir de mediciones en el lugar que aquellas geoformas de origen estructural cuyo sustrato son las grauvacas, lutitas, areniscas, arcillitas, carbón continental y algunos clastos conglomerádicos poseen una infiltración alta. A diferencia de las areniscas tobáceas, lutitas carbonosas y material aluvional moderno que poseen una infiltración media.

La densidad de drenaje en estas geoformas dista entre los 10 a 15 Km/Km², sólo en algunos sectores se observa densidad baja en coincidencia con el afloramiento de material clástico de tamaño grande y pendiente suave.

El escurrimiento de los cauces es temporario con régimen pluvial. Los cauces se caracterizan por poseer fondos planos con arena y guijarros en su mayoría. Solo en un sector Sur del cauce medio de la cuenca existen cauces con fondos en v similares a torrentes con bloques de longitudes variables entre 5 cm a 50 cm: hecho destacable que coincide con una zona de marcado carácter estructural.

La cobertura vegetal se destaca desde el punto de vista cubritivo, ya que el porcentaje de vegetación es menor - un 15 %- en área de cabeceras y en el sector disímil que se trató en el párrafo anterior. El resto de la cuenca posee un porcentaje del 60 % en cuanto a cobertura vegetal y hasta a veces mayor.

La dinámica de las laderas merece en segunda medida destacar el predominio de erosión lineal, bad-land, conos de deyección y derrubios por gravedad.

La erosión lineal se observa en todas las vertientes en especial las orientales. En zona de cabeceras de cuenca y sistema de fallas y pliegues se observaron durante el relevamiento fenómenos de bad lands. Aunque a esta zona se le llama topónicamente Huaycos de la Potranca la zona está bajo una fuerte evolución de erosión lineal. Los conos de escombros se suceden en especial en la zona de encajonamiento del río Ancho. Junto a estos se observaron derrubios por gravedad en laderas con pendientes mayores a los 90°.

CONCLUSIONES

La aplicación de este enfoque sistémico pretende explicar la configuración geomorfológica de la cuenca del Río Ancho, por ende se obtuvieron detalles y conclusiones de las cuales merece un apartado especial la marcada relación entre algunas variables.

La primera relación se observa entre la dinámica estructural y la litología del área. Los paquetes litológicos expuestos gracias a las fallas y pliegues diferencian zonas muy marcadas de infiltración. Sobre este proceso se definen también tres tipos de diseño de drenaje: dendrítico, rectangular y trellis. Algunas características de los cauces también se explican con esta relación. Los cauces con talweg plano y fondo con arena y guijarros están presentes en zonas asociadas a procesos estructurales muy antiguos quizás en estado isostático. Los cauces con talweg en v y fondo con bloques se observan en una zona de cauce medio que actualmente está dinamizada por la presencia de una falla con rumbo opuesto a las presentes en la cuenca. También contribuye la litología tobácea de la Formación Río Ancho.

La siguiente relación en importancia lo constituye el sistema antecedente climático, el tipo de escurrimiento de los cauces y la cobertura vegetal. Como la mayoría de las cuencas de Precordillera el régimen hidrográfico es pluvial. Sólo la presencia del mayor índice de lluvias en temporadas estivales permite la acción del agua permanente en los cauces, la erosión lineal en laderas y la propagación de renovales de la vegetación. Esto también depende de la orientación de las laderas, la pendiente topográfica y la altura. Ejemplo de esta relación es la fuerte influencia atlántica que presentan las laderas orientales donde coexisten una alta erosión lineal, cobertura vegetal superior al 60 % y variabilidad de especies según la altura. Las masas de aire locales diferencian las laderas más expuestas a la erosión eólica que junto a la gravedad producto de las diferentes pendientes topográficas resultan en fenómenos de caída de bloques y derrubios.

Otra relación se refiere a la multifracturación neotectónica de la cuenca y características hidrográficas en conjunto -en especial a su forma- responden a un estado de evolución medio, por lo tanto se espera que sus hidrogramas de salida y fenómenos de avenidas sean importantes.

RECOMENDACIONES

Sería conveniente monitorear nuevos fenómenos de plegamiento en área de cabecera de la cuenca y zona proximal al Puesto Punta de Agua en especial por el cambio de pendiente y por ende activación de nuevos procesos.

Sería recomendable relacionar medidas de aforo o morfométricas de detalle in situ posterior a las grandes crecidas del río principal. También indagar acerca de la cantidad y tipo de sedimentos que podría incorporar al caudal del río de la Ciénaga.

Convendría llevar a cabo un estudio hidrogeomorfológico de detalle a escala 1: 1000 e incorporar mediciones específicas de laderas y escarpas de falla. También analizar las zonas de surgencia asociadas a pequeñas ciénagas.

Se recomienda con especial énfasis indagar acerca del uso del suelo actual de la cuenca, debido a la degradación que se observó durante tareas de relevamiento en área de cabecera.

TABLA 1: Lista de vegetación censada en la cuenca

Nombre local	Nombre científico
algarrobo dulce o negro	<i>Prosopis flexuosa</i>
matagusano	<i>Capparis atamisquea</i>
jarilla brújula	<i>Larrea cuneifolia</i>
jarilla	<i>Larrea divaricata</i>
jarilla	<i>Larrea nitida</i>
jarilla macho	<i>Zuccagnia punctata</i>
pichana	<i>Mimosa ephedroides</i>
pichana	<i>Senna trichosepala</i>
pichanilla	<i>Senna aphylla</i>
liga	<i>Ligaria cuneifolia</i>
chañar	<i>Geoffroea decorticans</i>
retamo	<i>Bulnesia retama</i>
retortuño	<i>Prosopis strombulifera</i>
zampa	<i>Atriplex lampa</i>
pelo de chancho	<i>Distichlis spicata</i>
piquillín	<i>Condalia microphylla</i>
ajerjo	<i>Atriplex sp.</i>
cactus cola de castor	<i>Opuntia sulphurea</i>
cactus	<i>Tephrocactus aoracantus</i>
mancapotrillo	<i>Plectocarpa tetraacantha</i>
tamarindo	<i>Tamarix ramosissima</i>
chilca	<i>Baccharis obovata</i>
pájaro bobo	<i>Tessaria absinthicides</i>
cortadera	<i>Cortaderia selloana</i>
berros	<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i>

Tabla 2: Morfometría hidrográfica de la cuenca del Río Ancho

Orden de jerarquía	Cantidad de cauces	Longitud en km	Longitud media	Longitud media acumulada
1	185	652,3	3,5	3,5
2	40	139,5	3,4	6,9
3	8	54	6,7	13,6
4	3	23	7,6	21,2
5	1	60,5	60,5	81,7
Total	237	929,3		126,9

Tabla 3: Relaciones de Orden, Bifurcación y Longitud

Orden de los cauces	Relación de bifurcación	Relación de longitud
1-2	4,6	4,6
2-3	5	2,5
3-4	2,6	2,3
4-5	3	0,3

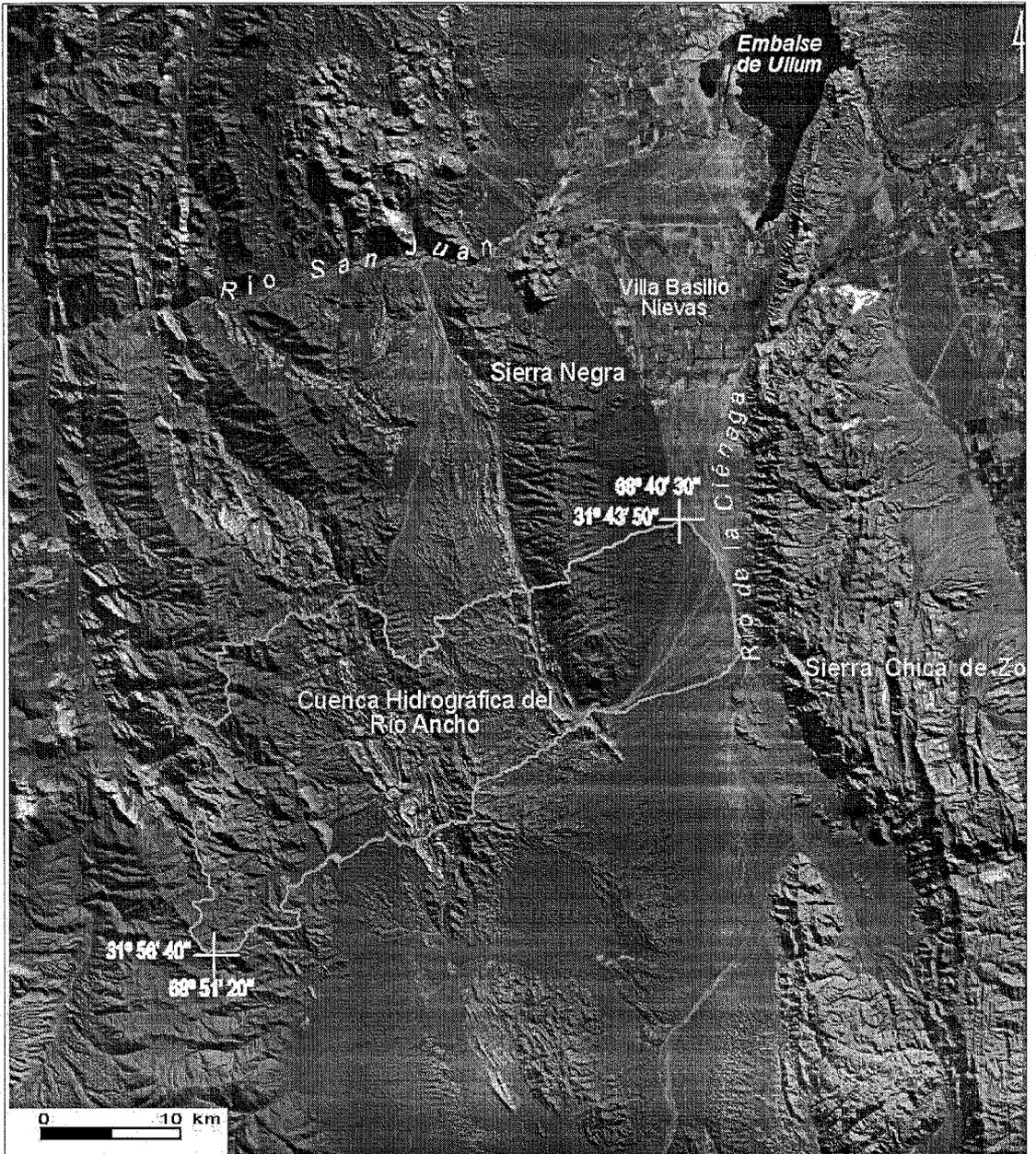


FIGURA 1: Ubicación de la Cuenca Hidrográfica del Río Ancho

Fuente: Elaboración Propia. Imagen Landsat TM. Freehand 9.2005

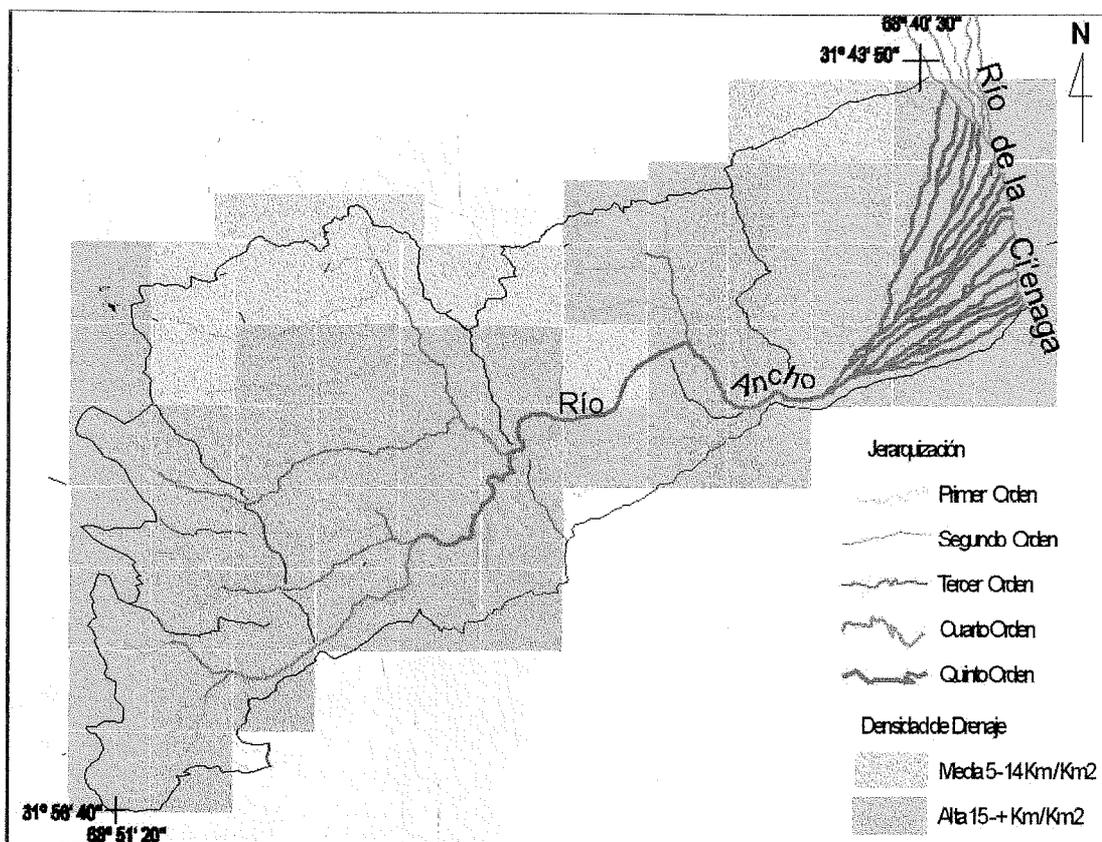


FIGURA 2: Jerarquización según Strahler y Densidad de Drenaje de la Cuenca del Río Ancho.

Fuente: Elaboración Propia. Freehand 9.2005

AGRADECIMIENTOS

En la presente publicación deseo agradecer al Director de la Revista Dr. German A. Poblete y la Sra. Secretaria Silvia Villalobos por su amplia adhesión a la difusión de las tareas académicas del Instituto de Geografía Aplicada, al Dr. Ricardo Capitanelli por sus invalorable sugerencias aportadas a la Geografía Física, al Dr. Enrique Bruniard también por sus consejos, al Sr. Juan Saavedra por el trabajo efectuado a las fotos aéreas, a la Lic. María Angélica Matar por permitir el uso de las imágenes Landsat TM, al Dr. Carlos Alaniz por permitir el acceso al área de estudio, al Sr. Carlos Navas por permitir el acceso al Puesto Punta del Agua, y a todas las personas que de alguna forma contribuyen a la actividad de los investigadores.

BIBLIOGRAFÍA

Capitanelli, R. 1992. Geomorfología. Procesos y Forma del Modelado de los Terrenos. 126 pp. Ceyne, Buenos Aires.

De Pedraza Gilsanz, J. 1996. Geomorfología. Principios, Métodos Y Aplicaciones. 414 pp. Rueda, Madrid.

Gutiérrez Elorza, Mateo. 2001. Geomorfología Climática. 641 pp. Ediciones Omega, Barcelona.

Lopez Bermudez, F. et al. 1992. Geografía Física. 594 pp. Cátedra, Madrid.

Poblete, A. «et al». 2000. Los Mesoclimas de la Provincia de San Juan, Versión Digital, U.N.S.J, San Juan

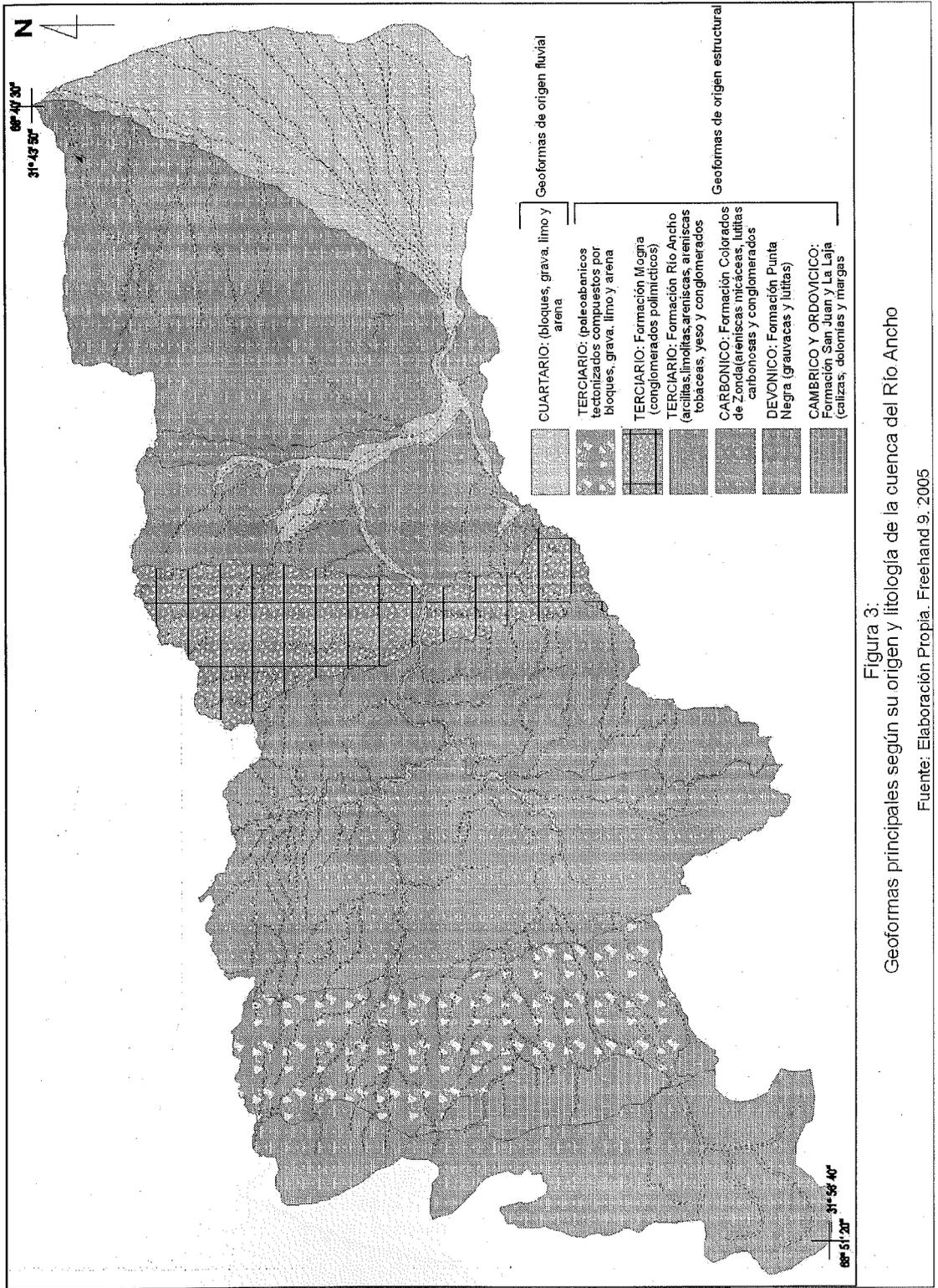
Sala Sanjaume, M^a. et al. 1996. Teoría y Métodos en Geografía Física. 303 pp Síntesis, España.

Van Zuidam, Robert A. 1985. Aerial Photo – Interpretation In Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping. 442 pp. Smits Publishers, The Hague.

Vich, Alberto Ismael Juan. 1999. Aguas Continentales. Formas y Procesos. Manual de Aplicaciones Prácticas. Fundación CRICYT, Mendoza.

Zambrano, Juvenal J. 1976. Reseña geológica Estructural de la Provincia de San Juan. CRAS. San Juan.

Torres, Carlos A.J. 1980. Estudio Geológico en el Extremo Suroccidental de la Sierra Negra de Zonda. Provincia de San Juan. Trabajo Final de Licenciatura en Ciencias Geológicas. Inédito.



Fuente: Elaboración Propia. Freehand 9. 2005

CAMBIOS EN LA PRECIPITACIÓN MEDIA DE ARGENTINA Y CHILE RELACIONADAS CON EL ENSO. ANÁLISIS DE MESOESCALA EN EL NOROESTE ARGENTINO

Juan L. Minetti (1), Walter M. Vargas (2) y Marilyn del V. Leiva (3)

(1) CONICET, Dpto de Geografía-UNT, Laboratorio Climatológico Sudamericano.

(2) CONICET, Dpto. de Ciencias de la Atmósfera y el Mar -UBA, Laboratorio Climatológico Sudamericano.

(3) Dpto. de Geografía-UNT, Laboratorio Climatológico Sudamericano.

San Luis 183-4000-San Miguel de Tucumán-Argentina

E-mail: minettil@arnet.com.ar

(Recibido el 02/08/2006 - Aceptado por referi el 11/08/2006)

RESUMEN

Se analizan en este trabajo la existencia de potenciales relaciones entre la ocurrencia de anomalías térmicas en el Océano Pacífico Tropical (ENSO) y las precipitaciones en Argentina y Chile. Se estudian las relaciones en mesoescala en una región piloto llamada Noroeste Argentino (NOA) afectada por la topografía en la generación de precipitaciones locales. El análisis trata de mostrar si el ENSO determina la variabilidad estacional de las anomalías de precipitación en Argentina y NOA, y cómo una zona montañosa como el NOA afectada por fenómenos de menor escala atenuarían las señales producidas por el ENSO. Los resultados muestran que existe una regionalización importante de las anomalías de lluvia producidas por el ENSO en Argentina y Chile, para algunos meses en coincidencia con lo encontrado por otros autores. Se muestra en general que sobre el NOA la señal del ENSO sólo se muestra cuando ésta es muy intensa (diciembre), en tanto que en el resto de los meses la misma se desvanece. En algunos meses se ha podido observar comportamientos dipolares de las anomalías regionales en Argentina-Chile, sin embargo durante los meses de noviembre-diciembre los impactos parecen generalizarse a pesar de las complejas estructuras topográficas.

INTRODUCCION

Los impactos en las precipitaciones de los eventos ENSO fueron estudiados profusamente en las dos décadas pasadas por Ropelewsky y Halper (1987, 1989 y 1996) en una escala continental y global, en Sudamérica por Aceituno (1988), Kiladis y Díaz (1989), en Brasil por Rao y Hada (1990), Grimm (1998), en Chile, Argentina, Paraguay, Uruguay y Sur de Brasil, por Montecinos y otros (2000) y en Argentina por Vargas y otros (1999). Los autores han tratado los cambios de la onda anual de precipitación en períodos trimestrales, bimestrales y mensuales respectivamente. Uno de los problemas que podrían presentar los análisis tan detallados es la posibilidad

de interferencias que generarían en las señales del ENSO los fenómenos locales de mesoescala, como lo que ocurren principalmente durante el verano sobre la zona serrana del NOA. Precisamente en esta región se desvanecería la señal del ENSO según algunos autores mencionados al menos en las escalas tratadas por los mismos. La evidencia de los probables impactos del ENSO sobre las precipitaciones en una zona de geografía accidentada es uno de los objetivos de este trabajo. La caída de la correlación con la distancia entre las precipitaciones mensuales de localidades del llano y del NOA estarían indicando el nivel de ruido de los procesos mesoscálicos en las series de precipitación (Minetti y otros, 2004). Esto sería mayor en el NOA que sobre el llano (Minetti, 1990; Minetti y otros, 1996).

Vargas y otros (1999) muestran la necesidad de zonificar los resultados de este impacto al dividir gran parte de la zona llana de Argentina en cuatro regiones y en términos mensuales según aspectos genéticos de las precipitaciones e importancia económica de aquellas. La información climática muestra que durante las fases extremas del ENSO en La Puna, una subregión de altura del NOA, se presentan sequías/excesos de precipitación de verano en las fases cálidas/frías del ENSO en contraposición de lo que ocurre en la llanura del Este de Argentina. Relacionado a esto, Minetti y otros (2004) muestran modelos diferentes entre las variabilidades de la precipitación del llano del NOA y La Puna.

Las variaciones temporales de las anomalías de precipitación varían a través de La Argentina y Chile debido a los diferentes regímenes de precipitación y mecanismos asociados que involucran al ENSO con los cambios atmosféricos básicos. En este trabajo los cambios estacionales de lluvia pueden observarse de Este-Oeste a través de la Cordillera con regímenes de invierno y verano respectivamente (Minetti y Sierra, 1989, Compagnucci y Vargas, 1998, Montecinos y otros, 2000).

En este trabajo se intentará: 1) Mejorar la comprensión del impacto del ENSO en la variabilidad de las precipitaciones mensuales de Argentina y Chile y 2) Estudiar en una región de topografía accidentada llamada NOA la atenuación de la señal ENSO vistos en una mesored de medición.

DATOS Y MÉTODOS

Se han utilizado datos mensuales de precipitación en el período 1941-89 de Argentina y Chile correspondientes a 136 estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos de la red de los servicios meteorológicos nacionales e hidrológicos provinciales argentinos. El período analizado corresponde a uno simultáneo al de una base de datos de gran escala y otro regional del NOA con una mayor densidad de medición (113 localidades en la subregión). Se usó el período estacional julio del año cero (T0) a junio del año uno (T1) de los eventos cálidos, fríos del ENSO definidos por Trenberth (1997) quien usa las anomalías estacionales de las SST en el Océano Pacífico Ecuatorial para la región de El Niño 3+4 hasta 1950. Las anteriores a éstas por fueron definidas por Minetti y otros (2003), quienes emplean las anomalías de las temperaturas mínimas de Lima (ATILIM) como referente de las condiciones de SST costeras en Perú.

Los años seleccionados para el estudio son:

Eventos cálidos El Niño: 1941, 43, 45, 48, 51, 52, 53, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 65, 66, 68, 69, 70, 72, 76, 77, 79, 80, 82, 83, 86 y 87.

Eventos fríos La Niña: 1942, 44, 46, 47, 49, 50, 54, 55, 56, 62, 64, 67, 71, 73, 74, 75, 78, 81, 84, 85, 88 y 89.

Posteriormente se han calculado los promedios de precipitaciones mensuales para ambos estados (cálidos/fríos) del ENSO, sus diferencias (DIF) y las significaciones estadísticas mediante pruebas «t» Student (Hoel, 1976). Se obtuvieron los campos de DIF positivos y negativos en las dos redes tratadas, la de gran escala en Argentina-Chile y la de mesoescala en el NOA para su estudio. También con las series de DIF para cada localidad sean estas significativas o no, se construyó una matriz de correlación que fue utilizada para tipificar las regiones donde los comportamientos anuales sean homogéneos de acuerdo a Lund (1969), y los modelos promediados según Minetti y Sierra (1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las figuras 1a y 1b muestran las regiones de estudio y la red pluviométrica utilizada. Un esquema simplificado de la topografía del NOA puede verse en la figura 1b. En ella se ven las principales montañas orientadas en dirección N-S y las divisorias de agua y vapor se presentan con un trazado grueso. De los análisis realizados por Minetti y otros (2004 a y 2004 b) se ven ocho modelos de variabilidad espacio-tiempo de las precipitaciones anuales en Argentina-Chile y también el mismo número en el área del NOA con el mismo nivel de significación estadística. Algunos de los modelos de la escala mayor se obtienen en la llanura del E de Argentina y tierras bajas del NOA. Anexo a esto existe un comportamiento diferente entre la variabilidad de las precipitaciones entre las tierras bajas y

la meseta de altura llamada La Puna (Poblete y otros 1989 y Minetti y otros 2004 b). Además de lo anterior estos dos regímenes interactúan en valles intermontanos generando nuevos modelos de variabilidad espacio-tiempo. De todo esto se ve la importancia de la topografía en la génesis de la variabilidad pluvial aunque persiste la pregunta sobre la influencia de éstas en enmascarar señales climáticas como las debidas al ENSO.

Las figuras 2, 3 y 4 muestran la regionalización mensual de las DIF en Argentina-Chile y el NOA para años cálidos y fríos en las SST del Océano Pacífico Ecuatorial, durante el período 1941-89.

La figura 5 muestra la cantidad de meses en que se observaron DIF significativas para la Argentina-Chile. Esto muestra que la señal de impacto del ENSO se encuentra principalmente en el E de Argentina y Centro de Chile en acuerdo a Ropelewsky y Halper (1987) y Montecinos (2000). La curva que encierra a tres meses o más con señales de impacto destaca a tres regiones del E de Argentina donde dos se extienden hacia el interior continental para luego atenuarse con la distancia de los efectos de la señal. Ellas son: A) la región del NE Argentino (NEA), B) la del N de la provincia de Bs.As., S y E de la provincia de Córdoba y C) la del E de la provincia de Río Negro y extremo S de la provincia de Bs.As.. Dos áreas de influencias se agregan, una formada por pequeñas áreas ubicada en la zona Central de Chile y otras en el NOA que se tratarán con más detalle al cambiar la escala de análisis. Las zonas mencionadas muestran influencias por longitudes del orden de una estación del año o más. La más extensa (seis meses) se ubica en el E de la provincia de Río Negro en la costa Atlántica. El resto de la región muestra influencias temporales menores con resultados similares a los mostrados por Agosta y otros (1999) al tratar los cambios ocurridos en la precipitación del O de Argentina.

De las figuras 2, 3 y 4 pueden verse campos de incidencia zonal que muestran dipolos positivos-negativos en dirección meridional en la mayor parte de los meses tales como Jl, Ag, S, O, F, Ab y Jn, mientras que los otros meses muestran homogeneidad espacial de las anomalías, especialmente durante noviembre-diciembre.

En Vargas y otros (2000) se mostraron que anomalías extremas de gran escala en la advección de vapor de agua del ciclo hidrológico océano-continente en las planicies de Argentina son evidentes en noviembre y diciembre. Esto coincide con lo encontrado en ambos meses como impacto más general del ENSO, y explicaría la homogeneidad en el signo de las DIF de precipitación en ambos meses. Por el contrario, en los otros meses donde la advección de vapor es de menor intensidad, los mecanismos responsables de la precipitación de gran escala adquieren mayor relevancia dando los contrastes zonales de las DIF. Esto también lo explicaría la mayor cantidad de meses con impactos significativos del ENSO sobre la región más húmeda del oriente de Argentina, respecto del continente más seco.

En relación al segundo objetivo, el análisis de mesoescala revela campos irregulares subregionales en el NOA. Esto no se observa en el análisis de escala mayor. Las singularidades se ven en gran parte de los meses con

las excepciones de noviembre y diciembre. En el último mes, la compleja orografía del NOA no parece influir en el campo de las DIF. En efecto estos campos homogéneos parecen responder primariamente a los procesos del ENSO. Campos de anomalías opuestas entre regiones continentales y marítimas de Argentina-Chile, ocurren cuando los flujos son prevalentemente meridionales. Diciembre es una época donde esto no se observa frecuentemente. Intensos anticiclones de bloqueo o profundas depresiones en el S del O. Atlántico Sur condicionan la circulación de esta región en este mes generando en el primer caso máximos de advección de vapor observada. Los flujos intensos y persistentes del E bajo situaciones de bloqueo (Rex, 1950, Grandoso y Núñez, 1955 y Trenberth, 1985) han sido observados en el S de los O. Pacífico Sur y O. Atlántico Sur, bajo situaciones de El Niño (Montecinos y otros, 2000) favoreciendo la homogenización de la humedad entre regiones continental y marítima y con ello la precipitación. Esto ocultaría a los procesos de mesoescala debido a la topografía. Su opuesto durante La Niña con intensos flujos del O sobre Patagonia, son indicadores de sequía en el trópico-subtrópico para este mes.

Tomando en cuenta los resultados de Ropelewsky y Halper (1989, 1996) y Kiladis y Diaz (1989) en cuanto a las marchas anuales y su modulación por el ENSO cabe preguntarse cómo sería el impacto del mismo si se agregan los análisis anuales efectuados por la DIF. En la figura 6 se muestra a las regiones tipificadas usando las DIF y aplicando el método de Lund (1969), Minetti y Sierra (1989). En cada caso las DIF mensuales no necesariamente son significativas al 5% (Test de Student). Esta aproximación permite estimar las áreas y el modelo anual de DIF que las representa. Con este análisis se ven los siguientes modos básicos:

Modelo 1: *DIF positivas/negativas dominando durante los meses de noviembre-diciembre seguidas por la condición opuesta durante el verano si ocurren anomalías SST positivas/negativas. Esta región se extiende desde la zona continental-tropical del Norte Argentino hasta el Centro de la provincia de Bs.As., cubriendo gran parte de la Pampa Húmeda.*

Modelo 2: *Bajo impacto durante varios meses con excepción de diciembre que es lluvioso/seco si la SST es cálida/fría. Cubre la mayor parte de la zona árida del Oeste subtropical de Argentina. En la figura 6 se ha graficado con un solo tipo de rayado las regiones de los modelos 1 y 2 representando un máximo de perturbación en el mes de diciembre.*

Modelo 3: *Tiene dos máximos importantes de DIF, uno positivo/negativo en el mes de noviembre y otro opuesto en el mes de marzo si las condiciones de SST son positivas/negativas. Las precipitaciones abundantes durante noviembre en la cuenca media-alta del río Paraná son un aporte decisivo para las crecidas, saturando el suelo al final del máximo primaveral de precipitaciones en un régimen de doble onda (García y Vargas, 1996).*

Modelo 4: *No presenta diferencias importantes entre eventos SST cálidos/fríos, sin embargo se destacan DIF positivos en tres meses seguidos a partir de noviembre.*

Cubre el O y S de la provincia de Bs.As. y E de la provincia de La Pampa.

Modelo 5: *Dos máximos/mínimos ocurren en condiciones cálidas/frías de las SST. Ambos extremos de igual signo ocurren sobre los meses de noviembre y febrero. Este tipo ocupa el Centro-Sur de la provincia de Bs.As., E de Corrientes y S de Misiones. Desde el punto de vista hidrológico se ven favorecidos los procesos de inundación para una llanura de escaso drenaje (Vargas, 1987) al saturar la cuenca del río Salado en el Centro de la provincia de Bs.As.. Esto también es importante para las crecidas del río Uruguay en el límite occidental de Argentina. En la figura 6 se señalado con un solo tipo de rayado los modos 3 y 5 para representar a estos máximos de perturbación en el mes de noviembre.*

Modelo 6: *Presenta una señal previa en el año T0 de los eventos ENSO siendo lluvioso/seco sobre julio si las SST son cálidas/frías. Ocupa el Centro de Chile, O de las provincias de San Juan-Mendoza, provincia de Neuquen y cruza el Centro de la Patagonia.*

Modelo 7: *Sobre La Puna en la provincia de Jujuy, muestra anomalías negativas/positivas si las SST son positivas/negativas. Describe la situación de sequía típica con eventos de El Niño y viceversa. El comportamiento sería la proyección hacia el S de lo que ocurre sobre el Altiplano Boliviano (Aceituno, 1988). Esto significa una inhibición/intensificación del funcionamiento del sistema térmico continental vinculado con el desarrollo de la alta presión boliviana en niveles superiores de la atmósfera cuando ocurren eventos cálidos/fríos.*

Modelo 8: *Presenta anomalías positivas/negativas durante el cuatrimestre DEFM si las SST son positivas/negativas. Ocupa el desierto del E de la provincia de Neuquen, O de La Pampa y Centro de Río Negro.*

La mayor cantidad de impactos del ENSO en la precipitación promedio mensual y el predominio de algunos meses con señales del mismo requiere de un análisis como los presentados en las figuras 7 a y b. En la figura 7 a se muestra la cantidad de localidades con DIF positivas y negativas, y el porcentaje con localidades con DIF significantes según el test de Student. Se confirma que los meses de mayor impacto en Argentina-Chile son los de noviembre-diciembre como asimismo su mayor momento de homogeneidad regional en el signo de la anomalía. Se advierte que si bien hay pocos impactos significativos en el continente (parte central) durante el comienzo de la primavera (septiembre-octubre), éstos están organizados indicando condiciones de sequía y lo inverso en la periferia de la zona central.

Mientras que en la etapa de maduración del ENSO (diciembre) las condiciones de El Niño/La Niña representan las situaciones extremas y opuestas de las situaciones de advección de vapor sobre el continente. Esto requiere que el anticiclón del O. Atlántico sea más intenso que su semejante en el O. Pacífico. La persistencia de condiciones anticiclónicas sobre el O. Atlántico durante enero-febrero serían responsables de la subsidencia costera y sequías en la región SE de Sudamérica en eventos El Niño y su opuesto en La Niña.

Un número relativamente grande de DIF positivas en el año T0 sobre el Centro de Chile, provincia de Neuquén y O de Río Negro que representan estados lluviosos en el llano chileno y parte superior de la Cordillera Central de Los Andes (Aceituno, 1988, Compagnucci y Vargas, 1998). Esta sería la señal precursora del inicio de un evento El Niño o La Niña en los casos opuestos. Estas condiciones de excesos hídricos coinciden con la intensificación del Jet Stream del O.Pacífico Sur (Arkin, 1982) y simultánea ciclogénesis en esta región. Este último proceso debilitaría el borde anticiclónico del O.Pacífico sobre el Litoral chileno favoreciendo el vuelco de aire sobre la cordillera que provoca altas precipitaciones en esta región.

La figura 7 b muestra que la señal del ENSO sobre noviembre se atenúa en el NOA, intensificándose las de diciembre. Esta intensificación es tan importante que supera en el NOA sobre las de Argentina-Chile en conjunto. La homogenización general del campo de anomalía con respuesta en el 95% de las localidades y con significación estadística en el 57% muestra la importancia de la señal de gran escala sobre los procesos de mesoescala en estos meses.

CONCLUSIONES

Se analizan las interacciones entre el evento ENSO con la modulación estacional de las precipitaciones y sus anomalías mensuales en Argentina-Chile. Se ha extendido el análisis sobre el Noroeste Argentino (NOA) por ser esta región de característica geográfica compleja en su geomorfología. Esta complejidad en general dificulta las estimaciones de los modelos numéricos en las fases de diagnóstico y pronóstico.

Se han encontrado los modelos de la marcha anual de las DIF para los dos estados del ENSO. Se muestra que el impacto máximo y su extensión más homogénea se producen en Argentina-Chile sobre los meses de noviembre-diciembre como asimismo los máximos niveles de significación estadística de las DIF. El mes de diciembre tiene la máxima señal o impacto en las precipitaciones en la mayor parte del territorio argentino tropical-subtropical evidenciado por precipitaciones extremas, sequía/excesos en situaciones de SST frías/cálidas. Desvíos del comportamiento anual son observados en la región del NE y S de la zona de estudio.

Otros comportamientos menos significativos (t-Student al 5%) ocurren durante enero-febrero cambiando el signo de las anomalías en grandes regiones. Desde el punto de vista areal, septiembre-octubre muestra un impacto heterogéneo, y julio sobre Chile se muestra como un precursor del inicio de la influencia del proceso ENSO.

Con excepción de los meses de noviembre-diciembre donde las anomalías de lluvias tienden a ser muy homogéneas, en todos los meses se observa una disposición de forma dipolar de las anomalías areales. Esto correspondería al aumento de frecuencia de aparición de ciertos fenómenos en escala sinóptica sobre una determinada región geográfica. Por el contrario lo

que ocurre en noviembre-diciembre es la aparición de campos de anomalías homogéneos de un signo dado y de extensión preferentemente meridional.

Se han encontrado ocho modelos de distribución anual de anomalías mensuales en la DIF. Los tres principales modelos muestran variaciones entorno de lo que ocurre en diciembre. El principal con máximos en noviembre-diciembre cubre a la mayor parte de la región subtropical Argentina. El segundo, indica un máximo exclusivamente sobre el mes de diciembre en el epicentro continental del Oeste, y el tercero sobre el borde NE adelanta el máximo de impacto sobre noviembre. Los modelos encontrados son justificados por inferencias climático-sinóptico.

En el NOA se obtienen señales de impacto muy heterogéneas que obedecerían a los fenómenos orográficos. Estos actúan desde el punto de vista de la interpretación de las series pluviométricas como un ruido sobre una señal de mayor escala espacio-temporal (ENSO). Este efecto desaparece en el mes de diciembre cuando el impacto sobre la región se comporta como lo haría en una región llana. Esta inferencia proviene de que la extrema anomalía de advección de vapor inhibe la importancia de los procesos de mesoescala. Otra singularidad importante aparece entre lo que ocurre en las tierras bajas del E del NOA y las tierras altas (Puna), con sequía/excesos durante El Niño/La Niña. El resto del NOA está afectado alternativamente por ambos impactos.

Los resultados alcanzados y las inferencias desarrolladas podrían permitir un mejoramiento significativo en las estimaciones sobre la región por los modelos climáticos y meteorológicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aceituno, P., 1988: On the functioning of the Southern Oscillation in the South American Sector, Part I, Surface Climate. *Mon. Wea. Rev.*, vol. 116, 505-524.
- Agosta, E.A., Compagnucci, R.H. y Vargas, W.M., 1999: Cambios en el régimen interanual de la precipitación estival en la región Centro-Oeste Argentina. *Meteorológica*, vol. 24, Nros. 1-2, 63-84.
- Arkin, P.A., 1982: The relationship between interannual variability in the 200 mb tropical wind field and the Southern Oscillation. *Mon. Wea. Rev.*, 110, 1393-1404.
- Compagnucci, R.H. and Vargas, W.M., 1998: Inter-annual Variability of Cuyo Rivers' s Stramflows in the Argentinean Andean Mountains and ENSO events. *Int. J. of Climatology*, 18, 1593-1609.
- García, N.O. y Vargas, W.M., 1996: The spatial variability of runoff and precipitation in the Rio de la Plata basin. *Hydrological Sciences Journal*, 41(3), 279-299.
- Grandoso, H.N., y Núñez, J.E., 1955: Análisis de una situación de bloqueo en la parte austral de América del Sur. *Meteoros*, 1-2, 35-54.
- Grimm, A., Ferraz, S. and Gomes, J., 1998: Precipitation anomalies in Southern Brazil associated with El Niño and La Niña events. *J. Climate*, 11, 2863-2880.

- Hoel, P.G., 1976: Introducción a la estadística. Edit. Ariel, 431 pgs.
- Kiladis, G.N. and Diaz, H.F., 1989: Global climatic anomalies associated with extremes in the Southern Oscillation. *J. Climate*, vol. 2, 1069-1089.
- Lund, I.A., 1969: Map classification by statistical methods. *J. Appl. Meteorol.*, 2, 56-65.
- Minetti, J.L. and E.M. Sierra, 1989: The influence of general circulation patterns on humid and dry years in the Cuyo Andean Region of Argentina. *Int. Jou. Of Climatology*, vol. 9, 55-68.
- Minetti, J.L., 1990: Régimen de variabilidad de las precipitaciones anuales en el Este de Tucumán. *RIAT* 67 (2), 79-97. EEAOC. San Miguel de Tucumán.
- Minetti, J.L., Vargas, W.M. y Poblete, A.G., 1996: Régimen de variabilidad de la precipitación anual en dos transectas de Argentina. *Avances en Geofísica y Geodesia*, vol. 1, 207-214.
- Minetti, J.L., Vargas, W.M. and Poblete, A.G., 2003: Eastern equatorial pacific SST variability related with the temperature of Lima (Perú). *Recent Res. Devel. Meteorol.*, 2, 1-19. Kerala, India.
- Minetti, J.L., Vargas, W.M., Poblete, A.G., Acuña, L.R. and Casagrande, G., 2004 a: Non-linear trends and low oscillations in annual precipitation over Argentina and Chile, 1931-1999. *Atmósfera* 16, 119-135.
- Minetti, W.M., Vargas, W.M. y Albarracín, S., 2004 b: La variabilidad espacio-temporal de las precipitaciones en el Noroeste Argentino. *Rev. De Geografía*, Año VII, Nro. 8, 32-50. IGA-UNSJ. San Juan. Argentina.
- Montecinos, A., Diaz, A. and Aceituno, P., 2000: Seasonal Diagnostic and Predictability of Rainfall in Subtropical South America Based on Tropical Pacific SST. *J. Climate*, 13, 746-758.
- Poblete, A.G., Minetti, J.L. y Sierra, E.M., 1989: La influencia del régimen hídrico Andino-Puneño en el Oásis del NWA y Cuyo. *Rev. Geofísica*, Nro. 30, 137-149, IPGH-OEA. México.
- Rao, V.B., and Hada, K., 1990: Characteristics of rainfall over Brazil: annual variations and connections with the Southern Oscillation. *Ther. Appl. Climatol.*, 42, 81-91.
- Rex, D.F., 1950: Blocking action in the middle troposphere and its effects upon regional climate. *Tellus*, vol. 2, N° 3.
- Ropelewski, C.F. and Halpert, M.S., 1987: Global and regional patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. *Mon. Wea. Rev.*, vol. 115, 1606-1626.
- Ropelewski, C.F. and Halpert, M.S., 1989: Precipitation Patterns Associated with the High Index Phase of the Southern Oscillation. *J. Climate*, vol. 2, Nro. 3, 268-284.
- Ropelewski, C.F. and Halpert, M.S., 1996: Quantifying Southern Oscillation-precipitation relationships. *J. Climate*, vol. 9, 429-438.
- Trenberth, K.E., 1985: Blocking in the Southern Hemisphere. *Mon. Wea. Rev.* 113, 3-21.
- Trenberth, K.E. 1997: The definition of El Niño. *Bull. Of AMS* 78, 2771-2777.
- Vargas, W.M., 1987: El clima y sus impactos. Implicancias en las inundaciones del Noroeste de Buenos Aires. *Bol. Inf. Techint* Nro. 250, 9-44. Buenos Aires.
- Vargas, W.M., Penalba, O.C. y Minetti, J.L., 1999: Las precipitaciones mensuales en zonas de la Argentina y el ENOS. Un enfoque hacia problemas de decisión. *Meteorológica*, vol. 24, Nros. 1-2, 3-22.
- Vargas, W.M., Minetti, J.L., and Poblete, A.G., 2001: Low-frequency oscillations in climatic and hydrological variables in southern South America's tropical-subtropical regions. *Theory and Applied Climatology*, 72, 29-40.

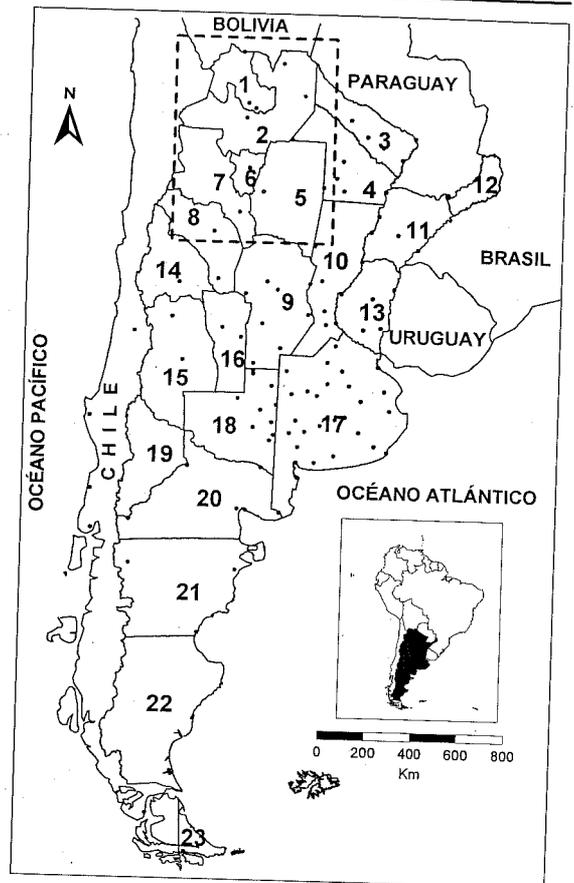


FIGURA IA: Red pluviométrica usada en Chile-Argentina y ubicación de la región de estudio del Noroeste Argentino (NOA). Provincias: 1-Jujuy, 2-Salta, 3-Formosa, 4-Chaco, 5-Santiago del Estero, 6-Tucumán, 7-Catamarca, 8-La Rioja, 9-Córdoba, 10-Santa Fé, 11-Corrientes, 12-Misiones, 13-Entre Ríos, 14-San Juan, 15-Mendoza, 16-San Luis, 17-Buenos Aires, 18-La Pampa, 19-Neuquén, 20-Río Negro, 21-Chubut, 22-Santa Cruz, y 23-Tierra del Fuego.

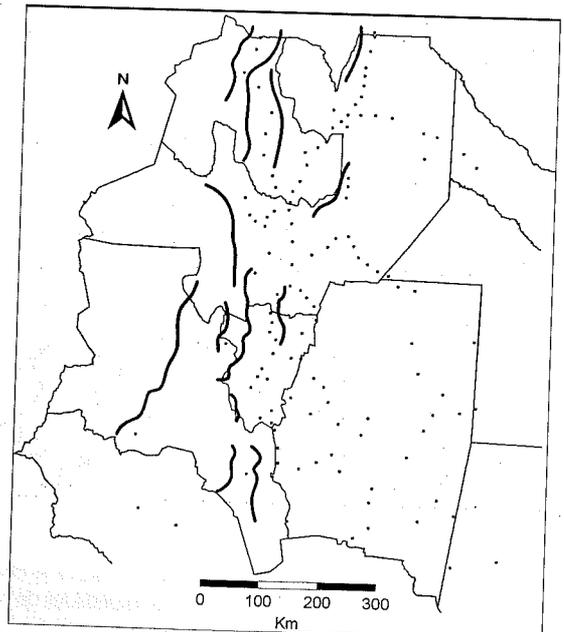
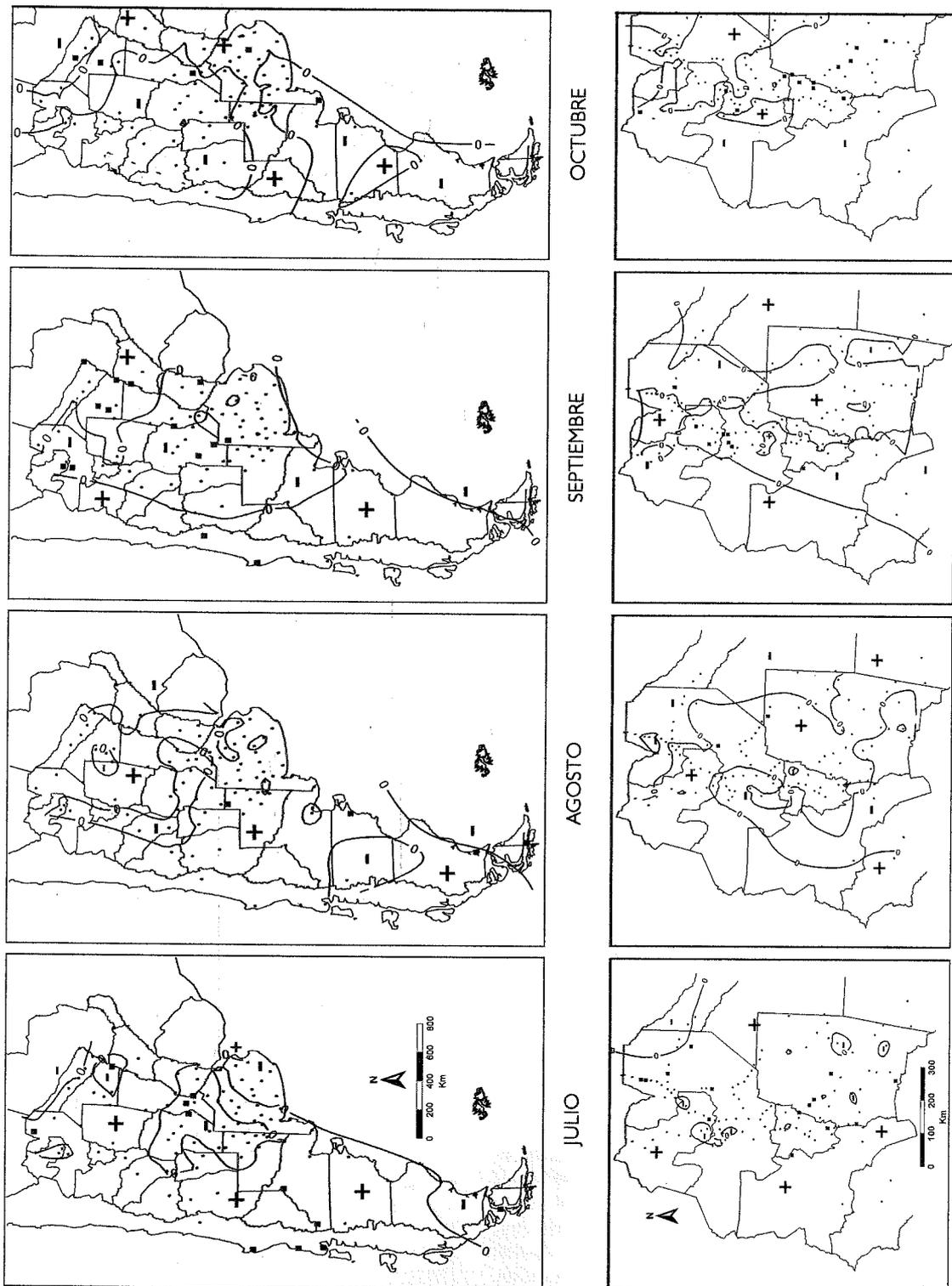
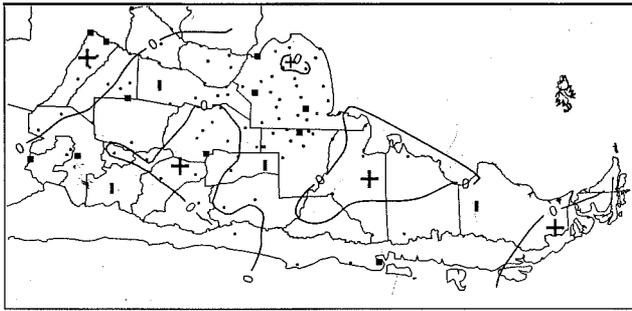


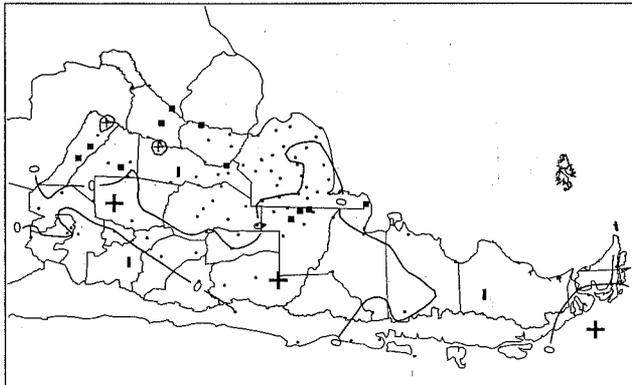
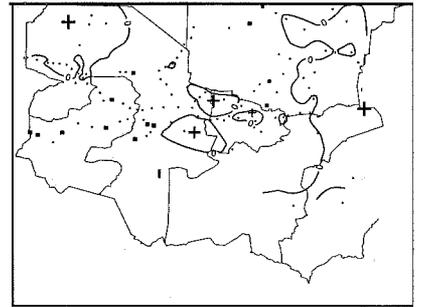
FIGURA IB: Red pluviométrica del NOA. Se identifican las principales montañas divisorias de agua y vapor.



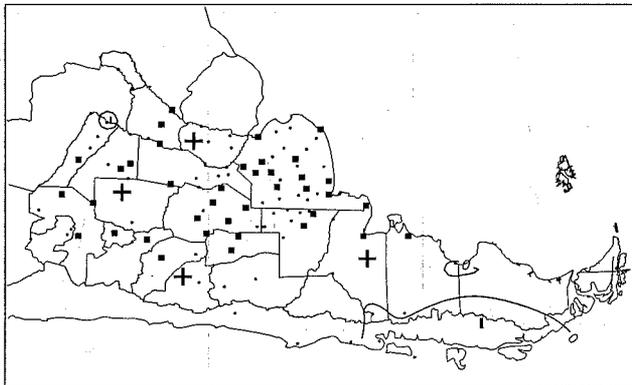
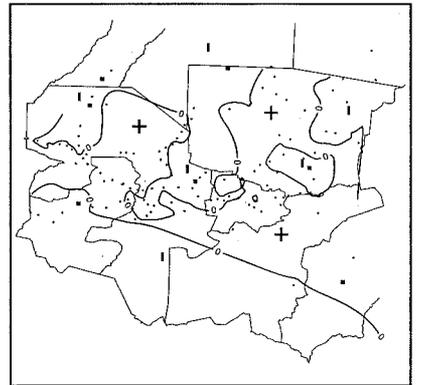
FIGURAS 2, 3 Y 4: Modelos de DIF impactados por el ENSO sobre la precipitación media en cada uno de los meses en Argentina-Chile, y NOA. Se identifican las localidades de la red pluviométrica y las señales con significación estadística en las DIF (con cuadrados).



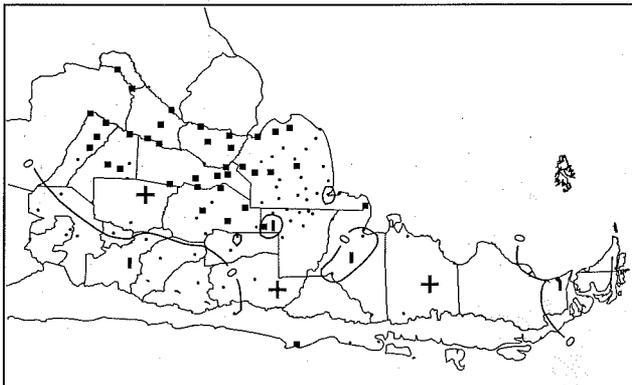
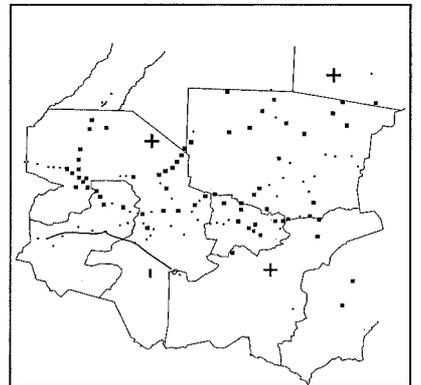
FEBRERO



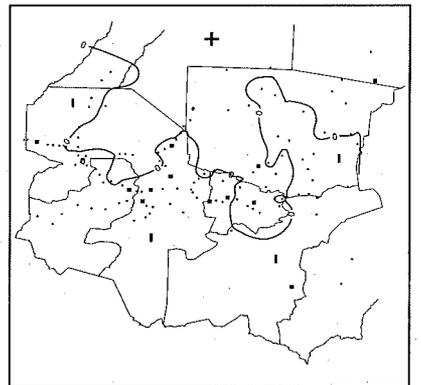
ENERO

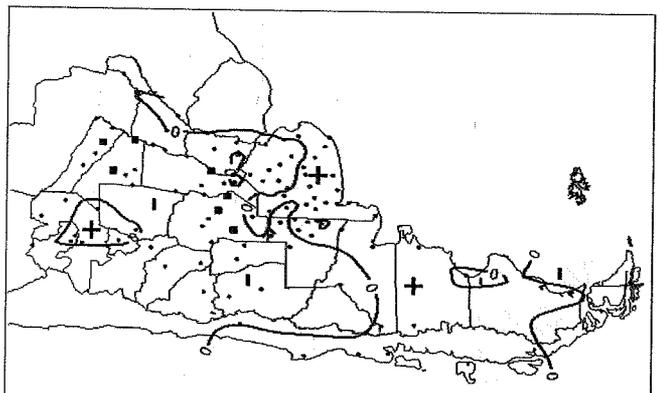
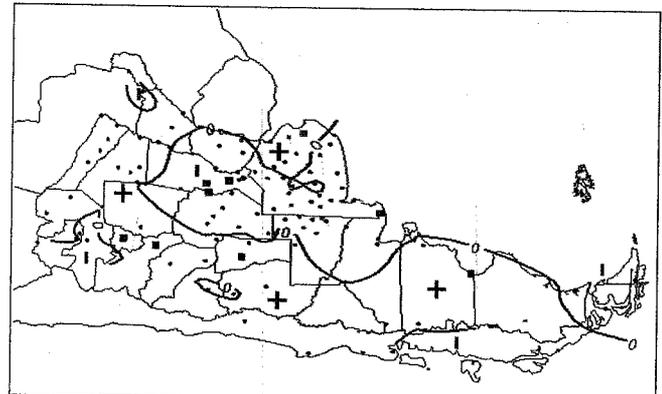
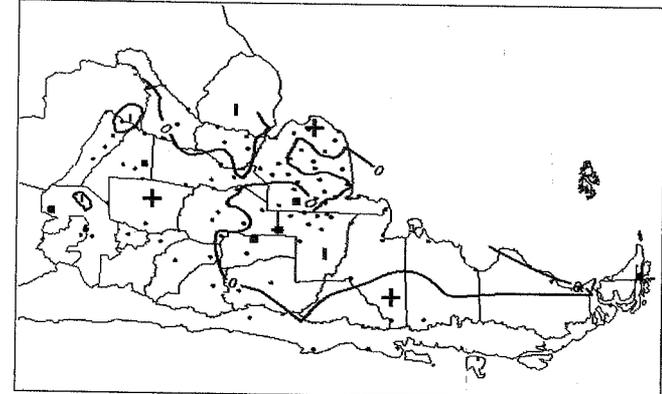
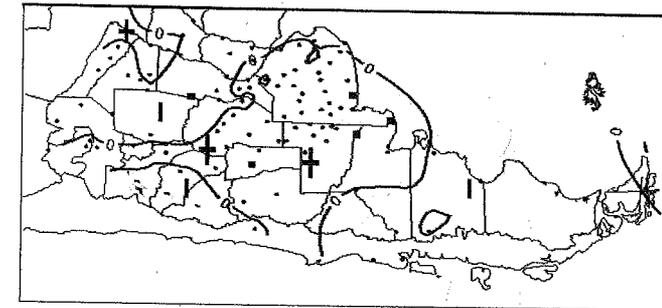


DICIEMBRE

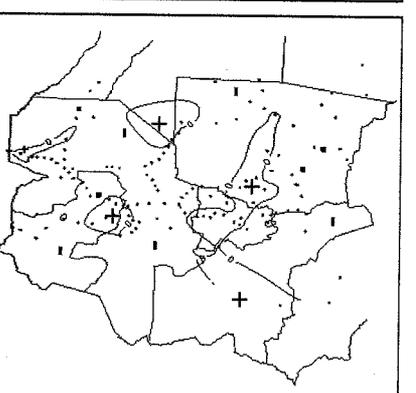
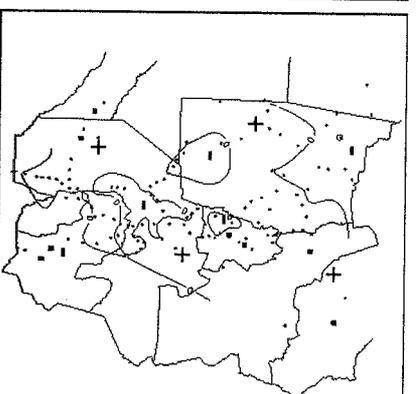
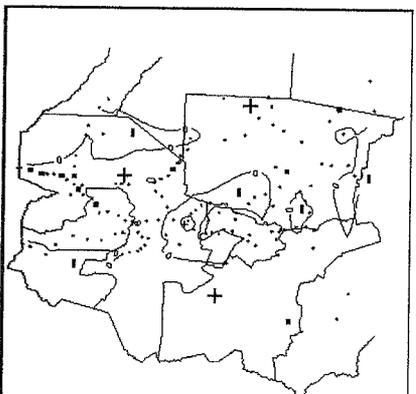
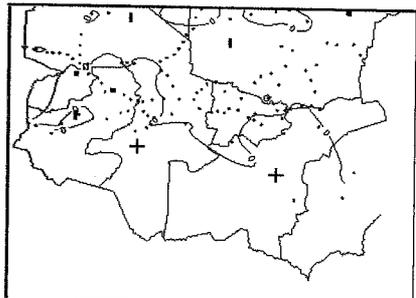


NOVIEMBRE





JUNIO



MAYO

ABRIL

MARZO

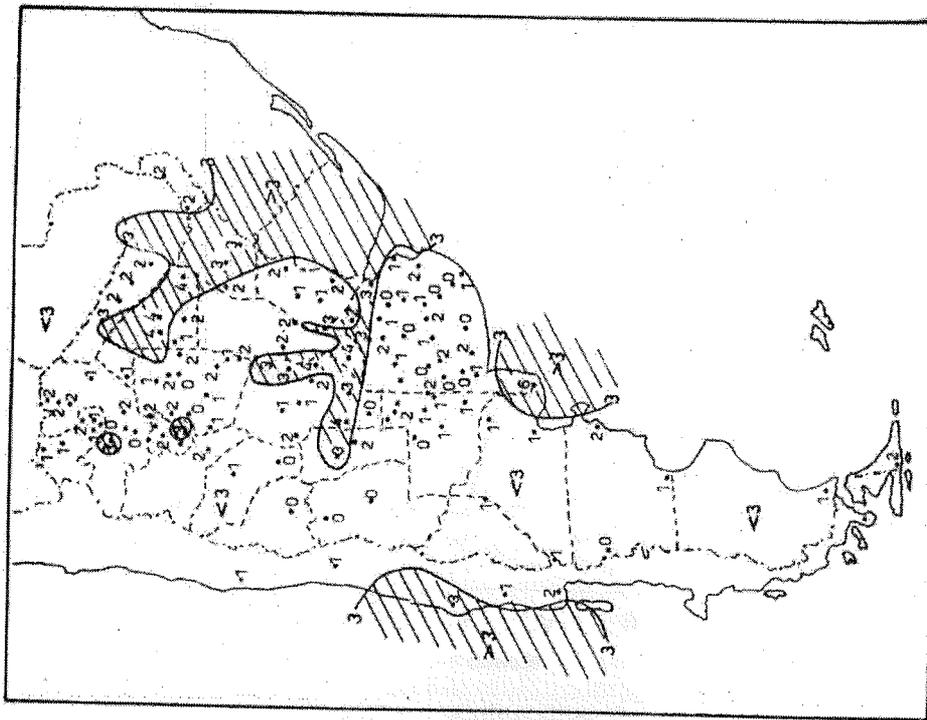


FIGURA 5: Cantidad de señales DIF con significación estadística al año. Se traza la línea de DIF igual a 3 meses.

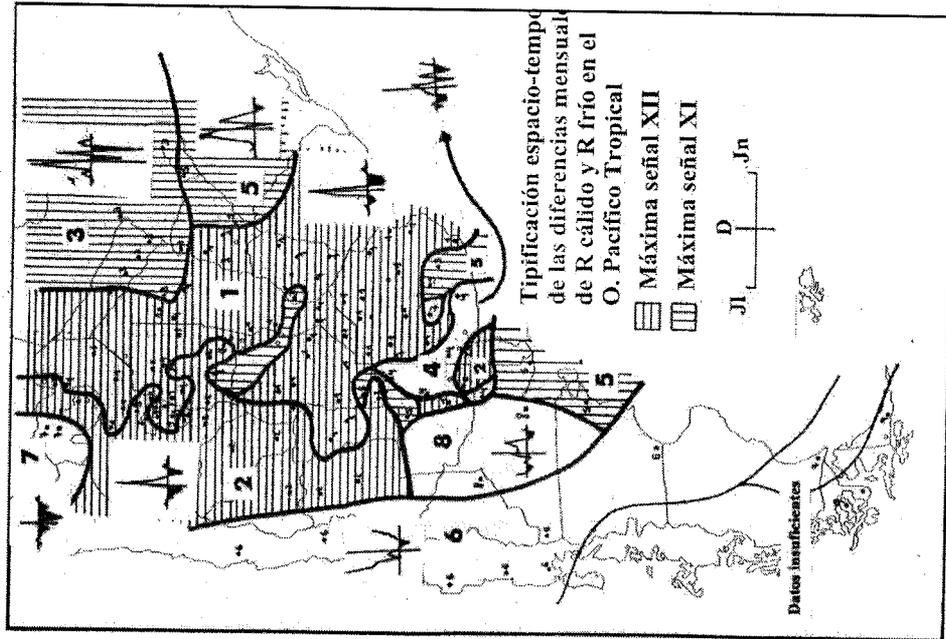


FIGURA 6: Modelos de distribución anual de DIF detectados por el método de Lund. Los modelos presentados son promedios de la totalidad de DIF seleccionados en cada región entre los meses de Julio del Año T0 y Junio del año T1.

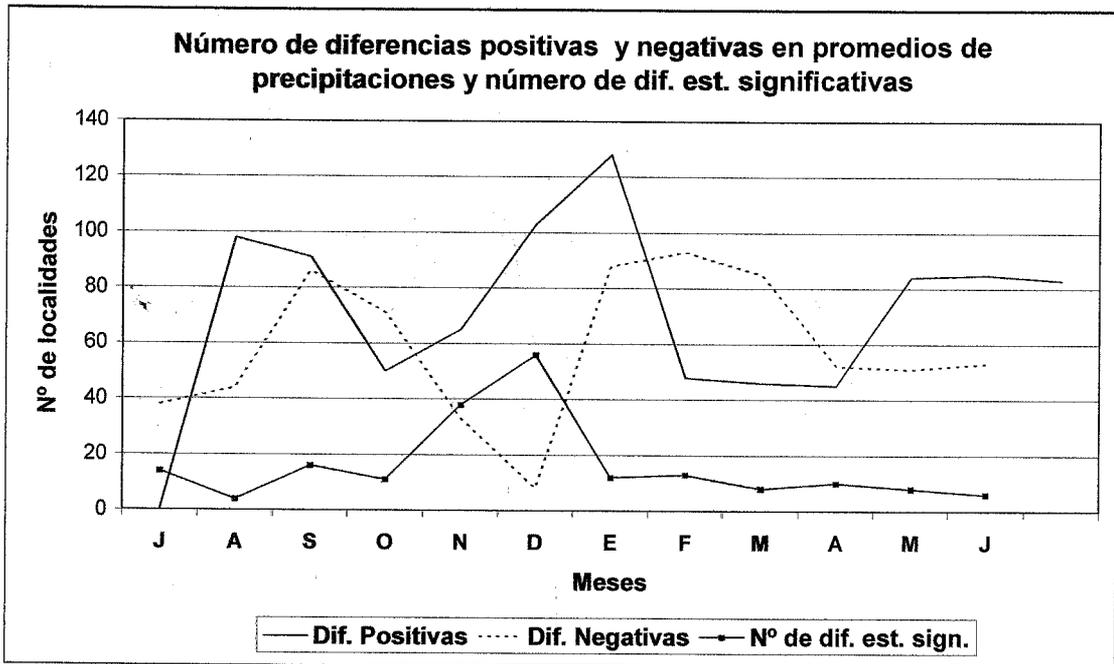


FIGURA 7 A: Cantidad de DIF positivos y negativos para cada mes y porcentaje de DIF estadísticamente significativos en Argentina-Chile.

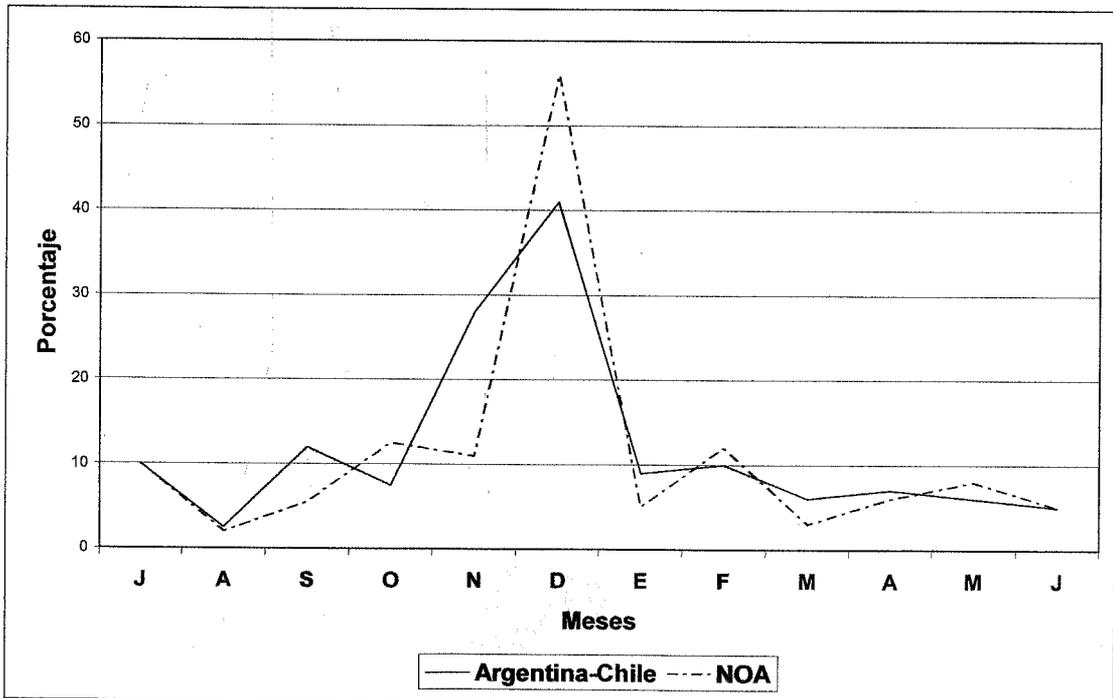


FIGURA 7 B: Porcentajes de DIF estadísticamente significativos por mes en Argentina-Chile y NOA.

LAS TENDENCIAS DE LA TEMPERATURA MÁXIMA Y MÍNIMA EN SERIES DE REFERENCIA DEL SUDESTE DE SUDAMÉRICA. ASPECTOS METODOLÓGICOS.

Walter M. Vargas^{1,2}, Gustavo Naumann^{1,2} y Juan L. Minetti^{1,3}

(1) C.O.N.I.C.E.T.

(2) Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos.

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

(3) Departamento de Geografía de la UNT

Email: vargas@at.fcen.uba.ar ; gnaumann@at.fcen.uba.ar; minetti@arnet.com.ar

(Recibido el 08/06/2006 - Aceptado por referi el 19/06/2006)

RESUMEN

En el presente trabajo se analiza la presencia de oscilaciones de baja frecuencia las series de temperatura máxima y mínima a escala mensual y anual en estaciones de referencia en el sur de Sudamérica. Para esto se dispone de los datos registrados por estaciones meteorológicas durante el siglo veinte. Con este fin, se estudiaron ocho estaciones en Argentina y Brasil, las cuales cubren una amplia sección latitudinal.

Dada la longitud de los períodos de las series estudiadas, se detectaron distintos tipos de inhomogeneidades producidas por efectos antropogénicos. Estos cambios se deben al crecimiento de las ciudades que circundan las estaciones meteorológicas de Buenos Aires y Campinas y la relocalización de la estación por razones operativas en Corrientes y Río Gallegos.

En relación a la estimación de las tendencias, se muestra que no se inducen errores significativos en la estimación de las tendencias lineales a escala anual y mensual en series con distinta cantidad de faltantes.

A continuación se efectúa un diagnóstico sobre las variaciones en los valores mensuales y anuales de las temperaturas extremas en la primera y segunda mitad del siglo veinte. En general, en la región los principales cambios se dieron en la segunda parte del siglo, dando como resultado un incremento sobre la temperatura mínima y una disminución en los valores medios de la temperatura máxima. Palabras claves: Tendencias – Temperatura – Series de Referencia

ABSTRACT

In this work the presence of low frequency oscillations is analyzed of maximum and minimum temperature series on monthly and annual scale in reference stations in the south of South America. With this aim, eight stations in Argentina and Brazil studied, which cover an ample latitudinal section.

In relation to the estimation of trends, significant errors in the estimation of the linear tendencies on annual and monthly scale in series with different amount from absent data are not induced. Next a diagnosis takes place on the variations in the monthly and annual values of the extreme temperatures in first and second half of 20th century. In general, in the region the main changes occurred in the second part of the century, giving like result an increase on the minimum temperature and a diminution in the average values of the maximum temperature. Keywords: Trends- Temperature- Series of Reference.

INTRODUCCIÓN

Dado el calentamiento global estimado y atribuido al incremento de CO₂ en la atmósfera, en las últimas décadas y la implicancia directa que este fenómeno tiene sobre la definición del cambio climático, las tendencias y especialmente las obtenidas en el largo período adquieren especial importancia.

En Argentina a mediados del siglo veinte, a partir de la inquietud de los pobladores de la Patagonia, quienes atribuían la disminución de las pasturas en esta región a un cambio climático, el Consejo Nacional de Desarrollo, elaboró la «Investigación sobre la existencia de cambios de clima en la Patagonia» (Galmarini y Raffo del Campo, 1965). En este informe los autores analizaron el régimen térmico (a partir de la tendencia secular y temporaria) en siete estaciones climáticas distribuidas en la Patagonia con records de 60 años. A partir de esto concluyen que las rectas de tendencia secular de todas las estaciones consideradas son horizontales, por consiguiente muestran que el régimen térmico Patagónico no se modificó en el período 1900-1960.

Enfocado en las variabilidades de largo período, Minetti y Vargas (1983 a,b) analizaron los cambios interdecadales observados por las temperaturas medias mensuales-anuales entre 1941-50/1951-60 en Argentina y Hemisferio Sur; y Vargas y Minetti (1997) particularmente en el largo período sobre el Noroeste Argentina. En ambos casos se puso énfasis en el salto climático ocurrido en la década de

1950 donde las temperaturas máximas descendieron por aumento de nubosidad y lluvia sobre el continente tropical y una fluctuación en sentido contrario (calentamiento) sobre las Islas Orcadas

Hoffmann, 1990 estudió las variaciones de la temperatura del aire en ocho estaciones argentinas en el período 1903-1989. El análisis de las estaciones al norte de S45° no evidenció una variación significativa de la temperatura a partir de la década 1941-50, excepto en aquellas que están afectadas por la urbanización. En las estaciones ubicadas en la Patagonia Argentina, a partir de la década de 1930, el autor evidenció un calentamiento, aunque aclara que este calentamiento puede deberse tanto a fluctuaciones naturales como a efectos antropogénicos.

Hoffmann, et al (1997) analizaron la variabilidad de las temperaturas medias decádicas extremas, encontrando un aumento significativo en las temperaturas máximas (T_x) y mínimas (T_i) en estaciones ubicadas al sur de S50°, mientras que para las estaciones ubicadas al norte de S42°, las temperaturas medias extremas varían en dirección opuesta: la T_x media presenta tendencia negativa, mientras que la T_i presenta tendencia positiva, siendo este patrón consistente con la variación de precipitación y presión de vapor, ya mostradas anteriormente por Minetti (1991).

Barrucand (2001) y Rusticucci y Barrucand (2004) analizaron las tendencias de los valores medios, desvíos y extremos (Percentiles 5 y 95) de la temperatura máxima y mínima en Argentina en el período 1959-1998, encontrando que la temperatura mínima de verano presenta las mayores tendencias positivas regionales. Además los autores muestran que el incremento en la temperatura media de verano está fuertemente relacionado con el incremento de la ocurrencia de eventos extremos cálidos.

El objetivo de este trabajo es analizar la presencia de oscilaciones de baja frecuencia, en especial las tendencias de las series de temperatura máxima y mínima en series con el mayor record disponible en el sur de Sudamérica (series de referencia). Dada la longitud de las series de referencia y con el fin de elaborar un buen diagnóstico sobre las propiedades características asociadas a éstas, se propone mostrar que es posible adaptar la metodología de trabajo para obtener un máximo aprovechamiento de la información disponible.

Para conocer la fiabilidad del diagnóstico sobre variaciones seculares se efectuó un análisis de la estimación

de variaciones seculares en distintas condiciones de datos faltantes. A partir de esto, se propone analizar la existencia de cambios seculares en las series de temperatura máxima y mínima en escala anual y mensual en las estaciones de referencia durante la primera y última parte del siglo veinte.

DATOS Y METODOLOGÍA

Se considera como estación o serie de referencia a aquella que dispone de una mayor longitud de registros (en lo posible debe abarcar el período instrumental), su calidad de medición es reconocida y además éstas deben representar a regiones climáticas distintas o particularizadas. Es necesario efectuar el diagnóstico de variaciones seculares sobre series de referencia ya que la presencia de oscilaciones con períodos comparables a los períodos de registros más comúnmente usados afecta sensiblemente los resultados.

Así, al adoptar el criterio de selección de las estaciones de referencia se tomó en cuenta la longitud de los registros, y además se buscó que la distribución geográfica de las estaciones fuese representativa, tratando de describir en la medida de lo posible, las regiones climáticas del Sudeste de Sudamérica, cubriendo una amplia sección latitudinal (tabla 1).

Estimación de tendencias. Discusión metodológica

Con el fin de determinar cambios seculares en las series de temperaturas es necesario ajustar una metodología que sea lo menos sensible a la ausencia de datos y por consiguiente no generar una estimación errónea. En estas condiciones se decide evaluar la robustez del ajuste por cuadrados mínimos en series con faltantes. Para esto se simuló la ausencia de datos en las series anuales de temperaturas máximas y mínimas de San Miguel de Tucumán y Observatorio Central Buenos Aires en tres condiciones distintas.

1. La primera condición impuesta a las series fue la extracción de 10 años de datos al azar.
2. Se extraen los primeros 10 años de las series
3. Se eliminan los 10 últimos años de las series.

Para cada condición impuesta en las series de tiempo, se calcularon los coeficientes de correlación y la pendiente de la recta asociados a cada regresión lineal. Estos valores se compararon con aquellos obtenidos en la serie original,

País	Estación	Longitud	Latitud	Inicio	Fin
Argentina	Santa Rosa	-64.26	-36.54	1937	2004
	Río Gallegos	-69.45	-51.99	1896	2004
	Pergamino	-60.53	-33.90	1931	2000
	Corrientes	-58.74	-27.43	1894	2004
	Pilar	-63.85	-31.64	1931	2004
	S. M. Tucumán	-65.20	-26.80	1891	2000
	O.C. Buenos Aires	-58.42	-34.57	1906	2000
Brasil	Campinas	-47.12	-23.00	1890	2003

TABLA 1. Descripción, ubicación geográfica y período de observaciones para las ocho estaciones de referencia analizadas.

es decir aquella que cuenta con la información completa. En la *tabla 2* se muestran los resultados, donde se ve que si bien, todos los coeficientes de correlación son significativos al mismo nivel de confianza, se aprecian algunas diferencias.

En primer lugar, en las series de las que se sustraen 10 valores al azar, se observa que este efecto no induce ningún error en la estimación de la pendiente en ninguna de las cuatro series analizadas. Un efecto similar se observa en las series a las que se le quitaron los 10 últimos años de las series, donde los errores cometidos en la estimación de la pendiente no son significativos.

Luego, para las series en las que se omiten los primeros diez años, se observa la mayor diferencia con respecto a las series sin faltantes. En S. M. de Tucumán, para la T_x , el valor de r pasa de ser -0.29 a -0.48, mientras que el error que se comete en la estimación de la pendiente es de 0.008 °C/año.

En resumen, se puede concluir que la estimación de variaciones seculares en las series de temperaturas a escala anual y mensual, con distinta cantidad de faltantes, no induce errores significativos en la estimación de las tendencias lineales mediante el método de cuadrados mínimos. Si bien esto es cierto, se evidencia una mayor sensibilidad del método, si la ausencia de los datos es al comienzo del récord. Posiblemente esto se deba a que el efecto de variación no es netamente lineal.

A partir de la información suministrada por la *oficina del Banco de Datos del Servicio Meteorológico Nacional*, se tiene que las estaciones Corrientes y Río Gallegos registraron cambios en la ubicación del emplazamiento de la estación de medición. Estos desplazamientos inducen un cambio sistemático en los valores medios tanto en la temperatura máxima como en la mínima, pero no alteran las propiedades físicas de estas series (Naumann y Vargas, 2006).

En referencia a las inhomogeneidades causadas por el traslado de éstas estaciones y dado que es conocido el impacto sobre los valores medios, es necesario estimar las posibles variaciones seculares teniendo en cuenta este corrimiento sistemático.

Para esto es conveniente marcar que las series de estas estaciones están compuestas por dos muestras de la misma variable, así se tiene que el cálculo de la varianza y covarianza según *Statistical analysis and prognosis in meteorology* (1962), están dados en este caso por:

$$s_x^2 = \sum_{i=1}^p \frac{n_i}{n} (d_i^2 + s_i^2) \quad (1), \quad \text{donde}$$

$$n_i s_i^2 = \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 \quad \text{y} \quad d_i = \bar{x}_i - \bar{x}$$

Mientras que la covarianza para p muestras será:

$$\text{cov}(xy) = \sum_{i=1}^p n_i \cdot d_i \cdot \sum_{k=1}^N (y_k - \bar{y}) + \sum_{i=1}^p \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i) \cdot \sum_{k=1}^N (y_k - \bar{y}) \quad (2)$$

Donde el primer término de la derecha es cero si la variable y está referido a una sola muestra. Así, a partir de esta estimación se obtiene el coeficiente correlación que representa la tendencia obviando el salto antropogénico.

En la *tabla 3* se muestran las estimaciones del coeficiente de correlación en dos condiciones distintas. Inicialmente se efectúa la estimación en referencia a la muestra total, aquí se tienen a escala anual valores que representan tendencias negativas, evidenciando el salto que produce la relocalización de la estación desde la ciudad al aeropuerto local. Si se consideran las series de valores de temperatura conformadas por dos muestras; una compuesta por los valores registrados por la estación urbana y la otra conformada por la estación rural, es posible estimar las tendencias filtrando el efecto antropogénico de acuerdo a las relaciones (1) y (2).

En la siguiente sección se describen las tendencias sobre Corrientes y Río Gallegos durante la primera y segunda parte del siglo veinte y para todo el período, siendo en

TABLA 2. Coeficiente de correlación (r) y pendiente correspondientes a la regresión lineal en las cuatro condiciones señaladas en San Miguel de Tucumán y OCBA.

	Serie original		1. 10 faltantes al azar		2. 10 faltantes al comienzo		3. 10 faltantes al final	
San Miguel de Tucumán								
	T_x	T_i	T_x	T_i	T_x	T_i	T_x	T_i
r	-0.293	0.556	-0.287	0.559	-0.482	0.617	-0.220	0.482
Pendiente	-0.010	0.012	-0.010	0.012	-0.018	0.013	-0.008	0.011
Observatorio Central Buenos Aires								
r	0.663	0.886	0.684	0.888	0.576	0.880	0.653	0.868
Pendiente	0.015	0.035	0.015	0.035	0.013	0.036	0.016	0.037

	Estimación 1		Estimación 2	
	T _x	T _i	T _x	T _i
ene	-0,28	0,3	0,02	0,14
feb	-0,45	-0,09	-0,15	0,06
mar	-0,3	0,02	-0,11	0,05
abr	-0,17	-0,37	-0,21	-0,14
may	-0,05	0,14	0,13	0,10
jun	-0,06	0,04	0,07	0,15
jul	-0,02	-0,13	-0,08	-0,10
ago	0,03	-0,05	0,36	0,19
sep	-0,13	-0,17	-0,06	-0,04
oct	0,06	-0,14	-0,02	0,08
nov	-0,23	-0,04	-0,02	0,04
dic	-0,32	0,01	-0,10	0,05
Anual	-0,26	-0,26	0,07	0,19

este caso, la estimación considerando a las series como conformadas por dos series.

Tabla 3. Estimación de las tendencias de la temperatura máxima y mínima mensual y anual en Corrientes (1894-2004), considerando a la serie como una muestra (estimación 1) y como dos muestras relativas al cambio de emplazamiento de la estación (estimación 2). En negrita se denotan los valores significativos al 5%.

TENDENCIAS A ESCALA ANUAL Y MENSUAL.

1. Tendencias durante la segunda parte del siglo veinte

Tanto en esta sección como en la siguiente, se discute la existencia de tendencias en series donde el crecimiento de la ciudad circundante a la estación de medición no es relevante. Con respecto a este fenómeno, se hará referencia a Buenos Aires y Campinas en la sección 4.3

El primer análisis se efectuó en el período 1960 en adelante en las seis estaciones de referencia. La elección de este período estuvo condicionada a que la existencia de la mayoría de los registros meteorológicos en Argentina, tienen su comienzo a partir de comienzos de la década del 60. Así, los resultados son comparables con la literatura existente.

Se observa en este período la existencia de tendencias significativas positivas en la temperatura mínima anual y los meses estivales en las cinco estaciones ubicadas en el norte del país. Mientras que en Río Gallegos en este período no se tienen tendencias significativas al nivel de 5% en la temperatura mínima.

En cuanto a la temperatura máxima se observa un enfriamiento significativo de la media anual en Santa Rosa, Tucumán y Pilar, siendo también aquí los principales responsables los meses de verano. Estos resultados están acordes con el aumento de precipitación y temperatura observados en el sector continental del país después del salto climático de la década de 1950 (Minetti, 1991; Minetti y Vargas, 1998; Minetti y otros, 2004). El comportamiento en Pergamino es similar a las anteriores localidades aunque no se obtienen valores significativos.

En Corrientes y Río Gallegos se muestra un comportamiento diferente. En Corrientes si bien el

enfriamiento en la media anual no es significativo, se observa que en este caso los meses de invierno aportan en este sentido, mientras que en el período estival no se observa un comportamiento uniforme. Para Río Gallegos se tiene un calentamiento en la máxima principalmente en los meses del verano, comportamiento opuesto a lo que ocurre en el norte del país, concordante con lo encontrado por Hoffman, et al (1997).

2. Tendencias durante la primera parte del siglo veinte

El análisis durante este período estuvo condicionado a la disponibilidad de los datos, donde se presentan datos faltantes, especialmente en los primeros años en los record de Corrientes y Río Gallegos.

En cuanto a la temperatura mínima media anual se tienen calentamientos en Río Gallegos, Pilar y Pergamino y Tucumán, aunque solo son significativos al 5% en las tres últimas. El comportamiento de los valores mensuales en estas localidades es disímil; en Río Gallegos las variaciones seculares están regidas principalmente por los meses de invierno, en especial el mes de junio. En Pergamino y Tucumán los meses estivales aportan el mayor cambio en concordancia con lo que ocurre en la segunda mitad del siglo, mientras que en Pilar no existe una estación preferencial, sino que durante todos los meses del año se observa un aumento en la temperatura mínima.

Finalmente en Santa Rosa se registró un enfriamiento de la temperatura mínima media anual en este período, mientras que Corrientes no presenta cambios.

La temperatura máxima presenta solo tendencias significativas al nivel de 5% en San Miguel de Tucumán, mientras que el resto de las estaciones analizadas, no muestran cambios a este nivel de significancia.

Es importante remarcar que en Corrientes la temperatura máxima tiene un comportamiento opuesto a lo que ocurre en la segunda etapa ya que se observa un calentamiento de ésta, principalmente en el mes de mayo, donde los valores son significativos.

3. Tendencias en Buenos Aires y Campinas

En estas localidades el crecimiento de las ciudades impone un incremento significativo en los valores de temperatura. Analizando la tabla 5, se observa que en ambas variables hay un crecimiento sostenido durante todos los períodos analizados, excepto durante el período 1961-2000 en la temperatura máxima. Aquí, si bien los cambios registrados corresponden a incrementos de los valores medios de T_x (este fenómeno se observa tanto en Buenos Aires como en Campinas), estos no son significativos al 5%.

Finalmente cabe destacar que el incremento en los valores de la temperatura mínima se advierte durante todos los meses en ambas estaciones.

Río Gallegos						
	1896-1960		1960-2004		1896-2004	
	Tx	Ti	0	Ti	Tx	Ti
enero	-0.39	0.08	0.36	0.03	0.14	0.19
febrero	-0.46	0.18	0.29	0.2	0.06	0.19
marzo	-0.38	0.19	-0.02	-0.04	-0.16	0.24
abril	0.01	0.22	0.12	0.03	-0.04	0.30
mayo	-0.1	0.18	0.22	0.1	0.10	0.27
junio	-0.15	0.24	0.15	0.13	0.07	0.13
julio	0.1	0.37	0.15	-0.08	0.25	0.16
agosto	0.06	0.18	0.14	-0.12	0.24	0.16
septiembre	-0.22	0.09	-0.08	-0.17	0.09	0.17
octubre	0.28	-0.03	0.06	-0.27	0.07	0.09
noviembre	-0.05	0.07	0.08	-0.2	-0.06	0.08
diciembre	0.14	0.29	0.16	-0.06	0.17	0.22
Anual	0.06	0.29	0.28	-0.02	-0.04	0.23
Corrientes 1894-1960						
	1894-1960		1961-2004		1894-2004	
	Tx	Ti	Tx	Ti	Tx	Ti
enero	0.14	0.14	0.14	0.15	0.02	0.14
febrero	-0.14	-0.14	-0.05	0.08	-0.15	0.06
marzo	-0.12	-0.13	0.23	0.31	-0.11	0.05
abril	-0.15	-0.46	0	0.28	-0.21	-0.14
mayo	0.33	0.23	-0.35	-0.14	0.13	0.10
junio	0.12	0.03	0.06	0.17	0.07	0.15
julio	0.15	-0.13	-0.34	-0.06	-0.08	-0.10
agosto	0.28	0.05	0.18	0.17	0.36	0.19
septiembre	-0.12	-0.22	0.12	0.02	-0.06	-0.04
octubre	-0.09	-0.2	-0.03	0.46	-0.02	0.08
noviembre	0.15	-0.04	-0.06	0.06	-0.02	0.04
diciembre	0.03	-0.04	-0.26	0.17	-0.10	0.05
Anual	0.25	0.04	-0.17	0.32	0.07	0.19
Pergamino						
	1931-1960		1961-2000		1931-2000	
	Tx	Ti	Tx	Ti	Tx	Ti
enero	0.05	0.3	0.1	0.45	-0.14	0.59
febrero	0.23	0.2	-0.11	0.39	-0.37	0.53
marzo	0.06	0.07	-0.16	0.26	-0.07	0.38
abril	0.01	-0.07	-0.06	0.3	-0.03	0.39
mayo	-0.05	-0.1	-0.26	0.14	-0.11	0.15
junio	-0.19	0.01	0.19	0.37	-0.2	0.08
julio	-0.12	0.11	-0.27	-0.21	-0.24	0
agosto	-0.14	0.11	0.28	0.07	0.07	0.22
septiembre	0.08	-0.01	-0.02	0.29	0.11	0.36
octubre	0.02	0.11	0.23	0.3	0.12	0.38
noviembre	0.06	0.29	-0.03	0.32	-0.09	0.55
diciembre	0.11	0.06	0.07	0.37	0.15	0.6
Anual	-0.18	0.47	-0.19	0.41	-0.13	0.63
Santa Rosa						
	1937-1960		1961-2004		1937-2004	
	Tx	Ti	Tx	Ti	Tx	Ti
enero	-0.02	-0.12	-0.22	0.6	-0.4	0.29
febrero	-0.27	0.15	-0.27	0.36	-0.29	0.2
marzo	0.4	0.41	-0.03	0.48	0.06	0.51
abril	-0.39	0.02	-0.34	0.39	-0.15	0.5
mayo	-0.27	-0.27	-0.33	0.25	-0.03	0.23
junio	-0.32	-0.13	-0.08	0.23	0.16	0.13
julio	-0.21	-0.41	-0.13	0.12	-0.02	0.1
agosto	0.11	-0.06	-0.18	0.39	0.08	0.4
septiembre	-0.27	-0.25	-0.18	0.44	0	0.39
octubre	-0.28	-0.22	-0.09	0.53	-0.06	0.48
noviembre	0.19	0.25	-0.13	0.25	-0.25	0.3
diciembre	-0.18	-0.28	-0.03	0.4	-0.36	0.35
Anual	-0.22	-0.31	-0.42	0.77	-0.28	0.69

Pilar Observatorio						
	1931-1960		1961-2004		1931-2004	
	Tx	Ti	Tx	Ti	Tx	Ti
enero	-0.01	0.3	-0.25	0.29	-0.57	0.34
febrero	-0.04	0.41	-0.31	0.11	-0.5	0.33
marzo	-0.06	0.12	-0.08	0.39	-0.25	0.44
abril	0.01	0.1	-0.25	0.13	-0.16	0.44
mayo	0.13	0.41	-0.28	0.01	-0.06	0.3
junio	-0.19	0.41	-0.11	0.16	-0.13	0.17
julio	-0.26	0.1	-0.14	-0.09	-0.2	0.22
agosto	0.1	0.44	0.01	0.23	-0.02	0.38
septiembre	0.29	0.39	-0.08	0.18	-0.01	0.38
octubre	-0.13	0.23	0.13	0.53	0.1	0.59
noviembre	0.09	0.54	0.02	0.24	-0.13	0.51
diciembre	0.15	0.23	-0.15	0.29	-0.33	0.45
Anual	-0.11	0.49	-0.36	0.49	-0.42	0.71

San Miguel de Tucumán						
	1890-1960		1961-2000		1890-2000	
	Tx	Ti	Tx	Ti	Tx	Ti
enero	0.20	0.25	-0.13	0.19	-0.25	0.32
febrero	0.01	0.00	-0.16	-0.09	-0.33	0.00
marzo	0.13	0.03	0.04	0.52	-0.19	0.25
abril	0.04	-0.10	-0.14	0.13	-0.18	0.24
mayo	0.04	-0.02	-0.16	0.12	-0.11	0.21
junio	0.12	0.27	-0.07	0.15	-0.15	0.29
julio	0.19	0.08	-0.15	0.14	-0.20	0.18
agosto	0.17	0.30	-0.12	0.44	-0.04	0.40
septiembre	0.12	0.16	-0.05	0.31	-0.18	0.22
octubre	0.13	0.17	-0.08	0.43	-0.01	0.41
noviembre	0.07	0.26	-0.28	0.18	-0.29	0.38
diciembre	0.28	0.23	0.04	0.29	-0.10	0.33
anual	0.23	0.30	-0.21	0.58	-0.29	0.55

TABLA 4 Tendencias de los valores medios de Tx y Ti a escala anual y mensual para distintos períodos durante el siglo veinte. En negrita se denotan los valores significativos al 5%.

CONCLUSIONES

Se analizaron las series de temperatura máxima y mínima a escala anual y mensual en ocho series de referencia en el sur de Sudamérica. Éstas disponen de datos diarios registrados por estaciones meteorológicas durante el siglo veinte en Argentina y Brasil, las cuales cubren un amplio rango latitudinal y por ende cubren diferentes regímenes climáticos.

Dada la longitud de los períodos de las series estudiadas, se detectaron distintos tipos de inhomogeneidades producidas algunas por efectos antropogénicos y otras por efectos naturales. Las primeras se deberían principalmente a dos factores; 1) el crecimiento de las ciudades que circundan la estación meteorológica, imponiendo un incremento en los valores registrados y 2) la relocalización de la estación por razones operativas.

Sobre la estimación de variaciones seculares en las series de temperaturas a escala anual y mensual, con distinta cantidad de datos faltantes, se encontró que no se inducen errores significativos en la estimación de las tendencias lineales. No obstante esto, se evidencia una mayor

sensibilidad del método, si la ausencia de los datos es al comienzo del record. Esto probablemente se deba a que el efecto de variación puede ser no lineal.

El análisis de las tendencias sobre las series de referencia se dividió en dos periodos; desde el comienzo de medición hasta el año 1960 y desde el año 1961 en adelante.

En referencia a las tendencias hasta el año 1960, la temperatura mínima media anual se observa un calentamiento de esta variable en las estaciones de Río Gallegos, Pilar, Pergamino y Tucumán, aunque solo son significativos al 5% en las tres últimas. Además en Santa Rosa se registró un enfriamiento de la temperatura mínima media anual en este período, mientras que Corrientes no presenta cambios.

En este período la temperatura máxima presenta solo tendencias significativas al nivel de 5% en San Miguel de Tucumán, mientras que el resto de las estaciones analizadas, no muestra cambios a este nivel de significancia.

A escala mensual se observa que en Río Gallegos las variaciones seculares están regidas principalmente por los meses de invierno, en especial el mes de junio. En

Observatorio Central Buenos Aires						
	1906-1960		1961-2000		1906-2000	
	Tx	Ti	Tx	Ti	Tx	Ti
enero	0.17	0.42	0.03	0.37	0.10	0.68
febrero	0.05	0.34	-0.08	0.24	-0.05	0.54
marzo	0.13	0.39	0.25	0.39	0.23	0.57
abril	0.01	0.06	0.00	0.35	0.21	0.47
mayo	0.32	0.29	-0.09	0.15	0.38	0.46
junio	0.41	0.53	0.06	0.17	0.37	0.51
julio	0.35	0.30	-0.11	-0.04	0.26	0.39
agosto	0.37	0.40	0.30	0.38	0.50	0.64
septiembre	0.42	0.56	0.01	0.13	0.51	0.66
octubre	0.37	0.54	0.25	0.42	0.51	0.70
noviembre	0.36	0.59	0.06	0.21	0.30	0.70
diciembre	0.17	0.44	0.14	0.32	0.22	0.71
anual	0.61	0.74	0.20	0.65	0.66	0.89
Campinas						
	1890-1960		1961-2002		1890-2002	
	Tx	Ti	Tx	Ti	Tx	Ti
enero	0.40	0.45	0.20	0.56	0.43	0.62
febrero	0.39	0.52	-0.01	0.53	0.43	0.67
marzo	0.34	0.45	0.03	0.48	0.43	0.65
abril	0.19	0.34	0.27	0.48	0.38	0.57
mayo	0.21	0.40	-0.05	0.40	0.22	0.56
junio	0.20	0.39	0.03	0.27	0.26	0.54
julio	0.07	0.52	0.05	0.34	0.18	0.64
agosto	0.34	0.49	0.00	0.36	0.36	0.65
septiembre	0.50	0.47	-0.07	0.14	0.27	0.65
octubre	0.47	0.51	0.23	0.44	0.48	0.66
noviembre	0.40	0.26	0.25	0.51	0.47	0.61
diciembre	0.17	0.27	0.41	0.61	0.23	0.59
anual	0.45	0.71	0.19	0.76	0.52	0.87

TABLA 5. Tendencias de los valores medios de Tx y Ti a escala anual y mensual para distintos períodos durante el siglo veinte. En negrita se denotan los valores significativos al 5%.

Pergamino y Tucumán los meses estivales aportan el mayor cambio en concordancia con lo que ocurre en la segunda mitad del siglo, mientras que en Pilar no existe una estación preferencial, sino que durante todos los meses del año se observa un aumento sobre la temperatura mínima.

En el período comprendido desde 1960 en adelante se observa la existencia de tendencias significativas positivas en la temperatura mínima anual y los meses estivales en las cinco estaciones ubicadas en el norte del país. En Río Gallegos en este período no se tienen tendencias significativas al nivel de 5% en la temperatura mínima.

En cuanto a la temperatura máxima se observa un enfriamiento significativo de la media anual en Santa Rosa, Tucumán y Pilar, siendo también los principales responsables los meses de verano. El comportamiento en Pergamino es similar a las anteriores localidades aunque no se pudieron obtener valores significativos.

En Corrientes si bien el enfriamiento en la media anual no es significativo, se observa que en este caso los meses de invierno aportan en este sentido, mientras que en el período estival no se observa un comportamiento uniforme. Para Río Gallegos se tiene un calentamiento en

la máxima dado principalmente en el verano, comportamiento opuesto a lo que ocurre en el norte del país.

Si se consideran las variaciones seculares se observa en la totalidad de las estaciones analizadas un incremento en el promedio anual de la temperatura mínima, aunque solo en Corrientes este aumento no es significativo. En cuanto a la temperatura máxima, el comportamiento es uniforme en la región central de Argentina, donde se observan disminuciones en la totalidad del período.

Estos resultados indican que además de los factores de origen antropogénico, las variaciones en las tendencias sobre la temperatura máxima y mínima deberían confirmar la variabilidad en la nubosidad y el contenido de humedad

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los proyectos UBA X-234 y UBA X-095, CONICET PIP 5139 y CLARIS por sus aportes en el desarrollo de este trabajo y al Servicio Meteorológico Nacional por la información suministrada.

BIBLIOGRAFÍA:

Barrucand, M. (2001). Variabilidad interanual de extremos diarios de temperatura en la República Argentina. Tesis de Licenciatura en Ciencias de la Atmósfera. Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. U.B.A.

Galmarini, A. G. y Raffo del Campo, J. M. (1965). Investigaciones sobre la existencia de posibles cambios de clima en la Patagonia Argentina. Presidencia de la Nación, Consejo Nacional de Desarrollo. Proyectos Especiales N° 14.

Hoffmann, J. A. (1990). De las variaciones de la Temperatura del Aire en la Argentina y Estaciones de la Zona Subantártica Adyacente, desde 1903 hasta 1989 inclusive. *Meteorológica*. Vol. 17, N° 1 y 2. 1990

Hoffmann, J., Nuñez, S. y Vargas W. (1997). Temperature, humidity and precipitation variations in Argentina and the adjacent sub-Antarctic region during the present century. *Meteor. Z.*, 6, 3-11

Minetti, J.L. y W.M. Vargas, 1983a: El enfriamiento de la década de 1950 en la República Argentina. *Meteorológica* vol. XIV, N° 1 y 2, 175-188. CAM. Bs.As.

Minetti, J.L. y W.M. Vargas, 1983b: Fluctuaciones de la temperatura media en Sudamérica y Hemisferio Sur en el período 1941-60. *Meteorológica* vol. XIV, N° 1 y 2, 225-235.

Minetti, J.L., 1991: Estudio de las singularidades climáticas en series de temperaturas del Noroeste Argentino. Tesis Doctoral. FCEyN-UBA. 117 pgs. Bs.As.

Minetti, J.L. y W.M. Vargas, 1998: Trend and jumps in the annual precipitation in South America, south of the 15°S. *Atmósfera* 11, 205-223. México.

Minetti, J.L., W.M. Vargas, A.G. Poblete, L.R. Acuña and G. Casagrande, 2004: Non-linear trends and low frequency oscillation in annual precipitation over Argentina and Chile, 1931-1999. *Atmósfera* 16, 119-135. México.

Naumann, G. (2006). Estimación y análisis de tendencias sobre la temperatura máxima y mínima en series de referencia en el sudeste de Sudamérica. aspectos metodológicos e inferencias en escala diaria. Tesis de Licenciatura en Ciencias de la Atmósfera. Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. U.B.A.

Rusticucci y Barrucand (2004). Observed Trends and Changes in Temperature Extremes over Argentina. *Journal of Climate* 17, pags. 4099-4107

Vargas, W.M. y J.L. Minetti, 1997: Inhomogeneidades en series de temperatura del Noroeste Argentino. *Meteorológica* vol. 22, N° 1, 23-34. CAM. Bs.As.

WMO Technical Note N° 71. Statistical analysis and prognosis in meteorology. Proceedings of the WMO inter-regional seminar on statistical analysis and prognosis in meteorology. Paris 8-20 October 1962.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE MÉTODOS DE CLASIFICACIÓN EN GEOGRAFÍA

Silvia Cattapan

Instituto de Geografía Aplicada-FFHA-UNSJ

e-mail: silcatta05@yahoo.com.ar

(Recibido el 05/12/2005 - Aceptado por referi el 07/07/2006)

RESUMEN

En toda investigación suele ser necesario realizar clasificaciones, las cuales no representan un fin en sí mismo sino un medio para lograr un objetivo propuesto. Sin embargo llegado el momento de realizarlas, se suele presentar la incertidumbre de que método elegir, ya que de ello pueden derivarse distintos resultados.

El propósito de este trabajo es indagar la similitud, o la disparidad de los resultados que se obtiene con tres métodos: análisis de conglomerados (cluster análisis), sumatoria de los valores tipificados y diferencias de valores relativos. Para aplicarlo se planteó, a modo de ejemplo, el objetivo de analizar la evolución de la situación habitacional de los departamentos de la Provincia de San Juan, considerando trece variables proporcionadas por los Censos de Población y Viviendas de 1980 y 2001.

Cada una de las técnicas planteadas poseen características distintivas y deberán ser elegidas de acuerdo a la temática programada, por tanto se puede afirmar que la formulación de objetivos concisos guiará la elección del método que más se ajuste a la investigación planteada.

Palabras claves : objetivo, método, clasificación, diferencias, resultados.

ABSTRACT

When doing research, it is sometimes necessary to classify in order to achieve the desired goal. However, when time comes to apply a classification method, it is not always easy to decide on the most appropriate one, considering that the choices available may lead to different results.

The purpose of this study is to analyze the similarities or differences found in the results obtained using three methods: cluster analysis, (typified value sum) sumatoria de los valores tipificados and (relative value differences) diferencias de valores relativos. To carry out the study, the evolution of the housing situation of the departments of San Juan Province was analyzed, considering thirteen variables obtained from the population and housing surveys from 1980 and 2001.

Each of the techniques available has distinctive characteristics and must be chosen according to the topic. In other words, the appropriate formulation of the

objectives set for a study serves as a guide to the choice of method used.

Key words: objective, method, classification, differences, results

INTRODUCCIÓN

La obtención de clasificaciones es uno de los pasos esenciales en el proceso de investigación, tanto en temáticas que aborda la Geografía como también en las de otras disciplinas. Esto es así porque constituye la manera más sencilla de organizar un conjunto de datos, cada día más creciente, y obtener conclusiones sobre la problemática que se desea analizar.

La Geografía, como las demás ciencias, siempre se ha preocupado por realizar clasificaciones: un tema recurrente en ella ha sido el de región. Durante muchos años se le denominó región al resultado de las clasificaciones espaciales. En la actualidad, se prefiere hablar de tipologías espaciales o clasificaciones areales, reconociéndose un cambio en su caracterización como también en la manera de obtenerla.

En general se puede señalar que las tipologías espaciales son:

- * entidades dinámicas, por tanto sus límites son variables. Contrariamente a la región geográfica tradicional, pueden o no presentar continuidad espacial. De la misma manera no son necesariamente perdurables en el tiempo, más bien son cortes que permiten ver la problemática en un determinado momento.

- * se reducen a una porción de la realidad geográfica donde predominan algunos atributos que le otorgan homogeneidad, que es justamente lo que las hace diferenciar.

- * son el producto de una actitud selectiva que elimina lo incidental para destacar lo relevante, en definitiva, es una representación simplificada de la realidad a fin de poner en relieve algunos de sus atributos. En este sentido, en todos los casos una tipología espacial es también un modelo: un modelo de diferenciación o disimilitud espacial, una abstracción simplificada y fragmentada del espacio geográfico en función de ciertos caracteres.

Sin embargo, se debe tener siempre presente, que las tipologías areales no son un fin en sí misma, sino un medio

para llegar a analizar una problemática en estudio, es decir ofrecen la base para realizar un diagnóstico, con el fin de definir acciones precisas de acuerdo a las características y problemas de cada área.

No obstante, llegado el momento de concretar una clasificación de unidades espaciales sobre la base de una serie de atributos, se tiene la incertidumbre de que método elegir. Cuál es el más conveniente a la problemática y objetivos planteados. Al respecto Moreno Jiménez sustenta «en qué grado concuerdan los resultados de los diversos métodos... La base para estas inquietudes radica en el hecho de que diversos métodos no llegan a idénticos resultados. Más exactamente lo que suele suceder es que una mayoría de métodos conducen a soluciones sustancialmente similares, en tanto que otras desembocan en otras netamente distintas. En la elección del método reside por tanto un componente notorio de subjetividad de unas técnicas pretendidamente objetivas» (Bosque Sendra, I y Moreno Jiménez, A. 1994)

El análisis pormenorizado de la problemática que conduzca al planteo de objetivos claros nos ayudará a elegir el método que más se ajuste a la investigación planteada.

El principal propósito del presente artículo es indagar la similitud o no de los resultados de tres métodos diferentes. Para lograrlo se planteó, a modo de ejemplo, el objetivo de determinar la evolución de la situación habitacional de los departamentos de la Provincia de San Juan, desde la óptica geográfica. Para ello se dispuso de información proveniente de los Censos Nacionales de Población y Vivienda a nivel departamental correspondiente a dos momentos 1980 y 2001.

DATOS Y METODOLOGIA

La plataforma de toda investigación está constituida por una buena base de datos, de ahí la importancia de este primer paso. Las conclusiones estarán directamente relacionadas con la confiabilidad y calidad de los datos. El propósito del ejemplo propuesto es examinar la evolución de la situación habitacional de la Provincia de San Juan para lo cual en un primer momento se consideró razonable analizarla para las dos últimas décadas, desde 1980 a 2001. Pero dado que para poder realizar comparaciones es ineludible utilizar las mismas variables (o al menos que sean confrontables) es que se decidió tomar solamente los datos brindados por los Censos de 1980 y 2001, puesto que los del Censo 1991 tenían variables no comparables con el resto de los Censos considerados. Del mismo modo es importante señalar que no se pudieron incluir variables de peso considerable para el análisis realizado, por no recogerse de la misma manera en los dos censos analizados (1980 y 2001). Así por ejemplo la información referida al régimen de tenencia de la vivienda es captada en el primero de los censos pero no en el 2001 (o al momento de realizarse este trabajo aún no se encontraba procesado a nivel departamental). Así mismo se encuentran diferencias significativas entre ambos censos, en la toma de datos referentes al material de construcción de la vivienda.

Sorteados todos estos inconvenientes, finalmente se consideraron 13 variables:

per/viv - Promedio de personas por vivienda particular ocupada.

vivdef - Tipo de vivienda: porcentaje de viviendas deficitarias. Incluye las casas Tipo B y a las viviendas precarias (ranchos, casillas, hogares en casas de inquilinato, locales no construidos para habitación y viviendas móviles).

pisomos - Material de construcción: porcentaje de viviendas con piso de cerámico, baldosa, mosaico, mármol, madera o alfombrado.

electred - Servicio de alumbrado: porcentaje de viviendas con servicio de electricidad de red pública

gasred - Combustible para cocinar: porcentaje de viviendas que poseen gas de red, es decir, conducido por cañerías de red pública hasta la vivienda

aguared - Servicio de agua según procedencia: porcentaje de viviendas que poseen agua corriente obtenida mediante una red pública de cañerías

aguapozo - Servicio de agua según procedencia: porcentaje de viviendas que poseen agua de perforación, pozo, transporte por cisterna, río, canal y otros.

cañviv - Servicio de agua según sistema de abastecimiento: porcentaje de viviendas con provisión de agua por cañería dentro de la vivienda

cañviv - Servicio de agua según sistema de abastecimiento: porcentaje de viviendas con provisión de agua por cañería fuera de la vivienda pero dentro del terreno en el que está construida la vivienda

cañterr - Servicio de agua según sistema de abastecimiento: porcentaje de viviendas con provisión de agua por grifo fuera del predio o terreno en el que está construida la vivienda

cloaca - Servicio sanitario: porcentaje de viviendas que poseen inodoro con descarga de agua con desagüe a red pública (cloaca)

camsept - Servicio sanitario: porcentaje de viviendas que poseen inodoro con descarga de agua con desagüe a cámara séptica, pozo ciego.

s/inod - Servicio sanitario: porcentaje de viviendas que poseen inodoro sin descarga de agua o sin inodoro.

Las Tablas I y II presentan la matriz de información espacial para los años 1980 y 2001 respectivamente. Tomando como base estos valores, se aplicaron tres métodos para el mismo objetivo: el primero es una técnica multivariante *cluster análisis*, el segundo *la sumatoria de los valores tipificados* y finalmente el tercer procedimiento que se aplicó es el de *las diferencias de valores relativos*

TABLA I: MATRIZ DE INFORMACION ESPACIAL 1980

Departam	per/viv	vivdet	pisomos	electred	gasred	aguared	aguapozo	cañviv	cañferr	cloaca	camsep	s/mod
Albardón	4.88	71.14	23.87	73.78	.00	42.48	57.52	32.89	18.54	.00	36.66	63.34
Angaco	4.74	73.73	15.94	53.62	.00	23.91	76.09	28.44	8.63	2.29	32.37	67.63
Calingasta	4.85	71.21	13.09	71.69	.00	43.32	56.68	33.52	12.95	.00	35.91	64.08
Capital	4.17	24.97	82.49	97.05	20.77	96.86	3.14	91.37	4.38	41.14	50.93	7.93
Caucete	4.62	61.54	32.03	71.80	.00	51.00	48.39	43.05	9.80	.00	46.28	53.72
Chimbas	4.89	52.44	42.09	90.67	.89	69.59	30.43	52.01	11.48	.00	56.99	43.01
Iglesia	5.03	84.23	7.89	57.39	.00	42.17	57.83	18.18	27.82	2.08	17.96	82.04
Jáchal	5.18	64.85	34.36	67.10	.00	54.72	45.28	37.94	16.58	.00	37.44	62.56
9 de Julio	5.21	77.01	16.66	65.66	.00	29.32	70.68	26.61	19.68	.00	31.32	68.67
Pocito	4.76	67.95	24.79	68.63	.62	36.22	63.78	36.20	2.19	.00	39.71	60.28
Rawson	4.93	36.26	52.10	92.83	.55	81.20	18.80	69.39	5.50	2.79	69.44	27.76
Rivadavia	4.27	27.07	65.89	97.05	1.02	93.11	6.88	78.83	9.80	.00	75.34	19.34
San Martín	4.98	70.93	22.25	62.25	.00	26.56	73.44	31.70	22.25	5.32	33.95	66.04
Santa Lucía	4.71	33.06	61.34	95.40	6.92	78.98	21.02	73.89	8.34	.00	62.23	24.21
Sarmiento	4.92	73.28	15.59	48.94	.00	31.67	68.33	29.95	13.94	13.55	35.77	64.23
Ullum	4.92	61.22	34.86	78.74	.00	54.25	45.75	41.84	19.90	.00	44.56	55.44
Valle fértil	5.12	70.77	8.70	56.95	.00	58.75	41.25	35.76	19.62	.00	37.56	62.44
25 de Mayo	4.93	73.57	21.00	49.10	.00	32.80	67.20	29.61	13.75	.00	32.12	67.87
Zonda	4.75	56.88	32.79	63.76	.00	55.26	44.74	48.99	15.18	.00	51.42	48.58

TABLA II: MATRIZ DE INFORMACION ESPACIAL 2001

Departam	per/viv	vivdet	pisomos	electred	gasred	aguared	aguapozo	cañviv	cañferr	cloaca	camsept	s/mod
Albardón	4.51	53.44	33.50	99.20	14.97	77.82	22.18	56.88	23.47	.00	58.17	41.82
Angaco	4.41	53.22	29.00	97.20	.00	72.75	27.25	56.71	23.28	.00	55.19	44.81
Calingasta	4.45	47.68	26.68	97.33	.00	73.87	26.13	64.66	20.62	.00	66.98	33.02
Capital	3.49	27.42	85.43	99.25	92.69	99.26	.74	94.74	4.49	.76	30.37	6.44
Caucete	4.33	34.64	54.25	97.57	44.86	84.90	15.09	72.72	15.17	2.91	36.77	28.48
Chimbas	4.48	30.42	53.31	98.52	53.86	94.52	5.47	82.02	13.85	3.11	80.21	17.84
Iglesia	4.53	49.60	26.57	95.96	.00	90.00	10.00	63.90	25.85	.00	63.18	36.82
Jáchal	4.33	40.49	49.86	95.32	.00	82.76	17.24	69.82	17.70	.00	67.17	32.83
9 de Julio	4.57	50.99	34.13	100.00	.00	76.45	23.55	57.50	33.35	.00	58.76	41.24
Pocito	4.39	49.64	35.31	97.40	18.37	75.72	24.27	61.84	21.77	4.24	62.01	37.99
Rawson	4.21	31.04	64.33	98.46	78.11	93.79	6.20	86.63	11.30	.00	82.22	13.19
Rivadavia	4.10	29.14	75.24	98.89	79.72	97.48	2.52	89.83	8.36	4.59	74.00	9.68
San Martín	4.60	41.10	43.23	97.55	.00	75.66	24.34	67.57	21.98	.00	66.08	33.92
Sta Lucía	4.09	28.95	67.88	99.09	70.18	96.64	3.36	86.91	10.52	2.30	43.10	13.91
Sarmiento	4.63	49.06	34.27	95.48	.00	75.18	24.82	58.92	22.51	3.65	61.45	38.55
Ullum	4.40	40.68	38.67	99.09	.00	83.68	16.31	68.98	20.44	.00	72.71	27.29
Valle Fértil	4.39	44.74	20.58	86.10	.00	79.09	20.91	64.80	23.25	.00	73.83	26.17
25 de Mayo	4.67	47.72	38.43	91.94	.00	63.38	36.61	57.60	22.86	.00	58.43	41.57
Zonda	4.63	32.28	45.61	99.30	.00	85.03	14.97	76.14	15.91	.00	76.96	23.04

ANÁLISIS

A) En la mayoría de las investigaciones geográficas que trabajan con un número elevado de variables, se recurre a la utilización de las técnicas multivariantes, donde el primer paso habitualmente usado, aunque no por ello imprescindible, es el análisis factorial. La finalidad de este es condensar la información a través de unos cuantos factores. En una segunda instancia, sobre la base de la matriz factorial obtenida, se aplica la técnica de «análisis de agrupamiento» (cluster analysis) en el que se reconocen distintos procedimientos clasificatorios: los jerárquicos y los nucleares. En los primeros se rescatan a su vez dos estrategias: las divisivas y las más empleadas, las denominadas aglomerativas. Estas parten de la matriz de similitudes (o distancias) que van reconociendo los dos individuos con mayor grado de interacción que consiguen integrar el primer grupo. A partir de este momento la interacción con el resto de los individuos o entre grupos puede seguir distintos caminos o criterios: el más usado y

el que se empleó en este trabajo es el de similitud media (average linkage)

La forma más sencilla de establecer la semejanza entre dos unidades espaciales es a través de la distancia euclidiana, según la ecuación:

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 + \dots + (z_i - z_j)^2}$$

donde: i y j son las unidades espaciales (departamentos)

x , y , z son las variables consideradas

En definitiva, compara las distancias entre las variables correspondientes entre, cada una y todas, las unidades territoriales. A mayor similitud entre las variables menor distancia lo cual se traduce también en un menor valor.

Los departamentos agrupados en cada etapa de fusión se representan gráficamente en los «dendrogramas» (Figura 1 y 2) cuyo corte a un nivel de 5,2 permitió alcanzar las siguientes clasificaciones:

FIGURA 1: Dendrograma -1980-

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)

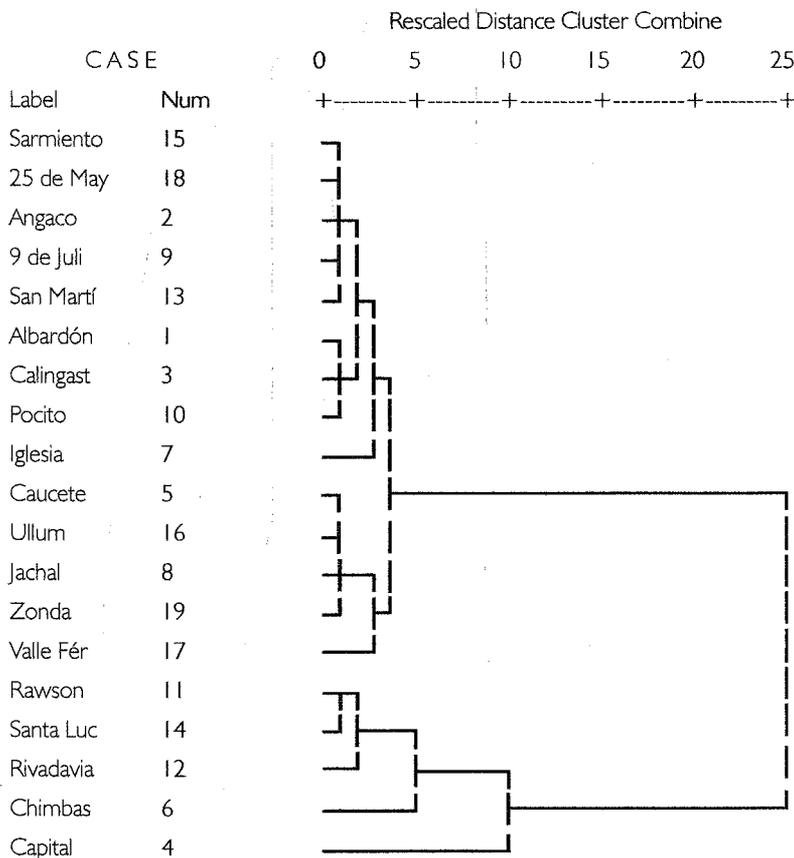
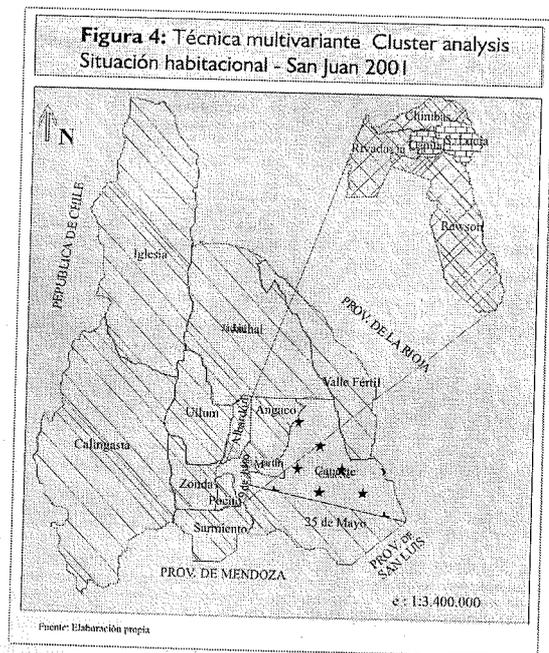
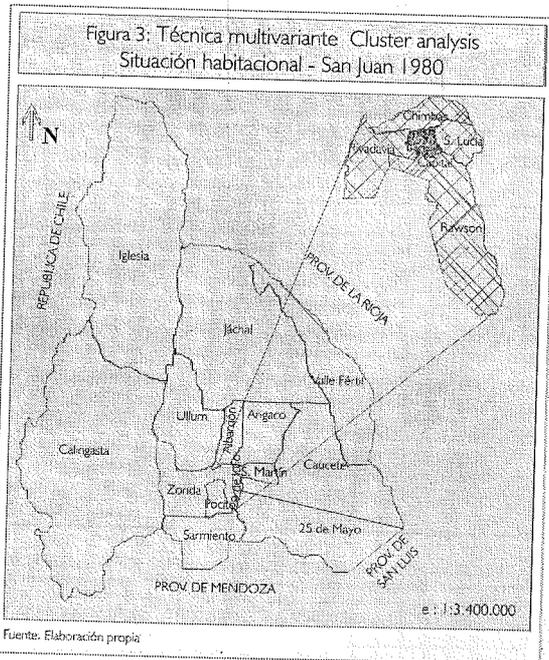
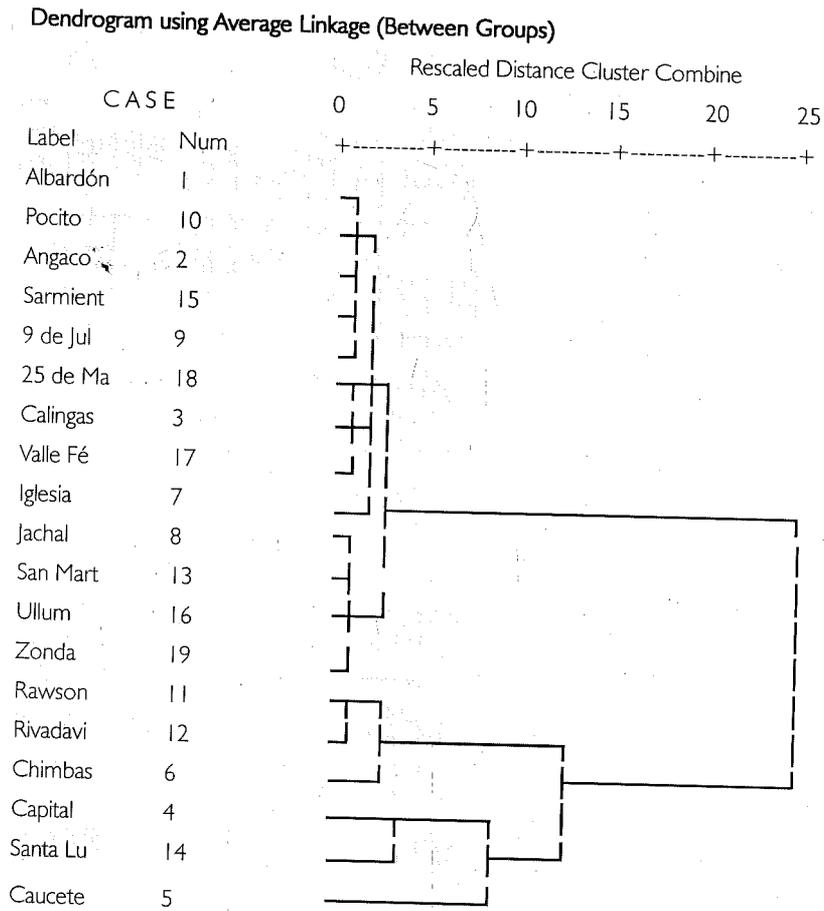


FIGURA 2: Dendrograma -2001



Para el año 1980 (Figura 3):

Agrupamiento I: Capital

Agrupamiento II: Los departamentos lindantes con Capital: Chimbab, Rawson, Rivadavia y Santa Lucía

Agrupamiento III: El resto de los departamentos: Albardón, Angaco, Calingasta, Caucete, Iglesia, Jáchal, 9 de Julio, Pocito, San Martín, Sarmiento, Ullum, Valle Fértil, 25 de Mayo y Zonda

Para el año 2001 se obtuvieron cuatro grupos

Agrupamiento I: Capital y Santa Lucía

Agrupamiento II: Caucete

Agrupamiento III: Chimbab, Rawson, Rivadavia

Agrupamiento IV: El resto de los departamentos: Albardón, Angaco, Calingasta, Iglesia, Jáchal, 9 de Julio, Pocito, San Martín, Sarmiento, Ullum, Valle Fértil, 25 de Mayo y Zonda.

Teniendo en cuenta que el nexo o relación entre los departamentos está en función de su similitud en cada uno de los aspectos considerados (las distintas variables) se logra apreciar que solo dos departamentos -Santa Lucía y Caucete- variaron su situación habitacional. Sin embargo, esta disimilitud no nos informa acerca de las mejoras alcanzadas en la condición habitacional tanto de estos departamentos como en los restantes. Es por ello que se buscó otro procedimiento para conseguir el objetivo formulado en el ejemplo planteado.

B) El segundo método aplicado fue el de la sumatoria de los valores tipificados. Los puntajes estándar típicos:

$$z = \frac{x_i - \mu}{\sigma}$$

estándar está alejado cada departamento del promedio de ellos. De esta manera los valores inferiores a la media aritmética asumen signo negativo, mientras que los valores mayores a ella toman signo positivo. De esta manera se comprueba que la media de la variable tipificada es igual a cero y la desviación estándar a uno.

Sin embargo en este estudio, al reconocerse algunas «variables ventajosas o positivas» (vivienda que posee electricidad de red, vivienda con agua de red, con servicio de cloaca, etc), mientras que otras se les podría denominar «variables desventajosas o negativas» (vivienda deficitaria, vivienda con cañería de agua fuera de la vivienda o terreno, vivienda sin inodoro o con inodoro sin descarga de agua, etc), se dispuso multiplicar cada valor tipificado por -1 en el caso de los últimos indicadores mencionados. Consecuentemente los valores estandarizados fueron multiplicados por +1 en el caso de los indicadores reconocidos como «variables favorables o positivas»

1. La Tabla III y IV indican los valores tipificados de las variables seleccionadas para los años 1980 y 2001 respectivamente con el signo correspondiente según al tipo de variable a la que pertenece.

TABLA III: VALORES TIPIFICADOS Y CON EL SIGNO CONVENIENTE 1980

	per/viv	vivdet	pisomos	electred	gastred	aguared	aguapozo	carviv	carviv	canfierr	cloaca	camsepe	s/inod	SUMAI
Albardón	-0,170	-0,592	-0,393	0,128	-0,331	-0,463	-0,463	-0,564	-0,674	0,294	-0,340	0,480	-0,517	-3,405
Angaco	0,355	-0,738	-0,778	-1,119	-0,331	-1,299	-1,299	-0,786	1,082	0,805	-0,340	0,777	-0,734	-4,404
Calingasta	-0,057	-0,596	-0,916	-0,001	-0,331	-0,425	-0,425	-0,533	0,316	0,114	-0,340	0,532	-0,555	-3,217
Capital	2,490	2,011	2,449	1,568	3,909	1,983	1,983	2,349	1,835	0,671	3,888	-0,510	2,285	26,910
Caucete	0,804	-0,051	0,002	0,006	-0,331	-0,053	-0,053	-0,058	0,874	-1,265	-0,340	-0,187	-0,031	-0,681
Chimbab	-0,207	0,462	0,490	1,173	-0,149	0,756	0,756	0,388	0,577	-3,239	-0,340	-0,930	0,511	0,248
Iglesia	-0,731	-1,330	-1,168	-0,886	-0,331	-0,477	-0,477	-1,297	-2,319	0,879	-0,340	1,777	-1,463	-8,163
Jáchal	-1,293	-0,238	0,115	-0,285	-0,331	0,087	0,087	-0,313	-0,327	0,449	-0,340	0,426	-0,478	-2,439
9 de Julio	-1,406	-0,923	-0,743	-0,374	-0,331	-1,055	-1,055	-0,877	-0,876	-0,760	-0,340	0,850	-0,787	-8,677
Pocito	0,280	-0,412	-0,349	-0,190	-0,204	-0,745	-0,745	-0,399	0,082	0,840	-0,340	0,268	-0,362	-2,276
Rawson	-0,357	1,375	0,975	1,307	-0,218	1,279	1,279	1,254	0,299	-0,327	-0,053	-1,794	1,282	6,299
Rivadavia	2,115	1,893	1,644	1,568	-0,122	1,814	1,815	1,724	0,874	-0,168	0,207	-2,203	1,708	12,869
San Martín	-0,544	-0,580	-0,472	-0,585	-0,331	-1,179	-1,179	-0,624	-1,332	-0,337	-0,340	0,668	-0,654	-7,489
Santa Lucía	0,467	1,555	1,423	1,466	1,082	1,179	1,179	1,478	1,133	-0,066	1,053	-1,294	1,462	12,116
Sarmiento	-0,319	-0,713	-0,795	-1,408	-0,331	-0,950	-0,950	-0,711	0,141	0,635	-0,340	0,541	-0,562	-5,760
Ullum	-0,319	-0,033	0,139	0,435	-0,331	0,066	0,066	-0,119	-0,915	-0,545	-0,340	-0,068	-0,118	-2,081
Valle fértil	-1,069	-0,571	-1,129	-0,913	-0,331	0,269	0,269	-0,421	-0,866	0,279	-0,340	0,477	-0,472	-4,876
25 de Mayo	-0,357	-0,729	-0,533	-1,398	-0,331	-0,899	-0,899	-0,728	0,174	0,572	-0,340	0,795	-0,746	-5,418
Zonda	0,317	0,212	0,039	-0,491	-0,331	0,112	0,112	0,238	-0,079	0,970	-0,340	-0,544	0,229	0,444

1 Otra opción para no transformar los signos es considerar solo variables favorables o bien solo variables desfavorables o negativas

TABLA IV: VALORES TIPIFICADOS Y CON EL SIGNO CONVENIENTE 2001

	per/viv	vivdet	zpisomos	electred	gas red	aguared	aguapoza	canviv	cantviv	canferr	cloaca	camsept	s/mod	SUMAI
Albardón	-0,479	-1,336	-0,650	0,662	-0,262	-0,524	-0,525	-1,110	-0,678	-0,296	-0,475	0,311	-1,090	-6,451
Angaco	-0,112	-1,312	-0,903	0,051	-0,703	-1,032	-1,033	-1,120	-0,651	-1,462	-0,475	0,524	-1,341	-9,569
Calingasta	-0,259	-0,709	-1,033	0,090	-0,703	-0,920	-0,920	-0,471	-0,267	-0,276	-0,475	-0,321	-0,349	-6,612
Capital	3,263	1,497	2,269	0,678	2,033	1,624	1,620	1,984	2,060	1,704	3,007	2,302	1,888	25,927
Caucete	0,181	0,711	0,516	0,164	0,621	0,185	0,186	0,187	0,520	0,280	0,368	1,844	0,033	6,868
Chimbas	-0,369	1,170	0,463	0,454	0,886	1,149	1,150	0,946	0,710	0,147	-0,368	1,269	0,929	6,000
Iglesia	-0,552	-0,918	-1,040	-0,328	-0,703	0,696	0,696	0,533	-1,021	-0,568	-0,475	-0,048	-0,669	-5,463
9 de Julio	0,181	0,074	0,269	-0,524	-0,703	-0,029	-0,030	-0,050	0,155	-0,588	-0,475	-0,334	-0,333	-2,386
Pocito	-0,699	-1,069	-0,615	0,907	-0,703	-0,662	-0,662	-1,060	-2,104	-0,601	-0,475	0,268	-1,041	-8,515
Rawson	-0,039	-0,922	-0,548	0,112	-0,161	-0,735	-0,734	-0,701	-0,433	-2,681	-0,475	0,035	-0,767	-8,048
Rawson	0,622	1,103	1,083	0,436	1,602	1,076	1,080	1,322	1,080	1,015	-0,222	-1,413	1,320	10,104
Rivadavia	1,025	1,310	1,696	0,568	1,650	1,446	1,450	1,583	1,500	1,359	0,424	-0,824	1,615	14,801
San Martín	-0,809	0,008	-0,103	0,158	-0,703	-0,741	-0,741	-0,233	-0,463	0,075	-0,475	-0,256	-0,425	-4,709
Santa Lucía	1,062	1,330	1,282	0,629	1,368	1,362	1,360	1,345	1,190	0,684	1,894	1,390	1,259	16,154
Sarmiento	-0,919	-0,859	-0,607	0,475	-0,703	-0,789	-0,789	-0,939	-0,539	-0,210	-0,475	0,076	-0,814	-8,043
Ullum	-0,075	0,054	-0,360	0,629	-0,703	0,063	0,064	-0,241	-0,241	1,008	-0,475	-0,731	0,133	-0,753
Valle Fértil	-0,039	-0,389	-1,376	-3,344	-0,703	-0,397	-0,397	-0,460	-0,646	0,227	-0,475	-0,811	0,228	-8,583
25 de Mayo	-1,066	-0,713	-0,373	-1,558	-0,703	-1,971	-1,970	-1,050	-0,590	0,068	-0,475	0,292	-1,069	-11,177
Zonda	-0,919	0,968	0,031	0,693	-0,703	0,198	0,198	0,466	0,413	0,114	-0,475	-1,036	0,491	0,439

Realizada la sumatoria de los valores tipificados de cada departamento se obtuvo el *Indicador de la situación habitacional* que permitió la construcción de intervalos, agrupando de esa manera los departamentos con realidades similares. A mayor valor en la sumatoria se corresponde con mejores condiciones en las viviendas del departamento.

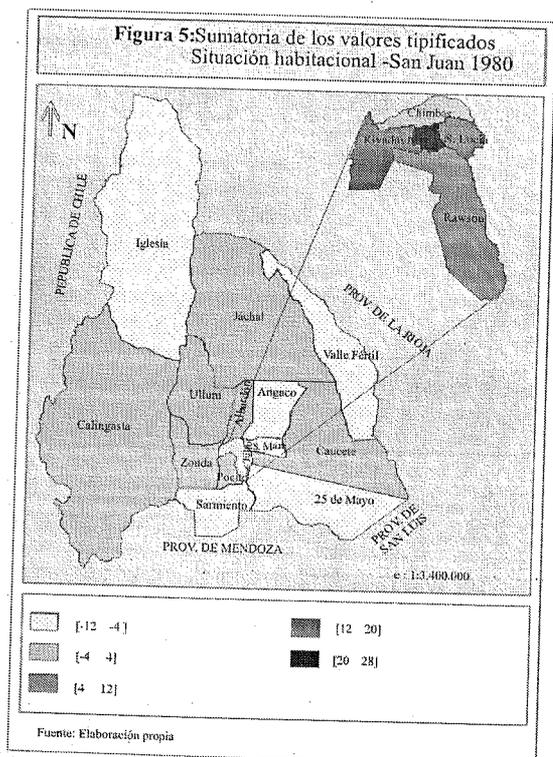
Aplicando la fórmula de Sturges de intervalos óptimos: $1 + 3.3 \log N$, se construyeron cinco intervalos de igual amplitud. Los departamentos fueron asignados a cada intervalo teniendo en cuenta el valor resultante de la sumatoria (Tablas V y VI y Figuras 5 y 6):

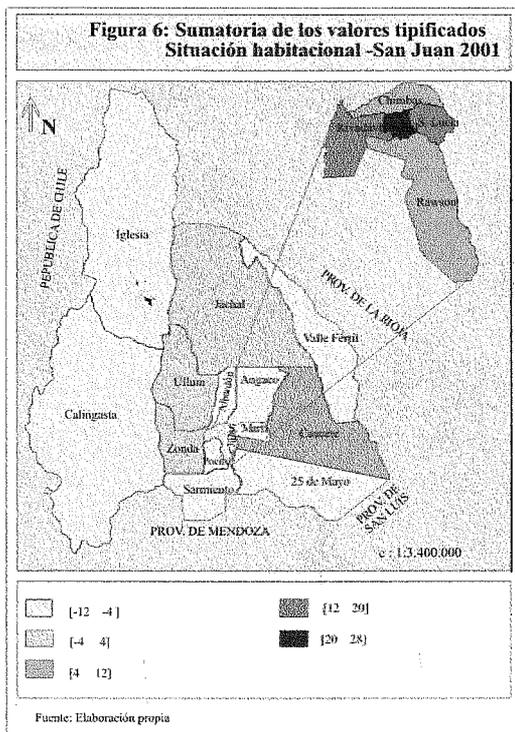
TABLA V: Sumatoria de los valores tipificados. Año 1980

Grupo	Intervalo	Departamentos incluidos
I	-12 - 4	Angaco, Iglesia, 9 de Julio, San Martín, Sarmiento, Valle Fértil y 25 de Mayo.
II	- 4 4	Albardón, Calingasta, Caucete, Jáchal Pocito, Ullum, Zonda y Chimbas
III	4 12	Rawson,
IV	12 20	Santa Lucía, Rivadavia
V	20 28	Capital

TABLA VI: Sumatoria de los valores tipificados. Año 2001

Grupo	Intervalo	Departamentos incluidos
I	-12 - 4	Albardón, Angaco, Calingasta, Iglesia, 9 de Julio, Pocito, San Martín, Sarmiento, Valle Fértil y 25 de Mayo.
II	- 4 4	Jáchal, Ullum y Zonda
III	4 12	Chimbas, Caucete y Rawson,
IV	12 20	Santa Lucía, Rivadavia
V	20 28	Capital

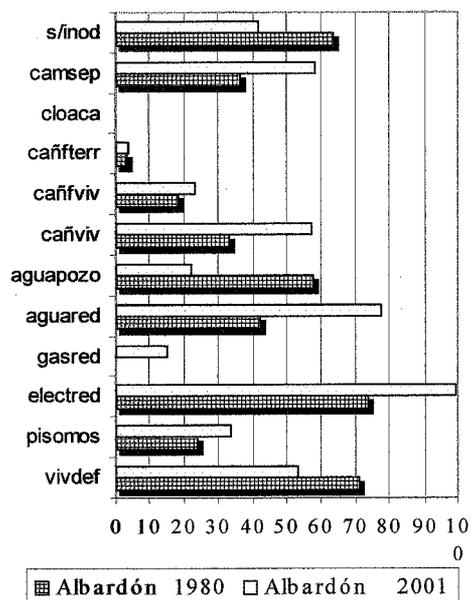




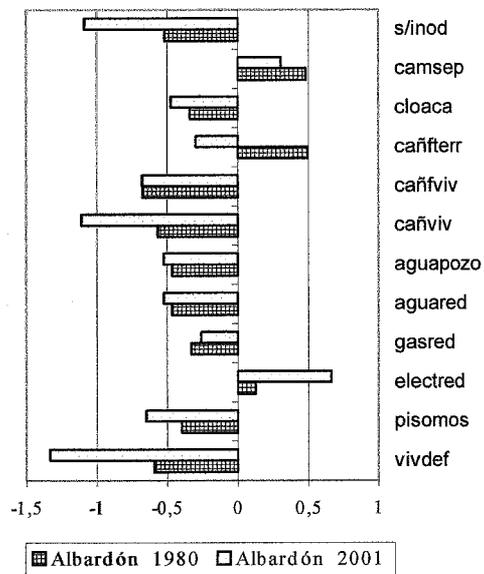
Comparando ambos resultados se puede deducir que mejoraron su situación habitacional Chimbas y Caucete y empeoraron su condición Albardón, Calingasta y Pocito. Si elegimos uno de estos departamentos, por ejemplo Albardón y se comparan los porcentajes de las distintas variables para los años 1980 y 2001 (Figura 7) es notorio que en general las variables consideradas «desventajosas o negativas» han disminuido, mientras que las variables denominadas «variables favorables o positivas» han aumentado sus porcentajes, por lo que no podemos derivar que ha empeorado su situación habitacional.

Por tanto, la conclusión obtenida párrafos arriba, como resultado de las clasificaciones, es decir, el departamento Albardón, junto con Calingasta y Pocito, han empeorado desde el punto de vista de la vivienda es debido a que se toma como base de análisis las medias de cada una de las variables para el conjunto de los diecinueve departamentos. Es decir, que al obtener las variables tipificadas se determina las distancias de cada una de las variables de cada departamento con respecto a la media correspondiente y por tanto se mide los progresos habitacionales con respecto a la media y no con respecto al mismo departamento. Los métodos también esconden «trampas» que es importante advertir para no sacar conclusiones erróneas, por ello es importante conocer bien los métodos. La Figura 8 hace evidente lo expresado: por ejemplo, si escogemos la «variable negativa» vivienda deficitaria, al tipificarla se aleja de la media del año 2001, es decir agravó su condición con respecto a la media de todos los departamentos, resultando un aumento negativo en la sumatoria para el departamento Albardón. Pero si observamos la Figura 7 notamos que en realidad su porcentaje ha disminuido, por tanto ha mejorado las condiciones habitacionales. En forma semejante se podrían analizar las restantes variables para los distintos departamentos.

**Figura 7: Variables en porcentajes.
Albardón 1980 y 2001**



**Figura 8: Variables tipificadas.
Albardón 1980 y 2001**



Por ende al igual que con el método anterior no se logra medir los avances realizados por cada departamento en materia habitacional, es por ello que se requiere del tercer método

C) El tercer método empleado es el de las *diferencias de valores relativos*. Si el objetivo propuesto es el de establecer la evolución de la situación habitacional de cada departamento, entonces se debe lograr medir los progresos obtenidos por cada uno de ellos. Por tanto este procedimiento consiste en obtener la diferencia entre los valores relativos de cada variable, entre los años 1980 y

TABLA VII: DIFERENCIAS DE VALORES RELATIVOS

	per/viv	vivdef	pisomos	electred	gas red	aguared	aguapozo	cañviv	cañviv	cañferr	cloaca	camsept	is/inod	sumatoria
Albardón	0,37	17,7	9,63	25,42	14,97	35,34	35,34	23,99	-4,93	-0,61	0	-21,51	21,52	157,23
Angaco	0,33	20,51	13,06	43,58	0	48,84	48,84	28,27	-14,65	-3,25	0	-22,82	22,82	185,53
Calingasta	0,4	23,52	13,59	25,64	0	30,55	30,55	31,14	-7,67	0,5	0	-31,07	31,06	148,21
Capital	0,68	-2,43	2,94	2,2	71,92	2,4	2,4	3,37	-0,11	1,91	22,04	20,56	1,49	129,37
Caucete	0,29	26,9	22,22	25,77	44,86	33,3	33,3	29,67	-5,37	5,25	34,74	9,51	25,24	285,68
Chimbas	0,41	22,02	11,22	7,85	52,97	24,93	24,93	30,01	-2,37	10,65	1,94	-23,22	25,17	186,51
Iglesia	0,5	34,63	18,68	38,57	0	47,83	47,83	45,72	1,97	-2,11	0	-45,22	45,22	233,62
Jáchal	0,65	24,31	15,5	28,22	0	28,04	28,04	31,88	-1,12	-0,92	0	-29,73	29,73	154,6
9 de Julio	0,64	26,02	17,47	34,34	0	47,13	47,13	30,89	-13,67	2,49	0	-27,44	27,43	192,43
Pocito	0,37	18,31	10,52	28,77	17,75	39,5	39,5	25,64	-7,5	-5,19	0	-22,3	22,29	167,66
Rawson	0,72	5,22	12,23	5,63	77,56	12,59	12,59	17,24	1,75	3,7	1,8	-12,78	14,57	152,82
Rivadavia	0,17	-2,07	9,35	1,84	78,7	4,37	4,37	11	1,44	3,77	10,99	1,34	9,66	134,93
San Martín	0,38	29,83	20,98	35,3	0	4,91	4,91	35,87	0,27	2,31	0	-32,13	32,12	134,75
Sta Lucía	0,62	4,11	6,54	3,69	63,26	17,66	17,66	13,02	-2,18	2,46	29,43	19,13	10,3	185,7
Sarmiento	0,29	24,22	18,68	46,54	0	43,51	43,51	28,97	-8,57	-0,88	0	-25,68	25,68	196,27
Ullum	0,52	20,54	3,81	20,35	0	29,43	29,43	27,14	-0,54	4,31	0	-28,15	28,15	134,99
Valle Fértil	0,73	26,03	11,88	29,15	0	20,34	20,34	29,04	-3,63	0,79	0	-36,27	36,27	134,67
25 de Mayo	0,26	25,85	17,43	42,84	0	30,58	30,58	27,99	-9,11	-0,28	0	-26,31	26,3	166,13
Zonda	0,12	24,6	12,82	35,54	0	29,77	29,77	27,15	-0,73	-1,34	0	-25,54	25,54	157,7

2001. Es decir, compara cada unidad espacial consigo mismo y no con respecto al resto de las variables de las otras unidades o a la media de las variables como ocurre con los métodos anteriores.

Para lograrlo se obtuvo en primer lugar la diferencia de los valores relativos de cada variable para los diecinueve departamentos. En este caso cuando, entre 1980 y 2001,

una «variable negativa o desfavorable» aumenta su valor relativo, entonces se la multiplicó por -1 (Tabla VII), análogamente si el aumento es de una variable considerada «favorable o positiva» se la multiplicó por $+1$

El paso siguiente fue realizar la sumatoria de las diferencias de porcentajes obtenidas. Es evidente que si se logra un valor elevado en la sumatoria es porque las diferencias de los valores relativos entre los años considerados, también es elevado, de lo que se concluye que corresponden a los departamentos que más han evolucionado en materia habitacional. (Tabla VII)

Finalmente para obtener la clasificación buscada se procedió de manera semejante al método anterior, esto es, aplicando la fórmula de Sturges, diferenciándose las siguientes clases (Tabla VIII y Figura 9):

TABLA VIII: Grupos obtenidos de las diferencias de valores relativos entre los años 1980-2001

Grupo	Intervalo	Departamentos Incluidos
I	125 - 160	Albardón - Calingasta Capital - Jáchal Rawson - Rivadavia San Martín - Valle Fértil Ullum - Zonda
II	160 - 195	Angaco - Chimbas 9 de Julio - Pocito Santa Lucía - 25 de Mayo
III	195 - 230	Sarmiento
IV	230 - 265	Iglesia
V	265 - 300	Caucete

El Departamento Caucete, seguido por Iglesia y Sarmiento son los que lograron mayor diferencia significativa, es decir mayor progreso en la situación habitacional.

La Figura 10 muestra los departamentos que obtuvieron el menor y el mayor puntaje en la sumatoria, estos son Capital y Caucete respectivamente. Se visualiza claramente los mayores avances en las variables favorables del Departamento Caucete, como también el retroceso de las variables negativas, excepto la correspondiente a la provisión de agua por grifo fuera del predio o terreno en el que está construida la vivienda, que su valor relativo experimentó un incremento. También es muy notorio el avance espectacular entre los años 1980 y 2001 del porcentaje de viviendas con suministro de gas por red en el departamento Capital.

ANÁLISIS DE EXTREMOS DEL DERRAME ANUAL DEL RIO SAN JUAN APLICANDO DISTRIBUCIONES GAMMA

Arnobio G. Poblete

Instituto de Geografía Aplicada de la UNSJ y LCS

(Recibido el 06/06/2006 - Aceptado por referi el 22/06/2006)

RESUMEN

El desarrollo de los oasis de la zona árida depende del aprovechamiento óptimo del recurso hídrico (superficial y subterráneo) y cualquier crecimiento futuro debe ser planteado teniendo en cuenta.

Debido a que el escurrimiento superficial de un río es el resultado de una compleja interacción entre los elementos hidrometeorológicos de su cuenca, se hace necesario conocer con profundidad las características del mismo, para inferir sobre aquellos y su asociación mutua.

El Valle de Tulum, necesita aproximadamente 1400 Hm³ de derrame anual para satisfacer sus necesidades agrícolas y domiciliarias. Cualquier volumen superior puede ser acumulado en la presa de Ullum.

En este trabajo se intenta hacer un análisis con metodología de extremos para determinar la probabilidad de ocurrencia y tiempo de retorno de los derrames anuales, considerándolos como si fueran máximos anuales y de esta manera conocer el comportamiento probabilístico interanual de dichos derrames.

En las conclusiones se encuentran y cuantifican la probabilidad de excedencia de montos dados y periodos de retorno del derrame anual del río San Juan, las que pueden ser útiles en el diseño y/o manejo de embalses, planificación del riego y otros estudios hídricos y del ambiente.

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE ANNUAL OVERFLOW OF SAN JUAN RIVER BY APPLYING DISTRIBUTIONS OF GAMMA EXTREMES.

The development of the oasis of the arid zone depends on the efficient use of water resources (surface and ground) and any future growth should be planned taking it into account.

As a river run off is the result of a complex interaction between the hydrometeorological components of its basin, it is necessary to know its characteristics deeply in order to infer from them and their mutual interaction.

The Tulum Valley needs approximately 1400 Hm³ of overflow per year to account for its domestic and agricultural necessities. Any additional overflow can be stored in the Ullum reservoir.

This work aims at determining, by means of the extreme methodology analysis, the probability of occurrence and return time of the annual overflows,

considering them as if they were maximums per year. Thus we could know precisely the interannual probabilistic behaviour of such overflows.

In the conclusions are found and quantify the probability of excedency of given values and periods of return of the annual runoff of the river San Juan, those that can be useful in the design and/or handling of reservoirs, planning of the watering and other studies hydric and of the environment.

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento y crecimiento de las comunidades humanas existentes en los oasis de la zona árida, particularmente en áreas de frontera, debe entenderse como un objetivo esencial de cualquier política de desarrollo. Es evidente, que por esas características climáticas propias de la mayor parte del territorio sanjuanino, dicho crecimiento depende del aprovechamiento óptimo del recurso hídrico (superficial y subterráneo) y cualquier desarrollo futuro debe ser planteado teniendo en cuenta, Garrido y Caselles(1998).-

Debido a que el escurrimiento superficial de un río es el resultado de una compleja interacción entre los elementos hidrometeorológicos de su cuenca, se hace necesario conocer con detenimiento las características del mismo, para inferir sobre aquellos y su interacción mutua.

Varios son los trabajos realizados sobre lo descripto, en particular los aspectos estadísticos del derrame anual del río San Juan han sido estudiados desde distintos enfoques, Carletto M. C., et al (1987), Minetti J. L., et. al. (1990), Poblete A.G., et. al.(2002).

Por otra parte, el Valle de Tulum, necesita aproximadamente 1400 Hm³ de derrame anual para satisfacer sus necesidades agrícolas y domiciliarias y cualquier derrame superior puede ser acumulado en la presa de Ullum según el Departamento de Hidráulica, Dto. De Irrigación, División Hidrología, San Juan.. Sin embargo, en los trabajos citados se muestra la gran disparidad interanual de los derrames respecto del antedicho.

En este estudio se intenta hacer un análisis con metodología de extremos para determinar la probabilidad de ocurrencia y tiempo de retorno de los derrames anuales, considerando a éstos, por razones metodológicas, como si fueran máximos anuales y de esta manera conocer con precisión el comportamiento probabilístico interanual de dichos derramamientos, Sneyers(1990)..

Por lo dicho, las conclusiones de este estudio pueden ser útiles en el diseño y/o manejo de embalses, planificación

del riego, turismo y otros estudios hídricos y del ambiente, Poblete y Bertol(2001).-

DATOS Y MÉTODOS

Para realizar este trabajo se tomó como base de datos a los registros aportados por la Secretaria de Energía (1994) y Departamento de Hidráulica de la Provincia. de San Juan, cuya ubicación se puede ver en la figura 1.

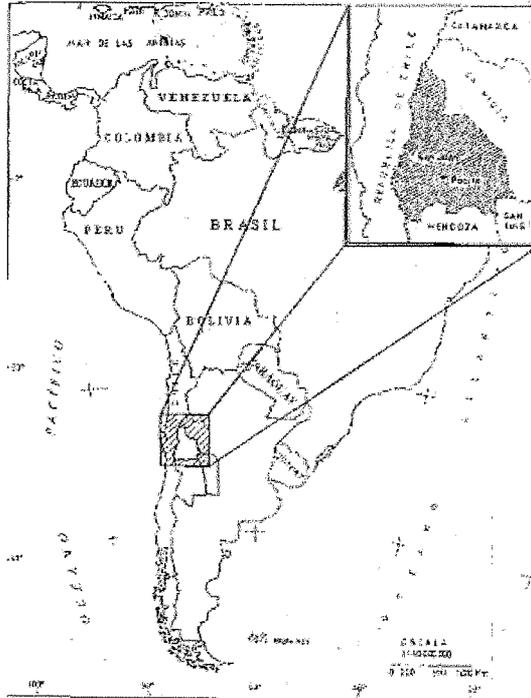


FIGURA Nº1: Ubicación del área en estudio.

Para la detección de la presencia de outliers (datos fuera de rango o erróneos que causan dificultades para ajustar datos empíricos a una distribución teórica en una muestra), se emplea el test de Grubbs y Beck (Bobee y Ashkar(1991) y se basa en los siguientes estadísticos:

$$X_H = e^{(\bar{x} + K_{N_s})} \quad (1)$$

$$X_L = e^{(\bar{x} - K_{N_s})} \quad (2)$$

Donde \bar{x} es la media y s la desviación estándar de los logaritmos naturales de los datos de la muestra.

Donde K_{N_s} : (3)

$$K_{N_s} = -3.6220 + 6.28446n^{-1/2} - 2.49835n^{-1/2} + 0.491436n^{3/4} - 0.3791 \ln n$$

Siendo n = tamaño de la muestra

Si $K_{N_s} > X_H$ se considera que hay muchos outliers.

Si $K_{N_s} < X_H$ se considera que hay pocos o ningún outliers.

El test de Wald-Wolfwitz, Poblete(2002) para la independencia y estacionalidad (tendencia), se aplica de la siguiente manera:

Sea el estadístico R definido por:

$$R = \sum_{i=1}^n x_i - x_{i+1} = x_1 x_N \quad (4)$$

En el caso que los elementos de una muestra de tamaño $N(x_1, x_2, \dots, x_N)$ es independiente, R sigue una distribución normal cuya media y varianza vienen dadas por:

$$\bar{R} = (S_1^2 - S_2^2)/(N-1) \quad (5)$$

$$VAR(R) = (S_2^2 - S_3^2)/(n-1) - R^2 + (S_1^4 - 4S_1^2 S_2^2 + 4S_1 S_3 + S_2^2 - 2S_4^2)/(n-1)(N-2)$$

Con $S_r = N \cdot m_r$ y m_r es el r -ésimo momento de la muestra original.

$$\therefore U = (R - \bar{R}) / VAR(R)^{1/2} \approx N(0,1) \quad (6)$$

Y se puede usar un nivel de confianza α para la hipótesis de independencia que compara U con la desviación estándar normal $U_{\alpha/2}$ correspondiente a la de exceder $\alpha/2$.

En este estudio se emplean técnicas de análisis de extremos, que se describen más adelante, que permiten calcular la probabilidad de que un derrame de un río sea superior a un valor dado y sobrevenga un número de veces, durante un lapso dado (lustro, siglo, milenio...).

El derrame anual de un río puede ser considerado como una variable aleatoria continua e ilimitada por lo cual se puede determinar su distribución estadística ajustada a una de las leyes teóricas que en este caso serán las pertenecientes al grupo de las funciones gamma para análisis de extremos, Garrido y Caselles(1998). Luego se admite que esta ley es válida más allá o más acá del periodo de experimentación (en este caso 1909 - 1998).

A continuación se describe sucintamente dicha metodología de acuerdo a lo que exponen Bobee y Ashkar(1990) en Bobee y Ashkar(1991).

Las Distribuciones Gamma Pearson tipo 3 de tres parámetro (a, l, m)

El propósito de ajustar cualquier miembro dado del grupo de distribución GAMMA Pearson (P), Máxima Verosimilitud (LP), y Gamma Generalizada (GG) a un conjunto de datos dado, x_1, x_2, \dots, x_N , normalmente es establecer una relación $p-x_p$, aproximada entre cualquier cuantil, x_p , de la variable aleatoria X , y su probabilidad de no exceder, p , dada por

$$p = F(x_p) = \int_{-\infty}^{x_p} f(x) dx \quad (7)$$

con $f(x)$ la función de densidad.

Para el caso de la Pearson tipo 3, se tiene a dicha función de densidad como:

$$f_p(x; \alpha, \lambda, m) = \frac{|\alpha| e^{-\alpha(x-m)} [\alpha(z-m)]^{\lambda-1}}{\Gamma(\lambda)} \quad (8)$$

Al tiempo de retorno T se lo calcula de:

$$T = \frac{1}{(1-p)} \quad (9)$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 2 muestra el test de Grubbs y Beck, Bobee y Ashkar(1991), para el caso del derrame del río San Juan en el periodo de estudio (1909 –1998). Se observa que ningún dato sale de los niveles de confianza, Pues para el K_n calculado:

$K_n = 2,98 < X_2$ por lo tanto se acepta la hipótesis a un nivel de 10%. No se detectaron outliers.

También se aplica el test de Wald Wolfwitz, Poblete(2002) para la independencia dando $U = 2,13$, que acepta dicha propiedad al 5%, con este test se asegura que el ajuste será hecho sobre datos que no dependen entre sí, en el tiempo.

El test de homogeneidad de Mann – Whitney aplicado para dos grupos de 45 datos como se puede ver en la Figura 3, da un valor de 848,50 por lo que se acepta la hipótesis de homogeneidad al 95% de significación, lo que garantiza la inexistencia de outliers.

Probada la aplicabilidad de la metodología descrita en Datos y Métodos, se decide estudiar la estructura estadística de los derrames del río San Juan, y hacer los ajustes con las Distribuciones Gamma explicitadas.

La Figura 4 muestra la secuencia interanual de los derrames del río San Juan en el periodo considerado y su tendencia decreciente ($y = -6,1303 * t + 2353,5$). Se destacan nítidamente los altos derrames de los periodos (julio a junio del año siguiente) de los años: 1914-15, 1915-16, 1919-20, 1921-22, 1926-27, 1930-31, 1941-42, 1953-54, 1982-83, 1984-85, 1987-88, 1997-98 y los mínimos de los años: 1911-12, 1968-69, 1969-70, 1971-72 y 1996-97. (su descripción y teleconexiones se analizan en otro trabajo, Poblete y Sánchez(2000 y Poblete(2001).-

El Cuadro N°: 1 muestra los estadísticos del derrame anual del río San Juan. Se ve que su media es de 2074,54 Hm^3 , su mediana de 1668,5 Hm^3 . Su variabilidad, sesgo y curtosis indican su no-normalidad, Poblete y Sánchez (2000); lo que induce a pensar como más adecuado otro ajuste para encontrar la distribución de probabilidad que más se adecue a su estructura.

Variable	Derrame anual en Hm^3
Tamaño de la muestra	95
Promedio	2074,54
Mediana	1668,5
Varianza	1,58692E+6
Desviación estándar	1259,73
Mínimo	625,0
Máximo	7091,0
Rango	6466,0
Primer Cuartil	1165,0
Tercer Cuartil	2589,0
Sesgo	6,51474
Curtosis	6,47321

CUADRO N°1: Estadísticos que describen el derrame anual del Río San Juan

Ajuste del derrame anual con una distribución de extremos de la familia gamma

Con los datos muestrales descriptos se procede a probar cual de las distribuciones gamma es la que mejor los representa.

Luego de varios intentos, se determina que la Pearson 3 por el método de los momentos. (P3) es la que mejor responde a las mismas, teniendo en cuenta los parámetros de ajustes descriptos en datos y métodos. La Figura 5 muestra el ajuste con la P3 y la Figura 6 la misma distribución pero con los límites de confianza del 95%. Se nota que los datos siguen adecuadamente la curva teórica sin ninguno fuera de dichos límites, lo que evidencia la bondad del ajuste.

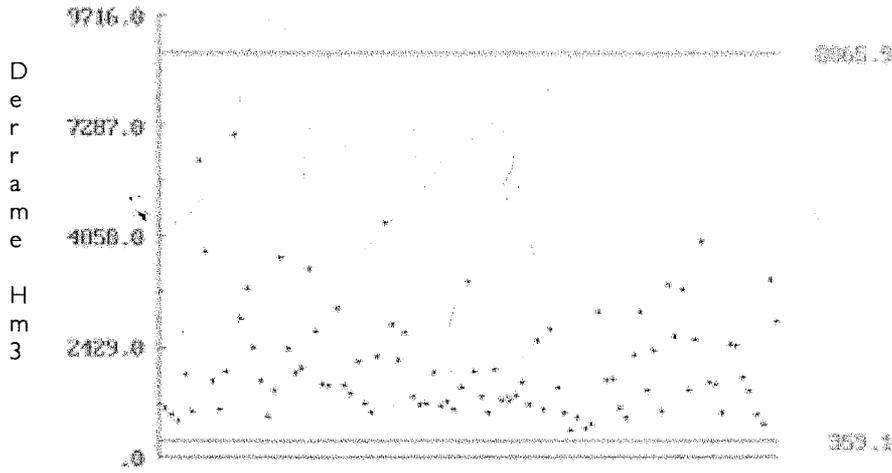
Los parámetros que definen esta distribución son:

$$a = 0,0094385 \quad l = 1,41370 \quad y \quad m = 576,73564$$

Del ajuste anterior se deduce la Figura 7 que muestra el nomograma que estima la probabilidad de que un derrame anual exceda el valor indicado en el eje de las abscisas. Por ejemplo la probabilidad de exceder un derrame de 5000 Hm^3 es del 3%, superar los 9000 Hm^3 es mínima (0,1%), mientras que superar el promedio tiene una probabilidad de aproximadamente del 50%.

La Figura 8 muestra el periodo de retorno, en años, de los derrames del río San Juan. Por ejemplo para que se repita un derrame superior a 7183 Hm^3 es de 200 años, mientras que para un derrame anual superior a 2909,04 es de 5 años. Todo esto teniendo en cuenta la extrapolación hecha desde el periodo considerado (90 años) que, como se dijo, es una de las mayores críticas que se le hace a la metodología de extremos. Las mismas apuntan, más que nada, a la extrapolación desmedida respecto del periodo temporal desde el cual se hizo la inferencia.

FIGURA Nº 2 : TEST DE GRUBBS PARA EL DERRAME DEL RIO SAN JUAN



ESTADÍSTICO K_n : 2.9 (Al nivel de confianza del 10%)

FIGURA Nº 3: TEST DE MANN-WHITNEY PARA EL DERRAME DEL RIO SAN JUAN

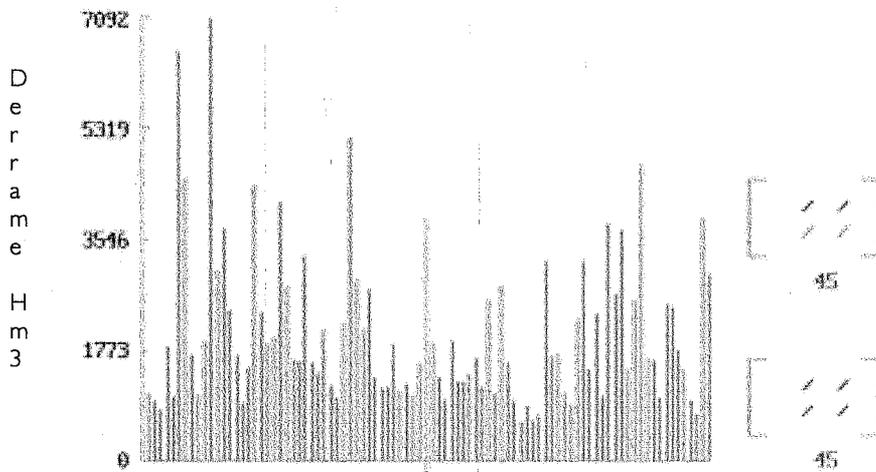


FIGURA N°4: Derrame del Río San Juan con su tendencia y media móvil.

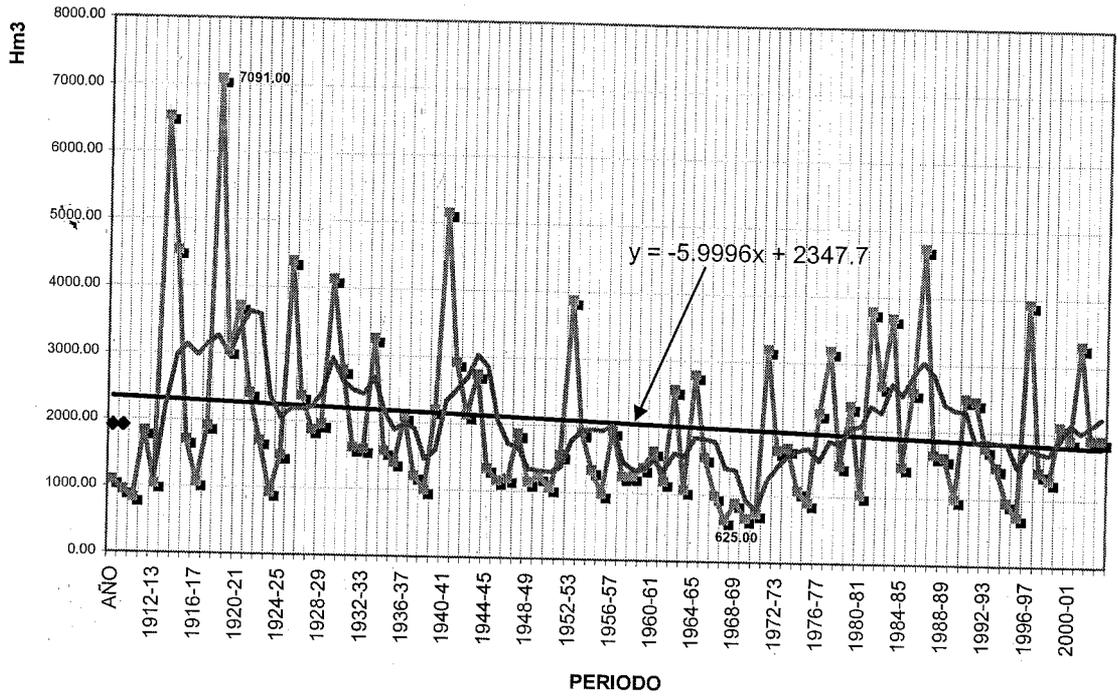


FIGURA N°5: AJUSTE DEL DERRAME DEL RIO SAN JUAN CON UNA DISTRIBUCIÓN GAMMA-PEARSON

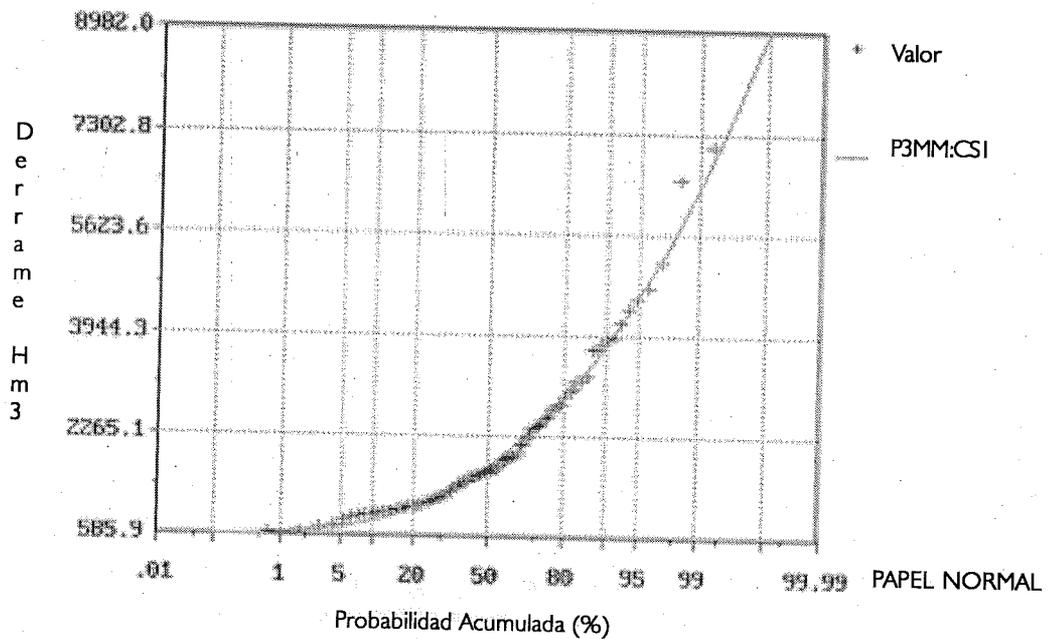


FIGURA N°6: AJUSTE DEL DERRAME DEL RIO SAN JUAN CON LA DISTRIBUCION. PEARSON 3 Y LIM. DE CZA DEL 95%

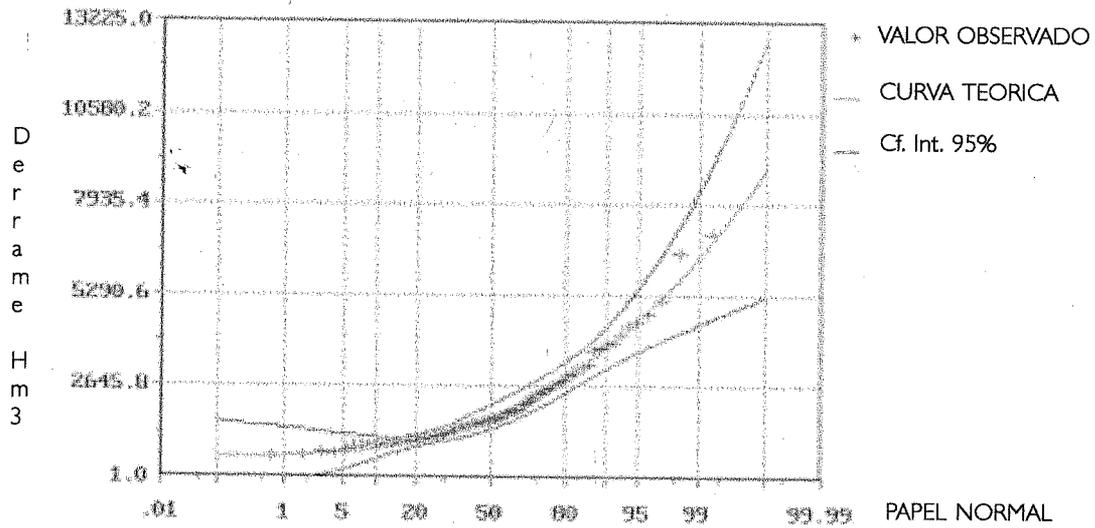


FIGURA N°7: Probabilidad de extender el derrame indicado y límites de confianza del 95%.

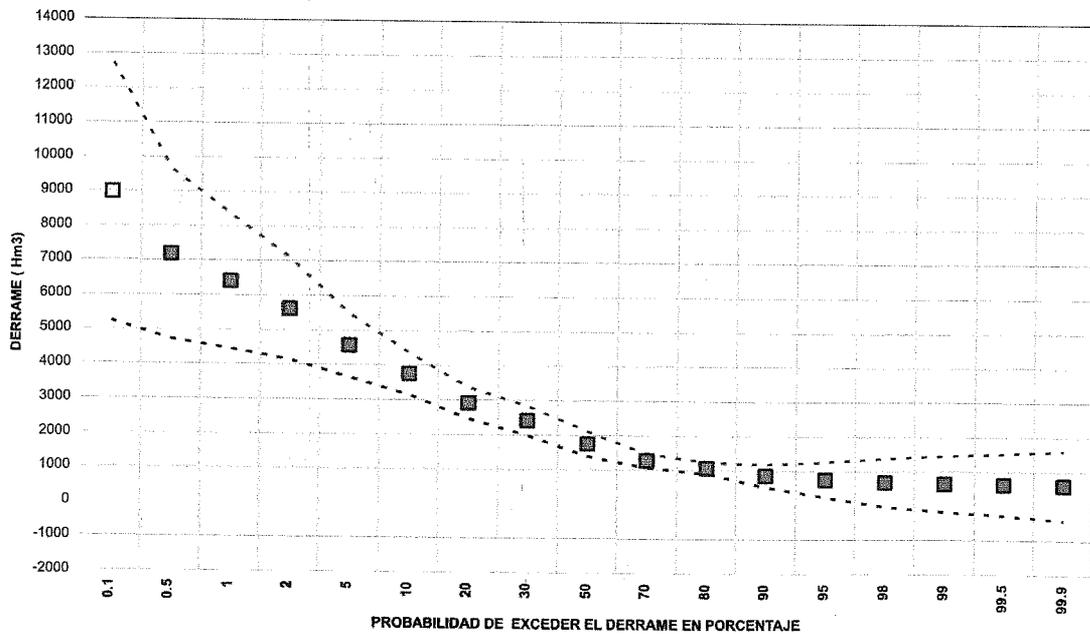
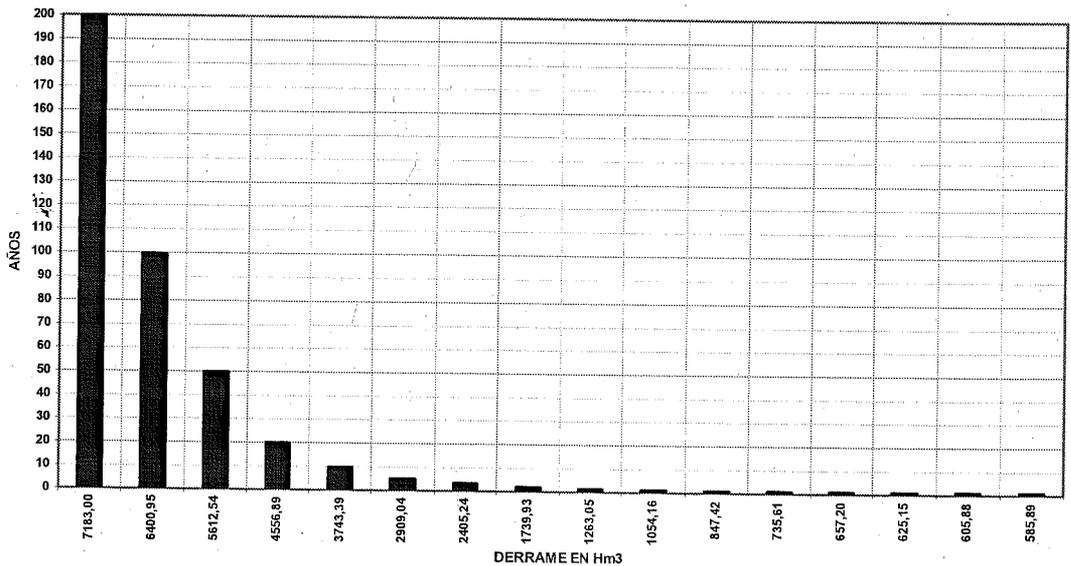


FIGURA N°8: Tiempo de retorno del derrame indicado en Hm³



CONCLUSIONES

Respecto del comportamiento interanual de los derrames del río San Juan, considerados como máximos, se puede concluir lo siguiente:

Sus estadísticos son: derrame medio de 2074,54 Hm³, derrame mediano de 1668,5 Hm³, mientras que su variabilidad, sesgo y curtosis indican su no-normalidad; lo que justifica la búsqueda de otro tipo de ajuste para encontrar la distribución de probabilidad que más se adecue a su estructura. En este caso se prueba que la distribución Pearson 3 (P3) de la familia de gammas de extremos es la que mejor representa teóricamente a los datos muestrales.

La secuencia anual de los derrames del río San Juan en el periodo considerado, muestran una tendencia decreciente.

Se destacan nítidamente los altos derrames de los periodos de los años: 1914-15, 1915-16, 1919-20, 1921-22, 1926-27, 1930-31, 1941-42, 1953-54, 1982-83, 1984-85, 1987-88, 1997-98.

Del ajuste con P3 se infiere que la probabilidad de que un derrame anual exceda los 5000 Hm³ es del 3% mientras que superar los 9000 Hm³ es mínima (0,1%). Al mismo tiempo la probabilidad de exceder aproximadamente los 2000 Hm³ es del 50% y un 60% para superar el derrame mínimo necesario (1400 Hm³) para que no haya escasez..

Según la misma distribución Gamma Pearson 3, el tiempo de retorno para el derrame del río San Juan es: de 100 años para que se repita o se superen los 6401 Hm³, mientras que harían falta 10 años para que se sobrepasen los 3743,4 Hm³, 5 años para exceder su derrame medio y aproximadamente 3 años para superar su derrame mínimo necesario para el adecuado suministro de agua de regadío y potable para el valle de Tulum.

BIBLIOGRAFIA

BOBEE, B. y ASHKAR E. 1991 «The Gamma Family and Derived Distributions Applied in Hydrology». Water Resources Publications. Colorado. U.S.A.

CARLETO M. C., MINETTI J. L., BARBIERI P. 1987. Distribuciones probabilísticas en los escurrimientos Superficiales de ríos andinos. Geofísica N° 43, pp.85-92. México.

GARRIDO R. y CASELLES V. 1998. «Estudio comparativo de la valoración del riesgo de lluvias fuertes mediante las distribuciones Gumbel y Raiz. Caso de un observatorio del litoral mediterráneo. Rev. Geofísica y Geodesia. Vol. I. Año I.-

KREYSZIG, E., 1979. Introducción a la estadística matemática. Limusa. México. 401 pgs.

MENEGAZZO M. I., MINETTI J.L., CARLETO M. C., BARBIERI P. 1985. Régimen de variabilidad estacional y aperiódico de los escurrimientos superficiales de ríos andinos. Revista de Geofísica N° 41 pp 159-176. México.

MINETTI J. L., CARLETO M. C., CHILEMI M.R. 1990. Procesos de memoria en el escurrimiento superficial del río San Juan. Geoacta vol. 17 N° 2 pp 155-165. Buenos Aires.

MINETTI J.L. 1985. Precipitación y escurrimiento de ríos andinos. Geoacta Vol. 13. Buenos Aires.

MONTGOMERY D.C. AND JOHNSON, L.A. 1976. Forecasting and Time Series Analysis. McGraw-Hill Book Company. New York. 304 pgs.

POBLETE, A. G. Y SÁNCHEZ G. 2000. «Análisis de la posible asociación entre los derrames anuales del río San Juan y el fenómeno de «El niño» /»La niña« ». Revista de Geografía N°: 4 del Instituto y Departamento de Geografía de la UNSJ. ISSN 1544-1942. Pg. 27-36.

POBLETE, A. G., AGUIAR L. SILVA, S., 2002. «Estructuras estadísticas de los derrames del río San Juan y el Jáchal y sus relaciones». En Revista de Geografía N°: 6 del Instituto y Departamento de Geografía de la UNSJ. ISSN 1544-1942. Pg.: 58-70.-

POBLETE, A. G., 2002 «Introducción a la Estadística Multivariante para Geógrafos». Libro electrónico. FFHA. UNSJ..

POBLETE, A. G. Y BERTOL E. 2001. «Variabilidad interanual del derrame anual del río San Juan». Revista de Geografía N°: 5 del Instituto y Departamento de Geografía de la UNSJ. ISSN 1544-1942. Pg.: 52-58.-

SECRETARIA DE ENERGÍA. M.E.O.S P.1994. Estadística Hidrológica 1994. EVARSA. Buenos Aires. Argentina.

SNEYERS, R. 1990. On the Statistical Analysis of series of observations. Technical Note 143. WMO.-

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). 1966. Climatic Change. Technical Note Nro. 79. Geneve. 264 pgs.

LOS PATRONES DE CIRCULACIÓN Y ESTRUCTURA TÉRMICA VERTICAL COMO ELEMENTOS DE PRONÓSTICO EN LA ESTIMACION DE LA EVOLUCIÓN DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN LA PATAGONIA CORDILLERANA.

Ezequiel A. Marcuzzi ^{1,2} y Gustavo Naumann ^{1,3}

(1) Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. U.B.A.

(2) Plan Nacional de Manejo del Fuego. Secretaría de Ambiente.

(3) C.O.N.I.C.E.T.

(Recibido el 16/06/2006 - Aceptado por referi el 04/07/2006)

RESUMEN

A la hora de definir estrategias para combatir incendios forestales, es de suma importancia predecir las variaciones en la intensidad y la dirección del viento. Así mismo los cambios abruptos en la temperatura y humedad en superficie producidos por el pasaje de sistemas frontales influyen en la evolución de estos eventos, especialmente en la Patagonia cordillerana.

Dada la complejidad de la orografía es necesario un análisis regional que permita conocer con mayor exactitud el comportamiento de estos parámetros.

Es por ello, que se propone el análisis de los perfiles verticales de temperatura y temperatura de rocío y diferentes trazas de la circulación con el fin de obtener predictores que anticipen la intensidad de los fenómenos asociados al ingreso de sistemas frontales a la región.

A partir de una clasificación sobre variables que representan las variaciones temporales de la presión en superficie y la temperatura, se obtuvieron cinco grupos que describen en forma general los distintos patrones de circulación que afectan la región. Estos grupos se asocian a frentes cálidos, frentes fríos, pasajes de sistemas de alta y baja presión y finalmente a días con condiciones cercanas a las normales.

En un estudio conjunto a escala regional, se analizó la ocurrencia simultánea de cada patrón en las tres estaciones analizadas. Así se encontró que las irrupciones de aire frío, son en general el proceso más homogéneo en la región, seguido de los sistemas de alta presión.

Finalmente se observa que las irrupciones de aire frío más intensas se dan principalmente entre los meses de verano, mostrando predictores diferenciados en cuanto a la muestra total de irrupciones de aire frío. Así, es posible determinar un índice considerando la pertenencia a cada grupo sobre las condiciones en cada estación.

ABSTRACT

To define strategies to control forest fires it is of great importance be able to forecast the variations of the wind direction and intensity. Changes on surface temperature and humidity produced by the passage of a frontal system, also affects the evolution of this events, especially in western Patagonia.

From a classification that represents the temporal variations of surface pressure and temperature, we obtained five groups that describe, in a general way, the different circulation patterns that affect the region. These groups can be related to warm fronts, cold fronts, high and low pressure systems and days with normal conditions.

In a regional study, it was found that the cold air masses intrusions are the most homogeneous phenomena in the region.

Finally, it is observed that the most intense cold air masses intrusions are more probable in summer and they show different predictors from the whole sample of cold air masses intrusions. So, in this way, it is possible to develop an index that depends on the group and location.

INTRODUCCIÓN

Los incendios en nuestro país afectan todos los años extensas superficies, poniendo en riesgo estructuras, plantaciones, bosques nativos y principalmente vidas humanas. La ocurrencia y el comportamiento de los mismos son el resultado de una compleja interacción entre acciones antrópicas y condiciones ambientales, entre las cuales la atmósfera tiene un rol fundamental.

Nimchuck (1983) encontró que el patrón de comportamiento del fuego puede ser descrito por dos instancias, un período con condiciones estables dominado por aumento de la temperatura, baja humedad y condiciones de estabilidad y un segundo momento en que

la estabilidad disminuye.

Los estudios en nuestro país que se refieren a casos particulares de incendios de comportamiento extremo son escasos, cabe mencionar el estudio de un incendio en Puerto Madryn en el año 1994 (Dentoni et al.), en el que perdieron la vida 20 combatientes y el caso estudiado por Marcuzzi et al. del Lago Machónico ocurrido en diciembre de 1999. En ambos casos el ingreso de un sistema frontal sobre la región tuvo gran protagonismo en el comportamiento del siniestro. Esto se debe principalmente al cambio en la dirección e intensidad del viento, variaciones en la estabilidad atmosférica y en la humedad.

En otro estudio relacionado con la ocurrencia de incendios (Bianco, et al 2005) describen la circulación atmosférica durante el período de 5 días en que se registraron numerosos incendios de magnitudes variables en la zona norte de la Patagonia y la provincia de La Pampa. El análisis sinóptico mostró que durante los incendios estuvieron presentes movimientos descendentes producidos por una cuña en niveles altos, sumados al efecto Föhn debido al fuerte flujo del noroeste en niveles medios y bajos de la atmósfera.

Según estadísticas de la Dirección de Bosques (Estadísticas de incendios forestales 1999-2004) la época del año en que se produce la mayor frecuencia de incendios forestales en la Patagonia Cordillerana es en el período que va desde Diciembre a Marzo, es por eso que en este trabajo se intenta caracterizar ésta época del año por ser la más crítica.

El primer objetivo de este trabajo es realizar una climatología de los perfiles verticales diarios de temperatura y temperatura de rocío en cinco niveles estándar en la troposfera para la estación meteorológica de Puerto Montt. Para realizar esta clasificación se aplicó el método de clusters K-Means, el cual es apto para el análisis de estos perfiles conjuntos.

En segundo lugar se pretende encontrar la relación entre los parámetros que definen la clasificación obtenida con diferentes trazas de circulación (como índices zonales y meridionales derivados de la presión en superficie) obtenidas a partir de datos de superficie de estaciones de la Patagonia.

DATOS Y METODOLOGÍA

Para definir los índices que describen las diferentes trazas de la circulación se tomaron los datos de temperatura y presión en superficie medidos en los horarios GMT; 00Z y 12Z para las estaciones Esquel, Bariloche en Argentina y Puerto Montt en Chile, abarcando el período 1994-2005 (Tabla 1).

País	Estación	Latitud	Longitud	Altura SNM
AG	S. C. de BARILOCHE	41°09'S	71°10'W	840 m
AG	ESQUEL	42°58'S	71°09'W	794 m
CH	PUERTO MONTT	41°25'S	73°05'W	86 m

TABLA 1. Descripción de las estaciones utilizadas para el estudio regional.

Al momento de definir un índice que describa la evolución de los sistemas dinámicos de superficie es necesario que éste contenga información que comprenda al menos dos periodos de con una resolución temporal que permita describir las variaciones observadas en la región. Además este índice debe estar compuesto por variables que sean mediadas al menos dos veces al día y se encuentren disponibles en las estaciones de medición de superficie.

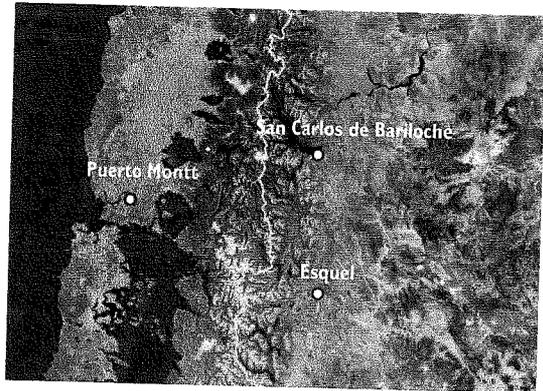


FIGURA 1. Imagen satelital EarthSat donde se muestra la ubicación de las estaciones utilizadas para el estudio.

Para la definición del índice que se muestra a continuación, se tomaron las diferencias cada 24 horas entre la temperatura y la presión en los horarios 00Z y 12Z.

$$\Delta T_{hZ} = T_{i(hZ)} - T_{i-1(hZ)}$$

$$\Delta P_{hZ} = P_{i(hZ)} - P_{i-1(hZ)}$$

Donde i representa al día del año a la hora h .

Estas nuevas variables conforman una entidad que describe la evolución de la presión y temperatura a escala interdiurna. Así es posible determinar los patrones que definen esta evolución mediante un análisis en conjunto. Para esto se propone caracterizar cada día con las cuatro variables que definen la evolución de sistemas de escala sinóptica (Orlanski, 1975). Estas son DT_{00Z} , DT_{12Z} , DP_{00Z} y DP_{12Z} .

La clasificación en grupos se realizó utilizando el método «K-means» (Hartigan 1975; Hartigan & Wong 1979). Este algoritmo clasifica las observaciones en k grupos. La pertenencia a cada grupo se determina calculando el centroide de cada uno (cada centroide es equivalente a una media multidimensional); finalmente cada observación se asigna a cada grupo considerando la distancia al centroide

más cercano. Fueron eliminados de la clasificación los días en que alguna variable no contuviera alguno de los datos necesarios para el cálculo.

RESULTADOS

1. Clasificación objetiva de tipos de circulación

Al aplicar la clasificación según la estructura de las variables DT_{00Z} , DT_{12Z} , DP_{00Z} y DP_{12Z} se obtienen cinco grupos que se asocian a diferentes patrones de circulación de escala sinóptica. Estas estructuras se muestran en la figura 2.

En particular, los grupos muestran similitudes en las tres estaciones analizadas, lo que permite realizar un análisis en conjunto de estos patrones. Así se tiene que estos grupos representan el ingreso de masas de aire frío y cálido (AF y AC respectivamente), y aumentos o descensos en la

presión, provocados por el pasaje de sistemas dinámicos que no involucren un cambio de masa de aire tomando en cuenta el cambio en la temperatura (AP y BP). Luego se observa un grupo (figura 2.f) denominado AF2, encontrado para la estación Puerto Montt, que podría asociarse al ingreso de sistemas frontales fríos, pero con aumentos de la presión del orden de los 20 hectopascales. Estos casos se producen entre los meses de Abril a Noviembre y no se encontraron en las estaciones argentinas.

Finalmente Para las estaciones de Bariloche y Esquel, se encontró un quinto grupo (figura 2.g) en el que las variaciones de temperatura y presión indican que éstos pueden ser días intermedios, en que las condiciones de tiempo persisten debido a que ningún fenómeno sinóptico tiene influencia significativa sobre la zona.

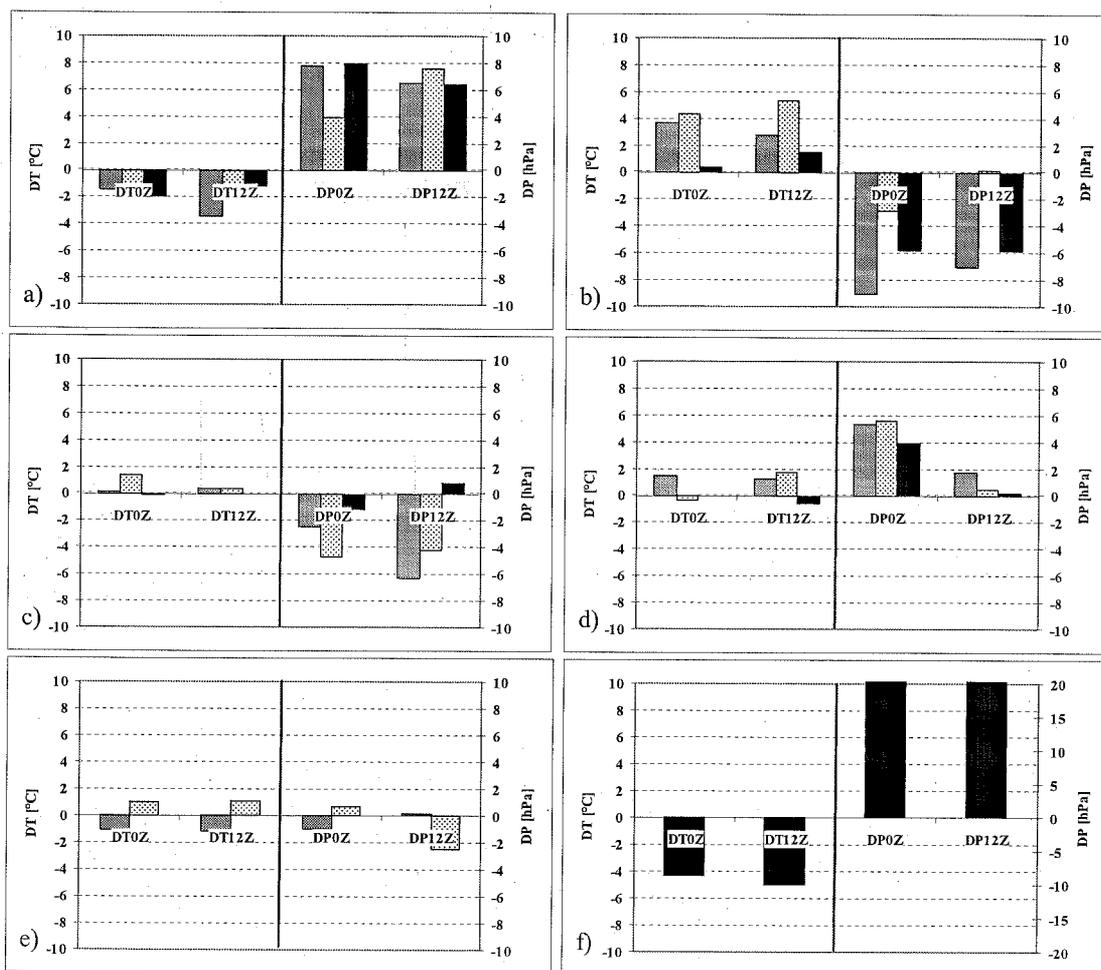


FIGURA 2. Tipos de circulación clasificados como a) AF b) AC c) BP d) AP e) CN f) AF2 obtenidos mediante el análisis de clúster de las variables DT_{00Z} , DT_{12Z} , DP_{00Z} y DP_{12Z} en Esquel (gris), Bariloche (punteado) y Puerto Montt (negro).

2. Ocurrencia simultánea a nivel regional

Para comprender el comportamiento de los sistemas sinópticos en esta región, se estudió la coexistencia diaria de los tipos de circulación hallados anteriormente. En la tabla 3 se muestran las frecuencias relativas de ocurrencia simultánea de estos grupos en las tres estaciones analizadas.

Como detalle fundamental se tiene que el fenómeno más homogéneo en la región son las irrupciones de aire frío, donde el 11% de los casos tienen estas características. En segundo orden los sistemas de alta presión muestran un comportamiento homogéneo donde el 6% de los casos tienen estas características en las tres estaciones. Considerando los sistemas de baja presión, se tiene que estos muestran una mayor disimilitud regional, encontrándose una ocurrencia simultánea en el 2.8% de los casos analizados.

Esquel	Bariloche	Pto. Montt	f (%)
AF	AF	AF	11,2%
CN	CN	BP	8,9%
AC	BP	AC	8,2%
BP	BP	AC	7,7%
AP	AP	AP	6,0%
BP	CN	AC	5,1%
CN	BP	BP	4,6%
AF	AF	AP	3,1%
BP	CN	BP	3,0%
CN	CN	AP	3,0%
CN	AC	BP	2,9%
BP	BP	BP	2,8%
AC	BP	BP	2,6%
AF	AP	AP	2,2%
AC	AC	AC	2,0%
CN	AF	BP	1,9%
CN	AF	AF	1,9%
AF	AF	BP	1,9%
AP	AF	AF	1,7%
CN	CN	AC	1,6%

TABLA 3. Ocurrencia simultánea de los tipos de circulación descriptos por las variaciones de presión y temperatura.

3. Análisis de las situaciones clasificadas como AF en Esquel y Bariloche

Con el fin de encontrar predictores a partir de la información regional se analizan las propiedades que contemplan la ocurrencia de los patrones el día anterior al día clasificado como AF a sotavento de la Cordillera de los Andes (Tabla 4) en las tres estaciones.

Como elemento más frecuente (13.4% de los casos) se tienen los aumentos de temperatura y descensos de presión en Esquel y Puerto Montt, mientras que en Bariloche solo son significativos los descenso de presión (AC, BP, AC). En segundo lugar se muestra que la persistencia en la variación interdiurna sobre el descenso de temperatura dado que se tienen valores dentro del grupo AF en todas las estaciones.

Continuando con la descripción sobre la evolución de las masas de aire frío en esta región se observa en un 9% de los casos disminuciones en la presión en Bariloche y Puerto Montt, mientras que la localidad de Esquel no presenta variaciones significativas.

Otra situación, es la que se observa en el 8.2% de los días, donde mientras ocurren aumentos de temperatura y descensos de presión en Puerto Montt, existen descensos de presión, pero sin variaciones de temperatura sobre el sector argentino. Esto indica que el sistema dinámico se traduce a sotavento de la cordillera como un descenso de presión seguido de una irrupción de aire frío sin mediar un aumento significativo de temperatura.

Otra situación de interés es aquella en la que se da AC en Esquel y BP en Bariloche y Puerto Montt. Estos casos indican que hay una señal simultánea en Bariloche y Puerto Montt que evidencia un descenso de presión, aunque en Esquel además de este efecto se observa un calentamiento el día anterior a la irrupción de aire frío.

Esquel-1	Bariloche-1	Pto. Montt-1	f (%)
AC	BP	AC	13,4%
AF	AF	AF	11,2%
CN	BP	BP	9,0%
BP	BP	AC	8,2%
CN	CN	BP	6,6%
AC	BP	BP	4,2%
CN	AC	BP	4,2%
BP	BP	BP	3,9%
CN	AF	AF	3,5%
BP	CN	AC	3,0%
AC	AC	AC	2,8%
CN	AF	BP	2,7%
AP	AF	AF	2,2%
CN	BP	AC	2,2%
AC	AC	BP	1,9%
BP	CN	BP	1,9%
AF	AF	BP	1,7%
AP	AP	AP	1,7%
CN	CN	AP	1,6%
AF	AF	AF2	1,3%

TABLA 4. Ocurrencia simultánea de los tipos de circulación el día anterior a la ocurrencia de AF en Esquel y Bariloche.

4. Análisis de irrupciones de aire frío extremas en Esquel y Bariloche

Ahora, al momento de analizar las irrupciones de aire frío extremas, se seleccionó la muestra de días clasificados como AF en Esquel y Bariloche, cuyas caídas de temperatura sean inferiores al valor del percentil 10 sobre DT_{00z} , DT_{12z} . Esta muestra está compuesta por cincuenta días, los cuales se dan preferentemente entre los meses de noviembre hasta abril, período coincidente con la temporada de incendios en la región. (En la figura 3 se muestra que más de la mitad de los casos se dan en los meses estivales)

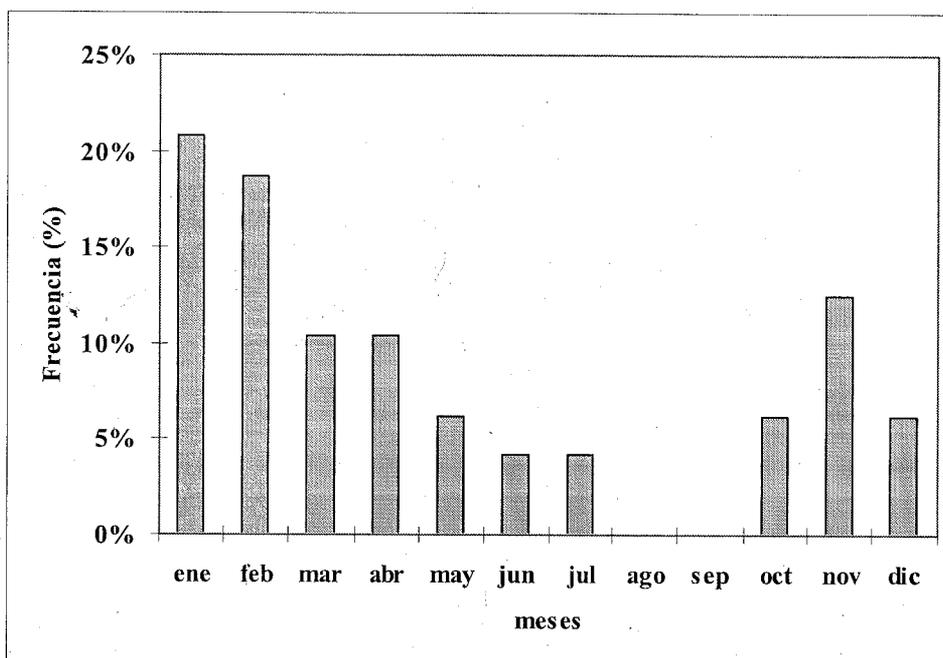


FIGURA 3. Meses de ocurrencia de para los frentes fríos con caídas de temperatura debajo del percentil 10 en Esquel y Bariloche.

Esquel-I	Bariloche-I	Pto. Montt-I	f (%)
AC	BP	AC	20%
BP	BP	AC	14%
BP	BP	BP	14%
CN	BP	BP	12%
AC	BP	BP	10%
CN	AC	BP	8%
BP	CN	BP	4%
CN	CN	BP	4%
AF	AF	BP	2%
AC	AC	AC	2%
AC	AC	BP	2%
BP	AC	BP	2%
AP	AF	AP	2%
CN	CN	AC	2%
CN	CN	AP	2%

Tabla 5. Ocurrencia simultanea de los tipos de circulación el día anterior a la ocurrencia de AF con caídas de temperatura debajo del percentil 10 en Esquel y Bariloche.

En la tabla 5 se muestran los patrones asociados a las irrupciones intensas, observándose en más de un 80% de casos distintas combinaciones que incluyen descensos de presión en las tres localidades. Además este resultado indica que a gran escala existe una señal que permite identificar propiedades de las irrupciones de aire frío intensas en esta región dominada por efectos orográficos. Si bien ocurre esto, cabe destacar que los fenómenos que afectan el comportamiento de incendios forestales pertenecen a una menor escala tanto temporal como espacial, siendo necesario un análisis en detalle de estas particularidades. Por esto, en la próxima sección se propone un estudio a escala horaria de dos casos característicos.

5. Casos de estudio

A partir de la muestra estudiada en la sección anterior, se propone analizar la evolución horaria de las diferentes variables (viento, presión, temperatura y temperatura de rocío) en el sector chileno (Puerto Montt) y del lado argentino (Bariloche), considerando los casos que van desde diciembre a abril, por ser este el período de la temporada de incendios forestales.

Inicialmente se analizaron los perfiles verticales en Puerto Montt, donde se encuentra que la totalidad de los casos evidencian descensos en los niveles de geopotencial, especialmente en el nivel de 300 hPa y una marcada disminución en la temperatura en los niveles de 850, 700 y 500hp. Este hecho evidencia el cambio en la masa de aire producido por el pasaje del sistema frontal.

Nivel [hPa]	ΔH [mgp]		ΔT [°C]	
	300	850	700	500
13-14/02/2003	-337	-12.1	-12.4	-12.3
20-21/12/2003	-340	-5.5	-11.5	-11.6

TABLA 6. Variación interdiurna de altura geopotencial y temperatura definidas como la diferencia $H_{día-I} - H_{día}$.

A continuación se presenta el comportamiento de diferentes variables en las estaciones Bariloche y Puerto Montt tomando dos casos pertenecientes a la muestra clasificada como AF extrema. En particular las fechas seleccionadas fueron 13-14/02/2003 y 20-21/12/2003.

Con el objeto de encontrar un comportamiento medio del viento en Bariloche, tomando en cuenta los casos de la muestra que pertenecen a la temporada de incendios, se calculó la evolución media horaria del mismo obteniéndose como resultado lo expuesto en las figuras 4a y 4b.

En la evolución de las variables se distinguen principalmente dos momentos; previo al pasaje frontal, en donde se observa un aumento de la temperatura, disminución de la humedad y la presión, y un momento posterior al pasaje frontal en donde la temperatura disminuye, aumenta la humedad, los vientos alcanzan su máxima intensidad y la presión aumenta.

Cabe mencionar que los vientos alcanzan un máximo relativo de intensidad antes del pasaje frontal, al mismo tiempo que ocurre el máximo calentamiento y se alcanza la mínima humedad relativa. Posteriormente, tras el pasaje frontal, el viento alcanza su máxima intensidad. Este comportamiento se puede observar en la evolución de la intensidad del viento media calculada a partir de los datos de la estación Bariloche (fig. 4b), por lo que la descripción del comportamiento de esta variable se puede extender a toda la muestra.

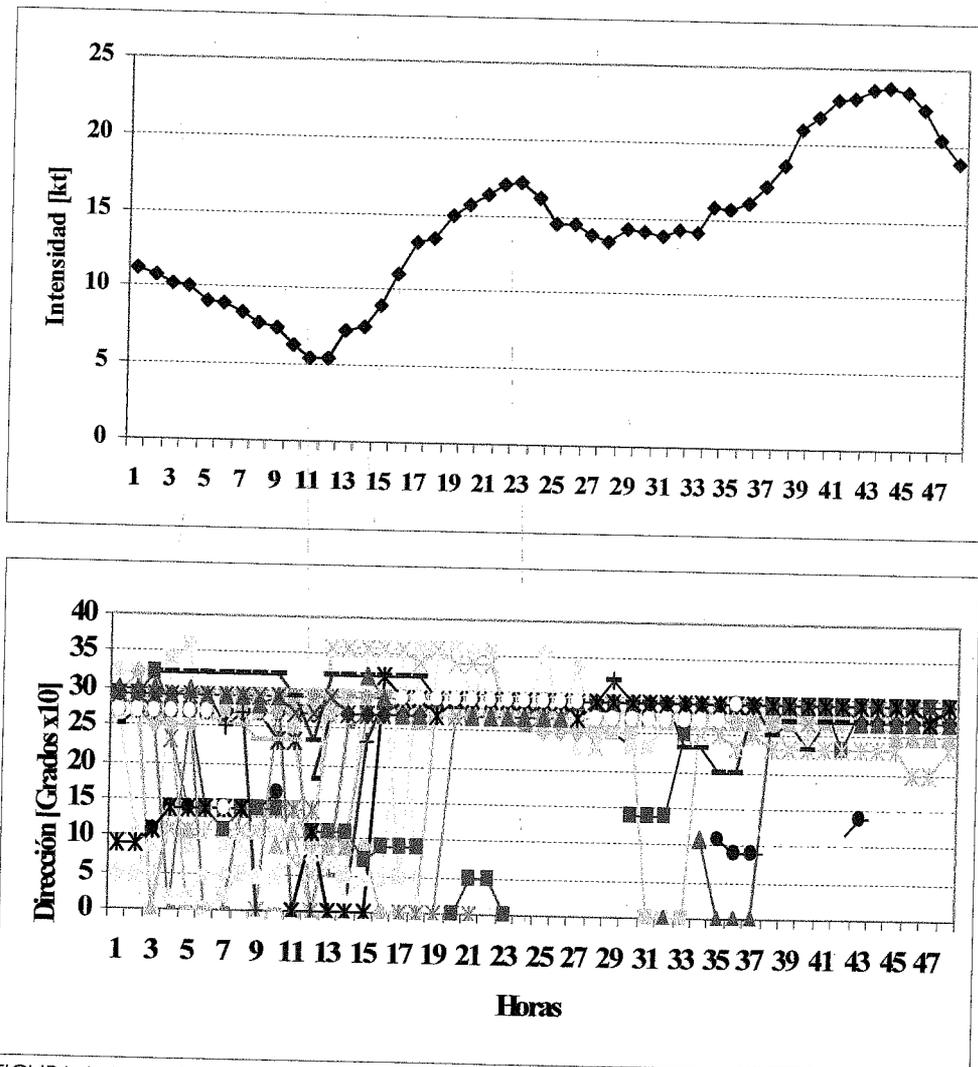


FIGURA 4. Intensidad promedio (a) y dirección (b) del viento en los 36 casos clasificados como irrupciones de aire frío intensas.

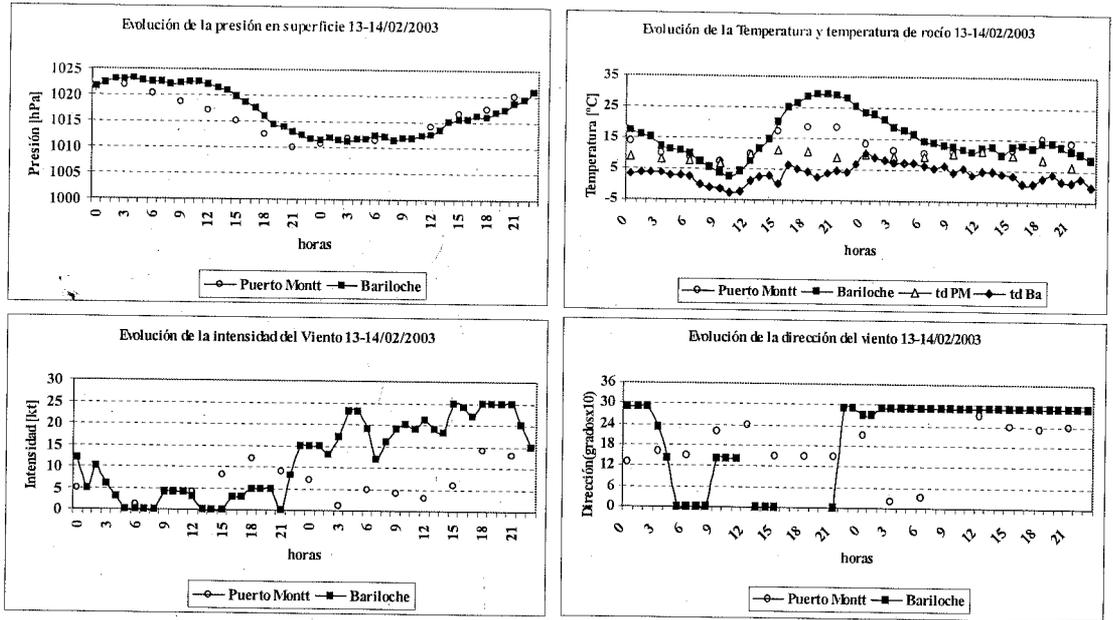


FIGURA 4. Intensidad promedio (a) y dirección (b) del viento en los 36 casos clasificados como irrupciones de aire frío intensas.

En cuanto a la evolución de la presión en superficie, se puede destacar que el cambio en la tendencia de presión se da primero en Puerto Montt, coincidente con el momento en que la intensidad del viento comienza a aumentar en Bariloche hasta alcanzar el máximo valor.

Para analizar el comportamiento de la dirección del viento, se graficó la evolución de esta variable para todos los casos de la muestra, lo que se puede esquematiza en la figuras 5 y 6 (c y d) y 4b. Podemos observar que antes

del pasaje frontal la dirección del viento más probable es del sector norte, aunque tiene variaciones. En cambio tras el pasaje frontal la dirección predominante es la Oeste-Sudoeste.

Esta evolución de las variables también pudo observarse en el incendio ocurrido durante los días 12 a 15 de diciembre de 1999 en las inmediaciones del lago Machónico en donde el fuego presentó comportamiento extremo.

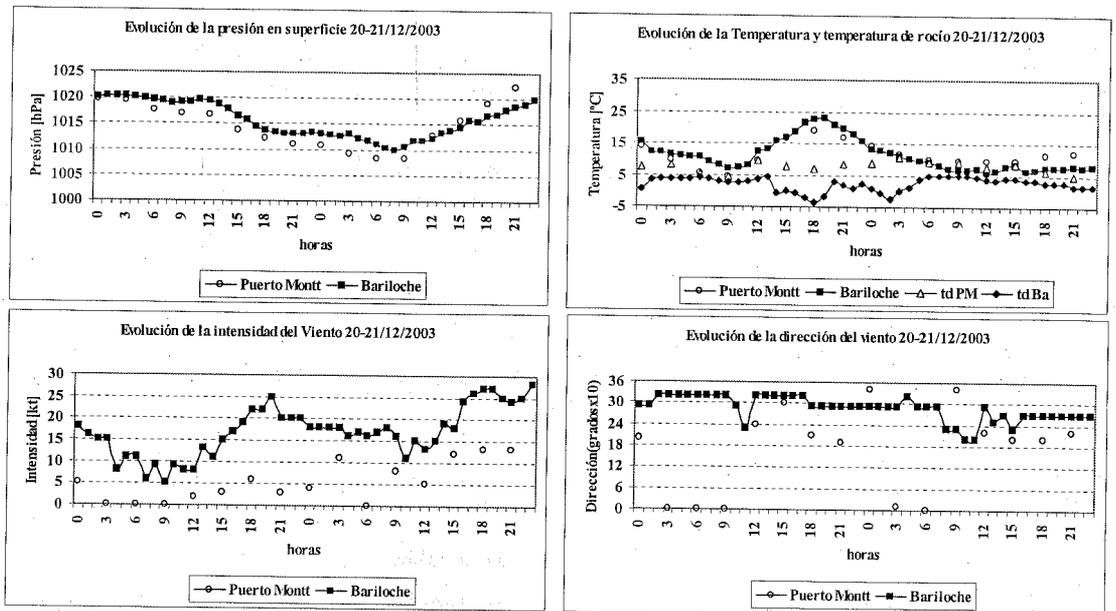


FIGURA 6. Evolución horaria (Bariloche) y trihoraria (Puerto Montt) de las variables presión en superficie, intensidad y dirección del viento, temperatura y temperatura de rocío (20-21/12/2003).

CONCLUSIONES

A partir de una clasificación sobre variables que representan las variaciones temporales de la presión en superficie y la temperatura, es posible obtener cinco grupos que describen en forma general los distintos patrones de circulación que afectan la región. Estos grupos se asocian a frentes cálidos, frentes fríos, pasajes de sistemas de alta y baja presión. Finalmente a días con condiciones cercanas a las normales para Bariloche y Esquel, y frentes fríos con características particulares en Puerto Montt.

En un estudio conjunto de estos patrones, es decir a escala regional, se analizó la ocurrencia simultánea de cada patrón en las tres estaciones analizadas. Así se encontró que las irrupciones de aire frío, son en general el proceso más homogéneo en la región, seguido de los sistemas de alta presión, siendo estos fenómenos íntimamente ligados.

Además se observa que las irrupciones de aire frío más intensas se dan principalmente entre los meses de verano, mostrando esta predictores diferenciados en cuanto a la muestra total de irrupciones de aire frío.

Analizando la evolución de las variables a escala horaria en Bariloche y trihoraria en Puerto Montt para la muestra de irrupciones de aire frío extremas, se encuentra un comportamiento común, en el que se diferencian dos etapas a ambos lados de la cordillera. La primera antes de la llegada del frente con un máximo relativo en la intensidad del viento y luego del pasaje del mismo en donde el viento alcanza la máxima intensidad.

En cuanto a la evolución de la presión en superficie, se puede destacar que el cambio en la tendencia de presión se da primero en Puerto Montt, coincidente con el momento en que la intensidad del viento comienza a aumentar en Bariloche hasta alcanzar el máximo valor.

Estos resultados indican que es posible determinar un índice considerando la pertenencia a cada grupo sobre las condiciones en cada estación. Para esto es necesario un análisis más detallado de estas situaciones, considerando especialmente los campos de circulación asociados estos eventos.

AGRADECIMIENTO

Se agradece a los proyectos UBA X-234 y UBA X-095, CONICET PIP 5139 y CLARIS por sus aportes en el desarrollo de este trabajo y al Servicio Meteorológico Nacional por la información suministrada.

BIBLIOGRAFÍA

- Bianco J., Di Luca A., Saurral R. y Bertolotti M. Análisis de las condiciones meteorológicas durante los incendios en el centro sur de la argentina de mayo del 2005. Publicado en las Actas del CONGREGMET IX. Buenos Aires, Octubre 2005
- Dentoni M.C., Defossé G., Labraga J.C. y del Valle H, 2001: Atmospheric and fuel conditions related to the Puerto madryn FIRE of 21 January, 1994. Meteorol. Appl. 8, 361-370
- Estadística de Incendios forestales 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004. Programa de estadística forestal. Dirección de Bosques. Secretaria de Salud y Ambiente de la Nación.
- Hartigan, J. A. (1975). Clustering Algorithms. New York: Wiley.
- Hartigan, J. A. and Wong, M. A. (1979). A k-means clustering algorithm. Applied Statistics 28, 100-108.
- Marcuzzi, Ezequiel A, Bianco José, Cerne Bibiana y Dentoni, María del Carmen. Las condiciones atmosféricas durante el incendio del lago Machónico en diciembre de 1999, Esquel, Chubut, Argentina IIIª Reunión Nacional sobre Ecología y Manejo del Fuego Ecofuego 25 -28 de Abril de 2006
- Nimchuck, N., 1983: Wildfire Behaviour Associated with Upper Ridge breakdown. Alberta and Natural Resources Technical Report Nro. T/50.
- Orlanski, I., 1975: A racional subdivision of scales for atmospheric processes. Bull. Amer. Meteor. Soc., 56, 527-530.

ACTUALIDAD

DECLARACIÓN DE LA RED
INTERDEPARTAMENTAL DE
GEOGRAFIA DE UNIVERSIDADES
NACIONALES

Los abajo firmantes, directores y representantes de los departamentos e institutos de Geografía de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Mg. Diana Lan; de la Universidad Nacional de Cuyo, Prof. Rosa Schilan de Becette, de la Universidad Nacional de La Plata, Lic. Margarita Papalardo, de la Universidad Nacional de San Juan, Prof. María Margarita Robledo; de la Universidad Nacional de Lujan, Prof. Omar Gejo; de la Universidad Nacional del Sur, Lic. María del Carmen Vaquero; de la Universidad Nacional del Nordeste, Prof. Juan Antonio Alberto, de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Lic. Alicia Cáceres; del Instituto de Estudios Geográficos de la Universidad Nacional de Tucumán, Prof. Mercedes Porcel y en representación de Universidad de Buenos Aires, Prof. Gabriel Videla, de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Prof. Ricardo Agüero y de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Prof. Adriana Martínez, en la 12ª reunión de Directores, en el marco de las IVª Jornadas Interdepartamentales de Geografía, celebrada en la Sede de la Universidad Nacional de Mar del Plata, del 6 al 7 de octubre de 2006 y, considerando:

Que ante la inminente sanción de la Ley de Educación Nacional y consecuente reforma del sistema educativo argentino, en coincidencia con las declaraciones producidas en La Plata en setiembre de 2000, en Salta, por el III Encuentro Humboldt y la Asociación de Geógrafos de Salta en 2001, en Tandil en mayo de 2002 y la declaración de la Academia Nacional de Geografía de febrero de 2002, la Red Interdepartamental de Geografía, reclama a las autoridades educacionales de todas las jurisdicciones educativas argentinas, responsables de la distribución de los espacios curriculares de la educación primaria y media, que se asigne a Geografía una carga curricular significativa, correspondiente con la importancia del aporte que los contenidos disciplinares, representan en la formación que todo ciudadano debe poseer para la construcción de un pensamiento lógico, crítico y simbólico.

Por todo lo expuesto, reiteramos la necesidad que se replantee en las distintas jurisdicciones educativas, las reformas curriculares que eliminan contenidos

geográficos y que desconocen la idoneidad de los profesores de Geografía para la enseñanza de la disciplina y reafirmamos nuestro indeclinable compromiso con la enseñanza y construcción del conocimiento geográfico al más alto nivel.

Mar del Plata 7 de octubre de 2006.

UNA GLOBALIZACIÓN IN-
NECESARIA, UN TERRITORIO
INESTABLE

María Laura Silveira

Doctora en Geografía. Profesora en el Departamento de Geografía, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, Brasil. Investigadora del Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

RESUMEN

La globalización debería ser entendida, al mismo tiempo, como período y como discurso, pues la difusión del medio técnico-científico-informacional es precedida por una ideología sobre la necesidad de la modernización. En Brasil se verifica una nueva división territorial del trabajo que alcanza áreas hasta ahora periféricas y remodela regiones ya ocupadas. Sin embargo, en un proceso comandado por las grandes firmas, la velocidad con que las porciones del territorio son valorizadas y desvalorizadas, cambiando en consecuencia sus usos, es frenética. Como el comando del capital es global, no existe fidelidad al lugar y las regiones son extorsionadas. Inventando permanentemente atractivos a las empresas, el poder público contribuye a aumentar la inestabilidad del territorio.

Palabras clave: globalización innecesaria, uso del territorio, división del trabajo, valorización, inestabilidad del territorio.

ABSTRACT

We may considerer the globalization as a period and as a discourse, because the diffusion of the technoscientific-informational milieu is preceding by an ideology about the need of modernization. In Brazil a new

internacional labour division touches peripheral areas and reorganizes occupied regions. However in a process commanded by transnational firms, the fractions of territory have quickly obtained and lost its value, and they have changed abruptly its use. So that the comand of capital is global, there is not fidelity to place and regions have extorted. The state invents permanently attractive conditions to the transnational corporations and, this way, increases the instability of territory.

Key-words: unnecessary globalization, use of territory, labour division, value, instability of territory.

LA GLOBALIZACIÓN COMO DISCURSO, LA GLOBALIZACIÓN COMO PERÍODO

Un análisis sobre los actuales cambios en el uso del territorio nos aconsejaría el entendimiento de la globalización, al mismo tiempo, como discurso y como período. No se trata solamente de la palabra, sino también de la imagen, de la conciencia, de la sensación de estar viviendo un momento marcado, sobre todo, por la necesidad, por la inevitabilidad, por la ineluctabilidad de un modelo único gracias a un discurso que pretende ser unívoco.

Es preciso, igualmente, entender la globalización como un pedazo de la historia, un sistema temporal, un presente espeso, esto es, un período donde el mundo parece definirse por la presencia mundializada de los vectores hegemónicos de las finanzas, de la economía, del derecho, de la sociedad, de la cultura.

Se insta, así, un modo de mandar y un modo de hacer que se globalizan, que procuran estar presentes en todos los lugares del planeta, aunque éstos no convoquen esos comportamientos. En otras palabras, no existe, en todas las regiones, una necesidad genuina de instalación de ese modo de producir y de hacer circular, de trabajar y de mandar.

Sin embargo existen, hoy, elementos materiales – sistema nacional unificado de televisión, televisión por cable, radios, cine, computadoras y sus redes –, así como elementos inmateriales – publicidad, teorías de la comunicación aplicadas a la economía, a la política, a la cultura – para codificar esa pretendida necesidad y, por medio de discursos, transmitirla a los lugares.

De ese modo, la necesidad aparece como total, llamando a la difusión del medio técnico-científico-informacional. Es, como nos dice M. Santos (2000), la globalización vista como una fábula.

Cabe, sin embargo, indagar: ¿necesidad, para quién? Ese proceso de imposición de una forma de organizar la economía, la sociedad y el territorio es, ciertamente, necesario para quien lo comanda. Es la necesidad de su propia lógica. Pero, parafraseando a Marx, podríamos decir es innecesario para el conjunto de la sociedad. De allí la idea de una globalización innecesaria, que

supone un esfuerzo por narrar la historia del presente del lado de los no hegemónicos y, en consecuencia, por construir una epistemología no hegemónica.

Para ello es preciso encontrar los conceptos que permitan analizar el período, desenmascarando ideas como la de perdurabilidad – en el sentido de un tiempo que no tiene final, de una organización de factores que llegó para quedarse, el fin de la historia –, de homogeneidad – todo se torna lo mismo y por eso, también, no existirían más regiones – y de inevitabilidad – un proceso irresistible y sin sujeto. Tal vez ese sea un primer paso para eliminar algunos estorbos en la interpretación del mundo.

La constitución del territorio y las divisiones del trabajo

Hoy, los progresos de la ciencia y de la técnica y los nuevos flujos de información proporcionan las condiciones materiales e inmateriales para aumentar la especialización del trabajo y de los lugares. No obstante, la especialización sólo es posible por medio de la división. Son nuevas formas de repartir el trabajo en el territorio y, sobre todo, cada lugar pasa a ofrecer una dote particular en la actual organización del trabajo.

En Brasil se configura una división territorial del trabajo nueva y ampliada, con la posibilidad de ocupar áreas hasta ahora consideradas periféricas. Se prolonga y se densifica la división territorial del trabajo con la ocupación moderna de áreas nuevas y la remodelación de regiones ya ocupadas. Es una superposición de nuevas divisiones territoriales del trabajo a las preexistentes.

Se verifica una relativa descentralización industrial a la vez que despuntan belts modernos y nuevos fronts en la agricultura y se consolidan especializaciones territoriales industriales, comerciales y de servicio. Los belts modernos de las áreas centrales son destinados a la producción de naranjas y caña de azúcar en el Estado de São Paulo, vinculados, sobre todo, al abastecimiento para la producción de jugo para el extranjero y a la fabricación de alcohol. Pero, también, se afirman como modernos los cinturones de soja, trigo, algodón, maíz, arroz, tabaco y uva en los Estados sureños. Por otro lado, la Región Centro-Oeste, constituida por los Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás y Tocantins, es un área de «ocupación periférica» reciente. El medio técnico-científico-informacional se establece sobre un territorio prácticamente «natural», o mejor, «pre-técnico», donde la vida de relaciones era exigua y precaria. Sobre esa herencia de precariedad, los nuevos datos constitutivos del territorio son los del mundo de la información, de la televisión, de una red de ciudades distanciadas unas de las otras y asentadas sobre una producción agrícola moderna y sus necesidades de relación. Se diseñan, así, compartimentos más activos en el territorio que, ligados al llamado mercado mundial, aumentan la necesidad de cooperación y el frenesí de la circulación, pues es preciso conectar, en un único

proceso político, las parcelas del trabajo técnico desarrolladas en lugares a menudo distantes (M. Santos y M. L. Silveira, 2001)

Trabajo global, trabajo local

El territorio es el resultado del trabajo. Es un trabajo acumulado en las cosas, es decir, en los objetos, en las organizaciones, en las normas. En rigor las cosas son siempre producto de diversos pasados que se vuelven presente cuando son usadas. Es la presentificación del pasado.

Por ello, existe también un trabajo presente, constituido por las acciones sobre los objetos existentes y por aquellas que construyen nuevos objetos. El uso del territorio es presente, aunque condicionado por el valor heredado del pasado.

No obstante, como las acciones son anticipaciones del futuro, el territorio es resultado también de un futuro, encarnado en las intencionalidades. Es la historia en permanente movimiento.

El uso siempre desigual de las cosas es causa y consecuencia de la fuerza diferente de las acciones. Cada agente actúa según su fuerza. Con frecuencia ese proceso no es referido en una buena parte de los discursos de la globalización y de su pretendida necesidad.

Sin embargo, ¿qué significa que las acciones posean fuerza diferente? Significa que esas acciones son más o menos capaces de anticipar el futuro. Esa es su fuerza. En la actualidad las acciones más fuertes son las que imponen, con más eficiencia, un trabajo global. Es el comportamiento de las empresas y bancos mundiales, de las organizaciones internacionales, de los gobiernos de los países más poderosos, de las clases dominantes que, en realidad, buscan reproducir las existencias y hacer perdurar la naturaleza de la organización espacial. De allí que su discurso sea una apelación a la perdurabilidad, a la homogeneidad y a la inevitabilidad del orden actual.

El problema es que para una epistemología hegemónica, fundamento de una interpretación distorsionada del mundo, esas son las acciones válidas, centrales y necesarias para el funcionamiento de la economía y del territorio. Ciertamente ellas lo son para ese proyecto de sociedad. En esa concepción de fuerza social, los agentes que no producen acciones «necesarias», es decir, funcionales a la instalación de esa modernidad, son los débiles y los errados. De hecho, estos tienen menos fuerza para anticipar ese futuro que es la ampliación cuantitativa de lo que ya existe. Son acciones ineficientes y fracasadas en ese presente. Pero su fuerza es determinada por la anticipación de un futuro que busca la concreción de un trabajo local, de un trabajo en el cual la mayor parte de la sociedad pueda participar.

Si el territorio es resultado del trabajo, este es, en un movimiento dialéctico, resultado del territorio, pues

la aptitud de los lugares para el trabajo depende de sus densidades de materialidad y de regulación. La cuestión es que, hoy, los lugares son más «exitosos» cuanto mayor es su carga de modernidad. Sus virtualidades resultan, entonces, de su densidad técnica – el conjunto de objetos modernos que abriga –, de su densidad informacional – el acceso a la información hegemónica – y de su densidad normativa – el imperio de las normas del mundo en un lugar.

Existiría, en el territorio, la coexistencia de un trabajo global, un trabajo nacional y un trabajo local. Un camino de método será, tal vez, indagar el peso de cada uno de ellos en la constitución de una Nación, de su división territorial del trabajo. En cada momento, la combinación de ellos como trabajo vivo y como trabajo muerto es creadora de densidades diversas y, por lo tanto, de un valor específico y diferente de los lugares.

Así, el territorio puede ser visto como un factor activo (M. Santos, 1996), tanto por la materialidad como por la acción o, en otros términos, por sus densidades de cosas y por sus densidades de vida, proponiendo combinaciones diversas entre trabajo global y local.

VALORIZACIÓN Y DESVALORIZACIÓN DEL TERRITORIO

En el período técnico-científico-informacional la velocidad con que las porciones del territorio son valorizadas y desvalorizadas, cambiando en consecuencia sus usos, es frenética. Ese proceso es comandado, sobre todo, por grandes firmas que construyen o hacen construir sistemas de objetos hegemónicos, anunciando la posibilidad, en el lugar, de producciones modernas. Y, con frecuencia, los diversos segmentos del poder público (Unión, Estado, Municipio) actúan, ofuscados por el discurso de la necesidad globalizada, con lógica idéntica y subordinada a la de la firma global. En la región, el conjunto de los objetos, de las acciones y de las normas es llamado a establecer interdependencias con la nueva empresa. De ahí su vulnerabilidad a los cambios de comportamiento corporativo, que es una forma de alineación pues la región no rige más su propio destino.

La limitación de la conciencia asegura la instalación de los nuevos valores y de los nuevos modos de mandar y de hacer. Eso se hace a partir de un discurso eficaz sobre desarrollo, creación de empleos, industrias conexas, exportación, aunque nada se hable sobre robotización, subsidios públicos, monofuncionalidad de los equipamientos e infraestructuras, royalties y patentes, aumento de la deuda externa, importaciones.

El territorio y la ciudad pasan a ser organizados y usados a partir de la lógica de esa producción. En la agricultura se impone un nuevo uso del tiempo y de la tierra con el aprovechamiento de momentos ociosos en el calendario agrícola, el acortamiento de ciclos vegetales, la velocidad de circulación de productos e

informaciones, la disponibilidad de crédito para productos globalizados, la preeminencia para exportar. Todos esos datos van a permitir reinventar la naturaleza, modificando suelos, creando bancos de germoplasma e, inclusive, buscando imponer leyes al clima. Constitucionalmente integradas a sistemas de ingeniería complejos, esas tierras así transformadas adquieren un nuevo valor que acaba por «expulsar» ciertos productos y ciertos trabajadores para áreas menos valorizadas, con la colaboración del crédito público, de la información, de la propaganda, de los supermercados, de las políticas públicas, de los nuevos consumos.

Se circunscriben, así, las porciones del territorio reservadas al proceso directo de producción moderna y aumenta el área de las demás instancias de producción, circulación y consumo. Marx ya hablaba de la disminución de la arena y del aumento del área de producción.

No obstante, las porciones del territorio destinadas a la producción directa demandan costosos insumos, así como la circulación ampliada también demanda dinero. Por eso hoy el territorio no funciona sin grandes cantidades de dinero bajo diversas formas: crédito, préstamos, dinero en efectivo, financiamientos, hipotecas, commodities, seguros, etc.

Se crea, así, una dependencia del sistema financiero que invade todas las etapas de la producción: En contrapartida, al campo o a la industria – hoy instancias de un poderoso y encubierto proceso financiero – le son exigidas tasas de retorno más específicas de las operaciones financieras y menos de la agricultura, de la industria o del comercio. Esa imposición brutal de un tiempo acelerado a actividades históricamente más lentas contribuye para la rápida sustitución de un lugar por otro en la búsqueda impetuosa de lucro.

Por eso, la disminución de la arena y la ampliación del área constituyen otra manifestación de la frenética valorización y desvalorización del territorio. En función de la política territorial de una empresa y de la promesa de objetos modernos que llegarán, los lugares entran en guerra y, así, importando empresas se exportan lugares (M. Santos, Folha de São Paulo, 8/8/99). Es un combate por ofrecer, en las regiones, los mejores datos técnicos y políticos a las firmas. A un territorio que funciona, cada día más, como una totalidad, se ofrece una acción política del Estado crecientemente fragmentada.

VALOR CAPITALÍSTICO Y VALOR POLÍTICO DEL TERRITORIO

El territorio puede ser definido por sus existencias, esto es, sus objetos, sus normas, sus acciones en organizaciones heterogéneas, con dinámicas y valorizaciones distintas, responsables por las características regionales. Vislumbrados por las firmas en sus diferentes valores capitalísticos, el territorio es,

hoy más que antes, base y objeto de las políticas de esas empresas. Entretanto, el poder público parece formular sus acciones confundiendo valor capitalístico y valor político.

Si el valor capitalístico pone en evidencia la constitución del territorio y la productividad de los lugares para una determinada actividad en un determinado momento, mostrando sus heterogeneidades, el valor político haría alusión a un proyecto nacional capaz de proporcionar a cada lugar la posibilidad de ser escenario y actor del trabajo y de la vida.

De allí que dos criterios dialécticamente complementarios podrían ser considerados. Por un lado, un criterio «homogeneizador», preocupado con el desarrollo de cada lugar y evitando dar más valor a los lugares ya dotados, demostraría que las regiones deberían tener igual valor político a pesar del diferente valor capitalístico.

Por otro lado, un criterio «heterogeneizador» sería la base de una política de compensaciones, mostrando la maciza presencia del Estado en aquellas regiones más deprimidas y menos valorizadas por el gran capital. En esas regiones, el valor de las cosas ausentes no podrá ser considerado superior al valor del trabajo presente. Y una forma es la garantía de la permanencia de un mercado regional o nacional para ese trabajo local, mucho más efectiva que la oferta de créditos para que ese trabajo local vista, sin suceso, el traje del trabajo global. En este último caso, más temprano o más tarde, sus actores serían expulsados del circuito por los agentes hegemónicos. Aquí el valor político sería dado, sobre todo, a las regiones de menor valor capitalístico.

Cuando el poder público alimenta o legitima la velocidad de las grandes empresas como el ritmo necesario de transformación de la base material, de la estructura normativa y de la política de la nación, está «inventando» la viabilidad del territorio para los agentes hegemónicos. Cambios acelerados de la legislación para concretar privatizaciones que someten las porciones del territorio nacional a un verdadero remate, un nuevo régimen del trabajo, el abandono de la investigación científica pública, la imposición mundial de una tasa de interés o de un índice de inflación son formas de establecer condiciones de competitividad para algunos agentes pioneros. Una de las manifestaciones de ese proceso es la incapacidad de ciertas regiones para acompañar el movimiento y, por consiguiente, su respectiva desvalorización.

Esa es también la cuestión del territorio como condición de ciudadanía. No basta pensar la ciudadanía en un plano social, especialmente en los días de hoy cuando la globalización fragmenta el territorio. ¿Qué sucede con un ciudadano que habita en una pequeña ciudad cuya producción – léase también su trabajo – fue declarada obsoleta, ineficiente y, por lo tanto, condenada a desaparecer? ¿Qué sucede cuando los

agricultores de una región son convocados a producir con índices de productividad sujetos a tasas de retorno análogas a las tasas financieras? Es el camino de la desvalorización de los pedazos del territorio.

Sin embargo, el costo social y financiero de la invención de la viabilidad del territorio para las grandes firmas no es un dato menor. ¿No podríamos, entonces, pensar una política que cree las condiciones de producción – a un ritmo nacional – para todas las regiones, para todas las ciudades, para las empresas menos poderosas, para todos los ciudadanos, con otros criterios y con otras reglas?

Insaciabilidad de los capitales, inestabilidad del territorio

En las regiones se observa un esfuerzo por edificar una densidad técnica – rutas, vías férreas, puertos, aeropuertos, infraestructuras de energía – para que puedan ser aptas a determinadas producciones, a menudo provenientes de otros lugares. Sin embargo, al mismo tiempo se construye una densidad normativa, por medio de la concesión y combinación satisfactoria de protecciones y atractivos legales. Así, algunas regiones ofrecen a los grandes capitales una productividad espacial apta para fabricar automóviles, camiones, cultivar café, soja, etc.

Ese proceso de creación de valor acaba teniendo, para la sociedad como un todo, alto costo y alienación en virtud de la extrema especialización urbana y regional en una producción exclusiva. Entretanto, no parece ser ese el único problema.

La productividad espacial para un bien o servicio, creada con el esfuerzo social, no es duradera, sino que envejece y, de ese modo, el lugar es llamado a crear nuevos atractivos para el capital. Los actores hegemónicos convocan a toda la sociedad y a todo el territorio a trabajar para sus fines particulares, pero los capitales son insaciables, inconstantes y movedizos y, por eso, no aseguran su continuidad. La localización es siempre provisoria, aún más cuando, como hoy, esos capitales son comandados por su parcela de capital financiero, llevando al paroxismo el comportamiento de foot loose. Un imperativo más para que la geografía deje de ser estática y pueda dar cuenta del movimiento del espacio.

La región debe, cada día, conceder al capital más privilegios y crear ventajas para retener sus actividades, bajo permanente amenaza de traslados. Se emprende así la transferencia de recursos de la población para algunas personas y firmas, erigiendo al Estado como motor de desigualdades.

No obstante, como el comando del capital es global, éste no tiene fidelidad al lugar y la región es continuamente extorsionada. Y el territorio – como conjunto de lugares – es permanentemente desvalorizado, fragmentado, inestable, pues cada día cambian sus funciones y su vida de relaciones.

Es la implantación de un trabajo global en el territorio nacional, de un modo de mandar y de hacer que no es obligatoriamente escrito ni público, pero que se impone a la vida social. Son las normas de las empresas que pasan a regular la vida en los lugares. Cuando ese trabajo global no encuentra obstáculos en el poder público para su concreción, el territorio se torna más inestable.

Aunque sea un estorbo para la sociedad como un todo, esa inestabilidad permite vislumbrar las imperfecciones de la propia lógica de la historia del presente, una realización incompleta de la hegemonía en los lugares. Indicios de un período que, observados con lentes de otra epistemología, puedan tal vez apuntar nuevos caminos para la sociedad.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

SANTOS, Milton. A natureza do espaço. Técnica e tempo. Razão e emoção. Hucitec, São Paulo, 1996.

SANTOS, Milton. «Guerra dos lugares». Folha de São Paulo. Caderno Mais, 8 de agosto de 1999.

SANTOS, Milton. Por uma outra globalização. Do pensamento único à consciência universal. Record, Rio de Janeiro, 2000.

SANTOS, Milton y María Laura SILVEIRA. O Brasil. Território e Sociedade no início do século XXI. Record, Rio de Janeiro, 2001.

INDICE ACUMULADO

BOLETIN DE GEOGRAFIA N° 1 (1999). 38 páginas.—

-POBLETE, Arnobio G. «Análisis de la marcha interanual e Intraestacional de las temperaturas mínimas diarias en Pocito».

-LOPEZ, María Inés, JOFRE, Carmen, SANCHEZ, Sandra «La Industria Urbana en el Gran San Juan».

-MIKKAN, Raúl, ULIARTE, Enrique «Geomorfología del Area de la Reserva de San Guillermo. San Juan. Argentina»

-PICKENHAYN, Jorge A. «La Geografía y los planteos transdisciplinarios» -

BOLETIN DE GEOGRAFIA N° 2 (1999). 49 páginas.—

-LOPEZ, María Inés, JOFRE, Carmen, SANCHEZ, Sandra «Evaluación de un proyecto de Inversión en Infraestructura Hidroenergética con fuerte impacto territorial en el Oasis de Tulum» -FANCHIN, Ana., SANCHEZ, Patricia «Mortalidad y Política Sanitaria en la Ciudad de San Juan 1880-1910».

-PICKENHAYN, Jorge A. «Geografía de Salud en el Norte de San Juan».

-POBLETE, Arnobio G., SANCHEZ, G. «Análisis espacio temporal de la situación climática asociada a la mayor temperatura máxima absoluta del período 1900-1997 en el Valle de Tulum».

-ANEAS, Susana D. «La Relación Hombre-Medio: Evolución del tema en Geografía» 1999.

-MIKKAN, Raúl «Modelado glaciar y periglacial en el Valle del Río Macho Muerto. Reserva de San Guillermo. San Juan».

REVISTA DE GEOGRAFIA N° 3 (2000). 38 páginas.—

-LOPEZ, María Inés, JOFRE, Carmen, SANCHEZ, Sandra «La ciudad de San Juan. Estructura y Funcionalidad».

-JOFRE, Carmen «La Administración de la Ciudad de San Juan».

-POBLETE, Arnobio G., AGUIAR, Laura «Análisis estadístico sobre la ocurrencia del temporal de Santa Rosa en San Juan».

-RUIZ, María del Carmen «Consideraciones acerca del uso del espacio geográfico a la luz de la estrategia militar».

REVISTA DE GEOGRAFIA N° 4 (2000). 68 páginas.—

-POBLETE, Arnobio G., SANCHEZ, G. «Análisis de la posible asociación entre los derrames del río San Juan y el fenómeno de «El Niño/ La Niña».

-MORENO, Roberto Aníbal «Geomorfología del corredor andino de Agua Negra. Dpto. Iglesia, San Juan».

-PICKENHAN, Jorge A. «Instalación Humana y problemática de la salud como aspectos básicos de la geografía rural en Bardas Blancas, Mendoza, Argentina»

-MINETTI, Juan., VARGAS, Walter, ACUÑA, L., De la ZERDA, L, POBLETE, A.G. «Tendencias actuales de la precipitación anual en la Argentina y Chile. Impactos».

-ACOSTA, Ricardo H. «Análisis de los extremos térmicos y precipitaciones en la localidad El Balde. Dpto. Jáchal, en el período 1965- 1979. Prov. de San Juan».

REVISTA DE GEOGRAFIA N° 5 (2001). 61 páginas.—

-ESCUELA, M. B., BOTTO, M.L., FERREYRA, S. M. «Análisis de algunas leyes que abordan la problemática ambiental».

-SANCHEZ, S., PEYRIC, A., MONFORT, S. CASAS, M. «Impacto generado por el vertido de residuos sólidos en un área de influencia inmediata de la ciudad de San Juan».

-ACOSTA, Ricardo H. «Análisis de los vertederos en el Valle de Tulum (Prov. de San Juan)».

-MINETTI, J., VARGAS, W., POBLETE, A. «Observando a El Niño/ La Niña con la temperatura de Lima (Perú)».

-POBLETE, Arnobio G., BERTOL, E. F. «Variabilidad interanual del Río San Juan».

REVISTA DE GEOGRAFIA N° 6 (2002). 65 páginas.—

-ANEAS, Susana D. «Análisis Factorial en Geografía Humana: un caso de aplicación».

-POBLETE, Arnobio G., AGUIAR, Laura., SILVA, Sonia «Estructuras Estadísticas de los derrames del Río San Juan y Jáchal».

-CATTAPAN, Silvia E. «Tipología Sociodemográfica de la Provincia de San Juan».

-TORRES, José Ernesto «Geografía de la población de San Juan a través de la asociación estadística entre variables».

-SUAREZ MONTENEGRO, Elvira «Caracterización del clima y las Geoformas del sistema natural de la cuenca hidrográfica del Río Callingasta- San Juan- Argentina».

-GONZALEZ VIAÑA, María del C. «Consumo y Espacio en la Posmodernidad , Madrid-Barcelona y Lisboa».

-MINETTI, Juan., BOBBA, María, HERNANDEZ, Claudia M. «Topoclimatología térmica del Noroeste Argentino».

REVISTA DE GEOGRAFIA Nº 7 (2003).- 69 páginas.-

-SUAREZ, R. «Obituario en honor a Milton Almeida Dos Santos».

-ACOSTA, R., GONZALEZ, M.C., RUIZ, María del . «Aplicación de un modelo de difusión para determinar la contaminación del aire en el Gran San Juan-Argentina».

-POBLETE, A., MINETTI, Juan «Asociación entre cuantificadores del ENSO e índices de circulación atmosférica regional con el derrame del Río San Juan».

-PICKENHAYN, Jorge A. «La Geografía de la Salud y el aporte de Foucault».

-ANEAS, S., CATTAPAN, Silvia, TORRES, José «Areas de diagnóstico de peligrosidad en el SE de San Juan-Argentina».

-MICHIELI, C. T., «Activación de ciénagas y pantanos en el SE de Mogna durante el Siglo XVIII».

REVISTA DE GEOGRAFIA Nº 8 (2004).- 101 páginas.-

-POBLETE A.G., AGUIAR L. «La implicancia climática del movimiento diurno solar aparente y su variabilidad estacional en San Juan - Argentina»

-ANEAS S., CAPATTÁN S. «Crecimiento demográfico en los departamentos de la provincia de San Juan en el último tercio del siglo XX»

-ACOSTA R.H. «Relación existente entre los sitios con vertido de residuos sólidos urbanos y las napas freáticas en el valle de Tulum (provincia de San Jan)»

-MINETTI J.L., VARGAS W.M., ALBARRACÍN S.A. «La variabilidad espacio - temporal de las precipitaciones en el noroeste de la Argentina»

-MENDOZA E.A., MINETTI J.L. «Posibles causas de los incendios forestales de la selva montana del noroeste de Argentina»

-RAMÍREZ R. «Base para entender el accionar del urbanismo en Latinoamérica»

-SÁNCHEZ ROJAS E.I., MATAR DE SARQUÍS M.A. «Mapa geomorfológico de un sector de Jachal, provincia de San Juan - Argentina»

-GUZZO E.I. «Carta de vulnerabilidad sísmica en el distrito de Villa Aberastain, departamento de Pocito, provincia de San Juan, Argentina»

-ANEAS DE CASTRO S. «Dimensiones psicológicas que influyen en la percepción de los peligros ambientales»

REVISTA DE GEOGRAFIA Nº 9 (2005).- 78 páginas.-

-GUSTAVO D. BUZAI «Geografía cuantitativa 200+20 lecciones fundamentales y sus tendencias de evolución.»

-ARNOBIO GERMÁN POBLETE / LAURA ALICIA AGUIAR «Factores climáticos que inciden en la variabilidad espacial de la temperatura en la provincia de San Juan - Argentina .»

-SILVIA CATTAPAN «Índice de vulnerabilidad para evaluar factores externos que inciden en las enfermedades.»

-María E. Bobba / Juan L. Minetti «Relación entre la presión atmosférica y las sequías en la región del Noroeste Argentino.»

-SUSANA ANEAS «Los primeros veinte siglos de geografía.»

-MERCEDES PALACIO M. «Hacia la construcción de una ética para el nuevo milenio.»

-ARNOBIO GERMÁN POBLETE / ANDREA PIZARRO «Aspectos estadísticos del régimen de heladas en Barreal - Calingasta - San Juan

Actualidad

-Ateneo Internacional de Geografía de la Salud y presentación de un libro del Programa de Geografía Médica del IGA.

-SUSANA ANEAS «Opiniones / Los censos y la geografía.»

-ANA T. FANCHIN «VI congreso chileno - argentino de estudios históricos e integración cultural.»

NORMAS EDITORIALES E INFORMACION PARA LOS AUTORES

Una vez enviado un trabajo a la Revista de Geografía del Instituto de Geografía Aplicada de la UNSJ, el/los autores se comprometen a no presentar el mismo a otra publicación. En el caso de trabajos presentados a Congresos, debe obtenerse de los organizadores de los mismos una nota certificando que las Actas no se publicaran o que dicho manuscrito fue retirado con el aval de los organizadores.

Los autores son responsables del contenido de sus contribuciones, de la exactitud de las citas y las referencias bibliográficas y del derecho legal de publicar el material propuesto, por lo que deben obtener el permiso para reproducir figuras y datos protegidos por copyright.

Los trabajos deben ser presentados en diskettes 3 1/2, en Word -cualquier versión-, para Windows. El diskette, más tres copias en papel deberán ser dirigidos al Comité Editorial en su versión definitiva. Las mismas deberán ser acompañadas por una hoja con nombres, direcciones, correo electrónico y teléfonos de el/ los autores, quienes cuidarán la calidad del embalaje para que las copias, el diskette y las ilustraciones lleguen a destino en perfectas condiciones. Una cuarta copia completa debe quedar en poder de el/los autores.

Se rechazarán los manuscritos que no estén de acuerdo con las siguientes normas:

* No deben exceder las treinta (30) páginas (incluyendo resumen, texto, bibliografía, mapas, figuras, fotos, tablas y gráficos), en hojas numeradas, tamaño A4.

* Orden de las secciones

1- Título en mayúsculas, centralizado, sin subrayar.

2- Autor/es, en el margen derecho, con llamada a pie de página indicando lugar de trabajo y/o pertenencia institucional o académica. Su e-mail personal y/o institucional.

3- Resumen de aproximadamente no más de 300 palabras y cinco palabras claves.

4- ABSTRACT en Inglés con 5 password.

5- Para el cuerpo del trabajo se sugieren las siguientes apartados:

* Introducción.

* Datos y Métodos

* Desarrollo y Discusión.

* Conclusiones.

* Agradecimientos

* Bibliografía.

Las referencias bibliográficas irán en el texto siguiendo el sistema autor-año. Ejemplos:

· (Pérez 1980) (Pérez 1980, 1983) o (Pérez 1980a y 1980b) o Pérez (1980), etc.

· Se citan hasta dos autores, si son más de dos se nombra al primer autor y se agrega et al.

· Citas con páginas, figuras o tablas: (Pérez 1980:13). (Pérez 1980:figura 3), (Pérez 1980: tabla 2), etc.

· Autores diferentes citados dentro de un mismo paréntesis o comentario, deben ir ordenados cronológica y no alfabéticamente.

Las notas deben estar numeradas correlativamente, dejando doble interlineado entre cada una de ellas.

En la Bibliografía deben figurar todas las referencias citadas en el texto y en las notas deben aparecer en la lista bibliográfica y viceversa.

Debe ser alfabética, ordenada de acuerdo con el apellido del primer autor. Dos o más trabajos del mismo autor, ordenados cronológicamente. Varios trabajos del mismo autor y año, con el agregado de una letra minúscula.

Se contemplará el siguiente orden:

Autor/es, Fecha, Título, Publicación, número:páginas. Lugar, Editorial.

Ejemplo de lista bibliográfica:

Lewis R. 1981. Bones. Ancient Men and Modern Myths. Academic Press.

Haggett, A. M. 1988. Atmósfera, Tiempo y Clima. Revista Atmósfera 14: pp 35-50. México. UNAM.

Se recomienda no asignar más del 10% del total de páginas del artículo a la bibliografía.

6.- Terminar la redacción consignando lugar y fecha.

7.- Deberá abonar un arancel de publicación que dependerá del tamaño del artículo y las páginas color que contenga.-

8.- Puede suplir dicho arancel con un sponsor.