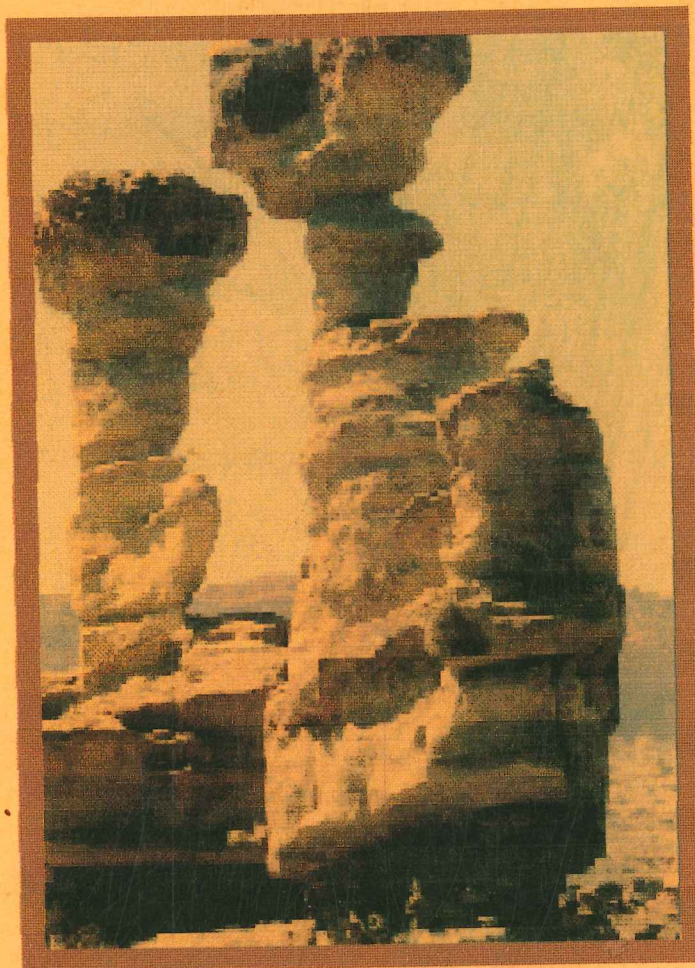


Año 3, N° 4

San Juan, septiembre de 2000

Revista de Geografía



Instituto de Geografía Aplicada
Departamento de Geografía
FACULTAD DE FILOSOFÍA, HUMANIDADES Y ARTES



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE SAN JUAN**



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE SAN JUAN
FACULTAD DE FILOSOFÍA,
HUMANIDADES Y ARTES

INSTITUTO DE
GEOGRAFÍA APLICADA

Mitre 317 Oeste (5400) SAN JUAN
Teléfono: (0264) 422 2807 / E- Mail: gpoblete@server.ffha.unsj.edu.ar

AUTORIDADES

Rector U.N.S.J.: Arq. Romeo Platero.
Decana F.F.H.y A.: Prof. Zulma Corzo.
Vice Decano: Dr. Daniel Bustos.
Director I.G.A.:
Dr. Arnobio Germán Poblete.
Directora Dpto de Geografía:
Mag. Carmen Jofré de Alonso

Colaboraron en este número:

Diseño gráfico: Jorge Teixidor
Promoción publicitaria: Prof. Cristina Hornilla
Artículos: Dr. Juan L. Minetti
Dr. Walter M. Vargas
Téc. Luis R. Acuña
Ing. Luis R. de la Zerda
Dr. Arnobio Germán Poblete
Prof. Graciela del Valle Sánchez
Dr. Jorge Amancio Pickenhayn
Lic. Roberto Aníbal Moreno
Prof. Ricardo Acosta

REFEREES:

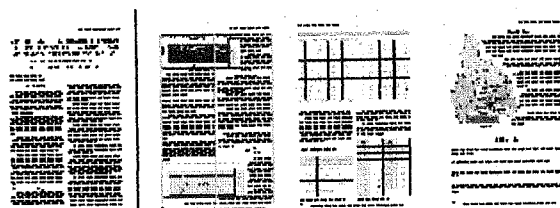
Dr. Alfredo S. Bolsi (U.N.T.)
Prof. Martha E. Caillou (U.N.T.)
Dr. Ricardo Capitanelli (U.N.C.)
Prof. Irene A. García (U.N.T.)
Dr. Juan L. Minetti (U.N.T.)
Dr. Mario Zamorano (U.N.C.)
Prof. Susana Curto de Casas (U.B.A.)

TAPA: Formaciones eólicas en el Valle de la Luna (Ischigualasto). San Juan
ISSN 1514 - 1942

ÍNDICE

ANÁLISIS DE LOS EXTREMOS TÉRMICOS Y PRECIPITACIONES EN LA LOCALIDAD "EL BALDE" DEPARTAMENTO JÁCHAL, EN EL PERÍODO 1965-1979. PROVINCIA DE SAN JUAN

Prof. Ricardo Héctor Acosta



El clima y por ende el dinamismo de las componentes meteorológicas involucradas influyen en la tipología de los suelos, en la vegetación natural, en la hidrografía, escorrentía y geoformas, lo que denota sin lugar a dudas, que en el espacio geográfico independientemente de su escala de estudio, el todo tiene que ver con sus partes constitutivas, existiendo una relación de causalidad que condiciona y posibilita que ese espacio tenga características únicas.

Página.....3



TENDENCIAS ACTUALES DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL EN LA ARGENTINA Y CHILE. IMPACTOS.

Dr. Juan L. Minetti.
Dr. Walter Vargas
Téc. Luis R. Acuña.
Ing. Luis R. de la Zerda
Dr. Arnobio G. Poblete.



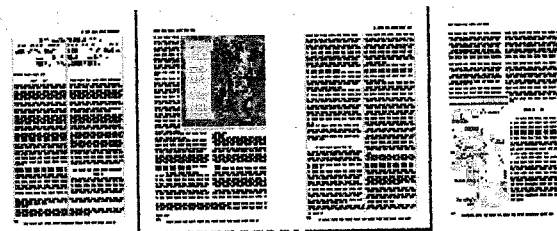
En este trabajo se regionaliza al comportamiento espacio - temporal de las precipitaciones anuales en el periodo 1931-32/1998-99 y se analizan sus tendencias con el objeto de diagnosticar cambios tempranos en ellas, en vista del gran desarrollo agrícola ocurrido sobre regiones marginales en el pasado periodo húmedo observado. Se han detectado regiones extensas del territorio analizado donde las tendencias crecientes o decrecientes de las precipitaciones que se iniciaron en la década de 1930 continúan hasta el periodo 1998-99, y otras regiones donde se observa un incipiente cambio hacia tendencias decrecientes ocurrido en la década de 1980.

Página.....10



INSTALACIÓN HUMANA Y PROBLEMÁTICA DE LA SALUD COMO ASPECTOS BÁSICOS DE LA GEOGRAFÍA RURAL EN BARDAS BLANCAS, MENDOZA, ARGENTINA

Dr. Jorge Amancio Pickenhayn



El Distrito de Río Grande, perteneciente al Departamento de Malargüe se localiza en el sur de la Provincia de Mendoza, abarcando ambos márgenes del cauce superior y medio del río homónimo -de régimen nival-, afluente a su vez de la cuenca del Colorado, de pendiente atlántica. Se inserta en un paisaje de contacto entre las estructuras orográficas andinas y el ambiente volcánico de la Payunia, pleno ambiente ecotonal entre las regiones geográficas de Cuyo y Patagonia. Es en este contexto que se manifiesta la Caverna de las Brujas.

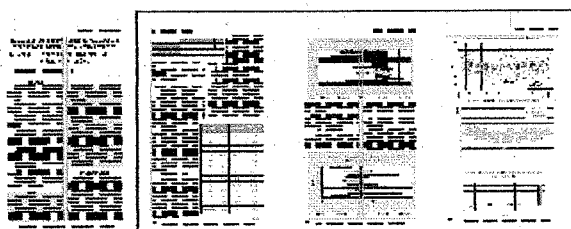
Las informaciones volcadas en el presente trabajo fueron recogidas en tres campañas realizadas en el segundo semestre de 1998 y se reforzaron con un trabajo bibliográfico realizado en igual período, así como opiniones y experiencias recibidas del equipo interdisciplinario de investigación, del equipo de guardaparques y de pobladores de Malargüe.

Página21



ANÁLISIS DE LA POSIBLE ASOCIACION ENTRE LOS DERRAMES ANUALES DEL RÍO SAN JUAN Y EL FENÓMENO DE "EL NIÑO" / "LA NIÑA"

*Dr. Arnobio G. Poblete
Prof. Graciela del Valle Sánchez*



En los últimos 40 años la región de Cuyo soportó el rigor climático en sus dos manifestaciones más extremas y que incidieron en su principal factor de desarrollo socioeconómico: el curso de agua superficial.

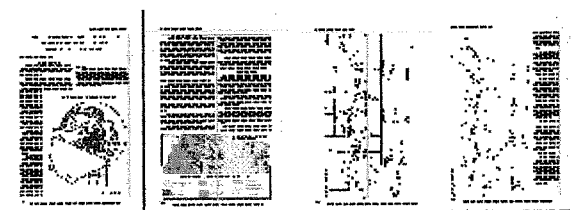
Aunque los fenómenos hídricos y de circulación atmosférica que afectan a la región han sido objeto de diversos estudios, la incidencia de los mismos en la escala regional es aun poco conocida, razón por la cual se debe encarar el análisis de las relaciones existentes entre la escala hemisférica y la regional.

En este trabajo se intenta probar si hay o no asociación, y si la hay cual es su significación estadística, entre el escurrimiento superficial del río San Juan y los fenómenos "El Niño" "La Niña", con el objeto de realizar un análisis objetivo de las posibles relaciones entre los mismos.

Página27

GEOMORFOLOGÍA DEL CORREDOR ANDINO DE AGUA NEGRA. DEPARTAMENTO DE IGLESIA, SAN JUAN

Lic. Roberto Aníbal Moreno



El presente trabajo corresponde a un estudio detallado de las formas y procesos del área del paso de Agua Negra, para ser utilizado en la evaluación de peligros naturales.

Corresponde al sector comprendido entre el poblado de Las Flores (Dpto. Iglesia, Provincia de San Juan) y el límite internacional con la República de Chile. Habiéndose seleccionado este tramo porque pese a su corta longitud, presenta una significativa variedad de procesos que, en repetidas oportunidades, han ocasionado diversos inconvenientes a la circulación de vehículos entre Chile y San Juan, produciéndose cortes en la ruta nacional Nº 150.

La cartografía geomorfológica detallada servirá de base para la realización futura de una carta de Peligrosidad, que puede servir como una contribución a la hora de proteger este importante tramo del futuro Corredor Bi-Oceánico Porto Alegre (Brasil) - Coquimbo (Chile).

Página37



ANALISIS DE LOS EXTREMOS TERMICOS Y PRECIPITACIONES EN LA LOCALIDAD «EL BALDE» DEPARTAMENTO JÁCHAL EN EL PERIODO 1965-1979 PROVINCIA DE SAN JUAN

Prof. Ricardo Héctor Acosta.

Email: iracosta@server.ffha.unsj.edu.ar.

Introducción

Si realizamos un análisis climatológico a través de un período de tiempo, observaremos que las características climáticas de un lugar o localidad poseen combinaciones meteorológicas que van cambiando a través de los años, en función de distintos valores y tendencias; aunque estas posean una definición bien marcada.

La climatología analítica parte del análisis de las variables meteorológicas que en definitiva marcan comportamientos en los elementos más representativos del clima de cada sitio. Entre ellos se pueden mencionar a la temperatura y la precipitación.

Cuando se pretende arribar a esta síntesis, un camino muy común en Climatología es la utilización de valores promedios o medios. También se tiene en cuenta su relación, en cuanto todos ellos componen el sistema climático de una región.

El clima y por ende el dinamismo de las componentes meteorológicas involucradas influyen en la tipología de los suelos, en la vegetación natural, en la hidrografía, escorrentía y geoformas, lo que denota sin lugar a dudas, que en el espacio geográfico independientemente de su escala de estudio, el todo tiene que ver con sus partes constitutivas, existiendo una relación de causalidad que condiciona y posibilita que ese espacio tenga características únicas.

Estación meteorológica El Balde

El Balde es el nombre de una localidad perteneciente al departamento de Jáchal, ubicada en la margen derecha de la Ruta Nacional N° 40 en dirección Norte, que comunica a la capital sanjuani-

na con el oasis de San José de Jáchal. El ambiente de travesías domina todo el paisaje que posee características de extrema aridez, como bien se menciona en la Guía Geográfica de la Provincia de San Juan ejecutada por el Instituto Geográfico Militar a principios de siglo.

La distancia que separa a San Juan (Capital) de la localidad mencionada es de aproximadamente 80 kilómetros. Sus coordenadas geográficas son las siguientes: 30° 57' (de Latitud Sur y 68° 38' (de Longitud Oeste, con una elevación de 928 metros sobre el nivel del mar. (Mapa N° 1)

En el presente trabajo se realizará un estudio analítico referido a dos elementos meteorológicos (temperatura y precipitación) de la Estación Meteorológica El Balde, en el período de años que va desde 1964 a 1979 inclusive, para luego realizar el cálculo del índice de aridez.

Los registros fueron obtenidos por el Departamento de Hidráulica, División Hidrología de la Provincia de San Juan.

Nuestro universo de datos esta compuesto por observaciones realizadas durante 15 años. Se utilizarán en el análisis, los registros de temperaturas máximas absolutas y mínimas absolutas mensuales como así también los registros de precipitaciones mensuales para cada año de observación.

Es preciso aclarar que la estación meteorológica fue levantada en el año 1980 por el Departamento de Hidráulica de la provincia, pero resulta un aliciente importante el hecho de que durante el período de la toma de datos, los registros diarios y por tanto mensuales no fueron interrumpidos, lo que nos da continuidad en el tiempo, entendiendo que los datos pueden tener cierto margen de subjetividad por parte de los técnicos responsables de la toma

en el momento de su lectura.

Los registros comenzaron en el año 1964, más precisamente el día 10 de mayo, por lo que la serie completa se inicia en el mes de junio del mismo año. El 22 de enero de 1980 se clausuró la estación por falta de presupuesto para su atención y mantenimiento.

Resulta interesante el hecho de poseer registros de la zona que resulta poco conocida y que por estar ubicada espacialmente entre los dos oasis mayores de la Provincia de San Juan tiene mucha significación el conocimiento que de ella se tenga; por otra parte es lamentable que no se posean por ser inexistentes, mediciones posteriores al período que se analizará.

Estudios referidos a la temática han sido realizados en la provincia de San Juan por el Dr. Arnobio Germán Poblete (Director e Investigador del Instituto de Geografía Aplicada, de la Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes de la Universidad Nacional de San Juan), a través de investigaciones que abordan los análisis de rangos térmicos estacionales y su variabilidad interanual en el Valle de Tulúm y la determinación de fechas de inicio y finalización de la temporada de calor intenso en el Valle de Tulúm entre otros.

Los objetivos que se pretende alcanzar con este ensayo son:

- 1- Análisis de los extremos térmicos de máximas y mínimas a través de sus promedios mensuales.
- 2- Análisis de las precipitaciones mensuales.
- 3- Conocimiento a través de los extremos térmicos de la amplitud térmica del área motivo de estudio.
- 4- Cálculo del Índice de Aridez (IA) de DE MARTONNE.

Registros meteorológicos

Para ilustrar al lector resulta de mucho interés transcribir los registros que constituyen nuestra base de datos y que son los parámetros que se tomarán para el conocimiento de las variables constitutivas de la climatología del lugar.

ESTACIÓN METEOROLÓGICA "EL BALDE"													
TEMPERATURA MÁXIMA ABSOLUTA. Período 1965 - 1979													
AÑOS	Enero	Febr.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octub.	Nov.	Dic.	Anual
1965	39	38,6	33,9	35,4	30,8	31,1	31	31,3	30,5	35,9	37,6	37,9	39
1966	37,5	38,6	36,6	34,5	29,4	29	30,6	30,1	34,5	34,3	35,7	39,8	39,8
1967	39,9	36,9	35,4	35	33,9	21,9	28,2	32	31	37,5	40,5	8,4	40,5
1968	37,5	38,2	33,5	29,8	31	24	29,4	29,6	35,9	35,4	38,7	41,5	41,5
1969	39,5	37,9	36,8	33,8	34	33,8	33	35,4	36,9	35,5	39,5	37,4	39,5
1970	37,7	38,9	35,9	36,5	33,1	25,5	31,2	32,8	35,5	35,2	36,7	39,5	39,5
1971	41,3	39,6	34,9	34,1	30,7	29,6	30,6	32,8	37,1	33,6	36,7	42,4	42,4
1972	39	39,7	35,6	32,9	32,7	30,7	28,6	32,4	35,3	35,4	36	37,4	39,7
1973	40,3	38,3	35,4	30,6	33,5	28	29,6	25,4	32,9	37,8	36,3	37,4	40,3
1974	40,4	36,8	35,6	31,9	31,5	31,2	29,9	29,9	27,4	31,4	39,2	39,4	40,4
1975	37,8	36,4	37,5	32,9	29,4	27,4	28,7	26,9	29,9	34,3	38,9	42,5	42,5
1976	39,4	34,5	32,9	29,9	31,3	31,8	33,4	28,3	33,4	35,4	37,5	41,9	41,9
1977	40,4	34,2	37,4	33,3	31,9	30,4	32,4	28,8	25,3	38	38,5	39,3	40,4
1978	38,4	36,7	34,8	30,4	29,1	29	31	32,5	34,3	37	38,2	39,4	39,4
1979	38	36	34,6	27,8	32,7	25,5	37	34,5	33,4	35,6	38,2	40	40
Media	39,07	37,42	35,38	32,58	31,66	28,59	30,97	30,84	32,88	35,48	37,88	39,61	

ESTACIÓN METEOROLÓGICA "EL BALDE"													
TEMPERATURA MÍNIMA ABSOLUTA. Período 1965 - 1979													
AÑOS	Enero	Febr.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octub.	Nov.	Dic.	Anual
1965	11,5	11,4	3,5	0,6	-3,6	-2,4	-8,3	-6	-2,7	1,9	4,5	9,7	-8,3
1966	15,4	5,9	3,1	4,1	-4,7	-8,5	-9,7	-9,1	-5,8	4,3	2,9	5,7	-9,7
1967	9,3	7,5	4,5	1,5	-2,6	-12,6	-10,6	-7,4	-2,6	3,1	5,8	9,8	-12,6
1968	10,9	12	1,3	-3,1	-10,1	-7,5	-8,2	-5,4	-3,5	2,5	9,4	11,3	-10,1
1969	10,5	9,9	7,5	4,6	-3,2	-8,7	-9,1	-7,1	-0,9	-0,1	7,3	11,5	-9,1
1970	9,8	5,9	6,5	5,9	-3,4	-1,2	-11,1	-6,2	0	-2,3	3,5	11,1	-11,1
1971	6,1	11,7	4,1	-3,6	-4,1	-9,1	-6,5	-5,5	2,1	2,6	11,5	11	-9,1
1972	14,4	14,6	6,2	0,1	-0,7	-4,6	-10,3	-5,6	-2,2	-0,2	0,9	16,3	-10,3
1973	13,2	9,3	10,6	3,2	-1,2	-5,1	-6,5	-6,6	-1,7	-0,6	0,3	2,9	-6,6
1974	13	11,8	6,4	0,9	-5,7	-7,2	-7,3	-4,6	-6,6	2,9	5,3	4,4	-7,3
1975	10,7	6,1	7,1	1,2	-5,1	-5,7	-11,1	-5,6	-6,6	0,8	7,9	9,4	-11,1
1976	13,4	10,9	4,9	-3,9	-3,8	-11,1	-12	-6,2	-4,6	2,3	7,4	11,7	-12
1977	11,4	7,4	3,1	-1,1	-2,8	-7,5	-7,6	-5,9	-3	2,8	8,6	12,1	-7,6
1978	10,5	12,3	14,1	5,7	-3	-6,7	-1,2	-10,5	-2	3,2	9,1	10,9	-10,5
1979	16	10,5	7	-2,9	-5,3	-9,5	-7,6	-2	-5,7	1,5	1	11,4	-9,5
Media	11,74	9,81	5,99	0,88	-3,95	-7,16	-8,47	-6,24	-3,05	1,64	5,69	9,94	

ESTACIÓN METEOROLÓGICA "EL BALDE"													
AMPLITUD TÉRMICA MENSUAL. Período 1965 - 1979													
AÑOS	Enero	Febr.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octub.	Nov.	Dic.	
1965	27,5	27,2	30,4	34,8	34,4	33,5	39,9	37,9	33,2	34	33,1	28,2	
1966	22,1	32,7	33,5	30,4	34,1	37,5	39,2	39,2	40,3	30	32,8	34,1	
1967	30,6	29,4	30,9	33,5	36,5	34,5	39,4	39,4	33,6	34,4	34,7	28,6	
1968	26,6	26,2	32,2	32,9	41,1	31,5	35	35	39,4	32,9	29,3	30,2	
1969	29	28	29,3	29,2	37,2	42,5	42,5	42,5	37,8	35,6	32,2	25,9	
1970	27,9	33	29,4	30,6	36,5	26,7	39	39	38,3	37,5	33,2	28,4	
1971	35,2	27,9	30,8	37,7	34,8	38,7	38,3	38,3	35	36,2	25,2	31,4	
1972	24,6	25,1	29,4	32,8	33,4	35,3	38	38	37,5	35,6	35,1	21,1	
1973	27,1	29	24,8	27,4	34,7	33,1	32	32	33,5	38,4	36	34,5	
1974	27,4	25	29,2	31	37,2	38,4	34,5	34,5	34	28,5	33,9	35	
1975	27,1	30,3	30,4	31,7	34,5	33,1	32,5	32,5	36,5	35,1	31	33,1	
1976	26	23,6	28	33,8	34,9	42,9	34,5	34,5	38	33,1	30,1	30,2	
1977	29	26,8	34,3	34,4	34,7	37,9	34,7	34,7	28,3	35,2	29,9	27,2	
1978	27,9	24,4	20,7	24,7	32,7	35,7	43	43	36,3	33,8	29,1	28,5	
1979	22	25,5	27,6	30,7	38	35	42,1	42,1	39,1	34,1	37,2	28,6	

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de los extremos térmicos de máximas y mínimas absolutas

El rol que juega la temperatura del aire es de mucha importancia cuando se estudia el clima de una región, debido a que la misma tiene influencia en la totalidad de los fenómenos biológicos en la naturaleza.

La variación diaria de la temperatura depende del ritmo estacional, es decir, de la estación en que nos situemos (primavera, verano, otoño o invierno). Además la temperatura máxima esta indicando la presencia o no de nubosidad debido a que depende fundamentalmente del calor radiactivo. (MINETTI, J., L RIVEROS, N. 1988), también esta relacionada con la precipitación y grado de humedad del suelo.

Para su estudio generalmente, se recurre a valores medios de temperaturas para cada mes del año, lo que se denomina variación periódica. La más alta temperatura en nuestro caso se registra en determinados meses del año, que corresponden a su vez a la estación de (verano) como es normal que suceda. Lo interesante lo constituyen los valores extremos que se registran en la zona.

En El Balde se puede observar, en función del análisis de las estadísticas, que la mayor temperatura registrada en el lapso de toda la serie corresponde al mes de diciembre del año 1975 con una cifra de 42.5 ° C., mes que en definitiva aparece como el más caluroso con un promedio de 39.6 ° C.

Si consideramos que la serie de 15 años es interesante como un indicador de tendencias, es no-

table la cifra que resulta como media. La escasa nubosidad y la gran heliofanía de la zona resultan condicionantes de mucha importancia para la determinación de tan altos registros.

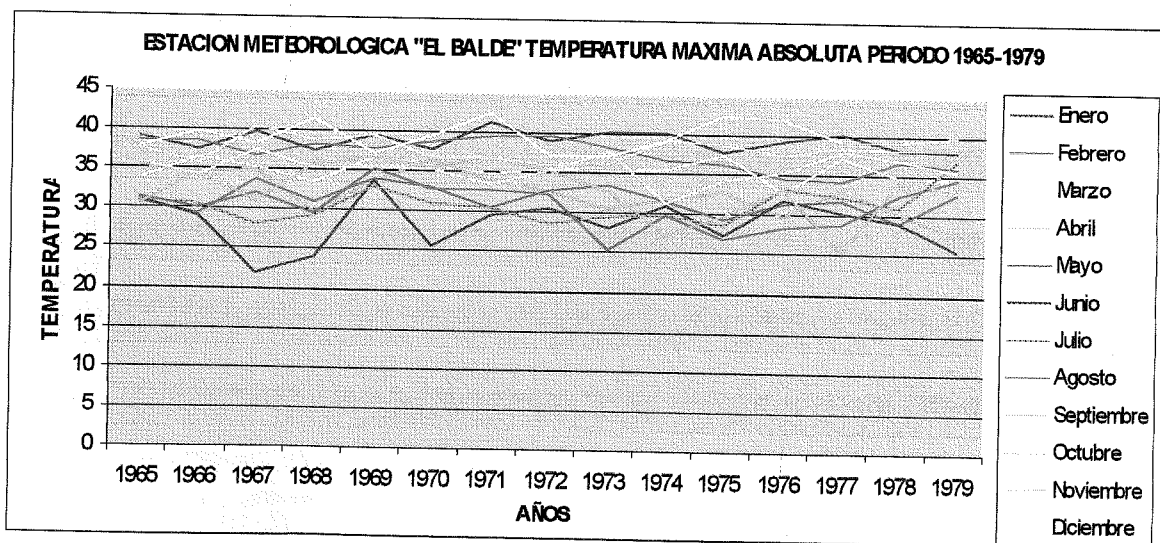
El mes de enero tiene la tendencia de conservar los altos valores extremos con temperaturas del orden de los 41.3 ° C. y de 40.4 ° C. para los años 1971 y 1977 respectivamente.

Como sucede en los lugares en donde existe una separación manifiesta de las distintas estaciones; la temperatura describe su curva máxima en los meses estivales para luego decrecer paulatinamente hasta alcanzar en los meses de mayo, junio y julio las cifras más bajas y que son el «piso», del orden de los 24° C. (junio de 1968), que resultan altas si recordamos que estamos trabajando con promedios mensuales.

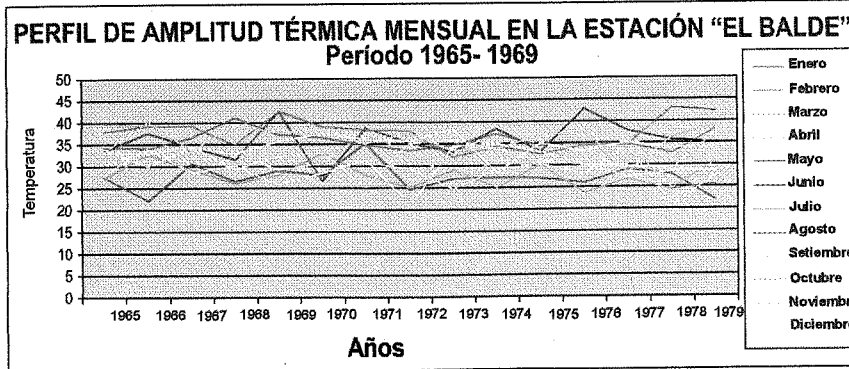
Los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo poseen valores promedios mensuales que superan los 35° C, siendo este el límite térmico soportable por el ser humano y por las plantas. (BRAZOL 1951).

Si realizamos una lectura de las temperaturas mínimas absolutas a lo largo de toda la serie observaremos que las temperaturas mínimas registradas se acentúan en los meses de invierno con promedios por debajo del cero grado centígrado. -12.6° C. registrada en el mes de junio de 1967 es el valor mínimo alcanzado como récord absoluto en El Balde.

Dentro de los valores mínimos se puede hablar de un «máximo» de 16.3 ° C. en toda la serie, registrado en el mes de diciembre de 1972.



Fuente: Elaboración propia



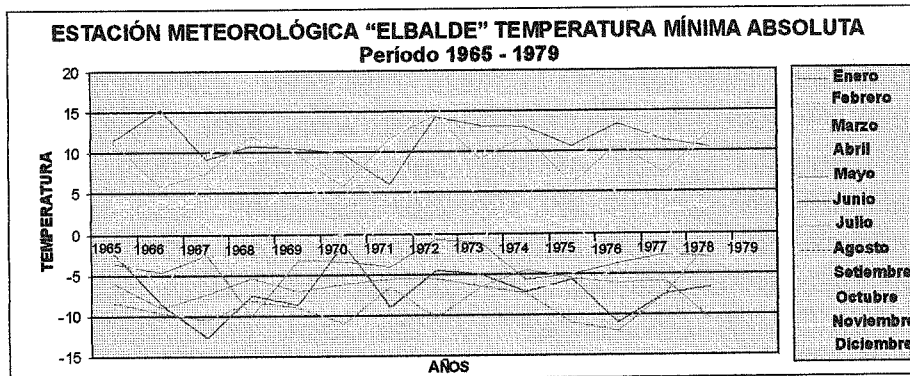
Fuente: Elaboración propia

Los meses de mayo, junio, julio y agosto se comportan como los más fríos, pues todas las temperaturas registradas en los 15 años de observación se encuentran por debajo de los cero grados. Si se considera la media de la totalidad de los meses, la cifra más baja es de -8.27°C . para el mes de julio y de -7.16°C . para junio.

Si se analiza el comienzo de los registros bajo cero se puede afirmar que tienen su inicio en el mes de abril y su finalización en el mes de octubre. En el resto de los meses del año las temperaturas sobrepasan el límite térmico del 0°C .

Indudablemente que el factor altitud (928 metros sobre el nivel del mar), tiene un papel importante en los registros de altas y bajas temperaturas de la estación meteorológica marcando con el ritmo estacional promedio valores significativos que definen una gran amplitud térmica mensual que conducen a caracterizar al sitio con una gran continentalidad.

La amplitud térmica registra valores elevados del orden de los 42.5°C . en los meses de junio, julio y agosto del año 1969 como máxima expresión y de 21.1°C . como mínima en el «juego» mensual de máximas y mínimas absolutas en toda la serie analizada.



Fuente: Elaboración propia

Los meses de junio, julio, agosto y setiembre son los que marcan diferencias más elevadas de amplitud y que por otra parte corresponden a la estación invernal.

El gráfico muestra con claridad que las temperaturas se «mueven» entre los rangos de 20 y 45°C . en la totalidad de los años que componen la muestra.

Las precipitaciones

Las lluvias caídas en la localidad de El Balde son muy escasas en la mayoría de los años salvo excepciones como las producidas en los años 1969, 1974, 1975, 1976 y 1979, con valores que sobrepasan los 100 mm anuales.

El resto de los años analizados poseen valores por debajo de esta cifra que sin lugar a dudas nos hacen pensar que la localidad se encuentra en un ambiente dominado por la escasez de lluvias.

El año con mayores precipitaciones fue 1979 con 183.2 mm. (total anual), y se distribuyó casi en su totalidad entre los meses de enero a abril con 167.2 mm. El año menos lluvioso fue 1970 con 20 mm. anuales, que resulta casi nula observando su distribución anual. (Ver cuadro estadístico de precipitaciones.)

Índice de aridez de DE MARTONNE

En realidad el índice de aridez (I.A) se convierte en un índice de humedad por considerarse esta variable en la formulación de la siguiente expresión matemática.

$$IA = \frac{P}{T+10}$$

El (I.A) de DE MARTONNE relaciona la lámina de agua caída durante el año (P en mm) con la temperatura media anual (T en $^{\circ}\text{C}$), a la que se le adiciona el valor 10 (constante).

Este índice expresa en sus grandes trazos el balance hídrico

anual entre las entradas, representadas por las precipitaciones (P) y las salidas o pérdidas gene-

Estación Meteorológica "El Balde" Dpto Jáchal

PRECIPITACIÓN MENSUAL Período 1965 - 1979

Año	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ag.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual	I.A.
1965	14,4	1,3	0,2	0,8	0	0	3,8	2,3	8,7	0	33,4	0	64,9	2,4
1966	7,3	0,2	0	3,7	0	0	1,5	3	0	0	8,9	31,8	56,4	2,12
1967	5,1	9,1	1,4	0	0	0	10,6	0	5,6	0	10,7	35	77,5	2,9
1968	26,5	12,6	28,1	2,9	0,3	0,3	0	0	0	0	0	0	70,7	2,63
1969	12,5	10,4	18,8	0	0	11,6	0	7,9	0,1	0	0,6	51,4	113	4,04
1970	2,3	3,9	5,2	0,1	3	3,8	0	0	0	1,7	0	0	20	1,86
1971	0,7	0	6,3	0,5	0	0	0	0	0,5	14,4	22,3	6,5	51,2	1,84
1972	17,3	16,1	0,2	3,7	0	0	0	2,1	0,4	0	13,5	14,2	67,5	2,45
1973	4,3	7,8	0	0	0	0,5	0,5	0	0,2	0	12	12,2	37,5	1,38
1974	14,3	34,6	76,1	0	0,4	0	7	6,5	1,9	1,3	0	6,4	149	5,56
1975	31,4	59,1	37,2	0	4,9	0,2	0	12,1	2,6	0,2	16,3	0	164	6,09
1976	36,2	102	0	0,4	0,1	0	0	1,7	2	0	2,7	12,1	157	5,95
1977	23,4	29,4	0,1	2,4	0,4	0	0	0	0	6,5	0	22,4	84,6	3,01
1978	23,1	8,1	7,5	9,5	0	0	0	0	2,8	1,6	0	6,3	58,9	2,07
1979	86,1	26,6	20,4	34,1	0	0	1	0	0,4	4,6	0	10	183	6,78

Fuente: Departamento de Hidráulica de la Provincia de San Juan

radadas por la evapotranspiración como consecuencia de la temperatura (T). BRUNIARD E (1992).

Los índices elevados indican situaciones climáticas más húmedas e índices bajos señalan la aridez. Valores comprendidos entre 0 y 10 indican la presencia del desierto, con suelos desnudos o con hiervas y arbustos dispersos. Cuando los valores se comprenden entre 10 y 20 representan el ambiente subdesértico. Entre 20 y 40 se puede calificar al ambiente como húmedo.

El índice de aridez aplicado a los valores de la muestra arroja las siguientes cifras:

Índice de Aridez	Calificación Climática	Vegetación Natural
0 a 10	DESIERTO	Suelo desnudo
10 a 20	SUB DESERTICO	Estepas y sabanas
20 a 40	HUMEDO	Praderas y Bosques
Más de 40	MUY HUMEDO	Bosques

Fuente: Climatología de E. BRUNIARD.

Se puede observar a simple vista que en ningún caso se llega a la cifra de 10, muy por el contrario los valores denotan el carácter desértico de la localidad analizada.

El salto representado en el I.A. se corresponde con el aumento de las precipitaciones en los años señalados anteriormente que fueron los más lluviosos del periodo analizado.

Años		Años	
1965	24	1973	1,38
1966	2,12	1974	5,56
1967	2,9	1975	6,09
1968	2,63	1976	5,95
1969	4,04	1977	3,01
1970	1,86	1978	2,07
1971	1,84	1979	6,78
1972	2,45		

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

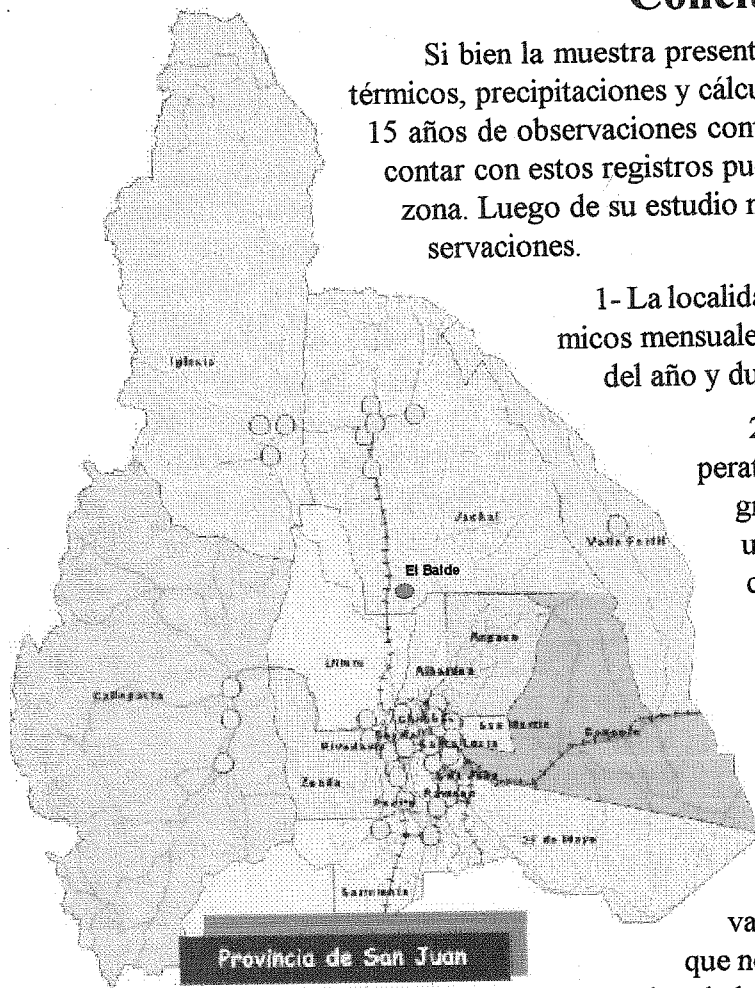
Si bien la muestra presentada para el análisis de los extremos térmicos, precipitaciones y cálculo del I.A. esta compuesto por solo 15 años de observaciones continuas, resulta relevante el hecho de contar con estos registros pues son los únicos que se tienen de la zona. Luego de su estudio nos permiten hacer las siguientes observaciones.

1- La localidad de El Balde registra extremos térmicos mensuales muy marcados entre las estaciones del año y durante los distintos meses analizados.

2- Este comportamiento entre las temperaturas máximas y mínimas denotan una gran amplitud térmica y por lo tanto una extrema continentalidad en la localidad.

3- Las precipitaciones son muy escasas en la mayoría de los años analizados, a excepción de algunos (1974, 1975 y 1976). Normalmente nunca llegan a superar los 100 mm anuales.

4- El índice de aridez arroja valores comprendidos entre 0 a 10, lo que nos estaría indicando el carácter desértico de la zona.



Mapa N° 1

Bibliografía

BRAZOL, D. (1951): La temperatura biológica óptima. *Meteoros* N° 1 pág. 99-107, Servicio Meteorológico Nacional. Bs As.

BRUNIARD, E. (1992): Climatología, procesos y tipos climáticos. Editorial CEYNE. Bs As.

MINETTI, J. L. (1988): Régimen térmico de San Juan, en Informe Técnico CIRSASJ-CONICET. San Juan.

POBLETE, G. A., G. SANCHEZ (1999): Determinación de las fechas de inicio y finalización de la temporada de calor intenso en el Valle de Tulúm. En Actas del Congreso Nacional Ambiental 1999. San Juan.

TENDENCIAS ACTUALES DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL EN ARGENTINA Y CHILE - IMPACTOS

Dr. Juan L. Minetti, Dr. Walter M. Vargas, Tec. Luis R. Acuña, Ing. Luis R. de la Zerda y Dr. Arnobio G. Poblete

Laboratorio Climatológico Sudamericano (Fundación Caldenius) - CONICET- Dpto. de Ciencias de la Atmósfera (UBA), INTA - EEA Santiago del Estero e Inst. de Geog. Apl. de la UNSJ.

RESUMEN

En este trabajo se regionaliza al comportamiento espacio-temporal de las precipitaciones anuales en el período 1931-32/1998-99 y se analizan sus tendencias con el objeto de diagnosticar cambios tempranos en ellas, en vista del gran desarrollo agrícola ocurrido sobre regiones marginales en el pasado período húmedo observado. Se han detectado regiones extensas del territorio analizado donde las tendencias crecientes o decrecientes de las precipitaciones que se iniciaron en la década de 1930 continúan hasta el período 1998-99, y otras regiones donde se observa un incipiente cambio hacia tendencias decrecientes ocurrido en la década de 1980.

ABSTRACT

Since the 1950's, a large portion of the Argentina territory has been subject to an unusual and prolonged humid period. A similar persistence, although in the opposite direction, has been observed over Central Chile, with a negative trend in annual precipitation. The socio-economic implications of these phenomena call for a study aiming at analysing the continuity of such climatic conditions, particularly because the agricultural communities have already started actions to adapt to them. In order that the description of these events as well as their diagnosis and appropriate dissemination of the results obtained become useful for decision making, it seems important to describe the current conditions and evaluate their trends, using accessible methods. These methods are oriented to find out whether there are the consequence of a definite climate change or the result of low frequency events. Such a study would defi-

ne the chances that such conditions could hold on, or not. In respect to these regional conditions, it should be remarked that two recent drought periods have shaken the ongoing social and development adjustments to the currently prevailing climatic conditions, to such an extent that, in some of the Argentina's semiarid regions, attempts to change or give up some crops are noticeable. This work studies the annual precipitation during the 1931 - 32 / 1998 - 99 periods. Trends and low frequency events in the series are analysed in order to diagnose possible changes and prevent hasty decision, should the reverse conditions affect the humid period, in Argentina, with the resulting changes in the agricultural and social current trends. Within the region under study, areas showing increasing / decreasing trends in precipitation have continued until the season 1998-99, whereas an incipient change towards decreasing trends may be observed in the 1980's.

INTRODUCCIÓN

Los cambios de los promedios en largos períodos de la precipitación anual han sido extensamente tratados en el pasado en gran escala por Barnett (1985), Ellsaeser y otros (1986), Díaz y otros (1989) y otros, en tanto que en escala regional la misma ha sido tratada por Hoffmann (1988), Barros y Moyra (1996), Barros y otros (1996) y Minetti y Vargas (1998). En lo metodológico éstas han sido analizadas como tendencias lineales o saltos y discontinuidades en los promedios de largo plazo. En los últimos años sucesivas sequías como las de 1988-89 y 1995-96 han afectado considerablemente a las regiones marginales, donde la actividad agrícola había cambiado aprovechando entre otros motivos las mejores condiciones ambientales, Minetti y Acuña

(1997), Minetti (1999) y Sierra y otros (1994). Muchas preguntas se realizan sobre este aspecto, y sólo la investigación puede aclarar. Una de ellas tiene que ver con el tiempo que duraría este período húmedo que algunos estiman sin argumentos que continuaría 30 años más, y otros afirman que habría cesado. La respuesta de ello es de gran valor estratégico para empresas, el Estado y la sociedad. Los primeros quieren salvaguardar sus capitales ya invertidos en zonas marginales, el segundo apunta a los procesos de desertización involucrados, que ya se han puesto en marcha en algunas regiones y los terceros esperando que el éxodo no sea la solución necesaria a su problema.

Desde el punto de vista metodológico también existen preguntas al respecto. Estas tienen que ver con la naturaleza generatriz de los fenómenos involucrados. Por ejemplo, mientras que la presencia de tendencias puede significar la aceptación de cambios lentos de promedios en el largo plazo ante la presencia de un forzante como el presentado por el calentamiento global, debido al crecimiento del CO₂ (Barros y Castañeda, 1996). La segunda hipótesis supone a un sistema climático inestable donde superados ciertos límites de cambios en sus componentes gaseosos se producen transformaciones más o menos bruscos (Jump) en sus variables. La ocurrencia de saltos en las variables ha sido presentada como una evidencia sobre la precipitación de la zona continental de Argentina por Minetti y Vargas (1998) y en variables de circulación por Vargas y otros (1995). Independientemente de esto, también podría ser que estos saltos en los promedios de largos períodos no obedezcan a las causas apuntadas y no sea otra cosa que el natural funcionamiento del sistema climático.

Recientemente, Minetti (1999) trabajando con índices de sequías regionales mostró que efectivamente el período 1981-85 ha sido simultáneamente en toda la región subtropical de Argentina el de menor índice de sequía areal, o sea la más húmeda. También mostró que a partir de allí, las sequías ocurridas durante los eventos de La Niña 1988-89 y 1995-96 habían introducido importantes tendencias decrecientes en las precipitaciones anuales de algunas regiones, y con mayor intensidad en la zona continental de Argentina. Tampoco escapa a este análisis el hecho que cambios de largo plazo como los aquí mostrados, necesitan ser confirmados por otros elementos de juicio (proxy data) que informen sobre ellos en una escala mayor. Al respecto Villalba

y Boninsegna (1985), mostraron en sus análisis de índices de crecimientos de anillos de árboles de ciertas localidades del Noroeste Argentino, donde éstos tenían una importante respuesta hídrica, que largos períodos de lluvias excesivas o deficitarias pueden ocurrir con una recurrencia de una cada 58-72 años, lo que pondría en evidencia un comportamiento independiente de la variabilidad de largo plazo del CO₂. También indicaría que éstas situaciones deficitarias en la precipitación tenderían que aparecer sobre el NOA en éstos años, y da pie a sospechar de la posibilidad de un retorno a condiciones más secas, que ocurrirían a través de un salto climático en sentido inverso (salto negativo). El problema metodológico suscitado tiene que ver, con la herramienta matemática que pueda resolver este problema, ya que para detectar un salto en el promedio necesitamos dos tramos de series consecutivas, una anterior y otra posterior al salto, Yamamoto y otros (1985).

DATOS Y MÉTODOS

Se ha definido al período de análisis en la precipitación anual el comprendido entre los años agrícolas 1931-32 y 1998-99 computadas éstas entre los meses de julio (del año t) a junio (del año $t+1$). El período seleccionado cubre al momento donde ocurrió el salto climático, observado entre las décadas de 1950 y 1960 al Este de Los Andes, un tramo anterior - posterior al mismo y la extensión de las series de precipitación hasta el presente (1997-98) en los análisis de regionalización espacio - temporal. Un análisis más actual se realizó con las series recientemente puestas al día hasta 1998-99 mediante información proporcionada por la Vigilancia Climática llevada a cabo por el Laboratorio Climatológico Sudamericano de la Fundación Caldenius. En todos los casos la mayor parte de la información tratada proviene del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y otras proporcionadas por la Dirección de Recursos Hídricos de Santiago del Estero y empresas privadas que continuaron las observaciones en mesoescala, de la red extinguida del SMN. La metodología propuesta en este estudio hace a la necesidad de poder ver tempranamente cambios en las tendencias o saltos ocurridos en los promedios. Para ello se ha creído importante aplicar un polinomio de grado superior a las series para detectar cambios. Un polinomio de segundo grado es suficiente para ello, pero la posibilidad de verlo mejor con sus deformaciones lo realiza un polinomio de tercer grado. Polinomios de grado superior al tercero ya pue-

den mostrar oscilaciones de media frecuencia indeseables que no cumplen con el objetivo propuesto. Este trabajo se realiza con dos metodologías. La primera intenta regionalizar a la variabilidad espacio-temporal en todo su espectro durante el período 1931-32/1997-98, y para ello utiliza al método de Lund (1969) modificado por Minetti y Sierra (1989). Con ella se discriminan regiones geográficas con variabilidades temporales semejantes y luego se calculan los promedios de precipitaciones anuales para cada tipo seleccionado. De esta manera se pueden contar con una Vigilancia Climática Operativa en lo sucesivo sobre éstas regiones. A éstos promedios regionales se les calcula y grafican sus tendencias y estiman los momentos de ocurrencia de sus crestas o vértices (máximos de los polinomios en el rango establecido). La segunda metodología, se ejecuta con series individuales a las que se estiman sus polinomios de tercer grado. Luego se calculan para cada una de ellas el año de ocurrencia del máximo como punto de inflexión de las tendencias. Estas fechas son ploteadas en la cartografía y luego se analizan las isocronas (isolíneas de igual fecha de pico máximo en el polinomio). Estas comienzan a discriminar áreas que están siendo afectadas por tendencias crecientes o decrecientes en las precipitaciones. En ellas se ven a las regiones que poseen largas tendencias positivas o negativas, además a las de tendencias negativas recientes, designando esta terminología cuando la misma comienza en la década de 1980.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 1 muestra a la ubicación geográfica de las localidades utilizadas, mostradas a su vez en la tabla 1. Aplicando la metodología de discriminación espacio-temporal de Lund (1969) a la precipitación anual computada en períodos agrícolas para

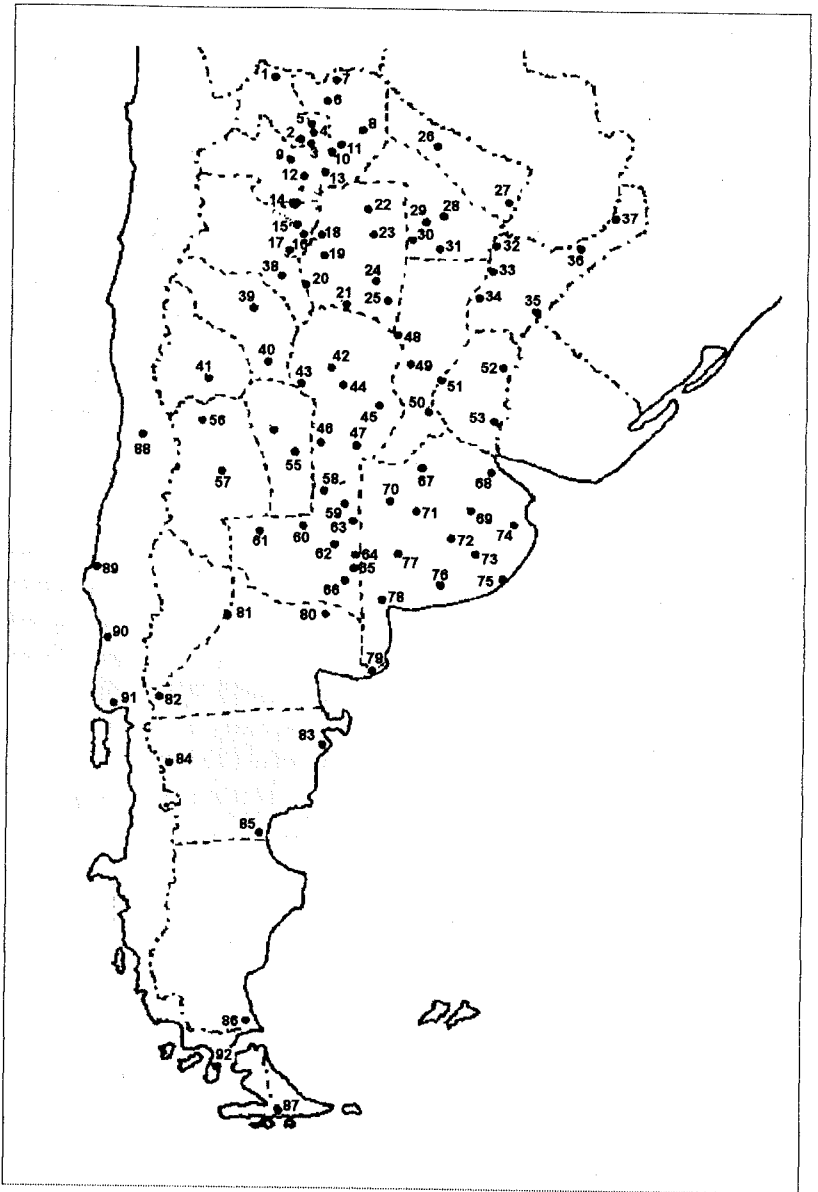


FIG. 1: Región de estudio con ubicación de localidades con información indicada en la tabla 1

las series 1931-32/1997-98 se logran discriminar a once tipos homogéneos. Estos tipos fueron agrupados en las figuras 2, 3, 4 y 5 de acuerdo a las características de sus tendencias, que se pueden ver en las figuras 6a y 6b.

La figura 2 muestra al espacio geográfico afectado por largas tendencias decrecientes de las precipitaciones promedios regionales ocurridas en los últimos 63 años (desde 1935-36) sobre el centro-sur de Chile y el oeste del Comahue en Argentina identificada como tipo 5. Allí las sequías ocurridas durante el final de la década de 1980 (1988-89) fueron las más importantes de este período aunque por las pérdidas originadas en hidroelectricidad, dismi-

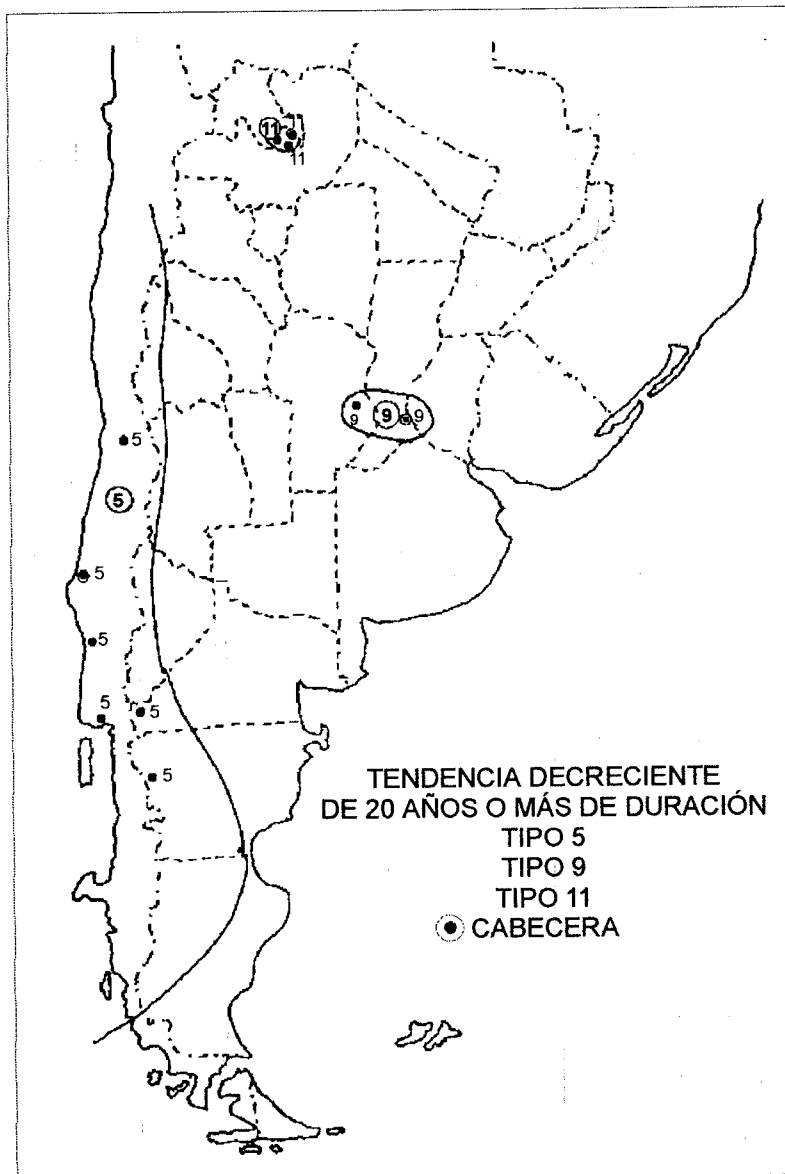


FIG. 2: Regiones afectadas con largas tendencias decrecientes en las precipitaciones (tipos 5, 9 y 11).

Esto puede verse en los tipos 9 y 11. El tipo 9 discriminada entre dos localidades (línea Rosario - Marcos Juárez) mantiene una muy débil tendencia decreciente desde 1976-77 que no tiene ningún impacto en la agricultura local, y la región afectada por el tipo 11 que incluye a las localidades intermontanas de La Esperanza (San Pedro de Jujuy) - Perico - San Salvador de Jujuy donde las mismas decrecen en forma importante desde 1977-78 al presente. En este caso la disminución en sus promedios anuales fue de -125mm y está afectando a un valle agrícola de regadío con agricultura intensiva frutihortícola, tabaco y caña de azúcar. El perjuicio también incluye a la zona de recarga de los ríos que proveen el agua para el riego (río Perico y otros).

La figura 3 muestra a las caídas recientes de la precipitación ocurridas a partir de la década de 1980. Estas incluyen al tipo 3 (que caen desde 1985-86), tipo 4 (que caen desde 1986-87), tipo 7 y 8 (que caen desde 1982-83).

nución del agua de riego e incendios forestales, la sociedad recuerde a las últimas ocurridas durante 1998. La caída en el largo plazo de la precipitación anual entre ambos extremos es de alrededor de -300mm y no se perciben señales de finalización de este proceso. Aunque no se observe un efecto particular en un año determinado, la prolongada caída del promedio de las precipitaciones sobre la región semiárida central de Chile afectada simultáneamente por fuerte presión antrópica está acentuando los procesos de desertificación. También se incluyen como importantes en la figura 2, a las tendencias decrecientes observadas en periodos más cortos que poseen más de 20 años con este comportamiento.

Tabla 1: Localidades con información pluviométrica analizada en el período agrícola 1931-32 y 1997-98.

Número	Localidad	Provincia
1	La Quiaca	Jujuy
2	S.S. de Jujuy	Jujuy
3	Perico	Jujuy
4	La Esperanza	Jujuy
5	Ledesma	Jujuy
6	Embarcación	Salta
7	Tartagal	Salta
8	Rivadavia	Salta
9	Salta	Salta
10	J. V. González	Salta
11	Lajitas	Salta

12	Metán	Salta	63	Catriló	La Pampa
13	R. de la Frontera	Salta	64	Macachín	La Pampa
14	Trancas	Tucumán	65	Guatraché	La Pampa
15	S. M. de Tucumán	Tucumán	66	Bernasconi	La Pampa
16	Leales	Tucumán	67	Junín	Buenos Aires
17	La Cocha	Tucumán	68	Capital Federal	Capital Federal
18	Pozo Hondo	Santiago	69	Las Flores	Buenos Aires
19	S. del Estero	Santiago	70	Pehuajó	Buenos Aires
20	Frías	Santiago	71	Bolívar	Buenos Aires
21	Ojo de Agua	Santiago	72	Azul	Buenos Aires
22	Campo Gallo	Santiago	73	Tandil	Buenos Aires
23	Quimilí	Santiago	74	Dolores	Buenos Aires
24	Añatuya	Santiago	75	Mar del Plata	Buenos Aires
25	Bandera	Santiago	76	Tres Arroyos	Buenos Aires
26	Las Lomitas	Formosa	77	Coronel Suárez	Buenos Aires
27	Formosa	Formosa	78	Bahía Blanca	Buenos Aires
28	P. S. Peña	Chaco	79	Patagones	Buenos Aires
29	Las Breñas	Chaco	80	Río Colorado	Río Negro
30	Gancedo	Chaco	81	Neuquén	Neuquén
31	Va. Ángela	Chaco	82	S. C. de Bariloche	Río Negro
32	Corrientes	Corrientes	83	Trelew	Chubut
33	Bella Vista	Corrientes	84	Esquel	Chubut
34	Goya	Corrientes	85	C. Rivadavia	Chubut
35	P. de los Libres	Corrientes	86	Río Gallegos	Santa Cruz
36	Posadas	Misiones	87	Ushuaia	T. del Fuego
37	Montecarlo	Misiones	88	Santiago de Chile	Rep. de Chile
38	Catamarca	Catamarca	89	Concepción	Rep. de Chile
39	La Rioja	La Rioja	90	Valdivia	Rep. de Chile
40	Chepes	La Rioja	91	Puerto Montt	Rep. de Chile
41	San Juan	San Juan	92	Punta Arenas	Rep. de Chile
42	Córdoba	Córdoba			
43	Va. Dolores	Córdoba			
44	Pilar	Córdoba			
45	Marcos Juárez	Córdoba			
46	Río Cuarto	Córdoba			
47	Laboulaye	Córdoba			
48	Ceres	Santa Fe			
49	Rafaela	Santa Fe			
50	Rosario	Santa Fe			
51	Paraná	Entre Ríos			
52	Concordia	Entre Ríos			
53	Gualeguaychú	Entre Ríos			
54	San Luis	San Luis			
55	Va. Reynolds	San Luis			
56	Mendoza	Mendoza			
57	San Rafael	Mendoza			
58	Rancul	La Pampa			
59	General Pico	La Pampa			
60	Victorica	La Pampa			
61	Santa Isabel	La Pampa			
62	Santa Rosa	La Pampa			

En particular el tipo 3 incluye a localidades del centro argentino (gran parte de la provincia de Córdoba y centro de Tucumán en forma aislada) donde la sequía asociada a La Niña de 1988-89 se asemejó a las caídas de precipitaciones ocurridas durante 1971-72 (18 años atrás) y las acontecidas anteriores al salto climático de 1950-60 descritas por Minetti y Vargas (1998). Los impactos producidos por esta sequía y en menor grado por la asociada a La Niña de 1995-96 se han sentido en la agricultura de granos y oleaginosas en el sur de la provincia de Córdoba. El área afectada por el tipo 4 abarca a gran parte del Noroeste Argentino (trópico - subtropical continental). Allí la sequía de 1995-96 ha sido más importante que la de 1988-89 y mientras ocurrían los eventos El Niño de 1991, 92 y 94 la precipitación promedio regional caía hacia 1995-96. Esta región que cubre a parte del oeste y sur de Santiago del Estero y sur de Salta, han hecho sentir sus efectos sobre cultivos de granos y poroto ex-

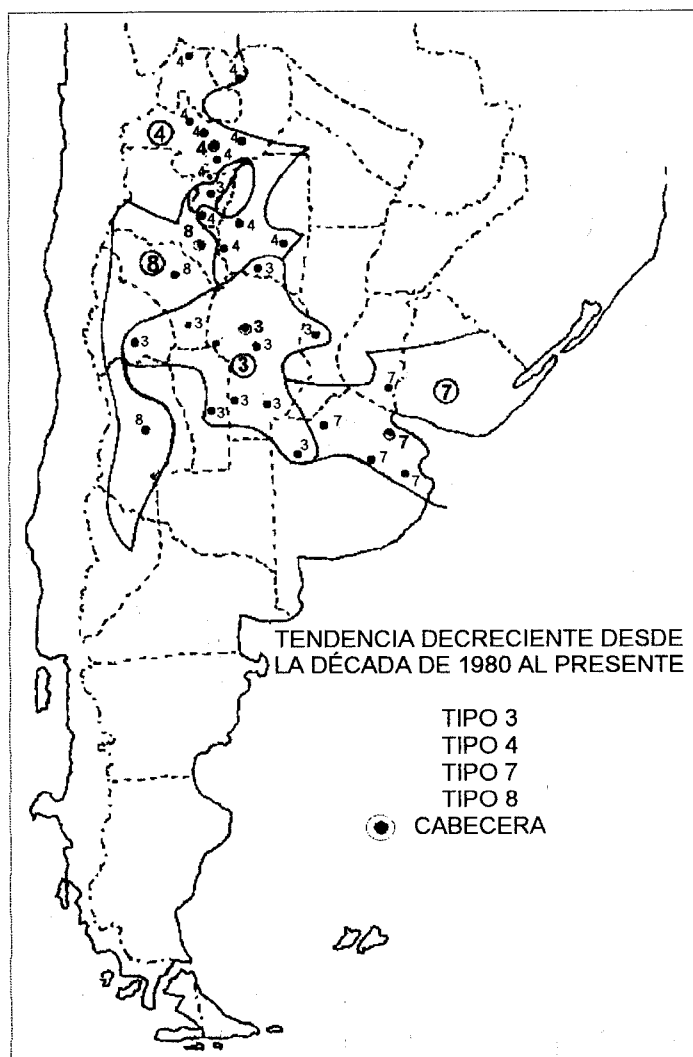


FIG. 3: Regiones afectadas con tendencias decrecientes recientes en las precipitaciones (tipos 3, 4, 7 y 8).

tendidas sobre regiones semiáridas. La de mayor impacto se observó en los cultivares de soja ubicados en regiones muy marginales que había aprovechado a precipitaciones cercanas a 1000 mm anuales en la década anterior (1980), para encontrarse con frecuentes 600-700 mm durante el primer quinquenio de la década de 1990. Este fenómeno regional también puso a prueba hasta donde podían expandirse los cultivos que requieren más agua en su ciclo, y la adopción de nuevas tecnologías conservacionistas de agua en las prácticas culturales (labranza cero, etc.). La región afectada por el tipo 7 se ubica sobre el norte de la provincia de Bs.As. y sudeste de Entre Ríos. Allí la sequía de 1995-96 fue tan importante como la registrada en 1964-65, las dos más intensas del período. Además los dos años laterales 1994-95 y 1996-97 también fueron secos,

de tal manera que esta racha seca de tres años impactó a los cultivos de granos, particularmente al maíz que es más exigente en agua. Sin embargo éste efecto no se advirtió efectivamente en los rendimientos agrícolas (Bolsa de Cereales de Buenos Aires, 1990, 1997), por la implantación de nuevas tecnologías en el período que sólo se le advierte si se filtran los efectos de éstas como tendencias en los rindes anuales. La región afectada por el tipo 8 se concentra sobre gran parte de la zona árida del oeste de Argentina subtropical. La caída de la precipitación promedio en la misma viene desde 1982-83. Allí, valores muy altos de precipitaciones se registraron sobre el final de la década de 1970 con valores típicos de una zona semiárida. La caída de precipitación en esta región mostró sus impactos en forma indirecta. Esta región ha estado sometida a un expansivo plan de radicación de agricultura frutícola (olivarera) bajo regadío, y si bien los sistemas implantados son adaptados al ahorro de agua (riego por goteo), ésta es extraída de napas subterráneas que se pierden en profundidad por dos efectos, un aumento del consumo de agua por un lado, y una disminución de la recarga subterránea por el otro. Este efecto ha estado ocurriendo desde 1982-83 al presente. Para esta región la sequía observada en 1988-89 ha sido la más importante desde 1970-71 y también la de todo el período analiza-

do.

Mientras que las regiones anteriormente mostradas se pueden agrupar en las que se considerarían como tendencias decrecientes «recientes», las regiones afectadas por los tipos 6 y 10 (figura 4), ubicadas en el este de la provincia Santiago del Estero, centro - oeste de Formosa y noreste de Salta, los máximos de los polinomios alcanzaron en los años 1990-91 y 1993-94 constituyendo a eventos «muy recientes» de tal manera que sus impactos son casi imperceptibles al presente, pero ya alertarían sobre un posible inicio de caída en los promedios en décadas venideras. Diferentes son las regiones abarcadas por los tipos 1 y 2 (figura 5) donde sus tendencias crecientes parecen ser tan sostenidas que no muestran signos de finalización de ese comportamiento. Estas regiones aunque con regímenes de variabilidad-

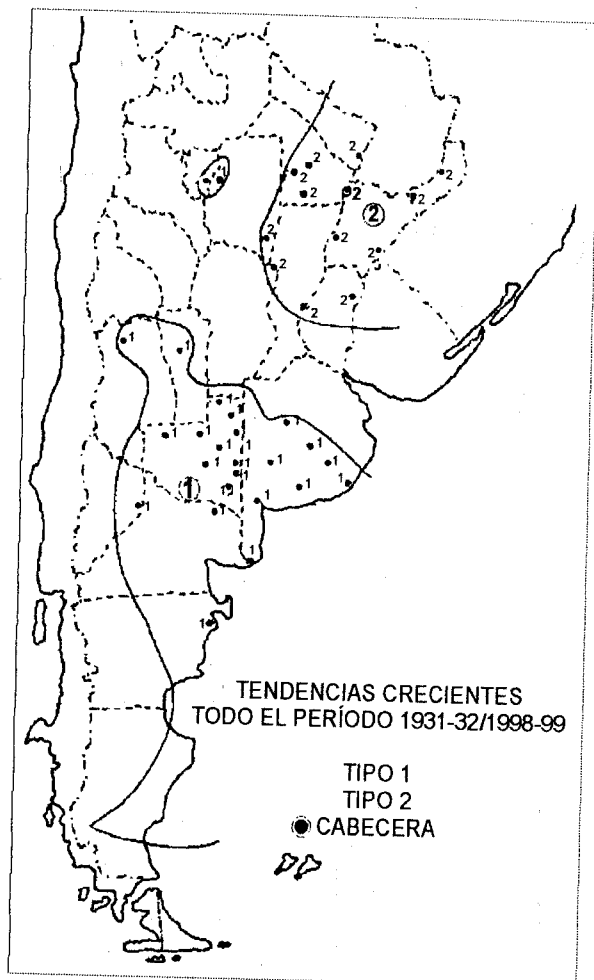


FIG. 4: Regiones afectadas con largas tendencias crecientes en las precipitaciones (tipos 1 y 2).

des diferentes, están cubriendo al centro - sur de Buenos Aires, La Pampa, este de Neuquén, centro - este de Río Negro, este de Chubut, este de Formosa, centro - este de Chaco, norte de Santa Fe, sudeste de Santiago del Estero, norte de Entre Ríos, y la totalidad de las provincias de Corrientes y Misiones.

La región afectada por el tipo 1 ha tenido un cambio del promedio del orden de +200mm y la del tipo 2 unos +350mm, siendo estos aumentos del orden de los +33% y +28% respecto a los promedios generales de todo el período. Los impactos generados han tenido que ver con las expansiones agrícolas registradas sobre las provincias de La Pampa (Sierra y otros, 1994), oeste de Bs.As., y centro - oeste del Chaco. Sobre el norte del Litoral Fluvial, norte de Santa Fe y este de Formosa, no se han podido observar impactos importantes debido a que las regiones involucradas corresponden en gran parte a tierras inundables improductivas. Es posible que sobre el este de la provincia de Río Negro y Chubut se estén observando algunos cambios en el uso de la



FIG. 5: Regiones donde los máximos de las precipitaciones ocurrieron a comienzos de la década de 1990 y se percibe un posible inicio decreciente.

tierra, pero no se tienen registros. También en algunos casos como los efectos han sido los aumentos de grandes extensiones inundadas como los del oeste de Bs.As., sudeste de Córdoba y el aumento de extensión de mares y lagunas interiores (Minetti y Vargas, 1998). Sobre el noreste de La Patagonia sí en cambio se han observado con el aumento de la ocurrencia de precipitaciones de volúmenes fuera de lo normal un aumento en los niveles de erosión pluvial.

Más al sur de Patagonia se reconocen una gran dispersión de tipos identificados por cada una de las series observadas (Río Gallegos, Ushuaia y Punta Arenas), pero la escasez de información no permite agrupar al menos a dos localidades bajo un mismo tipo.

Cambiando de metodología, la figura 7 muestra a las isocronas de fechas en que han ocurrido los máximos de los polinomios de las series individuales de precipitación anual en el período 1931-32 y el 1998-99 como producto de la Vigilancia Climática operativa. Las fechas extremas de 1931 y 1998 están

FIG. 6 a: Comportamiento promedio anual de las precipitaciones por tipos homogéneos en el espacio - tiempo (tipos 1 a 6)

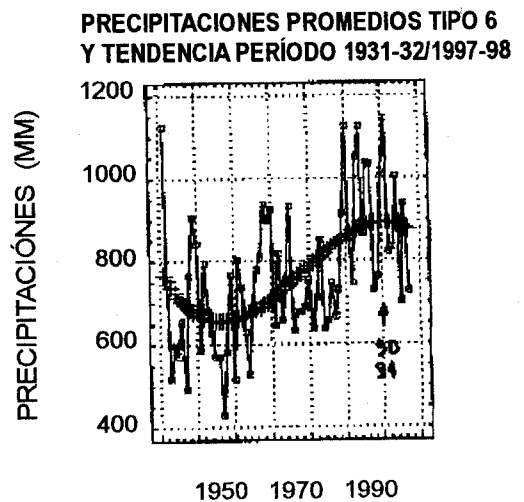
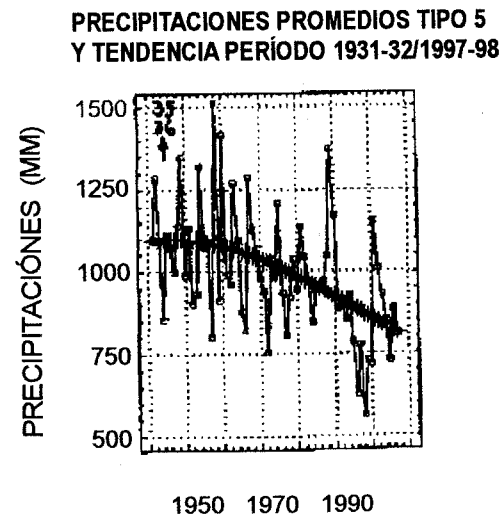
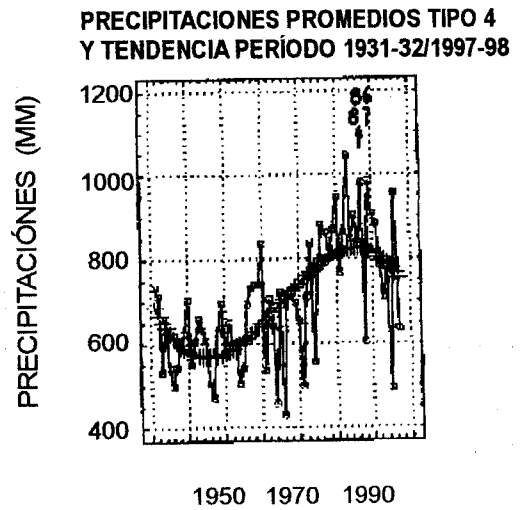
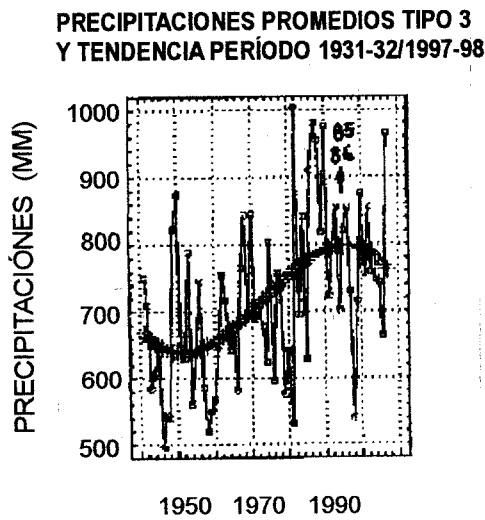
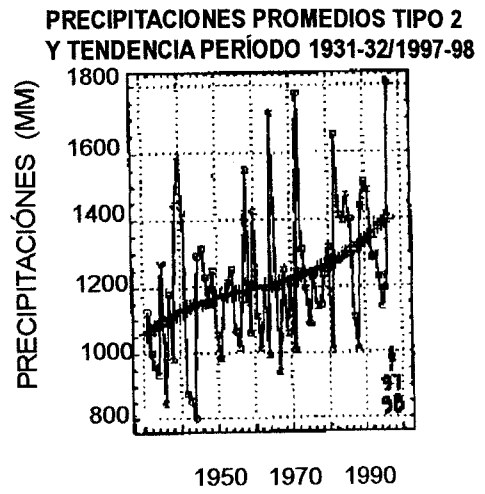
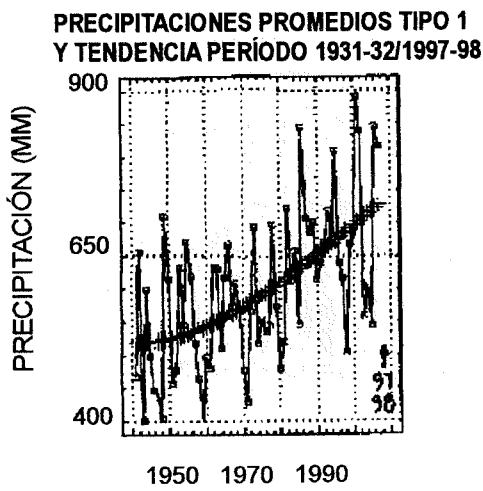
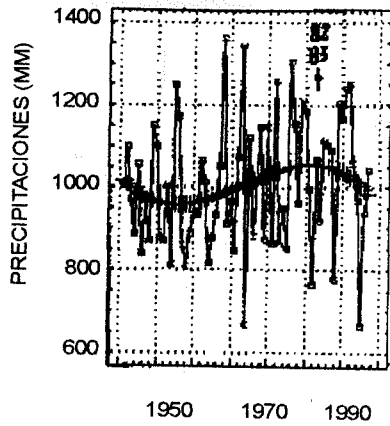
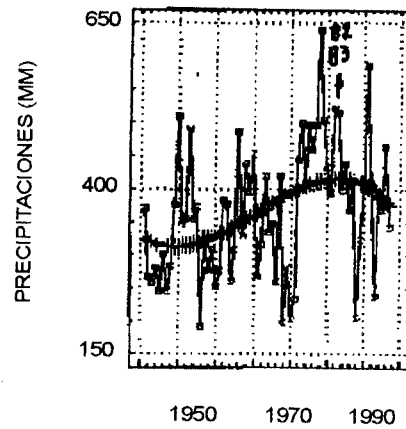


FIG. 6 b: *Comportamiento promedio anual de las precipitaciones por tipos homogéneos en el espacio - tiempo (tipos 7 a 11)*

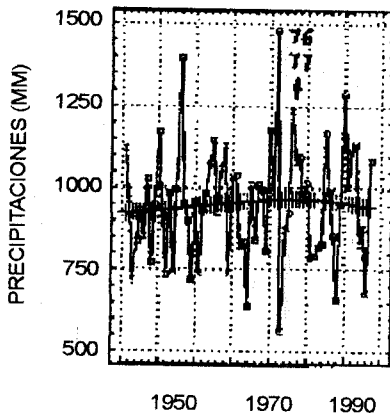
**PRECIPITACIONES PROMEDIOS TIPO 7
Y TENDENCIA PERÍODO 1931-32/1997-98**



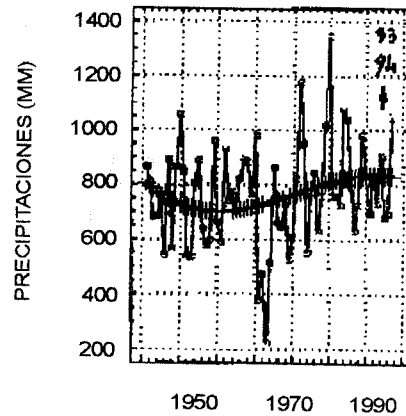
**PRECIPITACIONES PROMEDIOS TIPO 8
Y TENDENCIA PERÍODO 1931-32/1997-98**



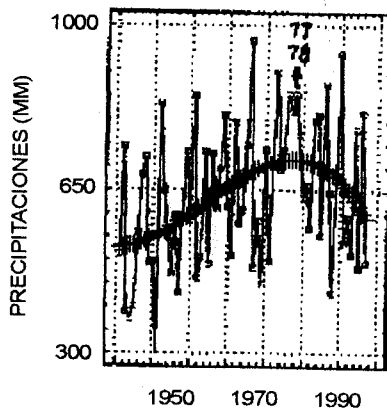
**PRECIPITACIONES PROMEDIOS TIPO 9
Y TENDENCIA PERÍODO 1931-32/1997-98**



**PRECIPITACIONES PROMEDIOS TIPO 10
Y TENDENCIA PERÍODO 1931-32/1997-98**



**PRECIPITACIONES PROMEDIOS TIPO 11
Y TENDENCIA PERÍODO 1931-32/1997-98**



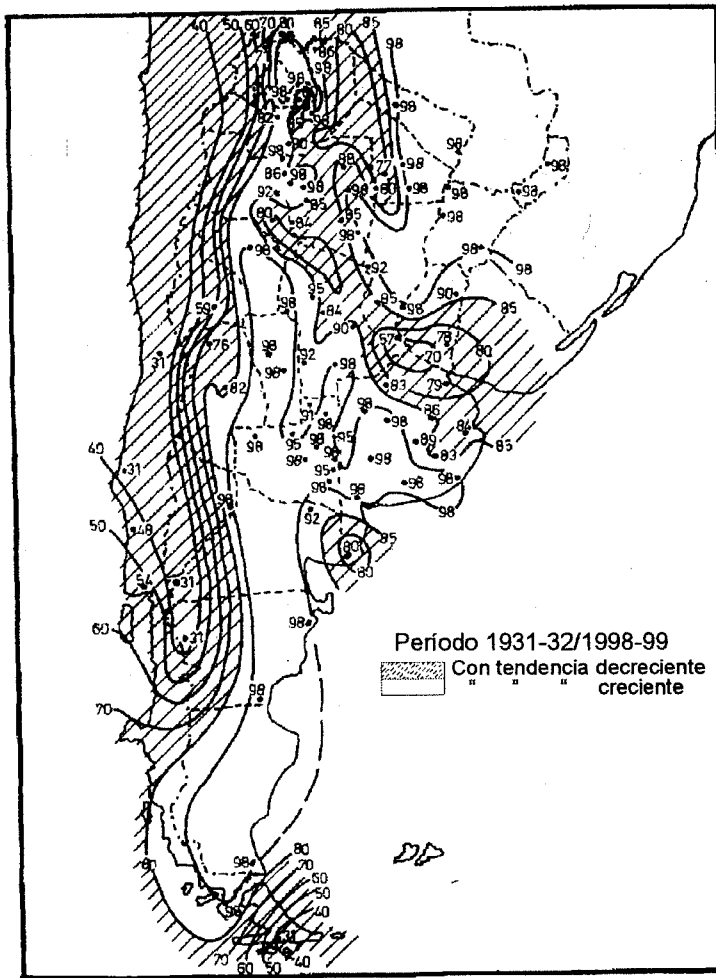


FIG. 7: Fechas donde han ocurrido los máximos de una función polinómica de tercer grado usada como tendencia de las precipitaciones anuales en el período 1931-32/1998-99. El área rayada de la izquierda está mostrando a la involucrada por largas tendencias decrecientes con máximos de la función sobre 1931-32. La diagonal NW-SE rayada sobre el subtrópico argentino y extremos sur de Bs. As. a las afectadas por tendencias decrecientes en la precipitación con máximos ocurridos durante la década de 1980. La región en blanco indica que tiene tendencia creciente con máximo posterior a 1985.

indicando que las posiciones máximas de las funciones alcanzaron a los años de inicio y final del récord de datos. En el primer caso la posición extrema de 1931-32 indica que esta región posee una tendencia decreciente y que nunca se logró superar al valor registrado en esta fecha. Esto corresponde geográficamente al centro - sur de Chile y oeste del Comahue. La situación inversa con el máximo en 1998-99 indica a las regiones que tienen una tendencia positiva con el máximo de la función sobre el último año analizado. Esta es la del centro - este de Patagonia, casi toda la provincia de La Pampa, San Luis, centro - sur de La Rioja, centro - sur de Bs.As., sudeste de Córdoba, norte de Santa Fe, sudeste de Santiago del Estero, centro - este del Chaco y Formosa, Corrientes y Misiones. En esta figura se ha identificado a una diagonal que cruza la

zona subtropical de Argentina entre las provincias del NOA y el norte de Bs. As. - sur de Entre Ríos. En ella se observaron máximos de las funciones sobre 1985 o anteriores. Localidades involucradas en este comportamiento son: Buenos Aires, Gualeguaychú, Rosario, Pilar (Córdoba), Frías (Santiago), Catamarca, Santiago del Estero, Añatuya (Santiago), Gancedo y Las Breñas. Estas dos últimas localidades están ubicadas en el oeste del Chaco, donde se ha registrado en las últimas décadas un importante desarrollo agrícola algodónero. También en el extremo sur de Bs.As. (Patagones) y en Ushuaia se están registrando este tipo de comportamiento. También se ve con una metodología diferente que esta diagonal con tendencias decrecientes en la precipitación se ubica sobre las regiones definidas anteriormente como de tipo 7,3, 4 y 8 de la variabilidad espacio - temporal.

CONCLUSIONES

-Continúan observándose tendencias crecientes de las precipitaciones en dos regiones diferentes de Argentina (las involucradas dentro de los tipos 1 y 2) y no existe ninguna evidencia que este comportamiento pueda cesar.

-Lo opuesto con tendencias decrecientes sin señales de finalización se registra básicamente en la región cubierta por el tipo 5.

-Ambas tendencias descritas anteriormente están produciendo impactos considerables en el ecosistema las actividades humanas y las economías regionales.

-Tendencias «recientes» al decrecimiento de los promedios se observaron en una diagonal NW-SE que cruza a la región subtropical argentina y que comprometen a los tipos 3, 4, 7, 8, todas ellas iniciadas durante la década de 1980, y otras anteriores como las del tipo 11 en el sur de Jujuy y en menor grado la de la línea Rosario - Marcos Juárez que parte de 1977-78 y 1976-77.

-Retrosesos incipientes en las avanzadas de los desarrollos agrícolas sobre regiones marginales anteriores se están observando en algunos casos.

-Parecen finalizar en sus tendencias crecientes y se insinúa el inicio de un decrecimiento en las precipi-

taciones sobre la región involucrada por los tipos 6 y 10.

-En este último caso, aún no se perciben impactos por las condiciones desfavorables, y aún continúan los efectos de la tendencia creciente de la precipitación observada hasta fines de la década de 1980.

AGRADECIMIENTOS

Al Servicio Meteorológico Nacional de Argentina, Dirección Nacional de Meteorología de Chile, Departamentos de Hidráulica de las provincias de Santiago del Estero y La Pampa, INTA - EEA Santiago del Estero, Rafaela y Leales, Catamarca, Bella Vista, Montecarlo, Cerrillos, Pocitos y Anguil, INTA Regional NEA, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes, Ingenios La Esperanza y Ledesma, La Plata Cereal, Agroproductos (Metán) por los datos y colaboraciones brindadas. También un agradecimiento a mi colaboradora Sara Albarracín por la cartografía y dibujos.

LITERATURA CITADA

- Barnett, T. P. 1985. Long-term Changes in Precipitation Patterns, in Detecting the Climate Effects of Increasing Carbon Dioxide. Rep. OE/ER - 0235, 149-162. U.S. Dep. of Energy Carbon Dioxide Res. Div., Natl. Tech. Inf. Serv. Springfield, Va.
- Barros, V., M. Castañeda, and M. Doyle. 1996. Recent precipitation trends in Southern South America to the East of the Andes: an indication of a mode of climatic variability. Green House Emission Under Developing Country Point of View. Proceeding on the Latin America Workshop on Green House Emission of Energy Sector and their Impacts, Río de Janeiro, Febrero 1996.
- Barros, V. And D. Moyra. 1996. Precipitation trends in Southern South America to the East of the Andes. Centre of Ocean Land Atmospheric Studies. COLA, MD. Report N° 26. Proceeding of the Workshops of Dynamics on Statistical of Secular Climate Variations, 76-80.
- Bolsa de Cereales de Buenos Aires. 1990 y 1997. Números Estadísticos.
- Díaz, H. F., R. S. Bradley and J. K. Eischeid. 1989. Precipitation Fluctuations over Global Land Areas since the late 1800's. J. Geophys Res. 94, 1195-1210.
- Ellaesser, H. W., M. C. Mac Cracken, J. J. Walton and S. L. Grotch. 1986. Global Climatic Trends as Revealed by the Recorded Data. Rev. Of Geo. 24, N° 4, 745-792.
- Hoffmann, J. A. J.. 1988. Las variaciones climáticas ocurridas en la Argentina desde fines del siglo pasado hasta el presente. El deterioro del ambiente en la Argentina. 275-290. FECIC. Buenos Aires.
- 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. y L. R. Acuña. 1997. Precipitaciones en la Argentina - Fin del período húmedo reciente?. 7ma. Reu. Arg. y 1ra. Latinoamericana de Agrometeorología. AADA. Bs.As..
- Minetti, J. L. y W. M. Vargas. 1998. Trends and Jumps in the annual precipitation in South America, south of the 15° S. Atmósfera 11, N° 4, 205-223. México.
- Minetti, J. L.. 1999. Las sequías en la Argentina. Contribuciones Científicas GAEA. 60va. Sem. De Geografía., 491-96. San Juan.
- Sierra, E. M., M. Conde Pratt, S. Peres y C. Messina. 1994. Variaciones del régimen de precipitaciones y del área cultivada con granos en la Argentina, 1941-90. VI Reu. Arg. de Agrometeorología. AADA. Córdoba.
- Vargas, W. M., J. L. Minetti and A. G. Poblete. 1995. Statistical Study of Climatic Jump in the Regional Zonal Circulation over South America. J. Met. Soc. of Japan, 73, N° 5, 849-856.
- Villalba, R. y J. Boninsegna. 1985. Desarrollo de cronologías en el Noroeste Argentino. GEOACTA, vol. 13, N° 1, 131-139. Buenos Aires.
- Yamamoto, R. T., T. Iwashima, S. N. Kadi and M. Hoshiai. 1985. Climatic Jump: A Hypothesis in Climatic Diagnostic. J. Met. Soc. of Japan, 63, 1157-1160.

INSTALACIÓN HUMANA Y PROBLEMÁTICA DE LA SALUD COMO ASPECTOS BÁSICOS DE LA GEOGRAFÍA RURAL EN BARDAS BLANCAS, MENDOZA, ARGENTINA

Dr. Jorge Amancio Pickenhayn

Introducción.

El Distrito de Río Grande, perteneciente al Departamento de Malargüe se localiza en el sur de la Provincia de Mendoza, abarcando ambas márgenes del cauce superior y medio del río homónimo -de régimen nival-, afluente a su vez de la cuenca del Colorado, de pendiente atlántica. Se inserta en un paisaje de contacto entre las estructuras orográficas andinas y el ambiente volcánico de la Payunia, pleno ambiente ecotonal entre las regiones geográficas de Cuyo y Patagonia. Es en este contexto que se manifiesta la Caverna de las Brujas, un fenómeno kárstico único por sus bellezas naturales y rarezas geológicas que la transforman en un atractivo para la ciencia y el turismo. Se sitúa a 35°52' de latitud sur y 69°48' de longitud oeste, a una altura de 1.930 metros sobre el nivel del mar. Distante a 71 kilómetros de la cabecera departamental -la población de Malargüe- se accede a ella por una huella que se desprende de la Ruta Nacional N° 40. Apenas a 7 kilómetros se sitúa el pueblo de Bardas Blancas (1.450 m.s.n.m.), que forma parte de su entorno humano, junto con un rosario de puestos de pastores que desarrollan actividades ganaderas de trashumancia.

Como ya se señalara en trabajos anteriores del presente proyecto¹, el sector posee precipitaciones invernales de carácter predominantemente nival, aunque en verano pueden caer lluvias convectivas copiosas y granizo. Los vientos predominantes son del oeste y se registran heladas todos los meses del año y existe notoria amplitud térmica entre los veranos templados e inviernos rigurosos. «La zona estudia-

da -define Mikkan, refiriéndose al área de estudio- tiene como límite norte el cerro Moncol (2.517 m.s.n.m.), al sur del curso del Río Grande, al este y el oeste los ríos Chenque-Co y Chacai-Co, respectivamente, abarcando una superficie de 64 km². Ocupa el frente oriental de un relieve que forma parte de la Cordillera Principal (...) Estos cordones orientados de norte a sur se cortan transversalmente por el Río Grande, quien, con más de 100 m³/seg., es el curso más caudaloso de la Provincia».²

Concebida el área como una cuenca andina de sedimentación, a quien Ferrari califica como «una larga faja de hundimiento de rumbo meridional, en la que penetraron los mares Jurásico y Liásico»³, se manifiesta como un paisaje kárstico, donde la escasa presencia humana tiene estrechas connotaciones con las imposiciones de un marco ambiental riguroso.

Las informaciones volcadas en el presente trabajo fueron recogidas en tres campañas realizadas en el segundo semestre de 1998 y se reforzaron con un trabajo bibliográfico realizado en igual período, así como opiniones y experiencias recibidas del equipo interdisciplinario de investigación, del equipo de guardaparques y de pobladores de Malargüe.

El modelado kárstico: de lo natural a lo humano.

El fenómeno kárstico representa una variedad paisajística de originales características, que no es muy común en Argentina. Polanski entiende este tipo de relieve como «un fenómeno relativamente escaso en la Argentina, excepción hecha de las formacio-

1 Mikkan, Raúl Alejandro y Alessandro de Rodríguez, Moira «La Caverna de las Brujas, Malargüe, Mendoza. Relieve kárstico y fitoecología», en Boletín de Estudios Geográficos N° 94, Mendoza, Universidad Nacional de Cuyo, 1998.

2 *Ibid.*, p. 7.

3 Ferrari, Roberto «La Caverna de las Brujas: apuntes para su estudio arqueológico» en Actas y Memorias, IV° Congreso Nacional de Arqueología Argentina, Primera Parte, Revista del Museo de Historia Natural de San Rafael, Tomo III (1/4), Mendoza, 1976, pp. 297 a 298.

4 Polanski, Jorge, «Geografía Física General», Buenos Aires, EUdeBA, 1974, p.268.

nes yesíferas del mesozoico existentes en la vecina provincia de Neuquén...»⁴.

Existe una nutrida bibliografía internacional sobre el tema ^{5 6 7 8 9 10} que tiene larga data. Es que el fenómeno de acción del agua sobre materiales dolomíticos y calcáreos resultó siempre de gran interés como causa material de una geomorfología típica. De Martonne ha observado concretamente este atractivo como se desprende de sus propias palabras: «La originalidad del relieve calizo es tal, que las leyes ordinarias del modelado de erosión parecen ajenas a él. No se observa la subordinación general de los valles ni el sistema de pendientes continuas que descienden hacia el nivel de base. Abundan las depresiones cerradas que es imposible atribuir al trabajo de las aguas corrientes. Para explicar estas formas hay que tener en cuenta todo un nuevo conjunto de procesos de erosión. No se trata de modificaciones de detalle en la evolución normal del ciclo de erosión, sino que hay que abrir un amplio paréntesis, reservando un lugar aparte para el relieve calizo.»¹¹

Dado que un sistema kárstico es, como marcaba ya Davis, maestro de la geografía física dinámica, «una de las etapas avanzadas del ciclo fluvial que actúa en terrenos permeables y solubles»¹², el signo característico de sus formas resultantes es compleja y de diseño tortuoso. «Los paisajes de las regiones calizas se caracterizan por la anarquía de sus sistemas de vertientes»¹³, completará Birot.

El frío aumenta la capacidad de disolución, fenómeno que se hace evidente en la zona estudiada. Esto no significa que no existan otras áreas kársticas en el planeta que se desarrollen en ambientes tropicales o subtropicales. Tal es el caso, por ejemplo,

de Cuba, en las inmediaciones de las sierras de los Órganos y del Rosario, en las cuevas de Pan de Guajabón, o en la virtual «desaparición» -para hacerse subterráneo- del río, en la localidad de San Antonio de Baños.¹⁴

Las erosión hídrica en territorios kársticos genera un modelado que dificulta la instalación humana. Las cubetas características, denominadas poldyes o poldjés, suelen servir de base a ciertas actividades agrícolas o ganaderas rudimentarias (en el caso que nos ocupa para una ganadería trashumante). La palabra poljé, en lenguas eslavas, significa simplemente llano; «pero los geomorfólogos -dirá Derruau- reservan el término a una llanura cárstica cerrada, ancha de algunos centenares de metros a algunos kilómetros, y larga de algunos kilómetros a algunas decenas de kilómetros, que contrasta por su llanura y, frecuentemente, por su puesta en cultivo, con las plataformas kársticas que la bordean»¹⁵

La bibliografía europea señala que en los sistemas integrados de poljés, «el hábitat se instala en las pendientes y no en el fondo».¹⁶ Este fenómeno también es visible al sur de Mendoza, donde los puestos pueden encontrarse predominantemente en vegas intermedias y sitios de afloramiento de manantiales o aguas termales. Este fenómeno tiene como elemento morigerador -en el caso local- a la dependencia de los cursos permanentes de agua, estos últimos asociados con los pequeños asentamientos mediante la toma de acequias.

El factor turismo agrega un elemento totalmente externo en el fenómeno de humanización del paisaje que se registra en las inmediaciones de la Caverna de las Brujas. Su impacto, originado por la pre-

5 Civijic, J. «Das Karstphänomen», G. Ab. V, 1893, pp. 217-230. [Dolinas y polyés].

6 Heim, Albert «Über die Verwitterung im Gebirge» Eff. Vorträge, Basilea, V, 5, 1879, pp. 1 a 40, 1 lámina. [Lapiaces o lenares].

7 Penck, Albrecht «Das Karstphänomen» Schr. Ver. Zum Verbreitung Naturwissenschaft Kenntnisse, Wien, 1904. [Ciclo kárstico].

8 Martel, E. «Nouveau Traité des Eaux Souterraines». Paris, 1911, pp. 1 a 838. [Hidrografía subterránea].

9 Ibíd. «Les abîmes». Paris, 1894, pp. 1 a 579. [Cavernas].

10 Nicod, Jean «Pays et paysages du calcaire». Paris, PUF, 1972, pp. 1 a 244, 31 fig. y cuadros. [Localización del fenómeno karst en el mundo].

11 De Martonne, Emmanuel «Tratado de Geografía Física», Tomo II «El relieve del suelo», Barcelona, Juventud, 1967, p. 696.

12 Davis, William Morrison «Origin of Limestone Caverns», Bulletin of the Geological Society of America, Vol. XVI, 1930.

13 Birot, Pierre «Tratado de geografía física general» Barcelona, Vicens-Vives, «Las cubetas cársticas», 1972, p. 247.

14 Núñez Jiménez, Antonio «Geografía del campismo», La Habana, Gente Nueva, 1991, pp. 230 y ss.

15 Derruau, Max «Las formas del relieve terrestre», Barcelona, Toray-Masson, 1977, p. 39.

16 Lacoste, Yves y Ghirardi, Raymond «Geografía general, física y humana» Barcelona, Oikos Tau, 1983, p. 76.

sencia de baños públicos, residencia permanente de guardaparques, tráfico permanente de visitantes y circulación de vehículos, puede considerarse relevante, sobre todo por tratarse de un medio de gran labilidad, cuya persistencia depende de un equilibrio débil entre los factores naturales y una carga demográfica muy tenue. Los efectos pueden considerarse similares a los que, en épocas pasadas, produjera la tarea de prospección petrolera, muy difundida en el sector, como puede notarse aún por los relictos que perduran de aquella actividad, tales como plataformas, transectas, depósitos y picadas.

Población aborígen.

Los habitantes aborígenes de la región se remontan a una arqueología remota, superior a los 2000 años. Aunque no sea el motivo de esta investigación, corresponde señalar que las técnicas de encuadramiento primitivas llevaron al hombre a una género de vida predominantemente cazador y recolector, motivado especialmente por la presencia de grandes tropas de guanacos que hoy ya no se encuentran. El estadio agricultor posterior tuvo relativamente poca difusión en el sector kárstico.

Los autores clásicos aluden a la familia Huarpe-Comechingona, de la que fueron característicos del sur mendocino los Pehuenches y Puelches sumados a los mapuches. Estas etnias, integradas por individuos de alta estatura y complexión delgada, sufrieron, con posterioridad a la colonización hispánica, la araucanización. Este proceso, que culminaría en el Siglo XVIII, tiene importancia en la forma de influencia que el hombre fue teniendo sobre el substrato.¹⁷

Los grupos aborígenes que poblaron este sector en el Siglo XIX fueron el vínculo entre los Pampas y los Araucanos, entre quienes fue fluido el trueque de ganados por aguardiente y otros productos de la civilización, aportados desde el Pacífico en contrapartida a los rodeos habidos de los criollos huincas por obra de los malones.

De estos últimos momentos, prácticamente a comienzos del Siglo XX, quedan pocos resabios, aunque pueden detectarse todavía supervivientes de estas etnias en las cercanas provincias de San Luis y La Pampa.

Un testimonio de esta última etapa, dado por Olascoaga, relata así su conocimiento de primera

agua del lugar y sus habitantes: Éstos son los afluentes (...) «que recibe el río Grande por su izquierda, bajando de la cordillera de la Choyca y Loncoche: Yerba Buena, Infiernillo, Bella Vista, Chacay-Có, Chenque-Có y Lonco-Che. Los pasos de tráfico por la cordillera que tiene esta sección, son numerosos; a más de los conocidos Santa Elena, El Planchón, Montáñez, El Yeso, Invernada, Tromén, laguna del Maule, Molles, Linares, Saso y Navarrete, están los que corresponden a todos los valles comprendidos en los arroyos, quebradas y cajones que he nombrado desde la Choyca hasta Litrán.»¹⁸ Y agrega más adelante: «La inmigración debió ser numerosísima o tan antigua, que tuvo tiempo de multiplicarse hasta el estado de densidad que manifiestan los indicios encontrados: repetidas situaciones de arboledas y reductos ordenados de la Pampa; infinidad de enterratorios comunes -chenques-; cementerios de carácter monumental -eltunes- que debieron estar contiguos a grandes centros poblados; cantidad incontable de utensilios de todas edades, especialmente los labrados en sílex, que todos los viajeros y exploratorias hemos recogido en abundancia. El medio de vida indica bien claro que esta población fue pastora y agricultora, y las tradiciones, todas contestes, la presentan componiendo una gran federación de cacicazgos, cuyo centro dominante era la Pampa.»¹⁹

Conclusión parcial: igual que lo expresado en términos generales, también en cuestiones de poblamiento primitivo hay un ecotono en Bardas Blancas y sus espacios contiguos. En este caso la transición se produce por la fricción entre dos etnias, al este y oeste de la cordillera.

Otras formas de transición.

También en otros órdenes -oroográfico y morfológico- la presencia de una faja de cambios es detectada por autores de la traza de Franz Kühn. En el primer caso él alude «a la región de transición que se intercala entre las cordilleras del Norte y la Patagónica». Además de la diferenciación fisonómica en los Andes, observa que «entre los ríos Diamante y Colorado existe una división en tres zonas longitudinales: la cordillera propiamente dicha en el oeste; una zona marginal externa de elevaciones que, en forma de arco, corre desde la región Norte de San Rafael hasta el río Colorado; y en fin, la parte comprendida entre

17 Canals Frau, Salvador «Prehistoria de América», Buenos Aires, Sudamericana, 1959, pp. 306 y 307.

18 Olascoaga, Manuel J. «Topografía Andina. Aguas Perdidas.» Buenos Aires, Cabaut Editores, Biblioteca de la Junta de Estudios Históricos de Mendoza, Vol. I, 1935 (original de 1908), p. 40.

19 Ibíd. p. 101

20 Kühn, Franz «Fundamentos de Fisiografía Argentina» Buenos Aires, Círculo Militar, Biblioteca del Oficial, 1922, p. 81.

esas dos zonas montañosas, una llanura, que en su parte central mide como 70 km. de ancho.»²⁰. Es a este último ámbito al que pertenece la depresión de la Laguna de Llanquanelo, distante unos 50 kilómetros de la Caverna de las Brujas.

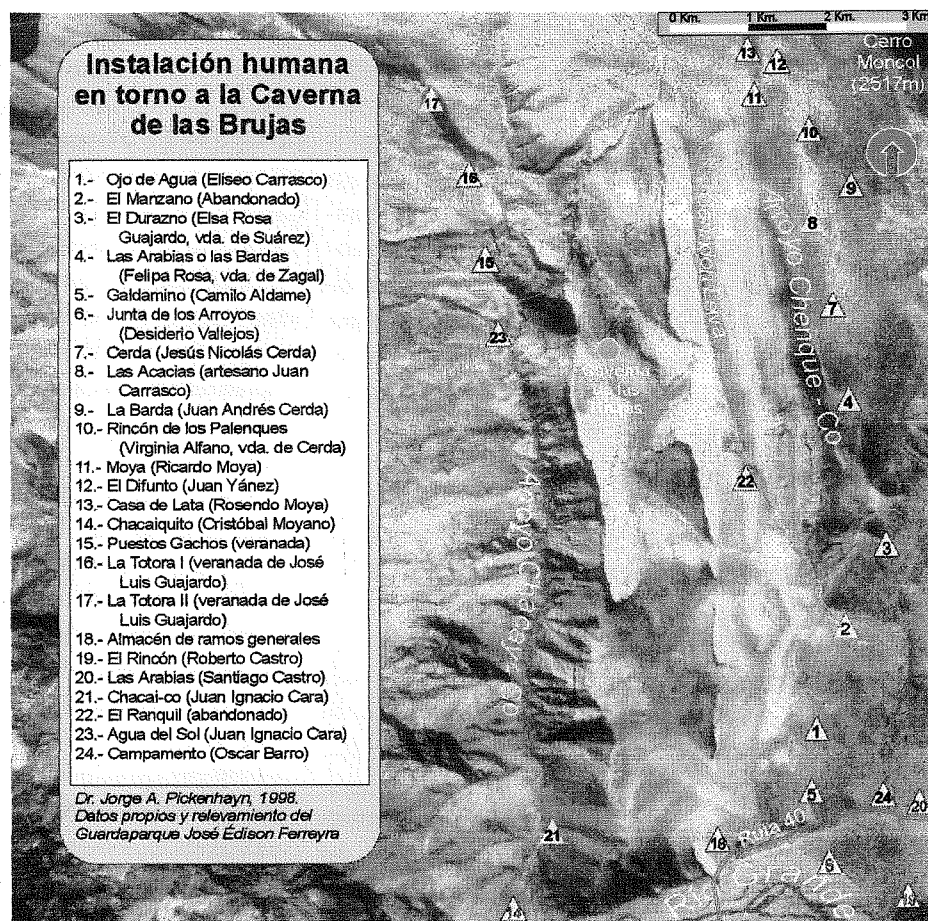
Desde el punto de vista hídrico, puede notarse tras un simple análisis de la red de avenamiento que existe una franja dispuesta en sentido meridiano, que toma como eje la ruta 40, al sur de Malargüe y coincidente con el meandro que imprime rumbo N-S al Río Grande, y que define un ámbito de marcada influencia occidental y régimen nivocordillerano, con cursos permanentes, y otro, oriental, predominantemente arreico y de dudosa pendiente.

Capitanelli, en su clasificación climática, establece un límite definido en el mismo meridiano, que separa al clima de montaña, nival y frío, del que denomina «de Payunia» con tendencia frío-árida.²¹

Finalmente puede registrarse también un ecotono biogeográfico. Así lo establece por ejemplo Castellanos, cuando hace pasar por nuestra zona de estudio la triple frontera de las provincias florísticas Andina, Patagónica y del Monte.²²

Disposición de los puestos.

El sector en estudio comprende un sector de muy baja densidad de población, habitado por familias con pocos hijos -unas sesenta, aproximadamente- que se dedican predominantemente a la ganadería, trasladando majadas y tropas desde terrenos de invernada -más bajos y reparados- a las veranadas, tierras más altas y frías, situadas entre sí entre 10 y



Bardas Blancas, Departamento Malargüe, Provincia de Mendoza

70 kilómetros.

Este movimiento estacional se cumple en ciclos regulares de verano -cuando se separan los animales- y el invierno -cuando se juntan- mediante un sistema de arrendamiento que, en la zona, corresponde a una sola firma terrateniente, el Palauco S. A. - también ligada a los intereses petroleros, que posee un latifundio de 150.000 hectáreas. El pago del arrendamiento consiste en un 10% del producido de cada puestero.

Las familias que habitan los 24 puestos relevados [ver figura 1] practican esta actividad en continuidad de padres a hijos, existiendo una significativa repetición de apellidos como Carrasco, Guajardo - Huajardo- Cara, Zagal y Cerda. La mayoría ha tenido experiencia en otros puestos cercanos, siempre del sur de Mendoza. Muy frecuentemente los niños concurren a la escuela hogar de Bardas Blancas y tienen poco contacto con sus padres. A dife-

21 Capitanelli, Ricardo «Climatología de Mendoza», en Boletín de Estudios Geográficos, Mendoza, Universidad Nacional de Cuyo, Vol. XV, Nº 54-57, 1967. Cap. XII, p. 310.

22 Castellanos, A. y Pérez Moreau, R. A. «Los tipos de vegetación en la República Argentina», Serie Estudios Monográficos 4, Instituto de Estudios Geográficos de la Universidad Nacional de Tucumán, 1944. Lámina.

rencias de las viviendas del pueblo, las habitaciones de los puestos son precarias y se vuelven a acondicionar con cada ocupación sucesiva. Es común que en un puesto habite más de una célula familiar, siempre relacionada por lazos de consanguinidad. Hay puestos abandonados que reflejan el estado en que son dejados los ranchos cuando una familia se traslada en su proceso trashumante. La clave de una buena adaptación suelen darla la técnica de riego por acequias que se utiliza y la presencia de corrales y huertas cerca de la vivienda.

Las ocasiones de distracción son muy pocas. Una de ellas se produce con la culminación del año lectivo de los escolares. Además se festeja en abril la «Vuelta del veranador», lo que es motivo de esparcimiento y entablado de relaciones.

La presencia cercana de turistas en la Caverna de las Brujas moviliza algunos puestos de trabajo (limpieza de los baños, venta de artesanías en cuero), aunque la economía primordial sigue siendo de estricta subsistencia, ligada a la cría de ganado (especialmente caprino). Algunos puestos tramitan actualmente la instalación de paneles solares, adelanto técnico promovido por la Provincia y que modifica las condiciones de vida del grupo que habita el puesto.

El acceso a la mayoría de los puestos es difícil, lo que actúa como un fuerte factor de aislamiento, lo que se ve agravado por los transportes precarios que utilizan los puesteros (circunstancialmente, caballos o mulas).

Geografía médica comarcal.

Según el registro del Centro de Salud de Bardas Blancas, las enfermedades predominantes corresponden a afecciones en las vías respiratorias altas, con predominio de anginas. El promedio corresponde a 40 casos mensuales, aunque resultan predominantes en invierno.

El espectro de difusión e intensidad de infecciosas no difiere mucho de los patrones detectados para otras comarcas cuyanas²³. Los casos de varicela fueron 20 en 1997, registrándose la mitad de ese valor en lo que iba de 1998 (9 meses) al realizarse la investigación. Hubo asimismo 4 casos de hepatitis A en 1997 y 5 en 1998. Respecto del sarampión, del que se había registrado un paciente en 1997, se pasó a cinco casos en 1998, aunque hubo en esta cifra diagnósticos dudosos de rubéola.

Se produjeron defunciones por tuberculosis en 1984 y en 1997, existiendo en la actualidad la presunción de su presencia, aunque no hay más que un caso en Bardas Blancas y uno en la localidad vecina de Poti Nadal concretamente detectados. Se detectaron efectivamente dos casos crónicos de enfermedad de Chagas en 10 años, aunque se considera un problema serio en las comarcas del este, particularmente Agua del Toro.

La brucelosis, patología endémica en el área, fue moderadamente detectada. Se produjeron entre 1997 y el presente 5 casos (dos de ellos afectaron a padre e hijo) sospechándose la existencia de otros 8 casos más no diagnosticados.

En cuanto a hidatidosis, se han realizado en el pueblo campañas de información y saneamiento (durante los trabajos efectuados en 1998 se descubrió infección en dos perros y vesículas en gran número ejemplares de ganadería pequeña). Para los registros del Centro de Salud se registraron -en los últimos 6 años- 7 casos en Bardas Blancas, 3 en Llano Blanco, 3 en Poti Malal, 1 en Charahuán, 1 en Arroyo del Macho, 4 en Agua Botada y 2 en La Batra. De estos casos, dos condujeron a la muerte del paciente y los restantes fueron operados. Se estimó que un caso de cada tres corresponde a niños. En cuanto a la mortalidad infantil, en el Centro se tienen registro de tres casos en los últimos diez años, motivados por dificultades en el acceso a una atención en los tiempos adecuados, por desatención familiar o por desconocimiento de los padres de la gravedad del caso. Dos de estos fallecimientos ocurrieron a los 6 meses y uno a los 11 (este último en la localidad de El Manzano, cuando aún no poseía posta).

Respecto de la atención infantil el centro cumple una tarea asociada con la Escuela Hogar de Bardas Blancas - Nº 8-511 «Peregrina Cantos»- que en la actualidad posee 102 alumnos internados y 20 externos. La contigüidad de ambos edificios favorece este servicio inmediato y regular. La urgencia de partos es un fenómeno común motivado por la tardanza en asistir a la consulta de las madres. El registro acusa 25 partos en 12 años.

Otra patología de la zona es el alcoholismo. Según informe de los agentes sanitarios, existen dos casos crónicos graves y una disminución sensible (se la estimó en un 70 %) en el principal grupo de riesgo que es el de los adolescentes.

23 Pickenhayn, Jorge A. «Diagnóstico social de la geografía médica en San Juan», La Habana, Unión Geográfica Internacional, Anales de la Conferencia Regional de Países de Latinoamérica y el Caribe, agosto de 1995.

El centro llegó a tener entre 200 y 230 atenciones mensuales, cifra que en la actualidad se redujo a 170. Este fenómeno tiene causas vinculadas con aspectos administrativo-económicos. El factor administrativo se relaciona con la creación de una posta sanitaria en El Manzano, que concentró a la población del entorno de esa localidad. En lo económico, hace 5 años aproximadamente se redujo sensiblemente la actividad petrolera, al interrumpirse las tareas de exploración (que eran las que mayor cantidad de mano de obra ocupaban). Con esta disminución en el centro de Bardas Blancas se registró una merma sensible en afecciones pulmonares -neumonías y bronconeumonías- patologías estrechamente ligadas a la actividad de prospección y extracción de hidrocarburos.

El Centro sirve una población inmediata de 225 pobladores, que se inscribe en un entorno mayor,

habitado por 360 personas, en total.. Los centros y postas próximos [ver figura 2] cumplen una función de apoyo mutuo en la solución de problemas cotidianos de salud y urgencias. A la atención semanal realizada por médicos del servicio de salud se le complementa la actividad permanente de enfermeros y agentes sanitarios, todos ellos regidos por un sistema de 20 días corridos de atención y 10 de licencia, con el reemplazo de agentes itinerantes. Completan el sistema los choferes, conductores de ambulancia que realizan una tarea fundamental, en tanto que la mayoría de las urgencias deben canalizarse en centros de mayor complejidad (en orden creciente, Malargüe, San Rafael y Mendoza) Hay evidencias de consanguinidad directa, por lo menos en dos casos. Además se produce el fenómeno típico de endogamia de las zonas rurales con fuerte aislamiento. Algunos índices del fenómeno están dados por enfermedades crónicas o degenerativas como diabetes, ceguera y retraso mental.



Conclusiones.

Transición entre Cuyo y Patagonia ; transición entre Andes y Payunia ; transición del clima, del tapiz vegetal y del hábitat de las principales especies de la fauna ; transición en materia de poblamiento, tanto de etnias primitivas como en la actualidad ; transición inclusive en aspectos que atañen a la geografía de la salud, este espacio geográfico no puede ser sino un ecotono en materia de género de vida rural.

Estas condiciones ambientales y humanas, manifiestas en un substrato kárstico lábil, de complejo y tenue equilibrio, se combinan en el presente con los efectos de un impacto que hasta hace poco podía considerarse imprevisible. Nos referimos al turismo. Del manejo prudente que se haga de esta actividad, haciendo cotidianamente un balance entre beneficios y sacrificios, dependerá la evolución futura de este ecotono de importancia geográfica clave para el sur de Mendoza.

ANÁLISIS DE LA POSIBLE ASOCIACIÓN ENTRE LOS DERRAMES ANUALES DEL RIO SAN JUAN Y EL FENÓMENO DE «EL NIÑO» /»LA NIÑA»

Dr. A. Germán Poblete, Prof. Graciela del Valle Sánchez

RESUMEN

En los últimos 40 años la región de Cuyo soportó el rigor climático en sus manifestaciones más extremas y que incidieron en su principal factor de desarrollo socioeconómico: el curso de agua superficial.

Aunque los fenómenos hídricos y de circulación atmosférica que afectan a la región han sido objeto de diversos estudios, la incidencia de los mismos en la escala regional es aun poco conocida, razón por la cual se debe encarar el análisis de las relaciones existentes entre la escala hemisférica y la regional.

Debido a esto se hace necesario profundizar el conocimiento de las teleconexiones entre el recurso hídrico superficial de San Juan y los mecanismos de circulación que regulan los procesos atmosféricos y sus forzantes externos.

En este trabajo se intenta probar si hay o no asociación, y si la hay cual es su significación estadística, entre el escurrimiento superficial del río San Juan y los fenómenos "El Niño" "La Niña", con el objeto de realizar un análisis objetivo de las posibles relaciones entre los mismos.

Por lo dicho, las conclusiones de este estudio pueden ser útiles para construir modelos para el pronóstico del escurrimiento que a su vez sirve para el manejo de embalses, planificación del riego y otros estudios hídricos y del ambiente.

ABSTRACT

In the last forty years the Cuyo region has suffered a climatic extreme which has influenced its main factor of socioeconomic development: the course of surface water.

Even though the hydric phenomenon and the atmospheric circulation which affect the region have been subjected to a number

of studies, their incidence at regional scale is not well known. That is why an analysis of the existing relations between the hemispheric scale and the regional one must be carried out.

Because of this, it is necessary to deepen our knowledge of the teleconnections between the surface water resource in San Juan and the mechanisms of circulation which regulate the atmospheric processes and its external forcing.

This work aims at proving whether there is such an association, or not. In the case there was, it aims at determining its degree between the run off of San Juan river and the «El Niño / La Niña» phenomenon in order to make an objective analysis of the possible relations between them.

The conclusions drawn from such a study could be of great use for the design and/or management of reservoirs, the planning of irrigation and other hydric and environmental studies.

INTRODUCCIÓN

En los últimos 40 años la región de Cuyo soportó el rigor climático en sus dos manifestaciones más extremas y que incidieron en su principal factor de desarrollo socioeconómico: el recurso de agua superficial. Ellas fueron; la escasez de agua del período 1968-71, con su impacto adverso en la agricultura y disponibilidad de energía hidroeléctrica y las excepcionales crecidas del 1982-83, a las cuales se asoció el fenómeno de revenición. A lo anterior le siguieron periodos prolongados de sequías que 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 en el otro extremo el gran derrame del periodo 1996-97.

Aunque los fenómenos hídricos y de circulación atmosférica que afectan a la región han sido objeto de diversos estudios, la incidencia de los mismos en la escala regional es aun poco conocida, razón por la cual se debe encarar el análisis de las relaciones existentes entre la escala hemisférica y la regional.

Debido a esto se hace necesario profundizar el conocimiento de las teleconexiones entre el recurso hídrico superficial de San Juan y los mecanismos de circulación que regulan los procesos atmosféricos y sus forzantes externos.

En los medios periodísticos y publico en general se intuye y comenta una posible asociación entre cantidad de nieve caída y ENSO.

Varios son los trabajos realizados sobre lo descrito, en particular se pueden destacar los de: Carletto M. C., et al (1987), Minetti J. L., et. al. (1984), Menegazzo de García y Radicella (1982), Minetti J. L., et. al. (1993).

Siguiendo ese criterio, en este trabajo se intenta probar estadísticamente, si hay o no conexión, y si la hay cual es su significación, entre el escurrimiento superficial del río San Juan y los fenómenos "El Niño" "La Niña", con el objeto de realizar un análisis objetivo de las posibles relaciones entre los mismos.

Por lo dicho, las conclusiones de este estudio pueden ser útiles para ser tenidas en cuenta en la construcción de modelos para el pronóstico del derrame anual que a su vez sirve para el manejo de embalses, planificación del riego y otros estudios hídricos y del ambiente.

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 Prov. de San Juan. Los datos del SOI de Troup y otros índices que miden el ENSO, aportado por: el Bureau of Climatology de Australia, la NOAA de los EE.UU. IRI, CPTEC/INPE (estos últimos vía Internet) y el Laboratorio Climatológico de la Fundación Caldenius

La figura Nº 1 muestra la ubicación de la cuenca del río San Juan y las estaciones de aforo.

El derrame anual de un río puede ser conside-

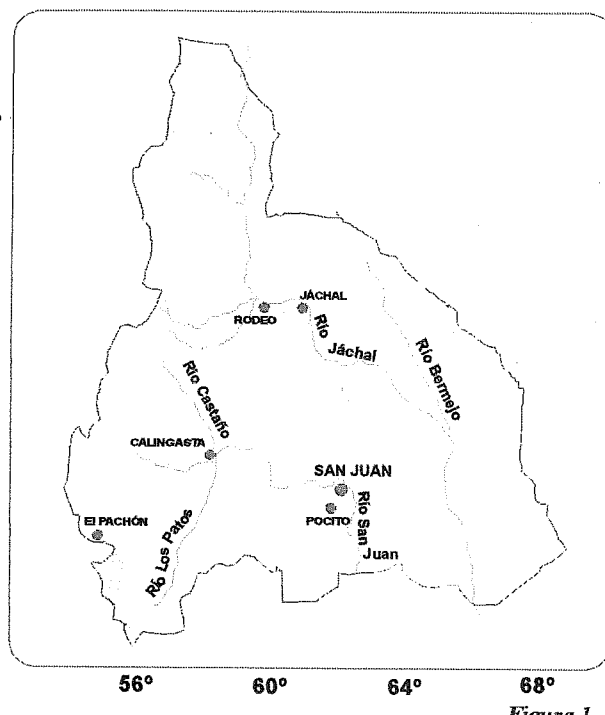


Figura 1

rado como una variable aleatoria continua e ilimitada por lo cual se puede determinar su distribución estadística ajustada a una de las leyes teóricas, para realizar este ajuste se utilizó la distribución Lognormal, que es la que mejor representa al derrame anual del río San Juan. Carletto et. al. (1987), Poblete y Sánchez (2000).

La distribución lognormal (usada en primer termino por Gaddum, (1945)) tiene la siguiente función de densidad de probabilidad:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{\log(x) - \mu}{\sigma_x} \right)^2} \quad (1)$$

e = base de los lg. naturales = 2.71828

π = 3.14159.....

μ = la media de la población

σ_x = la desviación estandard de la población

x = una variable aleatoria continua ($-\alpha \leq x \leq +\alpha$).

Para realizar las pruebas de aleatoriedad se utilizaron las tablas de contingencia con el correspondiente test ji- cuadrado que tienen la forma, Maisel (1973):

CASOS \ CRITERIO	CRITERIO 1	CRITERIO 2	TOTAL
CASO 1	α	β	$\alpha + \beta$
CASO 2	γ	δ	$\gamma + \delta$
TOTAL	$\alpha + \gamma$	$\beta + \delta$	$\alpha + \beta + \gamma + \delta$

De acuerdo a ellos se considera a un derrame por debajo de lo normal al que tiene un valor menor que 1784,32 Hm3 y por encima a un valor mayor que el mismo.

1) Se calcula

$$\chi^2 = \frac{(\alpha + \beta + \gamma + \delta)(\alpha\delta - \beta\gamma)^2}{(\alpha + \beta)(\gamma + \delta)(\beta + \delta)(\alpha + \gamma)}$$

con χ^2 el estadístico ji-cuadrado.

2) Se realiza la siguiente d6cima:

H_0 : Los casos son independientes.

H_1 : No son independientes.

3) Se establece el nivel de confianza α y se busca X_c^2 para gl grados de libertad.

4) Si $X^2 > X_c^2 \Rightarrow$ se rechaza H_0

Un derrame *muy por encima* de lo normal es aquel que es mayor que el de 3555,46 Hm3 y *muy por debajo* de lo normal a los derrames menores que 895,466 Hm3 . Mientras que los extremos se consideran a los mayores que 6237,4 Hm3 y a los menores que 510,436 Hm3 .

Como la determinaci6n de la ocurrencia de "El Niño" "La Niña" o año normal es muy controvertida (Trenberth 1997) NOAA- The National Oceanic and Atmospheric Administration-, Minetti et. al. (1999), Kiladis y DÍaz (1989), Quinn (1992), NOAA Y CPETEC en sus páginas web), se adopta por razones prácticas el SOI (Southern Oscillation Index) de Troup aportado por National Climate Centre, de Australia ya que se cuenta con una serie que data desde 1876 hasta la actualidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para determinar si hay o no relaci6n entre el derrame anual del Río San Juan y el evento "El Niño" "La Niña", se decide realizar la serie de pruebas estadísticas que se describen a continuaci6n .

Lo primero que se busca son las medidas apropiadas para realizar los cortes o limites para establecer derrames por encima o por debajo de lo normal y los casos extremos. Según lo apuntado por Poblete y Sánchez (2000) y Carletto, et. al. (1987) el derrame sigue una distribuci6n log-normal y de acuerdo a ella sus valores críticos se muestran en el cuadro Nº 1:

El estudio sobre la posible relaci6n entre el ENSO y el derrame anual del río San Juan, se dividirá en tres análisis: a) asociaci6n bruta entre el evento "El Niño" "La Niña" y el derrame anual por encima y por debajo de lo normal; b) comportamiento del derrame para casos de "El Niño" "La Niña" perfectamente identificados; y c) comportamiento del SOI para derrames muy por encima o muy por debajo de lo normal.

a) Asociaci6n bruta entre el evento "El Niño" "La Niña" y el derrame anual por encima y por debajo de lo normal.

Esta prueba se realiza para determinar si hay asociaci6n entre los derrames por encima o debajo de lo normal(ya definidos como los que superan o son inferiores a los 1784, 32 Hm3) y el SOI.

Como se puede observar en la tabla de contingencia mostrada en el cuadro Nº 2 y su correspondiente test ji-cuadrado($\chi^2 = 7,479$, con un valor de p (0,01), *no existe aleatoriedad* al 99% en la asociaci6n simple entre valor de SOI y derrame por debajo y por encima de lo normal. De lo que se puede inferir que con la presencia de un Océano Pacífico caliente (posible «El Niño»), se verifica un 66% de derrames por encima de lo normal, mientras que con un Océano frío (posible «La Niña»), hay un 64% de derrames inferiores a lo normal.

AREA	VALOR CRITICO en Hm3
1%	510,436
10%	895,466
50%	1784,32
90%	3555,46
99%	6237,4

Cuadro 1

	SOI < 0	SOI > 0	TOTAL
DERRAME > 1784.32Hm ³	26 (66%)	14 (34%)	40
DERRAME < 1784.32Hm ³	18 (36%)	32 (64%)	50

$\chi^2 = 7,479$ con un grado de libertad valor de $p = 0,006$

χ^2 (cor. de Yates = 6,364 con 1 grado de libertad valor de $p = 0,012$

Como el valor de p es menor que 0,01 se verifica no aleatoriedad al 99%.

b) Análisis de casos para eventos «El Niño», «La Niña» reconocidos mundialmente como tales.

Encontrada una asociación no-paramétrica entre los derrames y los valores positivos o negativos del SOI, como se analizó en el ítem a), pero como el $SOI > 0$ o $SOI < 0$ no discrimina con exactitud los verdaderos "El Niño"/"La Niña" de los que podrían ser normales, se cree conveniente profundizar el análisis del escurrimiento superficial y su relación o no con los mismos perfectamente determinados.

Como ya se dijo, todavía hoy no hay un acuerdo mundial respecto de los años de ocurrencia de los eventos "El Niño", "La Niña", y de qué medida es la más adecuada para evaluarlos, se ha hecho una selección de los mismos teniendo en cuenta la coincidencia de autores y/o instituciones reconocidas, tales como la Trenberth, NOAA, Kiladis y Días, Minetti y Quinn. (Trenberth(1997). Minetti et. al. (1999), Kiladis y Díaz 1989, Quinn (1992), NOAA Y CPETEC en sus páginas web).

b.1.) Años «El Niño».

El cuadro Nº 3 muestra la selección de años con «El Niño» que comienza en 1930, debido a que para años anteriores no se contó con la propuesta coincidente de las fuentes citadas. Además de los años con el evento citado, se agrega la suma anual del SOI correspondiente al primer año del periodo que origina el derrame y también el promedio del mismo para los meses de abril, mayo, junio, julio y agosto puesto que es la temporada en donde se produce el mayor aporte de agua a la cuenca, Minetti (1984).

Se puede observar que el promedio de los derrames correspondientes esta aproximadamente 1000 Hm³ por encima de lo normal y que la media del SOI de los meses de Abril a Agosto (temporada nival) es negativa, lo que confirma la posible presencia de un evento «El Niño», durante los mismos.

Cuadro 2

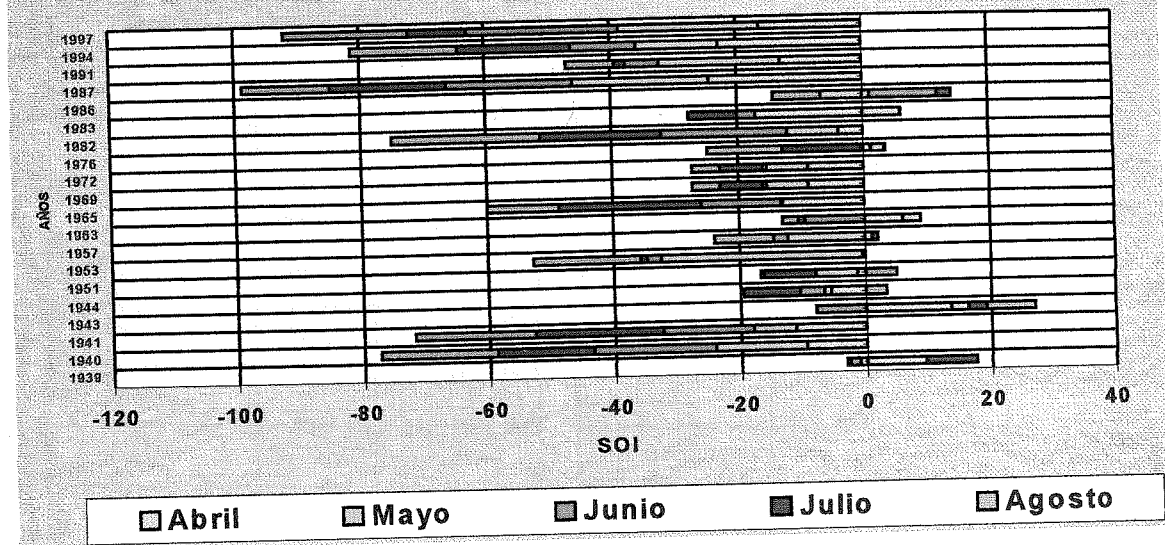
También son destacables los altos derrames asociados a los más famosos «El Niño», tales como los de: 1941, 1982-83, 1987 y 1997.

Como la temporada nival tiene su máximo entre los meses de abril a agosto y eventualmente septiembre, se considera pertinente hacer un análisis más exhaustivo del comportamiento del SOI durante los mismos. La figura Nº 2 muestra dicho comportamiento, en la misma se puede ver que los meses de la mayoría de los años tienen un SOI negativo destacándose 1987. Las excepciones son: el año 1943 en donde solo junio esta en el área negativa, 1986 con agosto y mayo menores que cero y 1939 con mayo, junio y agosto negativos, sin em-

AÑO NIÑO	SOI	SOI MAJA.	DERRAME Hm ³
1944	-29.3	-3.22	2747
1951	-8.3	-2.32	1070
1953	-87.6	-10.58	3878
1957	-46.7	-4.38	1933
1963	-23.4	-0.82	2567
1965	-101.1	-12	2801
1983	-100	-4.32	2676
1986	-28,6	-0.02	2589
1987	-156.9	-19.74	4738
1991	-105.4	-9.4	2504
1994	143.2	-16.28	1476
1997	-140	-18.4	3897
PROMEDIO	-76.7	-7.741	2608.6

Cuadro 3

FIG.Nº: 2 . MARCHA DEL SOI PARA LA TEMPORADA NIVAL(ABRIL-AGOSTO) EN LOS AÑOS "EL NIÑO"



bargo el resto de los meses de los años nombrados a pesar de ser positivos, sus valores absolutos están muy cerca del cero.

Este análisis confirma la presencia de un evento «El Niño» en la temporada nival a pesar de que, como se sabe, aquel presenta su clímax en diciembre - enero del año correspondiente.

b.2.) Años «La Niña».

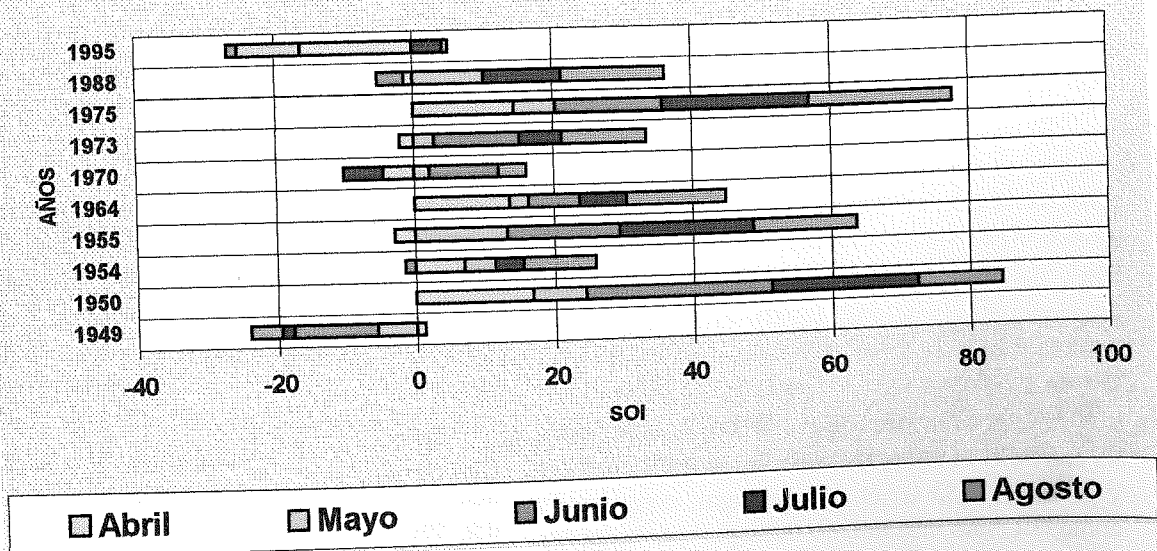
El cuadro, Nº 4, muestra la selección de años «La Niña», en el se observa que el promedio de los derrames correspondientes esta aproximadamente unos 600 Hm3 por debajo de lo normal. Se puede

notar que el promedio de los meses de Abril a Agosto (temporada nival) es positivo, lo que indicaría la presencia de un evento «La Niña», durante los mismos.

Son destacables los bajísimos derrames asociados a las más famosas «La Niña», tales como los de: 1970 y 1995.

La figura Nº 3 muestra el comportamiento del SOI en la temporada nival recién citada, en la misma se puede ver que la mayoría de los meses tienen un SOI positivo destacándose el año 1950 y 1975. La excepción son los años 1995 en donde solo julio y agosto son positivos, sin embargo en mayo, abril

FIG.Nº: 3. MARCHA DEL SOI PARA LA TEMPORADA NIVAL(ABRIL-AGOSTO) EN LOS AÑOS "LA NIÑA".



AÑO NIÑA	SOI	SOI MAJA.	DERRAME (Hm ³)
1949	-13.3	-4.54	1146
1950	184.5	16.94	1231
1954	49.9	4.88	1904
1955	127	12.12	1346
1964	75.4	8.96	1074
1970	47.1	1.16	660
1973	87.4	6.28	1683
1975	163.2	15.54	1086
1988	93.8	6.2	1654
1995	-27.2	-4.34	955
PROMEDIO	127	6.32	1273.9

Cuadro 4

y septiembre el SOI se vuelve menor que cero -este año se analiza más adelante- y 1949 en donde solo abril es positivo. De todas formas, en ambos, los valores están muy cerca del cero.

Este análisis confirma la presencia de un evento «La Niña» en la temporada nival a pesar de no presentar una evidencia tan notoria como para el caso «El Niño».

c) Análisis de la asociación entre SOI y derrames extremos muy por encima o debajo de lo normal.

c.1.) Derrame muy por encima de lo normal

Como ya se dijo se considera un derrame muy por encima de lo normal al que supera o iguala al de 3555 Hm³.

El cuadro N°: 5 muestra los grandes derrames con la correspondiente suma anual del SOI. En el mismo se puede notar que el mayor caudal registrado es el perteneciente al periodo 1919-20 con 7091 Hm³, siendo la suma del SOI para el primer año (que incluye la temporada nival) -112,2 lo que indicaría la presencia de un «El Niño». De los más recientes son destacables los de 1987-88, en el cuarto lugar con 4738 Hm³ (SOI de -156,9), el de 1997-98 con 3897 Hm³ en el octavo lugar (SOI de -140) y el de 1982-83 en el décimo lugar, considerado como "El Niño más intenso del siglo" por todas las

NRO. DE ORDEN	AÑOS	DERRAMES	SOI
1	1919-20	7091,00	-112,2
2	1914-15	6533,00	-95,1
3	1941-42	5157,00	-153,9
4	1987-88	4738,00	-156,9
5	1915-16	4538,00	-41,3
6	1926-27	4395,00	-45,6
7	1930-31	4139,00	6
8	1997-98	3897,00	-140
9	1953-54	3878,00	-81,6
10	1982-83	3790,00	-156,6
11	1921-22	3713,00	70,9
12	1984-85	3691,00	-1,3

Cuadro 5

fuentes consultadas, con un derrame de 3790 Hm³ y (SOI de -156,6). En todos los casos citados hay coincidencia mundial sobre la ocurrencia de «El Niño» intensos en esa fecha -ver sección anterior

En esta sección se analizará el comportamiento del SOI para dichos derrames máximos.

Para profundizar el análisis estadístico sobre este rango de extremos se decide estudiar el comportamiento estacional del SOI para los años indicados.

La figura N°: 4, muestra la marcha del SOI mensual para el año del almacenamiento de nieve, que sustentará el escurrimiento correspondiente al periodo considerado para los años en donde se produjeron los derrames que superaron o igualaron al de 3555 Hm³. En la misma se puede notar un promedio por debajo de cero para todos los meses y lo que es más notorio, con un SOI considerable en valor absoluto en los meses en donde se produce la temporada de nieve (Abril - Agosto). Son destacables los SOI negativos en la temporada nival asociados a los famosos «El Niño», 1982 y 1997.

La figura N°: 5 muestra la estructura estadística de los meses correspondientes a los años citados. En la misma se puede notar que la menor va-

FIG. Nº. 4. COMPORTAMIENTO DEL SOI PARA CAUDALES MAYORES QUE 3555 Hm²

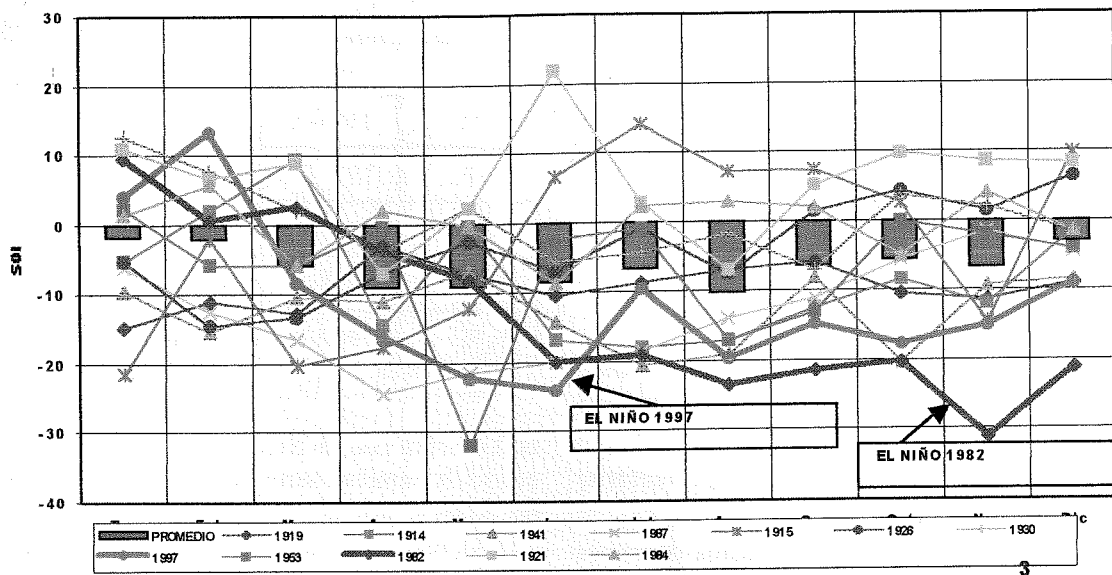


FIG. Nº 5.- SOI PARA CAUDALES MAYORES QUE 3555 Hm

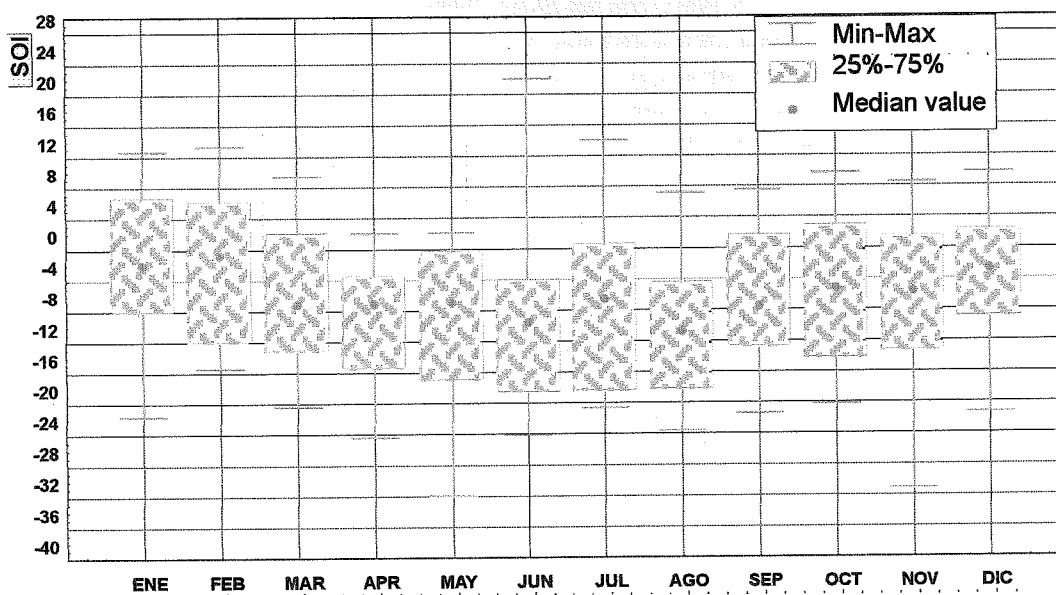
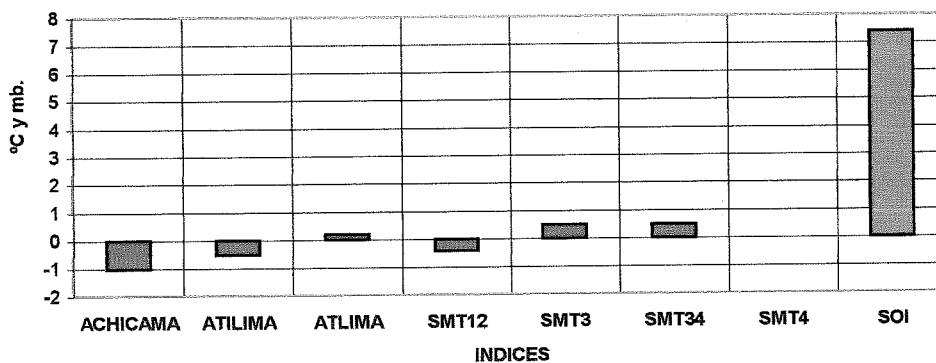


FIG. Nº. 6. INDICES OCEANICOS Y ATMOSFERICOS DEL ENSO PARA EL MES DE JULIO DE 1968 .



riabilidad la presentan: abril, en donde se dispara "El Niño" "La Niña", Minetti, et. al. (1999), junio y agosto. Mientras que los extremos se presentan semejantes, salvo para junio que tiene un máximo bastante considerable.

De todo lo descrito hasta ahora se podría inferir una fuerte asociación entre alto derrame y la presencia del fenómeno de «El Niño» y en especial en la temporada nival.

c.2) Derrame muy por debajo de lo normal.

Como se dijo un derrame se considera muy por debajo de lo normal al inferior o igual al de 895 Hm³.

A continuación se analiza el comportamiento del SOI para los mismos.

El cuadro Nº: 6 muestra dichos derrames mínimos con la correspondiente suma anual del SOI. Se puede notar que el mínimo caudal registrado es en el periodo 1968-69 con 625 Hm³, con un SOI anual de 36,2, lo que muestra a los alisios intensos. Para analizar con más detalle este año se realiza la figura Nº 6 que muestra que la anomalía de la temperatura superficial del mar (SST) fue negativa para el mes de julio en Pto Chicama (Achicama en la citada figura), en la temperatura mínima de Lima (Atilima) y en el área 1+2 del ENSO. Mientras que en todas las áreas oceánicas restantes de medición del fenómeno "Áreas Niños" :3 (smt3), 3+4(smt4), lo que muestra una fase fría en la costa y una más caliente en el interior del océano, lo que induciría a pensar en una "La Niña". Le sigue 1970-71 con

NRO. DE ORDEN	ANOS	DERRAMES	SOI
1	1968-69	625,00	36,2
2	1970-71	660,00	-64
3	1971-72	739,00	131,4
4	1996-97	744,00	47,1
5	1911-12	834,00	-64
6	1969-70	891,00	68,3

Cuadro 6

660,00 Hm³ con un SOI de -64, sin embargo es reconocida mundialmente como "La Niña" -ver listado NOAA, por ej., 1971-72 con 739 Hm³ (SOI 131,4), lo que indicaría la presencia de un ciclo frío. Le siguen: 1996-97 con 744 Hm³ (SOI de 47,1), 1911-12 con 834,00 Hm³ (SOI de -64), pero en este caso no se cuenta con la información de la SST para confirmar el estado de la cupla océano-atmósfera; por lo tanto sería el único caso de no asociación entre derrame bajo y presencia posible "La Niña" y en 1969-70 con 891,00 Hm³ (SOI en este caso de 68,3).

Como en el caso anterior, se decide estudiar el comportamiento estacional del SOI para los años «La Niña» indicados.

La figura Nº: 7, muestra la marcha del SOI mensual para el año del almacenamiento de nieve que alimentará el derrame correspondiente al periodo considerado para los años en donde se produje-

FIG. Nº: 7. COMPORTAMIENTO DEL SOI PARA DERRAMES INFERIORES A 895 Hm²

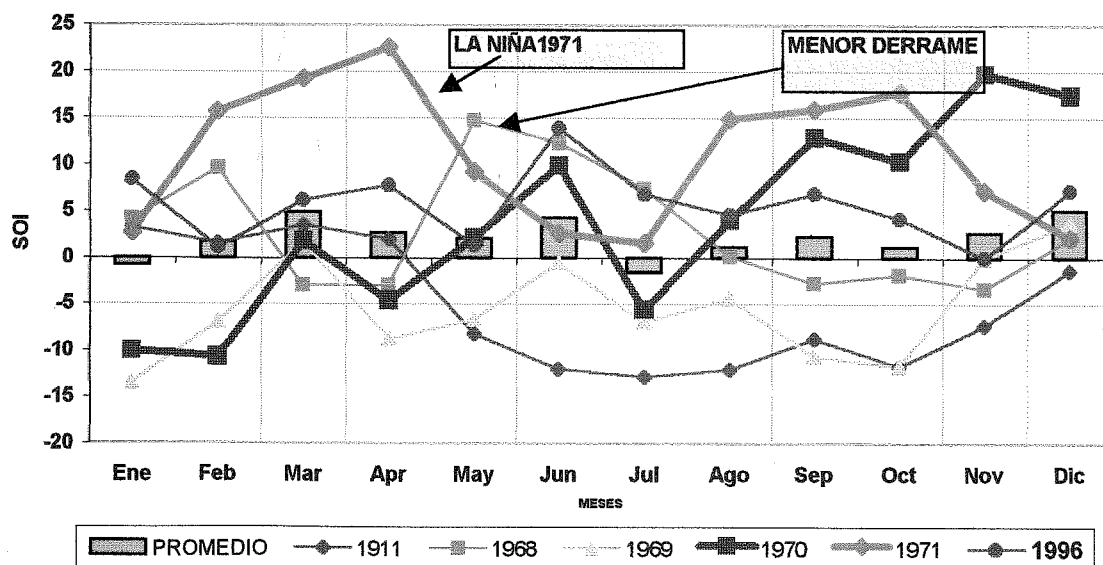
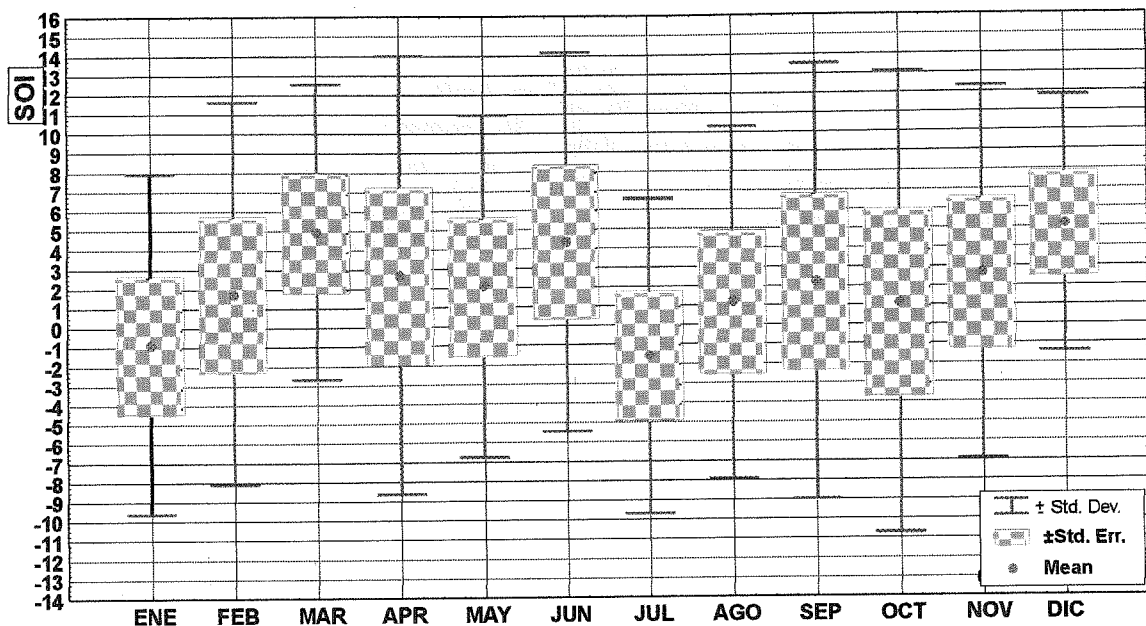


FIG. Nº 8. ESTRUCTURA DEL SOI PARA DERRAMES INFERIORES A 895 Hm 3



ron los escurrimientos inferiores o iguales a 895 Hm³, En la misma se puede apreciar un *promedio por encima de cero para todos los meses* y lo que es *más notorio*, en la temporada nival (de Abril a Agosto -salvo Julio, negativo pero muy cercano a cero-).

La figura Nº: 8 muestra la estructura estadística de los meses correspondientes a los años citados. En ella se puede ver que la mayor variabilidad la presentan: abril (en donde se dispara "El Niño" "La Niña" Minetti, et.al.(1999)), junio, septiembre y octubre. La menor variabilidad la presenta julio.

Los extremos son altos para la mayoría de los casos, salvo para julio que tiene un máximo bastante bajo.

De todo lo descrito hasta ahora que se podría inferir una asociación entre bajo derrame y la presencia de «La Niña» aunque no tan fuerte como la de: alto derrame con «El Niño»

Algunas Consideraciones Climatológicas.

Los mecanismos atmosféricos intervinientes en la posible teleconexión entre ENSO y derrame anual del río San Juan son muy complejos y su descripción escapa al propósito de este trabajo. Sin embargo se pueden realizar las siguientes simplificaciones de dichos procesos:

El fenómeno «El Niño» se dispara en abril del año cuando se produce, lo que tiene que ver con la oscilación estacional del Anticiclón Pacífico, y su clímax tiene lugar en diciembre debido a la alta radiación que ocurre en ese mes en las zonas ecuato-

riales. En general es aproximadamente anual, debido a que termina en junio del año siguiente, Minetti et. al. (1999).

El calentamiento del océano debilita al Anticiclón Pacífico cuando se produce «El Niño», lo que posibilita que mecanismos precipitantes tales como frentes de superficie, vaguadas y frentes de altura lleguen a la cordillera central con más frecuencia y de esta manera se generen las nevadas que alimentan al escurrimiento del río San Juan, siempre y cuando haya disponibilidad de humedad que depende principalmente del estado térmico de Océano Atlántico.

Además de lo dicho, en el invierno del Hemisferio Sur aparece el chorro subtropical anormalmente intenso y desplazado hacia el ecuador, originándose de esta manera un trend de ondas estacionarias de tipo Rossby a partir de la perturbación de la vorticidad que se extiende hacia latitudes medias y altas, Rutland (1989), lo que coadyuva a generar y a potenciar los mecanismos precipitantes citados.

«La Niña» se origina en general a mediados de un año alcanzando su máxima intensidad al final de este y disipándose a mediados del siguiente, (CPTEC/INPE -Brasil-).

Como «La Niña» es un episodio frío en el océano, potencia al Anticiclón Pacífico, extendiéndolo hasta Chile central y la Cordillera andina produciéndose de esta manera bloqueos a los mecanismos precipitantes y subsidencia, la que seca el ambiente por el calentamiento adiabático del aire que desciende, lo que generaría la sequía en los dominios nombrados.

CONCLUSIONES

No existe aleatoriedad al 99% en la asociación simple entre valor de SOI y derrame por debajo y por encima de lo normal. De lo que se puede inferir que con la presencia de un Océano Pacífico caliente, se verifica un 66% de derrames por encima de lo normal, mientras que con un Océano frío, hay un 64% de derrames inferiores a lo normal.

Para el caso de años reconocidos mundialmente con «El Niño» el promedio de los derrames correspondientes esta aproximadamente 1000 Hm³ por encima de lo normal y la media de los meses de Abril a Agosto (temporada nival) es negativa, lo que confirma la posible presencia de un evento «El Niño», durante los mismos. Son destacables los altos derrames asociados a los más famosos «El Niño», tales como los de: 1941, 1982-83, 1987 y 1997.

Mientras que para el caso de años con «La Niña» el promedio de los derrames están aproximadamente unos 600 Hm³ por debajo de lo normal y siendo el promedio de los meses de Abril a Agosto (temporada nival) positivo, que indicaría la presencia de un evento «La Niña», durante los mismos. Se destacan los bajísimos derrames asociados a las más famosas «La Niña», tales como los de: 1970 y 1995.

Para el caso de derrames extremos se podría inferir una fuerte asociación entre alto derrame y la presencia del fenómeno de «El Niño» y viceversa con la ocurrencia de «La Niña».

Por lo mostrado en el desarrollo del trabajo se nota una asociación estadísticamente significativa entre la ocurrencia del ENSO y el derrame del río San Juan, esto no implica pensar en que dicha asociación sea determinística puesto que las consideraciones hechas están sujetas a la aleatoriedad remanente de los test estadísticos empleados. Esto lo invalida como predictor único del derrame.

En el caso «El Niño» versus alto derrame la asociación parece ser más fuerte estadísticamente que para el de «La Niña» versus bajo derrame, sin embargo en este caso la explicación física resulta más convincente y sencilla.

BIBLIOGRAFÍA

- * **CARLETTO, M. C., J. L. MINETTI Y L. M. BARBIERI**, 1987. Distribuciones Probabilísticas De Los Escurrimientos Superficiales De Ríos Andinos. Revista Geofísica Nº 43, Madrid-España, paginas 85-91.
- * **KILADIS, G. N. and H.F. DIAZ**, 1989: Global Climatic Anomalies Associated with Extremes in the Southern Oscillation. J. of Climate 2, 1069-1089.
- * **MAISEL, L.** 1973. Probabilidad y Estadística. Fondo educativo interamericano. México.
- * **MENEGAZO de GARCIA, M. I. Y S. M. RADICHELLA**. 1982. Variación Climática Hidrológica En La Región Cordillerana Andina. Meteorológica volumen XIII Nº 1 Buenos Aires-Argentina. Pagina 49-62.
- * **MINETTI, J.L.** 1984. Algunos Avances En Métodos Predictivos Para El Escurrimiento Superficial De Ríos Andinos Centrales en la República Argentina. Jornadas de Hidrología de nieves y hielos en América del Sur. Programa Hidrológico Internacional UNESCO. Santiago - Chile.
- * **MINETTI, J. L, W. M. VARGAS and A. G. POBLETE**, 1999. Monitoring El Niño/ La Niña Event Through the Temperature of Lima (Perú). Climatic Change. (En proceso).
- * **MINETTI, J. L, W. M. VARGAS and A. G. POBLETE**, 1993: Comportamiento intraestacional e interanual del borde oriental del anticiclón del Pacífico Sur. Revista Geofísica 38, 79-89. IPGH - OEA.
- * **POBLETE, A. G. Y G. SÁNCHEZ**. 2000 Propiedades estadísticas básicas de los ríos San Juan y Jáchal. Inédito.
- * **QUINN, W H**, 1992 A study of the Southern Oscillation- related climatic activity for A.D.622-1900 incorporating Nile River flood data. El Niño-Historical and paleoclimatic aspects of the Southern Oscillation Chapter Six, 121- 149.
- * **RUTLANT, W** 1989. Variabilidad Intraestacional E Interanual En Regiones Extratropicales. Curso De Variabilidad Climática Y Su Impacto Ambiental. Departamento de meteorología. UBA. Buenos Aires.
- * **TRENBERTH, K.** 1997. The definition of El Niño. National Center for Atmospheric Research. Boulder. Colorado. USA.

GEOMORFOLOGIA DEL CORREDOR ANDINO DE AGUA NEGRA DPTO. IGLESIA, SAN JUAN.

Lic. Roberto Aníbal Moreno

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo corresponde a un estudio detallado de las formas y procesos del área del paso de Agua Negra, para ser utilizado en la evaluación de peligros naturales.

Corresponde al sector comprendido entre el poblado de Las Flores (Dpto. Iglesia, Provincia de San Juan) y el límite internacional con la República de Chile. Habiéndose seleccionado este tramo porque pese a su corta longitud, presenta una significativa variedad de procesos que, en repetidas oportunidades, han ocasionado diversos inconvenientes a la circulación de vehículos entre Chile y San Juan, produciéndose cortes en la ruta nacional N° 150.

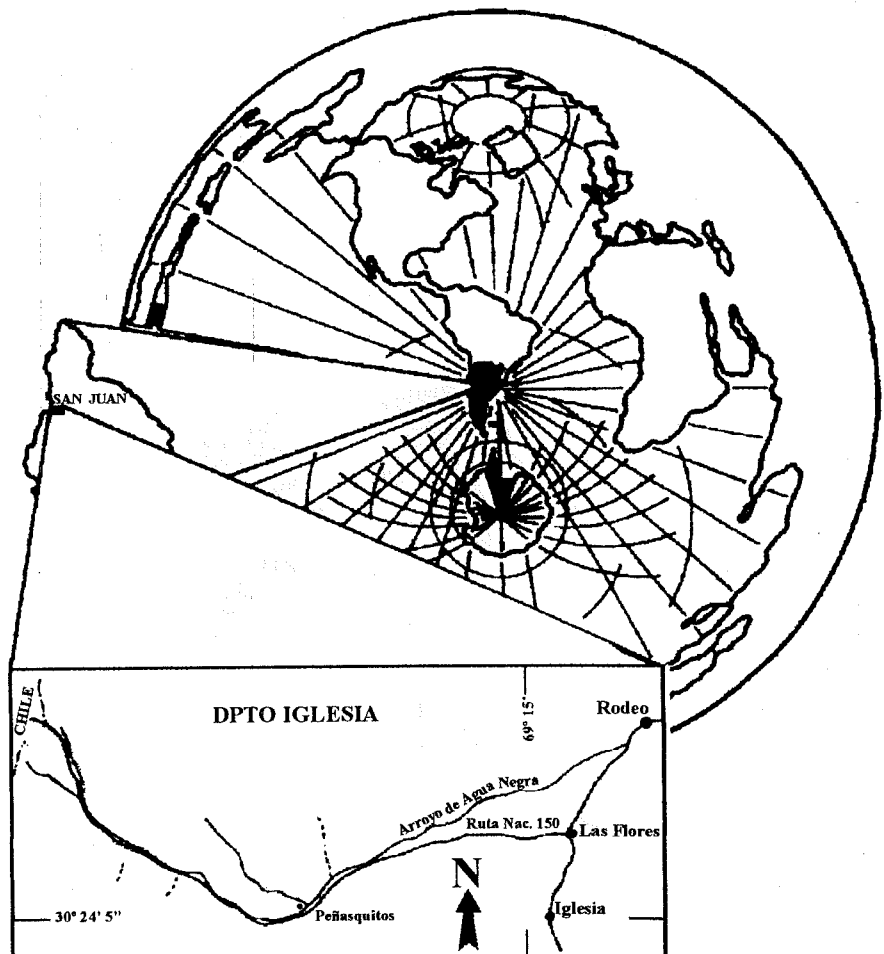
En primer término, se realizó la geomorfología general del área a escala 1:20.000 a fin de individualizar todas las formas del terreno presentes.

En el paso siguiente, en la misma escala, se cartografiaron los procesos que afectan las laderas, determinando que los predominantes son los derrubios por gravedad, la erosión lineal, la solifluxión o crio-fluxión, el creeping o reptación, la arroyada en surcos y la arroya-

da difusa.

La cartografía geomorfológica detallada servirá de base para la realización futura de una carta de Peligrosidad, que puede servir como una contribución a la hora de proteger este importante tramo del futuro Corredor Bi-Oceánico Porto Alegre (Brasil) - Coquimbo (Chile).

Localización del Area de Estudio



MAPA N° 1

AREA DE ESTUDIO

El área de estudio corresponde a la cuenca del arroyo de Agua Negra, comprende una superficie de 555,91 km² y se extiende entre el poblado de Las Flores (Dpto. Iglesia, San Juan), distante a 176 km de la ciudad de San Juan, y el límite con la República de Chile, a 85 km del anterior (Mapa Nº 1). El sector está comprendido entre los 30º 11' y 30º 24' Sur y los 69º 11' y 69º 49' Oeste.

Prácticamente el 44% (245 km²) del área, se desarrolla en el ámbito de la Cordillera Frontal; el 56% (311 km²) restante corresponde al sector pedemontano que desciende hacia la «depresión» Barral - Rodeo, valle longitudinal de origen tectónico, localizado entre la Cordillera de los Andes y la Precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza.

Es recorrida en casi toda su extensión por el arroyo de Agua Negra, el que aprovecha una línea de falla y ha excavado un profundo corte, conocido como «Quebrada de Agua Negra». El arroyo, de régimen glacio-nival, posee pobres caudales que no superan los 5 m³/s, siendo excepcionalmente mayores en algunas crecidas durante la época de derretimiento, éste, junto con el arroyo del Chito y los ríos de la Palca y Blanco, son afluentes del río Jáchal.

La quebrada de Agua Negra, divide dos cordones longitudinales, el Cordón de Olivares al Oeste y el de Agua Negra al Este, los cuales superan holgadamente los 5000 metros de altitud.

Esta quebrada es un valle que, fisonómicamente, presenta características especiales en cuan-

to a su forma y orientación. En primer lugar, desde el glaciar de Agua Negra hasta la confluencia con el arroyo de San Lorenzo presenta la típica forma en artesa glaciaria producto del avance de los hielos y su posterior retroceso. Desde ese lugar y hasta la salida de la quebrada, se transforma en un valle en forma de «V», debido al poder erosivo de las aguas de deshielo.

En cuanto a la orientación, el valle tiene una dirección Sureste hasta la zona de Ojos de Agua, para gradualmente torcer al Este, y finalizar su recorrido con una leve inclinación hacia el Noreste.

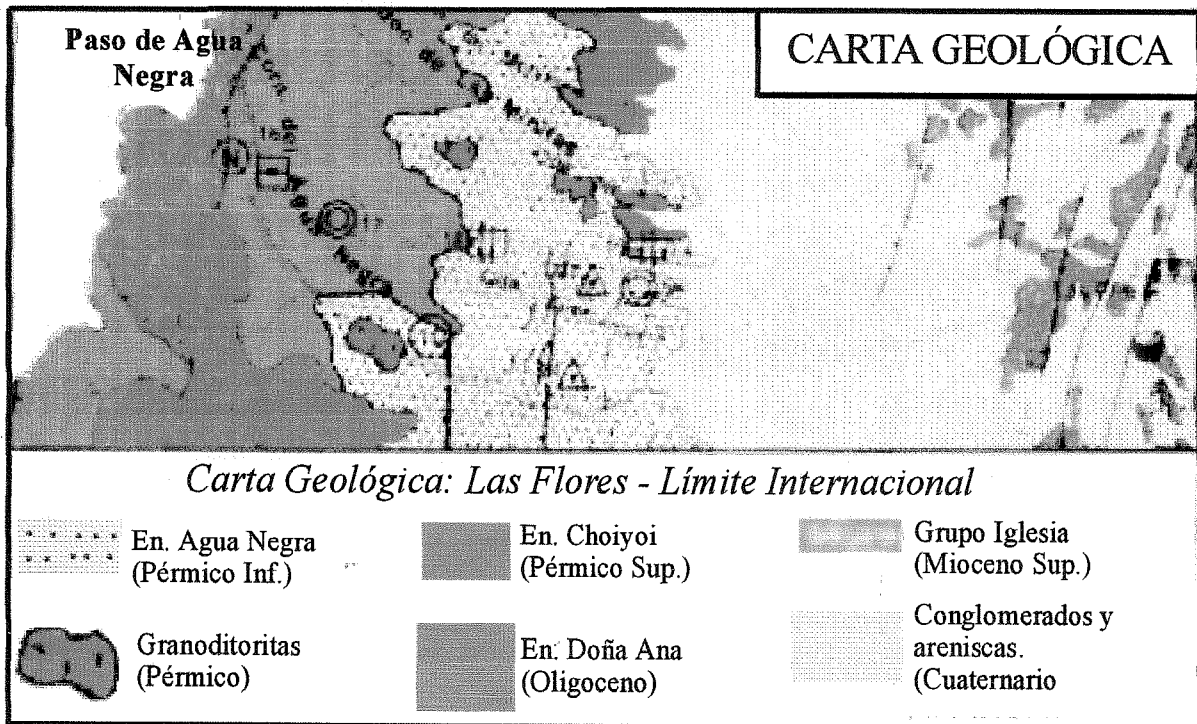
LA LITOLOGÍA

El sector estudiado recorre variadas formaciones litológicas. La primera corresponde en Las Flores al Grupo Iglesia, que se compone de rocas miocénicas entre ellas aglomerados, brechas, tobas, conglomerados, areniscas y pelitas. Las que han sido expuestas por un importante fallamiento que domina todo el sitio de Las Flores.

A continuación se encuentra una extensa zona de piedemonte, que mayoritariamente corresponde a un glacis, con una cubierta de conglomerados y areniscas cuaternarias.

Al ingresar en la quebrada de Agua Negra y hasta aproximadamente la quebrada Aspera, se recorre, por varios kilómetros, un grupo de areniscas, grauvacas, lutitas, calizas marinas y continentales de edad carbonífera denominado Formación Agua Negra.

Dentro de este ámbito, a la altura de Ojos de Agua, se atraviesa un cuerpo intrusivo compuesto



principalmente de granodioritas de edad pérmica.

Luego de estas formaciones aparece un sector de rocas del Pérmico superior conocidas como Formación Choiyoi, éste comprende volcanitas, tobas, areniscas y conglomerados continentales.

En el último tramo, ya en el límite con Chile, se encuentra una formación de volcanitas ácidas y mesosilíceas denominada Formación Doña Ana. El sector de estudio no llega a incluir esta formación en su área.

Por último se encuentra el Cuaternario con depósitos clásticos de remoción en masa, los sedimentos fluvio-glaciares al frente del Glaciar de Agua Negra, y los aluviones modernos en el lecho del arroyo de Agua Negra y en el de algunos tributarios.

CLIMA

El área de estudio se puede dividir en dos pisos climáticos muy diferenciados.

Desde el extremo superior del valle y hasta aproximadamente los 3000 m.s.m. se caracteriza por ser un clima frío de montaña, seco y de inviernos rigurosos, con una media invernal, según datos del Dpto. de Hidráulica de la Prov. De San Juan, de 0°C, con extremas que no superan los 25°C y de veranos frescos con una temperatura media de 12°C.

Las amplitudes térmicas son muy marcadas estacional y diariamente, ya que durante el día se pueden registrar máximas de hasta 20°C y descender en la noche a menos de 0°C.

Las precipitaciones son invernales en forma de nieve por encontrarse bajo la influencia de las masas del oeste, con medias pobres que varían entre los 100 a 200 mm., registrándose, sin embargo, inviernos con grandes acumulaciones que cierran el valle y no permiten el tránsito desde varios kilómetros antes del límite internacional.

Estas características climáticas convierten a este sector en un típico ambiente periglacial, lo que se verá demostrado en los procesos morfogenéticos actuantes en la zona.

A medida que la quebrada desciende, comienzan a variar gradualmente las condiciones climáticas, pasando a un clima templado seco, con inviernos más benignos. Las precipitaciones en forma de lluvia, con medias anuales menores a los 100 mm., son características de los ambientes secos ya que la mayor frecuencia se registra en la época estival, con grandes cantidades de agua en poco tiempo y en espacios reducidos.

En cuanto a las temperaturas (media anual de 20°C), si bien aumentan con respecto a la zona anteriormente descrita, también presenta grandes amplitudes térmicas diarias y estacionales, con mínimas anuales de 0°C y máximas de hasta 35°C.

LAS GEOFORMAS

El área de estudio se encuentra dentro de dos ámbitos geomorfológicos distintos. De Oeste a Este, un 45% se enmarca dentro de la Cordillera Frontal, el resto desciende hacia el valle longitudinal de Iglesia - Rodeo.

La Cordillera de Los Andes ocupa, en la República Argentina, su franja occidental, sirviendo de separación con Chile. Está constituida por tres importantes cordones montañosos denominados de Oeste a Este: Cordillera del Límite o Principal, Cordillera Frontal y Precordillera.

La quebrada de Agua Negra se desarrolla dentro del ámbito de la Cordillera Frontal. Esta es un gran macizo antiguo. Responde al clásico esquema de plegamiento en el Primario, erosión en el Secundario, formando dilatadas penillanuras y sobre elevación en bloques durante el Terciario debido al plegamiento de la Cordillera del Límite.

El macizo presenta cordones con orientación predominantemente Norte-Sur. Entre dos de ellos se encuentra la Ruta Nacional N° 150; estos son el de Olivares al Oeste y el de Agua Negra al Este. Ambos, como se mencionó anteriormente, sobrepasan los 5.000 metros de altitud.

El valle se puede dividir longitudinalmente en dos ambientes distintos. Desde la cabecera del valle hasta aproximadamente la zona de Ojos de Agua, es un sector donde la influencia de los procesos periglaciares han generado formas características y quedan restos de la acción glaciaria de cuerpos de hielo que aún existen.

Coronando el valle, sobre el lugar denominado La Olla, se encuentra el glaciar de Agua Negra. El mismo comprende un área de 1.2 km², parte del cual se encuentra cubierto por detritos provenientes de las vertientes laterales (Mapa N° 2).

Su «cota máxima de hielo descubierto es de 4970 m.s.m., y su cota mínima de 4550 m.s.m.» (Maturano, 1997).

Los límites del glaciar son rocosos y escarpados en el flanco occidental y suaves en la cabecera norte y costado oriental. La superficie del hielo es regular y se ve afectada sólo por grietas de origen tensional.

«Basándose en la composición del substrato a ambas márgenes y al frente del glaciar, se interpreta que la roca de fondo en la que se apoya el mismo es un pórfiro andesítico medianamente alterado» (Maturano, 1997).

Bajo el frente, en La Olla, se localiza un área de sandur, que es una extensa acumulación de se-

dimentos fluvio-glaciares aportados por el agua de fusión del glaciar.

Agua abajo, no se ha determinado la presencia de restos morénicos ni otras formas de modelado glacial, ya que estos han sido erosionados por las crecidas del arroyo de Agua Negra o se encuentran cubiertos por los depósitos derivados de la intensa dinámica de vertientes. Para poder determinar esto se hace necesario un estudio más detallado, con técnicas específicas. La forma en artesa del valle, por varios kilómetros, hace suponer hasta donde se extendió el hielo durante las glaciaciones cuaternarias.

El estudio del modelado producto de éste y los demás glaciares del área es muy interesante, ya que pueden ser una importante fuente de información acerca de las características de la última glaciación cuaternaria en la cordillera de Los Andes, de la que se cuenta con escasos estudios generales. Por otra parte, también puede ser de utilidad para establecer correlaciones sobre el avance de los glaciares, en el periodo citado, en relación a valles situados en otras latitudes.

En el área hay otros dos glaciares, pero en este caso de escombros, son los glaciares Sarmiento y Dos Lenguas.

El primero se encuentra en una quebrada, la de Sarmiento, que desciende a la margen derecha del arroyo. La ruta pasa a escasos metros del frente del mismo. Presenta una dirección noreste-sureste y posee un área de 0,69 km², «su largo es de 1.700 metros aproximadamente y su ancho de 470 metros» (Crocce, 1997). La base se encuentra a 4.600 m.s.m., y alcanza su máxima altura a los 4.950 m.s.m.

El glaciar dos Lenguas, como su nombre lo indica, está formado por dos lóbulos, de dirección este-oeste. Descansa sobre la margen izquierda del arroyo, haciendo que este se desvíe y se encajone contra la margen opuesta.

Su superficie es de 0,85 km², su largo aproximado es de 1.450 metros y su ancho promedio de 460 metros. Desciende sobre la margen izquierda del arroyo de Agua Negra a los 4.250 m.s.m., y es su altura máxima de 4.650 m.s.m.

«La altura de su frente es mayor que la del glaciar El Paso y más empinado, con una inclinación aproximada de 37°» (Crocce, 1997).

El estudio de este tipo de glaciares es de suma importancia en regiones como la nuestra, donde el agua es el recurso esencial, ya que estos son una gran reserva de la misma. Desafortunadamente, los estudios sobre los mismos y sus reservas hidrológi-

cas son escasos.

Las formas que predominan en este sector, son los grandes taludes de escombros de la margen derecha del arroyo, éstos tapizan grandes vertientes con derrubios muy finos producto de la intensa meteorización mecánica que caracteriza el área.

Los conos aluviales son numerosos, y se les ha dado el nombre de conos mixtos fluvio-nivales, ya que resultan del transporte de sedimentos por el agua de derretimiento de nieve. Estos aparecen en la culminación de casi todos los cursos de agua, sean permanentes o no. El tamaño de los mismos no es importante, ya que las cuencas que los alimentan son pequeñas, y también algunos han sido afectados por crecidas del arroyo de Agua Negra, erosionando parte de ellos y en algunos casos haciéndolos desaparecer completamente (Mapas N° 2 y N° 3).

Sus superficies se ven afectadas por los procesos de arroyada difusa y erosión lineal, también reciben el aporte de materiales provenientes de las vertientes adyacentes. A veces son coalescentes, y forman las denominadas «bajadas».

El proceso de crioflucción es muy importante en este sector, lo que determina la presencia, en la parte inferior de las vertientes, de lóbulos de crioflucción, por la acumulación continua de material. Estas formas aparecen especialmente sobre la margen izquierda del arroyo e inmediatamente aguas arriba de El Arenal (Mapa N° 2).

Los materiales fraccionados por procesos de termoclastismo y crioclastismo en mayor grado, forman considerables taludes de escombros que se embeben de agua de derretimiento, descendiendo ladera abajo por gravedad y por la propia lubricación proporcionada por el agua.

Al pie de las vertientes, con el cambio de pendiente, se acumulan al no poder continuar su desplazamiento, con un considerable espesor y generan una superficie aborregada, usual en depósitos donde la soliflucción juega un papel preponderante.

En algunas vertientes de pendientes acusadas, se observan canales por donde desciende el barro a manera de coladas en «laniéres» (Mikkan, 1999).

Los conos de escombros son escasos y sus dimensiones no son importantes, sólo son pequeños conos situados en ángulos muertos de las partes bajas de las laderas. La selección de sus materiales es normal, con una acumulación por gravedad de rocas de mayor calibre en sus partes inferiores.

El mayor número se localiza en la zona del cuerpo intrusivo de granodioritas (Mapa N° 3). En este sector los afloramientos rocosos forman abrup-

tas paredes y se encuentran muy diaclasados, esto favorece la caída de rocas y la formación de los conos de escombros.

Una vez que se transpone El Arenal, aparece sobre la margen derecha, un interesante canal de derrubios. Este desciende desde el frente del glaciar Olivares. Está formado por derrubios de granulometría fina que se han canalizado entre dos afloramientos rocosos.

Después de un corto trayecto aguas abajo, se localiza sobre la margen izquierda una importante serie de coladas de barro.

Son típicos procesos de descenso de barro, por efecto del agua de derretimiento de nieve y la gravedad, hasta encontrar un nuevo punto de reposo. Estos flujos se ven favorecidos por la ausencia casi total de manto vegetal, lo que acelera más el proceso y aumenta su violencia (Mapa N° 3).

Si bien los volúmenes de barro no son grandes, las coladas han realizado un amplio recorrido, en algunos casos de hasta 2.000 metros, desde la cicatriz de desprendimiento hasta la base de la ladera. Como se desarrollan entre afloramientos rocosos, han formado canales por donde desciende el barro. En ellos y en la superficie de las coladas actúan procesos como creeping y crioflujió.

La primera de ellas, parece no sólo haber llegado hasta el arroyo, sino haberlo taponado y cruzado hasta encontrarse con un resto de cono fluvio-nival de la margen opuesta. La escasa consistencia del barro no impidió que el arroyo rápidamente abriera y transpusiera la barrera que se le oponía a su normal escurrimiento.

A medida que descendemos desde este punto, los procesos periglaciares comienzan a perder importancia, para dar lugar a otros procesos más característicos de un ambiente templado seco. En éste predomina la erosión lineal, por la presencia de precipitaciones no sólo níveas, sino también en forma de lluvia. La caída de rocas o derrubios por gravedad también se intensifica por el diaclasamiento que favorece el crioclastismo y el termoclastismo.

En este sector predominan los cursos de agua temporarios, que se activan con las precipitaciones estivales.

Se observa, también, el aumento de formas estructurales, debido a la presencia de fallas que atraviesan la quebrada perpendicularmente. Esto ha generado numerosas crestas rocosas y hog-backs. Un buen ejemplo se localiza a la altura de la quebrada Aspera, donde las crestas presentan diferentes direcciones y buzamientos. El arroyo que recorre la quebrada Aspera ha aprovechado una exten-

sa falla que cruza transversalmente la quebrada de Agua Negra.

Estas formas estructurales favorecen el diaclamamiento e intensifican los procesos de meteorización por lo que aumenta la acumulación de derrubios por gravedad y la caída de rocas de gran tamaño.

En este tramo se impone la influencia del agua de lluvia por sobre la de derretimiento de nieve, por lo que los conos pasan a denominarse aluviales. Estos son numerosos, pero no de gran tamaño. Este esquema de formas se mantiene hasta la salida de la quebrada (Mapa N° 3).

Desde este sector, denominado Peñasquitos, se deja atrás el ambiente de montaña para hacer ingreso al valle de Iglesia - Rodeo. Desde aquí, el arroyo de Agua Negra tuerce hacia el Noreste, y sale del área de estudio (Mapa N° 4).

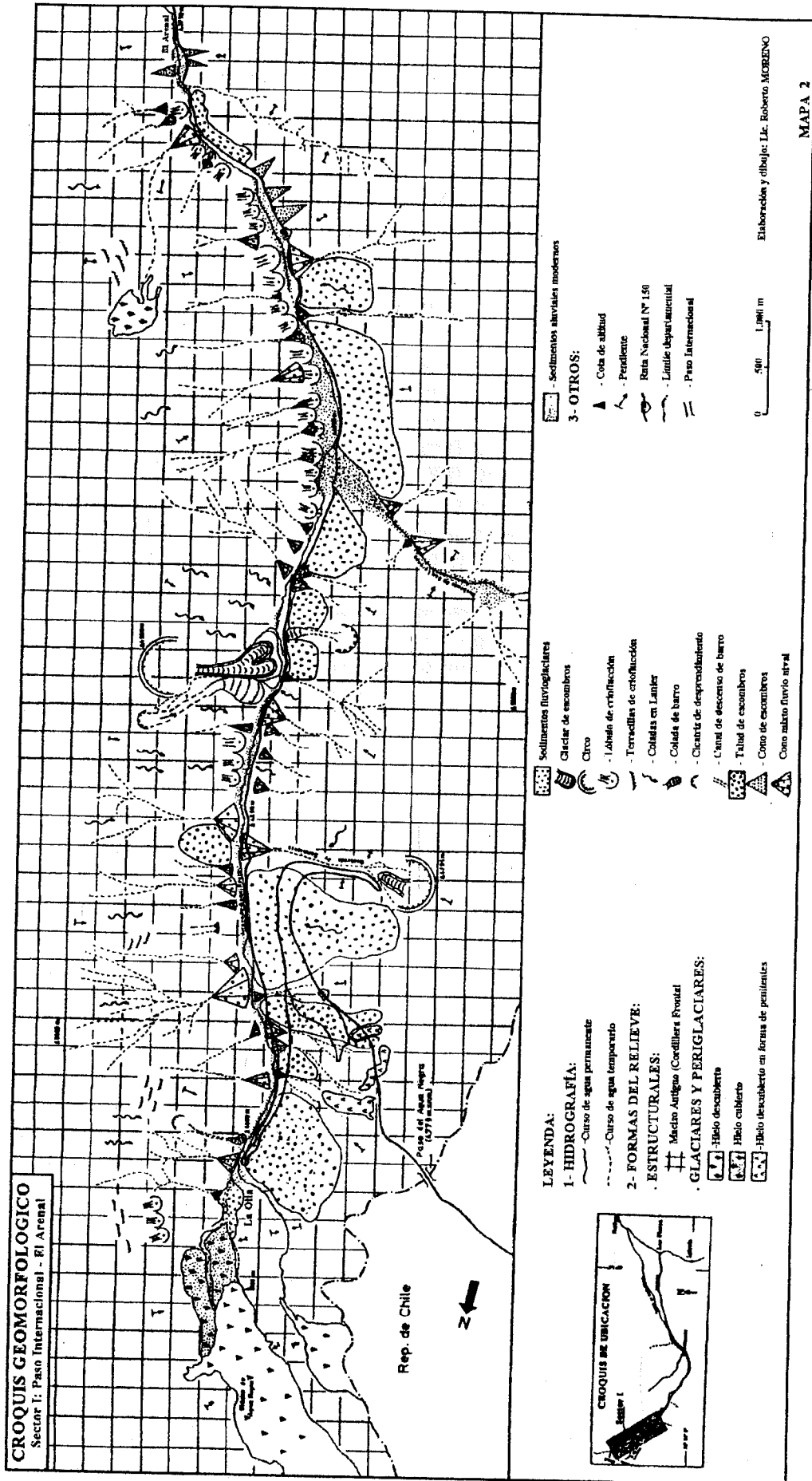
En esta dilatada zona de piedemonte se distinguen dos grandes formas. Primero, un extenso glacis que se continua hasta Las Flores, con una pendiente que no supera el 5%. Esta superficie de erosión ha arrasado un substrato continental, representado por areniscas con conglomerados y aglomerados, tobas y pelitas. Exhibe una cubierta de materiales típicos de los glacis, heterogéneos y heterométricos, en su mayoría conglomerados y areniscas provenientes de la cordillera Frontal.

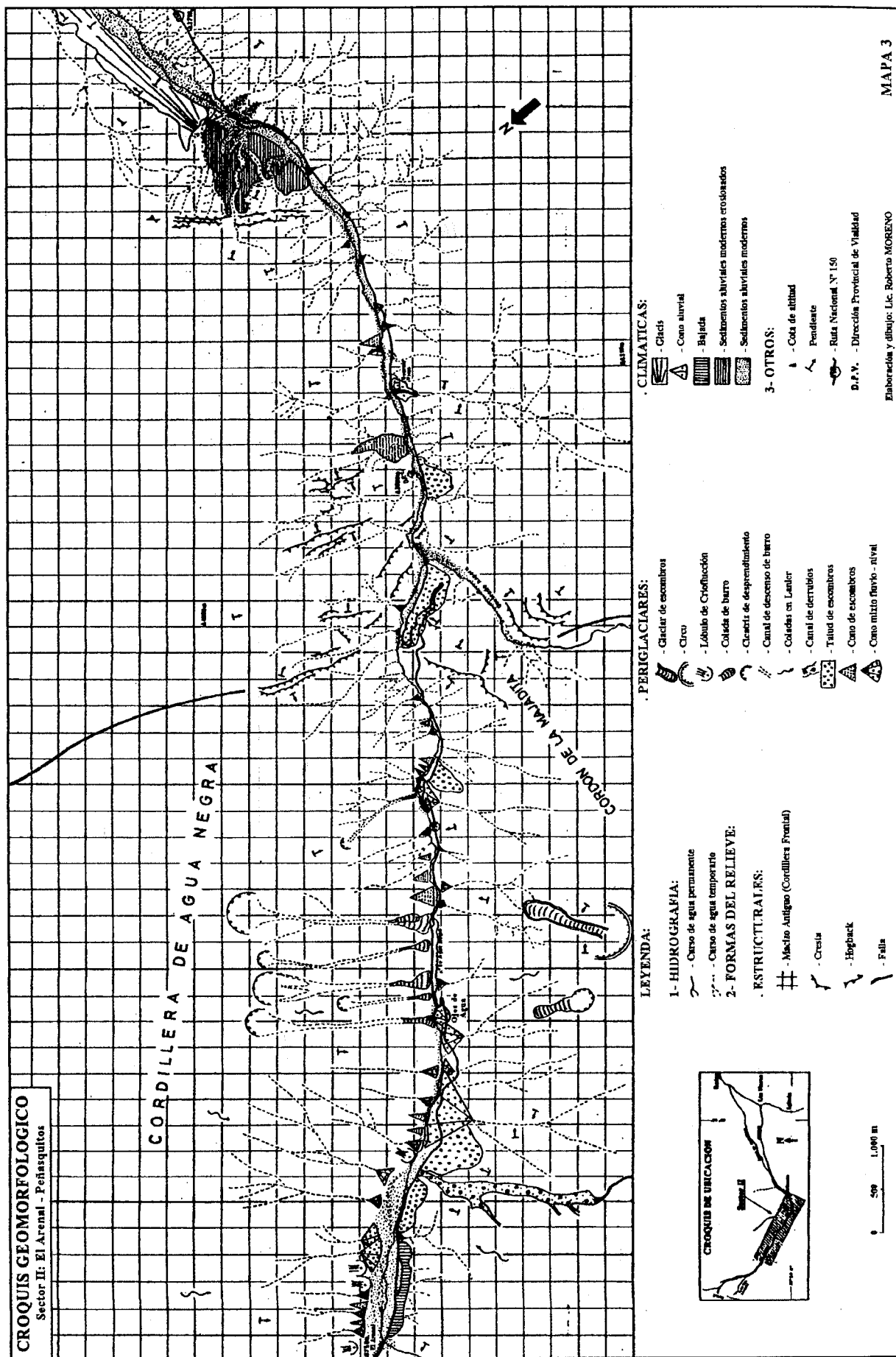
Por sobre éste reposan restos de un cono aluvial posterior cubierto de clastos medianamente rodados, correspondiente a la salida de los arroyos de Agua Negra y Arrequintín. Estos restos se encuentran muy erosionados y sus bordes han sido redondeados por este proceso.

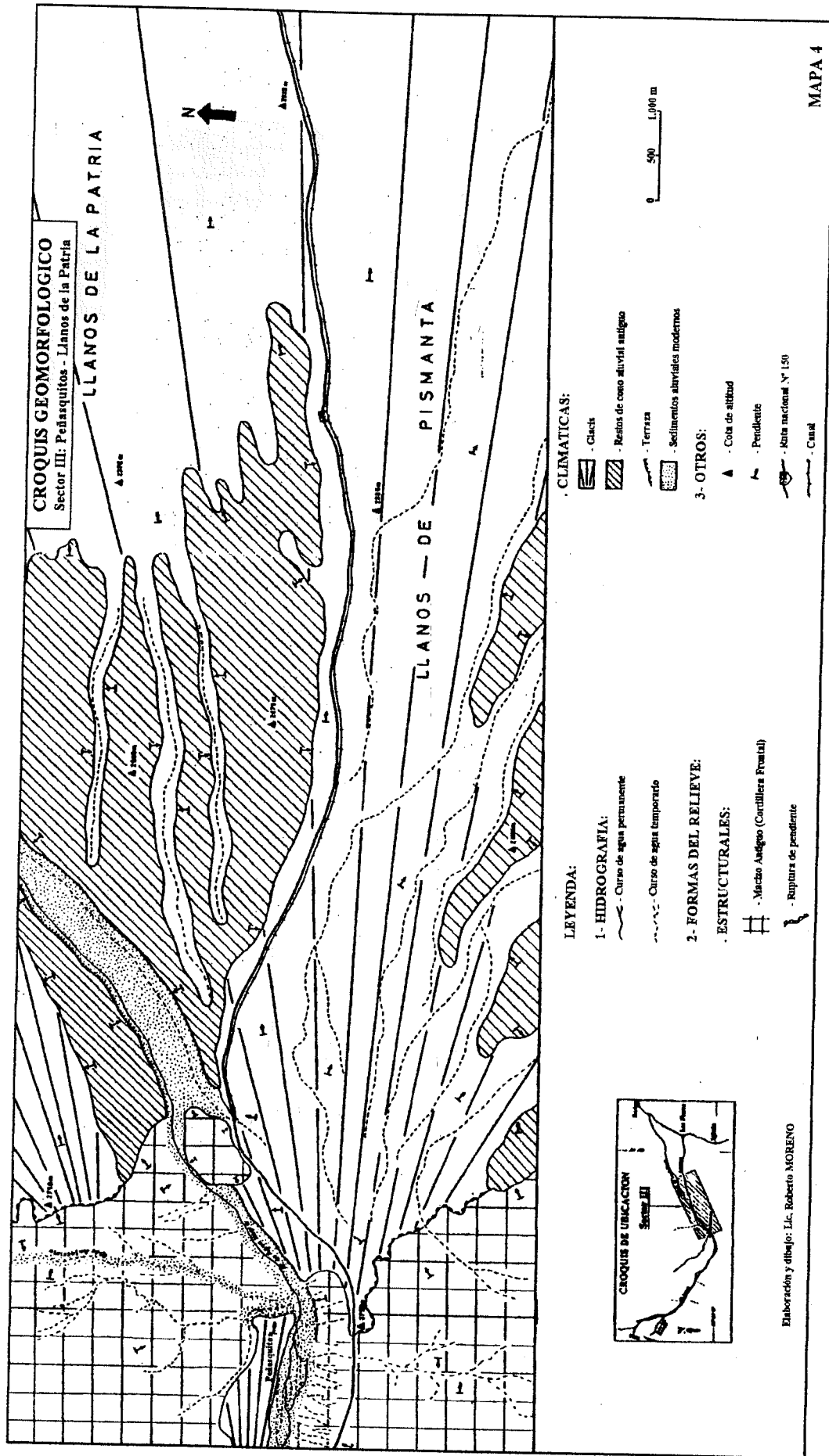
La parte distal del glacis se ve afectada por un intenso fallamiento (Mapa N° 5), que sigue la dirección general del valle (Norte-Sur). Esto ha elevado algunos sectores, formando cerros testigos, algunos de los cuales han sufrido una importante erosión, especialmente lineal. A estos se les ha dado el nombre de relieves de falla erosionados. En este sector se halla emplazada la población de Las Flores.

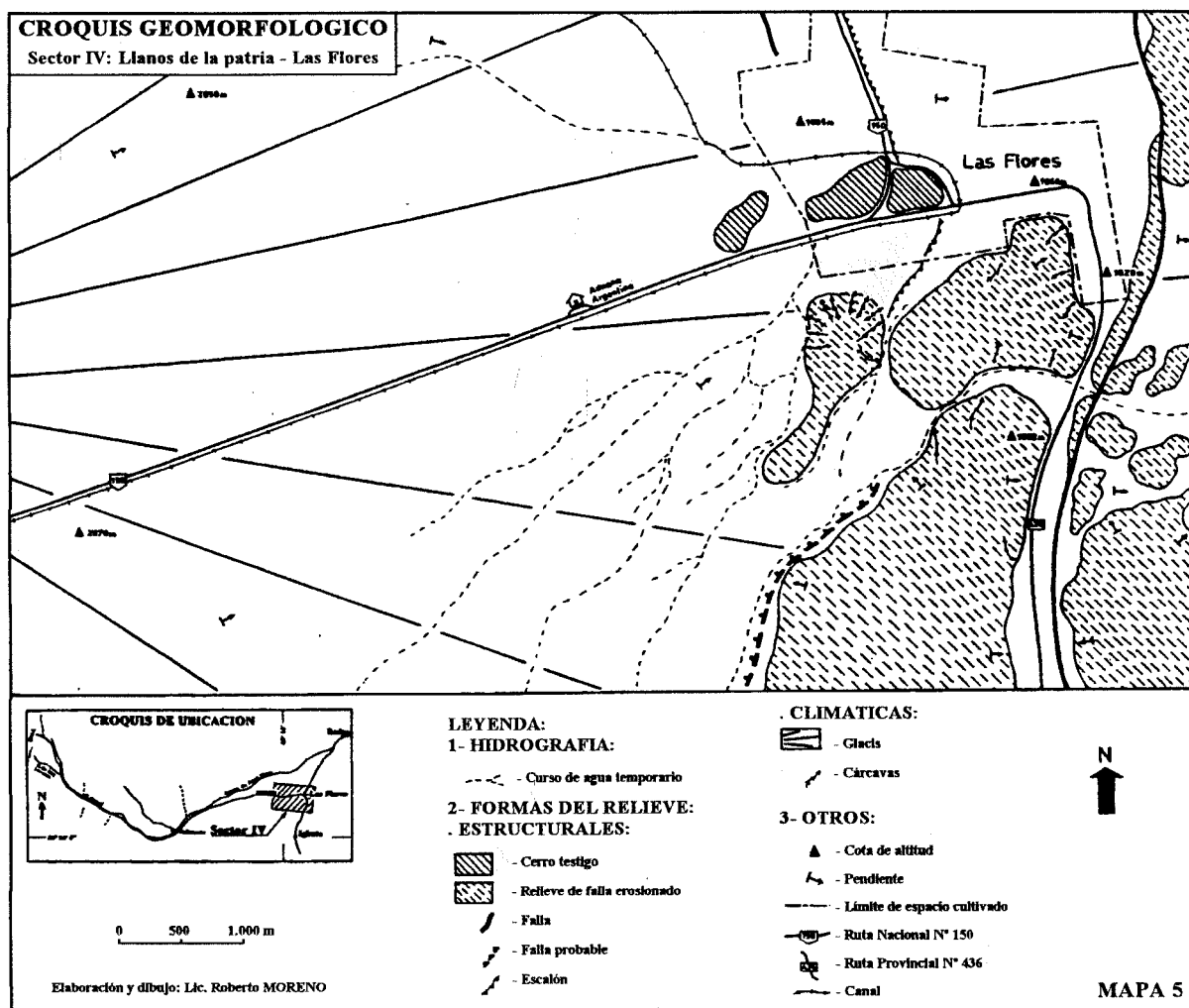
La ruta nacional N° 150, en su mayor recorrido dentro del área de estudio, divide dos llanos, el de La Patria al norte y el de Pismanta al sur (Mapas N° 4 y N° 5).

El marco de geofomas de toda el área de estudio, se completa con los sedimentos aluviales modernos. Se trata de sedimentos de fracción predominantemente gravosa y arenosa, que recubren los lechos de los principales cursos de agua. Dentro del arroyo de Agua Negra ocupan superficies y espesores considerables, esto determina, en algunos sectores, un anastomosamiento de la corriente de agua.









DINAMICA DE VERTIENTES

Derrubios por gravedad

La caída de rocas es el proceso de mayor frecuencia en el área de estudio. La mayor intensidad se comprueba en vertientes superiores al 40% de inclinación y en la zona del cuerpo intrusivo. En la mayoría de los casos, el desencadenamiento inicial es el diaclasamiento de las rocas. La ruptura se produce cuando el ensanchamiento de las diaclasas a través del material reduce su resistencia global, de tal modo que no puede soportar los esfuerzos de cizalla.

Si bien este proceso es más frecuente en el sector de granodioritas, se presenta también en prácticamente todo el resto del área de estudio, aunque con menor intensidad. Esto se debe a los cortes verticales realizados en el terreno para la construcción del camino. En este caso, los trabajos para la realización de estas obras, parecen haber debilitado las capas exteriores de las rocas, las que inestables, aportan gran cantidad de bloques.

Erosión lineal

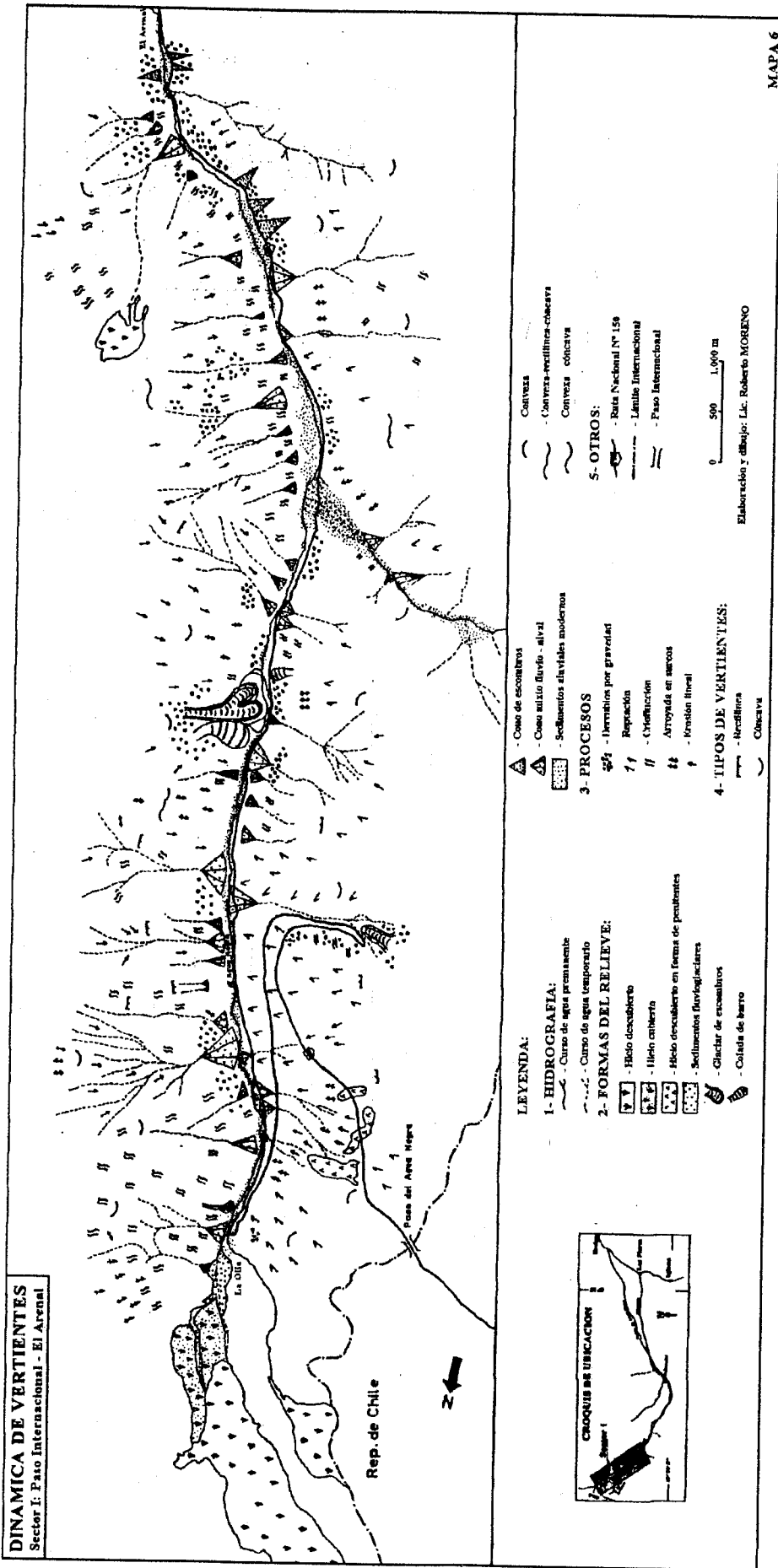
Por erosión lineal se consideran las incisiones en el relieve originadas por el agua, produciendo una profundización importante del lecho, que supera los 50 cm. Este proceso es el que le sigue en frecuencia a los derrubios por gravedad, afectando tanto a superficies rocosas como a cubiertas de material.

La actividad erosiva más importante del agua se produce principalmente en la época estival, a causa del derretimiento de nieve en la zona del curso superior del arroyo y de los aguaceros en el resto del área, estos imprimen al escurrimiento resultante un alto poder erosivo, favorecido por fuertes pendientes y pobre cobertura vegetal.

Dentro de la erosión lineal se ha diferenciado la arroyada en surcos. Esta también produce incisiones pero los canales tienen poca profundidad, siendo menores a 50 cm.

Criofluxión - Solifluxión

Se aplica esta denominación a desplazamientos lentos y superficiales del suelo, que no originan



catraces pero forman lóbulos pequeños que accidentan suavemente las laderas en su parte baja por acumulación de materiales.

En nuestro caso, está muy difundido y con bastante intensidad, esto se comprueba por los lóbulos al pie de las vertientes, ya que son de dimensiones importantes.

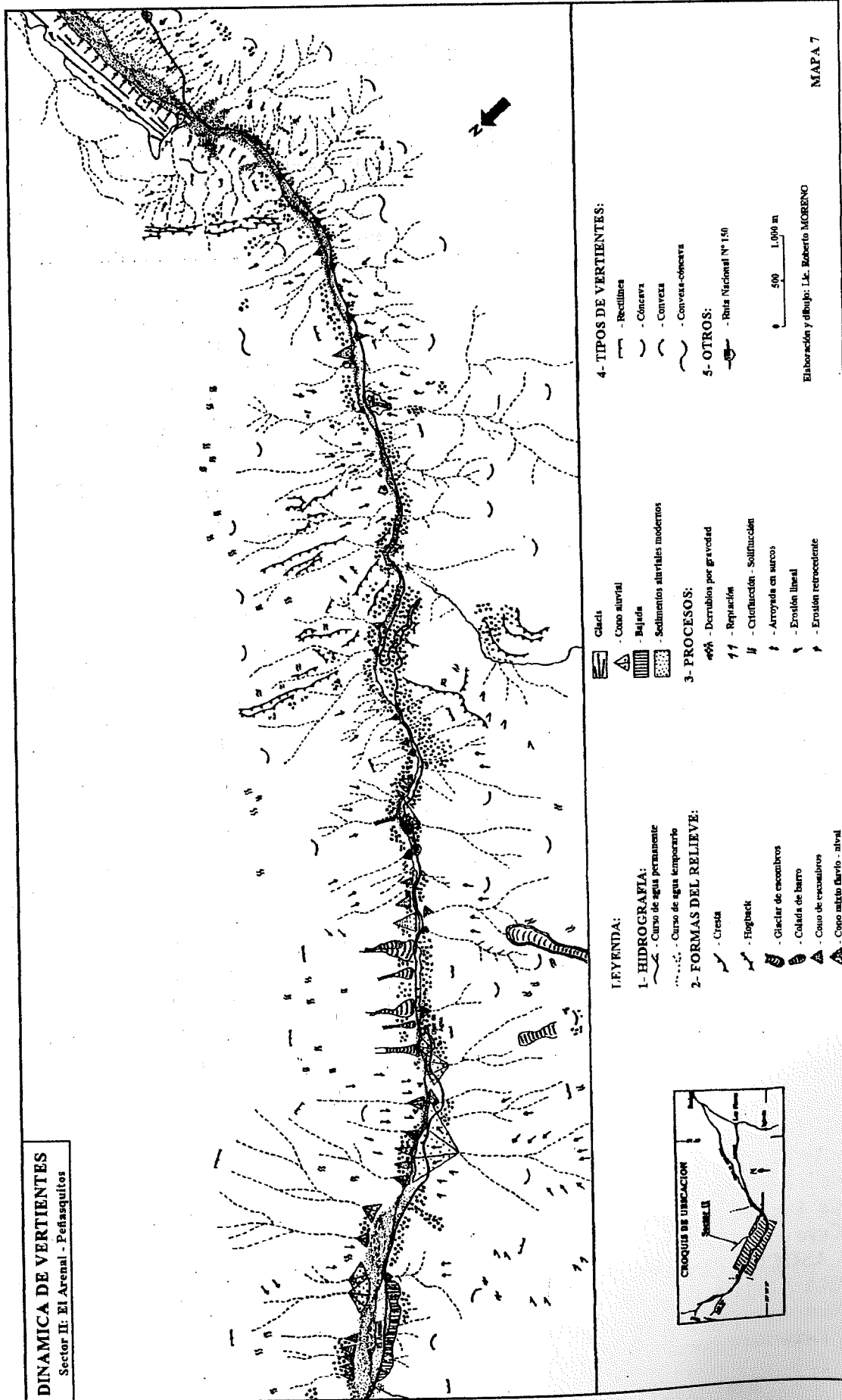
Creeping o reptación

La reptación se destaca en vertientes cubiertas por detritos granulométricamente pequeños, producto del crioclastismo, y se combina con el descenso de escombros de mayor calibre por gravedad. Esto se comprueba principalmente sobre los grandes taludes de escombros del sector aguas arriba de El Arenal.

El material muy diaclasado, fácilmente meteorizable, el agua de derretimiento y pendientes pronunciadas, más suelos con escasa o nula vegetación, se han combinado para ofrecer al creeping excelentes posibilidades de acción.

Arroyada difusa

Este proceso se destaca completamente en la zona de piedemonte, especialmente sobre el glacis, por debajo de los 2.500 m.s.m., en vertientes con menos de 19% de inclinación y con mediana cubierta vegetal.



CONCLUSION

En este trabajo se realizó un detallado estudio de las formas y los procesos existentes en el área de la Ruta Nacional N° 150, en el tramo comprendido entre Las Flores y el límite internacional con Chile.

El análisis de los procesos que afectan las vertientes y rigen su evolución, es indispensable para proyectar obras de ingeniería destinadas, por ejemplo, a la defensa y seguridad de los caminos. Con esa futura meta se concretó el análisis de las formas desarrolladas en este corredor andino, y los procesos y factores morfogénicos actuantes en las mismas.

Posteriormente, sobre la base de la cartografía geomorfológica detallada, se confeccionará, a modo de síntesis, una carta de peligrosidad, con la inclusión en ella de otros riesgos, no menos importantes, algunos de los cuales merecen ser estudiados particularmente en el futuro.

En la misma, se representarán los niveles relativos de peligros, presentes en todo el recorrido del camino.

La lectura de esta cartografía permitirá, en forma rápida y segura, detectar las zonas más problemáticas en la ruta, siendo necesario contar con otras cartas geomorfológicas para poder detallar los tipos, frecuencia e intensidad de los procesos actuantes.

Con todo esto, se puede estar convencido de que se está realizando un aporte positivo para el conocimiento de las formas y procesos presentes en el lugar, para ser utilizado en investigaciones posteriores no solo por geógrafos, sino por especialistas de otras ciencias. La solución de los constantes inconvenientes que provoca la dinámica de vertientes y otros fenómenos en este corredor andino, a veces no solo a causa de elementos naturales, sino también generados o intensificados por la mano del hombre, son también las metas a las que se debe apuntar en ésta y otras zonas similares.

Bibliografía

- APARICIO, E., 1975, Mapa Geológico de San Juan. En Revista del Instituto de Investigaciones Geológicas, Univ. Nac. de Cuyo.
- APARICIO, E., 1996, Rasgos Geomorfológicos de la Provincia de San Juan. Fac. de Ingeniería y Cs. Exactas, Físicas y Naturales; Univ. Nac. de Cuyo.
- ASOCIACION ARGENTINA DE GEOLOGIA APLICADA A LA INGENIERIA, 1995, Simbología para Mapas Geológicos - Ingenieriles. Publicación Especial N°2. Córdoba, Argentina.

- CAPITANELLI, R., 1992, Geomorfología. Procesos y Formas del Modelado de los Terrenos. En Colección Geográfica, Volumen N° 2. Edit. CEYNE (Buenos Aires). Argentina.
- CAPITANELLI, R.; 1998, Geografía Física y Medio Ambiente. Edit. Ecogeo (Mendoza). Argentina.
- CENTENO, J. y otros, 1994, Geomorfología Práctica. Ejercicios de Fotointerpretación y Planificación Geoambiental. Edit. Rueda (Madrid). España.
- COQUE, R., 1984, Geomorfología. Edit. Alianza, (Madrid). España.
- CROCCE LOPEZ, F., 1997, Aplicación de Métodos Geofísicos en los Glaciares de Roca. El Paso y Dos Lenguas. Departamento Iglesia- San Juan. Tesis de Licenciatura, Facultad de Cs. Ex. Fcas. y Nat. Dpto. de Geofísica y Astronomía. U.N.S.J.
- DERRUAU, M., 1970, Geomorfología. Edit. ARIEL (Barcelona). España.
- KOKOT, R., 1998, Geomorfología del área de Paso del Agua Negra. San Juan. Argentina. En: Actas X Congreso Latinoamericano de Geología y VI Congreso Nacional de Geología Económica, Vol. I. (Buenos Aires). Argentina.
- MATURANO, A., 1997, Estudio Geofísico del Glaciar de Agua Negra, San Juan. Tesis de Licenciatura, Facultad de Cs. Ex. Fcas. y Nat. Dpto. de Geofísica y Astronomía. U.N.S.J.
- MIKKAN, Raúl, 1997, Geomorfología y Dinámica de Vertientes del Valle del río Mendoza entre las Estaciones Guido y Uspallata. Provincia de Mendoza, Rep. Argentina. En revista de Estudios Regionales. CEIDER (Mendoza). Argentina.
- PEDRAZA, J. de y otros, 1996, Geomorfología. Principios, Métodos y Aplicaciones. Edit. Rueda (Madrid). España.
- PEÑA MONE, J. y otros, 1997, Leyenda para Mapas Geomorfológicos a Escala 1: 25.000/ 1: 50.000. En PEÑA MONNE y otros: Cartografía Geomorfológica Básica y Aplicada. Edit. Logroño (Zaragoza). España.
- PERUCCA, J. y CARRIZO, M., 1998, Riesgos Naturales en la Ruta de Agua Negra. En: Actas X Congreso Latinoamericano de Geología y VI Congreso Nacional de Geología Económica, Vol. I. (Buenos Aires). Argentina.
- RICE, R., 1983, Fundamentos de Geomorfología. Edit. Paraninfo (Madrid). España.
- VERSTAPPEN, H. y VAN ZIUDAM, R. 1991, El Sistema ITC para Levantamientos Geomorfológicos. ITC. Publicación N 10. Holanda.