

# EL CLIMA Y EL AMBIENTE GEOCRIOGENICO DE ALTA MONTAÑA DE CAJON DEL RUBIO, CORDILLERA PRINCIPAL, MENDOZA

Por

Ana Lía Ahumada \*

## ABSTRACT

**Climate and high mountain geocryogenic environment in Cajón del Rubio, Cordillera Principal, Mendoza.**- The analysis of 3 years to meteorological data from Cajón del Rubio (4200 m.a.s.l.) Cordillera Principal, Mendoza, Argentina, compared with 30 years of observation in Cristo Redentor and Puente del Inca allowed to estimated mean annual temperatures  $-4^{\circ}$  and the total precipitation in about 600mm/year. This climatic conditions and geofoms association (rock glaciers, gelifluction, patterned group and talus) define areas affected by high mountain permafrost.

## Introducción

El fenómeno de congelamiento de la corteza terrestre no sólo se encuentra en las regiones cercanas a los polos sino también en las zonas templadas y tropicales por debajo o por encima de la línea de nieve permanente, como consecuencia de la zonación vertical de intercambio de calor que se da entre el suelo y la atmósfera.

Según el American Geological Institute en su Glossary of Geology (1972), *Geocriología* es el estudio de hielo y nieve en la Tierra, especialmente el estudio del permafrost. Según Corte (1982), la Geocriología se ocupa de la investigación de los fenómenos del frío en las cuatro criósferas del planeta: la atmósfera, la hidrósfera, la superficie de la tierra y la litósfera. Se ocupa también de las leyes y procesos que intervienen en el congelamiento de los materiales en superficie y dentro de la corteza de la tierra, como así también de las consecuencias de las actividades productivas y constructivas del hombre.

Aquí trataremos los parámetros climáticos de campo que permiten reconocer la actividad de un ambiente geocriogénico andino en la Cordillera Principal, específicamente la región correspondiente a las Nacientes del valle del río de las Cuevas, Cajón del Rubio. La zona presenta glaciares descubiertos y de escombros actualmente, por lo que configura un área con asociaciones de geofomas geocriogénicas que determinan diferentes campos de acción de los fenómenos de congelamiento del suelo (fig.1). En alta montaña el ambiente geocriogénico se encuentra distribuido zonalmente a medida que se asciende. Los valores de altura en los que se encuentran estas zonas varían transicionalmente con la latitud; a medida que nos acercamos al Ecuador la zona de permafrost de montaña se encuentra en los niveles más elevados.

Baranov (1959) en su evaluación geográfica del permafrost y suelo estacionalmente congelado, calcula a nivel global, que el permafrost de montaña ocupa un 2% del total del área correspondiente a este fenómeno.

Actualmente el permafrost alpino ha sido reconocido en varias regiones del hemisferio norte, donde constituye un área de

---

\* Fundación Miguel Lillo. Universidad Nacional de Catamarca



lugar	meses											
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
3829 m. snm Cristo Redentor	5,7	4,6	3,2	0,7	-3,4	-7,0	-8,0	-5,1	--	--	--	--
4200 m. snm Cajón del Rubio	1,8	1,1	0,0	-4,6	-7,1	-10,3	-9,4	-7,3	--	--	--	--

TABLA I. Datos de temperatura\* de Cristo Redentor y Cajón del Rubio (años 1981, 1982, 1984).

m.es m. snm	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1.500	19,3	--	--	--	--	--	5,3	--	--	--	--	--
2.000	16,4	15,3	12,5	9,8	7,0	4,7	3,8	4,2	6,2	9,6	12,4	15,4
2.500	14,9	13,9	11,6	9,0	5,4	2,4	1,0	1,8	4,6	7,6	10,3	13,7
3.000	11,6	11,0	8,8	6,4	2,6	-0,4	-1,9	-1,1	1,5	4,3	6,7	10,2
3.500	7,1	6,6	4,1	2,6	-1,0	-3,8	-5,0	-4,5	-2,5	0,0	1,8	5,5
4.000	2,6	2,3	0,2	-1,4	-4,4	-7,1	-8,0	-8,0	-6,6	-4,3	-3,0	0,6
4.500	-2,0	-2,0	-4,0	-5,4	-7,8	-10,4	-11,0	-11,5	-10,7	-8,6	-7,8	-4,3

TABLA II. Transecta altitudinal de registros de temperatura\* (Minetti, 1984).

período	VERANO	INVIERNO
$\Delta C.R - P.I$	3,2	2,4
$\Delta$ muestra simultánea	3,5	2,3
$\Delta$	-0,3	0,1

TABLA III. Comparación de gradientes de campo e interpolaciones

\* En todos los casos se trata de temperaturas medias mensuales.

232,6 x 104 km<sup>2</sup>: el 80,4% se encuentra en Asia, el 19,4% en América del Norte y sólo el 0,2% en Europa. (Fujii and Higuchi, 1978).

En Argentina, Corte (1953) define el límite criopedológico a 3.700 m s.n.m. en la Laguna de Diamante Cordillera Principal. En 1955 describe la presencia de grandes suelos estructurados en el volcán Tuche, a 5.480m s.n.m. Igarzábal (1983) indica para la ladera E de la Cordillera Oriental, en 4.500 m s.n.m., la presencia de glaciares de escombros.

En la Cordillera Frontal, Cordón del Plata, Buk (1984) encuentra el límite inferior del permafrost en 4000 m s.n.m. Trombotto et al (1984), Ahumada y Trombotto (1984) ubican en la región del cerro El Plata, el mismo límite altitudinal.

#### *Determinación de parámetros climáticos en las Nacientes del río de las Cuevas.*

Para la determinación de las variables climáticas que actúan en Cajón del Rubio o Nacientes del río de las Cuevas fue necesario utilizar los datos obtenidos por el Servicio Meteorológico Nacional (1958, 1962, 1972) en su estación de Cristo Redentor a 3.829 m s.n.m. La estación carece de registros pluviométricos y para los años 1981, 1982, 1983 se recurrió a los datos publicados por World Monthly Weather Review. Los valores en Cristo Redentor son obtenidos de acuerdo con las normas instrumentales y de lecturas vigentes para todas las estaciones del S.M.N.

Además se cuenta con datos de temperatura tomados en el refugio del IANIGLA, en Cajón del Rubio, a 4200 m s.n.m., en los años 1981, 1982, 1983. Los mismos fueron obtenidos mediante un termógrafo automático Grant que realiza lectura de temperaturas con sensores puntuales. La frecuencia de lectura establecida fue de dos horas y se colocó el sensor a 1,5m del suelo. Como podrá observarse en la Tabla I, las interrupciones corresponden generalmente

a los períodos en que las precipitaciones níveas impiden el ingreso en el área y hacen imposible el recambio de fajas de los instrumentos.

#### *Temperatura*

En términos climáticos no se puede hablar de valores medios de temperatura si no se cuenta por lo menos con diez años de registros. La región de Cajón del Rubio no cuenta con lecturas de esa magnitud, pero no podíamos, tampoco, desaprovechar los datos del período de tres años antes mencionado.

Por lo tanto, usamos los datos elaborados por Minetti (com. esc. 1984), para una transecta altitudinal con los registros de temperatura de las estaciones del S.M.N. Mendoza, Villavicencio, Puente del Inca y Cristo Redentor (Estadísticas Climatológicas 1941-50). Esta transecta logra las interpolaciones en base a la diferencia de altura en las estaciones (Tabla II).

Con esta elaboración de datos se logró obtener una idea aproximada de los valores de temperaturas existentes para regiones por encima de los 4000 m s.n.m., próximas a la última estación del S.N.M. ya que el mismo no cuenta con estaciones que superen esta altura. Averiguamos la temperatura de Cajón del Rubio, por extrapolación del gradiente Puente del Inca-Cristo Redentor, sabiendo que el mismo es, para el trimestre enero-febrero-marzo (verano) 0,860 °C cada 100 m y que la diferencia de altura entre Cristo Redentor y Cajón del Rubio es de 371 m.

Obtenemos para el verano un valor de temperatura que debería ser de 3,2°C y para el invierno 2,4°C menos en Cajón del Rubio con respecto a Cristo Redentor.

Para comprobar la validez de esta interpretación tomamos los datos de temperatura de Cristo Redentor para el mismo período de lectura de Cajón del Rubio, 1981-1982-1983, Tabla I. En una muestra del trimestre de

	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	$\Delta h$
Temp. media (41/70) CRISTO REDENTOR	3,9	3,6	2,0	-0,3	-3,3	-6,6	-6,8	-6,5	-5,0	-3,3	-0,4	2,5	-1,7
Temp. media (41/70) PUENTE DEL INCA	14,1	13,8	11,7	8,5	4,7	0,7	0,1	1,4	4,0	6,7	10,2	13,0	7,4
$G_t = \Delta t / \Delta z \cdot 10^{-4}$	96	92	87	79	72	66	62	71	81	90	96	95	82
$G_t \cdot \Delta z$	3,6	3,4	3,2	2,93	2,67	2,44	2,3	2,6	3,0	3,3	3,56	3,52	3,04
Temperatura media CAJON DEL RUBIO	0,3	0,2	-1,2	-4,4	-5,9	-9,04	-9,1	-9,1	-8,0	-6,6	-3,9	-1,0	-4,7
Temp. máx. media (41/70) C. REDENTOR	9,9	9,6	7,3	3,8	0,2	-3,3	-3,2	-2,8	-1,0	2,0	4,5	8,1	0,9
Temp. máx. media (41/70) P. del INCA	20,6	20,5	18,6	15,5	10,4	6,0	5,5	7,3	10,1	12,1	15,9	18,7	18,3
$G_t = \Delta t / \Delta z \cdot 10^{-4}$	96	98	102	106	92	84	74	91	100	91	103	96	112
$G_t \cdot \Delta z$	3,6	3,6	3,8	3,9	3,4	3,1	2,7	3,3	3,7	3,3	3,8	3,5	4,1
Temp. máx. media CAJON DEL RUBIO	6,3	6,0	3,5	-0,1	-3,2	-6,4	-5,9	-6,2	-4,7	-1,4	0,7	4,5	-0,5
Temp. mín. media (41/70) C. REDENTOR	-0,3	-0,5	-1,9	-3,8	-6,4	-9,9	-10,5	-10,1	-8,8	-6,8	-4,0	-1,8	-5,4
Temp. mín. media (41/70) P. del INCA	6,0	5,6	4,0	1,4	-1,3	-4,9	-5,2	-4,0	-2,3	-0,2	3,0	5,0	0,5
$G_t = \Delta t / \Delta z \cdot 10^{-4}$	57	55	53	47	69	45	48	55	59	60	63	61	53
$G_t \cdot \Delta z$	2,11	2,04	2,0	1,7	2,5	1,6	1,7	2,0	2,18	2,2	2,3	2,2	1,9
Temp. mín. media CAJON DEL RUBIO	-2,4	-2,5	-3,9	-5,5	-8,9	-11,6	-12,3	-12,1	11,0	-9,0	-6,3	-4,0	-7,4

REF.:  $G_t$ : gradiente de temperatura -  $\Delta t$ : diferencia de temperatura entre C. Redentor y C. del Rubio  
 $\Delta z$ : diferencia de altura entre C. Redentor y C. del Rubio.

Tabla IV. Cálculo por gradiente de temperatura media anual, máxima y mínima de

TABLA IV.- Cálculo por gradiente de temperatura media anual, máxima y mínima de Cajón del Rubio.

meses variables	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	Δh
PA	17,3	15,6	13,2	10,2	8,1	4,5	7,2	9,0	11,7	14,5	16,7	17,6	
ΔT	0,3	0,2	-1,2	-4,4	-5,9	-9,0	-9,1	-9,1	-8,0	-6,6	-3,9	-1,0	-4,7
HR	0,57	0,55	0,54	0,54	0,56	0,59	0,55	0,57	0,58	0,64	0,59	0,57	
Eo (diaria)	2,4	2,3	1,8	1,1	0,7	0,5	0,5	0,6	0,8	1,1	1,8	2,3	
sublimación													
Adaptación de Eo a Es			1,56	0,95	0,61	0,43	0,43	0,52	0,70	0,95	1,56	2,00	
Eo y Es (diarias)	2,4	2,3	1,6	1,0	0,7	0,4	0,4	0,5	0,7	1,0	1,7	2,0	
E	74,4	64,4	49,6	30,0	21,7	12,0	12,4	15,5	21,0	31,0	51,0	62,0	445
P	3,5	2,0	16,0	26,5	49,5	131,5	107,0	67,5	34,0	21,5	28,5	12,5	500
P - E	-70,9	-62,4	-33,6	-3,5	27,8	119,5	94,6	52,0	13,0	-9,5	-22,5	-49,5	
ganancia													
Δ	140,0	38,8	2,6	1,0	28,8	148,3	242,9	294,9	307,9	298,4	275,9	226,4	
En	15,5	38,8	2,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

REF.: P : Precipitación  
 ΔT: Variación de temperatura  
 HR: Humedad relativa  
 Δh: Variación de altura  
 Δ : Almacenamiento

Eo: Evaporación diaria  
 Es: Evaporación por sublimación  
 En: Escurrimiento de nieve derretida  
 E : Evaporación mensual  
 RA: Radiación entrante en el borde sep. de la atmosfera

TABLA V: Balance Hídrico adaptado según método de Hargreaves.

verano con medias simultáneas de 6 meses, arrojó un valor de 3,5°C de diferencia, y en el trimestre de invierno, con 5 muestras de medias simultáneas, arrojó 2,3°C (Tabla III).

Las diferencias existentes entre los registros de Cajón del Rubio-Cristo Redentor (observaciones de campo) y por el gradiente Puente del Inca -Cristo Redentor (interpopaciones), están dentro de los márgenes considerados como error de estimación o medición de instrumental.

En virtud de la semejanza entre los datos reales y los datos de interpolación se usó para el cálculo de la temperatura media mensual y anual del Cajón del Rubio el gradiente Cristo Redentor-Puente del Inca, lo que permitió trabajar con datos de 30 años (Estadísticas Climatológicas 1950, 1960, 1970).

La temperatura media anual de Cajón del Rubio es de -4,7°C, según el gradiente Cristo Redentor-Puente del Inca. (Tabla IV).

Por otro lado en el Cajón del Rubio las condiciones de temperatura máximas medias mensuales muestran un cuadro de siete meses, abril a octubre con condiciones por debajo de 0°C (Tabla IV), quedando sólo 5 meses al año, desde noviembre hasta marzo, con temperaturas por encima de 0°C. La amplitud térmica anual para Cristo Redentor es de 11,1°C, para Cajón del Rubio es de 9,4°C.

#### *Marcha diaria de la temperatura*

La marcha diaria de la temperatura en Cajón del Rubio (datos IANIGLA, 1981, 1982, 1983), se puede observar en los gráficos de la fig. n°2, la que fue construida tomando las medianas horarias mensuales; estas fueron ajustadas mediante una función de Fourier. El análisis de las medianas nos permite decir que los meses en los que hay ciclos diarios de congelamiento y descongelamiento son diciembre, enero, febrero y marzo, incluyendo abril, con

una amplitud térmica diaria que oscila entre los 6,5°C y los 4°C. Los meses restantes, la temperatura del aire permanece por debajo de 0°C, con oscilaciones térmicas, siempre negativas, de 5°C a 2°C.

De esto se deduce que la zona se encuentra actualmente en un régimen de congelamiento prolongado, estacional, y con ciclos de congelamiento y descongelamiento diarios en verano. La zona acusaría, someramente, la acción de alrededor de 150 ciclos diarios de congelamiento y descongelamiento (obviamente durante los meses de verano). Los modelos climáticos diarios y estacionales son bien marcados (fig. 2).

#### *Precipitación.*

La evaluación de este hidrometeoro también significa una complicación en alta montaña debido a la carencia de datos. Las formas de precipitación más frecuentes en las montañas son el agua nieve, nieve y granizo. La medición de las mismas, por lo general, no se realiza en las estaciones de altura del Servicio Meteorológico Nacional, tal es el caso de Cristo Redentor.

Ereño y Hoffman (1976) realizan una evaluación de las precipitaciones en la región Cordillera Central sobre la base de la información existente en el Servicio Meteorológico Nacional.

Minetti (1984a) estudia la distribución espacial y altitudinal del régimen de frecuencia anual y marcha estacional de la precipitación sólida en Argentina para el período 1961-1970, remarcando la importancia de su comprensión para el balance de glaciares así como para los procesos relacionados con la actividad geocriogénica. En Cristo Redentor habría 72,7 días año<sup>-1</sup> con precipitación sólida. Minetti et al (1984b) estiman una precipitación superior a 600 mm anuales para Cristo Redentor.

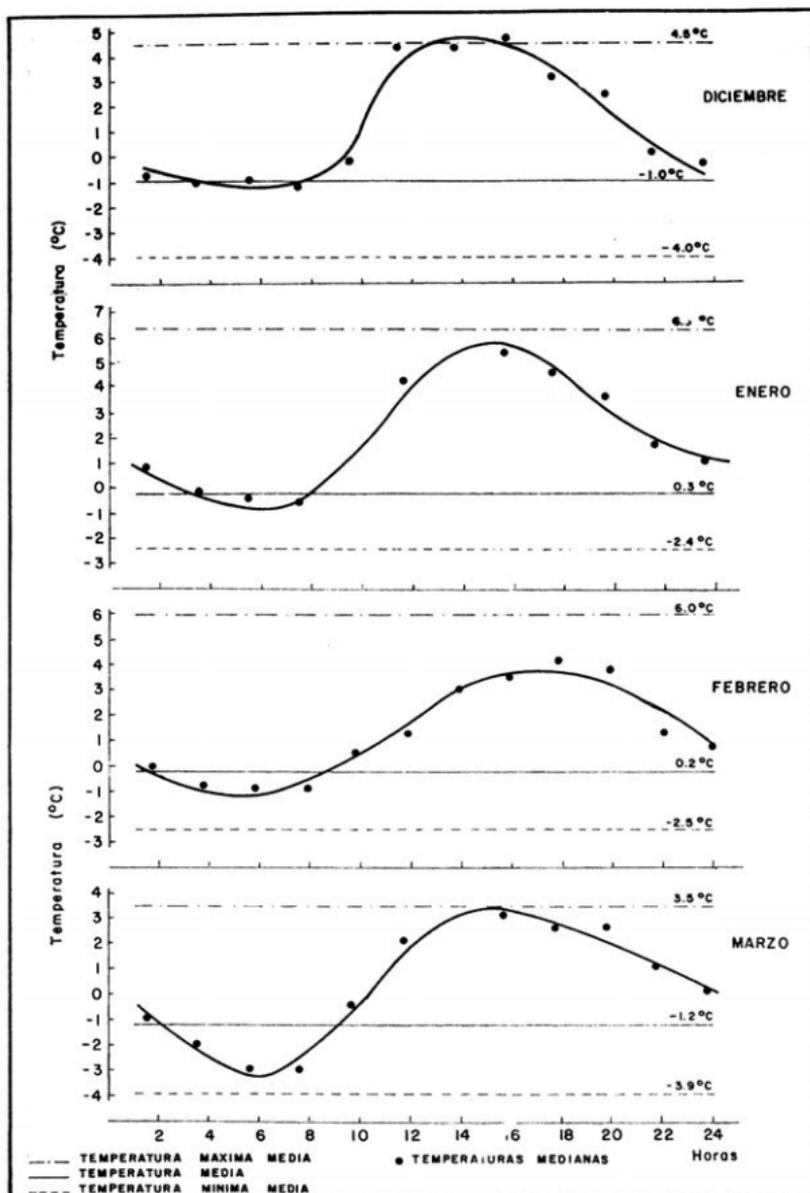


Fig. 2.- Ajuste con función de Fourier de los puntos de temperaturas medianas diarias del Cajón del Rubio para diversos meses en el período 1981-1983.

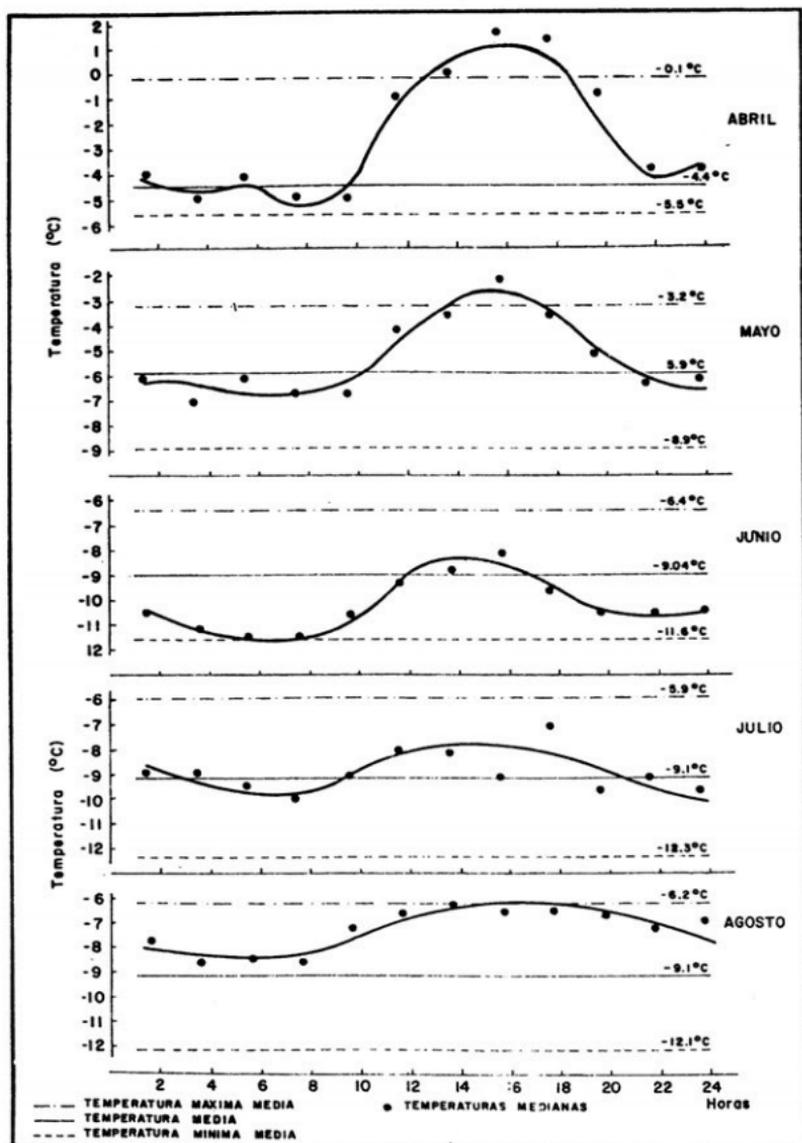


Fig. 2.- Ajuste con función de Fourier de los puntos de temperaturas medianas diarias del Cajón del Rubio para diversos meses en el período 1981-1983.

### **Balance Hídrico.**

Debido a las condiciones imperantes en altura no se usó el tradicional método de Thornwaite (1948) y tampoco el método aerodinámico de Penman (1956) porque al igual que el anterior, los valores de evaporación estival disminuyen, lo que daría como consecuencia en el terreno, permanencia superficial de nieve. Durante el verano la ablación en la zona es tan intensa que no permanece por lo general, ninguna acumulación de nieve en superficie en las zonas próximas y circundantes a las estaciones meteorológicas de Cristo Redentor, lo cual contradice los valores calculados por los métodos mencionados.

Recurrimos entonces al método de Hargreaves (1968) que hace intervenir radiación, déficit de saturación (1 - humedad relativa no porcentual), los cuales inciden en el cálculo de evaporación de alta montaña.

Como puede observarse en la Tabla V, calculamos para Cajón del Rubio a 4200 m s.n.m., los parámetros necesarios para el uso del método elegido, que basa el cálculo de la evaporación diaria en la aplicación de la siguiente fórmula:

$$E_0 = 0,34 RA(0,40 + 0,024 T^{\circ}) [1,35 \frac{1}{HR}] [1 + (0,04 \times EL/1000)] = (\text{mmdia}^{-1}).$$

RA = radiación entrante en el borde superior de la atmósfera astronómica.

T° = temperatura media mensual en °C.

HR = humedad relativa no porcentual.

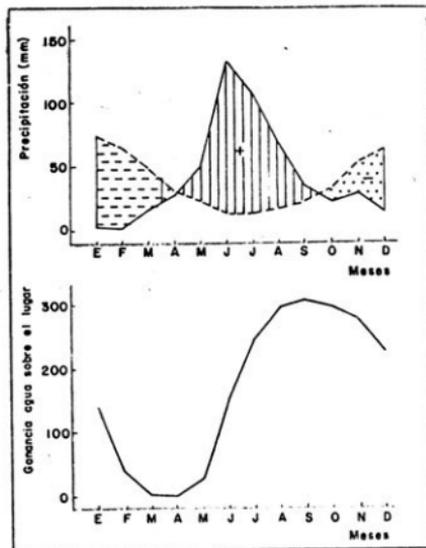
EL = elevación de la localidad.

Cuando la temperatura media mensual permanece por debajo de 0°C, la evaporación diaria pasa a ser sublimación, entonces los valores de E° diaria calculados para los meses con temperatura inferior a 0°C debieron ser multiplicados por el coeficiente 0,868, que es el valor de energía que hay que quitar a la energía disponible, ya que el pasaje de hielo a líquido, antes de la evaporación requiere 80 cal/gr de agua.

Una vez corregidos los valores de evaporación-sublimación, realizamos la distribución de la precipitación anual, 500 mm, proporcional a los valores mensuales reales de precipitación de Puente del Inca, que es la estación más cercana a la zona con lecturas de precipitaciones.

Para el cálculo de almacenaje, se desestimó humedad retenida en el suelo considerando que en el Cajón del Rubio, dada la característica acumulación de grandes bloques, la retención puede ocurrir solamente como hielo de segregación en los finos del tope del permafrost o base de la capa activa.

En la fig. n° 3 podemos observar que el período de ganancia se inicia en abril y finaliza en setiembre y las pérdidas por sublimación se observan de marzo a abril para continuar de octubre a diciembre. La evaporación se registra de enero a marzo, considerando el escurrimiento de nieve en este período, el 10% el primer mes, el 50% en los meses restantes hasta agotarse. El período de almacenaje comienza en mayo y termina en setiembre. En octubre se comienza a manifestar la ablación (tabla V).



## REFERENCIAS

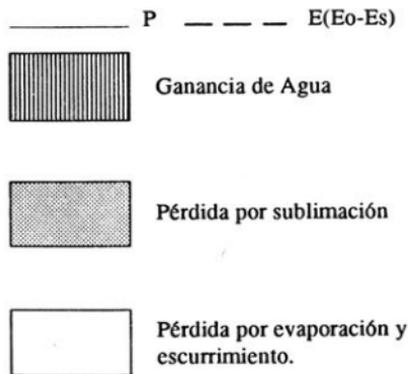


Fig. 3.- Balance Hídrico

## Discusión

Según la clasificación de Korte y Liedtke (1981) la actividad de macroformas como los glaciares de escombros, asociados con suites de geofomas menores tales como suelos estructurados y geliflucción en bloques se encuentra condicionada por regímenes de temperatura media anual del aire de  $0^{\circ}\text{C}$  y un régimen de precipitación inferior a los 1000 mm anuales.

Barsch (1978) relaciona la línea o límite inferior de actividad del permafrost discontinuo con la presencia de glaciares de escombros. La misma coincide con la isoterma de  $-1^{\circ}\text{C}$  para este autor. Haerberli (1978) determina el límite inferior del permafrost discontinuo en ese mismo nivel de temperatura media anual del aire.

En la región de estudio la temperatura media anual del aire calculada es de  $-4,7^{\circ}\text{C}$ . La amplitud térmica anual es de  $9,4^{\circ}\text{C}$  y la permanencia de temperaturas inferiores a  $0^{\circ}\text{C}$  se comprueba durante siete meses en el año. Durante esos meses las oscilaciones de temperatura diaria se realizan por debajo de  $0^{\circ}\text{C}$ , que hacen más evidente la intensidad de los fenómenos criogénicos. En los cinco meses restantes es posible comprobar sucesivos ciclos de congelamiento y descongelamiento que hacen posible la presencia de fenómenos producidos por crecimiento de agujas de hielo. La precipitación anual es de 500 mm.

## Conclusiones

Bajo estas condiciones climáticas y confirmada la acción de ciclos diarios de congelamiento y descongelamiento junto con una marcada estacionalidad térmica, es posible suponer la actividad de los glaciares de escombros de la región y de la asociación de geofomas menores que los acompañan.

## Agradecimientos

El presente trabajo fue parte de la tesis doctoral de la autora (Ahumada, 1987) quien agradece la dirección de la misma al Dr. Arturo E. Corte y el financiamiento proporcionado por el CONICET.

Un especial agradecimiento se hace necesario para el Lic. Juan Minetti, sin cuyo acertado asesoramiento este trabajo no hubiera sido posible. Al equipo de trabajo de Glaciología del IANIGLA y al Dr. J.C. Leiva, su director agradezco el haberme facilitado los datos de campo y apoyo de campaña. Al Dr. Darío Trombotto agradezco sus sugerencias y prolíficas discusiones y al Técnico Alberto Ripalta su colaboración en las tareas de campo.

## BIBLIOGRAFIA

- AHUMADA, A. L., 1987. Procesos Criogénicos y Mineralógicos. Tesis Doctoral, inédita. Biblioteca de la Facultad de Ciencias Naturales e Inst. Miguel Lillo de la U.N.T.
- AHUMADA, A. L. y D. TROMBOTTO, 1984. Estudios periglaciales en la Lagunita del Plata, Provincia de Mendoza. Actas IX Congreso Geológico Argentino, Bariloche, 1, 22-34pp.
- BARANOV, I. A., 1959. Geograficheskoe rasprostraneniye i sezonopromerzhaischikh poch i mnogoletnemerzlykh gornynh porod: Osnovygeokriologii (Merzlotovedeniia). Inst. Merzlotovedeniia, Akad. Nauk U.S.S.R. Moscú, 1, 193-219pp.
- BARSCH, D., 1978. Active rock glaciers as indicators for discontinuous alpine permafrost. An example from the Swiss alps. Third International Conference in Permafrost. Natl. Res. Coun., Ottawa 1, 348-353pp.
- BUK, E., 1983. Glaciares de Escombros y su significación hidrológica. Ira. Reunión del Grupo Periglacial Argentino. Actas, Anales 83, IANIGLA-CONICET, Mendoza, 22-38pp.
- CORTE, A. E., 1953. La glaciación del Río Blanco. An. Dep. Invest. Cient. Univ. Nac. Cuyo, 2: 1-27.
- CORTE, A. E., 1955. Contribución a la morfología periglacial especialmente criopedológica de la Rep. Argentina. Acta Fenn., 14: 83-102.
- CORTE, A. E., 1982. Geociología Argentina, General y Aplicada. Rev. del Inst. de Cienc. Geol., Univ. Nac. de Jujuy, 5: 1-35.
- EREÑO M. y H. HOFFMAN, 1976. Régimen de las precipitaciones de la Cordillera Central. Informe Departamento de Geografía de la Universidad de Bs.As. 25pp.
- ESTADISTICAS CLIMATOLÓGICAS, 1901-1950, 1941-1950, 1951-1960, 1958, 1962, 1972. Servicio Meteorológico Nacional. Bs.As.
- FUJII, Y. and HIGUCHI, K., 1978.- Distribution of alpine permafrost in the northern hemisphere and its relation to air temperature. Third International Conference on Permafrost, Natl. Res. Coun., Ottawa, 1, 366-371pp.
- HAEBERLI, W., 1978. Special aspects of high mountain permafrost methodology and zonation in the Alps. Third International Conference on Permafrost, Natl. Res. Coun., Ottawa, 1, 378-384pp.
- HARGREAVES, G. H., 1968. Determinación del uso consuntivo a partir de datos de evaporación en tanques. Memorandum Técnico N° 216. Secretaría de Recursos Hidráulicos. Méjico.
- IGARZABAL, A., 1983. Aspecto geocriogénico de Puna y Cordillera Oriental. 1a. Reunión del Grupo Periglacial Argentino. Actas, Anales 83 IANIGLA-CONICET, Mendoza, 133-140pp.
- MINETTI, J. L., 1984. Régimen de precipitación sólida en la República Argentina y Antártida. 2da. Reunión del Grupo Periglacial Argentino. Actas, Anales 84 IANIGLA-CONICET, San Juan, 20-25pp.
- MINETTI, J. L. y CORTE, A. E., 1984. Zonificación latitudinal del clima en la zona andina y su relación con el límite inferior del hielo perenne y del límite inferior geocriogénico. 2da. Reunión del Grupo Periglacial Argentino. Actas, Anales 84 IANIGLA-CONICET, San Juan, 26-30pp.
- PENMAN, H. L., 1956. Estimated Evaporation. Transac. Am. Geophys. Un., 37:43.
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL, 1958, 1962, 1972. Estadísticas Climatológicas, 1901-1950, 1941-1950, 1951-1960, 1961-1970. Bs.As.
- THORNWAITE, C.W., 1948. An approach toward a rational classification of climate. Geogr. Rev., 38 (1):55-94.
- TROMBOTTO, D.T., 1983. Geociología de la Lagunita del Plata. Ira. Reunión del Grupo Periglacial Argentino. Actas, Anales 83 IANIGLA-CONICET, Mendoza, 149-156pp.
- WORLD MONTHLY WEATHER REVIEW, 1981, 1982, 1983.