

INTERNATIONAL WORKING GROUP  
GLACIER CAVES AND KARST IN POLAR REGIONS

# 1<sup>ER</sup> SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE GUEVAS GLACIARES Y KARST EN REGIONES POLARES

1<sup>st</sup> INTERNATIONAL SYMPOSIUM  
OF GLACIER CAVES  
AND KARST  
IN POLAR  
REGIONS

PROCEEDINGS

ACTAS

Dr. Adolfo Frazer EDITOR MADRID 1991



INTERNATIONAL WORKING GROUP  
ON GLACIER CAVES AND KARST  
IN POLAR REGIONS

El Instituto Tecnológico GeoMinero de España ITGE, que incluye, entre otras, las atribuciones esenciales de un • Geological Survey of Spain •, es un Organismo autónomo de la Administración del Estado, adscrito al Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, a través de la Secretaría General de la Energía y Recursos Minerales (RD 12/0/1988, de 28 de octubre). Al mismo tiempo, la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica le reconoce como Organismo Público de Investigación. El ITGE fue creado en 1894.

Diseño, realización y edición: ITGE.  
Fotografía y Portada: TATUK PEREZ  
Imprime: Artes Gráficas MV, S. A.  
ISBN: 84-7840-086-9  
Depósito Legal: M-36250-1991

**CARACTERISTICAS DEL KARST EN HIELO DEL GLACIAR HEIM  
(PATAGONIA, ARGENTINA).  
PREDICCIÓN DEL DRENAJE SUBGLACIAR.**

**Javier LARIO GOMEZ, Cátedra de Hidrogeología, ETSI Minas, Madrid.**

**RESUMEN**

Se presentan los resultados de la campaña realizada en el glaciar Heim, situado en la vertiente argentina del Hielo Continental Sur, la mayor masa glaciar del hemisferio austral después de la Antártida.

En dicha campaña se realizó un reconocimiento de las formas kársticas desarrolladas en el glaciar y la localización de sumideros y cavidades para posteriores exploraciones. Se aplica el Método de predicción del drenaje subglaciar, basado en técnicas de análisis estructural.

**PALABRAS CLAVES:** karst en hielo, Método de Predicción, análisis estructural.

**ABSTRACT**

We present here the results of the campaign made at the Heim glacier, located in the argentinian side of the South Continental Ice, the greater ice mass of the austral hemisphere after the Antarctic one.

In this campaign, we studied the karstical forms developed in this glacier as well as the localization of shafts and caverns for their further explorations. We applied the subglacial drainage Prediction Method, based on structural analysis techniques.

**KEY WORDS:** karst in ice, Prediction Method, structural analysis.

## **SITUACION GEOGRAFICA.**

El Hielo Continental Sur (o Patagónico Sur) es un conjunto de glaciares que envuelven la parte central de la Cordillera de los Andes entre los paralelos 48°15' y 51°25' de latitud sur. Con sus 14.300 km<sup>2</sup> constituye el área glaciaria más extensa e importante del hemisferio sur, a excepción de la Antártida. Del Hielo Continental Sur parten numerosos glaciares que desembocan hacia el oeste en el océano Pacífico a través de los canales magallánicos, y hacia el este en los grandes lagos patagónicos (fig. 1).

Entre estos numerosos glaciares podemos citar a dos por sus peculiaridades: el glaciar Upsala, el más extenso de la zona, con una superficie aproximada de 592 km<sup>2</sup>, y el glaciar Perito Moreno, de 105 km<sup>2</sup> de superficie, siendo sin duda alguno el más conocido de la zona, debido a que al encontrarse en continuo avance bloquea periódicamente las aguas del brazo Rico del Lago Argentino, rompiendo espectacularmente todo el frente glaciario por la presión de las aguas.

Las máximas alturas de la zona las encontramos en el cerro Chaltén o Fitz Roy (3.375 m), cerro Torre (3.128 m), cerro Beltrán (3.200 m) y cerro Murallón (2.831 m), siendo muy numerosos los cerros de 2.500 a 2.800 m.

## **CARACTERISTICAS DEL KARST EN HIELO DEL GLACIAR HEIM**

El glaciar Heim se encuentra situado a 50° 11' 30" S de latitud y 73° 18' W de longitud, siendo uno de los glaciares laterales de la vertiente este del Hielo Continental Sur, dando las aguas de su drenaje al Lago Argentino. Cubre una superficie aproximada de 19 km<sup>2</sup> y se trata de un glaciar de ladera compuesto, siendo su comportamiento actual en retroceso. El frente glaciario está a 500 m. de altitud y el límite superior se sitúa a 2000 m. (BERTONE, 1960).

Debido a sus características geográficas lo podemos clasificar como un glaciar subpolar de alta montaña (BARANOWSKI, 1977), con una zona de acumulación fría y una zona de ablación caliente, siendo en esta donde se desarrollan los fenómenos glaciokársticos.

El estudio del karst en hielo lo enfocamos en virtud del Principio de Convergencia de formas (ERASO, 1973), según el cual el karst se organiza en el hielo de la misma manera que en rocas solubles (calizas, yesos, sales, etc...). Esto implica por tanto la existencia de formas

kársticas dentro en el hielo, tanto endokársticas como exokársticas. Las mismas han sido observadas en el glaciar Heim en una campaña de prospección realizada en el área en diciembre de 1988.

Dentro de las morfologías exokársticas reconocidas destacamos:

**lapiaces**. reconociéndose lapiaces de acanaladuras en los frentes del glaciar, debidos a drenaje laminar superficial, y lapiaces meandriformes (meanderkarren) formados por los cauces que se sumen en los ponores.

- **dolinas**. desarrolladas en gran número en la zona de ablación.

- **pozos**. de morfología tubular y diámetro entre 0'50 y 1'20m. No han sido explorados en esta campaña.

Se han reconocido también, como formas endokársticas **cavidades** desarrolladas en el contacto entre la masa glaciar y el zócalo rocoso.

Desde el punto de vista hidrogeológico se han reconocido **formas de alimentación** (sumideros), **formas de circulación** (conductos subterráneos) y **formas de descarga** (surgencias), estas últimas localizadas en el frente glaciar.

## **PREDICCIÓN DEL DRENAJE SUBGLACIAR**

La presencia de sumideros y surgencias permite suponer la organización de una red subterránea de drenaje que los conecte a través de pozos y cavidades. Para el estudio de este drenaje subglaciar se aplicó el Método de predicción del drenaje en el karst (*ERASO, 1987*), aplicado con éxito en diferentes áreas carbonatadas de España, así como en otras rocas karstificables como el yeso, cuarcitas e incluso el hielo ártico y antártico (*ERASO, 1987; ERASO, LARIO, 1988 ; ERASO, PULINA, 1985; ERASO, TAYLOR DE LIMA, 1990*).

El Método de Predicción implica dos hipótesis:

- 1ª. la disposición de la red de drenaje subterráneo esta condicionada por el estado tensional de la masa de hielo.

- 2<sup>a</sup>. las direcciones principales de drenaje se emplazan según planos perpendiculares a la componente menor  $\sigma_3$  del elipsoide de esfuerzos (ERASO *et al.*, 1983).

El trabajo de campo consiste en leer la dirección y buzamiento de distintos tectoglifos que nos permitan definir los elipsoides de esfuerzos a los que esta sometida la masa glaciar. En el caso del hielo, hemos encontrado venas de rehielo y fallas conjugada, apareciendo estos tectoglifos en la zona de ablación. Un posterior tratamiento informático basado en técnicas de análisis estructural nos permite definir los componentes de cada elipsoide de esfuerzos ( $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$ ,  $\sigma_3$ ), encontrando las direcciones preferenciales de drenaje en los planos ortogonales a  $\sigma_3$ . Se han representado los resultados mostrando planos de drenaje, los polos de los mismos y diagrama de densidad población (Fig. 2).

El total de medidas ha sido de quince, dando una moda principal en la dirección  $N 15^\circ-30^\circ$  con una probabilidad del 42,86%, según la predicción dada por el Método (Fig. 3). Aparecen también otras modas secundarias con porcentajes de probabilidad menores, reconocibles en el histograma de la figura 3. Si bien estos datos no se pueden comparar con las direcciones de las galerías subterráneas, ya que estas todavía no han sido exploradas, sí se corresponde con la dirección de  $N 20^\circ$  observada en el pequeño tramo de caverna reconocido en el glaciar.

Si bien la campaña realizada ha cubierto un área glaciar limitada con obtención de datos preliminares, queda de manifiesto el gran interés del Hielo Continental Sur para el estudio del glaciokarst, ya que sus características climáticas y geográficas permiten, potencialmente, un gran desarrollo del mismo.

## BIBLIOGRAFIA

- BARANOWSKI, S. (1977). *The subpolar glaciers of Spitsbergen seen against the climate of this regions*. Acta Universitatis Wratislaviensis n° 410. Wydawnictwa Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław, Polonia.
- BERTONE, M. (1960). *Inventario de los glaciares existentes en la vertiente argentina entre los paralelos  $47^\circ 30'$  y  $51^\circ S$* . Instituto Nacional del Hielo Continental Patagónico, 3, 103 pp. Buenos Aires.
- ERASO, A. (1973). *New method in karst investigation. Natural models and form convergence*.

- Proc. 6th. Int. Cong. Spel., 2, pp 89-108,. Olomuc, Checoslovaquia.
- ERASO, A. (1986). *Método de predicción de las direcciones principales de drenaje en el karst*. KOBIE, 15, pp 17-165. Bilbao. España.
- ERASO, A.; HERRERO, N.; SAINT-AUBUIN, J. (1983). *Microtectonic analysis as á tool to predict karstic drainage directions*. (Results of the first campaign in the Larra region. Pierre Saint Martin). Atti Convegno Int. sur carso di Alta montagna. Imperia, 1, pp. 324-344.
- ERASO, A.; LARIO, J. (1988). *Aplicación del Método de Predicción de las direcciones principales de drenaje al karst en yeso de Estremera (Madrid)*. II Cong. Geol. de España, 2, pp 391-394.
- ERASO, A.; PULINA, M. (1985). *El Principio de la Convergencia de las formas y el karst en hielo. Propuesta de investigación para suministro de agua en la Antártida*. Actas del I Simposium Español de Estudios Antárticos, pp 21-40, Palma de Mallorca, España. .
- ERASO, A.; TAYLOR DE LIMA, M. (1990). *El karst en cuarcitas del Grupo Itacolomi, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil: Aplicación del Método de Predicción de drenaje subterráneo*. Bol. Geo y Min., 101-2, pp 270-281.



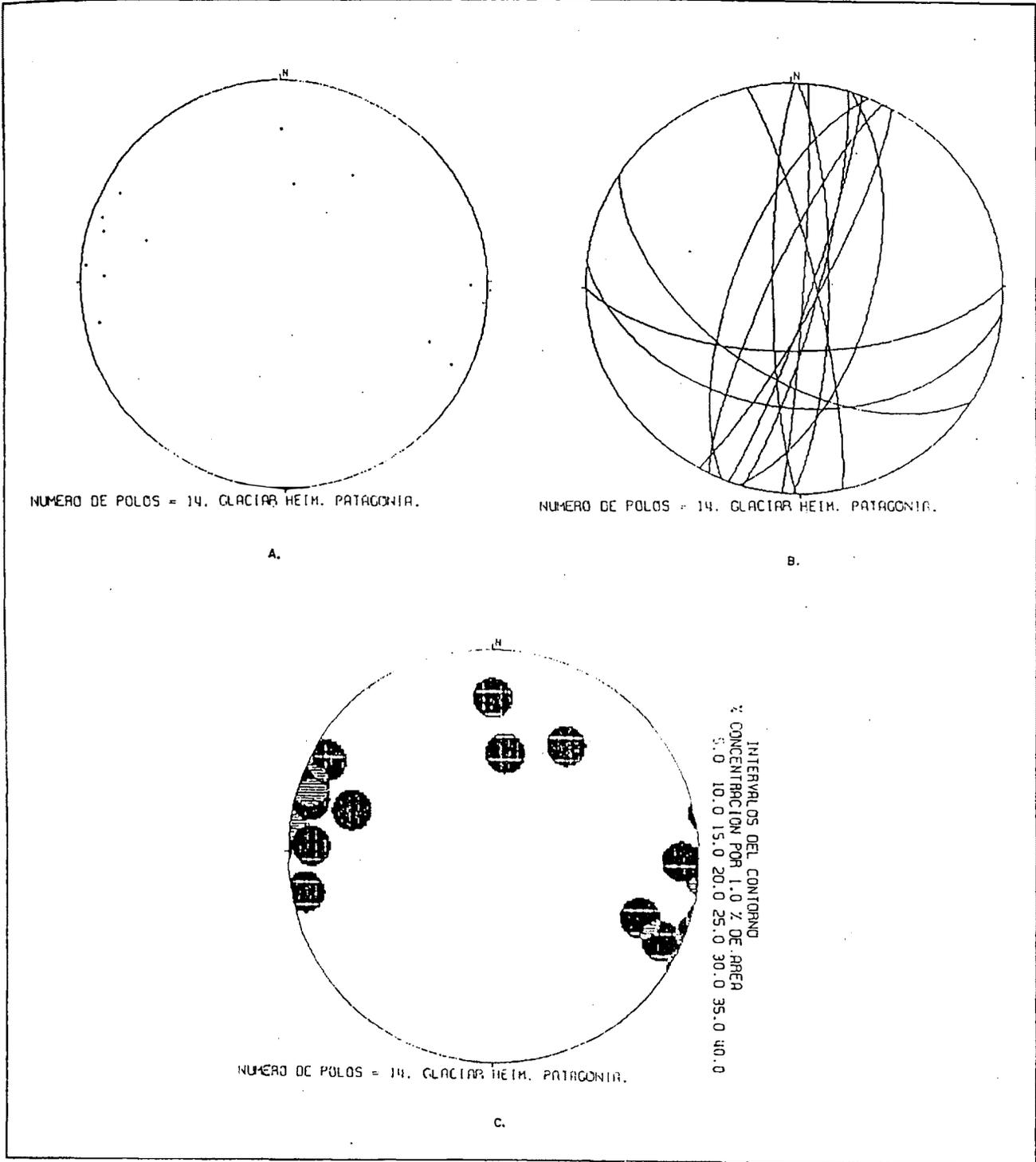


Figura 2: Representación estereográfica:

A - Polos, B - Planos de drenaje, C - Densidad de polos.

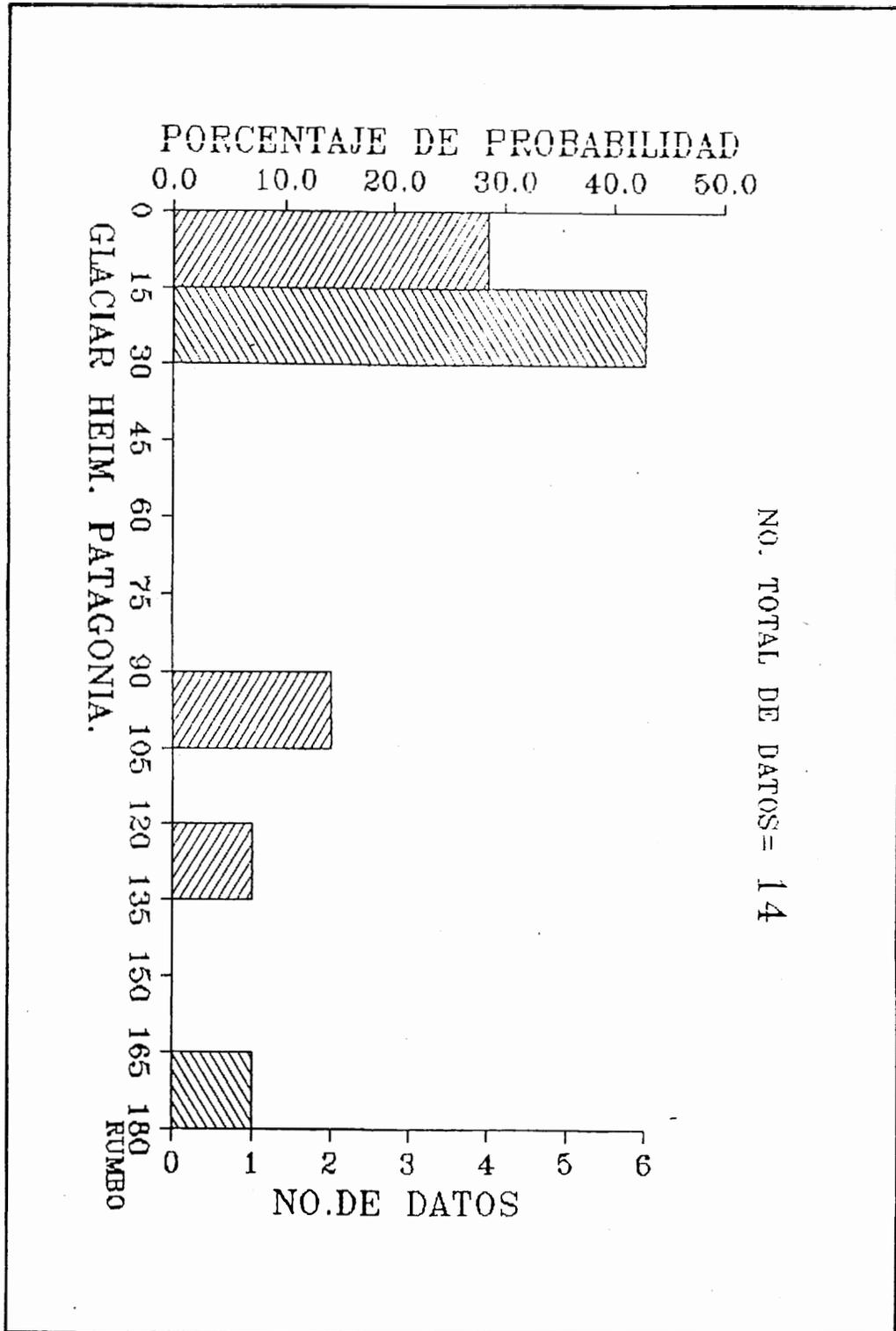


Figura 3: Histograma de probabilidad de las direcciones preferentes de drenaje subglacial.